

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด 2560

1. ชุมโครงการวิจัย วิจัยและพัฒนาถั่วเขียวเพื่อเสริมสร้างระบบการผลิตที่ยั่งยืนและความมั่นคงด้านอาหาร
2. โครงการวิจัย วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพถั่วเขียว
กิจกรรม การจัดการดิน น้ำ ปุ๋ย
3. ชื่อการทดลอง การใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อเพิ่มผลผลิตและ
คุณภาพถั่วเขียวผิวมันในชุดดินธาตุนม (Tp)
Apply of Rhizobium and Chemical Fertilizer depend on Soil Analysis to
increase Yields and Quality of Mungbean in That pa nom Soil Series (Tp)
4. คณะผู้ดำเนินงาน
หัวหน้าการทดลอง พรรณพิมล สุริยะพรหมชัย¹
ผู้ร่วมงาน จิตรรา เกาะแก้ว¹ สุทธิณี เจริญคิด²
ศิริลักษณ์ จิตรอักษร¹ ปิติคมน์ พ็ชรดำรงกุล²

5. บทคัดย่อ

การใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพถั่วเขียวผิวมันในชุดดินธาตุนม (Tp) มีวัตถุประสงค์เพื่อหาอัตราการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับการผลิตถั่วเขียวผิวมันในชุดดินธาตุนม (Tp) จังหวัดแพร่ ดำเนินการทดลองในห้องปฏิบัติการกลุ่มงานจุลินทรีย์ดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรุงเทพฯ และแปลงทดลองในศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ ตั้งแต่ปี 2559-2560 ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ 1) การคัดเลือกไรโซเบียมที่มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนในห้องปฏิบัติการ 2) การทดลองปุ๋ยในโรงเรือนทดลอง ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ และ 3) การทดลองปุ๋ยในแปลงทดลอง ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ ผลการทดลอง พบว่า 1) ได้สายพันธุ์ไรโซเบียมที่มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนของเชื้อไรโซเบียมสูง จำนวน 3 สายพันธุ์ จาก 22 สายพันธุ์ กับถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 คือ สายพันธุ์ DASA02198 DASA02077 และ DASA02001 2) การใส่ปุ๋ยอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน 0-3-0 N-P₂O₅-K₂O กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม ทำให้ประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจน และการให้ผลผลิตถั่วเขียวผิวมันสูงสุดในเรือนทดลองศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ และ 3) การใส่ปุ๋ยอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน 0-6-0 N-P₂O₅-K₂O กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม ทำให้ประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนสูงสุด และให้ขนาดเมล็ดโต แม้ว่าการให้ผลผลิตจะเป็นรองการใส่เฉพาะปุ๋ยเคมีอย่างเดียว อัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน 12-6-0 N-P₂O₅-K₂O กิโลกรัมต่อไร่ แต่เมื่อพิจารณาจากต้นทุนการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ลดลงประมาณ 230 บาทต่อไร่ จึงควรใช้ปุ๋ยอัตรา 0-6-0 N-P₂O₅-K₂O กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในแปลงทดลองศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

¹ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

² ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

Abstract

The use of rhizobium inoculant with chemical fertilizer based on soil analysis to improve yield and quality of mungbean in Tat Phanom soil series (Tp) was aimed at determining the optimum fertilizer application rate for mungbean production. Tat Phanom (Tp) soil series in Phrae Province conducted experiments in Soil Microbiology Research Group, Soil Science Research, Rhizobium Building in Bangkok and Phrae Agricultural Research and Development from 2016 to 2018 consisted of 3 stages: 1) selection of rhizobia effectively for nitrogen fixation in the laboratory 2) Fertilizer in the experimental house in Phrae Agricultural Research and Development Center and 3) Fertilizer in the experimental field in Phrae Agricultural Research and Development Center. The results showed that: 1) Rhizobium strains with high nitrogen fixation efficiency of 3 strains of rhizobium from 22 strains with green mungbean of Kamphaengsaen 2 were cultivars. DASA02198 DASA02077 and DASA02001 2) Fertilization rate based on soil analysis 0-3-0 N-P₂O₅-K₂O kg / rai with rhizobial inoculant. The efficiency of nitrogen fixation. 3) fertilizer application rate based on soil analysis 0-6-0 N-P₂O₅-K₂O kg / rai with rhizobial inoculant Maximum nitrogen fixation efficiency. And the size of the seeds. Although the yield is only secondary to chemical fertilizer rate based on soil analysis 12-6-0 N-P₂O₅-K₂O kg / rai. However, considering the cost of using nitrogen fertilizer at about 230 baht per rai, fertilizer rates of 0-6-0 N-P₂O₅-K₂O kg / rai were applied with the rhizobial inoculants at Phrae Agricultural Research and Development Center.

6. คำนำ

การผลิตถั่วเขียวของเกษตรกรส่วนใหญ่ ไม่มีการใส่ปุ๋ยหรือใส่น้อยมาก เป็นเพียงปุ๋ยเกรด 25-5-5 อัตรา 100-250 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ร่วมกับฮอร์โมนอื่นๆ ซึ่งมีปริมาณธาตุอาหารน้อยและไม่เพียงพอต่อความต้องการของถั่วเขียว แม้ว่า ถั่วเขียว เป็นพืชที่สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศโดยกิจกรรมจุลินทรีย์ไรโซเบียม แต่ในดินนั้นอาจไม่มีหรือมีไรโซเบียมเดิมในดินน้อยมาก หรืออาจมีปริมาณมาก แต่เป็นไรโซเบียมที่ไม่มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจน หรือตรึงได้น้อยไม่เพียงพอต่อความต้องการของถั่วเขียว จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตต่ำ ซึ่งปัจจุบัน ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีชีวภาพทำให้การค้นคว้าวิจัยและพัฒนาวิธีการผลิตถั่วเขียว ได้มุ่งเน้นให้ความสำคัญถึงการทดแทนปัจจัยการผลิตพืช โดยได้คำนึงถึงการใช้ประโยชน์จากกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินที่

สามารถผลิตธาตุปุ๋ยได้ในการเพิ่มผลผลิตและทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีในโตรเจน นั่นคือ การปลูกถั่วเขียวร่วมกับ การใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม กรมวิชาการเกษตร (2552) รายงานว่า พืชตระกูลถั่วโดยมาก จะมีความจำเพาะหรือ เหมาะสมกับสายพันธุ์ไรโซเบียมบางสายพันธุ์สร้างปมที่มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนได้สูงสุด ถั่วบางพันธุ์จะ เกิดปมกับไรโซเบียมบางสายพันธุ์และตรึงไนโตรเจนได้ แต่อาจเป็นปมไม่มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจน การคัดเลือกไรโซเบียมให้เหมาะสมกับพันธุ์ถั่ว และมีความสามารถในการแข่งขันการเข้าสร้างปมกับไรโซเบียมสาย พันธุ์พื้นเมือง และมีประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนสูง จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตถั่วเขียว และสามารถ ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี เป็นการลดต้นทุนการผลิตลง ซึ่งจรัสศักดิ์ และคณะ (2554) รายงานว่า ปุ๋ยชีวภาพไร โซเบียมแต่ละชนิดจะสามารถตรึงไนโตรเจนให้กับพืชตระกูลถั่วแตกต่างกันไปตามชนิดของถั่ว พันธุ์ถั่ว และ สิ่งแวดล้อม แต่เมื่อคำนวณค่าเฉลี่ยแล้วนำมาคำนวณเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน การใช้ปุ๋ยชีวภาพไร โซเบียมสามารถทดแทนปุ๋ยเคมีในโตรเจนได้ สำหรับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมถั่วเขียวมีค่าเฉลี่ยการตรึงไนโตรเจน 32.4 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ต่อปี เทียบเท่าปุ๋ยเคมีในโตรเจน ได้แก่ ปุ๋ยยูเรีย 70.4 กิโลกรัม และปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 154.3 กิโลกรัม และหากปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ การใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมจะช่วยเพิ่มผลผลิตให้ สูงขึ้นและผลผลิตที่ได้มีคุณภาพดีขึ้น กรมวิชาการเกษตร (2548) รายงานว่า การใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมให้กับถั่ว เหลือง ถั่วเขียว และถั่วพุ่ม สามารถทดแทนปุ๋ยยูเรีย 39.7 70.4 และ 74.0 กิโลกรัม ตามลำดับ หรือสามารถ ทดแทนปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 86.9 154.3 และ 161.9 กิโลกรัม ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม การใช้ปุ๋ยชีวภาพไร โซเบียมจะสามารถเพิ่มผลผลิตให้แก่พืชตระกูลถั่วได้มากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชตระกูลถั่ว พันธุ์ สิ่งแวดล้อม และความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารไนโตรเจนในดิน สุทิน (2526) รายงานว่า ดินที่มีความอุดม สมบูรณ์ต่ำการปลูก ถั่วเขียวควรใช้ปุ๋ยอัตรา 3-9-6 กิโลกรัมต่อไร่ของ $N-P_2O_5-K_2O$ ตามลำดับ จึงจะสามารถให้ ผลผลิตคุ้มกับการลงทุน ไสว และวีระพงษ์ (2531) พบว่า ในดินชุดกำแพงแสนที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 2.4 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ร่วมกับการคลุมเมล็ดด้วยเชื้อไรโซเบียมก่อนปลูกทำให้ผล ผลิตของถั่วเขียวเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด การศึกษาในประเทศอุสเบกิสถาน พบว่า การใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม *Bradyrhizobium* sp. (*Phaseolus*) ให้กับถั่วเขียว (*Phaseolus aureus* Roxb.) ทำให้น้ำหนักต้น น้ำหนักเมล็ด ปริมาณไนโตรเจนและปริมาณแป้งในเมล็ดเพิ่มขึ้น (Provorov *et al.*, 1998)

ถึงแม้ว่าในเชิงเศรษฐศาสตร์เกษตรกรสามารถเลือกใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมทดแทนการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนได้ แต่เพื่อให้ประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนสูงสุดและได้ผลผลิตเมล็ดที่มีคุณภาพในปริมาณสูงจึงควรศึกษาการ จัดการปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมร่วมกับการใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในการเพิ่มผลผลิต และคุณภาพ เนื่องจาก แหล่งไนโตรเจนที่สะสมในเมล็ดถั่ว เช่น เมล็ดถั่วเหลือง ปริมาณไนโตรเจนครึ่งหนึ่งมาจากส่วนต่างๆ ของพืชและ อีกครึ่งหนึ่งได้มาดินและปมซึ่งเป็นแหล่งที่เกิดกระบวนการตรึงไนโตรเจน (Hanway and Weber, 1971) ปริมาณความต้องการไนโตรเจนของพืชแต่ละชนิดแตกต่างกัน เช่น การผลิตถั่วเหลือง 3 ตันต่อเฮกตาร์ ต้องใช้ ไนโตรเจน 300 กิโลกรัม ขณะที่ผลผลิตข้าว 5 ตันต่อไร่ ต้องใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 100 กิโลกรัม (Hanway and Weber, 1971) ปริมาณไนโตรเจนที่ตรึงได้ของถั่วแต่ละชนิดก็แตกต่างกัน เช่น ไนโตรเจนที่ตรึงได้ในถั่วเหลืองมี ปริมาณเพียง 50-70 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณไนโตรเจนที่ถั่วเหลืองต้องการ (Unkuovitch and Pate, 2000) ส่วนถั่วเขียวตรึงได้ 74 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ (Shah *et al.*, 2003) ดังนั้น ไนโตรเจนในดินยังคงมีความสำคัญต่อ

ความสามารถในการให้ผลผลิตสูงสุดและปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดถั่ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีบทบาทสำคัญในระยะสุกแก่ของเมล็ด เช่น Purcell *et al.* (2004) พบว่าการใส่ไนโตรเจน 112 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ที่ระยะ V6 หรือ R2 มีผลทำให้ปริมาณโปรตีนในเมล็ดถั่วเหลืองลดลงแต่ปริมาณน้ำมันในเมล็ดเพิ่มขึ้น ดังนั้น การวิเคราะห์ดินเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการพิจารณาเลือกใส่ปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตพืช ค่าวิเคราะห์ดินเป็นสิ่งแรก ที่บอกให้ทราบว่าดินมีธาตุอาหารพืชต่างๆ ในรูปที่เป็นประโยชน์ และมีปริมาณเพียงพอกับความต้องการของพืชมากน้อยเพียงใด และต้องใส่เพิ่มเท่าใด จึงทำให้การใส่ปุ๋ยนั้นมีประสิทธิภาพ รวมทั้งให้ผลตอบแทนอย่างคุ้มค่าทางเศรษฐกิจในการผลิตพืช เช่น การปลูกพืชตระกูลถั่วที่มีค่าวิเคราะห์ดินที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ P_2O_5 น้อยกว่า 8 เปอร์เซ็นต์ และ K_2O 40 เปอร์เซ็นต์ ต้องใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-9-6 (N- P_2O_5 - K_2O) กิโลกรัมต่อไร่ (กรมวิชาการเกษตร, 2548) อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีข้อมูลการใส่ปุ๋ยชีวภาพร่วมกับคำแนะนำการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับถั่วเขียว และวิธีการใช้ร่วมกับปัจจัยอื่นๆ เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของถั่วเขียวโดยลดต้นทุนค่าใช้จ่ายปุ๋ย ดังนั้น การศึกษาการใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมสายพันธุ์ที่เหมาะสมร่วมกับค่าวิเคราะห์ดิน จึงเป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิตถั่วเขียวอย่างมีประสิทธิภาพและคุ้มค่า

7. วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2
2. ปุ๋ยชีวภาพโรโซเปียม
3. ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยสูตร 46-0-0 0-46-0 และ 0-0-60 เป็นต้น
4. สารเคมีป้องกันกำจัดโรคแมลงศัตรูพืช สารเคมีกำจัดวัชพืช
5. แก๊สเอทิลีน และถังบรรจุแก๊สเอทิลีน อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์การตรึงไนโตรเจน โดยวิธี acetylene reduction เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี (Gas chromatography: GC)
6. เข็มและหลอดฉีดยา (syringe) test tube สำหรับที่เก็บแก๊ส และขวดฝาปิดสำหรับบ่ม (incubate)
7. เครื่องชั่งน้ำหนัก

วิธีการ

1. ขั้นตอนการคัดเลือกโรโซเปียมที่มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนในห้องปฏิบัติการ

วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 3 ซ้ำ 23 กรรมวิธี (โรโซเปียม 22 สายพันธุ์ และควบคุม 1 สายพันธุ์) ปลูกถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 จำนวน 2 ต้น ในขวดแก้วที่บรรจุทรายปราศจากเชื้อปนเปื้อน ใส่เชื้อโรโซเปียม 0.5 มิลลิลิตรต่อต้น ตามกรรมวิธี ใส่สารละลายธาตุอาหารพืชทุกตัวยกเว้นไนโตรเจน ดูแลรักษา และบันทึกข้อมูลเมื่อถั่วเขียวอยู่ในระยะออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ คัดเลือกสายพันธุ์ที่ดีที่สุด 3 สายพันธุ์ที่ตรึงไนโตรเจนสูงสุด ด้วยวิธี acetylene reduction assay

2. ขั้นตอนการทดลองปุ๋ยในเรือนทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 5 ซ้ำ 4 กรรมวิธี ดังนี้

- 1) กรรมวิธีควบคุม (ไม่ใส่โรโซเปียม + P + K ตามค่าวิเคราะห์ดิน)
- 2) ใส่ปุ๋ยเคมี N + P + K ตามค่าวิเคราะห์ดิน
- 3) ใส่โรโซเปียม + ใส่ปุ๋ยเคมี P+K ตามค่าวิเคราะห์ดิน
- 4) ใส่โรโซเปียม + ใส่ปุ๋ยเคมี N + P+ K ตามค่าวิเคราะห์ดิน

วิเคราะห์สมบัติทางเคมี กายภาพ และชีวภาพของดินปลูกก่อนปลูก เพื่อหาคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินและดำเนินการตามกรรมวิธีทดลองที่ได้วางแผนไว้ โดยบรรจุดิน 10-12 กิโลกรัมต่อกระถาง ปฏิบัติดูแลรักษา ป้องกันกำจัดศัตรูพืช เมื่อถั่วเขียวออกดอก 80 % จึงเก็บแก๊สเอทิลีนเพื่อวัดค่าการตรึงไนโตรเจน และเมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยวจึงเก็บตัวอย่างบันทึกองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต

3. ขั้นตอนการทดลองปุ๋ยในแปลงทดลอง

ทำการทดลองซ้ำโดยเปลี่ยนจากกระถางเป็นปลูกในแปลงทดลอง แต่วางแผนการทดลองแบบเดิม คือแผนการทดลองแบบ RCB มี 5 ซ้ำ 4 กรรมวิธี ดังนี้

- 1) กรรมวิธีควบคุม (ไม่ใส่โรโซเปียม + P + K ตามค่าวิเคราะห์ดิน)
- 2) ใส่ปุ๋ยเคมี N + P + K ตามค่าวิเคราะห์ดิน
- 3) ใส่โรโซเปียม + ใส่ปุ๋ยเคมี P+K ตามค่าวิเคราะห์ดิน
- 4) ใส่โรโซเปียม + ใส่ปุ๋ยเคมี N + P+ K ตามค่าวิเคราะห์ดิน

ปลูกถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 พื้นที่แปลงย่อย 3x5 ตารางเมตร ใช้ระยะปลูกระหว่างแถว 50 เซนติเมตร ระหว่างต้น 20 เซนติเมตร เมื่อถั่วเขียวอายุได้ 7-10 วัน ถอนให้เหลือหลุมละ 2 ต้น ใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธี ปฏิบัติดูแลรักษาโดยกำจัดวัชพืชและโรคแมลงตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร เมื่อถั่วเขียวออกดอก 80 % จึงเก็บแก๊สเอธิลีนเพื่อวัดค่าการตรึงไนโตรเจน เมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยวให้สุ่มตัวอย่างในพื้นที่ 8 ตารางเมตร รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ และสรุปผลการทดลอง

การบันทึกข้อมูล

- 1) ค่าการตรึงไนโตรเจน จำนวนปมต่อต้น น้ำหนักปมแห้งและน้ำหนักต้นแห้ง ที่ระยะออกดอก
- 2) ผลวิเคราะห์สมบัติของดินก่อนปลูก เช่น ค่า pH ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ฯลฯ
- 3) ความสูงต้น และน้ำหนักต้นแห้งของถั่วเขียวที่ระยะออกดอก
- 4) ผลผลิตเมล็ด องค์ประกอบผลผลิต เช่น จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนัก 100 เมล็ด ฯลฯ ที่ระยะเก็บเกี่ยว พร้อมทั้งวิเคราะห์ผลตอบแทนเชิงเศรษฐกิจ

เวลาและสถานที่ ดำเนินการในเรือนทดลองและแปลงทดลองของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ และห้องปฏิบัติการวิจัยกลุ่มงานจุลินทรีย์ดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรุงเทพฯ ตั้งแต่ปี 2559-2560

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

1) การคัดเลือกไรโซเบียมที่มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนในห้องปฏิบัติการ

สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ไรโซเบียมที่มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนของเชื้อไรโซเบียมสูง จำนวน 3 สายพันธุ์ จาก 22 สายพันธุ์ กับถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 โดยสายพันธุ์ DASA02198 มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนสูงที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 10.8 ไมโครโมลเอธิลีนต่อกระถางต่อชั่วโมง แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ DASA02077 DASA02001 DASA02003 DASA02005 – 2008 DASA02020 DASA02025 DASA02042 DASA02068 DASA02070 DASA02082 DASA02084 DASA02087 และ DASA02104 เมื่อพิจารณาจากจำนวนปมต่อต้นที่มีมาก น้ำหนักปม และน้ำหนักต้นแล้ว สายพันธุ์ที่ได้รับคัดเลือก คือ DASA02198 DASA02077 และ DASA02001 (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลของสายพันธุ์โรโซเปียมต่อจำนวนปม น้ำหนักสดปม น้ำหนักแห้งปม และประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนของเชื้อโรโซเปียม 22 สายพันธุ์ กับถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2

รหัสชื่อ	น้ำหนักแห้งต้น (กรัมต่อต้น)	จำนวนปม (ปมต่อต้น)	น้ำหนักสดปม (กรัมต่อต้น)	น้ำหนักแห้งปม (กรัมต่อต้น)	ประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจน (ไมโครโมลเอมิโนต่อกระถางต่อชั่วโมง)
Control	0.00	0	0.00	0.00	0.00
DASA02001	2.92 abc	125 abc	0.65 a-f	0.12 a-g	9.136 a-e
DASA02002	2.66 abc	85 a-e	0.34 d-h	0.07 d-j	3.074 b-h
DASA02003	2.59 abc	98 a-e	0.38 b-h	0.08 d-j	3.969 a-h
DASA02004	3.03 abc	119 a-d	0.82 a	0.12 a-g	1.377 gh
DASA02005	2.83 abc	131 a	0.76 a-d	0.15 a-d	4.612 a-h
DASA02006	2.61 abc	97 a-e	0.47 a-f	0.08 b-l	4.313 a-h
DASA02007	2.68 abc	107 a-e	0.54 a-f	0.15 abc	8.277 a-g
DASA02008	2.76 abc	81 a-e	0.49 a-f	0.09 a-h	4.475 a-h
DASA02009	1.98 a-d	89 a-e	0.43 a-h	0.07 e-j	1.970 e-h
DASA02020	3.22 ab	89 a-e	0.62 a-f	0.12 a-g	4.661 a-h
DASA02025	3.05 abc	116 a-e	0.55 a-f	0.12 a-g	1.274 a-h
DASA02031	0.42 e	98 a-e	0.22 gh	0.01 ij	0.264 h
DASA02042	1.95 a-d	99 a-e	0.43 a-h	0.08 c-j	5.114 a-h
DASA02068	2.66 abc	130 ab	0.56 a-f	0.13 a-g	5.123 a-h
DASA02070	3.41 a	99 a-e	0.57 a-f	0.11 a-h	4.034 a-h
DASA02074	3.07 abc	91 a-e	0.49 a-f	0.11 a-h	2.840 d-h
DASA02077	3.26 ab	108 a-e	0.81 ab	0.17 a	10.023 abc
DASA02082	3.09 abc	127 abc	0.50 a-f	0.13 a-g	6.548 a-h
DASA02084	2.59 abc	129 abc	0.55 a-f	0.12 a-g	8.318 a-g
DASA02087	2.45 abc	98 a-e	0.44 a-g	0.10 a-h	4.940 a-h
DASA02104	2.72 abc	117 a-e	0.43 a-h	0.10 a-h	7.252 a-h
DASA02198	2.72 abc	84 a-e	0.77 abc	0.14 a-e	10.762 a

2) การทดลองปุ๋ยในเรือนทดลอง

ผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินชุดดินนครพนมก่อนปลูกพบว่า เป็นดินร่วนปนทราย มีความเป็นกรดต่าง (pH) 7.1 เป็นกลาง อินทรีย์วัตถุเฉลี่ยสูง 3.38 % ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูง 13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูง 189 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งเมื่อนำผลวิเคราะห์สมบัติของดินมาคำนวณปริมาณปุ๋ยเคมีที่ต้องใส่ตามกรรมวิธี (ตารางที่ 2) ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (2552) ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 0-3-0 (N-P₂O₅-K₂O กิโลกรัมต่อไร่)

กรรมวิธีที่ 2 8-3-0 (N-P₂O₅-K₂O กิโลกรัมต่อไร่)

กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยชีวภาพโรโซเปียมและปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-0 N-P₂O₅-K₂O กิโลกรัมต่อไร่

กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ยชีวภาพโรโซเปียมและปุ๋ยเคมีอัตรา 8-3-0 N-P₂O₅-K₂O กิโลกรัมต่อไร่

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ดินในกระถางทดลองก่อนปลูกถั่วเขียวและอัตราปุ๋ยเคมีที่ใส่ ปี 2559 ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

พืช	pH	เนื้อดิน	ปริมาณธาตุอาหาร			อัตราปุ๋ยเคมีที่ใส่ (กก./ไร่)					
			OM	P	K	ใส่ปุ๋ยโรโซเปียม			ไม่ใส่ปุ๋ยโรโซเปียม		
						(%)	(มก./กก.)	(มก./กก.)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
ถั่วเขียว	7.1	ร่วนปนทราย	3.38	13	189	0	3	0	8	3	0
ค่าที่เหมาะสม	6-7	-	1-2	8-12	40-80						

ที่มา : คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ ของกรมวิชาการเกษตร (2552)

การใส่ปุ๋ยชีวภาพโรโซเปียมร่วมกับปุ๋ยเคมีไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวทุกอัตราปุ๋ยที่ทดสอบ โดยให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักต้นแห้ง 2.77-3.35 กรัมต่อต้น แต่การใส่ปุ๋ยชีวภาพโรโซเปียมร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ ทำให้จำนวนปมต่อต้น น้ำหนักปมสด น้ำหนักปมแห้ง และประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ โดยกรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยชีวภาพโรโซเปียมและปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-0 N-P₂O₅-K₂O กิโลกรัมต่อไร่ให้ประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนสูงสุด 4.056 ไมโครโมลเอธิลีนต่อ 2 ต้นต่อชั่วโมง แต่ให้จำนวนปมต่อต้น น้ำหนักปมสด และน้ำหนักปมแห้งไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีอื่น โดยให้ค่าเฉลี่ยจำนวนปม 13-15 ปมต่อต้น น้ำหนักปมสด 0.050-0.086 กรัมต่อต้น และน้ำหนักปมแห้ง 0.020-0.026 กรัมต่อต้น แต่ให้ค่าสูงกว่ากรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ยชีวภาพโรโซเปียมและปุ๋ยเคมีอัตรา 8-3-0 N-P₂O₅-K₂O กิโลกรัมต่อไร่ อย่างมีนัยสำคัญ อาจเป็นไปได้ว่าในดินมีโรโซเปียมอยู่แล้วซึ่งสามารถเข้าสร้างปมกับถั่วเขียวผิวมันพันธุ์กำแพงแสน 2 จึงทำให้กรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพโรโซเปียมมีจำนวนปมไม่แตกต่างกับที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพโรโซเปียม (ยกเว้นกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพโรโซเปียมและปุ๋ยไนโตรเจน) และโรโซเปียมในดินมีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนต่ำกว่าโรโซเปียมในปุ๋ยชีวภาพสังเกตจากค่าการตรึงไนโตรเจนของกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพโรโซเปียมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียมตรึงไนโตรเจนได้สูงกว่า แต่เมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 8 กก.ต่อไร่ กลับทำให้ปริมาณการตรึงไนโตรเจนลดลง และทำให้ความสูงของต้นที่ระยะออกดอกต่ำกว่ากรรมวิธีอื่น (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 น้ำหนักต้นแห้ง จำนวนปม น้ำหนักปมสด น้ำหนักปมแห้ง และความสูงขณะออกดอกของถั่วเขียวในเรือนทดลองศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ ปี 2559

การใส่ปุ๋ย	น้ำหนักต้นแห้ง (ก./ต้น)	จำนวนปม (ปม/ต้น)	น้ำหนักปมสด (ก./ต้น)	น้ำหนักปมแห้ง (ก./ต้น)	ประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจน (ไมโครโมลเอธิลีน/2 ต้น/ชั่วโมง)	ความสูงต้นระยะออกดอก (ซม.)
0-3-0	2.77	15 a	0.079 a	0.020 ab	2.461 b	25.9 a
8-3-0	3.17	13 ab	0.050 ab	0.024 a	2.475 b	25.2 a
โรโซเปียม + 0-3-0	3.14	15 a	0.086 a	0.026 a	4.056 a	26.5 a
โรโซเปียม + 8-3-0	3.35	6 b	0.014 b	0.003 b	2.667 b	21.1 b
cv (%)	23.21	48.37	77.16	70.96	11.64	7.60

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันทางด้านสมมติ ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากการเก็บเกี่ยวข้าวในโรงเรือนศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ เมื่อวันที่ 28 พฤศจิกายน 2559 อายุเก็บเกี่ยว 81 วัน พบว่า การใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมร่วมกับปุ๋ยเคมีไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวทุกอัตราปุ๋ยที่ทดสอบ โดยให้ค่าเฉลี่ยความสูงระยะเก็บเกี่ยว 33.8-34.6 เซนติเมตร จำนวนข้อ 6.9-8.1 ข้อต่อต้น จำนวนฝักเฉลี่ย 7.9-9.8 ฝักต่อต้น และจำนวนเมล็ด 10.1-12.0 เมล็ดต่อฝัก แต่การใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ ทำให้ขนาดเมล็ดและผลผลิตแตกต่างกัน โดยการใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมและปุ๋ยเคมีอัตรา 8-3-0 N-P₂O₅-K₂O กิโลกรัมต่อไร่ให้น้ำหนัก 100 เมล็ดสูงสุด 6.03 กรัม ซึ่งไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมและปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-0 N-P₂O₅-K₂O กิโลกรัมต่อไร่ แต่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวทุกอัตราปุ๋ยที่ทดสอบ ส่วนผลผลิตต่อต้น พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวให้ค่าเฉลี่ยผลผลิต 4.67-4.74 กรัม ซึ่งไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมและปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-0 N-P₂O₅-K₂O กิโลกรัมต่อไร่ แต่ให้ค่าสูงกว่าการใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมและปุ๋ยเคมีอัตรา 8-3-0 N-P₂O₅-K₂O กิโลกรัมต่อไร่อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ความสูงต้นระยะเก็บเกี่ยว องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตของข้าวในโรงเรือนทดลองศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

กรรมวิธี	ความสูงระยะเก็บเกี่ยว(ซม.)	ข้อ/ต้น	ฝัก/ต้น	เมล็ด/ฝัก	น้ำหนัก 100 เมล็ด (ก.)	ผลผลิต (ก./ต้น)
0-3-0	34.2	8.1	9.5	10.1	5.45 b	4.67 a
8-3-0	34.3	7.9	8.9	12.0	5.50 b	4.74 a
ไรโซเบียม + 0-3-0	34.6	7.7	9.8	11.2	5.89 a	4.42 ab
ไรโซเบียม + 8-3-0	33.8	6.9	7.9	10.3	6.03 a	4.19 b
cv (%)	11.95	9.91	18.27	10.02	3.44**	6.45 *

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันทางด้านสมรรถ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3) การทดลองปุ๋ยในแปลงทดลอง

เมื่อได้ผลการทดลองในกระถางแล้วจึงนำไปทดลองในแปลงทดลองโดยใช้กรรมวิธีเดิม เก็บตัวอย่างดินก่อนปลูก ผลวิเคราะห์ดินพบว่า เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย ค่อนข้างเป็นกรดอ่อน มีอินทรีย์วัตถุต่ำเพียง 1.61 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เหมาะสม 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูงกว่าค่าที่เหมาะสม 96 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จากนั้นจึงคำนวณการใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธี โดยคลุกเชื้อจุลินทรีย์ไรโซเบียมกับเมล็ดก่อนปลูกกับกรรมวิธีที่ 3 และ 4 และให้ปุ๋ยเคมีหลังปลูกเมื่อข้าวอายุ 20 วัน โดยกรรมวิธีที่ 1 ใส่ปุ๋ยอัตรา 0-6-0 N-P₂O₅-K₂O กิโลกรัมต่อไร่ กรรมวิธีที่ 2 อัตรา 12-6-0 N-P₂O₅-K₂O กิโลกรัมต่อไร่ กรรมวิธีที่ 3 อัตรา 0-6-0 กิโลกรัมต่อไร่ และกรรมวิธีที่ 4 อัตรา 12-6-0 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ผลวิเคราะห์ดินแปลงทดลองข้าวก่อนปลูกและอัตราปุ๋ยเคมีที่ใส่ ปี 2560 ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

พืช	pH	เนื้อดิน	ปริมาณธาตุอาหาร	อัตราปุ๋ยเคมีที่ใส่ (กก./ไร่)
-----	----	----------	-----------------	-------------------------------

			OM	P	K	ใช้ปุ๋ยโรโซเปียม			ไม่ใช่โรโซเปียม		
			(%)	(มก./กก.)	(มก./กก.)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
ถั่วเขียว	5.7	ร่วนปนทราย	1.61	10	96	0	6	0	12	6	0
ค่าที่เหมาะสม	6-7	-	1-2	8-12	40-80						

ที่มา : คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ ของกรมวิชาการเกษตร (2552)

การวิเคราะห์จำนวนโรโซเปียมในดิน พบว่า ดินก่อนปลูกมีจำนวนโรโซเปียม 25 เซลล์ต่อกรัมดินแห้ง ดินบริเวณแปลงที่เก็บแก๊สมีจำนวนโรโซเปียม 284 เซลล์ต่อกรัมดินแห้ง จากการเก็บแก๊สเอธิลีนเพื่อหาประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนของถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 ระยะออกดอกเกี่ยวผลผลิตถั่วเขียวภายในแปลงทดลองเมื่อวันที่ 20 มิถุนายน 2560 อายุต้น 34 วัน พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-6-0 N-P₂O₅-K₂O กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับโรโซเปียมให้ค่าการตรึงก๊าซไนโตรเจน จำนวนบม น้ำหนักปมสดและแห้งดีที่สุด แม้ใส่เพียงปุ๋ย P และ K แต่ไม่ใส่ปุ๋ย N เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองดังกล่าวกับการใส่ปุ๋ยอัตรา 12-6-0 N-P₂O₅-K₂O กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับโรโซเปียม ที่ใส่ปุ๋ย N P K 100 % ตามอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน เนื่องจากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่มากเกินไปมีผลต่อการยับยั้งสร้างปมรากและการตรึงไนโตรเจนของโรโซเปียม การใช้ปุ๋ยในเตรตจะให้ผลในการยับยั้งดังกล่าวรุนแรงกว่าการใช้ยูเรียหรือแอมโมเนีย (Takuji Ohyama *et al.*, 2013) โดยปกติเมื่อมีการคลุกโรโซเปียมกับเมล็ดถั่ว ควรใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 0-50% ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ในการทดลองนี้ ดินก่อนปลูกมีจำนวนโรโซเปียม 25 เซลล์ต่อกรัมดินแห้ง เมื่อมีการปลูกถั่วเขียวถั่วเขียวเป็นพืชกับดักเชื้อโรโซเปียม (trap plant) ทำให้ดินบริเวณแปลงปลูกถั่วเขียวอายุ 34 วันมีจำนวนโรโซเปียมเพิ่มขึ้นเป็น 284 เซลล์ต่อกรัมดินแห้ง ปมรากและค่าการตรึงก๊าซไนโตรเจนจากการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-6-0 N-P₂O₅-K₂O กิโลกรัมต่อไร่ และ 12-6-0 N-P₂O₅-K₂O กิโลกรัมต่อไร่ เป็นการตรึงไนโตรเจนจากเชื้อโรโซเปียมที่มีอยู่ในดินบริเวณแปลงปลูกตามธรรมชาติ ต้นถั่วเขียวในกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอัตรา 12-6-0 N-P₂O₅-K₂O กิโลกรัมต่อไร่ ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนตามค่าวิเคราะห์ดินโดยตรงจากการใส่ปุ๋ย 100% ตามอัตราแนะนำ จึงทำให้มีน้ำหนักต้นแห้งมากที่สุด รองลงมาคือ การใส่ปุ๋ยอัตรา 0-6-0 N-P₂O₅-K₂O กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับ โรโซเปียม ซึ่งต้นถั่วเขียวได้รับธาตุอาหารหลัก N P และ K ครบเช่นเดียวกัน แต่เมื่อเพิ่มอัตราปุ๋ย N เป็น 12 กิโลกรัมต่อไร่ทำให้น้ำหนักต้นลดลงซึ่งไม่แตกต่างกับการไม่ใส่ปุ๋ย N เลย (ตารางที่ 6)

การใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีในแปลงทดลอง พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-6-0 N-P₂O₅-K₂O กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพโรโซเปียม ทำให้ต้นถั่วเขียวมีการเจริญเติบโตดีที่สุดสังเกตจากความสูงของต้นขณะเก็บเกี่ยวสูงสุด โดยมีค่าเฉลี่ย 94.4 เซนติเมตร แต่เมื่อเพิ่มอัตราปุ๋ย N เป็น 12 กิโลกรัมต่อไร่ทำให้ความสูงต้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนั้นปุ๋ยอัตรา 0-6-0 N-P₂O₅-K₂O กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพโรโซเปียมยังมีขนาดเมล็ดโต โดยมีน้ำหนัก 100 เมล็ดมากที่สุด 6.06 กรัม แต่ไม่แตกต่างกับการเพิ่มอัตราปุ๋ย N เป็น 12 กิโลกรัมต่อไร่ทั้งที่ใส่ร่วมกับโรโซเปียมและไม่ใส่ร่วม เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลผลผลิตต่อไร่กลับพบว่า การใส่ปุ๋ยอัตรา 12-6-0 N-P₂O₅-K₂O กิโลกรัมต่อไร่ทำให้มีผลผลิตสูงสุด 108.3 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือการใส่ปุ๋ยอัตรา 0-6-0 N-P₂O₅-K₂O กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพโรโซเปียม 104.1 กิโลกรัมต่อไร่ แม้ว่าการใส่ปุ๋ยอัตรานี้จะทำให้ขนาดเมล็ดใหญ่ที่สุด แต่การมีจำนวนเมล็ดต่อต้นน้อยกว่า จึงส่งผลให้ผลผลิตต่อไร่ต่ำกว่านั่นเอง ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 6 จำนวนปม น้ำหนักปมสด น้ำหนักปมแห้ง น้ำหนักต้นแห้ง และประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจน ปี 2560
ในแปลงทดลองศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

กรรมวิธี	น้ำหนักต้นแห้ง (กรัม/ต้น)	จำนวนปม (ปม/ต้น)	น้ำหนักปมสด (กรัม/ต้น)	น้ำหนักปมแห้ง (กรัม/ต้น)	ประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจน (ไมโครโมลเอธิลีน/2 ต้น/ชั่วโมง)	ความสูงต้นระยะออกดอก (ซม.)
0-6-0	25.76 b	36	0.10	0.01	2.695 b	53.2 a
12-6-0	42.17 a	20	0.05	0.01	2.142 b	53.0 a
ไรโซเบียม + 0-6-0	30.18 b	85	0.43	0.06	4.039 a	53.9 a
ไรโซเบียม + 12-6-0	29.87 b	69	0.27	0.05	3.082 ab	50.1 b
cv (%)	16.31 **	88.87	116.18	115.95	28.47 **	3.27 **

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันทางด้านสถิติ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 7 ความสูงต้นระยะเก็บเกี่ยว องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตของถั่วเขียว ปี 2560 ในแปลงทดลองศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

กรรมวิธี	ความสูงระยะเก็บเกี่ยว (ซม.)	ข้อต่อต้น	ฝักต่อต้น	เมล็ดต่อฝัก	เมล็ดต่อต้น	น้ำหนัก 100 เมล็ด (ก.)	ผลผลิต (กก./ไร่)
0-6-0	93.9 a	10.2	16.4	12.0	196.6	58.1 b	97.4 c
12-6-0	93.7 a	10.4	16.1	14.7	236.5	60.0 a	108.3 a
ไรโซเบียม + 0-6-0	94.4 a	10.2	16.2	13.7	222.6	60.6 a	104.1 b
ไรโซเบียม + 12-6-0	90.0 b	9.9	14.9	13.3	198.3	60.1 a	96.6 c
cv (%)	2.22 **	6.60	14.6	19.46	28.45	2.05 *	2.41 **

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันทางด้านสถิติ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1) คัดเลือกสายพันธุ์โรโซเปียมที่มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนของเชื้อโรโซเปียมสูง จำนวน 3 สายพันธุ์ จาก 22 สายพันธุ์ กับถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 2 สายพันธุ์ที่ได้รับคัดเลือก คือ DASA02198 DASA02077 และ DASA02001

2) การทดลองในเรือนทดลองศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ พบว่า การใส่ปุ๋ยอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน 0-3-0 N-P₂O₅-K₂O กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพโรโซเปียม ทำให้ประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจน และการให้ผลผลิตสูงสุด

3) การทดลองในแปลงทดลองศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ พบว่า การใส่ปุ๋ยอัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน 0-6-0 N-P₂O₅-K₂O กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพโรโซเปียม ทำให้ประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนสูงสุด และให้ขนาดเมล็ดโต แม้ว่าการให้ผลผลิตจะเป็นรองการใส่เฉพาะปุ๋ยเคมีอย่างเดียว อัตราตามค่าวิเคราะห์ดิน 12-6-0 N-P₂O₅-K₂O กิโลกรัมต่อไร่ แต่เมื่อพิจารณาจากต้นทุนการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ลดลงประมาณ 230 บาทต่อไร่ จึงควรใช้ปุ๋ยอัตรา 0-6-0 N-P₂O₅-K₂O กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพโรโซเปียม

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1) แนะนำการใส่ปุ๋ยถั่วเขียวตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยชีวภาพโรโซเปียมแก่เกษตรกรกลุ่มผู้ปลูกถั่วเขียว ในดินชุดดินนครพนม

2) งานทดลองนี้สามารถพัฒนาต่อไปยังการทดสอบการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยชีวภาพ เพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิตได้

11. คำขอขอบคุณ

การทดลองนี้จะไม่สำเร็จได้หากขาดความร่วมมือจากเกษตรกรผู้ร่วมทดลอง ที่อุทิศพื้นที่ทำกินให้นักวิจัย ได้ทดลอง นอกจากนี้ยังได้รับคำปรึกษาจากนักวิจัยรุ่นพี่ กำลังใจจากเพื่อนนักวิจัย รวมไปถึงกำลังใจจากเจ้าหน้าที่ผู้ช่วยปฏิบัติงานจากศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ และกลุ่มงานจุลินทรีย์ดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรุงเทพฯ ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณทุกท่านที่ได้กล่าวมาด้วยความจริงใจ

12. เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2548. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

กรมวิชาการเกษตร. 2552. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. เอกสารวิชาการ. กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา

สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 122 หน้า.

จิระศักดิ์ อรุณศรี ภาวนา ลิกขานนท์ สุภาพร ธรรมสุระกุล และสมปอง หมิ่นแจ้ง. 2554. ปุ๋ยชีวภาพและ

ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพ. เอกสารวิชาการ. บริษัทศรีเมืองการพิมพ์จำกัด กรุงเทพฯ, 40 หน้า.

สุทิน คล้ายมนต์. 2526. สรุปงานวิจัยดินและปุ๋ยถั่วเขียว. หน้า 80-93. ใน: รายงานสัมมนาเชิงปฏิบัติการ

เรื่องงานวิจัยถั่วเขียวครั้งที่ 1 ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2551. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปี 2550. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553. ถั่วเขียวรวมรุ่น รุ่น 1 และรุ่น 2 : เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว
ผลิตผลและผลผลิตต่อไร่ ปี 2552 Update : 30-09-53.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2554. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปี 2553. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2556. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปี 2555. ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่ง
ประเทศไทย, กรุงเทพฯ. 174 หน้า.
- ไสว พงษ์เก่า และ วีระพงษ์ อินทร์ทอง. 2531. อิทธิพลของอัตราปุ๋ยไนโตรเจนก่อนปลูกและขณะออกดอก
ต่อการตรึงไนโตรเจนและผลผลิตถั่วเขียว. หน้า 52-67. ใน: รายงานผลการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ
งานวิจัยถั่วเขียวครั้งที่ 3 วันที่ 21-23 พฤศจิกายน 2531 ณ ศูนย์ส่งเสริมวิทยุเกษตรแห่งชาติ
อำเภอท่าม่วง จ. กาญจนบุรี.
- Hanway, J .J. and C. R. Weber. 1971. Accumulation of N, P and K by soybean (*Glycine max*
(L.) Merrill). *Agronomy Journal* 63:406-408.
- Provorov, N.A., U.B. Saimnazarov, I.U. Bahromov, D.Z. Pulatova, A.P. Kozhemyakov, and
G. A. Kurbanov. 1998. Effect of rhizobia inoculation on the seed (herbage) production of
mungbean (*Phaseolus aureus* Roxb.) grown at Uzbekistan. *J. of Arid Environ.* 39: 569-575.
- Purcell, L. C, R. Serraj, T. R. Sinclair and A. De. 2004. Soybean N₂ fixation estimates, ureide
concentration, and yield responses to drought. *Crop Science* 44:484-492.
- Shah, Z., S. H. Shah, M. B. Peoples, G. D. Schwenke and D. F. Herridge. 2003. Crop residue
and fertilizer N effects on nitrogen fixation and yields of legume-cereal rotations and
soil organic fertility. *Field Crops Research* 83:1-11.
- Unkovitch, M. J. and J. S. Pate. 2000. An appraisal of recent field measurements of symbiotic
N₂ fixation by annual legumes. *Field Crops Research* 65:211-228.
- (Ohyama et al. 2013)
- Takuji Ohyama, Ritsuko Minagawa, Shinji Ishikawa, Misaki Yamamoto, Nguyen Van Phi Hung,
Norikuni Ohtake, Kuni Sueyoshi, Takashi Sato, Yoshifumi Nagumo and Yoshihiko Takahashi.
2013. Soybean Seed Production and Nitrogen Nutrition. *InTech* 115-157.