รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

----

1. **แผนงานวิจัย:** ....

2. **โครงการวิจัย:** การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในระบบการปลูกข้าวสลับพืชตระกูลถั่วโดยวิธีการจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม

   กิจกรรม: ....

   ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย): ศึกษาผลของการจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในระบบการปลูกถั่วเขียวหลังนาต่ออัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าวในดินร่วนปนเหนียวถึงดินเหนียว จังหวัดชัยนาท

   ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ): Study of the effects of chemical fertilizer and rhizobium biofertilizer management in the system of mungbean-rice cultivation on nitrogen fertilizer rates usage in rice paddy in sticky loam to clay soil, Chai Nat Province

3. **คณะผู้ดำเนินงาน**

หัวหน้าการทดลอง: นางสาวจิตรา เกาะแก้ว สังกัด กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผู้ร่วมงาน:
1. นายมนต์ชัย มนัสสิลา สังกัด กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
2. นางสาวอมรรัตน์ ใจยะเสน สังกัด กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
3. นางสาวกิตจเมธ แจ้งศิริกุล สังกัด กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
4. นายฉัตรชีวิน ดาวใหญ่ สังกัด สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5
5. นางสาววิลัยรัตน์ แป้นแก้ว สังกัด ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท

บทคัดย่อ: ศึกษาผลของการจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในระบบการปลูกถั่วเขียวหลังนาต่ออัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าวในดินร่วนปนเหนียวถึงดินเหนียวในแปลงของศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท โดยดปลูกและเก็บเกี่ยวถั่วเขียวผิวมันพันธุ์ 84-1 ครั้งที่ 1 ในปี 2561 เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการปุ๋ยในระบบการปลูกถั่วเขียวหลังนา วางแผนการทดลองแบบ Split plot มี 4 ซ้ำ ปัจจัยหลัก คือ การจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในระบบการปลูกถั่วหลังนา 3 กรรมวิธี ได้แก่ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี (N-P-K) และไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม 2) ใส่ปุ๋ยเคมี (N-P-K) ตามค่าวิเคราะห์ดิน และไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม 3) ใส่ปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทชตามค่าวิเคราะห์ดิน (P-K) และใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม ปัจจัยรอง คือ การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าว 4 อัตรา ได้แก่

1) ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 2) ลดปุ๋ยไนโตรเจน 50% ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน 3) ลดปุ๋ยไนโตรเจน 75% ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน และ 4) ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตามอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน

ผลการทดลองพบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทชตามค่าวิเคราะห์ดินและคลุกเมล็ดถั่วเขียวด้วยปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม มีผลให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของปม และน้ำหนักสดของลำต้นถั่วเขียวมีค่ามากที่สุด ส่วนความสูงต้น จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนักแห้งของต้น น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของ ราก เปลือกฝัก และเมล็ด รวมถึงน้ำหนักต้นสดต่อไร่ และผลผลิตต่อไร่ในแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ การใส่ปุ๋ย P-K ตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมสำหรับการปลูกถั่วทำให้ไนโตรเจนทั้งหมดในเมล็ดมีค่ามากที่สุด ส่วนฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียมในเมล็ด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่แคลเซียมในเมล็ดของกรรมวิธีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย มีค่าน้อยกว่ากรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โพแทสเซียมทั้งหมดในรากและแคลเซียมทั้งหมดในต้นใบของกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยปุ๋ย P-K ตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมมีค่ามากที่สุด

ความสูงของต้นข้าว จำนวนต้นต่อกอ และจำนวนรวงต่อกอ ในทุกกรรมวิธีที่เป็นผลจากการจัดการปุ๋ยในการผลิตถั่วเขียวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การปลูกถั่วเขียวปีแรกโดยการใส่ปุ๋ย N-P-K หรือการใส่ปุ๋ย P-K ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมให้ผลตอบแทนที่ไม่คุ้มค่าแก่การลงทุนในดินร่วนปนเหนียวถึงดินเหนียวของศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ส่วนการปลูกข้าวเจ้าพันธุ์ กข 41 หลังจากการปลูกถั่วเขียวทั้ง 3 กรรมวิธีให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าแก่การลงทุนโดยขึ้นอยู่กับการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนการปลูกข้าว ซึ่งกรรมวิธีที่ให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์มากทร่สุดได้แก่ แปลงที่เคยปลูกถั่วเขียวใส่โดยการใส่ P K ร่วมกับการเมล็ดด้วยปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเมื่อปลูกข้าวโดยมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 25% ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดินมีค่า VCR 9.45

Abstract : The effects of chemical fertilizer and rhizobium biofertilizer management in the system of soybean-rice cultivation on nitrogen fertilizer usage rates in rice paddy was studied in sandy loam soil at Chiang Mai Field Crops Research Center. Chiang Mai 60 soybean varieties was cultivated and harvested in 2018 as a guideline for fertilizer management in soybean-rice cultivation system. Split plot experimental design with 4 replicates was used. The main plot factor was the management of chemical fertilizers and rhizobium biofertilizer in soybean cultivation: 1) no chemical fertilizers (N-P-K) and rhizobium biofertilizer, 2) chemical fertilizer (N-P-K) according to soil analysis without rhizobium biofertilizer, 3) phosphate and potash fertilizers according to soil analysis (P-K) and rhizobium biofertilizer. The subplot factor was the use of nitrogen fertilizer in rice paddy with 4 rates: 1) without nitrogen fertilizer 2) 50% reduction of nitrogen fertilizer at the recommended rate according to soil analysis 3) 75% reduction of

nitrogen fertilizer at the recommended rate according to soil analysis and 4) nitrogen fertilizer at the recommended rate according to soil analysis.

The results showed that the application of phosphate and potash fertilizer according to soil analysis and rhizobium biofertilizer resulted in highest fresh and dry weight of root nodule and fresh weight of mungbean stem. There was no significantly different between the height, number of pods per plant, number of seeds per plant, dry weight of stem, fresh weight and dry weight of root, pod shell and seed, fresh plant weight per Rai and yield per Rai in each treatment. The application of P-K fertilizer according to soil analysis resulted showed that total nitrogen in mungbean seeds was highest, while a total of phosphorus, potassium and magnesium in were not significant. In the case of calcium in muangbean seed of no fertilizer treatment was significantly lower than apply fertilizer treatment. Total potassium in root and total calcium in leaf of the application of phosphate and potash fertilizer according to soil analysis resulted combination with rhizobium biofertilizer was highest.

There was no significantly different in height, number of shoot per clump and number of grains per clump of rice in all treatments resulting from fertilizer management in mungbean production. The first year of mungbean cultivation by using N-P-K fertilizers or P-K fertilizers with rhizobium biofertilizer provides a return that was not worth the investment in the clay loam to clay soil at Chai Nat Field Crops Research Center. The cultivation of Kor Kor 41 rice varieties after non-chemical fertilizer and non-rhizobium biofertilizer used in mungbean cultivation, by adding only 25% of nitrogen fertilizer in rice paddy has a value to cost ratio (VCR) of 9.45 Therefore, this chemical fertilizer and rhizobium biofertilizer management was provided a good return worth the investment.

4. คำนำ: ปัจจุบันการผลิตพืชโดยรวมมีแนวโน้มการใช้ปุ๋ยเคมีเพิ่มมากขึ้นจาก 3.88 – 3.89 ล้านตันในปี 2546 เป็น 4.32 – 4.40 ล้านตันในปี 2550 (พรรณพิมล, 2552) สถิติการนำเข้าปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ในช่วงปี พ.ศ. 2552 – 2557 มีประมาณ 2 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่า 23,770 ล้านบาท (สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร, 2558) ข้าวเป็นพืชที่มีความต้องการปุ๋ยเคมีมาก เมื่อปลูกข้าวปริมาณไนโตรเจนในดินจะลดลงและสูญเสียไปจากดินหลังการเก็บเกี่ยว โดยติดไปกับผลผลิตและเศษซากพืชที่นำออกไปจากพื้นที่ ถูกชะล้างไปกับน้ำ และสูญหายในรูปของก๊าซแอมโมเนีย (ammonia volatilization) การจัดการธาตุอาหารให้เพียงพอต่อความต้องการของข้าว โดยคำนึงถึงสมดุลธาตุอาหารในพื้นที่เป็นหลักจึงเป็นสิ่งสำคัญในการศึกษา

เพื่อหาแนวทางในการลดต้นทุนการผลิต ลดการใช้ปุ๋ยเคมีที่เกินความต้องการของพืช และเป็นการรักษาคุณภาพของดินอย่างยั่งยืน โดยวิธีที่ช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินได้อย่างยั่งยืน คือ การปลูกพืชตระกูลถั่วหมุนเวียนหลังการทำนาข้าวร่วมกับการใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม เนื่องจากรากพืชตระกูลถั่วมีเชื้อไรโซเบียมที่สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ที่ผ่านมาจะมีการศึกษาผลของการใช้พืชตระกูลถั่วเป็นพืชหมุนเวียนในการทำนาต่อผลผลิตของข้าวที่ปลูกตาม เช่น การศึกษาผลของการการตรึงไนโตรเจนของถั่วเหลืองโดยใช้ 15N เทคนิค ต่อผลผลิตของข้าว (จิติมา และคณะ, 2545) การศึกษาผลของการใส่ซากถั่วลิสงในอัตราต่างกันร่วมกับปุ๋ยเคมี ในอัตราต่างกันกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว (บรรยง และคณะ, 2545) หรือการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้ซากถั่วลิสงและพืช อื่น ๆ ต่อการเพิ่มผลผลิตของข้าว (บรรยง, 2552) งานวิจัยดังกล่าวทำให้ได้ข้อมูลที่ยืนยันได้ว่าการปลูกพืชตระกูลถั่วสลับกับการทำนาช่วยเพิ่มผลผลิตของข้าวที่ปลูกตามและลดการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าวได้ พืชตระกูลถั่วที่นิยมปลูกหลังการทำนาข้าวได้แก่ ถั่วเขียว ถั่วเหลือง ถั่วลิสง เป็นต้น (สมชาย, 2529; สมชาย, 2532) เนื่องจากสามารถปลูกได้ทุกพื้นที่ในประเทศไทย ผลผลิตส่วนใหญ่ใช้เพื่อการบริโภคโดยตรงและแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์หลากหลายชนิด กรมวิชาการเกษตรผลิตปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมสำหรับถั่วเขียว ถั่วเหลือง และถั่วลิสง เพื่อให้เกษตรกรและผู้ที่สนใจนำไปใช้ในการผลิตถั่ว และสนองนโยบายของรัฐบาลในการลดต้นทุนการผลิตพืช (กรมวิชาการเกษตร, 2548) การศึกษาสมดุลธาตุไนโตรเจนในการปลูกถั่วหลังนาจึงมีความสำคัญในการตอบข้อสงสัยเกี่ยวกับปริมาณธาตุไนโตรเจนที่ต้องใส่ลงไปในพื้นที่เพาะปลูกทั้งในรูปของปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยชีวภาพ ปริมาณธาตุไนโตรเจนที่จะสูญหายไประหว่างการปลูก และปริมาณธาตุไนโตรเจนที่ใส่กลับลงไปในพื้นที่ปลูกเพื่อเป็นปุ๋ยไนโตรเจนให้แก่การปลูกข้าวนาปีในรอบการปลูกถัดไป ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้เลือกใช้ ถั่วเขียว มาเป็นต้นแบบในการศึกษาสมดุลธาตุไนโตรเจนในระบบการปลูกถั่วหลังนาในพื้นที่ดินร่วนปนเหนียวถึงดินเหนียวของพื้นที่ภาคกลาง โดยเลือกศึกษาในพื้นที่จังหวัดชัยนาท ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการปลูกข้าวอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปี

5. วิธีดำเนินการ:

- อุปกรณ์

- วิธีการ : วางแผนการทดลองแบบ Split Plot มีจำนวน 4 ซ้ำ ดังนี้

  Main plot: การจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในระบบการปลูกถั่วหลังนา 3 กรรมวิธี คือ

  กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี (N-P-K) และไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม

กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี (N-P-K) ตามค่าวิเคราะห์ดิน และไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม

กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทชตามค่าวิเคราะห์ดิน (P-K) และใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม

Sub plot: การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าว 4 อัตรา คือ

กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน

กรรมวิธีที่ 2 ลดปุ๋ยไนโตรเจน 50% ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน

กรรมวิธีที่ 3 ลดปุ๋ยไนโตรเจน 75% ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน

กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตามอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน

วิธีปฏิบัติการทดลอง

ดำเนินการปลูกถั่วเขียว พันธุ์ชัยนาท 84-1 และข้าวเจ้า พันธุ์ กข. 41 ในแปลงนาทดลองของศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท จังหวัดชัยนาท

การปลูกถั่วเขียวและการบันทึกข้อมูล

1. เก็บตัวอย่างดินก่อนเริ่มปลูกถั่วเขียวที่ระดับความลึก 0 – 20 เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน ได้แก่ เนื้อดิน ความหนาแน่นรวมของดิน ความชื้นในดิน ความเป็นกรด – ด่าง อินทรียวัตถุ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และวิเคราะห์ปริมาณเชื้อไรโซเบียมในดิน

2. เริ่มปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวในช่วงเดือนพฤศจิกายน – มีนาคมในแปลงย่อยขนาด 10 x 10 เมตร ตามกรรมวิธีของ Main plot ปลูกถั่วเขียวแบบเป็นแถวคู่บนสันร่อง ระยะระหว่างแถว 50 เซนติเมตร ระยะระหว่างต้น 10 เซนติเมตร จำนวน 2 ต้นต่อหลุม

3. ใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีต่างๆ ในกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมให้คลุกเมล็ดถั่วเขียว อัตรา 3 – 5 กิโลกรัมด้วยปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมถั่วเขียว 1 ถุง บันทึกวันงอก วันออกดอก

4. เก็บเกี่ยวถั่วเขียวในพื้นที่เก็บเกี่ยวขนาด 8 x 8 เมตร บันทึกวันเก็บเกี่ยว ข้อมูลความสูง ณ วันออกดอก และองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก (10 ฝักต่อแปลงทดลองย่อยในแต่ละกรรมวิธี) น้ำหนัก 1,000 เมล็ดที่ระดับความชื้น 15% ชั่งน้ำหนักสดของต้นใบ และฝักถั่วเขียวในพื้นที่เก็บเกี่ยว น้ำหนักปมและจำนวนปมรากถั่ว

5. สุ่มตัวอย่างต้นใบ และฝัก (เมล็ดและเปลือกฝัก) ถั่วเขียว 10 ต้นต่อแปลง เพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหาร จากนั้นทำการไถกลบต้นถั่วและปล่อยให้ต้นถั่วเขียวย่อยสลาย

การปลูกข้าวและการบันทึกข้อมูล

1. เก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกข้าว ที่ระดับความลึก 0 – 20 เซนติเมตรจากผิวดิน มาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน ได้แก่ เนื้อดิน ความหนาแน่นรวมของดิน ความชื้นในดิน ความเป็นกรด – ด่าง

อินทรียวัตถุ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และวิเคราะห์ปริมาณเชื้อไรโซเบียมในดิน

2. เริ่มปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวในช่วงเดือนกรกฎาคม – พฤศจิกายน ดำเนินการปลูกข้าวในแปลงย่อย ขนาด 5 x 5 เมตร

3. ทุกกรรมวิธีใส่ปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทสเซียมตามค่าวิเคราะห์ดิน แต่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตามกรรมวิธีของ Sub plot ปลูกข้าวแบบหว่าน จำนวนเมล็ดประมาณ 20 กิโลกรัมต่อไร่ บันทึกข้อมูลการใช้ปัจจัยการผลิตทั้งหมด (ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ สารกำจัดศัตรูพืช ฯลฯ) ตลอดช่วงการปลูกข้าว

4. เก็บเกี่ยวข้าวในพื้นที่เก็บเกี่ยวขนาด 4 x 4 เมตร บันทึกวันเก็บเกี่ยว ข้อมูลความสูงของต้น วัดเส้นรอบวงโคนต้น จำนวนต้นต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนักเมล็ดต่อรวง และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ที่ระดับความชื้น 14% ชั่งน้ำหนักสดของต้นใบ และรวงข้าวในพื้นที่เก็บเกี่ยว

5. สุ่มตัวอย่างต้นใบ และรวงข้าว 4 ต้นต่อแปลงย่อย เพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหาร

6. เก็บตัวอย่างดินหลังเก็บเกี่ยวข้าว ที่ระดับความลึก 0 – 20 และ 20 – 50 เซนติเมตรจากผิวดิน มาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน และวิเคราะห์ปริมาณเชื้อไรโซเบียมในดิน

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

- เวลาและสถานที่ ระยะเวลาเริ่มต้น ต.ค. 2560 สิ้นสุด ก.ย. 2561
  สถานที่ทำการทดลอง กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา
  กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

6. ผลการทดลองและวิจารณ์

ปลูกถั่วเขียว ในเดือนมกราคม ตามกรรมวิธี Main plot ที่แปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท อ. สรรพยา จ. ชัยนาท (ภาพที่ 1) ได้เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร และ 20-50 เซนติเมตร เพเมื่อนำมาวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินก่อนปลูกถั่วเขียว พบว่า ดินในแต่ละ main plot ที่ระดับความลึก 0-20 ซม. มีค่าอินทรียวัตถุ 0.98 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 18.08 มก./กก. และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 78.80 มก./กก. และที่ระดับความลึก 20-50 เซนติเมตร พบว่า ดินในแต่ละ main plot มีค่าอินทรียวัตถุ 0.43 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 4.68 มก./กก. และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 57.83 มก./กก. (ตารางที่ 1)

ภาพที่ 1 ภาพถ่ายดาวเทียมปริเวณแปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท (หมุดสีแดง)

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินก่อนการปลูกแปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท จังหวัดชัยนาท

ความลึก (ซม.)	Organic matter	Available P (mg/kg)	Exchangeable K (mg/kg)
0-20	0.98	18.08	78.80
20-50	0.43	4.68	57.83

ปลูกถั่วเขียว ครั้งที่ 1 ในเดือนมกราคม ตามกรรมวิธี Main plot และได้ดำเนินการนับจำนวนปมราก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของรากและปมราก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งลำต้น และวัดค่าการตรึงไนโตรเจนของไรโซเบียมในปมรากของต้นถั่วเหลืองในระยะออกดอก อายุ 42 วันหลังปลูก ผลการทดลอง พบว่า จำนวนปมในกรรมวิธีที่ 1 (ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี + ไม่ใส่ไรโซเบียม) มีจำนวนปมน้อยที่สุดเท่ากับ 34 ปมต่อต้น และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 3 (ใส่ P K + ใส่ไรโซเบียม) ซึ่งมีจำนวนปมมากที่สุดเท่ากับ 63 ปมต่อต้น น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งปมในกรรมวิธีที่ 3 มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 0.55 ก. และ 0.13 ก. ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่ 1และ 2 น้ำหนักสดราก น้ำหนักแห้งราก น้ำหนักต้นสด น้ำหนักต้นแห้ง และค่าการตรึงไนโตรเจน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุก ๆ กรรมวิธี (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 จำนวนปมราก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของราก ปมราก และลำต้น และค่าการตรึงไนโตรเจนของไรโซเบียมในปมรากของต้นถั่วเขียวในระยะออกดอก อายุ 42 วันหลังปลูก

กรรมวิธี	จำนวนปม	น้ำหนักสดปม (กรัม)	น้ำหนักแห้งปม (กรัม)	น้ำหนักสดราก (กรัม)	น้ำหนักแห้งราก (กรัม)	น้ำหนักต้นสด (กรัม)	น้ำหนักต้นแห้ง (กรัม)	ค่าการตรึงไนโตรเจน (umol C_2H_4/ ต่อต้นพืชต่อชั่วโมง
กรรมวิธีที่ 1	34 b	0.18 b	0.03 b	12.77 a	2.71 a	117.51 a	6.50 a	26.94 a
กรรมวิธีที่ 2	51 ab	0.29 b	0.07 ab	13.12 a	2.86 a	125.20 ab	8.66 a	39.97 a
กรรมวิธีที่ 3	63 a	0.55 a	0.13 a	13.62 a	3.04 a	130.39 a	9.47 a	63.50 a

* ค่าเฉลี่ยของจำนวน 4 ซ้ำ ค่าที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางระดับ 5% โดย DMRT

สุ่มเก็บตัวอย่างถั่วเขียว จำนวน 10 ต้นต่อแปลงทดลองย่อยในแต่ละกรรมวิธี ณ วันเก็บเกี่ยวพบว่า ความสูง จำนวนฝัก/ต้น จำนวนเมล็ด/ต้น น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของต้น ราก เปลือกฝัก และเมล็ดในแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3-4) ส่วนน้ำหนักต้นสด ผลผลิตเมล็ด น้ำหนักต้นสด/ไร่ และผลผลิต/ไร่ในแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 3 ข้อมูลความสูงและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเขียวที่ปลูกด้วยกรรมวิธีต่าง ๆ ณ วันเก็บเกี่ยว

กรรมวิธี	**ความสูงต้น (ซม.)**	**จำนวนฝัก/ต้น**	**จำนวนเมล็ด/ฝัก**	**น้ำหนักเมล็ด (กรัม)**
1. ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี + ไม่ใส่ไรโซเบียม	52.58 a	11.58 a	12.43 a	77.88 a
2. ใส่ N P K + ไม่ใส่ไรโซเบียม	54.30 a	12.03 a	12.35 a	79.33 a
3. ใส่ P K + ใส่ไรโซเบียม	50.53 a	11.08 a	12.13 a	69.55 a

หมายเหตุ: ค่าที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 5% โดย DMRT

ตารางที่ 4 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้น ราก เปลือก และเมล็ดของถั่วเขียว ณ วันเก็บเกี่ยว

กรรมวิธี	น้ำหนักสด (กรัม)				น้ำหนักแห้ง (กรัม)			
	น้ำหนักต้น	น้ำหนักราก	น้ำหนักเปลือก	น้ำหนักเมล็ด	น้ำหนักต้น	น้ำหนักราก	น้ำหนักเปลือก	น้ำหนักเมล็ด
1. ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี + ไม่ใส่ไรโซเบียม	570.70 a	40.38 a	27.53 a	77.88 a	119.70 a	13.10 a	23.88 a	77.88 a
2. ใส่ N P K + ไม่ใส่ไรโซเบียม	570.65 a	36.40 a	28.23 a	79.33 a	117.50 a	12.70 a	25.10 a	79.33 a
3. ใส่ P K + ใส่ไรโซเบียม	463.30 a	32.70 a	24.05 a	69.55 a	95.95 a	11.10 a	21.75 a	69.55 a

หมายเหตุ: ค่าที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับ 5% โดย DMRT

ตารางที่ 5 ข้อมูลจำนวนต้นที่เก็บเกี่ยว น้ำหนักต้นสดและผลผลิตเมล็ดในพื้นที่เก็บเกี่ยวขนาด 8 X 8 และน้ำหนักต้นสดและผลผลิตเมล็ดต่อไร่ของถั่วเขียว ณ วันเก็บเกี่ยว

กรรมวิธี	จำนวนต้นเก็บเกี่ยว	น้ำหนักต้นสด (กก.)	ผลผลิตเมล็ด (กก.)	น้ำหนัก 1000 เมล็ด (กรัม)	น้ำหนักต้นสด/ไร่ (กก.)	ผลผลิต/ไร่ (กก.)
1. ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี + ไม่ใส่ไรโซเบียม	1,243.00 a	63.58 a	9.75 a	70.25 a	1,589.50 a	243.50 a
2. ใส่ N P K + ไม่ใส่ไรโซเบียม	1,186.25 a	67.33 a	9.38 a	68.88 a	1,683.50 a	234.75 a
3. ใส่ P K + ใส่ไรโซเบียม	1,280.00 a	59.33 a	8.90 a	69.38 a	1,483.50 a	222.50 a

หมายเหตุ: ค่าที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับ 5% โดย DMRT

ดำเนินการวิเคราะห์ธาตุอาหารในส่วนต่าง ๆ ของต้นถั่วเขียว (ตารางที่ 6) พบว่า ไนโตรเจนทั้งหมดในเมล็ดของกรรมวิธีที่ 3 (ใส่ปุ๋ย N-P-K ตามค่าวิเคราะห์ดิน + ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม) มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 3.863 และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีที่ 1 (ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี + ไม่ใส่ไรโซเบียม) และกรรมวิธีที่ 2 (ใส่ N P K + ไม่ใส่ไรโซเบียม) ในขณะที่ แคลเซียมในเมล็ดของกรรมวิธีที่ 1 มีค่าน้อยกว่ากรรมวิธีที่ 2 และ กรรมวิธีที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียมในเมล็ด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แคลเซียมและแมกนีเซียมทั้งหมดในเปลือกฝักของกรรมวิธีที่ 1 และ 3 มีมากกว่ากรรมวิธีที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โพแทสเซียมทั้งหมดในรากและแคลเซียมทั้งหมดในต้นใบของกรรมวิธีที่ 3 มีค่ามากที่สุด ส่วนแมกนีเซียมทั้งหมดในเมล็ดของกรรมวิธีที่ 2มีค่ามากที่สุด เมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในต้นและใบพบว่า ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละกรรมวิธี ในขณะที่ ปริมาณธาตุโพแทสเซียมในกรรมวิธีที่ 3 มีปริมาณมากสุดเท่ากับ 0.0990 ซึ่งมีความแตกต่างจากกรรมวิธีที่ 1 และกรรมวิธีที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในเปลือกฝักพบว่า ไนโตรเจนในกรรมวิธีที่ 1 มีปริมาณน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่ 2 และกรรมวิธีที่ 3 ในขณะที่ปริมาณแมกนีเซียมในเปลือกฝักของกรรมวิธีที่ 3 มีมากที่สุกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่ 1 และกรรมวิธีที่ 2 ส่วนปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแคลเซียมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละกรรมวิธี

ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในรากพบว่า ไนโตรเจนในกรรมวิธีที่ 3 น้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่ 1 และ 2 ในขณะที่แคลเซียมในกรรมวิธีที่ 3 มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่ 1 และ 2 ปริมาณแมกนีเซียมในกรรมวิธีที่ 1 มีมากสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่ 2 และ 3 ส่วนปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละกรรมวิธี

ตารางที่ 6 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในส่วนต่าง ๆ ของต้นถั่วเขียว

	ความเข้มข้น (%)				
กรรมวิธี	Total N	Total P	Total K	Ca	Mg
เมล็ด					
กรรมวิธีที่ 1	3.977 a	0.419 a	0.0293 a	0.0096 b	0.1498 a
กรรมวิธีที่ 2	3.970 a	0.423 a	0.0296 a	0.0149 a	0.1380 a
กรรมวิธีที่ 3	3.863 b	0.416 a	0.0293 a	0.0181 a	0.1418 a
ต้น+ใบ					
กรรมวิธีที่ 1	2.140 a	0.212 a	0.0881 b	1.6779 a	0.2798 a
กรรมวิธีที่ 2	2.309 a	0.202 ab	0.0884 b	1.7314 a	0.2771 a
กรรมวิธีที่ 3	2.260 a	0.181 b	0.0990 a	1.8230 a	0.2750 a
เปลือกฝัก					
กรรมวิธีที่ 1	0.869 b	0.032 a	0.2601 a	1.1316 a	0.4393 b
กรรมวิธีที่ 2	1.056 a	0.034 a	0.2491 a	1.0323 a	0.4154 b
กรรมวิธีที่ 3	0.991 a	0.048 a	0.2252 a	1.0911 a	0.6069 a
ราก					
กรรมวิธีที่ 1	0.886 a	0.099 a	0.0826 a	0.0467 b	0.2017 a
กรรมวิธีที่ 2	0.889 a	0.095 a	0.0819 a	0.0529 b	0.1582 b
กรรมวิธีที่ 3	0.673 b	0.078 a	0.0889 a	0.0818 a	0.1647 b

* ค่าเฉลี่ยของจำนวน 12 ซ้ำ ค่าที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 5% โดย DMRT

เก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกข้าวที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มาทำการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดิน พบว่า ดินในแต่ละ sub plot มีค่าอินทรียวัตถุ 1.50 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 25.69 มก./กก. และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 123.00 มก./กก. (ตารางที่ 7) และได้ดำเนินการปลูกข้าวเจ้า พันธุ์ กข. 41 ซึ่งเป็นข้าวไม่ไวแสง ตามกรรมวิธี Sub plot ในเดือนกรกฎาคม 2561 และได้นำค่าปริมาณธาตุอาหารในดินไปคำนวณการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน สำหรับข้าวไม่ไวแสง พบว่า ต้องใส่ปุ๋ย 46-0-0 ครั้งที่ 2 ในระยะกำเนิดช่อดอก อัตรา 26 กก./ไร่ ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินก่อนการปลูกข้าวแปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท จ.ชัยนาท

ความลึก (ซม.)	Organic matter (%)	Available P (mg/kg)	Exchangeable K (mg/kg)
0-20	1.50	25.69	123.00

ตารางที่ 8 การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน สำหรับข้าวไม่ไวแสง

Avai-P	OM	Exch. K	ปุ๋ยครั้งที่ 1*	ปุ๋ยครั้งที่ 2**	
mg/kg	%	mg/kg	16-16-8	46-0-0	0-0-60
> 10	1 - 2	> 80	0	26	0

* ปุ๋ยครั้งที่ 1 ใส่ในนาหว่านที่ระยะ 20-30 วันหลังข้าวงอก

** ปุ๋ยครั้งที่ 2 ใส่ในระยะกำเนิดช่อดอก

เก็บเกี่ยวข้าวเจ้า พันธุ์ กข. 41 ในเดือนตุลาคม 2561 และได้ดำเนินการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวเจ้า พันธุ์ กข. 41 ที่ปลูกตามกรรมวิธีต่าง ๆ (ตารางที่ 9) จากข้อมูลการสุ่มตัวอย่างข้าวพบว่า ความสูงของต้นข้าวในกรรมวิธีที่ 2 ที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีความแตกต่างจากกรรมวิธีอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย subplot ที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีไนโตรเจน 0 % มีความสูงของต้นน้อยที่สุดเท่ากับ 68.8 ซม. ในขณะที่กรรมวิธีอื่น ๆ มีความสูงอยู่ในช่วง 71.7-74.5 ซม. ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จำนวนต้นต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดดีต่อรวง และเปอร์เซ็นเมล็ดลีบ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุก ๆ กรรมวิธีที่มีกี่จัดการปุ๋ยในการปลูกถั่วเขียว (Main plot) อย่างไรก็ตามมีความแตกต่างกันทางสถิติของ subplot ใน กรรมวิธีที่ 3 คือ พบว่าจำนวนต้นต่อกอของกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม เมื่อมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตามค่าวิเคราะห์ดิน 100% มีจำนวนต้นต่อกอมากสุดเท่ากับ 4.56 ต้น/กอ ในขณะที่กรรมวิธีอื่น ๆ มีจำนวนกอ/ต้นอยู่ในช่วง 3.2-3.8 กอ/ต้นซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จำนวนรวงต่อกออยู่ในช่วง 3.13 - 4.06 รวง/กอ จำนวนเมล็ดดีต่อรวงอยู่ในช่วง 82.19 – 106.56 เมล็ด และเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบอยู่ในช่วง 17.25 – 28.94 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 9)

น้ำหนัก 100 เมล็ด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุก ๆ กรรมวิธีทั้ง Main plot และ subplot โดยมีน้ำหนัก 100 เมล็ดอยู่ในช่วง 2.66 – 2.83 กรัม

จากข้อมูลการเก็บเกี่ยวผลผลิตพบว่า ในทุก ๆ กรรมวิธีน้ำหนักสดของต้นข้าว + ใบข้าวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติภายใน subplot ของกรรมวิธีที่ 2 และกรรมวิธีที่ 3 โดยพบว่า subplot ที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตามค่าวิเคราะห์ดินที่ 50 % (2,030 กก. /ไร่) และ 100 % (2,610 กก. /ไร่) ของกรรมวิธีที่ 2 มีน้ำหนักสดของต้นข้าว + ใบข้าวมากที่สุด ส่วน subplot ที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 25 % ของกรรมวิธีที่ 3 มีน้ำหนักสดของต้นข้าว + ใบข้าวน้อยที่สุดเท่ากับ 1,780 กก./ไร่ (ตารางที่ 10)

น้ำหนักผลผลิตข้าวที่ได้เมื่อคิดเป็นกิโลกรัมต่อไร่พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุก ๆ กรรมวิธีการจัดการปุ๋ย (Main plot) แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติภายใน subplot โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 1 subplot ที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 0% มีผลผลิตน้อยที่สุดเท่ากับ 715 กิโลกรัม/ไร่ และ subplot ที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 50 % มีผลผลิตเท่ากับ 740 กิโลกรัม/ไร่ ในขณะที่ กรรมวิธีที่ 3 พบว่า subplot ที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 0% มีผลผลิตน้อยที่สุดเท่ากับ 694 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับ subplot อื่น ๆ ภายในกรรมวิธี (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 9 ข้อมูลการเจริญเติบโตของข้าวเจ้า พันธุ์ กข. 41 ที่ปลูกตามกรรมวิธีต่าง ๆ

Main plot (M) / Subplot (S)	ความสูงของต้น (ซม.)				จำนวนต้น/กอ (ต้น)				จำนวนรวง/กอ (รวง)				จำนวนเมล็ดดี/รวง (เมล็ด)				เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ (%)			
	- NPK	+NPK	PK +Rhizo	เฉลี่ย	- NPK	+NPK	PK +Rhizo	เฉลี่ย	- NPK	+NPK	PK +Rhizo	เฉลี่ย	- NPK	+NPK	PK +Rhizo	เฉลี่ย	- NPK	+NPK	+PK +Rhizo	เฉลี่ย
1. N 0%	73.81	68.75 b	73.44	72.00	3.31	3.31	3.69 b	3.44	3.31	3.31	3.56	3.40	90.06	85.69	94.31	90.02	23.00	17.25	21.31	20.52
2. N 25%	74.50	71.69 a	73.44	73.21	3.56	3.5	3.25 b	3.44	3.56	3.44	3.25	3.42	93.00	96.44	94.38	94.60	25.63	22.88	21.44	23.31
3. N 50%	74.44	73.06 a	73.75	73.75	3.75	3.31	3.75 b	3.60	3.56	3.25	3.63	3.48	82.19	87.25	102.06	90.50	24.31	20.56	28.94	24.60
4. N 100%	73.44	71.94 a	73.75	73.04	3.63	3.19	4.56 a	3.79	3.19	3.13	4.06	3.46	84.38	93.81	106.56	94.92	21.81	17.31	25.38	21.50
เฉลี่ย	74.05	71.36	73.59		3.56	3.33	3.81		3.41	3.28	3.63		87.41	90.80	99.33		23.69	19.50	24.27	
F-test (M)	*				ns				ns				ns				ns			
F-test (S)	ns				ns				ns				ns				ns			
F-test (M x S)	ns				ns				ns				ns				ns			
CV. (M) (%)	2.9				24.0				21.1				13.5				36.0			
CV. (S) (%)	3.4				14.8				15.6				11.1				38.4			

หมายเหตุ: ค่าที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 5% โดย DMRT

* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 5%

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1%

ns = ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 10 ข้อมูลผลผลิตของของข้าวเจ้า พันธุ์ กข. 41 ที่ปลูกตามกรรมวิธีต่าง ๆ

Main plot (M) / Subplot (S)	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)				น้ำหนักสด ต้น + ใบ (กิโลกรัม/ไร่)				น้ำหนักเมล็ด (กิโลกรัม/ไร่)			
	- NPK	+NPK	PK +Rhizo	เฉลี่ย	- NPK	+NPK	PK +Rhizo	เฉลี่ย	- NPK	+NPK	PK +Rhizo	เฉลี่ย
1. N 0%	2.74	2.69	2.71	2.71	1,710 a	1,705 b	1,805 a	1,740	715 b	776 a	694.5 b	728.5
2. N 25%	2.73	2.71	2.76	2.73	1,900 a	1,695 b	1,780 b	1,791	779.5 a	794.5 a	740 a	771.3
3. N 50%	2.80	2.80	2.68	2.76	2,295 a	2,030 a	1,860 a	2,062	740 b	884 a	805 a	809.7
4. N 100%	2.83	2.79	2.66	2.76	2,150 a	2,610 a	2,385 a	2,382	865 a	803.5 a	810.5 a	826.3
เฉลี่ย	2.77	2.75	2.70		2,014	2,010	1,956		774.9	814.5	762.5	
F-test (M)	ns				ns				ns			
F-test (S)	ns				**				*			
F-test (M x S)	ns				ns				ns			
CV. (M) (%)	3.2				71.0				7.4			
CV. (S) (%)	3.7				25.9				9.7			

หมายเหตุ: ค่าที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 5% โดย DMRT

* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 5%

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1%

ns = ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ด้านผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ พบว่าอัตราส่วนระหว่างรายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ยต่อรายจ่ายจากการใช้ปุ๋ย หรือค่า Value to Cost Ratio (VCR) หากค่า VCR มากกว่า 2 แสดงว่ามีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ (Pevaiz et al., 2004) พบว่า การปลูกถั่วเขียวปีแรกในกรรมวิธีที่ 2 การใส่ปุ๋ย N P K และกรรมวิธีที่ 3 การใส่ปุ๋ย P K ร่วมกับการคลุกเมล็ดด้วยปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมให้ผลตอบแทนที่ไม่คุ้มค่าแก่การลงทุนในดินร่วนปนเหนียวถึงดินเหนียวของศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ส่วนการปลูกข้าวเจ้าพันธุ์ กข 41 หลังจากการปลูกถั่วเขียวทั้ง3 กรรมวิธี พบว่า แปลงที่เคยปลูกถั่วเขียวโดยไม่ใส่ N P K และไม่คลุกไรโซเบียมเมื่อปลูกข้าวโดยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 50 % ให้ผลตอบแทนที่ไม่คุ้มค่าแก่การลงทุนโดยให้ค่า VCR 0.81 แปลงที่เคยปลูกถั่วเขียวโดยใส่ N P K แต่ไม่คลุกไรโซเบียมเมื่อปลูกข้าวโดยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 50 % ให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าแก่การลงทุนโดยให้ค่า VCR 3.51 และแปลงที่เคยปลูกถั่วเขียวใส่โดยการใส่ P K ร่วมกับการเมล็ดด้วยปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเมื่อปลูกข้าวโดยมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 100% ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลตอบแทนที่ไม่คุ้มค่าแก่การลงทุนโดยให้ค่า VCR 1.88 (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 ผลผลิตข้าว ผลผลิตข้าวที่เพิ่มขึ้น รายได้ ค่าใช้จ่ายปุ๋ย และอัตราส่วนรายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ยต่อรายจ่ายจากการใช้ปุ๋ย (value cost ratio :VCR) ของการปลูกถั่วเขียวตามด้วยข้าวเจ้าพันธุ์ กข 41 ด้วยกรรมวิธีต่าง ๆ ในดินร่วนปนเหนียวถึงดินเหนียว จังหวัดชัยนาท

กรรมวิธี	ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)	ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น (บาท/ไร่)	รายได้[1/] (บาท/ไร่)	รายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ย (บาท/ไร่)	รายจ่ายจากการใช้ปุ๋ย [2/] (บาท/ไร่)	VCR
1. ถั่วเขียวไม่ใส่ N P K	243.75	-	6,338	-	0	-
2. ถั่วเขียวใส่ N P K	234.50	-9.25	6,097	-241	235	-1.03
3. ถั่วเขียวใส่ P K และคลุกไรโซเบียม	222.50	-21.25	5,785	-553	233	-2.37
1. แปลงถั่วเขียวไม่ใส่ N P K และไม่คลุกไรโซเบียม						
1.1 ข้าว + N 0%	715	-	3,575	-	0	-
1.2 ข้าว + N 25%	779.5	64.5	3,897.5	322.5	77	4.19
1.3 ข้าว + N 50%	740	25	3,700	125	154	0.81
1.4 ข้าว + N 100%	865	150	4,325	750	308	2.44
2. แปลงถั่วเขียวใส่ N P K และไม่คลุกไรโซเบียม						
2.1 ข้าว + N 0%	776	-	3,880	-	0	-
2.2 ข้าว + N 25%	794.5	18.5	3,972	92	77	1.19
2.3 ข้าว + N 50%	884	108	4,420	540	154	3.51
2.4 ข้าว + N 100%	803.5	27.5	4,017.5	137.5	308	0.45
3. แปลงถั่วเขียวใส่ P K และคลุกไรโซเบียม						
3.1 ข้าว + N 0%	694.5	-	3,472.5	-	0	-
3.2 ข้าว + N 25%	740	45.5	3,700	227.5	77	9.45
3.3 ข้าว + N 50%	805	110.5	4,025	552.5	154	2.95
3.4 ข้าว + N 100%	810.5	116	4,052	579.5	308	1.88

[1/]ถั่วเหลือง ราคา 17 บาทต่อกิโลกรัม ข้าวเจ้าพันธุ์ กข 41 ราคา 5 บาทต่อกิโลกรัม

[2/]ราคาปุ๋ยเคมี ดังนี้ 46-0-0 กก.ละ 11.86 บาท 0-46-0 กก.ละ 21 บาท 0-0-60 กก.ละ 12.68 บาท

ราคาปุ๋ยชีวภาพ ดังนี้ ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม ถุงละ 25 บาท (อัตราการใช้คลุกเมล็ดก่อนปลูก 1 ถุงต่อไร่)

7. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ : การใส่ปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทชตามค่าวิเคราะห์ดินและคลุกเมล็ดถั่วเขียวด้วยปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม มีผลให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของปม และน้ำหนักสดของลำต้นถั่วเขียวมีค่ามากที่สุด ส่วน ความสูงต้น จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของ ราก เปลือกฝัก และเมล็ด รวมถึงน้ำหนักต้นสดต่อไร่ และผลผลิตต่อไร่ในแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ การใส่ปุ๋ย P-K ตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมสำหรับการปลูกถั่วทำให้ไนโตรเจนทั้งหมดในเมล็ดมีค่ามากที่สุด ส่วนฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียมในเมล็ด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่ แคลเซียมในเมล็ดของกรรมวิธีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย มีค่าน้อยกว่ากรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โพแทสเซียมทั้งหมดในรากและแคลเซียมทั้งหมดในต้น + ใบของกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยปุ๋ย P-K ตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมมีค่ามากที่สุด

ความสูงของต้นข้าว จำนวนต้นต่อกอ และจำนวนรวงต่อกอ ในทุกกรรมวิธีที่เป็นผลจากการจัดการปุ๋ยในการผลิตถั่วเขียวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การปลูกถั่วเขียวปีแรกโดยการใส่ปุ๋ย N-P-K หรือการใส่ปุ๋ย P-K ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมให้ผลตอบแทนที่ไม่คุ้มค่าแก่การลงทุนในดินร่วนปนเหนียวถึงดินเหนียวของศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ส่วนการปลูกข้าวเจ้าพันธุ์ กข 41 หลังจากการปลูกถั่วเขียวทั้ง 3 กรรมวิธีให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าแก่การลงทุนโดยขึ้นอยู่กับการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนการปลูกข้าว ซึ่งกรรมวิธีที่ให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์มากทร่สุดได้แก่ แปลงที่เคยปลูกถั่วเขียวใส่โดยการใส่ P K ร่วมกับการเมล็ดด้วยปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเมื่อปลูกข้าวโดยมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 25% ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดินมีค่า VCR 9.45

8. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ : การทดลองนี้เป็นการทดลองเพียงหนึ่งปี เนื่องจากจำเป็นต้องย้ายการทดลองไปอยู่ภายใต้แผนบูรณาการวิจัยและนวัตกรรมพืชตระกูลถั่วเพื่อเพิ่มศักยภาพการแข่งขันและความมั่นคงทางอาหาร โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและการแปรรูปถั่วเหลือง ในปี 2562-2564 ผลที่ได้จึงยังมีความแปรผัน ดังนั้นจึงต้องทำการทดลองซ้ำไปแปลงเดิมเพื่อยืนยันผลในปีที่ 2 จึงจะสามารถสรุปผลในขั้นแปลงทดสอบได้

9. คำขอบคุณ (ถ้ามี) : อาจมีหรือไม่มีก็ได้ เป็นการแสดงความขอบคุณแก่ผู้ช่วยเหลือให้งานวิจัยลุล่วงไปด้วยดี แต่มิได้เป็นผู้ร่วมปฏิบัติงานด้วย

10. เอกสารอ้างอิง :

กรมวิชาการเกษตร. 2548. ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมและผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

จิติมา ยถาภูธานนท์ พรพิมล ชัยวรรณคุปต์ จริยา ประศาสน์ศรีสุภาพ เธียรชัย อารยางกูร. 2545. การตรึงไนโตรเจนของถั่วเหลืองและผลตกค้างจากการตรึงไนโตรเจนของถั่วเหลืองที่มีต่อผลผลิตข้าวในระบบการปลูกพืชหมุนเวียนข้าว-ถั่วเหลืองโดย 15N เทคนิค. วารสารดินและปุ๋ย 24(1): 1-21

บรรยง ทุมแสน มัลลิกา ศรีจันทวงศ สนั่น จอกลอย วิริยะ ลิมปนันทน และ อารันต พัฒโนทัย. 2545. ผลของการใส ซากถั่วลิสงพันธุขอนแกน 60-3 ในอัตราตางกัน การใสซากถั่วลิสงรวมกับปุยเคมีตอการเจริญเติบโตและ ผลผลิตของขาวขาวดอกมะลิ 105. เอกสารประกอบการสัมมนาถั่วลิสงแหงชาติครั้งที่ 16 ณ โรงแรมกรุศรี ริ เวอร จังหวัดพระนครศรอยุธยา 1-3 พฤษภาคม 2545. หนา 128-151

พรรณพิมล ฉัตราคม. 2552. “ความต้องการปุ๋ยในการเกษตรของประเทศไทย” ส่วนวิจัยครัวเรือนเกษตร การจัดการฟาร์มและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. ที่มา http://www.oae.go.th/ewt_ news.php?nid=684&filename =index (5 กันยายน 2559)

สมชาย บุญประดับ. 2529. การปลูกถั่วเขียวหลังนาที่ อ. บางระกำ จ.พิษณุโลก. กสิกร 59(5): 451- 454.

สมชาย บุญประดับ เทวา เมลานนท์ มนตรี ชาตะศิริ และนาค โพธิแท่น. 2532. การทดสอบพันธุ์พืชไร่ก่อนและหลังการทำนา: สายพันธุ์จาก IRRI. หน้า 89-108. ใน: รายงานการสัมมนาทางวิชาการเรื่องข้าวครั้งที่ 1 ในวันที่ 26-27

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2558. กระทรวงเกษตรแลสหกรณ์

Pervaiz Z., Hussain K., Kazmi S.S.H. and Gill K.H. 2004. Agronomic efficiency of different N:P ratios in rain fed wheat. *International Journal of Agriculture & Biology* 6(3): 455–457.

11. ภาคผนวก :