รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

---

1. **แผนงานวิจัย:** .....
2. **โครงการวิจัย:** การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในระบบการปลูกข้าวสลับพืชตระกูลถั่วโดยวิธีการจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม

   กิจกรรม: .....

ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย): ศึกษาผลของการจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในระบบการปลูกถั่วเหลืองหลังนาต่ออัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าวในดินร่วนปนทราย จังหวัดเชียงใหม่

ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ): The effects of chemical fertilizer and rhizobium biofertilizer management in the system of soybean-rice cultivation on nitrogen fertilizer usage rates in rice paddy in sandy loam soil, Chiang Mai province

3. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง: นางสาวอมรรัตน์ ใจยะเสน สังกัด กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผู้ร่วมงาน:
1. นายมนต์ชัย มนัสสิลา สังกัด กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
2. นางสาวจิตรา เกาะแก้ว สังกัด กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
3. นางสาวกิตจเมธ แจ้งศิริกุล สังกัด กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
4. นายศิวกร เกียรติมณีรัตน์ สังกัด ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่

บทคัดย่อ:

ศึกษาผลของการจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในระบบการปลูกถั่วเหลืองหลังนาต่ออัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าวในดินร่วนปนทรายในแปลงของศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ โดยดำเนินปลูกและเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ครั้งที่ 1 ในปี 2561 เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการปุ๋ยในระบบการปลูกถั่วเหลืองหลังนา 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) ไม่ใส่ปุ๋ย

ไนโตรเจน 2) ลดปุ๋ยไนโตรเจน 50% ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน 3) ลดปุ๋ยไนโตรเจน 75% ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน และ 4) ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตามอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน

ผลการทดลองพบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทชตามค่าวิเคราะห์ดินและคลุกเมล็ดถั่วเหลืองด้วยปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม มีผลให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของปม และน้ำหนักสดของลำต้นถั่วเหลืองมีค่ามากที่สุด ส่วนความสูงต้น จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้น ราก เปลือกฝัก และเมล็ด รวมถึงน้ำหนักต้นสดต่อไร่ และผลผลิตต่อไร่ในแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ การใส่ปุ๋ย N-P-K ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับการปลูกถั่วทำให้ไนโตรเจนทั้งหมดและแมกนีเซียมทั้งหมดในเมล็ดถั่วเหลืองมีค่ามากที่สุด ส่วนฟอสฟอรัสทั้งหมดในเปลือกฝักของกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทชร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมมีมากกว่ากรรมวิธีที่ใส่ N-P-K ในขณะที่การใส่ปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทชร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมทำให้โพแทสเซียมทั้งหมดในรากและแคลเซียมทั้งหมดในต้นใบมีค่ามากที่สุด

ความสูงของต้นข้าว จำนวนต้นต่อกอ และจำนวนรวงต่อกอ ในทุกกรรมวิธีที่เป็นผลจากการจัดการปุ๋ยในการผลิตถั่วเหลืองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การปลูกถั่วเหลืองปีแรกโดยการใส่ปุ๋ย N-P-K หรือการใส่ปุ๋ย P-K ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมให้ผลตอบแทนที่ไม่คุ้มค่าแก่การลงทุนในดินร่วนปนทรายของศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ส่วนการปลูกข้าวเหนียวพันธุ์สันป่าตอง 1 หลังจากการปลูกถั่วเหลืองแบบไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและไม่คลุกไรโซเบียม โดยใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าวเพียง 50% ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดินมีค่า VCR เท่ากับ 2.09 จึงให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุน

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 soybean stem. There was no significantly different between the height, number of pods per plant, number of seeds per plant, 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 N-P-K fertilizer according to soil analysis resulted in highest total nitrogen and total magnesium in soybean seeds. The total phosphorus in pod shells of no N-P-K fertilizers treatment and P-K fertilizers with rhizobium biofertilizer treatment were higher than those of N-P-K fertilizers treatment, while phosphate and potash fertilizers combination with rhizobium biofertilizer resulted in highest total potassium in roots and total calcium in leaves.

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 soybean production. The first year of soybean 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 sandy loam soil at Chiang Mai Field Crops Research Center. The cultivation of San Pa Tong 1 sticky rice varieties after non-chemical fertilizer and non-rhizobium biofertilizer used in soybean cultivation, by adding only 50% of nitrogen fertilizer in rice paddy has a value to cost ratio (VCR) of 2.09. Therefore, this chemical fertilizer and rhizobium biofertilizer management was provided a good return worth the investment.

4. คำนำ:

ข้าวนาปีเป็นพืชที่มีความต้องการใช้ปุ๋ยเคมีมากที่สุด จากการประมาณการใช้ปุ๋ยเคมี พบว่า ความต้องการใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิตพืชโดยรวมนับแต่ปี 2546 – 2550 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากประมาณ 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) ปริมาณไนโตรเจนในดินเมื่อปลูกข้าวจะลดลงและสูญเสียไปจากดินหลังจากการเก็บเกี่ยว ทั้งจากการที่ธาตุอาหารติดไปกับผลผลิตและเศษซากพืชที่นำออกไปจากพื้นที่ การชะล้างไปกับน้ำ และการสูญหายในรูปของก๊าซ

แอมโมเนีย (ammonia volatilization) จนในที่สุดปริมาณไนโตรเจนในดินนาไม่เพียงพอต่อความต้องการของข้าวในรอบการเพาะปลูกต่อไป ทำให้ผลผลิตข้าวลดต่ำลงตามลำดับ เกษตรกรจึงต้องพึ่งพาการใช้ปุ๋ยเคมีจำนวนมากในระบบการปลูกข้าวแบบต่อเนื่อง ซึ่งการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนที่มากเกินความต้องการของพืชนี้ นอกจากจะทำให้สิ้นเปลืองต้นทุนการผลิตโดยที่ไม่ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นแล้ว ยังก่อให้เกิดการเสื่อมโทรมของดินในระยะยาว และเกิดการชะล้างไนเตรตจากพื้นที่เพาะปลูกลงไปปนเปื้อนแหล่งน้ำใต้ดินได้อีกด้วย (Ju et al. 2005) ดังนั้นการจัดการธาตุอาหารให้เพียงพอต่อความต้องการของพืช โดยคำนึงถึงสมดุลธาตุอาหารในพื้นที่เป็นหลักจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญในการศึกษา เพื่อหาแนวทางในการลดต้นทุนการผลิตจากการลดการใช้ปุ๋ยที่เกินความต้องการของพืช และเป็นการรักษาคุณภาพของดินอย่างยั่งยืน

จากปัญหาการพึ่งพาการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนจำนวนมากในการปลูกข้าวนาปีดังกล่าว จึงเป็นแนวทางที่สำคัญในการหาวิธีการลดต้นทุนการผลิตอย่างต่อเนื่องทั้งในการผลิตถั่วหลังนาและข้าวนาปี เพื่อให้การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนมีประสิทธิภาพมากขึ้น การศึกษาสมดุลธาตุไนโตรเจนในการปลูกถั่วหลังนาจึงมีความสำคัญในการตอบข้อสงสัยเกี่ยวกับปริมาณธาตุไนโตรเจนที่ต้องใส่ลงไปในพื้นที่เพาะปลูกทั้งในรูปของปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยชีวภาพ ปริมาณธาตุไนโตรเจนที่จะสูญหายไประหว่างการปลูก และปริมาณธาตุไนโตรเจนที่ใส่กลับลงไปในพื้นที่ปลูกเพื่อเป็นปุ๋ยไนโตรเจนให้แก่การปลูกข้าวนาปีในรอบการปลูกถัดไป แม้ว่าที่ผ่านมาจะมีการศึกษาผลของการใช้พืชตระกูลถั่วเป็นพืชหมุนเวียนในการทำนาต่อผลผลิตของข้าวที่ปลูกตาม เช่น การศึกษาผลของการการตรึงไนโตรเจนของถั่วเหลืองโดยใช้ 15N เทคนิค ต่อผลผลิตของข้าว (จิติมา และคณะ, 2545) การศึกษาผลของการใสซากถั่วลิสงในอัตราตางกันรวมกับปุยเคมี ในอัตราตางกันกับปุยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของขาว (บรรยง และคณะ, 2545) หรือการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้ซากถั่วลิสงและพืช อื่น ๆ ต่อการเพิ่มผลผลิตของข้าว (บรรยง, 2552) งานวิจัยดังกล่าวทำให้ได้ข้อมูลที่ยืนยันได้ว่าการปลูกพืชตระกูลถั่วสลับกับการทำนาช่วยเพิ่มผลผลิตของข้าวที่ปลูกตามและลดการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าวได้ แต่งานวิจัยดังกล่าวไม่ได้ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมร่วมกับการปลูกพืชตระกูลถั่ว เป็นเพียงการอาศัยเชื้อไรโซเบียมในดินที่มีอยู่ตามธรรมชาติในปริมาณน้อย ซึ่งเป็นที่ทราบดีว่าปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมสามารถทดแทนการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในการปลูกถั่วได้ 50 ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ พืชตระกูลถั่วไม่สามารถตรึงก๊าซไนโตรเจนจากอากาศมาใช้เองได้ ดังนั้นงานวิจัยดังกล่าวจึงยังขาดข้อมูลผลของการจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในระบบการปลูกถั่วหลังนาต่ออัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าวที่ปลูกตาม และขาดข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน รวมถึงสมบัติทางชีวภาพของดินโดยการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อไรโซเบียมในดินของระบบการปลูกข้าวตามด้วยพืชตระกูลถั่วที่มีการใช้หรือไม่ใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมด้วย

ด้วยเหตุนี้จึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในการปลูกพืชตระกูลถั่วต่อประสิทธิภาพการดูดใช้ไนโตรเจนของข้าวในฤดูถัดไป การเปลี่ยนแปลงของไนโตรเจนในดินและสมดุลของไนโตรเจนในระบบการปลูกข้าวตามด้วยพืชตระกูลถั่วเมื่อมีการไถกลบเศษซากถั่ว วิเคราะห์เปลี่ยนแปลงของสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน และปริมาณเชื้อไรโซเบียมในดินของระบบการปลูกข้าวตาม

ด้วยพืชตระกูลถั่วที่มีการใช้หรือไม่ใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม และเพื่อให้ได้อัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมสำหรับข้าวสลับพืชตระกูลถั่ว อีกทั้งยังศึกษาถึงความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยมุ่งเน้นการใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในพื้นที่ปลูกร่วมด้วย

5. วิธีดำเนินการ:

- 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

Subplot: การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าว 4 อัตรา คือ
กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน
กรรมวิธีที่ 2 ลดปุ๋ยไนโตรเจน 50% ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน
กรรมวิธีที่ 3 ลดปุ๋ยไนโตรเจน 75% ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน
กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตามอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน

วิธีปฏิบัติการทดลอง

ดำเนินการปลูกถั่วเหลือง พันธุ์เชียงใหม่ 60 และข้าวเหนียว พันธุ์สันป่าตอง 1 ในแปลงนาทดลองของศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

การปลูกถั่วเหลืองและการบันทึกข้อมูล

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

2. เริ่มปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวในช่วงเดือนพฤศจิกายน – มีนาคมในแปลงย่อยขนาด 10 x 10 เมตร ตามกรรมวิธีของ Main plot ปลูกถั่วเหลืองแบบหยอดเมล็ดอัตรา 4 – 5 เมล็ดต่อหลุม ในหลุมลึก 3 – 4 เซนติเมตร ระยะปลูกระหว่างแถว 40 เซนติเมตร และระยะระหว่างหลุม 20 เซนติเมตร

3. ใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีต่าง ๆ ในกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมให้คลุกเมล็ดถั่วเหลือง อัตรา 10 – 12 กิโลกรัมด้วยปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมถั่วเหลือง 1 ถุง บันทึกวันงอก วันออกดอก

4. เก็บเกี่ยวถั่วเหลืองในพื้นที่เก็บเกี่ยวขนาด 8 x 8 เมตร บันทึกวันเก็บเกี่ยว ข้อมูลความสูง ณ วันออกดอก และองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก (10 ฝักต่อแปลงทดลองย่อยในแต่ละกรรมวิธี) น้ำหนัก 100 เมล็ดที่ระดับความชื้น 15% ชั่งน้ำหนักสดของต้นใบ และฝักถั่วเหลืองในพื้นที่เก็บเกี่ยว น้ำหนักปมและจำนวนปมรากถั่ว

5. สุ่มตัวอย่างต้น+ใบ เมล็ด เปลือกฝัก และรากถั่วเหลือง 10 ต้นต่อแปลง เพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหาร จากนั้นทำการไถกลบต้นถั่วและปล่อยให้ต้นถั่วเหลืองย่อยสลาย

การปลูกข้าวและการบันทึกข้อมูล

1. เก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกข้าว ที่ระดับความลึก 0 – 20 และ 20 – 50 เซนติเมตรจากผิวดิน มาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน ได้แก่ เนื้อดิน ความหนาแน่นรวมของดิน ความชื้นในดิน ความเป็นกรด – ด่าง อินทรียวัตถุ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และวิเคราะห์ปริมาณเชื้อไรโซเบียมในดิน

2. เริ่มปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวในช่วงเดือนกรกฎาคม – พฤศจิกายน ดำเนินการปลูกข้าวในแปลงย่อยขนาด 5 x 5 เมตร

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

4. เก็บเกี่ยวข้าวในพื้นที่เก็บเกี่ยวขนาด 4 x 4 เมตร บันทึกวันเก็บเกี่ยว ข้อมูลความสูงของต้น จำนวนต้นต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนักเมล็ดต่อรวง และน้ำหนัก 100 เมล็ดที่ระดับความชื้น 14% ชั่งน้ำหนักสดของต้นใบ และรวงข้าวในพื้นที่เก็บเกี่ยว

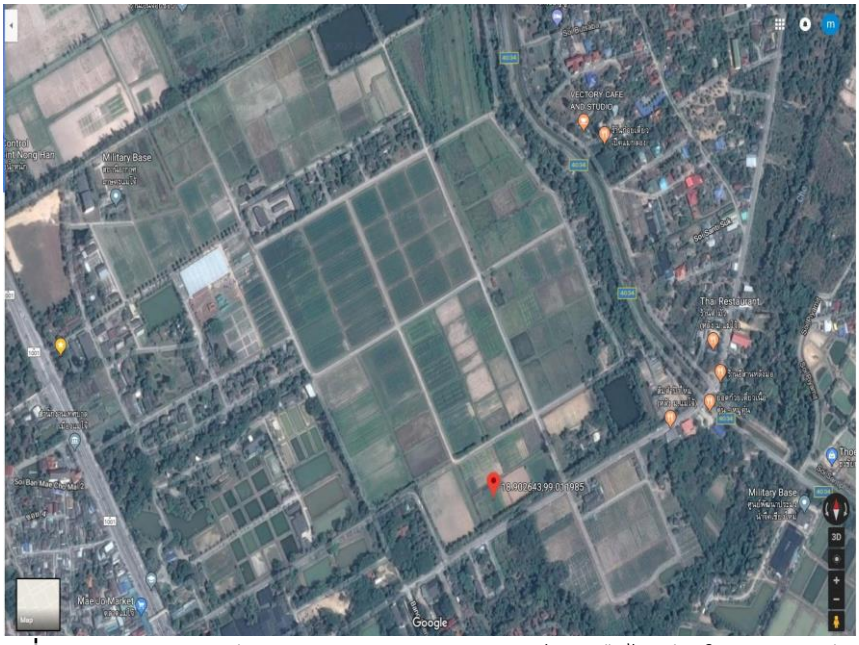
5. สุ่มตัวอย่างต้น+ใบ เมล็ด และรากข้าว 4 ต้นต่อแปลงย่อย เพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหาร

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

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

6. ผลการทดลองและวิจารณ์

ทำการทดลองที่แปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ (ภาพที่ 1) โดยดำเนินการเก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกถั่วเหลืองที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มาทำการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดิน พบว่า ดินในแต่ละ main plot มีค่าอินทรียวัตถุ 0.80 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 110.94 มก./กก. และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 77.94 มก./กก. (ตารางที่ 3) และที่ระดับความลึก 20-50 เซนติเมตร พบว่า ดินในแต่ละ main plot มีค่าอินทรียวัตถุ 0.72 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 28.22 มก./กก. และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 52.23 มก./กก.



ภาพที่ 1 ภาพถ่ายดาวเทียมบริเวณแปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ (หมุดสีแดง)

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินก่อนการปลูกแปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

ความลึก (ซม.)	Organic matter (%)	Available P (mg/kg)	Exchangeable K (mg/kg)
0-20	0.80	110.94	77.94
20-50	0.72	28.22	52.23

ดำเนินการปลูกถั่วเหลือง ครั้งที่ 1 ในเดือนพฤศจิกายน ตามกรรมวิธี Main plot และได้ดำเนินการนับจำนวนปมราก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของรากและปมราก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งลำต้น และวัดค่าการตรึงไนโตรเจนของไรโซเบียมในปมรากของต้นถั่วเหลืองในระยะออกดอก อายุ 45 วันหลังปลูก ผลการทดลอง พบว่า น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของปม และน้ำหนักสดของลำต้นในกรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทชตามค่าวิเคราะห์ดิน (P-K) และใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม มีค่ามากที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีที่ 1 และ 2

(ตารางที่ 2) ส่วนจำนวนปมราก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของราก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งลำต้น และวัดค่าการตรึงไนโตรเจนของไรโซเบียมในปมรากของแต่ละกรรมวิธี ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 2 จำนวนปมราก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของราก ปมราก และลำต้น และค่าการตรึงไนโตรเจนของไรโซเบียมในปมรากของต้นถั่วเหลืองในระยะออกดอก อายุ 45 วันหลังปลูก

กรรมวิธี	จำนวนปม	น้ำหนักปมสด (กรัม)	น้ำหนักปมแห้ง (กรัม)	น้ำหนักรากสด (กรัม)	น้ำหนักรากแห้ง (กรัม)	น้ำหนักต้นสด (กรัม)	น้ำหนักต้นแห้ง (กรัม)	ค่าการตรึงไนโตรเจน (umol C_2H_4/ ต่อต้นพืชต่อชั่วโมง)
1. -NPK	93.00 a	1.17 b	0.24 b	7.22 a	1.37 a	25.45 a	6.50 a	26.94 b
2. +NPK	107.25 a	1.71 ab	0.37 ab	9.07 a	1.67 a	38.87 ab	8.66 a	39.97 b
3. NPK+Rhizo	137.75 a	2.87 a	0.62 a	9.45 a	1.68 a	43.82 a	9.47 a	63.50 a

หมายเหตุ: ค่าที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 5% โดย DMRT

ดำเนินการสุ่มเก็บตัวอย่างถั่วเหลือง จำนวน 10 ต้นต่อแปลงทดลองย่อยในแต่ละกรรมวิธี ณ วันเก็บเกี่ยว พบว่า ความสูงต้น จำนวนฝัก/ต้น จำนวนเมล็ด/ต้น น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้น ราก เปลือกฝัก และเมล็ดในแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3-4) ส่วนน้ำหนักต้นสด ผลผลิตเมล็ด น้ำหนักต้นสด/ไร่ และผลผลิต/ไร่ในแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 3 ข้อมูลความสูงและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลืองที่ปลูกด้วยกรรมวิธีต่าง ๆ ณ วันเก็บเกี่ยว

กรรมวิธี	**ความสูงต้น (ซม.)**	**จำนวนฝัก/ต้น**	**จำนวนเมล็ด/ต้น**
1. ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี + ไม่ใส่ไรโซเบียม	38.86 a	22.63 a	47.30 a
2. ใส่ N P K + ไม่ใส่ไรโซเบียม	38.09 a	21.38 a	44.43 a
3. ใส่ P K + ใส่ไรโซเบียม	39.41 a	22.18 a	45.45 a

หมายเหตุ: ค่าที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 5% โดย DMRT

ตารางที่ 4 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้น ราก เปลือก และเมล็ดของถั่วเหลือง ณ วันเก็บเกี่ยว

กรรมวิธี	**น้ำหนักสด (กรัม)**				**น้ำหนักแห้ง (กรัม)**			
	น้ำหนักต้น	**น้ำหนักราก**	**น้ำหนักเปลือก**	**น้ำหนักเมล็ด**	**น้ำหนักต้น**	**น้ำหนักราก**	**น้ำหนักเปลือก**	**น้ำหนักเมล็ด**
1. ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี + ไม่ใส่ไรโซเบียม	24.03 a	7.08 a	34.33 a	60.68 a	21.43 a	6.30 a	30.95 a	56.24 a

กรรมวิธี	น้ำหนักสด (กรัม)				น้ำหนักแห้ง (กรัม)			
	น้ำหนักต้น	น้ำหนักราก	น้ำหนักเปลือก	น้ำหนักเมล็ด	น้ำหนักต้น	น้ำหนักราก	น้ำหนักเปลือก	น้ำหนักเมล็ด
2. ใส่ N P K + ไม่ใส่ไรโซเบียม	20.65 a	5.90 a	31.45 a	58.38 a	18.52 a	5.11 a	28.43 a	54.18 a
3. ใส่ P K + ใส่ไรโซเบียม	22.40 a	7.33 a	33.15 a	59.85 a	20.01 a	6.46 a	29.86 a	55.38 a

หมายเหตุ: ค่าที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 5% โดย DMRT

ตารางที่ 5 ข้อมูลน้ำหนักต้นสดและผลผลิตเมล็ดในพื้นที่เก็บเกี่ยวขนาด 8 x 8 เมตร และน้ำหนักต้นสดและผลผลิตเมล็ดต่อไร่ของถั่วเหลือง ณ วันเก็บเกี่ยว

กรรมวิธี	น้ำหนักต้นสด (กก.)	ผลผลิตเมล็ด (กก.)	น้ำหนักต้นสด (กก. /ไร่)	ผลผลิต (กก./ไร่)
1. ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี + ไม่ใส่ไรโซเบียม	11.25 a	7.43 a	281.25 a	185.63 a
2. ใส่ N P K + ไม่ใส่ไรโซเบียม	9.93 a	7.35 a	248.13 a	183.75 a
3. ใส่ P K + ใส่ไรโซเบียม	10.58 a	6.78 a	264.38 a	169.38 a

หมายเหตุ: ค่าที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 5% โดย DMRT

ดำเนินการวิเคราะห์ธาตุอาหารในส่วนต่าง ๆ ของต้นถั่วเหลือง (ตารางที่ 6) พบว่า ไนโตรเจนทั้งหมดในเมล็ดของกรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ย N-P-K ตามค่าวิเคราะห์ดิน และไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม มีค่ามากที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีที่ 3 ใส่ P-K และใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม ส่วนฟอสฟอรัสทั้งหมดในเปลือกฝักของกรรมวิธีที่ 1 และ 3 มีมากกว่ากรรมวิธีที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โพแทสเซียมทั้งหมดในรากและแคลเซียมทั้งหมดในต้นใบของกรรมวิธีที่ 3 มีค่ามากที่สุด ส่วนแมกนีเซียมทั้งหมดมีค่ามากที่สุดในเมล็ดของกรรมวิธีที่ 2

ตารางที่ 6 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในส่วนต่าง ๆ ของต้นถั่วเหลือง

	ความเข้มข้น (%)*				
กรรมวิธี	Total N	Total P	Total K	Ca	Mg
เมล็ด					
กรรมวิธีที่ 1	6.215 ab	0.676 a	1.4911 a	0.1042 a	0.2899 b
กรรมวิธีที่ 2	6.309 a	0.648 a	1.3968 a	0.0985 a	0.2988 a
กรรมวิธีที่ 3	5.883 b	0.644 a	1.4763 a	0.1085 a	0.2906 b

	ความเข้มข้น (%)*				
กรรมวิธี	**Total N**	**Total P**	**Total K**	**Ca**	**Mg**
ต้น+ใบ					
กรรมวิธีที่ 1	0.782 a	0.119 a	1.2048 a	0.7042 b	0.1443 a
กรรมวิธีที่ 2	0.752 a	0.105 a	1.2505 a	0.6858 b	0.1423 a
กรรมวิธีที่ 3	0.705 a	0.105 a	1.2296 a	0.7859 a	0.1459 a
เปลือกฝัก					
กรรมวิธีที่ 1	0.708 a	0.090 a	1.5735 a	0.7482 a	0.4386 a
กรรมวิธีที่ 2	0.626 a	0.065 b	1.4938 ab	0.6882 b	0.4237 a
กรรมวิธีที่ 3	0.988 a	0.088 a	1.4440 b	0.7832 a	0.4412 a
ราก					
กรรมวิธีที่ 1	0.796 a	0.089 a	0.1259 b	0.4945 a	0.0699 a
กรรมวิธีที่ 2	0.745 a	0.082 a	0.0982 b	0.5191 a	0.0758 a
กรรมวิธีที่ 3	0.760 a	0.097 a	0.2182 a	0.4641 a	0.0761 a

* ค่าที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 5% โดย DMRT

ดำเนินการเก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกข้าวที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มาทำการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดิน พบว่า ดินในแต่ละ subplot มีค่าอินทรียวัตถุ 0.74 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 171.829 มก./กก. และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 70.275 มก./กก. (ตารางที่ 7) และได้ดำเนินการปลูกข้าวเหนียว พันธุ์สันป่าตอง 1 ซึ่งเป็นข้าวไม่ไวแสง ตามกรรมวิธี Subplot ในเดือนสิงหาคม 2561 และได้นำค่าปริมาณธาตุอาหารในดินไปคำนวณการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน สำหรับข้าวไม่ไวแสง พบว่า ต้องใส่ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 39 กก./ไร่ และปุ๋ย 0-0-60 อัตรา 5 กก./ไร่ ในครั้งที่ 2 ระยะกำเนิดช่อดอก ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินก่อนการปลูกข้าวแปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ จ.เชียงใหม่

ความลึก (ซม.)	**Organic matter (%)**	**Available P (mg/kg)**	**Exchangeable K (mg/kg)**
0-20	0.740	171.829	70.275

ตารางที่ 8 การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน สำหรับข้าวไม่ไวแสง (กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา, 2561)

Avai-P	**OM**	**Exch. K**	**ปุ๋ยครั้งที่ 1***	**ปุ๋ยครั้งที่ 2****	
mg/kg	**%**	**mg/kg**	16-16-8	46-0-0	0-0-60
> 10	< 1	60 - 80	0	39	5

* ปุ๋ยครั้งที่ 1 ใส่ในนาหว่านที่ระยะ 20-30 วันหลังข้าวงอก
** ปุ๋ยครั้งที่ 2 ใส่ในระยะกำเนิดช่อดอก

ดำเนินการเก็บเกี่ยวข้าวเหนียวพันธุ์สันป่าตอง 1 ในเดือนสิงหาคม 2561 และได้ดำเนินการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวเหนียวพันธุ์สันป่าตอง 1 ที่ปลูกตามกรรมวิธีต่าง ๆ เมื่อครบระยะเวลาเก็บเกี่ยว (ตารางที่ 9) จากการสุ่มตัวอย่างต้นข้าวมาบันทึกผล พบว่า ความสูงของต้นข้าว จำนวนต้นต่อกอ และจำนวนรวงต่อกอ ในทุกกรรมวิธีที่เป็นผลจากการจัดการปุ๋ยในการผลิตถั่วเหลือง (Main plot) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการทดลองนี้มีข้อสังเกตว่า ต้นข้าวพันธุ์สันป่าตอง 1 ในบาง Subplot มีการเจริญเติบโตที่ไม่สม่ำเสมอ ลำต้นข้าวไม่สมบูรณ์ ทำให้มีจำนวนรวงที่สมบูรณ์น้อย จึงเป็นผลให้มีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV.) มากในส่วนน้ำหนักสดของต้น + ใบ และน้ำหนักเมล็ดข้าวในพื้นที่เก็บเกี่ยว ซึ่งเท่ากับ 71.0% และ 58.2% ตามลำดับ ทุกกรรมวิธีมีจำนวนต้น 1 ต้นต่อกอ และจำนวนรวง 1 รวงต่อกอเท่ากัน เนื่องจากเป็นข้าวนาหว่านที่ปลูกในพื้นที่ดินร่วนปนทรายที่มีอินทรียวัตถุน้อยเพียง 0.74% ทำให้ต้นข้าวมีการแตกกอน้อย ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของพรรณภัทร (2552) ที่พบว่า นาหว่านให้ผลผลิตข้าวต่อไร่ต่ำกว่านาดำ เนื่องจากนาหว่าน (นาน้ำตม) ข้าวมีการแตกกอน้อย เมล็ดข้าวเน่าเสียได้ง่ายในพื้นที่น้ำขัง อีกทั้งความโปร่งภายในแปลงนามีน้อยทำให้เกิดโรคและแมลงศัตรูพืชได้ง่าย

ความสูงเฉลี่ยของต้นข้าวในกรรมวิธีที่มีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 0% ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดินมีค่ามากกว่ากรรมวิธีที่มีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 100% ของอัตราแนะนำฯ แต่มีความสูงไม่แตกต่างจากกรรมวิธีที่มีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 25% หรือ 50% ของอัตราแนะนำฯ ส่วนเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบในกรรมวิธีที่มีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 0% ของอัตราแนะนำฯ มีค่าน้อยที่สุด ในขณะที่การใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 25% 50% และ 100% ให้ค่าที่ไม่ต่างกันทางสถิติ น้ำหนักสดของต้น + ใบข้าวในพื้นที่เก็บเกี่ยวกรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 50% และ 100% ของอัตราแนะนำฯ มีค่ามากกว่ากรรมวิธีที่มีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 0% และ 25% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 10) ส่วนน้ำหนักเมล็ดข้าวในพื้นที่เก็บเกี่ยวของทุกกรรมวิธีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยน้ำหนักเมล็ดข้าวของกรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 50% ของอัตราแนะนำฯ มีแนวโน้มมากที่สุดคือ 368 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือกรรมวิธีใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 0% 100% และ 25% ของอัตราแนะนำฯ ตามลำดับ จากการทดลองในปีแรกนี้จึงสรุปได้ว่า การจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในระบบการปลูกถั่วเหลืองก่อนการปลูกนาข้าว ไม่มีผลต่อการลดอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าวในดินร่วนปนทรายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 9 ข้อมูลการเจริญเติบโตของข้าวเหนียวพันธุ์สันป่าตอง 1 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%	70.88	70.06	70.25	70.40 a	1	1	1	1	1	1	1	1	89.8 ab	88.4 a	76.1 b	84.8	4.65 b	4.91	4.48	4.68 b
2. N 25%	69.06	69.56	68.25	68.96 ab	1	1	1	1	1	1	1	1	74.7 b	80.1 ab	99.9 a	84.9	5.64 ab	5.56	5.65	5.61 ab
3. N 50%	69.31	69.44	69.44	69.40 ab	1	1	1	1	1	1	1	1	85.4 ab	85.1 ab	96.8 a	89.1	5.85 ab	5.92	4.13	5.30 ab
4. N 100%	68.75	65.50	68.81	67.69 b	1	1	1	1	1	1	1	1	99.6 a	71.2 b	88.9 ab	86.5	8.85 a	5.25	5.25	6.76 a
เฉลี่ย	69.50	68.64	69.19		1	1	1		1	1	1		87.4	81.2	90.4		6.23	4.88	4.88	
F-test (M)			ns				ns				ns				ns				ns	
F-test (S)			ns				ns				ns				*				ns	
F-test (M x S)			ns				ns				ns				**				*	
CV. (M) (%)			7.2				0				0				35.5				48.3	
CV. (S) (%)			9.0				0				0				26.1				40.3	

หมายเหตุ: ค่าที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 5% โดย DMRT

* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 5%

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1%

ns = ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 10 ข้อมูลผลผลิตของข้าวเหนียวพันธุ์สันป่าตอง 1 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%	32.51	32.31	32.33	32.38	286	275 b	371	311 b	345	358	390	364
2. N 25%	32.24	32.30	32.35	32.29	260	343	335	313 b	270	370	408	349
3. N 50%	32.84	32.15	31.89	32.29	431	364	414	403 a	395	340	370	368
4. N 100%	31.94	31.75	32.21	31.96	370	291	509	390 a	408	258	395	353
เฉลี่ย	32.38	32.12	32.19		337	318	407		354	331	391	
F-test (M)			ns				ns				ns	
F-test (S)			ns				*				ns	
F-test (M x S)			ns				ns				ns	
CV. (M) (%)			3.2				71.0				58.2	
CV. (S) (%)			2.6				25.9				32.8	

หมายเหตุ: ค่าที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 5% โดย DMRT

* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 5%

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1%

ns = ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ด้านผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ โดยใช้อัตราส่วนระหว่างรายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ยต่อรายจ่ายจากการใช้ปุ๋ย หรือค่า Value to Cost Ratio (VCR) หากค่า VCR มากกว่า 2 แสดงว่ามีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ (Pevaiz et al., 2004) พบว่า การปลูกถั่วเหลืองปีแรกในกรรมวิธีที่ 2 การใส่ปุ๋ย N P K และกรรมวิธีที่ 3 การใส่ปุ๋ย P K ร่วมกับการคลุกเมล็ดด้วยปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมให้ผลตอบแทนที่ไม่คุ้มค่าแก่การลงทุนในดินร่วนปนทรายของศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ส่วนการปลูกข้าวเหนียวพันธุ์สันป่าตอง 1 หลังจากการปลูกถั่วเหลืองแบบไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและไม่คลุกไรโซเบียม โดยใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าวเพียง 50% ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุน โดยให้ค่า VCR 2.09 รองลงมาคือ การปลูกข้าวในแปลงที่มีการปลูกถั่วเหลืองที่ใส่เพียงปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทชตามค่าวิเคราะห์ดิน (P K) และใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม โดยใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าวเพียง 25% ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ซึ่งมีค่า VCR 1.51 (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 ผลผลิตข้าว ผลผลิตข้าวที่เพิ่มขึ้น รายได้ ค่าใช้จ่ายปุ๋ย และอัตราส่วนรายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ยต่อรายจ่ายจากการใช้ปุ๋ย (value cost ratio :VCR) ของการปลูกถั่วเหลืองตามด้วยข้าวเหนียวพันธุ์สันป่าตอง 1 ด้วยกรรมวิธีต่าง ๆ ในดินร่วนปนทราย จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธี	ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)	ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น (บาท/ไร่)	รายได้[1/] (บาท/ไร่)	รายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ย (บาท/ไร่)	รายจ่ายจากการใช้ปุ๋ย [2/] (บาท/ไร่)	VCR
1. ถั่วเหลืองไม่ใส่ N P K	185.63	-	3,156	-	0	-
2. ถั่วเหลืองใส่ N P K	183.75	-1.88	3,124	-32	283	-0.11
3. ถั่วเหลืองใส่ P K และ					225	-1.23
คลุกไรโซเบียม	169.38	-16.25	2,879	-277		
1. แปลงถั่วเหลืองไม่ใส่ N P K และไม่คลุกไรโซเบียม						
1.1 ข้าว + N 0%	345	-	3,795	-	0	-
1.2 ข้าว + N 25%	270	-75	2,970	-825	131	-6.30
1.3 ข้าว + N 50%	395	50	4,345	550	263	2.09
1.4 ข้าว + N 100%	408	63	4,488	693	526	1.32
2. แปลงถั่วเหลืองใส่ N P K และไม่คลุกไรโซเบียม						
2.1 ข้าว + N 0%	358	-	3,938	-	0	-
2.2 ข้าว + N 25%	370	12	4,070	132	131	1.01
2.3 ข้าว + N 50%	340	-18	3,740	-198	263	-0.75
2.4 ข้าว + N 100%	258	-100	2,838	-1,100	526	-2.09
3. แปลงถั่วเหลืองใส่ P K และคลุกไรโซเบียม						
3.1 ข้าว + N 0%	390	-	4,290	-	0	-

3.2 ข้าว + N 25%	408	18	4,488	198	131	1.51
3.3 ข้าว + N 50%	370	-20	4,070	-220	263	-0.84
3.4 ข้าว + N 100%	395	5	4,345	55	526	0.10

[1/]ถั่วเหลือง ราคา 17 บาทต่อกิโลกรัม ข้าวเหนียวพันธุ์สันป่าตอง 1 ราคา 11 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 : การใส่ปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทชตามค่าวิเคราะห์ดินและคลุกเมล็ดถั่วเหลืองด้วยปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม มีผลให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของปม และน้ำหนักสดของลำต้นถั่วเหลืองมีค่ามากที่สุด ส่วนความสูงต้น จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้น ราก เปลือกฝัก และเมล็ด รวมถึงน้ำหนักต้นสดต่อไร่ และผลผลิตต่อไร่ในแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ การใส่ปุ๋ย N-P-K ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับการปลูกถั่วทำให้ไนโตรเจนทั้งหมดและแมกนีเซียมทั้งหมดในเมล็ดถั่วเหลืองมีค่ามากที่สุด ส่วนฟอสฟอรัสทั้งหมดในเปลือกฝักของกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทชร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมมีมากกว่ากรรมวิธีที่ใส่ N-P-K ในขณะที่การใส่ปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทชร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมทำให้โพแทสเซียมทั้งหมดในรากและแคลเซียมทั้งหมดในต้นใบมีค่ามากที่สุด

ความสูงของต้นข้าว จำนวนต้นต่อกอ และจำนวนรวงต่อกอ ในทุกกรรมวิธีที่เป็นผลจากการจัดการปุ๋ยในการผลิตถั่วเหลืองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การปลูกถั่วเหลืองปีแรกโดยการใส่ปุ๋ย N-P-K หรือการใส่ปุ๋ย P-K ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมให้ผลตอบแทนที่ไม่คุ้มค่าแก่การลงทุนในดินร่วนปนทรายของศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ส่วนการปลูกข้าวเหนียวพันธุ์สันป่าตอง 1 หลังจากการปลูกถั่วเหลืองแบบไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและไม่คลุกไรโซเบียม โดยใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าวเพียง 50% ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดินมีค่า VCR เท่ากับ 2.09 จึงให้ผลตอบแทนคุ้มค่าแก่การลงทุน

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

9. คำขอบคุณ (ถ้ามี) **:** -

10. เอกสารอ้างอิง :

กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา. กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. 2561. *การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการผลิตข้าว* [แผ่นพับ]. กรุงเพทฯ: กรมวิชาการเกษตร.

พรรณภัทร ใจเอื้อ. 2552. *การพัฒนารูปแบบเครือข่ายโรงเรียนชาวนาจังหวัดนครสวรรค์เพื่อการจัดการความรู้แบบมีส่วนร่วมอย่างยั่งยืน,* สาขาสังคมวิทยา (การพัฒนาชุมชน), คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

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 :