ระดับโครงการ

กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

รายงานผลสัมฤทธิ์สำหรับทุนสนับสนุนงานพื้นฐาน (Fundamental Fund)

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

หน่วยงาน กรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

รายงานโครงการวิจัย

โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลือง

Research and Development of Soybean

หัวหน้าโครงการวิจัย

นางสาวกัลยา วิธี

Ms. Kallaya Withee

ปี 2564

บทสรุปผู้บริหาร

โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลืองและถั่วเหลืองฝักสด อยู่ภายใต้แผนงานที่ 19 แผนงานวิจัยและนวัตกรรมพืชตระกูลถั่วเพื่อเพิ่มศักยภาพการแข่งขันและความมั่นคงทางอาหาร แผนงานย่อยที่ 1 วิจัยและพัฒนาถั่วเหลืองเพื่อเพิ่มผลผลิตและความมั่นคงทางอาหาร โปรแกรม ววน. O3 ยกระดับขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศด้วยการวิจัยและพัฒนานวัตกรรม KRs3.3 สัดส่วนการพัฒนาเทคโนโลยีของตนเองต่อการเพิ่งพาเทคโนโลยีจากภายนอก 10:90 เป็น 30:70

โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลืองและถั่วเหลืองฝักสด ปี 2564 ประกอบด้วย 1 กิจกรรม 2 การทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการจัดการปุ๋ยแบบผสมผสานและการจัดการปู๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในการผลิตถั่วเหลือง

ผลที่ได้จากโครงการ ดังนี้

1. การใช้ปุ๋ยอย่างผสมผสานในการผลิตถั่วเหลือง ด้วยการใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยมูลวัว มูลไก่ และปุ๋ยหมัก)

2. การจัดการปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมร่วมกับปุ๋ยเคมีแบบต่าง ๆ ในการปลูกถั่วเหลืองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราต่าง ๆ ในนาข้าวที่ปลูกถัดไป

เผยแพร่ผลงานวิจัย องค์ความรู้ สู่การนำไปใช้ประโยชน์ ต่อยอดและแก้ปัญหาแก่เกษตรกร กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกถั่วเหลืองและถั่วเหลืองฝักสด ทำให้ได้ผลผลิตสูงขึ้น มีรายได้เพิ่มขึ้น มากกว่า 1,200-2,500 บาทต่อไร่ สร้างแรงจูงใจในการปลูกถั่วเหลือง ยกระดับเศรษฐกิจของชุมชน สร้างความมั่นคงทางอาหารของประเทศ

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลือง ปี 2564 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการจัดการปุ๋ยแบบผสมผสานและการจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในการผลิตถั่วเหลือง

1. การใช้ปุ๋ยอย่างผสมผสานในการผลิตถั่วเหลือง ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ ทั้งฤดูแล้งและฤดูฝน ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2564 วางแผนการทดลองแบบ 2 x 6 factorial in RCB จำนวน 3 ซ้ำ มีปัจจัย ดังนี้ ปัจจัยที่ 1: การใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม 2 ระดับ คือ การใส่และไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม ปัจจัยที่ 2: การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ ดังนี้ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย 2) ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน 3) ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน 4) ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยมูลวัว อัตรา 1,000 กก./ไร่ 5) ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยมูลไก่ไข่ อัตรา 500 กก./ไร่ 6) ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยหมัก อัตรา 1,000 กก./ไร่ ผลการทดลองพบว่า ผลผลิตและการเจริญเติบโตทั้งฤดูแล้งและฤดูฝนไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมและการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ แต่ในฤดูแล้ง การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยมูลวัว มูลไก่ และปุ๋ยหมัก) ให้ผลผลิตและมีการเจริญเติบโตดีกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ แต่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน ส่วนกรรมวิธีที่มีความคุ้มค่าต่อการลงทุนมากที่สุด คือ กรรมวิธีที่ใส่แต่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเพียงอย่างเดียว ในฤดูฝนทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่กรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยมูลวัว มูลไก่ และปุ๋ยหมัก) มีแนวโน้มให้ผลผลิตและมีการเจริญเติบโตดีกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์เช่นเดียวกับฤดูแล้ง และทุกกรรมวิธีไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตได้ แต่มีต้นทุนการผลิตสูง หากเกษตรมีปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตได้เองก็จะช่วยลดต้นทุนการผลิตได้และเป็นทางเลือกหนึ่งในการผลิตถั่วเหลือง ส่วนการใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมยังมีข้อจำกัด คือ เกษตรกรไม่สามารถเข้าถึงได้ เนื่องจากไม่มีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป

2. การจัดการปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมร่วมกับปุ๋ยเคมีแบบต่าง ๆ ในการปลูกถั่วเหลืองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราต่าง ๆ ในนาข้าวที่ปลูกถัดไป โดยดำเนินการในปี 2562-2564 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ วางแผนการทดลองแบบ Split plot มี 4 ซ้ำ ปัจจัยหลัก คือ การจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในระบบการปลูกถั่วหลังนา 3 กรรมวิธี ปัจจัยรอง คือ การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าว 4 อัตรา คือ 0, 25, 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ผลวิจัยนี้พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุในดินก่อนปลูกข้าวในปี 2563 มีค่ามากที่สุดและแตกต่างกับปริมาณอินทรียวัตถุในปี 2562 และ 2564 ความสูงของต้น จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด และน้ำหนักต้นสดต่อไร่ของถั่วเหลือง พันธุ์เชียงใหม่ 60 ในทุกกรรมวิธีภายในแต่ละปีไม่มีความแตกต่างกัน เช่นเดียวกับน้ำหนัก 100 เมล็ดและน้ำหนักของเมล็ดต่อไร่ของข้าวเหนียว พันธุ์สันป่าตอง 1 ในแต่ละ subplot ในแต่ละปีที่ไม่มีความแตกต่างกัน ในขณะที่น้ำหนักสดของต้นใบต่อไร่ของข้าวในแต่ละปีของกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดินมีค่ามากกว่ากรรมวิธีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน แต่ไม่แตกต่างจากกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 25 หรือ 50 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ดังนั้นการจัดการปุ๋ยเคมีและปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในการปลูกถั่วเหลืองก่อนการปลูกข้าว (main plot) จึงไม่มีผลต่อน้ำหนัก 100 เมล็ด และน้ำหนักของเมล็ดต่อไร่ของข้าวที่ปลูกในดินร่วนปนทรายและมีการใส่ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนที่อัตรา 0, 25, 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน หากไม่มีการไถกลบเศษซากถั่วกลับลงไปในพื้นที่ปลูก จะทำให้ธาตุอาหารในพื้นที่สูญหายไปกับผลผลิต เท่ากับ 21.54-5.67-11.19 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ต่อฤดูปลูก ส่วนการไถกลบต้นใบและรากข้าวจะทำให้ธาตุอาหารกลับคืนสู่ดิน เท่ากับ 8.59-5.40-29.91 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ต่อฤดูปลูก

สมดุลของธาตุอาหารไนโตรเจนในพื้นที่ปลูกถั่วเหลืองหลังการไถกลบเศษซากถั่วมีค่าขาดดุลอย่างน้อยเท่ากับ 18.07 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ในทุก ๆ กรรมวิธีของการจัดการปุ๋ยในการปลูกถั่ว เนื่องจากการนำผลผลิตเมล็ด ต้นใบ และเปลือกฝักของถั่วเหลืองออกไปจากพื้นที่เพาะปลูก ทำให้ดินมีธาตุอาหารไนโตรเจนลดลง การปลูกถั่วเหลืองโดยการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าแก่การลงทุนในดินร่วนปนทรายของศูนย์วิจัยพืชไร่

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

เชียงใหม่ การปลูกข้าวเหนียวพันธุ์สันป่าตอง 1 ในแปลงที่เคยปลูกถั่วเหลืองโดยไม่ใส่ปุ๋ยใด ๆ นั้นเมื่อปลูกข้าวโดยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 6.5 และ 26 กิโลกรัมต่อไร่ แล้วให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าแก่การลงทุน เช่นเดียวกับการปลูกข้าวในแปลงที่เคยปลูกถั่วเหลืองโดยใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-3 และ 0-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม ให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าต่อการลงทุนมากที่สุด เมื่อปลูกข้าวโดยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 6.5 13 และ 26 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ดังนั้นในพื้นที่ดินร่วนปนทราย เกษตรกรจึงควรปลูกถั่วเหลืองด้วยการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม และทำการไถกลบต้นใบ เปลือกฝัก และรากถั่วเพื่อเพิ่มปริมาณธาตุและอินทรียวัตถุกลับคืนสู่พื้นที่ปลูก ก่อนปลูกข้าวด้วยการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 6.5-0-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ จะให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าต่อการลงทุนมากที่สุด และเป็นการรักษาศักยภาพของดินในการปลูกถั่วเหลืองสลับนาข้าวอย่างยั่งยืน

Abstract

Soybean and vegetable soybean Production Technology Research and Development Project 2021 aims to study the integrated fertilizer management and chemical fertilizer combination with rhizobium biofertilizer in soybean production. The two experiments were combination fertilizer application in soybean production and to study the effect of chemical fertilizer combined with rhizobium biofertilizer in the after-field soybean planting system on the rate of nitrogen fertilizer application in rice fields in sandy loam soil.

1.The objective of this study was to investigate an integrated fertilizer application for soybean production. It was conducted at the Chiang Mai Field Crops Research Center both in dry and rainy seasons during 2019 - 2021. Factorial design in RCB with 3 replications was set. DOA Rhizobium bio-fertilizer application (DOA recommendation and control) and six levels of combination between chemical and organic fertilizers (control, soil testing recommendation and/or mixed with organic fertilizer types) were as factors of experiment. The results revealed that in case of yield and growth of soybean, there had no interaction between factors in both seasons. Although the economic return in dry season was not worth the investment all treatments of chemical cooperated with organic fertilizers use gave higher yield than control. While, applying Rhizobium bio-fertilizer only had the most cost-effective for the investment. In rainy season, all treatments had no significant and were not worth the investment. The use of two fertilizer types had similar tendency as dry season. Therefore, the use of organic fertilizers could increase yield but it made a higher in production cost. Farmers had an alternative way for reducing soybean production cost via producing their own organic fertilizer. However, they could not be accessible for rhizobium bio-fertilizers due to unavailable for sale in the market.

2. The paddy field is highly dependent on the use of chemical nitrogen fertilizers. This is because the nitrogen content in the soil is lost along with the product removal from the area, burning of debris, and leaching with water or sublimation in the form of ammonia gas. The purpose of this research was to study the effect of rhizobium biofertilizer combined with various chemical fertilizers in soybean cultivation on the use of nitrogen fertilizers at different rates in the next season of paddy field. This research was carried out in 2019-2021 at Chiang Mai field crops research center using split plot experimental design with 4 replicates. The main plot factor was three treatments of the management of chemical fertilizers and rhizobium biofertilizer in soybean cultivation and the subplot factor included the use of nitrogen fertilizer in rice paddy with 4 rates at 0, 25, 50 and 100 percent according

กรมวิชาการเกษตร

to soil analysis recommendation rate. This research found that the amount of soil organic matter before rice planting in 2020 was the highest and differed from those in 2019 and 2021. Within each year, height, number of pods per plant, number of seeds per plant, 100 seed weight, and shoot fresh weight per rai of Chiang Mai 60 soybean variety did not differ between treatments. The grain weight and the grain weight per rai of San Pa Tong 1 sticky rice variety in each subplot within each year were not different either. Meanwhile, the shoot weight of rice per rai in each year of the treatment with 100 percent nitrogen fertilizer at the recommended rate according to the soil analysis was higher than that of the treatment without nitrogen fertilizer. However, it is not dissimilar to the treatment of applying nitrogen fertilizer at a rate of 25 or 50 percent of the recommended rate. Therefore, the management of chemical fertilizer and rhizobium biofertilizer in soybean planting before rice planting (main plot) had no effect on 100 seed weight and seed weight per rai of rice which grown in sandy loam soil with nitrogen fertilizer application at 0, 25, 50 and 100 percent according to soil analysis recommendation rate. If the soybeans are not tilled back into the planting area, the nutrients in the area will be lost with a yield equal to 21.54-5.67-11.19 kg of N-P_2O_5-K_2O per rai per growing season. As for shoot and root of rice tillage, nutrients returned to the soil were 8.59–5.40-29.91 kg of N–P_2O_5–K_2O per rai per growing season.

At least 18.07 kg of nitrogen per rai in all fertilizer management of soybean cultivation was imbalanced in the soybean planting area after tillage. This was due to the removal of the seeds, stems, leaves, and pod shells of soybean from the cultivated area, causing the soil to have fewer nitrogen. Soybean cultivation by applying chemical fertilizer at the rate of 0-3-3 kg N–P_2O_5–K_2O per rai with rhizobium biofertilizer provides a worthwhile return on investment in the sandy loam soil of the Chiang Mai field crops research center. The cultivation of San Pa Tong 1 sticky rice variety in plots that were used to grow soybeans without any fertilizer, provided a worthwhile return on investment when nitrogen fertilizer was applied at rates of 6.5 and 26 kg N/rai. The rice planting in the plots that were used to grow soybeans by applying chemical fertilizer at the rates of 3-3-3 and 0-3-3 kg N–P_2O_5–K_2O per rai with rhizobium biofertilizer, provided the most worthwhile return on investment when applying nitrogen fertilizer at the rates of 6.5, 13 and 26 kg per rai, respectively. Therefore, in the sandy loam soil, farmers should cultivate soybeans by applying chemical fertilizer at the rate of 0-3-3 kg N–P_2O_5–K_2O per rai with rhizobium biofertilizer and then plow the shoots, pod shells, and roots in order to increase the amount of nutrient and organic matter back to the planting area. Then, rice should be planted with chemical fertilizer at the rate of 6.5-0-0 kg N–P_2O_5–K_2O per rai, which will give a worthwhile return on investment and maintain the soil potential for sustainable soybean-rice cultivation.

กรมวิชาการเกษตร

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัย เรื่อง “การใช้ปุ๋ยอย่างผสมผสานในการผลิตถั่วเหลืองและศึกษาผลของการจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในระบบการปลูกถั่วเหลืองหลังนาต่ออัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าวในดินร่วนปนทราย สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ในการทำวิจัยครั้งนี้ นักวิจัย ขอขอบพระคุณกรมวิชาการเกษตรและสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรมในการสนับสนุนงบประมาณในการดำเนินการวิจัยทั้งหมด ขอขอบคุณสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 ที่ช่วยวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดิน ปริมาณโปรตีนและโพแทสเซียมในเมล็ดถั่วเหลือง ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ธาตุอาหารในพืช ของกลุ่มงานวิจัยเคมีดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่และบุคลากรของศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ที่มีส่วนช่วยปฏิบัติงานในแปลงทดลองนี้ให้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ท้ายที่สุดคุณประโยชน์ใดที่ได้จากงานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน แลขอขอบพระคุณ ผู้ที่เป็นเจ้าของแนวคิด และทฤษฎีต่างๆ ของวิทยานิพนธ์ งานวิจัย วารสารและ บทความ ที่ผู้วิจัยนามาอ้างอิงในการทำวิจัยฉบับนี้ไว้ณ โอกาสนี้ด้วย

คณะผู้วิจัย

นางสาวกัลยา วิธี นักวิชาการเกษตรชำนาญการ

นางสาวโสพิศ ใจปาละ นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ

นางสาวอมรรัตน์ ใจยะเสน นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทสรุปผู้บริหาร	2
บทคัดย่อ	3
กิตติกรรมประกาศ	6
สารบัญ	7
สารบัญภาพ	8
สารบัญตาราง	9
บทที่ 1 บทนำ	11
บทที่ 2 วิธีการดำเนินงาน	14
บทที่ 3 ผลการศึกษา	18
บทที่ 4 สรุปผลและอภิปรายผล	44
เอกสารอ้างอิง	45
ภาคผนวก	47

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	Soil organic matter of each main plot treatment before soybean (S) and rice (R) cultivation in 2019 – 2021	35
2	Available phosphorus and exchangeable potassium concentrations of each main plot treatment before soybean (S) and rice (R) cultivation in 2019 – 2021	35
3	The number of nodules in soybean planted with 3 chemical fertilizer and rhizobium biofertilizer managements in 2019 – 2021	36
4	The nitrogen fixation rate of rhizobium in soybean nodules planted with 3 chemical fertilizer and rhizobium biofertilizer managements in 2019 – 2021	36
5	Grains weight of San Pa Tong 1 sticky rice variety when applied with 4 nitrogen fertilizer rates at 0, 25, 50 and 100 percent according to soil analysis recommendation	37
6	Shoot fresh weight of San Pa Tong 1 sticky rice variety when applied with 4 nitrogen fertilizer rates at 0, 25, 50 and 100 percent according to soil analysis recommendation	38

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	Characteristics of soil quality before and after harvesting soybean at Chiang Mai Field Crops Research Center in dry and rainy seasons 2019-2020	22
2	Plant height at harvesting, number of nodes per plant, yield and yield component of soybean on different application of rhizobium biofertilizer (RhB) and fertilizer rate at Chiang Mai Field Crops Research Center in the dry seasons, 2019.	24
3	Yield and yield component of soybean on different application of rhizobium biofertilizer (RhB) and fertilizer rate at Chiang Mai Field Crops Research Center in the dry seasons, 2019-2020.	25
4	No. of seeds per pod of soybean on different application of rhizobium biofertilizer (RhB) and fertilizer rate at Chiang Mai Field Crops Research Center in the dry seasons, 2020	27
5	Yield, income, Increased income from fertilizer use, Cost of fertilizer and Value to Cost of Ratio (VCR) of soybean on different application of rhizobium biofertilizer (RhB) and fertilizer rate at Chiang Mai Field Crops Research Center in the dry seasons, 2019	28
6	Plant height at harvesting and number of nodes per plant of soybean on different application of rhizobium biofertilizer (RhB) and fertilizer rate at Chiang Mai Field Crops Research Center in the rainy seasons, 2019 and 2021.	29
7	Yield and yield component of soybean on different application of rhizobium biofertilizer (RhB) and fertilizer rate at Chiang Mai Field Crops Research Center in the rainy seasons, 2019 and 2021.	30
8	Yield, income, Increased income from fertilizer use, Cost of fertilizer and Value to Cost of Ratio (VCR) of soybean on different application of rhizobium biofertilizer (RhB) and fertilizer rate at Chiang Mai Field Crops Research Center in the rainy seasons, 2019 and 2021.	31
9	Growth and yield component of Chiang Mai 60 soybean variety planted with 3 chemical fertilizer (NPK) and rhizobium biofertilizer managements in 2019-2021	37
10	Nutrient concentration in each part of soybean and rice planted in sandy loam soil (Average from all treatments)	38
11	Nutrient balance of soybean after tillage (Average from each treatment in 2019-2021)	38
12	Nutrient balance of rice after tillage (Average from each treatment in 2019-2020)	39

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่		หน้า
13	Economic return analysis of fertilizer application of soybean (Chiang Mai 60 soybean variety) cultivation in sandy loam soil, Chiang Mai province in 2020-2021 (Average yield from each treatment in 2019-2021)	39
14	Economic return analysis of fertilizer application of rice (San Pa Tong 1 sticky rice variety) cultivation in sandy loam soil, Chiang Mai province in 2019-2020 (Average yield from each treatment in 2019-2020	40

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 1 บทนำ

1. วิสัยทัศน์ และพันธกิจของหน่วยงาน

<u>วิสัยทัศน์</u>

กรมวิชาการเกษตรเป็นองค์กรที่เป็นเลิศด้านการวิจัยและพัฒนาด้านพืช เครื่องจักรกลการเกษตร และเป็นศูนย์กลางรับรองมาตรฐานสินค้าเกษตรด้านพืชในระดับสากล บนพื้นฐานการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

<u>พันธกิจ</u>

1. สร้างและถ่ายทอดองค์ความรู้จากงานวิจัยด้านพืชและเครื่องจักรกลการเกษตร สู่กลุ่มเป้าหมาย
2. กำหนดและกำกับดูแลมาตรฐานระบบการผลิตและผลิตพันธุ์พืชและปัจจัยการผลิต พัฒนาระบบตรวจรับรองสินค้าการเกษตรด้านพืชให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล
3. อนุรักษ์และพัฒนาการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพด้านพืช แมลง และจุลินทรีย์
4. กำกับ ดูแล และพัฒนากฎหมายที่กรมวิชาการเกษตรรับผิดชอบ

2. ยุทธศาสตร์ชาติที่สอดคล้องกับแผนปฏิบัติงานด้าน ววน. ของหน่วยงาน (โปรดเลือกเฉพาะยุทธศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับหน่วยงานของท่าน)

❑ ยุทธศาสตร์ที่ 1 ด้านความมั่นคง
เพื่อบริหารจัดการสภาวะแวดล้อมของประเทศให้มีความมั่นคง ปลอดภัย และมีความสงบเรียบร้อยในทุกระดับและทุกมิติ

☑ ยุทธศาสตร์ที่ 2 ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน
เน้นการยกระดับศักยภาพในหลากหลายมิติควบคู่กับการขยายโอกาสของประเทศไทยในเวทีโลก

❑ ยุทธศาสตร์ที่ 3 ด้านพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์
คนไทยในอนาคต มีความพร้อมทั้งกาย ใจ สติปัญญา มีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 มีทักษะสื่อสารภาษาอังกฤษและภาษาที่ 3 และมีคุณธรรม

❑ ยุทธศาสตร์ที่ 4 ด้านการสร้างโอกาสและความเสมอภาคทางสังคม
สร้างความเป็นธรรม และลดความเหลื่อมล้ำในทุกมิติ กระจายศูนย์กลางความเจริญทางเศรษฐกิจและสังคม เพิ่มโอกาสให้ทุกภาคส่วนเข้ามาเป็นกำลังของการพัฒนาประเทศในทุกระดับ

❑ ยุทธศาสตร์ที่ 5 ด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
คำนึงถึงความยั่งยืนของฐานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของประชาชนให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ผ่านมาตรการต่างๆ ที่มุ่งเน้นให้เกิดผลลัพธ์ต่อความยั่งยืน

❑ ยุทธศาสตร์ที่ 6 ด้านการปรับสมดุลและพัฒนาระบบการบริหารจัดการภาครัฐ
การปรับเปลี่ยนภาครัฐ ยึดหลัก “ภาครัฐของประชาชนเพื่อประชาชนและประโยชน์ส่วนรวม”

3. วงเงินงบประมาณกองทุน ววน. ที่ได้รับจัดสรรในปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 และโปรดระบุแผนงาน/โครงการให้สอดคล้องกับโปรแกรมของแผน ววน.

โปรแกรมตามแผน ววน.	งบประมาณ (บาท)
P10. ยกระดับความสามารถการแข่งขันและวางรากฐานทางเศรษฐกิจ	456,487

กรมวิชาการเกษตร

4. รายละเอียดโครงการ

ที่มาและความสำคัญ/หลักการและเหตุผล

ปุ๋ยเคมีเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญปัจจัยหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตพืช แต่หากปลูกพืชอย่างต่อเนื่องโดยไม่มีการปรับปรุงดิน ตลอดจนการจัดการดินที่ไม่ถูกต้อง มีผลทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ลดลงและมีคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และชีวภาพ ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ทำให้ศักยภาพในการให้ผลผลิตของพืชลดลง การปลูกถั่วเหลืองก็เช่นกัน หากเกษตรกรปลูกถั่วเหลืองโดยใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ไม่มีการปรับปรุงดิน ก็จะทำให้ดินขาดอินทรียวัตถุ และมีคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และชีวภาพ ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง รวมทั้งในปัจจุบันปุ๋ยเคมีมีราคาสูงขึ้น ทำให้เกษตรกรมีต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น ซึ่งแนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้ คือ การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์มีคุณสมบัติในการปรับโครงสร้างของดินทำให้เกิดสภาวะแวดล้อมที่เอื้อประโยชน์ในการใช้ธาตุอาหารและปุ๋ยที่ใส่ให้แก่ต้นพืช รวมทั้งการใช้ธาตุอาหารพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองนั้น จะใช้ชนิดและอัตราใดขึ้นอยู่กับชนิดและระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยวิเคราะห์จากค่าวิเคราะห์ดิน ซึ่งการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสามารถช่วยประหยัดเงินลงทุนการใช้ปุ๋ยได้มาก เป็นแนวทางการใช้ปุ๋ยที่ถูกวิธีและมีประสิทธิภาพ (สุวพันธุ์, 2547) นอกจากนี้การนำปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมมาใช้ก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งในการลดต้นทุนการผลิตลง (กรมวิชาการเกษตร , 2553) ดังนั้นจึงทำการศึกษาการใช้ปุ๋ยอย่างผสมผสานในการผลิตถั่วเหลือง เพื่อให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เหมาะต่อการผลิตพืชอย่างยั่งยืน และเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยลดต้นทุนการผลิตได้

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 และการสูญหายในรูปของก๊าซแอมโมเนีย (ammonia volatilization) จนในที่สุดปริมาณไนโตรเจนในดินนาไม่เพียงพอต่อความต้องการของข้าวในรอบการเพาะปลูกต่อไป ทำให้ผลผลิตข้าวลดต่ำลงตามลำดับ เกษตรกรจึงต้องพึ่งพาการใช้ปุ๋ยเคมีจำนวนมากในระบบการปลูกข้าวแบบต่อเนื่อง ซึ่งการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนที่มากเกินความต้องการของพืชนี้ นอกจากจะทำให้สิ้นเปลืองต้นทุนการผลิตโดยที่ไม่ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นแล้ว ยังก่อให้เกิดการเสื่อมโทรมของดินในระยะยาว และเกิดการชะล้างไนเตรตจากพื้นที่เพาะปลูกลงไปปนเปื้อนแหล่งน้ำใต้ดินได้อีกด้วย (Ju *et al*., 2006) ดังนั้นการจัดการธาตุอาหารให้เพียงพอต่อความต้องการของพืช โดยคำนึงถึงสมดุลธาตุอาหารในพื้นที่เป็นหลักจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญในการศึกษา เพื่อหาแนวทางในการลดต้นทุนการผลิตจากการลดการใช้ปุ๋ยที่เกินความต้องการของพืช และเป็นการรักษาคุณภาพของดินอย่างยั่งยืน

จากปัญหาการพึ่งพาการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนจำนวนมากในการปลูกข้าวนาปีดังกล่าว จึงเป็นแนวทางที่สำคัญในการหาวิธีการลดต้นทุนการผลิตอย่างต่อเนื่องทั้งในการผลิตถั่วหลังนาและข้าวนาปี เพื่อให้การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนมีประสิทธิภาพมากขึ้น การศึกษาสมดุลธาตุไนโตรเจนในการปลูกถั่วหลังนาจึงมีความสำคัญในการตอบข้อสงสัยเกี่ยวกับปริมาณธาตุไนโตรเจนที่ต้องใส่ลงไปในพื้นที่เพาะปลูกทั้งในรูปของปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยชีวภาพ ปริมาณธาตุไนโตรเจนที่จะสูญหายไประหว่างการปลูก และปริมาณธาตุไนโตรเจนที่ใส่กลับลงไปในพื้นที่ปลูกเพื่อเป็นปุ๋ยไนโตรเจนให้แก่การปลูกข้าวนาปีในรอบการปลูกถัดไป แม้ว่าที่ผ่านมาจะมีการศึกษาผลของการใช้พืชตระกูลถั่วเป็นพืชหมุนเวียนในการทำนาต่อผลผลิตของข้าวที่ปลูกตาม เช่น การศึกษาผลของการการตรึงไนโตรเจนของถั่วเหลืองโดยใช้ 15N เทคนิค ต่อผลผลิตของข้าว (จิติมา และคณะ, 2545) การศึกษาผลของการใส่ซากถั่วลิสงในอัตราต่างกันรวมกับปุยเคมี ในอัตราต่างกันกับปุยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว (บรรยง และคณะ, 2545) หรือการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้ซากถั่วลิสงและพืช อื่น ๆ ต่อการเพิ่มผลผลิตของข้าว (บรรยง, 2552) งานวิจัยดังกล่าวทำให้ได้ข้อมูลที่ยืนยันได้ว่าการปลูกพืชตระกูลถั่วสลับกับการทำนาช่วยเพิ่มผลผลิตของข้าวที่ปลูกตามและลดการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าวได้ แต่งานวิจัยดังกล่าวไม่ได้ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมร่วมกับการปลูกพืชตระกูลถั่ว เป็นเพียงการอาศัยเชื้อไร

กรมวิชาการเกษตร

โซเบียมในดินที่มีอยู่ตามธรรมชาติในปริมาณน้อย ซึ่งเป็นที่ทราบดีว่าปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมสามารถทดแทนการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในการปลูกถั่วได้ 50 ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ พืชตระกูลถั่วไม่สามารถตรึงก๊าซไนโตรเจนจากอากาศมาใช้เองได้ ดังนั้นงานวิจัยดังกล่าวจึงยังขาดข้อมูลผลของการจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในระบบการปลูกถั่วหลังนาต่ออัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าวที่ปลูกตาม และขาดข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน รวมถึงสมบัติทางชีวภาพของดินโดยการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อไรโซเบียมในดินของระบบการปลูกข้าวตามด้วยพืชตระกูลถั่วที่มีการใช้หรือไม่ใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมด้วย ด้วยเหตุนี้จึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดการปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมร่วมกับปุ๋ยเคมีแบบต่าง ๆ ในการปลูกถั่วเหลืองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราต่าง ๆ ในนาข้าวที่ปลูกถัดไป โดยการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของสมบัติทางเคมีของดิน ปริมาณปมรากและการตรึงไนโตรเจนของเชื้อไรโซเบียมในดินในดินของระบบการปลูกข้าวตามด้วยพืชตระกูลถั่วที่มีการใช้หรือไม่ใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม ปริมาณผลผลิตของถั่วเหลืองและข้าว พร้อมทั้งวิเคราะห์การดูดใช้ธาตุอาหารของถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 และข้าวเหนียวพันธุ์สันป่าตอง 1 อีกทั้งยังศึกษาถึงความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อให้ได้อัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมสำหรับข้าวสลับพืชตระกูลถั่วโดยมุ่งเน้นการใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในพื้นที่ปลูกร่วมด้วย และเป็นแนวทางในการให้คำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยเพื่อรักษาศักยภาพของดินในการปลูกถั่วเหลืองสลับนาข้าวอย่างยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.เพื่อศึกษาการใช้ปุ๋ยอย่างผสมผสานในการผลิตถั่วเหลือง

2.เพื่อศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในการปลูกถั่วเหลืองต่อประสิทธิภาพการดูดใช้ไนโตรเจนของข้าวในฤดูถัดไป

ขอบเขตการศึกษา

การศึกษาวิจัย เรื่องการใช้ปุ๋ยอย่างผสมผสานในการผลิตถั่วเหลือง ดำเนินการศึกษาในถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 โดยการนำปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม ปุ๋ยอินทรีย์ (มูลวัว มูลไก่ และปุ๋ยหมัก) และปุ๋ยเคมี มาใช้ร่วมกันในการผลิตถั่วเหลืองใช้ ทำการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต วิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์และเพื่อศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในการปลูกถั่วเหลืองต่อประสิทธิภาพการดูดใช้ไนโตรเจนของข้าวในฤดูถัดไป

นิยามศัพท์

-

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 2 วิธีการดำเนินงาน

1.วิธีการดำเนินการวิจัย

1. 1.9 การใช้ปุ๋ยอย่างผสมผสานในการผลิตถั่วเหลือง

- อุปกรณ์

1. ถั่วเหลืองพันธุ์ เชียงใหม่ 60
2. ปุ๋ยเคมีเกรด 46-0-0 0-42-0 และ 0-0-60
3. ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม
4. ปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ มูลวัวเนื้อ มูลไก่
5. ปุ๋ยหมัก
6. สารเคมีกำจัดศัตรูพืช
7. สารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืช

- วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ 2 x 6 factorial in RCB จำนวน 3 ซ้ำ มีปัจจัย ดังนี้

ปัจจัยที่ 1: การใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม 2 ระดับ คือ การใส่และไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม

ปัจจัยที่ 2: การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ ดังนี้

1. ไม่ใส่ปุ๋ย
2. ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน
3. ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน
4. ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยมูลวัว อัตรา 1,000 กก./ไร่
5. ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยมูลไก่ไข่ อัตรา 500 กก./ไร่
6. ใส่ปุ๋ย 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน + ปุ๋ยหมัก อัตรา 1,000 กก./ไร่

ก่อนปลูกเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดิน ใช้ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ทำการเตรียมดินโดยไถพรวนและเจาะดินนำไปวิเคราะห์คุณภาพดิน จากนั้นเตรียมแปลงและแบ่งแปลงออกเป็นแปลงย่อย ขนาด 4x6 เมตร ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตามกรรมวิธีที่กำหนด โดยหว่านบนแปลงแล้วกลบ ก่อนปลูกคลุกเมล็ดถั่วเหลืองด้วยเมทาแลกซิลเพื่อป้องกันโรครานำ้ค้าง สำหรับกรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมใช้ อัตรา 1 ถุงต่อเมล็ดพันธุ์ 12 กิโลกรัมคลุกเมล็ดก่อนปลูก ทำการปลูกถั่วเหลืองโดยหยอด 4-5 เมล็ดต่อหลุม ระยะปลูก 50X 20 เซนติเมตร จากงอกแล้วถอนแยกให้เหลือ 3 ต้นต่อหลุม เมื่อถั่วเหลืองอายุได้ประมาณ 15-20 วันหลังงอก ใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีที่กำหนด โดยโรยข้างแถวพร้อมพูนโคนต้น และปฏิบัติดูแลรักษาตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร ทำการเก็บเกี่ยวเมื่อถั่วเหลืองถึงระยะสุกแก่ (R8) พื้นที่เก็บเกี่ยว

การบันทึกข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินก่อนปลูก และหลังเก็บเกี่ยว
2. ผลผลิต ความสูงและองค์ประกอบผลผลิต
3. ต้นทุนการผลิต และผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ โดยใช้อัตราส่วนระหว่างรายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ยต่อรายจ่ายจากการใช้ปุ๋ย หรือค่า Value to Cost Ratio (VCR) หากค่า VCR มากกว่า 2 แสดงว่ามีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ (Pevaiz et al., 2004)

- เวลา และ สถานที่

ดำเนินการในฤดูแล้งและฤดูฝน ปี 2562 ถึง 2564 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ จ.เชียงใหม่

กรมวิชาการเกษตร

2. 1.14 **ศึกษาผลของการจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในระบบการปลูกถั่วเหลืองหลังนาต่ออัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าวในดินร่วนปนทราย จังหวัดเชียงใหม่**

- อุปกรณ์

1. เชื้อไรโซเบียมสำหรับถั่วเหลือง
2. เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง พันธุ์เชียงใหม่ 60
3. เมล็ดพันธุ์ข้าว พันธุ์สันป่าตอง 1
4. ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ทริปเปิ้ลซุปเปอร์ฟอสเฟต (0-46-0) และโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60)
5. สารเคมีในการวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดิน
6. สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ในเมล็ด ต้นใบ และรากพืช
7. อุปกรณ์วัดการเจริญเติบโต (ตลับเมตร)
8. เครื่อง Gas chromatography

- วิธีการ

ดำเนินการทดลองในปี 2562-2564 ณ แปลงทดสอบของศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ วางแผนการทดลองแบบ Split Plot in Randomized Completely Block Design มีจำนวน 4 ซ้ำ ดังนี้

Main plot: การจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในการปลูกถั่วเหลือง 3 กรรมวิธี คือ

กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม

กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) และไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม

กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทชตามค่าวิเคราะห์ดิน (0-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) และคลุกเมล็ดถั่วด้วยปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม

Subplot: การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าว 4 อัตรา คือ

กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน

กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 25% ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (6.5-0-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่)

กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 50% ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (13-0-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่)

กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 100% ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (26-0-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่)

วิธีปฏิบัติการทดลอง

การปลูกถั่วเหลืองและการบันทึกข้อมูล

เก็บตัวอย่างดินรวมในพื้นที่ก่อนทำการปลูกที่ระดับความลึก 0 – 20 เซนติเมตรจากผิวดิน เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ 1) ค่าความเป็นกรด-ด่าง ใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำเท่ากับ 1:1 2) ปริมาณอินทรียวัตถุในดินโดยวิธี Walkley and Black method 3) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์โดยวิธี Olsen แล้ววิเคราะห์การเกิดสีด้วยวิธี molybdate ascorbic acid และ 4) โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้โดย NH_4OAc, pH 7 (กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน, 2544) และตรวจนับจำนวนไรโซเบียมในดินด้วยวิธี Most Probable Number (MPN) (Somasegaran and Hoben, 1994) ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ในแปลงย่อย Main plot ขนาด 10 x 10 เมตร โดยปลูกแบบหยอดเมล็ด จำนวน 2 ต้นต่อหลุม ระยะปลูก 50 x 20 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธี Main plot ในกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมให้คลุกเมล็ดถั่วเหลือง อัตรา 10 กิโลกรัมด้วยปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมสำหรับถั่วเหลือง 200 กรัม เมื่อต้นถั่วเหลืองออกดอก 80% ทำการสุ่มตัวอย่างต้นจำนวน 4 ต้นต่อแปลงย่อย เพื่อนับจำนวนปมรากและวัดประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนของไรโซเบียมด้วยวิธี Acetylene reduction assay (Hardy *et al*., 1973) ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยน

กรมวิชาการเกษตร

ก๊าซอะเซทิลีนให้เป็นก๊าซเอทิลีนจากกิจกรรมของเอนไซม์ไนโตรจีเนส (Nitrogenase activity) ของไรโซเบียมภายในปมรากถั่ว แล้วทำการวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณเอทิลีนด้วยเครื่อง Gas Chromatograph (GC) เก็บเกี่ยวถั่วเหลืองในพื้นที่ขนาด 8 x 8 เมตร และทำการไถกลบต้นถั่วและปล่อยให้ต้นถั่วเหลืองย่อยสลายเป็นเวลา 45 วัน ก่อนปลูกข้าวในรอบถัดไป บันทึกข้อมูลความสูง และองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก (10 ฝักต่อแปลงทดลองย่อยในแต่ละกรรมวิธี) น้ำหนัก 100 เมล็ด ที่ระดับความชื้น 15% ชั่งน้ำหนักสดของต้นใบ และเมล็ดถั่วเหลืองในพื้นที่เก็บเกี่ยว สุ่มตัวอย่างต้นใบ เมล็ด เปลือกฝัก และรากถั่วเหลือง 10 ต้นต่อแปลง เพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหารในหน่วยกิโลกรัมของ N, P_2O_5, K_2O ต่อไร่ จากสูตร

- ปริมาณ N ต่อไร่ = [มวลน้ำหนักแห้ง (กิโลกรัมต่อไร่) x ปริมาณธาตุอาหาร (%)]/100
- ปริมาณ P_2O_5 ต่อไร่ = [มวลน้ำหนักแห้ง (กิโลกรัมต่อไร่) x ปริมาณธาตุอาหาร (%) x (น้ำหนักอะตอมของ P_2O_5/ น้ำหนักอะตอมของ P_2)]/100
- ปริมาณ K_2O ต่อไร่ = [มวลน้ำหนักแห้ง (กิโลกรัมต่อไร่) x ปริมาณธาตุอาหาร (%) x (น้ำหนักอะตอมของ K_2O/น้ำหนักอะตอมของ K_2]/100

<u>การบันทึกข้อมูลถั่วเหลือง</u>

1) บันทึกวันงอก วันออกดอก วันเก็บเกี่ยว

2) ข้อมูลความสูงที่ระยะวันออกดอก

3) ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก (10 ฝักต่อแปลงทดลองย่อย) น้ำหนัก 100 เมล็ด (ความชื้น 15%)

4) น้ำหนักสดของต้น ใบ และฝักถั่วเหลืองในพื้นที่เก็บเกี่ยว และสุ่มตัวอย่างต้น ใบ และฝัก (เมล็ด และเปลือกฝัก) ถั่วเหลือง 10 ต้นต่อแปลง เพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหาร

5) เก็บตัวอย่างดินหลังเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน และวิเคราะห์ปริมาณเชื้อไรโซเบียมในดิน

การปลูกข้าวและการบันทึกข้อมูล

แบ่งแปลงแต่ละ Main plot ออกเป็น 4 แปลงย่อย ขนาด 5 x 5 เมตร (Subplot) รวมเป็น 48 แปลงย่อย เก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกที่ระดับความลึก 0 – 20 เซนติเมตรจากผิวดิน มาวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินและปริมาณเชื้อไรโซเบียมในดินโดยใช้วิธีการวิเคราะห์เช่นเดียวกับการปลูกถั่วเหลืองข้างต้น ปลูกข้าวเหนียวพันธุ์สันป่าตอง 1 แบบหว่าน จำนวนเมล็ด 20 กิโลกรัมต่อไร่ ทุกกรรมวิธีใส่ปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทชตามค่าวิเคราะห์ดิน แต่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตามกรรมวิธีของ Subplot เก็บเกี่ยวข้าวเมื่อข้าวอายุ 130 – 135 วัน ในพื้นที่ขนาด 4 x 4 เมตร บันทึกน้ำหนัก 100 เมล็ดที่ระดับความชื้น 14% ชั่งน้ำหนักสดของต้นใบและเมล็ดในพื้นที่เก็บเกี่ยว สุ่มตัวอย่างต้นใบ เมล็ด และราก 4 ต้นต่อแปลงย่อย เพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหาร ไถกลบต้นข้าวและปล่อยให้ย่อยสลายเป็นเวลา 45 วัน ก่อนปลูกถั่วเหลืองในรอบปีถัดไป

<u>การบันทึกข้อมูลข้าว</u>

1) น้ำหนักสดของต้น ใบ และรวงข้าวในพื้นที่เก็บเกี่ยว และสุ่มตัวอย่างต้น ใบ และรวงข้าว 4 ต้นต่อแปลงย่อย เพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหาร

2) เก็บตัวอย่างดินหลังเก็บเกี่ยวข้าว ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินและวิเคราะห์ปริมาณเชื้อไรโซเบียมในดิน

<u>การคำนวณสมดุลไนโตรเจน</u>

N input = N crop fertilizer

N loss = N yield

N balance = N input – N loss + N return

กรมวิชาการเกษตร

N input คือ ปริมาณธาตุไนโตรเจนที่ใส่ลงไปในพื้นที่

N crop fertilizer คือ ปริมาณธาตุไนโตรเจนที่ใส่ลงไปในพื้นที่ที่ได้จากปุ๋ยเคมี

N loss คือ ปริมาณธาตุไนโตรเจนที่สูญหายออกไปจากพื้นที่ปลูก

N yield คือ ปริมาณธาตุอาหารที่ติดไปกับผลผลิตถั่วและข้าว (เมล็ด ฝัก)

N return คือ ปริมาณธาตุไนโตรเจนที่ใส่กลับลงไปในพื้นที่หลังการเก็บเกี่ยวซึ่งได้จากการไถกลบเศษซากพืช

การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์

วิเคราะห์ผลตอบแทนจากการใช้ปุ๋ยเคมีตามกรรมวิธีของเกษตรกร และการใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมร่วมกับการปลูกข้าวสลับถั่วหลังนา โดยคำนวณหาอัตราส่วนระหว่างรายได้ต่อต้นทุนการผลิต (Value to Cost Ratio, VCR)

การคำนวณ

นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ทางสถิติด้วย Analysis of Variance เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) คำนวณข้อมูลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรม IRRISTAT

- เวลาและสถานที่ ระยะเวลา ตุลาคม 2561 - กันยายน 2564
  กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร และศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่

2. การปรับแผนงบประมาณระหว่างปี

❑ ไม่มี ❑ มี ได้รับอนุมัติเมื่อวันที่..... (โปรดแสดงหลักฐานในภาคผนวก)

❑ เปลี่ยนแปลงงบประมาณ โปรดอธิบายการเปลี่ยนแปลง.....

❑ เปลี่ยนแปลงวัตถุประสงค์/ผลผลิต โปรดอธิบายการเปลี่ยนแปลง.....

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 3 ผลการศึกษา

3.1 ผลการดำเนินงานของโครงการ

1. 1.9 การใช้ปุ๋ยอย่างผสมผสานในการผลิตถั่วเหลือง

สมบัติทางเคมีของดิน

จากการวิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง พบว่า แปลงทดลองมีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ในระดับเป็นกลาง คือ 6.6 ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำ (%OM) 0.64 % ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) อยู่ในระดับสูงมาก 146 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available K) อยู่ในระดับปานกลาง 41 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนผลวิเคราะห์ดินหลังการทดลองตั้งแต่ฤดูแล้งปี 2562 –ฤดูฝน ปี 2563 พบว่า กรรมวิธีส่วนใหญ่ดินมีค่าความเป็นกรดด่าง ปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ลดลงจากก่อนการทดลอง โดยมีค่าความเป็นกรดด่างในระดับกรดเล็กน้อยถึงเป็นกลาง คือ 5.9-7.6 ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำมากถึงค่อนข้างสูง (0.10-2.24 %) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) อยู่ในระดับสูงมาก 88-452 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ อยู่ในระดับต่ำสูง (22-111 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (Table 1) จากผลวิเคราะห์ดินในทั้ง 3 ปี ในกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยมูลวัว มูลไก่ และปุ๋ยหมัก) สมบัติทางเคมีของดิน ยังไม่เห็นการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน อาจเนื่องมาจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติทางเคมีของดินให้ดีขึ้นนั้น จะต้องใช้ระยะเวลาที่ยาวนาน และต่อเนื่องรวมทั้งใช้ปริมาณมาก

<u>ผลการทดลองฤดูแล้งปี 2562-2564</u>

การเจริญเติบโต

การเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูง และจำนวนข้อ ที่ระยะเก็บเกี่ยว ในฤดูแล้งปี 2562-2564 พบว่าในปี 2562 ต้นถั่วเหลืองมีความสูงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ทั้งการใส่และไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม และ การใส่ปุ๋ยอัตราแตกต่างกัน รวมทั้งไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมของทั้งสองปัจจัยเช่นกัน โดยมีความสูงเฉลี่ย 45.3 เซนติเมตร (Table 2) ในปี 2563 และ 2564 พบว่าต้นถั่วเหลืองมีความสูงแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P>0.01$) ในการใส่ปุ๋ยอัตราแตกต่างกันเท่านั้น โดยกรรมวิธีที่การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยมูลวัว อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ และกรรมวิธีที่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมัก อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ มีความสูงมากที่สุด คือ 59.1 และ 59.4 เซนติเมตร ตามลำดับ ในปี 2563 และ 57.5 และ 57.7 เซนติเมตร ตามลำดับ ในปี 2564 แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ รวมทั้งไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมของปัจจัยการใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม และ การใส่ปุ๋ยอัตราแตกต่างกันในทั้ง 2 ปี (Table 2)

ส่วนจำนวนข้อต่อต้น พบว่า ในปี 2562 มีแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เฉพาะปัจจัยของการใส่และไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม โดยการไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมมีจำนวนข้อเฉลี่ยมากที่สุด คือ 10.2 ข้อ ในปี 2563 และ 2564 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ทั้งปัจจัยการใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม และ ปัจจัยการใส่ปุ๋ยอัตราแตกต่างกัน รวมทั้งไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมของทั้งสองปัจจัย โดยมีจำนวนข้อเฉลี่ย 11.0 และ 11.3 ข้อ ตามลำดับ (Table 2)

ซึ่งเมื่อพิจารณาผลการทดลองทั้ง 3 ปี จะเห็นได้ว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยมูลวัว มูลไก่ และปุ๋ยหมัก) จะมีการเจริญเติบโตดีกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ โดยเฉพาะความสูงต้น ดังนั้นการใช้ปุ๋ยอินทรีย์มีผลต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง (Li et al.,2007; Jin, 1997)

ผลผลิต องค์ประกอบของผลผลิตและดัชนีเก็บเกี่ยว

ในปี 2562 ผลผลิตพบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P>0.01$) เฉพาะการใส่ปุ๋ยอัตราแตกต่างกัน โดยพบว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน+ปุ๋ยมูลวัว อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงที่สุด คือ 545 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน+ปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ (526 กิโลกรัมต่อไร่) ส่วนกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยให้ผลผลิตน้อยที่สุด 403 กิโลกรัมต่อไร่ ในปี 2563 พบความแตกต่างกันอย่างมี

กรมวิชาการเกษตร

นัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P>0.01) เฉพาะปัจจัยการใส่ปุ๋ยอัตราแตกต่างกัน โดยพบว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยมูลวัว อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมัก อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงที่สุด คือ 543 563 และ 555 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และ ในปี 2564 ผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ทั้งปัจจัยการใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม และ การใส่ปุ๋ยอัตราแตกต่างกัน รวมทั้งไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมของทั้งสองปัจจัยเช่นกัน โดยมีค่าเฉลี่ย 456 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 3) ซึ่งเมื่อพิจารณาผลผลิตในทั้ง 3 ปี จะเห็นได้ว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยมูลวัว มูลไก่ และปุ๋ยหมัก) ให้ผลผลิตสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Zhu et al., (2010) พบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีรวมกันในสัดส่วนที่แตกต่างกันมีผลต่อผลผลิตและคุณภาพของถั่วเหลือง การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 50% และปุ๋ยเคมี 50% ให้ผลผลิตสูงสุดเพิ่มขึ้น 44.7% และ 32.2% เมื่อเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ยและการใส่ปุ๋ยทั่วไป เช่นเดียวกับ Yamika and Ikawati พบว่า การผสมระหว่างปุ๋ยอนินทรีย์และปุ๋ยอินทรีย์มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลือง โดยการผสมปุ๋ยอนินทรีย์และปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 225 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ และ 1 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับทำให้ได้ผลผลิตถั่วเหลืองสูงสุดเท่ากับ 3.51 ตันต่อเฮกตาร์ และการรวมกันนี้ยังเพิ่มผลผลิตถั่วเหลือง 41% เมื่อเทียบกับการใช้ปุ๋ยอนินทรีย์เพียงอย่างเดียวที่ปริมาณ 75 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ – อนินทรีย์สามารถยืดระยะเวลาการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองและเพิ่มความสูง กิ่งก้าน ฝักต่อต้น เมล็ดต่อต้น น้ำหนัก 100 เมล็ดน้ำหนักเมล็ดต่อต้น ผลผลิตโปรตีนและไขมันของถั่วเหลือง โดยการใส่ปุ๋ยปุ๋ยอินทรีย์ – อนินทรีย์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญหรือแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ และการใส่ปุ๋ยชีวภาพมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ย แต่การใส่ปุ๋ยชีวภาพไม่ได้แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับปุ๋ยเคมี จากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าปุ๋ยอินทรีย์ - อนินทรีย์ไม่เพียงแต่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง แต่ยังช่วยเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของถั่วเหลืองด้วย ปุ๋ยชีวภาพสามารถปรับปรุงคุณภาพของถั่วเหลืองได้อย่างมีนัยสำคัญ แต่ความสามารถในการเพิ่มผลผลิตจะคล้ายกับปุ๋ยเคมี (Li et al.,2007)

องค์ประกอบของผลผลิต (Table 3) ได้แก่ จำนวนต้นต่อไร่ จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนัก 100 พบว่าในปี 2562-2564 จำนวนต้นต่อไร่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ทั้งการใส่และไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม และการใส่ปุ๋ยอัตราแตกต่างกัน รวมทั้งไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมของทั้งสองปัจจัยเช่นกัน โดยมีค่าเฉลี่ย 48,083 48,050 และ 49,533 ต้น ตามลำดับ

จำนวนฝักต่อต้น ในปี 2562 พบความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) เฉพาะการใส่และไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม และ การใส่ปุ๋ยอัตราแตกต่างกัน แต่ไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมของทั้งสองปัจจัย โดยการไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมมีจำนวนฝักมากที่สุด คือ 36.7 ฝัก เมื่อพิจารณาด้านการใส่ปุ๋ยอัตราแตกต่างกัน พบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน+ปุ๋ยหมัก อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ มีจำนวนฝักต่อต้นมากที่สุด คือ 38.6 ฝัก แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน+ปุ๋ยมูลวัว อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ และที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน+ปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ (36.5 และ 37.1 ฝัก ตามลำดับ) ปี 2563 จำนวนฝักต่อต้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ทั้งปัจจัยการใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม และ การใส่ปุ๋ยอัตราแตกต่างกัน รวมทั้งไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมของทั้งสองปัจจัยเช่นกัน โดยมีค่าเฉลี่ย 35.1 ฝัก และปี 2564 จำนวนฝักต่อต้นมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P>0.01) เฉพาะปัจจัยการใส่ปุ๋ยอัตราแตกต่างกัน โดยพบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยมูลวัว อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ มีจำนวนฝักต่อต้นมากที่สุด คือ 43.4 และ 44.4 ฝัก ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมัก อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 3)

จำนวนเมล็ดต่อฝัก ในปี 2562 และ 2563 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ทั้งการใส่และไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม และ การใส่ปุ๋ยอัตราแตกต่างกัน รวมทั้งไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมของทั้งสองปัจจัยเช่นกัน โดยมีค่าเฉลี่ย 2.21 และ 2.15 เมล็ด ตามลำดับ .ในปี 2564 พบปฏิสัมพันธ์ร่วมของการใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม และ การใส่ปุ๋ยอัตราแตกต่างกัน โดยกรรมวิธี

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

ที่ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน และกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมร่วมกับการใส่ปุ๋ย 0.5 ตามค่าวิเคราะห์ดิน มีจำนวนเมล็ดต่อฝักมากที่สุด คือ 2.30 และ 2.33 เมล็ดตามลำดับ (Table 3, 4)

ส่วนน้ำหนัก 100 เมล็ด ในปี 2562 พบความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P>0.01) เฉพาะการใส่ปุ๋ยอัตราแตกต่างกัน โดยพบว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน+ปุ๋ยมูลวัว อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน+ปุ๋ยหมัก อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ มีน้ำหนัก 100 เมล็ดมากที่สุด (18.0 18.1 และ 18.1 กรัม ตามลำดับ) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับดินกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน+ปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ (17.7 กรัม) .ในปี 2563 พบความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P>0.01) เฉพาะปัจจัยการใส่ปุ๋ยอัตราแตกต่างกัน โดยพบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยมูลวัว อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ มีน้ำหนัก 100 เมล็ดมากที่สุด (17.4 และ 17.6 กรัม ตามลำดับ) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยและกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมัก อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ (17.0 กรัม) และในปี 2564 พบความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P>0.01) เฉพาะปัจจัยการใส่ปุ๋ยอัตราแตกต่างกัน โดยพบว่า กรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย มีน้ำหนัก 100 เมล็ดมากที่สุด คือ 17.1 กรัม แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยมูลวัว อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ (16.8 กรัม) (Table 3

สำหรับดัชนีเก็บเกี่ยว พบว่าในทั้ง 3 ปี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ทั้งการใส่และไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม และ การใส่ปุ๋ยอัตราแตกต่างกัน รวมทั้งไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมของทั้งสองปัจจัยเช่นกัน โดยมีดัชนีเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 0.56 0.59 และ 0.59 ตามลำดับ (Table 3)

ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์

ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ โดยใช้อัตราส่วนระหว่างรายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ยต่อรายจ่ายจากการใช้ปุ๋ย หรือค่า Value to Cost Ratio (VCR) หากค่า VCR มากกว่า 2 แสดงว่ามีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ (Pevaiz et al., 2004) จากผลผลิตเฉลี่ยที่ได้จากการทดลองทั้ง 3 ปี ราคาขายเมล็ดถั่วเหลืองกิโลกรัมละ 17.37 บาท (ราคาเฉลี่ยในเดือนเมษายน 2562 2563 และ 2564) (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564) พบว่า กรรมวิธีที่มีค่า VCR มากกว่า 2 คือ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเพียงอย่างเดียว มีค่า VCR เท่ากับ 17.4 ดังนั้นกรรมวิธีนี้จึงมีความคุ้มค่าต่อการลงทุนมากที่สุด ส่วนกรรมวิธีอื่น ๆ มีค่า VCR อยู่ระหว่าง -1.2 ถึง 1.9 จึงไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน (Table 5) เมื่อพิจารณาผลผลิตเฉลี่ยทั้ง 3 ปีที่ได้จะเห็นว่ากรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ให้ผลลิตสูง แต่การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ต้องใช้ในปริมาณมาก ทำให้มีต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น จึงทำให้ผลตอบแทนที่ได้ไม่คุ้มค่าตอการลงทุน

<u>ผลการทดลองฤดูฝนปี 2562 และ 2564</u>

เนื่องจากในปี 2563 งบประมาณถูกปรับลด จึงไม่ได้ดำเนินการทดลองในฤดูฝน

การเจริญเติบโต

การเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูง และจำนวนข้อ ที่ระยะเก็บเกี่ยว พบว่า ในปี 2562 ความสูงข้อต่อไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ทั้งการใส่และไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม และ การใส่ปุ๋ยอัตราแตกต่างกัน รวมทั้งไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมของทั้งสองปัจจัยเช่นกัน โดยมีความสูงเฉลี่ย 99.2 เซนติเมตร ในปี 2564 มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ในการใส่ปุ๋ยอัตราแตกต่างกันเท่านั้น โดยกรรมวิธีที่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมัก อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ มีความสูงมากที่สุด คือ 106.5 เซนติเมตร และไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ และกรรมวิธีที่การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยมูลวัว อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ รวมทั้งไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมของปัจจัยการใส่ปัยชีวภาพไรโซเบียม และ การใส่ปุ๋ยอัตราแตกต่างกัน (Table 6)

กรมวิชาการเกษตร

ส่วนจำนวนข้อต่อต้น พบว่าในทั้ง 2 ปี (2562 และ 2564) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ทั้งปัจจัยการใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม และ ปัจจัยการใส่ปุ๋ยอัตราแตกต่างกัน รวมทั้งไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมของทั้งสองปัจจัย โดยมีจำนวนข้อเฉลี่ย 15.5 และ 15.3 ข้อ ตามลำดับ (Table 6)

ผลผลิต องค์ประกอบของผลผลิตและดัชนีเก็บเกี่ยว

ผลผลิต พบว่า.ในทั้ง 2 ปี (2562 และ 2564) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ทั้งการใส่และไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม และ การใส่ปุ๋ยอัตราแตกต่างกัน รวมทั้งไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมของทั้งสองปัจจัย โดยมีผลผลิตเฉลี่ย 434 และ 233 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (Table 7)

องค์ประกอบของผลผลิต (Table 7) ได้แก่ จำนวนต้นต่อไร่ จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนัก 100 เมล็ด พบว่าในทั้ง 2 ปี (2562 และ 2564) มีจำนวนต้นต่อไร่ จำนวนเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนัก 100 เมล็ด ไม่ต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ทั้งการใส่และไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม และ การใส่ปุ๋ยอัตราแตกต่างกัน รวมทั้งไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมของทั้งสองปัจจัย โดยมีจำนวนต้นต่อไร่เฉลี่ย 48,120 และ 48,469 ต้น ตามลำดับ จำนวนเมล็ดต่อฝักเฉลี่ย 2.04 และ 1.91 เมล็ด ตามลำดับ และน้ำหนัก 100 เฉลี่ย 17.0 และ 14.7 กรัมตามลำดับ (Table 7)

ส่วนจำนวนฝักต่อต้นในปี 2562 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ทั้งการใส่และไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม และ การใส่ปุ๋ยอัตราแตกต่างกัน รวมทั้งไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมของทั้งสองปัจจัย โดยมีค่าเฉลี่ย 38.7 ฝัก และ ในปี 2564 พบความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05) เฉพาะปัจจัยการใส่ปุ๋ยอัตราแตกต่างกัน โดยพบว่า กรรมวิธีที่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมัก อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ มีจำนวนฝักต่อต้นมากที่สุด คือ 47.1 และ 46.3 ฝักต่อต้น ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยมูลวัว อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ (45.8 ฝักต่อต้น) (Table 7)

ซึ่งเห็นได้ว่าองค์ประกอบผลผลิตมีลักษณะที่ยืดหยุ่นทดแทนและชดเชยซึ่งกันและกันได้ กล่าวคือ เมื่อองค์ประกอบผลผลิตหนึ่งลดลงผลผลิตอาจจะไม่ลดลง เพราะว่าผลผลิตนั้นถูกชดเชยด้วยองค์ประกอบอื่นที่เพิ่มขึ้น (เฉลิมพล, 2542)

สำหรับดัชนีเก็บเกี่ยว พบว่าในทั้ง 2 ปี (2562 และ 2564) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ทั้งการใส่และไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม และ การใส่ปุ๋ยอัตราแตกต่างกัน รวมทั้งไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมของทั้งสองปัจจัยเช่นกัน โดยมีดัชนีเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 0.44 และ 0.39 ตามลำดับ (Table 7)

ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์

ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ โดยใช้อัตราส่วนระหว่างรายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ยต่อรายจ่ายจากการใช้ปุ๋ย หรือค่า Value to Cost Ratio (VCR) จากผลผลิตเฉลี่ยที่ได้จากการทดลองทั้ง 2 ปี ราคาขายเมล็ดถั่วเหลืองกิโลกรัมละ 15.37 บาท (ราคาเฉลี่ยในเดือนพฤศจิกายน 2562 และ 2564) พบว่า ทุกกรรมวิธีมีค่า VCR น้อยกว่า 2 โดยมีค่า VCR อยู่ระหว่าง-33.2 ถึง 0.5 (Table 8) ดังนั้นในฤดูฝนจึงไม่มีกรรมวิธีใดที่มีความคุ้มค่าต่อการลงทุน

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

Table 1 Characteristics of soil quality before and after harvesting soybean at Chiang Mai Field Crops Research Center in dry and rainy seasons 2019-2021

Treatment	Soil quality			
	pH [1/]	OM (%)[2/]	Avai P (mg/kg) [3/]	Avai K (mg/kg) [4/]
Before planting soybean	6.6	0.64	146	41
After harvesting soybean				
- dry season 2019				
1	6.1	0.34	118	29
2	6.2	0.50	100	27
3	6.2	0.64	148	35
4	6.8	0.50	108	36
5	6.8	0.54	173	34
6	6.4	0.50	170	45
7	6.0	0.47	153	24
8	6.1	0.50	154	33
9	6.2	0.57	147	28
10	6.7	0.70	159	36
11	6.4	0.23	150	30
12	6.8	0.50	113	30
- rainy season 2019				
1	7.6	0.44	111	111
2	6.5	0.10	164	62
3	6.2	0.30	118	31
4	6.4	0.17	111	34
5	6.6	0.40	169	44
6	6.7	0.50	176	63
7	6.4	0.50	118	63
8	6.5	0.44	128	50
9	6.5	0.40	159	72
10	6.6	0.57	178	94
11	6.0	0.17	138	44
12	6.5	0.50	116	24
- dry season 2020				
1	6.7	0.54	98	25
2	6.5	0.54	109	27
3	6.4	0.64	117	29
4	6.7	0.74	175	69
5	7.1	0.50	214	42
6	6.9	0.74	163	82

Treatment: 1. RhB, 2. RhB +Fertilizer based on soil testing, 3. RhB +0.5 Fertilizer based on soil testing, 4. RhB +0.5 Fertilizer based on soil testing + Cow manure, 5. RhB +0.5 Fertilizer based on soil testing + Chicken manure, 6. RhB +0.5 Fertilizer based on soil testing + Compost, 7. No RhB, 8. No RhB + Fertilizer based on soil testing, 9. No RhB + 0.5 Fertilizer based on soil testing, 10.) No RhB +0.5 Fertilizer based on soil testing + Cow manure, 11.) No RhB +0.5 Fertilizer based on soil testing + Chicken manure, 12.) No RhB +0.5 Fertilizer based on soil testing + Compost

[1/] Peech (1965), [2/] Walkley and Black (1947), [3/] Bray and Kurtz. (1945) and [4/] Jongrak (2541)

กรมวิชาการเกษตร

Table 1 (continued)

Treatment	Soil quality			
	pH [1/]	OM (%)[2/]	Avai P (mg/kg) [3/]	Avai K (mg/kg) [4/]
After harvesting soybean				
- dry season 2020				
7	6.9	0.54	102	22
8	6.4	0.47	113	27
9	6.4	0.47	107	26
10	6.8	0.50	156	42
11	6.8	0.67	219	41
12	7.0	0.64	169	87
- dry season 2021				
1	6.6	0.47	102	16
2	6.1	0.50	149	22
3	6.4	0.50	119	19
4	6.5	0.74	184	61
5	6.8	0.67	256	37
6	7.0	0.57	215	63
7	6.7	0.57	110	21
8	6.3	0.57	114	23
9	6.2	0.40	120	21
10	6.6	0.74	181	51
11	7.0	0.50	228	46
12	6.9	1.21	252	103
- rainy season 2021				
1	6.5	0.37	74	18
2	6.4	0.40	107	36
3	6.5	0.34	118	24
4	6.6	0.40	131	57
5	7.5	1.17	398	64
6	7.0	0.57	131	50
7	6.6	2.24	113	36
8	6.3	0.67	120	30
9	6.0	0.44	105	36
10	6.6	0.64	172	67
11	7.2	0.84	452	68
12	6.9	0.77	194	73

Treatment: 1. RhB, 2. RhB +Fertilizer based on soil testing, 3. RhB +0.5 Fertilizer based on soil testing, 4. RhB +0.5 Fertilizer based on soil testing + Cow manure, 5. RhB +0.5 Fertilizer based on soil testing + Chicken manure, 6. RhB +0.5 Fertilizer based on soil testing + Compost, 7. No RhB, 8. No RhB + Fertilizer based on soil testing, 9. No RhB + 0.5 Fertilizer based on soil testing, 10.) No RhB +0.5 Fertilizer based on soil testing + Cow manure, 11.) No RhB +0.5 Fertilizer based on soil testing + Chicken manure, 12.) No RhB +0.5 Fertilizer based on soil testing + Compost

[1/] Peech (1965), [2/] Walkley and Black (1947), [3/] Bray and Kurtz. (1945) and [4/] Jongrak (2541) 6.6

กรมวิชาการเกษตร

Table 2 Plant height at harvesting, number of nodes per plant, yield and yield component of soybean on different application of rhizobium biofertilizer (RhB) and fertilizer rate at Chiang Mai Field Crops Research Center in the dry seasons, 2019-2021

	Plant height at harvesting (cm)			No. of node/ plant		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
Biofertilizer (A)						
1. RhB	44.7	57.4	54.0	9.8 b	11.0	11.7
2. No RhB	45.8	56.6	52.6	10.2 a	11.0	10.9
Fertilizer (B)						
1. No fertilizer	43.7	56.0 abc	51.6 b	9.7	10.9	10.9
2. Based on soil testing	42.5	54.3 c	50.1 b	9.9	11.0	10.8
3. 0.5 Based on soil testing	44.2	55.4 bc	49.0 b	9.9	11.1	10.7
4. 0.5 Based on soil testing + Cow manure	46.1	59.1 a	57.5 a	10.0	10.9	13.2
5. 0.5 Based on soil testing+ Chicken manure	47.6	57.9 ab	53.7 ab	10.2	11.0	11.2
6. 0.5 Based on soil testing + Compost	47.4	59.4 a	57.7 a	10.3	11.0	11.1
Mean	45.3	57.0	53.3	10.0	11.0	11.3
F-test A	ns	Ns	ns	**	ns	ns
F-test B	ns	*	**	ns	ns	ns
F-test A*B	ns	Ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	7.6	5.2	8.5	4.2	4.5	15.5

ns = not significant, * = significant at P< 0.05, ** = significant at P< 0.01

กรมวิชาการเกษตร

Table 3 Yield and yield component of soybean on different application of rhizobium biofertilizer (RhB) and fertilizer rate at Chiang Mai Field Crops Research Center in the dry seasons, 2019-2021.

	Yield (kg/rai)			No. of plants /Rai			No. of pods /plant			No. of seeds /pod		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021
Biofertilizer (A)												
1. RhB	466	517	458	48,244	48,222	49,900	32.1 b	35.4	37.9	2.21	2.13	2.17 b
2. No RhB	460	500	454	47,922	47,878	49,167	36.7 a	34.8	39.2	2.20	2.17	2.21 a
Fertilizer (B)												
1. No fertilizer	403 c	473 b	438	48,167	48,067	49,733	27.8 d	32.2	34.8 bc	2.20	2.10	2.15 c
2. Based on soil testing	418 c	432 b	448	48,067	47,900	46,600	34.3 bc	36.6	35.5 bc	2.21	2.12	2.25 a
3. 0.5 Based on soil testing	441 bc	482 b	422	47,900	48,200	51,567	32.2 c	35.9	33.4 c	2.21	2.13	2.23 ab
4. 0.5 Based on soil testing + Cow manure	545 a	543 a	481	48,100	48,333	50,433	36.5 ab	34.9	43.4 a	2.18	2.21	2.18 bc
5. 0.5 Based on soil testing+ Chicken manure	526 ab	563 a	487	48,100	47,967	50,000	37.1 ab	35.6	44.4 a	2.22	2.15	2.13 c
6. 0.5 Based on soil testing + Compost	442 bc	555 a	459	48,167	47,833	48,867	38.6 a	35.4	40.1 ab	2.22	2.20	2.17 c
Mean	463	508	456	48,083	48,050	49,533	34.4	35.1	38.6	2.21	2.15	2.19
F-test A	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	*
F-test B	*	**	ns	ns	ns	ns	**	ns	**	ns	ns	**
F-test A*B	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**
CV (%)	17.1	9.6	13.1	1.5	1.9	7.64	9.9	12.5	12.6	4.2	5.3	2.5

ns = not significant, * = significant at P< 0.05, ** = significant at P< 0.01

กรมวิชาการเกษตร

Table 3 (Continued)

	100 seed wt. (g)			HI		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
Biofertilizer (A)						
1. RhB	17.6	17.0	16.5	0.57	0.58	0.59
2. No RhB	17.7	16.8	16.6	0.55	0.60	0.59
Fertilizer (B)						
1. No fertilizer	17.2 bc	17.0 ab	17.1 a	0.60	0.64	0.61
2. Based on soil testing	16.8 c	16.2 b	16.0 c	0.57	0.62	0.58
3. 0.5 Based on soil testing	18.0 a	16.2 b	16.4 bc	0.53	0.60	0.62
4. 0.5 Based on soil testing + Cow manure	18.1 a	17.4 a	16.8 ab	0.56	0.56	0.58
5. 0.5 Based on soil testing+ Chicken manure	17.7 ab	17.6 a	16.3 c	0.53	0.56	0.57
6. 0.5 Based on soil testing + Compost	18.1 a	17.0 ab	16.5 bc	0.56	0.54	0.58
Mean	17.6	16.9	16.5	0.56	0.59	0.59
F-test A	Ns	ns	ns	ns	ns	ns
F-test B	*	*	**	ns	ns	ns
F-test A*B	Ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	3.9	4.2	2.5	8.9	14.1	7.7

ns = not significant, * = significant at P< 0.05, ** = significant at P< 0.01

กรมวิชาการเกษตร

Table 4 No. of seeds per pod of soybean on different application of rhizobium biofertilizer (RhB) and fertilizer rate at Chiang Mai Field Crops Research Center in the dry seasons, 2020

Fertilizer\ Biofertilizer	RhB	No RhB
No fertilizer	2.10 cd	2.20 b
Based on soil testing	2.20 b	2.30 a
0.5 Based on soil testing	2.13 bcd	2.33 a
0.5 Based on soil testing + Cow manure	2.17 bc	2.20 b
0.5 Based on soil testing+ Chicken manure	2.20 b	2.07 d
0.5 Based on soil testing + Compost	2.20 b	2.13 bcd
CV (%)	2.5	

Mean in the same column and row followed by a common letter are not significantly different at P<0.05 by DMRT

กรมวิชาการเกษตร

Table 5 Yield, income, Increased income from fertilizer use, Cost of fertilizer and Value to Cost of Ratio (VCR) of soybean on different application of rhizobium biofertilizer (RhB) and fertilizer rate at Chiang Mai Field Crops Research Center in the dry seasons, 2019-2021.

Treatments	Yield (kg/rai)	Income (baht/rai) [1/]	Increased income from fertilizer use (baht/rai)	Cost of fertilizer (baht/rai) [2/]	VCR[3/]
1. No RhB	417	7,382		-	
2. No RhB + Fertilizer based on soil testing	397	7,348	- 35	648	-0.1
3. No RhB + 0.5 Fertilizer based on soil testing	439	6,983	- 400	324	-1.2
4. No RhB +0.5 Fertilizer based on soil testing + Cow manure	529	8,598	1,216	2,018	0.6
5. No RhB +0.5 Fertilizer based on soil testing + Chicken manure	501	8,199	816	1,013	0.8
6. No RhB +0.5 Fertilizer based on soil testing + Compost	500	8,807	1,424	5,324	0.3
7. RhB	434	7,817	434	25	17.4
8. RhB +Fertilizer based on soil testing	454	8,251	869	458	1.9
9. RhB +0.5 Fertilizer based on soil testing	446	7,678	295	242	1.2
10. RhB +0.5 Fertilizer based on soil testing + Cow manure	498	8,112	730	1,935	0.4
11. RhB +0.5 Fertilizer based on soil testing + Chicken manure	537	8,720	1,337	930	1.4
12. RhB +0.5 Fertilizer based on soil testing + Compost	455	7,139	- 243	5,185	0.0

[1/] Soybean farm price 17.37 baht/kg (www.oae.go.th (25 October 2021**),** Average Price 3 years in April (2019) April (2020) and April, 2021**.**

[2/] Biofertilizer price: rhizobium biofertilizer = 25 baht/pack (1 pack per 10-12 kg of seed), Chemical fertilizer prices: 46-0-0 = 11 baht/kg, 0-46-0 = 19 baht/kg and 0-0-60 = 15.8 baht/kg, Organic fertilizer prices: Cow manure = 1.75 baht/kg, Chicken manure = 1.49 baht/kg, Compost = 5 baht/kg

[3/] VCR =The profit from the fertilizer implementation/the cost of fertilizer implementation (critical value = 2.0)

กรมวิชาการเกษตร

Table 6 Plant height at harvesting and number of nodes per plant of soybean on different application of rhizobium biofertilizer (RhB) and fertilizer rate at Chiang Mai Field Crops Research Center in the rainy seasons, 2019 and 2021.

Treatments	plant height at harvesting (cm)		No. of node/ plant	
	2019	2021	2019	2021
Biofertilizer (A)				
1.RhB	98.0	96.8	15.3	15.7
2.No RhB	100.5	98.1	15.7	14.9
Fertilizer (B)				
1. No fertilizer	99.8	89.9 c	15.5	15.1
2. Based on soil testing	97.0	94.7 bc	15.1	14.6
3. 0.5 Based on soil testing	94.0	91.7 bc	15.6	15.0
4. 0.5 Based on soil testing + Cow manure	100.0	100.9 ab	15.4	15.6
5. 0.5 Based on soil testing+ Chicken manure	101.2	101.2 ab	15.8	16.5
6. 0.5 Based on soil testing + Compost	103.8	106.5 a	15.8	15.0
Mean	99.2	97.5	15.5	15.3
F-test A	ns	ns	ns	ns
F-test B	ns	*	ns	ns
F-test A*B	ns	ns	ns	ns
CV (%)	7.0	8.9	5.1	12.4

ns = not significant, * = significant at P< 0.05, ** = significant at P< 0.01

กรมวิชาการเกษตร

Table 7 Yield and yield component of soybean on different application of rhizobium biofertilizer (RhB) and fertilizer rate at Chiang Mai Field Crops Research Center in the rainy seasons, 2019 and 2021.

Treatments	Yield (kg/rai)		No. of plants /Rai		No. of pods /plant		No. of seeds /pod		100 seed wt. (g)		HI	
	2019	2021	2019	2021	2019	2021	2019	2021	2019	2021	2019	2021
Biofertilizer (A)												
RhB	432	231	48,209	47,839	37.9	38.9	2.02	1.89	17.0	14.4	0.45	0.39
No RhB	442	234	48,032	49,100	39.5	42.1	2.06	1.93	17.0	14.9	0.43	0.40
Fertilizer (B)												
No fertilizer	411	251	48,367	48,100	37.9	35.6 c	2.09	1.90	16.5	15.0	0.46	0.44
Based on soil testing	452	212	47,995	47,350	33.0	30.9 c	2.07	1.93	16.6	15.0	0.44	0.38
0.5 Based on soil testing	375	201	48,037	50,800	35.9	37.3 bc	1.97	1.89	16.0	14.5	0.44	0.36
0.5 Based on soil testing + Cow manure	462	233	47,997	48,333	44.2	45.8 ab	2.02	1.89	17.4	14.5	0.43	0.39
0.5 Based on soil testing + Chicken manure	495	243	48,344	47,967	40.3	46.3 a	2.00	1.93	18.2	14.5	0.46	0.41
0.5 Based on soil testing + Compost	427	256	47,983	48,267	40.8	47.1 a	2.07	1.93	17.3	14.6	0.39	0.40
Mean	437	233	48,120	48,469	38.7	40.5	2.04	1.91	17.0	14.7	0.44	0.39
F-test A	ns	ns	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
F-test B	ns	ns	Ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
F-test A*B	ns	ns	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	20.8	17.9	1.3	6.77	16.1	17.7	3.6	7.7	5.0	10.3	13.0	19.1

ns = not significant, * = significant at P< 0.05, ** = significant at P< 0.01

กรมวิชาการเกษตร

Table 8 Yield, income, Increased income from fertilizer use, Cost of fertilizer and Value to Cost of Ratio (VCR) of soybean on different application of rhizobium biofertilizer (RhB) and fertilizer rate at Chiang Mai Field Crops Research Center in the rainy seasons, 2019 and 2021.

Treatments	Yield (kg/rai)	Income (baht/rai) [1/]	Increased income from fertilizer use (baht/rai)	Cost of fertilizer (baht/rai) [2/]	VCR [3/]
No RhB	359	5,518		-	
No RhB + Fertilizer based on soil testing	357	5,487	- 31	648	0.0
No RhB + 0.5 Fertilizer based on soil testing	281	4,319	- 1,199	324	- 3.7
No RhB +0.5 Fertilizer based on soil testing + Cow manure	334	5,134	- 384	2,018	- 0.2
No RhB +0.5 Fertilizer based on soil testing + Chicken manure	348	5,349	- 169	1,013	- 0.2
No RhB +0.5 Fertilizer based on soil testing + Compost	351	5,395	- 123	5,324	- 0.0
RhB	305	4,688	- 830	25	- 33.2
RhB +Fertilizer based on soil testing	307	4,719	- 799	458	- 1.7
RhB +0.5 Fertilizer based on soil testing	295	4,534	- 984	242	- 4.1
RhB +0.5 Fertilizer based on soil testing + Cow manure	362	5,564	46	1,935	0.0
RhB +0.5 Fertilizer based on soil testing + Chicken manure	391	6,010	492	930	0.5
RhB +0.5 Fertilizer based on soil testing + Compost	332	5,103	- 415	5,185	- 0.1

[1/] Soybean farm price 15.37 baht/kg (www.oae.go.th (21 December 2021**),** Average Price 2 years in November (2019) and November (2021).

[2/] Biofertilizer price: rhizobium biofertilizer = 25 baht/pack (1 pack per 10-12 kg of seed)

Chemical fertilizer prices: 46-0-0 = 11 baht/kg, 0-46-0 = 19 baht/kg and 0-0-60 = 15.8 Baht/kg.

Organic fertilizer prices: Cow manure = 1.75 baht/kg, Chicken manure = 1.49 baht/kg, Compost = 5 baht/kg

[3/] VCR =The profit from the fertilizer implementation/the cost of fertilizer implementation (critical value = 2.)

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

1.14 ศึกษาผลของการจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในระบบการปลูกถั่วเหลืองหลังนาต่ออัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าวในดินร่วนปนทราย จังหวัดเชียงใหม่

เมื่อวิเคราะห์เนื้อดินในแปลงทดสอบ พบว่าเป็นดินร่วนปนทราย มีองค์ประกอบเป็นทราย 56 – 64 เปอร์เซ็นต์ ทรายแป้ง 17 – 28 เปอร์เซ็นต์ และดินเหนียว 14 – 19 เปอร์เซ็นต์ การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินก่อนการปลูกถั่วเหลืองและข้าวในแต่ละปีที่ทำการเพาะปลูก พบว่า ในปี 2562-2564 ดินมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 5.6 – 7.0 โดยในปี 2562 มีค่าเฉลี่ยค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 6.0 ในปี 2563 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.6 ส่วนในปี 2564 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.3 ปริมาณอินทรียวัตถุในดินก่อนเพาะปลูกถั่ว-ข้าวในแต่ละกรรมวิธีภายในแต่ละปีไม่มีความแตกต่างกัน เมื่อพิจารณาทั้ง 3 ปีร่วมกัน พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (เฉลี่ยในทุกกรรมวิธี) ก่อนปลูกข้าวในปี 2563 (R2020) มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 0.94 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับปริมาณอินทรียวัตถุในดินปีอื่น ๆ รองลงมาคือในดินก่อนปลูกถั่ว ปี 2564 และในดินก่อนปลูกข้าว ปี 2562 (Figure 1) โดยปริมาณอินทรียวัตถุโดยเฉลี่ยทั้ง 3 ปี มีค่าอยู่ในระดับน้อยเท่ากับ 0.64 – 0.95 เปอร์เซ็นต์ ชี้ให้เห็นว่ามีการสะสมปริมาณอินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้นเมื่อมีการไถกลบเศษซากพืชอย่างต่อเนื่องในแต่ละฤดูการปลูกข้าว-ถั่วเหลือง ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกันกับงานวิจัยของ Sadeghi and Bahrani (2009) ที่ทดสอบผลของการไถกลบเศษซากพืชร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนต่อผลผลิตข้าวสาลี ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ในระดับปานกลางเท่ากับ 107 – 138 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับปานกลางเท่ากับ 44 – 69 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Figure 2) จะสังเกตได้ว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินและโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีแนวโน้มลดลงตั้งแต่ปี 2562-2564 เนื่องจากแปลงทดลองที่ใช้เดิมเป็นพื้นที่ผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองจึงมีการใช้ปุ๋ยเคมีในปริมาณที่มากกว่า งานวิจัยนี้เน้นการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินซึ่งตรงตามระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินและตรงตามความต้องการของพืชตระกูลถั่ว (กรมวิชาการเกษตร, 2553) และลดอัตราการใช้ปุ๋ยลงตามกรรมวิธี ปริมาณธาตุอาหารที่เหลืออยู่ในดินแต่ละปีจึงถูกพืชดูดใช้เพื่อการเจริญเติบโตในฤดูปลูกถัดไป

ปริมาณเชื้อไรโซเบียมในดินก่อนการปลูกถั่วเหลืองและข้าวในช่วงปี 2562-2564 มีค่าอยู่ระหว่าง 3 – 194.08 เซลล์ต่อกรัมของดินแห้ง ซึ่งเป็นค่าปกติในดินทั่วไปที่มีเชื้อไรโซเบียมในปริมาณต่ำ กรมวิชาการเกษตรจึงแนะนำให้มีการคลุกเมล็ดด้วยปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมก่อนปลูกพืชตระกูลถั่วทุกครั้ง เพื่อเพิ่มโอกาสให้เชื้อในการเข้าสู่รากเมื่อเมล็ดงอกและสร้างปมราก จำนวนปมรากถั่วเหลืองในกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม (-NPK) มีปริมาณน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินและไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม (+NPK) หรือกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทชตามค่าวิเคราะห์ดินและคลุกเมล็ดถั่วด้วยปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม (PK+Rhizobium) (Figure 3) ทุกกรรมวิธีในปี 2562 มีจำนวนปมรากน้อยกว่าปี 2563 และ 2564 เนื่องจากเป็นปีแรกที่มีการปลูกถั่วเหลืองในพื้นที่ กรรมวิธีที่ไม่มีการใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเป็นการเข้าสู่รากของเชื้อไรโซเบียมท้องถิ่นและมีการสะสมปริมาณเชื้อไรโซเบียมในพื้นที่ไปยังปีต่อไป ขณะที่กรรมวิธีที่ 2 ซึ่งแม้ไม่มีการใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเช่นกัน แต่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและพบการสร้างปมรากมากกว่า สอดคล้องกับ da Silva *et al.* (1993) ที่พบว่าการให้ปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณต่ำในพื้นที่ที่มีปริมาณเชื้อไรโซเบียมท้องถิ่นอยู่น้อยจะช่วยกระตุ้นให้เกิดการสร้างปมราก เช่นเดียวกับ Argaw and Tsigie (2015) ที่พบว่าในดินที่มีปริมาณเชื้อไรโซเบียมต่ำ การใส่เชื้อไรโซเบียมร่วมกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 20 และ 40 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ ช่วยเพิ่มจำนวนปมรากมากกว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพียงอย่างเดียว ส่วนการตรึงไนโตรเจนของไรโซเบียมในปมรากมีค่าสูงที่สุดในปี 2564 โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 37.33 – 45.34 ไมโครโมลล์เอทิลีนต่อต้นต่อชั่วโมง (Figure 4) ค่าการตรึงไนโตรเจนของเชื้อไรโซเบียมในกรรมวิธีที่มีการใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม (PK+Rhizobium) ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (+NPK) เพียงอย่างเดียว เนื่องจากแปลงทดลองที่ใช้เดิมเป็นพื้นที่ปลูกถั่วเหลือง จึงมีเชื้อไรโซเบียมท้องถิ่น (indigenous rhizobia) อยู่ จึงมีการสร้างปมรากและเกิดการตรึงไนโตรเจนได้แม้ไม่มีการใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม แต่เมื่อพื้นที่ดังกล่าวร้างจากการปลูกพืชวงศ์ถั่วซึ่งเป็นพืชอาศัยของเชื้อไรโซเบียม เชื้อไรโซเบียมท้องถิ่นจะมีปริมาณลดลง จึงควรมีการใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมซึ่งถือเป็นการใส่เชื้อไรโซเบียมเพิ่มเข้าไปในพื้นที่ (introduced rhizobia) เพื่อทำให้เกิดความหลากหลายของชนิดไรโซเบียมในพื้นที่และเพิ่มโอกาสการแข่งขันในการเข้าสู่รากพืชวงศ์ถั่ว (Okogun and Sanginga, 2003)

กรมวิชาการเกษตร

ความสูงของต้น จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนัก 100 เมล็ดและน้ำหนักต้นสดต่อไร่ของทุกกรรมวิธีภายในแต่ละปี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาร่วมกันทั้ง 3 ปี พบว่า ความสูงของต้น จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด น้ำหนักต้นสดต่อไร่ และผลผลิตเมล็ดในพื้นที่เก็บเกี่ยวในทุกกรรมวิธีของปี 2562 มีค่าน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับทุกกรรมวิธีในปี 2563-2564 (Table 9) เนื่องจากดำเนินการปลูกถั่วเหลืองในเดือนมกราคม ซึ่งล่าช้ากว่ากำหนดการปลูกตามปกติที่ควรปลูกในช่วงกลางเดือนพฤศจิกายนถึงปลายเดือนธันวาคม ทำให้ถั่วเหลืองถูกกระทบจากสภาพอากาศหนาวเย็น เมล็ดถั่วเหลืองงอกช้ากว่าปกติจากการดูดน้ำและกิจกรรมเมทาบอลิซึมของการสังเคราะห์แสงที่ลดลง (Van Heerden *et al*. 2003) ต้นชะงักการเจริญเติบโต ผลผลิตเมล็ดจึงลดลง (Mathew *et al*. 2000) อย่างไรก็ตามการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของแต่ละกรรมวิธีในปี 2562 ยังคงไม่มีความแตกต่างกันและเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับผลการทดลองในปี 2563-2564 เมื่อปลูกข้าวหลังการปลูกถั่วเหลืองในแต่ละ subplot พบว่า น้ำหนัก 100 เมล็ด และน้ำหนักของเมล็ดต่อไร่ในแต่ละ subplot ที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนอัตราต่าง ๆ กันของแต่ละปี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Figure 5) ในขณะที่ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดของต้นใบต่อไร่ในแต่ละปีของกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 100 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดินมีค่ามากกว่ากรรมวิธีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน แต่ไม่แตกต่างจากกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 25 หรือ 50 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (Figure 6) ดังนั้นการจัดการปุ๋ยเคมีและปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในการปลูกถั่วเหลืองก่อนการปลูกข้าว (main plot) ไม่มีผลต่อน้ำหนัก 100 เมล็ด น้ำหนักของเมล็ดต่อไร่ และน้ำหนักสดของต้นใบต่อไร่

ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 มีมวลน้ำหนักแห้งเฉลี่ยจากทุก ๆ กรรมวิธีของเมล็ด เท่ากับ 289.58 กิโลกรัมต่อไร่ ต้นและใบ เท่ากับ 256.20 กิโลกรัมต่อไร่ เปลือกฝัก เท่ากับ 374.86 กิโลกรัมต่อไร่ และราก เท่ากับ 73.59 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อคำนวนปริมาณของธาตุอาหารจากส่วนต่าง ๆ ของถั่วเหลือง (Table 10) พบว่า ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมจากส่วนของเมล็ดเท่ากับ 17.59, 4.25 และ 3.91 กิโลกรัมของ N, P_2O_5, K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ จากส่วนของต้นและใบ เท่ากับ 1.60, 0.79 และ 2.21 กิโลกรัมของ N, P_2O_5, K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ หากไม่มีการไถกลบเศษซากถั่วกลับลงไปในพื้นที่ปลูก ธาตุอาหารในพื้นที่มีโอกาสสูญหายโดยติดออกไปกับผลผลิต เช่น เมล็ด ต้นใบ และเปลือกฝัก ซึ่งต้องนำออกไปจากพื้นที่ทุก ๆ ฤดูปลูก เท่ากับ 21.54-5.67-11.19 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ต่อฤดูปลูก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใส่ปุ๋ยกลับลงไปในพื้นที่ปลูกเพื่อทดแทนปริมาณธาตุอาหารที่สูญหายไป ขณะที่ข้าวเหนียวพันธุ์สันป่าตอง 1 มีมวลน้ำหนักแห้งเฉลี่ยจากทุก ๆ กรรมวิธีของเมล็ด เท่ากับ 730 กิโลกรัมต่อไร่ ต้นและใบ เท่ากับ 1,137.92 กิโลกรัมต่อไร่ และราก เท่ากับ 266.50 กิโลกรัมต่อไร่ ดังนั้นเมื่อมีการไถกลบต้นใบและรากข้าวจะทำให้ธาตุอาหารกลับคืนสู่ดิน เท่ากับ 8.59-5.40-29.91 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ต่อฤดูปลูก

<u>สมดุลธาตุอาหารไนโตรเจนหลังการปลูกและไถกลบเศษซากถั่วเหลือง</u>

การวิเคราะห์สมดุลของธาตุอาหารในพื้นที่ปลูกถั่วเหลืองหลังการไถกลบเศษซากถั่ว โดยการใช้ค่าเฉลี่ยในแต่ละกรรมวิธีในปีที่ 1-3 (2562-2564) พบว่า ธาตุอาหารไนโตรเจนในพื้นที่มีค่าขาดดุลทุก ๆ กรรมวิธีของการจัดการปุ๋ยในการปลูกถั่ว โดยกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ (ใส่ปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทชตามค่าวิเคราะห์ดินและคลุกเมล็ดถั่วด้วยปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม) มีค่าขาดดุลเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 21.86 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ เนื่องจากมีการนำผลผลิตเมล็ดและต้นใบรวมถึงเปลือกฝักออกไปจากพื้นที่เพาะปลูกมากที่สุดและเป็นการไถกลบเพียงรากถั่วเหลืองลงในพื้นที่เท่านั้น รองลงคือกรรมวิธีควบคุมที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยชีวภาพ ซึ่งมีค่าขาดดุลเฉลี่ยเท่ากับ 19.98 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ในขณะที่กรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ (ใส่ปุ๋ยเคมี (N-P-K) ตามค่าวิเคราะห์ดิน) มีค่าขาดดุลธาตุอาหารไนโตรเจนน้อยที่สุด เท่ากับ 18.07 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ เนื่องจากมีการใส่ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนเข้าไปในพื้นที่ในอัตรา 3 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 11) จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าการนำผลผลิตเมล็ด ต้นใบ และเปลือกฝักของถั่วเหลืองออกไปจากพื้นที่เพาะปลูกทำให้ดินมีธาตุอาหารไนโตรเจนลดลง

กรมวิชาการเกษตร

สมดุลของธาตุอาหารไนโตรเจนหลังการปลูกแลไถกลบเศษซากข้าว

การวิเคราะห์สมดุลของธาตุไนโตรเจนหลังปลูก เก็บเกี่ยว และไถกลบเศษซากข้าว โดยการใช้ค่าเฉลี่ยในแต่ละกรรมวิธีในปีที่ 1-2 (2562-2563) พบว่า การปลูกข้าวเหนียวพันธุ์สันป่าตอง 1 ในแปลงที่เคยปลูกถั่วเหลืองที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยชีภาพในทุกกรรมวิธี (ชุดควบคุม) โดยไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนเมื่อทำการปลูกข้าว จะทำให้ธาตุอาหารไนโตรเจนในพื้นที่มีค่าติดลบหรือขาดดุลเฉลี่ยคิดเป็นเนื้อปุ๋ย 0.31 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ (Table 12) เนื่องจากปริมาณธาตุไนโตรเจนที่ใส่ลงไปในพื้นที่ (N input) มีเพียงปริมาณธาตุไนโตรเจนที่ใส่กลับลงไปในพื้นที่หลังการเก็บเกี่ยวซึ่งได้จากการไถกลบเศษซากต้นใบและรากข้าว (crop residue) เช่นเดียวกับการปลูกข้าวในแปลงที่เคยปลูกถั่วโดยการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และการปลูกข้าวในแปลงที่เคยปลูกถั่วโดยการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม เมื่อทำการปลูกข้าวโดยมีการจัดการปุ๋ยแบบไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนจะทำให้ธาตุอาหารไนโตรเจนในพื้นที่มีค่าติดลบหรือขาดดุลเฉลี่ยคิดเป็นเนื้อปุ๋ย 2.30 และ 0.51 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ในขณะที่การปลูกข้าวโดยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 6.5 13 และ 26 กิโลกรัมต่อไร่ ในทั้ง 3 กรรมวิธีของการจัดการปุ๋ยในการปลูกถั่วเหลือง ได้แก่ 1) การไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม 2) การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และ 3) การใส่ปุ๋ยเคมีในอัตรา 0-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม จะทำให้ธาตุอาหารไนโตรเจนในพื้นที่มีค่าเกินดุลเฉลี่ยเท่ากับ 6.28 14.31 และ 27.15 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ตามลำดับ จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าการปลูกข้าวเหนียวพันธุ์สันป่าตอง 1 โดยไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนทำให้ธาตุอาหารไนโตรเจนในพื้นที่ปลูกขาดดุล เมื่อมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในจำนวนเพิ่มขึ้นทำให้ธาตุไนโตรเจนในพื้นที่มีค่าเกินดุลเพิ่มมากขึ้น

อัตราส่วนระหว่างรายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ยต่อรายจ่ายจากการใช้ปุ๋ย (Value to Cost Ratio)

การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์จากการใช้อัตราส่วนระหว่างรายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ยต่อรายจ่ายจากการใช้ปุ๋ย หรือค่า Value to Cost Ratio (VCR) โดยใช้ค่าเฉลี่ยผลผลิตต่อไร่ในแต่ละกรรมวิธีของปีที่ 1-3 (2562-2564) หากค่า VCR มากกว่า 2 แสดงว่ามีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ (Pevaiz *et al.*, 2004) นั้น พบว่า การปลูกถั่วเหลืองโดยการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าแก่การลงทุนในดินร่วนปนทรายของศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ โดยให้ค่า VCR เท่ากับ 2.18 (Table 13) ส่วนการปลูกข้าวเหนียวพันธุ์สันป่าตอง 1 หลังจากการปลูกถั่วเหลืองทั้ง 3 กรรมวิธี พบว่า แปลงที่เคยปลูกถั่วเหลืองโดยไม่ใส่ปุ๋ยใด ๆ (ควบคุม) นั้นเมื่อปลูกข้าวโดยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 6.5 และ 26 กิโลกรัมต่อไร่ แล้วให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าแก่การลงทุนโดยให้ค่า VCR เท่ากับ 2.23 และ 4.46 ตามลำดับ ในขณะที่การปลูกข้าวในแปลงที่เคยปลูกถั่วเหลืองโดยใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และการปลูกข้าวในแปลงที่เคยปลูกถั่วเหลืองโดยใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม เมื่อปลูกข้าวโดยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 6.5 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าต่อการลงทุนมากที่สุด มีค่า VCR เท่ากับ 11.37 รองลงมาคือ กรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 13 และ 26 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมีค่า VCR เท่ากับ 7.35 และ 3.26 ตามลำดับ (Table 14) ดังนั้นในพื้นที่ดินร่วนปนทรายเกษตรกรจึงควรปลูกถั่วเหลืองด้วยการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม และทำการไถกลบต้นใบ เปลือกฝัก และรากถั่วเพื่อเพิ่มปริมาณธาตุและอินทรียวัตถุกลับคืนสู่พื้นที่ปลูก ก่อนปลูกข้าวด้วยการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 6.5-0-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ จะให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าต่อการลงทุนมากที่สุด และเป็นการรักษาศักยภาพของดินในการปลูกถั่วเหลืองสลับนาข้าวอย่างยั่งยืน

กรมวิชาการเกษตร

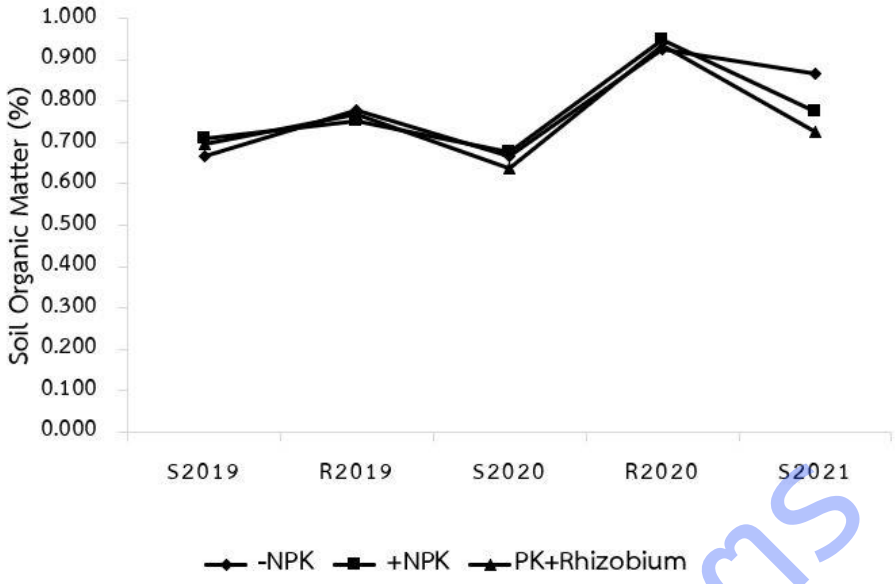

Figure 1 Soil organic matter of each main plot treatment before soybean (S) and rice (R) cultivation in 2019 – 2021

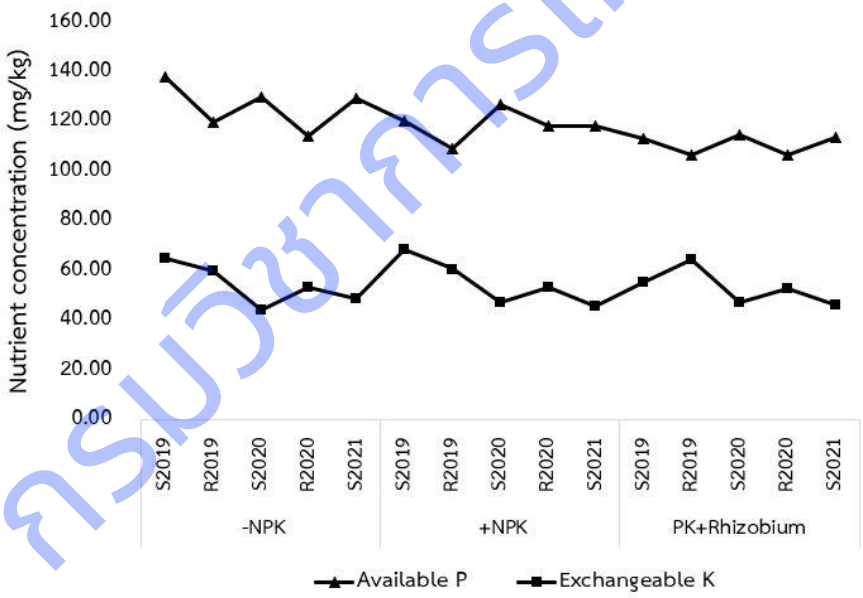

Figure 2 Available phosphorus and exchangeable potassium concentrations of each main plot treatment before soybean (S) and rice (R) cultivation in 2019 – 2021

กรมวิชาการเกษตร

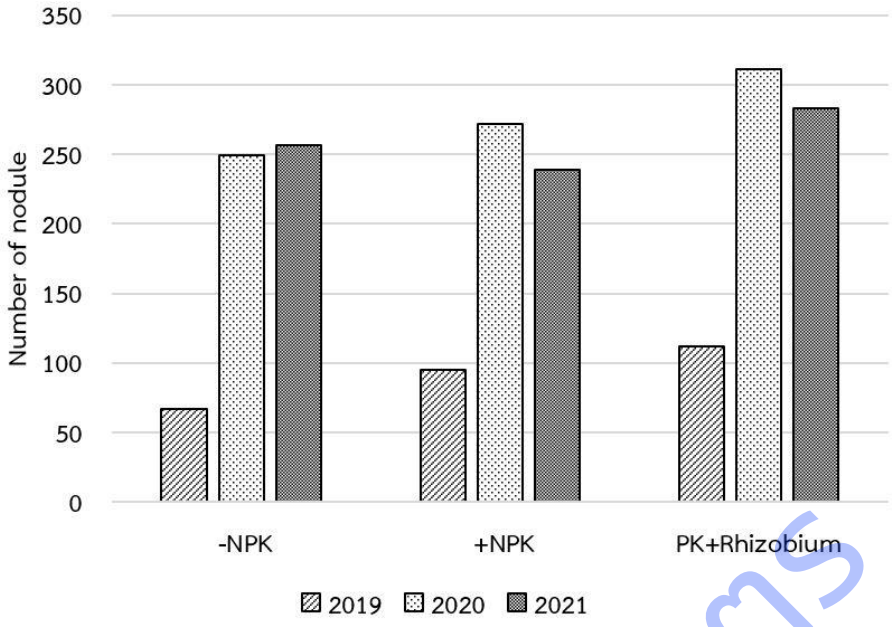

Figure 3 The number of nodules in soybean planted with 3 chemical fertilizer and rhizobium biofertilizer managements in 2019 – 2021

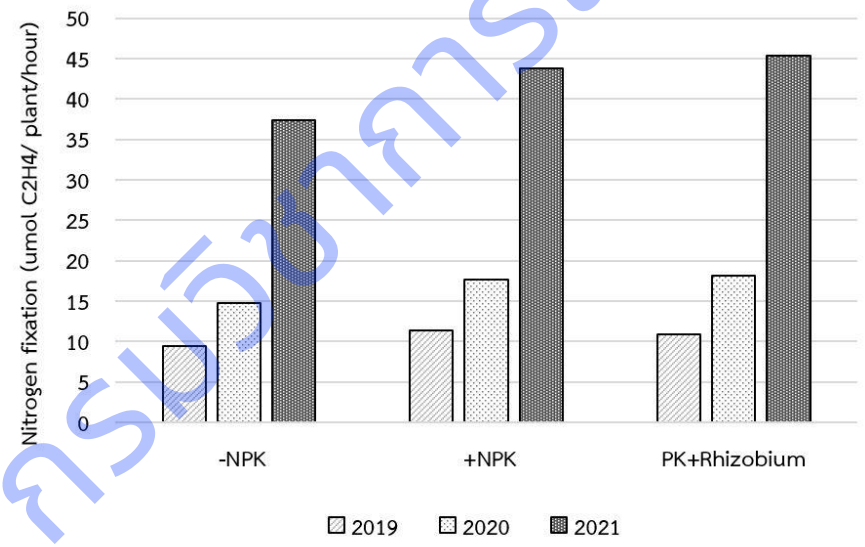

Figure 4 The nitrogen fixation rate of rhizobium in soybean nodules planted with 3 chemical fertilizer and rhizobium biofertilizer managements in 2019 – 2021

กรมวิชาการเกษตร

Table 9 Growth and yield component of Chiang Mai 60 soybean variety planted with 3 chemical fertilizer (NPK) and rhizobium biofertilizer managements in 2019-2021

Main plot Treatment	Height (cm)	Pod /stalk	Grain/plant	Weight of 100 grains (g)	Grain yield (kg/rai)	Shoot fresh weight (kg/rai)
- NPK 2019	24.33 b	12.48 c	23.35 c	14.15 b	185.63 c	426.25 d
- NPK 2020	45.40 a	32.43 a	67.78 a	18.23 a	376.25 a	957.50 ab
- NPK 2021	44.08 a	22.08 b	44.08 b	18.15 a	281.88 b	725.00 c
+ NPK 2019	25.05 b	14.58 c	27.90 c	13.93 b	183.75 c	431.88 d
+ NPK 2020	44.73 a	28.28 ab	61.50 a	18.08 a	381.88 a	1,037.50 a
+ NPK 2021	44.80 a	26.30 ab	54.00 ab	18.00 a	304.38 b	711.25 c
PK+Rhizobium 2019	23.55 b	12.65 c	23.90 c	14.90 b	169.38 c	433.75 d
PK+Rhizobium 2020	45.83 a	28.25 ab	59.13 ab	17.58 a	394.38 a	1,065.63 a
PK+Rhizobium 2021	48.30 a	27.73 ab	57.13 ab	18.03 a	328.75 ab	798.75 bc
F-test	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	12.0	21.0	21.5	4.1	15.9	14.9

Note: ** = significant at *P< 0.01*. Means in a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT.

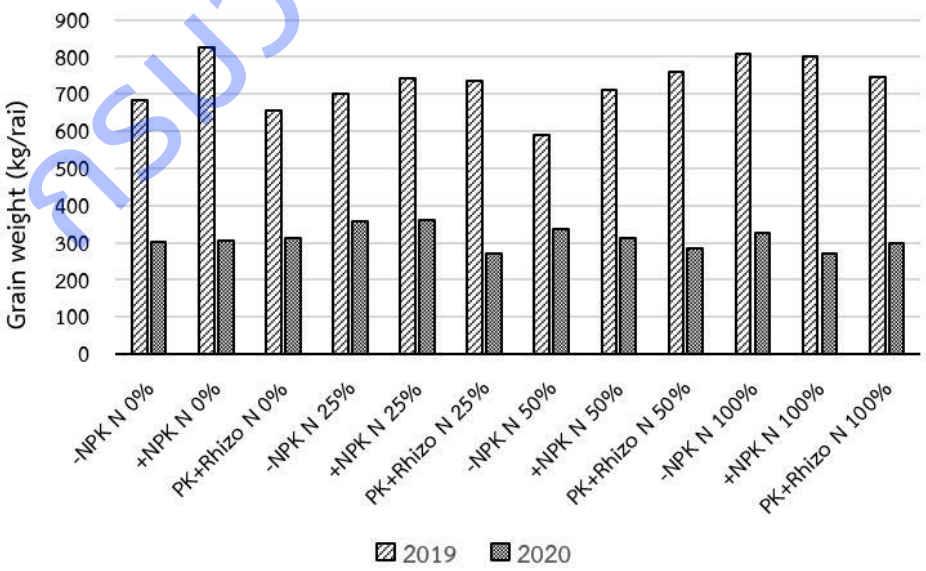

Figure 5 Grains weight of San Pa Tong 1 sticky rice variety when applied with 4 nitrogen fertilizer rates at 0, 25, 50 and 100 percent according to soil analysis recommendation

กรมวิชาการเกษตร

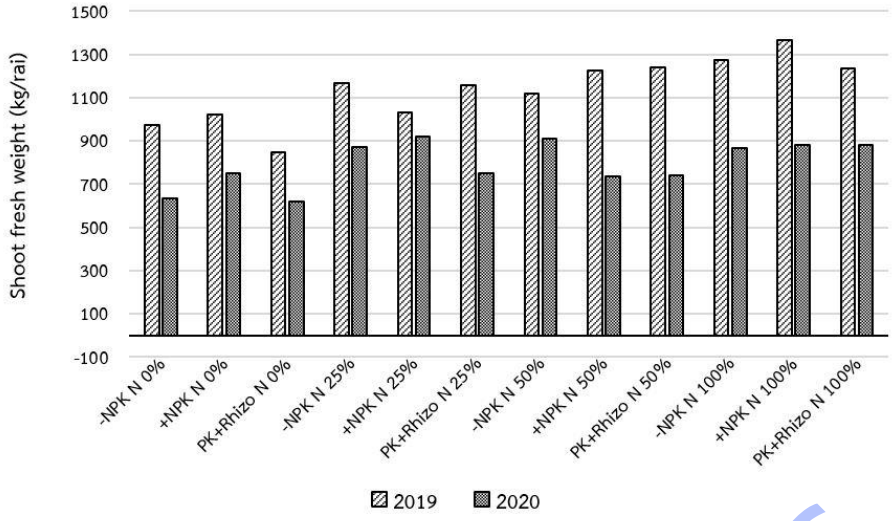

Figure 6 Shoot fresh weight of San Pa Tong 1 sticky rice variety when applied with 4 nitrogen fertilizer rates at 0, 25, 50 and 100 percent according to soil analysis recommendation

Table 10 Nutrient concentration in each part of soybean and rice planted in sandy loam soil (Average from all treatments)

Plant part	Dry matter (kg/rai)	Nutrient concentration (%)			Amount of nutrient (kg/rai)		
		N	P	K	N	P_2O_5	K_2O
Soybean Grain	289.58	6.08	0.64	1.13	17.59	4.25	3.91
Shoot	256.20	0.63	0.13	0.72	1.60	0.79	2.21
Pod shell	374.86	0.63	0.07	1.13	2.35	0.63	5.07
Root	73.59	0.81	0.07	0.45	0.59	0.11	0.40
Rice Grain	730.00	1.14	0.29	0.29	8.31	4.86	2.55
Shoot	1137.92	0.65	0.17	2.01	7.39	4.48	27.42
Root	266.50	0.45	0.15	0.78	1.20	0.92	2.49

Table 11 Nutrient balance of soybean after tillage (Average from each treatment in 2019-2021)

Treatments	Input		Loss		N balance
	crop fertilizer	crop residue	grain	pod shell + shoot	
1) control	0	0.59	17.21	3.36	-19.98
2) 3-3-3 กก. N-P_2O_5-K_2O /rai	3	0.58	17.41	4.24	-18.07
3) 0-3-3 กก. N-P_2O_5-K_2O /rai + Rhizobium	0	0.61	18.17	4.30	-21.86

Note: Input = amount of nitrogen added, Loss = amount of nitrogen lost, N Balance = Nitrogen balance (Input - Loss)

กรมวิชาการเกษตร

Table 12 Nutrient balance of rice after tillage (Average from each treatment in 2019-2020)

Main plot (M) / Subplot (S) Rice	Soybean (Control)				Soybean (3-3-3 kg N-P_2O_5-K_2O /rai)				Soybean (0-3-3 kg N-P_2O_5-K_2O /rai +Rhizobium)			
	Input		Loss	N Balance	Input		Loss	N Balances	Input		Loss	N Balance
	crop fertilizer	crop residue	grain		crop fertilizer	crop residue	gain		crop fertilizer	crop residue	gain	
1) control	0	6.06	6.37	-0.31	0	5.95	8.25	-2.30	0	5.59	6.10	-0.51
2) 6.5-0-0 kg N-P_2O_5-K_2O /rai	6.5	9.20	8.55	7.14	6.5	7.56	8.52	5.54	6.5	7.71	8.06	6.15
3) 13-0-0 kg N-P_2O_5-K_2O /rai	13	8.46	6.61	14.86	13	9.26	8.23	14.03	13	10.12	9.08	14.04
4) 26-0-0 kg N-P_2O_5-K_2O /rai	26	10.35	10.06	26.30	26	12.41	10.44	27.97	26	10.97	9.78	27.19

Note: Input = amount of nitrogen added, Loss = amount of nitrogen lost, N Balance = Nitrogen balance (Input - Loss)

Table 13 Economic return analysis of fertilizer application of soybean (Chiang Mai 60 soybean variety) cultivation in sandy loam soil, Chiang Mai province in 2020-2021 (Average yield from each treatment in 2019-2021)

Treatment	Yield (kg/rai)	Yield increase (kg/rai)	Cost of fertilizer[2/] (Baht/rai)	Increasing cost as compared to control (Baht/rai)	Return yield x price [1/] (Baht/rai)	Gross return	Net return	VCR
1) control	281.25	-	0	-	4,781.25	-	-	-
2) 3-3-3 kg N-P_2O_5-K_2O/rai	290.00	8.75	138	138	4,930.00	148.75	10.75	1.08
3) 0-3-3 kg N-P_2O_5-K_2O/rai + rhizobium	297.50	16.25	127	127	5,057.50	276.25	149.25	2.18

[1/] Soybean price = 17 baht/kg.

[2/] Chemical fertilizer price (urea 12 baht/kg, Triple Super Phosphate 21 baht/kg, Potassium chloride 13 baht/kg)

Biofertilizer price: rhizobium biofertilizer = 25 Baht/pack (1 pack per 10-12 kg. seed

กรมวิชาการเกษตร

Table 14 Economic return analysis of fertilizer application of rice (San Pa Tong 1 sticky rice variety) cultivation in sandy loam soil, Chiang Mai province in 2019-2020 (Average yield from each treatment in 2019-2020)

Subplot treatment	Yield (kg/rai)	Yield increase (kg/rai)	Cost of fertilizer[2/] (Baht/rai)	Increasing cost as compared to control (Baht/rai)	Return yield x price [1/] (Baht/rai)	Gross return	Net return	VCR
Soybean (control)								
1) control	683.46	-	0	-	7,518.06	-	-	-
2) 6.5-0-0 kg N-P_2O_5-K_2O/rai	699.26	15.80	78	78	7,691.86	173.80	95.80	2.23
3) 13-0-0 kg N-P_2O_5-K_2O/rai	588.64	-94.82	156	156	6,475.04	-1,043.02	-1,199.02	-6.69
4) 26-0-0 kg N-P_2O_5-K_2O/rai	809.88	126.42	312	312	8,908.68	1,390.62	1,078.62	4.46
Soybean (3-3-3 kg N-P_2O_5-K_2O/rai)								
1) control	825.68	-	0	-	9,082.48	-	-	-
2) 6.5-0-0 kg N-P_2O_5-K_2O/rai	742.42	-83.26	78	78	8,166.62	-915.86	-993.86	-11.74
3) 13-0-0 kg N-P_2O_5-K_2O/rai	711.11	-114.57	156	156	7,822.21	-1,260.27	-1,416.27	-8.08
4) 26-0-0 kg N-P_2O_5-K_2O/rai	801.98	-23.70	312	312	8,821.78	-260.70	-572.70	-0.84
Soybean (0-3-3 kg N-P_2O_5-K_2O/rai + rhizobium)								
1) control	654.22	-	0	-	7,196.42	-	-	-
2) 6.5-0-0 kg N-P_2O_5-K_2O/rai	734.81	80.59	78	78	8,082.91	886.49	808.49	11.37
3) 13-0-0 kg N-P_2O_5-K_2O/rai	758.52	104.30	156	156	8,343.72	1,147.30	991.30	7.35
4) 26-0-0 kg N-P_2O_5-K_2O/rai	746.67	92.45	312	312	8,213.37	1,016.95	704.95	3.26

[1/] San Pa Tong 1 sticky rice variety price = 11 baht/kg.

[2/] Chemical fertilizer price (urea 12 baht/kg, Triple Super Phosphate 21 baht/kg, Potassium chloride 13 baht/k

กรมวิชาการเกษตร

3.2 ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง (Output)

ผลผลิตตามคำรับรอง	จำนวน	หน่วยนับ	ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง	จำนวน	หน่วยนับ	รายละเอียดผลผลิต (พร้อมแนบหลักฐาน)	เชิงคุณภาพ
2. ต้นแบบเทคโนโลยี			**2. ต้นแบบเทคโนโลยี**				
1.1 ระดับภาคสนาม	2	ต้นแบบ	**1.1 ระดับภาคสนาม**	2	ต้นแบบ	1. การใช้ปุ๋ยอย่างผสมผสานในการผลิตถั่วเหลือง	1. ได้เทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยอย่างผสมผสานในการผลิตถั่วเหลือง
1. การใช้ปุ๋ยอย่างผสมผสานในการผลิตถั่วเหลือง						2. การจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในระบบการปลูกถั่วเหลืองหลังนาต่ออัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าวในดินร่วนปนทราย จังหวัดเชียงใหม่	2. ได้เทคโนโลยีการจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในระบบการปลูกถั่วเหลืองหลังนาต่ออัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าวในดินร่วนปนทราย จังหวัดเชียงใหม่ ทั้ง 2 เทคโนโลยีที่ได้ทำให้ผลผลิตเพิ่มอย่างน้อยร้อยละ 5
2. การจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในระบบการปลูกถั่วเหลืองหลังนา							
2. การประชุมเผยแพร่ผลงาน/สัมมนาระดับชาติ			**2. การประชุมเผยแพร่ผลงาน/สัมมนาระดับชาติ**				
2.1 นำเสนอแบบปากเปล่า	1	เรื่อง	**2.1 นำเสนอแบบปากเปล่า**	1	เรื่อง	**1. การใช้ปุ๋ยอย่างผสมผสานในการผลิตถั่วเหลือง** - การประชุมพิจารณาการดำเนินงานวิจัยถั่วเหลือง ถั่วเหลืองฝักสด และพืชไร่เศรษฐกิจ ระหว่างวันที่ 30-31 มีนาคม พ.ศ. 2564 ณ ห้องประชุม 1 ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่	
1. เทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสมสำหรับถั่วเหลือง							
3. ผลงานตีพิมพ์			**3. ผลงานตีพิมพ์**				
3.1 ระดับชาติ			**3.1 ระดับชาติ**	4	เรื่อง	**1. สถานการณ์การระบาดของแมลงศัตรูถั่วเหลืองในพื้นที่ปลูกของภาคเหนือตอนบน** - – เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ พืชวงศ์ถั่วแห่งชาติ ครั้งที่ 6 วันที่ 23-25 สิงหาคม 2560	

กรมวิชาการเกษตร

ผลผลิตตามคำรับรอง	จำนวน	หน่วยนับ	ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง	จำนวน	หน่วยนับ	รายละเอียดผลผลิต (พร้อมแนบหลักฐาน)	เชิงคุณภาพ
						2. อัตราปุ๋ยโพแทสเซียมที่มีผลต่อปริมาณสารไอโซฟลาโวนในถั่วเหลือง - เอกสารประกอบการประชุมวิชาการพืชวงศ์ถั่วแห่งชาติ ครั้งที่ 7 วันที่ 6-8 สิงหาคม 2562 **3. การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลืองในฤดูแล้งจังหวัดหนองบัวลำภู** - เอกสารประกอบการประชุมวิชาการพืชวงศ์ถั่วแห่งชาติ ครั้งที่ 7 วันที่ 6-8 สิงหาคม 2562 **4. ประสิทธิภาพของก๊าซโอโซนในการกำจัดด้วงถั่วเหลือง (*Callosobruchus chinensin* Linnaeus)** - เอกสารประกอบการประชุมวิชาการพืชวงศ์ถั่วแห่งชาติ ครั้งที่ 7 วันที่ 6-8 สิงหาคม 2562	

3.3 ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง (Outcome) (ถ้ามี)

ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง	ปีที่เกิดผลลัพธ์
1.ต้นแบบการใช้ปุ๋ยอย่างผสมผสานในการผลิตถั่วเหลือง การใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในระบบการปลูกถั่วเหลืองหลังนา	2564
2.การใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในระบบการปลูกถั่วเหลืองหลังนาต่ออัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าวในดินร่วนปนทราย	2564

*ผลลัพธ์ : ผลสำเร็จที่เกิดจากการนำผลผลิต (Output)ไปต่อยอด การเปลี่ยนรูปของผลผลิตไปสู่รูปแบบที่ใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง หรือการเคลื่อนผลผลิตไปสู่กิจกรรมที่ต่อเนื่อง ซึ่งก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง (Change) ที่ปรากฏชัด และมีคุณค่าทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

3.4 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง (Impact) (ถ้ามี)

ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง	ปีที่เกิดผลกระทบ
ด้านเศรษฐกิจ : กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกถั่วเหลืองได้ใช้เทคโนโลยีการจัดปุ๋ยที่เหมาะสม ทำให้ลดต้นทุนการผลิต และผลผลิตสูงขึ้น	2465-2570
ด้านสังคม : ยกระดับการผลิตและรายได้ในการผลิตถั่วเหลือง เกิดความยั่งยืนในการผลิตถั่วเหลือง	2465-2570

กรมวิชาการเกษตร

ด้านสิ่งแวดล้อม : พื้นที่ปลูกถั่วเหลืองมีธาตุไนโตรเจนในดินเพิ่มขึ้น จากความสามารถในการตรึงธาตุอาหารของพืชตระกูลถั่ว	2465-2570

* ผลกระทบ : ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงตามผลลัพธ์ (Results of the change) ซึ่งวัดได้อย่างชัดเจนและมีหลักฐานปรากฏชัด (Evidence-based) ทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ทั้งที่วัดในเชิงปริมาณได้และไม่ได้ ผลกระทบอาจเป็นได้ทั้งทางบวกและทางลบ

3.5 การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

วิธีการ/กระบวนการผลักดันงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ (โปรดแนบหลักฐานเชิงประจักษ์การนำผลงานไปใช้ประโยชน์)

เผยแพร่ผลงานวิจัย องค์ความรู้ สู่การนำไปใช้ประโยชน์ ต่อยอดและแก้ปัญหาแก่เกษตรกร กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกถั่วเหลืองและถั่วเหลืองฝักสด โดยมีแผนการเผยแพร่ผลงาน ดังนี้

1. เผยแพร่ผลงานการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลืองเพื่อเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุน โดยการจัดทำแปลงสาธิตในแปลงเกษตรกร พื้นที่ 2 ไร่ จัดงานวันถ่ายทอดเทคโนโลยี ให้เกษตรกรเข้าร่วมชมแปลงสาธิตและประเมินความพึงพอใจ มีการนำนำเสนอเทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลืองเพื่อเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุน โดยมีเกษตรกรเป้าหมายเข้าร่วม จำนวน 100 ราย ในปี 2566
2. เผยแพร่ผลงานการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลืองเพื่อเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุน เป็นเอกสารแผ่นพับ จำนวน 1,000 ฉบับ

ด้านนโยบาย โดย รัฐบาล กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรมวิชาการเกษตร

ตอบสนองนโยบายรัฐบาลในการส่งเสริมการปลูกพืชหลังนาทดแทนการทำนาปรัง โดยส่งเสริมเทคโนโลยีการผลิตพืชตระกูลถั่วในสภาพนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพผลผลิต

ด้านสังคม โดย เกษตรกร กลุ่มเกษตรกร หน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และผู้เกี่ยวข้อง

มีความเป็นอยู่ดีขึ้นจากรายได้ที่เพิ่มขึ้น จากการใช้เทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลืองเพื่อเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุน จากการลดการใช้ปุ๋ยเคมี เนื่องจากพืชตระกูลถั่วช่วยเพิ่มธาตุอาหารไนโตรเจนในดิน ทำให้สภาพพื้นที่มีความอุดมสมบูรณ์

ด้านเศรษฐกิจ โดย กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกถั่วเหลือง ถั่วเหลืองฝักสด

ได้ผลผลิตสูงขึ้น ทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้น มากกว่า 550-2,500 บาทต่อไร่ ยกระดับเศรษฐกิจของชุมชน

ด้านวิชาการ โดย นักวิจัย นักวิชาการเกษตร นักวิชาการส่งเสริม นักศึกษา และผู้สนใจทั่วไป จากการลดการใช้ปุ๋ยเคมี เนื่องจากพืชตระกูลถั่วช่วยเพิ่มธาตุอาหารไนโตรเจนในดิน ทำให้สภาพพื้นที่มีความอุดมสมบูรณ์ นำความรู้ไปต่อยอด และพัฒนางานวิจัยได้ในอนาคต

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 4 สรุปผลและอภิปรายผล

สรุปผลและอภิปรายผล

การใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ ทั้งปุ๋ยมูลวัว มูลไก่ และปุ๋ยหมักทำให้ผลผลิตและมีการเจริญเติบโตดีกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ แต่ทำให้เพิ่มต้นทุนการผลิตหากเกษตรมีปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตเองจึงจะช่วยลดต้นทุนได้

การปลูกถั่วเหลืองโดยการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าแก่การลงทุน การปลูกข้าวเหนียวพันธุ์สันป่าตอง 1 ในแปลงที่เคยปลูกถั่วเหลืองโดยไม่ใส่ปุ๋ยใด ๆ นั้นเมื่อปลูกข้าวโดยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 6.5 และ 26 กิโลกรัมต่อไร่ แล้วให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าแก่การลงทุน

ข้อเสนอแนะต่อผู้เกี่ยวข้องสำหรับการดำเนินงานในระยะต่อไป

-.

ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน

1. สถานการณ์โควิด-19 ทำให้การวิเคราะห์ธาตุอาหารในพืชล่าช้า เนื่องจากเจ้าหน้าที่วิเคราะห์ต้องปฏิบัติงานแบบ work from home ไม่สามารถปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ธาตุอาหารในพืช ของกลุ่มงานวิจัยเคมีดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรได้

กรมวิชาการเกษตร

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2553. 4. พืชถั่วเศรษฐกิจ (ถั่วเหลือง ถั่วเขียว และถั่วลิสง) ใน คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. (น. 55-60). กรุงเทพฯ. กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร. 2553. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. กรุงเทพฯ.

กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน. 2544. คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช. กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพฯ.

จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. 2541. การวิเคราะห์ดิน และพืชทางเคมี. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 213 หน้า.

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

เฉลิมพล แซมเพชร. 2542. บทที่ 8 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต. ใน เฉลิมพล แซมเพชร (บ.ก.), สรีรวิทยาพืชไร่(พิมพ์ครั้งที่ 1). (น. 162-187). เชียงใหม่: โรงพิมพ์นพบุรี การพิมพ์ เชียงใหม่.

บรรยง ทุมแสน มัลลิกา ศรีจันทวงศ์ สนั่น จอกลอย วิริยะ ลิมปินันทน์ และ อารันต์ พัฒโนทัย. 2545. ผลของการใส่ซากถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 60-3 ในอัตราต่างกัน การใส่ซากถั่วลิสงร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105. น.128–151 ใน: การสัมมนาถั่วลิสงแห่งชาติ ครั้งที่ 16 1-3 พฤษภาคม 2545 โรงแรมกรุงศรีริเวอร์ พระนครศรีอยุธยา.

ศรีสม สุวรรณวงค์. 2547. การวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรสาสตร์ กรุงเทพมหานคร. 141 หน้า

สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร. 2558. ตารางปริมาณและมูลค่าการนำเข้าปุ๋ยเคมีสูตรที่สำคัญ ปี 2552-2557. แหล่งข้อมูล http://www.oae.go.th/download/FactorOfProduct/Fertilizer_value49-54.html ค้นเมื่อ 5 กันยายน 2561.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2564. ถั่วเหลือง: ราคาถั่วเหลืองคละรายเดือนที่เกษตรกรขายได้ที่ไร่นา ทั้งประเทศ ปี 2542 - 2564. สืบค้นจาก: https://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/price/monthly_price/soybeans.pdf (21 ธันวาคม 2564)

สุวพันธ์ รัตนะรัต. 2541. การจัดการดิน ปุ๋ยและไรโซเบียมสำหรับถั่วเหลือง ใน อรอนันต์ เลขะกุล, พรรณนีย์ วิชชาชู, ประเวศ แสงเพรช, สมศักดิ์ ทองศรี, อิสิวีฒน์ บีณฑราภิวัฒน์, และ อมรา เวียงวีระ (บ.ก.) ,เอกสารวิชาการถั่วเหลือง. (น. 39-54). กรุงเทพฯ: หจก.ไอเดีย สแควร์

Argaw, A., and A. Tsigie. 2015. Indigenous rhizobia population influences the effectiveness of Rhizobium inoculation and need of inorganic N for common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) production in eastern Ethiopia. ***Chemical and Biological Technologies in Agriculture***. 2: 1–13.

Bray II, R.H. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. ***Soil Sci***. 59: 39-45.

da Silva, P.M., S.M. Tsai, and R. Bonetti. 1993. Response to inoculation and N fertilization for increased yield and biological nitrogen fixation of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). ***Plant and Soil***. 152: 123–30.

กรมวิชาการเกษตร

Hardy, R. W. F. , R. C. Burns, and R. D. Holsten. 1973. Applications of the acetylene- ethylene assay for measurements of nitrogen fixation. ***Soil Biology and Biochemistry***. 5: 47–81.

Jin Ping. 1997. Influence of Organic Manure Combination with Chemical Fertilizers on Grain Yeild and Quality of Soybean. Retrieved April 23, 2021, from https://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-HLJN702.001.htm

Ju, X.T., C.L. Kou, F.S. Zhang, and P. Christie. 2006. Nitrogen balance and groundwater nitrate contamination: Comparison among three intensive cropping systems on the North China Plain. ***Environmental Pollution*** 143: 117–125.

Li Minglei; Gu Jie and Gao Hua. 2007. Effects of different organic fertilizer on plant character, quality and yield of soybean. Journal of Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry. Retrieved April 23, 2021, from https://agris.fao.org/agris-search/search.do? recordID=CN200800144723

Mathew, J.P., S.J. Herbert, S. Zhang, A.A.F. Rautenkranz, and G.V. Litchfield. 2000. Differential response of soybean yield components to the timing of light enrichment. ***Agronomy Journal*** 92: 1156–1161.

Okogun, J. A. , and N. Sanginga. 2003. Can introduced and indigenous rhizobial strains compete for nodule formation by promiscuous soybean in the moist savanna agroecological zone of Nigeria? ***Biology and Fertility of Soils***. 38: 26–31.

Peech, M. 1965. Hydrogen-Ion Activity. pp. 914-926. In Methods of Soil Analysis Part 2. C.A. Black (ed.) ***American society of Agronomy***, Inc., Publisher. USA

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.

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.

Sadeghi, H., and M.J. Bahrani. 2009. Effects of crop residue and nitrogen rates on yield and yield components of two dryland wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. ***Plant Production Science***. 12(4): 497–502.

Somasegaran, P., and H.J. Hoben. 1994. Handbook for Rhizobia: Methods in Legume-Rhizobium Technology. Springer Verlag, New York.

Van Heerden, P.D.R., G.H.J. Krüger, J.E. Loveland, M.A.J. Parry, and C.H. Foyer. 2003. Dark chilling imposes metabolic restrictions on photosynthesis in soybean. ***Plant Cell and Environment*** 26: 323–337.

Walkley, A. and I.A. Black. 1947. Chromic acid titration method for determination of soil organic matter. ***Soil. Sci. Amer***. Proc. 63: 257.

Yamika W.S.D. and K.R. Ikawati. 2012. Combination Inorganic and Organic Fertilizer increased Yield Production of Soybean in Rain-Field Malang, Indonesia. American-Eurasian ***Journal of Sustainable Agriculture***, 6(1): 14-17

Zhu Bao-guo, YU Zhong-he, WANG Nan-nan and MENG Qing-ying. 2010. Effect of Different Proportion Combined Application of Organic and Chemical Fertilizer on Soybean Yield and Quality. Retrieved April 23, 2021, from https://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTotal-DDKX201001028.htm.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ภาคผนวก

ภาคผนวก 1 ผลงานงานเผยแพร่ โครงการที่ 2 วิจัยและพัฒนาการเทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลือง

1-1 การประชุมเผยแพร่ผลงานระดับชาติ แบบนำเสนอปากเปล่า เรื่อง การใช้ปุ๋ยอย่างผสมผสานในการผลิตถั่วเหลือง ในการประชุมพิจารณาการดำเนินงานวิจัยถั่วเหลือง ถั่วเหลืองฝักสด และพืชไร่เศรษฐกิจ ระหว่างวันที่ 30-31 มีนาคม พ.ศ. 2564 ณ ห้องประชุม 1 ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ (เอกสารแนบ 3-1)

1-2 ผลงานตีพิมพ์ระดับชาติ เรื่อง สถานการณ์การระบาดของแมลงศัตรูถั่วเหลืองในพื้นที่ปลูกของภาคเหนือตอนบน ในการประชุมวิชาการพืชวงศ์ถั่วแห่งชาติ ครั้งที่ 6 / สิงหาคม 2560 (เอกสารแนบ 3-2)

1-3 ผลงานตีพิมพ์ระดับชาติ เรื่อง อัตราปุ๋ยโพแทสเซียมที่มีผลต่อปริมาณสารไอโซฟลาโวนในถั่วเหลือง ในการประชุมวิชาการพืชวงศ์ถั่วแห่งชาติ ครั้งที่ 7 / สิงหาคม 2562 (เอกสารแนบ 3-3)

1-4 ผลงานตีพิมพ์ระดับชาติ เรื่อง การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลืองในฤดูแล้งจังหวัดหนองบัวลำภู ในการประชุมวิชาการพืชวงศ์ถั่วแห่งชาติ ครั้งที่ 7 / สิงหาคม 2562 (เอกสารแนบ 3-4)

1-5 ผลงานตีพิมพ์ระดับชาติ เรื่อง ประสิทธิภาพของก๊าซโอโซนในการกำจัดด้วงถั่วเหลือง (*Callosobruchus chinensin* Linnaeus) ในการประชุมวิชาการพืชวงศ์ เรื่อง ถั่วแห่งชาติ ครั้งที่ 7 / สิงหาคม 2562 (เอกสารแนบ 3-5)

ลิงค์เอกสารแนบ

https://drive.google.com/drive/folders/1utuP7Uix75xPSFn2wRnjNbrkLyGEj2m6?usp=sharing

กรมวิชาการเกษตร