



รายงานผลการวิจัย

เรื่อง การศึกษาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีในการผลิตถั่วเหลืองอินทรีย์
(โครงการวิจัยปีที่ 2)

Study on the Utilization of Organic Fertilizer and Biological Control of Pests for
the Organic Soybean Production (Second Year Research Project)

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2554
จำนวน 230,000 บาท

หัวหน้าโครงการ ผศ.ดร. ประพันธ์ โอสถาพันธุ์

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์
วันที่ 3 กันยายน 2555

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ได้จัดสรรงบประมาณในการทำการวิจัยจากหมวดเงินอุดหนุน งบประมาณแผ่นดินปี พ.ศ. 2554 จนกระทั่งงานวิจัยเรื่องนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี นอกจากนี้ขอขอบพระคุณ คุณเสถียรพงษ์ แก้วสด จาก บริษัทคอมโพสท์ ยูธ จำกัด ต.ดงมะคะ อ.แม่ลาว จ.เชียงราย ที่ได้อนุเคราะห์ปุ๋ยหมักชีวภาพที่ใช้ในการทดลอง คุณกาญจนา โกตีทิพย์ และผู้ที่มีส่วนช่วยเหลือที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ในที่นี้ด้วย

ผู้วิจัย

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	๗
สารบัญภาพ	๘
สารบัญตารางผนวก	๙
สารบัญภาพผนวก	๑๐
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
การตรวจเอกสาร	5
อุปกรณ์และวิธีการ	8
ผลการวิจัย	10
วิจารณ์ผลการวิจัย	31
สรุปผลการวิจัย	33
เอกสารอ้างอิง	34
ภาคผนวก	36

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบการเกิดโรคและแมลงศัตรูพืชถั่วเหลืองใน กรรมวิธีต่าง ๆ ที่ระยะเวลาต่างกัน ปี 2553 และปี 2554	19
ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิต จากการใช้ปุ๋ย อินทรีย์และการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี ปี 2553 และปี 2554	20
ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ดิน จากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ และการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี ที่ระดับความลึก 0-15 ซม. ปี 2553 และปี 2554	21
ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ดิน จากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ และการควบคุมศัตรูพืช โดยชีววิธี ที่ระดับความลึก 15-30 ซม. ปี 2553 และปี 2554	22

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 โรคราสนิมของถั่วเหลือง	10
ภาพที่ 2 โรคใบด่างของถั่วเหลือง	11
ภาพที่ 3 โรคเมล็ดสีม่วงของถั่วเหลือง	11
ภาพที่ 4 หนอนม้วนใบถั่วเหลือง	11
ภาพที่ 5 มวนถั่วเหลือง	12
ภาพที่ 6 เพี้ยอ่อนถั่วเหลือง	12
ภาพที่ 7 หนอนซอนใบ	12
ภาพที่ 8 ผลการทดลองของความสูงต้นถั่วเหลือง	23
ภาพที่ 9 แสดงผลการทดลองของความยาวฝักถั่วเหลือง	23
ภาพที่ 10 ผลการทดลองของจำนวนฝักต่อต้นถั่วเหลือง	24
ภาพที่ 11 ผลการทดลองของน้ำหนักต่อ 100 เมล็ดถั่วเหลือง	24
ภาพที่ 12 ผลการทดลองของผลผลิตถั่วเหลืองต่อไร่	25
ภาพที่ 13 ผลการวิเคราะห์ค่า pH ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 ซม.	25
ภาพที่ 14 ผลการวิเคราะห์ค่า OM ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 ซม.	26
ภาพที่ 15 ผลการวิเคราะห์ค่า P ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 ซม.	26
ภาพที่ 16 ผลการวิเคราะห์ค่า K ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 ซม.	27
ภาพที่ 17 ผลการวิเคราะห์ค่า Ca ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 ซม.	27
ภาพที่ 18 ผลการวิเคราะห์ค่า Mg ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 ซม.	28
ภาพที่ 19 ผลการวิเคราะห์ค่า Fe ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 ซม.	28
ภาพที่ 20 ผลการวิเคราะห์ค่า Mn ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 ซม.	29
ภาพที่ 21 ผลการวิเคราะห์ค่า Cu ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 ซม.	29
ภาพที่ 22 ผลการวิเคราะห์ค่า Zn ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 ซม.	30

สารบัญตารางผนวก

	หน้า
ตารางผนวกที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของ ความสูงต้นถั่วเหลือง	42
ตารางผนวกที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของ ความยาวฝักถั่วเหลือง	42
ตารางผนวกที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของ จำนวนฝักถั่วเหลือง	42
ตารางผนวกที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของ น้ำหนักต่อถั่ว 100 เมล็ด	43
ตารางผนวกที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของ ผลผลิตต่อไร่	43
ตารางผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่า pH ในดินที่ระดับความลึก 0-15 ซม.	43
ตารางผนวกที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA) ค่า OM ในดินที่ระดับความลึก 0-15 ซม.	44
ตารางผนวกที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่า P ในดินที่ระดับความลึก 0-15 ซม.	44
ตารางผนวกที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่า K ในดินที่ระดับความลึก 0-15 ซม.	44
ตารางผนวกที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่า Ca ในดินที่ระดับความลึก 0-15 ซม.	45
ตารางผนวกที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่า Mg ในดินที่ระดับความลึก 0-15 ซม.	45
ตารางผนวกที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่า Fe ในดินที่ระดับความลึก 0-15 ซม.	45
ตารางผนวกที่ 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่า Mn ในดินที่ระดับความลึก 0-15 ซม.	46

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

	หน้า
ตารางผนวกที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่า Cu ในดินที่ระดับความลึก 0-15 ซม.	46
ตารางผนวกที่ 15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่า Zn ในดินที่ระดับความลึก 0-15 ซม.	46
ตารางผนวกที่ 16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่า pH ในดินที่ระดับความลึก 15-30 ซม.	47
ตารางผนวกที่ 17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่า OM ในดินที่ระดับความลึก 15-30 ซม.	47
ตารางผนวกที่ 18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่า P ในดินที่ระดับความลึก 15-30 ซม.	47
ตารางผนวกที่ 19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่า K ในดินที่ระดับความลึก 15-30 ซม.	48
ตารางผนวกที่ 20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่า Ca ในดินที่ระดับความลึก 15-30 ซม.	48
ตารางผนวกที่ 21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่า Mg ในดินที่ระดับความลึก 15-30 ซม.	48
ตารางผนวกที่ 22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่า Fe ในดินที่ระดับความลึก 15-30 ซม.	49
ตารางผนวกที่ 23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่า Mn ในดินที่ระดับความลึก 15-30 ซม.	49
ตารางผนวกที่ 24 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่า Cu ในดินที่ระดับความลึก 15-30 ซม.	49
ตารางผนวกที่ 25 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่า Zn ในดินที่ระดับความลึก 15-30 ซม.	50

สารบัญภาพผนวก

	หน้า
ภาพผนวกที่ 1 แผนผังการทดสอบกรรมวิธีต่าง ๆ ในการปลูก ถั่วเหลืองอินทรีย์	50
ภาพผนวกที่ 2 สภาพแปลงทดลองปลูกถั่วเหลืองอินทรีย์ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่	50
ภาพผนวกที่ 3 เครื่องวัดความชื้น Steinlite ที่ใช้วัดความชื้น เมล็ดถั่วเหลือง	51
ภาพผนวกที่ 4 เครื่องชั่ง Mettler-Toledo ที่ใช้ชั่งน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง	51
ภาพผนวกที่ 5 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองที่ ระยะเวลา 30 วันหลังปลูก	52
ภาพผนวกที่ 6 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองที่ ระยะเวลา 45 วันหลังปลูก	52
ภาพผนวกที่ 7 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองที่ ระยะเวลา 60 วันหลังปลูก	53
ภาพผนวกที่ 8 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองที่ ระยะเวลา 75 วันหลังปลูก	53
ภาพผนวกที่ 9 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองที่ ระยะเวลา 90 วันหลังปลูก	54

การศึกษาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี
ในการผลิตถั่วเหลืองอินทรีย์ (โครงการวิจัยปีที่ 2)

Study on the Utilization of Organic Fertilizer and Biological Control of
Pests for the Organic Soybean Production (Second Year Research Project)

ประพันธ์ โอธธาพันธุ์
Praphant Osathaphant

คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Sansai, Chiang Mai 50290

*Corresponding author: praphant@mju.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาผลกระทบของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีต่อการผลิตถั่วเหลืองอินทรีย์ และคุณสมบัติทางเคมีของดินปลูก ใช้ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block โดยมีการทดลอง 4 กรรมวิธี แต่ละกรรมวิธีมีจำนวน 4 ซ้ำ ได้แก่ ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 4,000 และ 2,000 กก./ไร่ ใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 12-24-12) อัตรา 50 กก./ไร่ และไม่ใส่ปุ๋ย (เปรียบเทียบกับ) การควบคุมศัตรูพืชทำโดยชีววิธีใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ เช่น เชื้อรา *Trichoderma* spp., เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus subtilis*, *Bacillus thuringiensis* และน้ำหมักสะเดา มีการกำจัดและควบคุมศัตรูพืชทั้ง 4 กรรมวิธี ในสภาพแปลงทดลองที่อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ปลูกช่วงฤดูฝน ปี พ.ศ.2554 ผลการตรวจโรคที่เกิดเมื่อถั่วเหลืองมีอายุได้ 30, 45, และ 60 วันหลังปลูก พบว่า การทดลองทั้ง 4 กรรมวิธี ไม่พบโรค เมื่อถั่วเหลืองมีอายุได้ 75 และ 90 วันหลังปลูก การทดลองทั้ง 4 กรรมวิธี พบโรคเพิ่มขึ้นอัตรา 1-25% การตรวจดูแมลงศัตรูพืชถั่วเหลืองอายุได้ 30, 45, 60 และ 75 วันหลังปลูก พบว่าการทดลองทั้ง 4 กรรมวิธี พบแมลงอัตรา 1-75% แต่เมื่ออายุได้ 90 วันหลังปลูก การทดลองทั้ง 4 กรรมวิธี ไม่พบแมลง การศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลือง พบว่า กรรมวิธีใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 4,000 กก./ไร่ มีความสูงของต้น จำนวนฝักต่อต้น และน้ำหนัก 100 เมล็ดสูงสุด ส่วนความยาวฝักและผลผลิตต่อไร่ พบว่า ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อเปรียบเทียบกับปี 2553 พบว่า การทดลองปี 2554 กรรมวิธีใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 4,000 กก./ไร่ ให้ความสูงของต้น จำนวนฝักต่อต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิตต่อไร่ สูงกว่าการทดลอง

ปี 2553 นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินหลังเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองของ ปี 2554 เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2553 ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 ซม. พบว่ากรรมวิธีใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 4,000 กก./ไร่ มีค่า P เพิ่มขึ้น ส่วนค่า pH, OM, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu และ Zn มีค่าลดลง

คำสำคัญ: ถั่วเหลืองอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์ การควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี คุณสมบัติทางเคมีของดิน

Abstract

Study on the effect of utilization of organic fertilizer and biological control of pests on organic soybean production and soil chemical properties was conducted by using Chiang Mai 60 soybean variety. Four treatments included 4,000 and 2,000 kg per rai of compost and manure, chemical fertilizer (12-24-12) at a rate of 50 kg per rai and no fertilizer application (control) were managed in RCB with four replications. Antagonists and plant extract consisted of *Trichoderma* spp., *Bacillus subtilis*, *Bacillus thuringiensis* and neem extract were used for biological control of pests in each treatment. Disease rating was checked at 30, 45 and 60 days after planting. Results showed that occurrence of diseases were not observed at these growth stages but occurred increasingly about 1-25% at 75 and 90 days in all treatments. Likewise, insect pests were seen at 1-75% at 30, 45, 60 and 75 days in all treatments but no pests were seen at 90 days in all treatments. Study on the growth and yield of soybean found that organic fertilizer at the rate of 4,000 kg per rai gave the highest plant height, number of pods per plant and weight per 100 seeds. However, pod length and yield per rai of all treatments were not significantly different. The result of experiment in 2554 compared with 2553, found that organic fertilizer at the rate of 4,000 kg per rai gave the higher plant height, number of pods per plant, weight per 100 seeds and yield per rai than in 2553. Moreover, soil analysis after harvesting at 0-15 and 15-30 cm depth, showed that organic fertilizer at the rate of 4,000 kg per rai increased P while pH, OM, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu and Zn decreased.

Key words: Organic soybean, Organic fertilizer, Biological control of plant pests, Soil chemical properties

คำนำ

ถั่วเหลืองเป็นพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจพืชหนึ่งของโลก ที่เกษตรกรในทวีปต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตที่มีอากาศอบอุ่นและค่อนข้างร้อน นิยมปลูกโดยทั่วไป เพราะถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีปริมาณ โปรตีนและปริมาณน้ำมันในเมล็ดสูง (อภิพรณ, 2546) จึงมีการนำถั่วเหลืองมาบริโภคเป็นอาหารของมนุษย์ และนำมาใช้ในอุตสาหกรรมน้ำมันและอาหารสัตว์ในปีหนึ่ง ๆ เป็นปริมาณมาก ทำให้มีความต้องการใช้เพิ่มสูงขึ้นปีละประมาณ 1.1-1.2 ล้านตัน แต่พื้นที่เพาะปลูกกลับลดลงเหลือเพียง 1.165 ล้านไร่ และผลผลิตอยู่ในระดับ 272,000 ตัน ในปี 2546-2547 ซึ่งไม่เพียงพอต่อการบริโภคภายในประเทศ มีปัจจัยหลายอย่างที่ทำให้ผลผลิตถั่วเหลืองลดลง และโรคก็เป็นปัญหาที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งในการปลูกถั่วเหลือง นอกจากทำให้ผลผลิตถั่วเหลืองต่ำ ยังมีผลทำให้เมล็ดด้อยคุณภาพ ถั่วเหลืองมีโรคที่สำคัญหลายชนิดที่เกิดจากเชื้อรา แบคทีเรีย ไวรัส และไส้เดือนฝอย การระบาดของโรคอาศัยปัจจัยที่สำคัญต่าง ๆ เช่น พันธุ์ เชื้อสาเหตุ สภาพแวดล้อมในแต่ละแหล่งปลูก และฤดูปลูก (มณฑา, 2548) นอกจากนี้ยังมีแมลงศัตรูถั่วเหลืองหลายชนิด ซึ่งมีทั้งชนิดที่เข้าทำความเสียหายโดยตรงและชนิดที่เป็นพาหะนำโรค ก่อให้เกิดความเสียหายแก่ผลผลิตมากมาย ทำให้เมล็ดเล็ก แบน ลีบ เน่า ความงอกต่ำ หรือไม่งอกเลย (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

ปัจจุบันเกษตรกรมักใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดโรคพืชและแมลงศัตรูพืชในปริมาณที่สูง พบว่า ความต้องการใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิตพืชโดยรวม ตั้งแต่ปี 2546-2550 เพิ่มขึ้นจากประมาณ 3.88-3.89 ล้านตัน ในปี 2546 เป็น 4.32-4.40 ล้านตัน ในปี 2550 หรือมีอัตราเพิ่มเฉลี่ยประมาณร้อยละ 2.73-3.14 (ปิยรัตน์, 2554) ซึ่งหากเกษตรกรมีการปฏิบัติอย่างไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการแล้ว อาจก่อให้เกิดปัญหาหลายประการด้วยกัน เช่น การใช้สารเคมีที่ไม่ถูกต้อง และมีการใช้ที่มากเกินไป ความจำเป็น ซึ่งมีผลให้แมลงคือยา เกิดการระบาดของแมลงบ่อยครั้งขึ้นกว่าเดิม เกิดศัตรูพืชชนิดใหม่ ๆ ที่ทำลายรุนแรงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากสารเคมีไปทำลายสมดุลธรรมชาติ นอกจากนั้นยังก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้ ต่อสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ มีการเจือปนในสิ่งแวดล้อม และสารตกค้างในผลผลิต การเกษตรที่เกินค่าความปลอดภัย ไม่สามารถส่งจำหน่ายต่างประเทศได้ (ขวัญชัย, 2546) ด้วยเหตุนี้การเกษตรของหลายประเทศได้ปรับเปลี่ยนมาสู่การคิดหาวิธีการทำที่ไม่ใช้สารเคมีสังเคราะห์ เรียกว่า เกษตรอินทรีย์ (organic agriculture) เพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิต และได้ผลผลิตที่เป็นที่ต้องการของตลาด โดยการพยายามประยุกต์ใช้ธรรมชาติให้เกิดผลประโยชน์สูงสุด ลดการใช้ปัจจัยการผลิตภายนอก และหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีสังเคราะห์ ซึ่งวิธีการทำเกษตรแนวนี้จะไม่เป็นอันตรายต่อทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค (สุพจน์ และอรรถ, 2550)

การทำเกษตรอินทรีย์ ต้องละเว้นการใช้สารเคมีทุกชนิดในการป้องกันกำจัดโรคพืชและแมลงศัตรูพืช แต่เปลี่ยนมาใช้สารกำจัดแมลงจากพืช (botanical insecticide) ที่มีประสิทธิภาพ

เทียบเท่าสารเคมี เช่น ไพรีทรัม หางไหล ขาสูบ ขมิ้นชัน สาบเสือ ตะไคร้หอม ผกากรอง ยูคาลิปตัส มะรุม สะเดา บอระเพ็ด หนอนตายหยาก ข่า สมอไทย และมะขามป้อม เป็นต้น และเน้นการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยพืชสด ตลอดจนการปลูกพืชหมุนเวียนเพื่อให้พืชแข็งแรงมีความต้านทานต่อโรคและแมลง (สุพจน์ และอัคร์, 2550) นอกจากนี้ การป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืชยังมีการใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อก่อโรค ซึ่งมีหลายชนิด ส่วนใหญ่เป็นเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา เช่น เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus subtilis* และ *Trichoderma harzianum.*, *Gliocladium virens* และ *Chaetomium* spp. (Snyder and Ingram, 2011) และการควบคุมแมลงศัตรูพืชใช้เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* เป็นต้น

การศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองครั้งที่ 1 ในปี 2553 พบว่า กรรมวิธีใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 4,000 กก./ไร่ มีความสูงและจำนวนฝักต่อต้นสูงสุด ส่วนความยาวฝัก น้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิตต่อไร่ พบว่า ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกัน (ประพันธ์, 2553) ดังนั้น จึงได้ทำการทดลองครั้งที่ 2 ปี 2554 เพื่อเปรียบเทียบผลการทดลองและคุณลักษณะยาวของการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลือง ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ และการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีในการผลิตถั่วเหลืองอินทรีย์อย่างมีประสิทธิภาพ
2. เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลือง ในปี 2553 และปี 2554
3. เพื่อเปรียบเทียบการผลิตถั่วเหลืองอินทรีย์ด้วยการปรับปรุงดิน ในปี 2553 และปี 2554

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบวิธีการผลิตถั่วเหลืองอินทรีย์โดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่าง ๆ ได้แก่ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และน้ำหมักชีวภาพ ในการปรับปรุงดินและการใช้สารสกัดจากพืชชนิดต่าง ๆ และจุลินทรีย์ ได้แก่ เชื้อรา และแบคทีเรีย ซึ่งเป็นเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคพืช และแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี ซึ่งเป็นผลสำเร็จที่ต่อยอดมาจากผลสำเร็จเบื้องต้นในระยะต่อมา
2. การผลิตถั่วเหลืองอินทรีย์ด้วยการปรับปรุงดิน เป็นวิธีการที่ไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อสภาพแวดล้อม ไม่เป็นอันตรายต่อเกษตรกรและผู้บริโภค สามารถให้ผลผลิตที่มีทั้งปริมาณและคุณภาพ เป็นระบบเกษตรที่มีความยั่งยืน เป็นอาชีพที่มั่นคง เป็นการเพิ่มมูลค่าของสินค้าเกษตร
3. เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีในการผลิตถั่วเหลืองอินทรีย์แก่กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกถั่วเหลืองในจังหวัดต่าง ๆ ได้นำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตถั่วเหลืองอินทรีย์ต่อไป

การตรวจเอกสาร

ถั่วเหลืองเป็นพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจพืชหนึ่งของประเทศไทย เนื่องจากเป็นพืชที่มีคุณค่าทางอาหารต่อมนุษย์ โดยมีปริมาณน้ำมัน 20% และโปรตีน 40% ในเมล็ด อีกประการหนึ่งสาร Isoflavone ซึ่งสกัดได้จากเมล็ด ช่วยลดปริมาณโคเลสเตอรอล ลดความเสี่ยงการเกิดโรคหัวใจ และเป็นสารต้านการเกิดโรคมะเร็ง จึงมีการนำถั่วเหลืองมาบริโภคเป็นอาหารของมนุษย์ และนำมาใช้ในรูปอุตสาหกรรมน้ำมัน และอาหารสัตว์ในปีหนึ่ง ๆ เป็นจำนวนมาก (มณฑา, 2548) ในขณะที่มีความต้องการใช้ถั่วเหลืองภายในประเทศเพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณการนำเข้าถั่วเหลืองของประเทศไทยเพิ่มขึ้นจาก 425,000 ตันในปี 2538/2539 เป็น 1,689,649 ตันในปี 2546/2547 ซึ่งคาดว่า ปริมาณความต้องการใช้เมล็ดถั่วเหลืองภายในประเทศในปี 2550 จะไม่ต่ำกว่า 2 ล้านตัน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2549) ถั่วเหลืองเป็นพืชที่สร้างความอุดมสมบูรณ์ให้กับดิน มีปมแบคทีเรียที่รากสามารถตรึงไนโตรเจนได้จำนวน 0.5-2.16 มก.ต่อต้นต่อวัน และเมื่อปลูกถั่วเหลืองในระบบปลูกพืช จะช่วยลดการระบาดของโรคและแมลงศัตรู (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

ถั่วเหลืองมีโรคที่สำคัญหลายชนิด ที่เกิดจากเชื้อรา แบคทีเรีย ไวรัส และไส้เดือนฝอย การระบาดของโรคอาศัยปัจจัยที่สำคัญต่าง ๆ เช่น พันธุ์ เชื้อสาเหตุ สภาพแวดล้อมในแต่ละแหล่งปลูก และฤดูปลูก ในแหล่งปลูกในเขตภาคเหนือ โรคที่เป็นปัญหามากในฤดูฝน คือ โรคราสนิม ใบจุด นูน เมล็ดเน่า โฟมอปซิส แอนแทรคโนส เน่าค้ำ ใบไหม้ และในบางปีจะพบโรคใบจุดวง ส่วนในฤดูแล้ง โรคที่สำคัญคือ โรคราน้ำค้าง โรคอื่น ๆ เช่น โรคใบด่าง โรครากและโคนเน่า และเมล็ดสีม่วง พบระบาดเล็กน้อย จะเห็นได้ว่าโรคถั่วเหลืองดังกล่าวข้างต้นล้วนแล้วแต่ทำให้ผลผลิตลดลงทั้งสิ้น และประการสำคัญทำให้เมล็ดถั่วเหลืองคือคุณภาพ ซึ่งส่งผลให้เกษตรกรขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ดีสำหรับปลูก (มณฑา, 2548) และแมลงศัตรูถั่วเหลือง เป็นอีกปัจจัยที่สำคัญในการทำให้ผลผลิตถั่วเหลืองลดลง ซึ่งพบว่ามี การเข้าทำลายทุกระยะการเจริญเติบโต มีทั้งชนิดที่เข้าทำความเสียหายโดยตรงและชนิดที่เป็นพาหะนำโรค เช่น หนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่ว แมลงหัวข้าว เหลี้ยอ่อนถั่วเหลือง มวนเขียวข้าว มวนถั่วหรือมวนเขียวถั่ว มวนถั่วเหลือง เหลี้ยจักจั่น หนอนเจาะฝักถั่ว หนอนเจาะสมอฝ้าย หนอนกระทุ้ฝัก หนอนม้วนใบ เป็นต้น (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

สุพจน์ (2552) กล่าวว่า เกษตรอินทรีย์ คือ ระบบการผลิตที่คำนึงถึงสภาพแวดล้อม รักษาสมดุลของธรรมชาติ และความหลากหลายของทางชีวภาพ โดยมีระบบการจัดการนิเวศวิทยาที่คล้ายคลึงกับธรรมชาติ และหลีกเลี่ยงการใช้สารสังเคราะห์ ไม่ว่าจะเป็นปุ๋ยเคมี สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และฮอร์โมนต่าง ๆ ตลอดจนไม่ใช้พืชหรือสัตว์ที่เกิดจากการคัดต่อทางพันธุกรรม ที่อาจเกิดมลพิษในสภาพแวดล้อม เน้นการใช้อินทรีย์วัตถุ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด และปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยเหล่านี้จะให้ทั้งธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมแก่พืชอย่างครบถ้วน จึง

สามารถใช้ทดแทนปุ๋ยเคมีได้ (ทิพวรรณ, 2551) เป็นการปรับปรุงบำรุงให้มีความอุดมสมบูรณ์ เพื่อให้ดินพืชมีความแข็งแรง สามารถต้านทานโรค และแมลงด้วยตนเอง รวมถึงการนำเอา ภูมิปัญญาชาวบ้านมาใช้ประโยชน์ด้วย ผลผลิตที่ได้จะปลอดภัยจากสารพิษตกค้าง ทำให้ปลอดภัย ทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค และไม่ทำให้สภาพแวดล้อมเสื่อมโทรมอีกด้วย

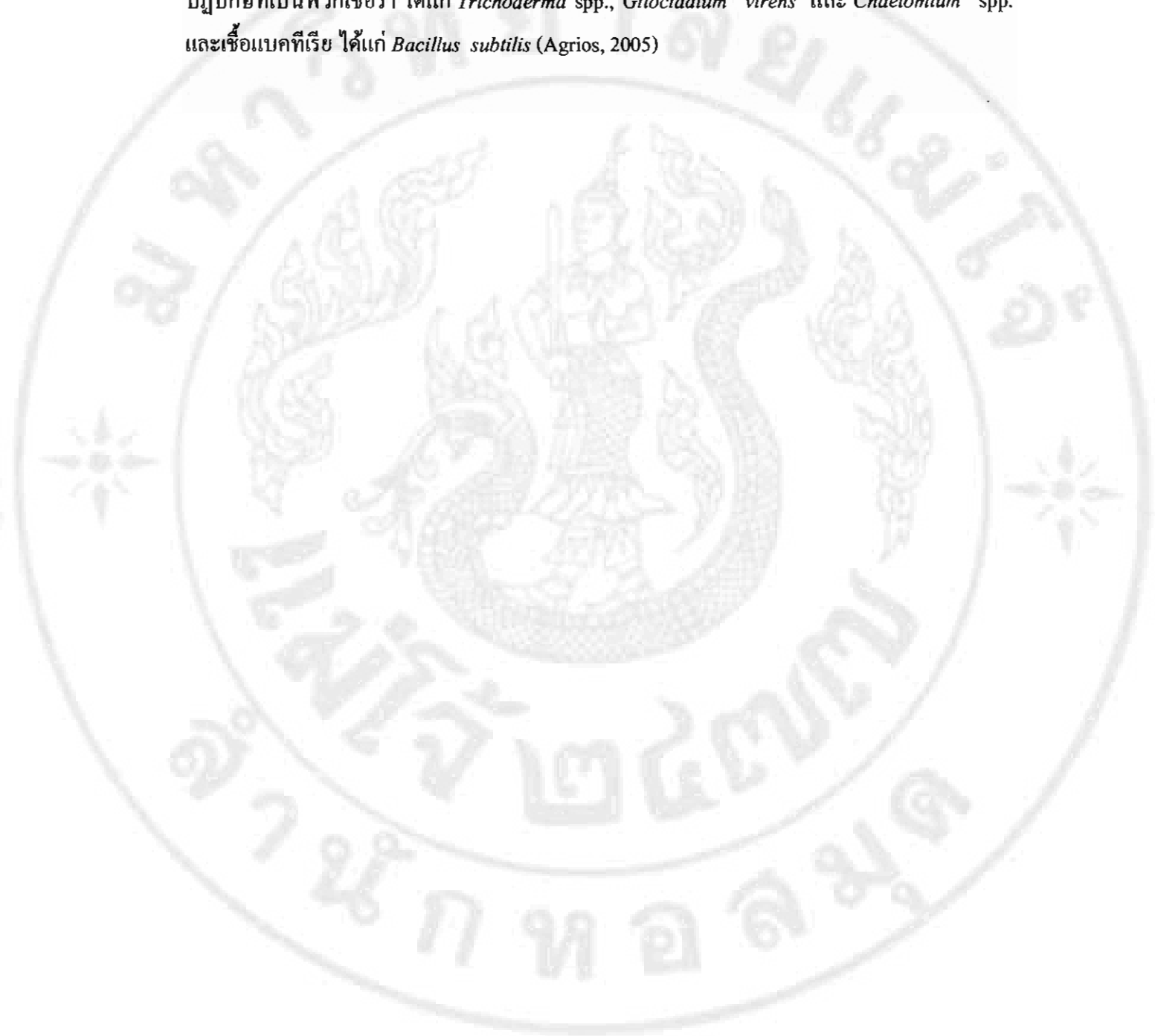
ทิพวรรณ (2551) รายงานว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยหมัก และน้ำหมักชีวภาพ (สุพจน์ และอรรถ, 2550) ติดต่อกันหลายปี จะช่วยให้โรคในดินลดลงจนไม่ ก่อให้เกิดความเสียหายต่อพืชผัก เช่น โรคเหี่ยวของพืชวงศ์มะเขือ และพืชวงศ์แตงลดลง และโรค เน่าของพืชวงศ์กะหล่ำก็ลดลง ดังนั้นในการปรับปรุงดิน ควรใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ร่วมกัน คือ ใช้ปุ๋ยหมักระหว่างการเตรียมดิน และใช้ปุ๋ยน้ำชีวภาพระหว่างการเจริญเติบโตของพืช และปลูกพืช ปุ๋ยสดหมุนเวียนปีละ 1 ครั้ง เพื่อให้การปรับปรุงดินเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

กรมวิชาการเกษตร (2547) รายงานว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ 5 ตันต่อไร่ ทำให้ธาตุอาหารพืช บางชนิด เช่น ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ในดินชุดแกลง (pH 5.7) เป็น ประโยชน์ต่อถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น จากการวิเคราะห์ดินหลังจากหว่านปุ๋ยอินทรีย์ 100 วัน การเพิ่มขึ้น ของธาตุอาหารทำให้ถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตดี และให้ผลผลิตเมล็ดเพิ่มขึ้นกว่าการไม่ได้ใช้ปุ๋ย อินทรีย์ เช่นเดียวกับผลการทดลองของ ประพันธ์ (2553) ที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 4,000 กก./ไร่ ทำให้ธาตุ อาหารพืชเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ถั่วเหลืองเจริญเติบโตดี และเพิ่มผลผลิตได้มากกว่าการไม่ได้ใส่ปุ๋ย สำหรับการทดสอบการใช้น้ำหมักสมุนไพรกำจัดโรคไหม้ในนาข้าว โดยใช้สมุนไพร ได้แก่ ข่า สมอไทย ใบมะรุบ บอระเพ็ด ขมิ้นชัน และมะขามป้อม หมักด้วยน้ำ 24 ชม. แล้วนำน้ำหมักที่ได้ผสมกับน้ำ อัตราส่วน 250 ซี.ซี. ต่อ น้ำ 15 ลิตร ฉีดพ่นบริเวณที่มีอาการของโรคไหม้ พบว่า สามารถยับยั้งการ ระบาดของโรคไหม้ในนาข้าวได้ (สุพจน์ และอรรถ, 2550)

Ghorbani *et al* (2005) รายงานการใช้เชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์พวกเชื้อรา และแบคทีเรียในการ ควบคุมโรคใบไหม้ของมันฝรั่งอย่างได้ผลเทียบเท่าการใช้สารป้องกันและกำจัดเชื้อรา Copper oxychloride และอังกูมาลย์ (2550) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อราอื่น ๆ เช่น ราขาว (*Beauveria bassiana* และ *Nomuraea rileyi*) ในการควบคุมแมลงและไรศัตรูพืช นอกจากเชื้อราแล้วยังมีการใช้ เชื้อแบคทีเรีย Bt (*Bacillus thuringiensis*) กำจัดแมลงศัตรูผัก เช่น หนอนกระทู้ผัก หนอนใยผัก และ ใช้เชื้อไวรัสกำจัดหนอนหน้างเหนียวและหนอนกระทู้ผัก และประพันธ์ (2553) ได้ใช้จุลินทรีย์ ปฏิปักษ์ เช่น เชื้อรา *Trichoderma* spp., เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus subtilis*, *Bacillus thuringiensis* ใน การป้องกันโรคและแมลงศัตรูพืชในถั่วเหลือง การตรวจโรค เมื่อถั่วเหลืองมีอายุได้ 30, 45, และ 60 วันหลังปลูก พบว่า การทดลองทั้ง 4 กรรมวิธี ไม่พบโรค เมื่อถั่วเหลืองมีอายุได้ 75 และ 90 วันหลัง ปลูก การทดลองทั้ง 4 กรรมวิธี พบโรคเพิ่มขึ้นอัตรา 1-25% การตรวจดูแมลง เมื่อถั่วเหลืองอายุได้

30, 45, 60 และ 75 วันหลังปลูก พบว่า การทดลองทั้ง 4 กรรมวิธี พบแมลงอัตรา 1-75% แต่เมื่ออายุได้ 90 วันหลังปลูก การทดลองทั้ง 4 กรรมวิธี ไม่พบแมลง

นอกจากนี้ในการป้องกันและกำจัดโรคของพืชเศรษฐกิจหลายชนิดยังมีการใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่เป็นพวกเชื้อรา ได้แก่ *Trichoderma* spp., *Gliocladium virens* และ *Chaetomium* spp. และเชื้อแบคทีเรีย ได้แก่ *Bacillus subtilis* (Agrios, 2005)



อุปกรณ์และวิธีการ

- เมล็ดถั่วเหลือง พันธุ์เชียงใหม่ 60
- ปุ๋ยหมัก
- ปุ๋ยคอก
- ปุ๋ยเคมี สูตร 12-24-12
- เชื้อรา *Trichoderma* spp.
- เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus subtilis*
- เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis*
- เชื้อแบคทีเรียไรโซเบียม
- น้ำหมักชีวภาพ ได้แก่ น้ำหมักสะเดา
- เครื่องชั่งน้ำหนัก Mettler-Toledo
- เครื่องวัดความชื้น Steinlite
- ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา เพื่อตรวจวิเคราะห์ดิน
- แปลงทดลองปลูกถั่วเหลือง
- อุปกรณ์ทางการเกษตรอื่น ๆ

แปลงทดลองปลูกถั่วเหลืองโดยใช้แปลงทดลองเดิม ซึ่งทำการเจาะดินหลังการเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองปี 2553 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี (ภาพผนวกที่ 1)

กรรมวิธีที่ 1 ใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 2,000 กก.ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยคอกอัตรา 2,000 กก.ต่อไร่ *

กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 4,000 กก.ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยคอกอัตรา 4,000 กก.ต่อไร่ *

กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 12-24-12 อัตรา 50 กก.ต่อไร่ *

กรรมวิธีที่ 4 ไม่ใส่ปุ๋ย (ชุดเปรียบเทียบ)

หมายเหตุ * คูรายละเอียดในภาคผนวก

แบ่งพื้นที่ออกเป็นแปลงย่อยขนาด 3x5 เมตร ปลูกระยะห่างระหว่างแถว 50 ซม. ระหว่างหลุม 20 ซม. แต่ละแปลงย่อยปลูกจำนวน 6 แถว มีทั้งหมด 16 แปลง (ภาพผนวกที่ 2) มีแถวคลุมจำนวน 2 แถว ห่างกัน 50 ซม. ใช้เมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ได้ปลูกเชื้อไรโซเบียม 200 กรัมต่อเมล็ดถั่วเหลือง 10 กก.

การป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืช โดยใช้น้ำหมักชีวภาพ เช่น น้ำหมักสะเดา อัตรา 50 ซีซีต่อน้ำ 20 ลิตร และใช้เชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ ได้แก่ เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* อัตรา 50

กรัมค่อน้ำ 20 ลิตร ในการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืชของถั่วเหลือง และใช้เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus subtilis* และเชื้อรา *Trichoderma* spp. อัตรา 50 กรัมค่อน้ำ 20 ลิตร สำหรับป้องกันและกำจัดโรคของถั่วเหลือง ฉีดพ่นทุก ๆ 5 วัน จำนวน 9 ครั้ง ตั้งแต่หลังปลูกถั่วเหลืองจนถึงก่อนเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง โดยฉีดพ่นเหมือนกันในทุก ๆ กรรมวิธีการทดลอง

ทำการเก็บข้อมูล ความสูงของต้นถั่วเหลือง ความยาวของฝักถั่วเหลือง จำนวนฝักถั่วเหลือง ต่อต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิตต่อไร่ ที่ความชื้นมาตรฐาน 12% แล้วนำมาทำการวิเคราะห์โปรแกรมทางสถิติ ตามเมล็ดให้แห้ง นำมาวัดความชื้นด้วยเครื่อง Steinlite (ภาพผนวกที่ 3) ชั่งน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง ด้วยเครื่องชั่ง Mettler-Toledo (ภาพผนวกที่ 4) หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว ต่อมเจาะดินในแต่ละกรรมวิธีที่ 2 ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 ซม. เพื่อวิเคราะห์หาค่าอินทรีย์วัตถุ N, P, K และค่าอื่น ๆ หลังการเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองอีกครั้ง

ผลการวิจัย

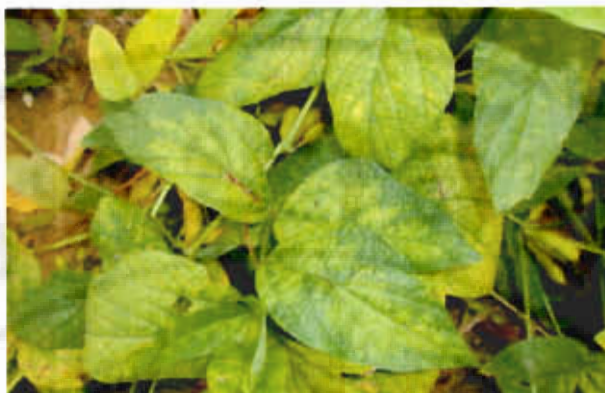
การทดลองการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีต่อการผลิตถั่วเหลืองอินทรีย์ และคุณสมบัติทางเคมีของดินปลูก ในสภาพแปลงทดลอง ปี พ.ศ. 2554 พบว่า

การควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืช

ผลการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี โดยใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ เช่น เชื้อรา *Trichoderma* spp., เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus subtilis*, *Bacillus thuringiensis* และน้ำหมักสะเคา ที่ใช้ในการควบคุม ทำการตรวจวิเคราะห์การพบโรคและแมลงศัตรูพืชถั่วเหลือง จำนวน 5 ครั้ง เมื่อถั่วเหลืองมีอายุ 30, 45, 60, 75 และ 90 วันหลังปลูก พบว่า เมื่อถั่วเหลืองอายุ 30, 45 และ 60 วันหลังปลูก การทดลองทั้ง 4 กรรมวิธี ไม่พบโรค และตรวจพบเมื่ออายุ 75 และ 90 วันหลังปลูก การทดลองทั้ง 4 กรรมวิธี คือ พบเพิ่มขึ้นอัตรา 1-25% เช่นเดียวกับการทดลองในปี 2553 ที่ให้ผลการทดลองเหมือนกัน โรคที่พบได้แก่ โรคราสนิม (ภาพที่ 1) โรคใบค่าง (ภาพที่ 2) และโรคเมล็ดคีม่วง (ภาพที่ 3) เป็นต้น ส่วนแมลงศัตรูพืชของถั่วเหลือง ได้ตรวจเมื่อถั่วเหลืองอายุได้ 30, 45, 60 และ 75 วันหลังปลูก พบว่า การทดลองทั้ง 4 กรรมวิธี คือ พบอัตรา 1-75% แต่หลังปลูกถั่วเหลืองอายุได้ 90 วัน พบว่า การทดลองทั้ง 4 กรรมวิธี ไม่พบแมลง แต่เมื่อเทียบการทดลองในปี 2553 จะพบแมลงเพิ่มขึ้น แมลงที่พบ ได้แก่ หนอนม้วนใบถั่วเหลือง (ภาพที่ 4) มวนถั่วเหลือง (ภาพที่ 5) เพลี้ยอ่อน (ภาพที่ 6) และหนอนชอนใบ (ภาพที่ 7) เป็นต้น (ตารางที่ 1)



ภาพที่ 1 โรคราสนิมของถั่วเหลือง



ภาพที่ 2 โรคใบด่างของถั่วเหลือง



ภาพที่ 3 โรคเมล็ดสีม่วงของถั่วเหลือง



ภาพที่ 4 หนอนม้วนใบถั่วเหลือง



ภาพที่ 5 มวนถั่วเหลือง



ภาพที่ 6 เพลี้ยอ่อนถั่วเหลือง



ภาพที่ 7 หนอนชอนใบ

การเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลือง

ความสูงของต้น

ผลการวัดความสูงของต้นถั่วเหลือง พบว่า ความสูงของต้นถั่วเหลืองของกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 4,000 กก./ไร่ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ กับกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย ผลการทดลองพบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 4,000 กก./ไร่ มีความสูงเฉลี่ยสูงสุดที่ 75.3 ซม. ซึ่งไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 2,000 กก./ไร่ มีความสูงเฉลี่ย 68.5 ซม. รองลงมา คือ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 12-24-12) อัตรา 50 กก./ไร่ และกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย มีความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 60.3 และ 55.6 ซม. ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองในปี 2553 พบว่า ในปี 2554 ความสูงของต้นถั่วเหลืองมีความสูงที่เพิ่มขึ้นทุกกรรมวิธีการทดลอง (ตารางที่ 2 และภาพที่ 8)

ความยาวของฝักถั่ว

ผลการวัดความยาวของฝักถั่วเหลือง ทุกกรรมวิธีการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ พบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 4,000 กก./ไร่ มีความยาวของฝักเฉลี่ยยาวสุดที่ 4.1 ซม. รองลงมา คือ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 2,000 กก./ไร่ มีความยาวของฝักเฉลี่ย คือ 4.0 ซม. ส่วนกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 12-24-12) อัตรา 50 กก./ไร่ และกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย มีความยาวของฝักเฉลี่ยเท่ากัน คือ 3.9 ซม. เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองในปี 2553 พบว่า ในปี 2554 ความยาวของฝักถั่วเหลืองทุกกรรมวิธีการทดลองไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 2 และภาพที่ 9)

จำนวนฝักถั่วเหลืองต่อต้น

ผลการนับจำนวนฝักถั่วเหลืองต่อต้น พบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 4,000 กก./ไร่ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย ผลการทดลองพบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 4,000 กก./ไร่ มีจำนวนฝักสูงสุด 103 ฝัก รองลงมา กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 2,000 กก./ไร่ มีจำนวนฝัก 85 ฝัก ส่วนกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 12-24-12) ในอัตรา 50 กก./ไร่ ซึ่งไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย มีจำนวนฝัก 65 และ 52 ฝัก ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองในปี 2553 พบว่า ในปี 2554 จำนวนฝักถั่วเหลืองต่อต้นมีจำนวนฝักที่เพิ่มขึ้นทุกกรรมวิธีการทดลอง (ตารางที่ 2 และภาพที่ 10)

น้ำหนัก 100 เมล็ด

ผลการชั่งน้ำหนัก 100 เมล็ดของถั่วเหลือง พบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 4,000 กก./ไร่ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย ผลการทดลองพบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 4,000 กก./ไร่ มีน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ยสูงสุด 30.6 กรัม ซึ่งไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 12-24-12) อัตรา 50 กก./ไร่ มีน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ย 29.2 กรัม รองลงมา คือ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 2,000 กก./ไร่ ซึ่งไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยที่มีน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ย คือ 28.8 และ 28.1 กรัม ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองในปี 2553 พบว่า ในปี 2554 น้ำหนัก 100 เมล็ด มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นทุกกรรมวิธีการทดลอง (ตารางที่ 2 และภาพที่ 11)

ผลผลิตต่อไร่

ผลการทดลองการผลิตถั่วเหลืองอินทรีย์ ทุกกรรมวิธีการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ พบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 4,000 กก./ไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 394.8 กก./ไร่ รองลงมา คือ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 2,000 กก./ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 12-24-12) อัตรา 50 กก./ไร่ และกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย ให้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 360.0, 356.8 และ 287.6 กก./ไร่ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองในปี 2553 พบว่า ในปี 2554 ผลผลิตถั่วเหลืองต่อไร่ ทุกกรรมวิธีการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกัน แต่เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณผลผลิตต่อไร่ พบว่า มีปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นทุกกรรมวิธีการทดลอง (ตารางที่ 2 และภาพที่ 12)

การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ดินหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลือง ปี 2553 และ ปี 2554 ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 ซม.

การวิเคราะห์ค่า pH

ผลการวิเคราะห์ดิน ที่ระดับบน (0-15 ซม.) พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) ในระดับที่แตกต่างกัน มีผลทำให้ ค่า pH หรือค่าความเป็นกรด-ด่างเปลี่ยนแปลงไปจากดินหลังการเก็บเกี่ยวปี 2553 พบว่า ดินหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลือง ปี 2554 มีค่า pH ลดลงในทุกกรรมวิธีการทดลอง ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ผลการทดลองพบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 2,000 และ 4,000 กก./ไร่ ค่า pH ลดลงจาก 5.3 และ 5.4 เป็น 4.9 ซึ่งมีค่าเท่ากับ กรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย ค่า pH ลดลงจาก 6.0 เป็น 4.8 และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 12-24-12) อัตรา 50 กก./ไร่ ค่า pH ลดลงจาก 5.3 เป็น 4.7 ($p < 0.05$) ที่ระดับล่าง (15-30 ซม.) มีผลการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับที่ระดับบน (0-15 ซม.) ดินหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลือง ปี 2554

มีค่า pH ลดลงทุกกรรมวิธีการทดลอง ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ผลการทดลองพบว่า กรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย ค่า pH ลดลงจาก 5.4 เป็น 4.8 รองลงมา คือกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 4,000 กก./ไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 12-24-12) อัตรา 50 กก./ไร่ ค่า pH ลดลงจาก 5.3 และ 5.3 เป็น 4.7 ซึ่งมีค่าเท่ากัน ขณะที่กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 2,000 กก./ไร่ ค่า pH ลดลงจาก 5.0 เป็น 4.6 ($p<0.05$) (ตารางที่ 3 , 4 และภาพที่ 13)

การวิเคราะห์ค่า OM

ผลการวิเคราะห์ดินหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลือง ปี 2554 เมื่อเปรียบเทียบกับ การทดลองหลังการเก็บเกี่ยวปี 2553 ที่ระดับบน (0-15 ซม.) พบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 4,000 กก./ไร่ ทำให้ OM ลดลง จาก 2.3% เป็น 1.3% และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 2,000 กก./ไร่ OM เท่าเดิม คือ 1.1% ขณะที่กรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 12-24-12) อัตรา 50 กก./ไร่ ทำให้ OM เพิ่มขึ้นจาก 0.4% และ 0.6% เป็น 0.8% และ 0.7% ตามลำดับ ซึ่งทุกกรรมวิธีการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ที่ระดับล่าง (15-30 ซม.) มี OM ลดลงในทุกกรรมวิธีการทดลอง ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ผลการทดลองพบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 4,000 กก./ไร่ ทำให้ OM ลดลงจาก 1.2% เป็น 0.5% รองลงมา กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 2,000 กก./ไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 12-24-12) อัตรา 50 กก./ไร่ ลดลงจาก 0.8% และ 0.5% เป็น 0.4% ซึ่งมีค่าเท่ากัน และกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยยังคงให้ OM ลดลงจาก 0.5% เป็น 0.2% ($p<0.05$) (ตารางที่ 3 , 4 และภาพที่ 14)

การวิเคราะห์ค่า P

ผลการวิเคราะห์ดินหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลือง ปี 2554 เมื่อเปรียบเทียบกับ การทดลองหลังการเก็บเกี่ยวปี 2553 ที่ระดับบน (0-15 ซม.) พบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 4,000, 2,000 กก./ไร่ และกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย มีค่า P เพิ่มขึ้น จาก 34, 23 และ 6 ppm เป็น 88, 63 และ 9 ppm ตามลำดับ ขณะที่กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 12-24-12) อัตรา 50 กก./ไร่ มีค่า P เท่าเดิม คือ 22 ppm ซึ่งทุกกรรมวิธีการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ที่ระดับล่าง (15-30 ซม.) พบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 4,000, 2,000 กก./ไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 12-24-12) อัตรา 50 กก./ไร่ ทำให้ค่า P ลดลง จาก 54, 20 และ 13 ppm เป็น 28, 14 และ 9 ppm ขณะที่กรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีค่า P เท่าเดิม คือ 7 ppm ซึ่งทุกกรรมวิธีการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (ตารางที่ 3 , 4 และภาพที่ 15)

การวิเคราะห์ค่า K

ผลการวิเคราะห์ดินหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลือง ปี 2554 มีค่า K ลดลงในทุกกรรมวิธีการทดลอง เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองหลังการเก็บเกี่ยวปี 2553 ผลการทดลองพบว่า ที่ระดับบน (0-15 ซม.) กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 4,000, 2,000 กก./ไร่, กรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยและกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 12-24-12) อัตรา 50 กก./ไร่ ค่า K ลดลงจาก 237, 144, 101 และ 89 ppm เป็น 110, 101, 76 และ 72 ppm ตามลำดับ ซึ่งทุกกรรมวิธีการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ที่ระดับล่าง (15-30 ซม.) มีผลการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับที่ระดับบน (0-15 ซม.) มีค่า K ลดลงในทุกกรรมวิธีการทดลอง กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 4,000, 2,000 กก./ไร่, กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 12-24-12) อัตรา 50 กก./ไร่และกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย มีค่า K ลดลงจาก 185, 91, 83 และ 81 เป็น 97, 81, 63 และ 59 ppm ตามลำดับ ซึ่งทุกกรรมวิธีการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 3 , 4 และภาพที่ 16)

การวิเคราะห์ค่า Ca

ผลการวิเคราะห์ดินหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลือง ปี 2554 มีค่า Ca ลดลงในทุกกรรมวิธีการทดลอง เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองหลังการเก็บเกี่ยวปี 2553 ผลการทดลองพบว่า ที่ระดับบน (0-15 ซม.) กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 4,000 , 2,000 กก./ไร่ , กรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยและกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 12-24-12) อัตรา 50 กก./ไร่ ค่า Ca ลดลงจาก 1,505, 1,158, 1,148 และ 1,068 ppm เป็น 962, 827, 639 และ 620 ppm ตามลำดับ ซึ่งทุกกรรมวิธีการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ที่ระดับล่าง (15-30 ซม.) มีผลการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับที่ระดับบน (0-15 ซม.) มีค่า Ca ลดลงในทุกกรรมวิธีการทดลอง คือ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 4,000, 2,000 กก./ไร่, กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 12-24-12) อัตรา 50 กก./ไร่และกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย มีค่า Ca ลดลงจาก 1,208, 1,120, 1,094 และ 1,089 ppm เป็น 721, 591, 587 และ 559 ppm ตามลำดับ ซึ่งทุกกรรมวิธีการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 3 , 4 และภาพที่ 17)

การวิเคราะห์ค่า Mg

ผลการวิเคราะห์ดินหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลือง ปี 2554 มีค่า Mg ลดลงในทุกกรรมวิธีการทดลอง เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองหลังการเก็บเกี่ยวปี 2553 ผลการทดลองพบว่า ที่ระดับบน (0-15 ซม.) กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 4,000, 2,000 กก./ไร่, กรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยและกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 12-24-12) อัตรา 50 กก./ไร่ ค่า Mg ลดลงจาก 283, 196, 200 และ 187 ppm เป็น 196, 152, 150 และ 146 ppm ตามลำดับ ซึ่งทุกกรรมวิธีการ

ทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ที่ระดับล่าง (15-30 ซม.) มีผลการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับที่ระดับบน (0-15 ซม.) มีค่า Mg ลดลงในทุกกรรมวิธีการทดลอง กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 4,000 กก./ไร่, กรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย, กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 2,000 กก./ไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 12-24-12) อัตรา 50 กก./ไร่ มีค่า Mg ลดลงจาก 211, 185, 270 และ 181 ppm เป็น 170, 145, 141 และ 139 ppm ตามลำดับ ซึ่งทุกกรรมวิธีการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 3 , 4 และภาพที่ 18)

การวิเคราะห์ค่า Fe

ผลการวิเคราะห์ดินหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลือง ปี 2554 เมื่อเปรียบเทียบกับ การทดลองหลังการปี 2553 ที่ระดับบน (0-15 ซม.) พบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 2,000 กก./ไร่, กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 12-24-12) อัตรา 50 กก./ไร่ และกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย มีค่า Fe เพิ่มขึ้น จาก 48, 14 และ 10 ppm เป็น 62, 26 และ 15 ppm ตามลำดับ ขณะที่กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 4,000 กก./ไร่ มีค่า Fe ลดลงจาก 65 ppm เป็น 59 ppm ซึ่งทุกกรรมวิธีการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ที่ระดับล่าง (15-30 ซม.) กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 4,000 และ 2,000 กก./ไร่ มีค่า Fe ลดลงจาก 39 และ 36 ppm เป็น 37 และ 21 ppm ตามลำดับ ขณะที่กรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยและกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 12-24-12) อัตรา 50 กก./ไร่ มีค่า Fe เพิ่มขึ้น จาก 11 และ 14 ppm เป็น 20 และ 18 ppm ตามลำดับ ซึ่งทุกกรรมวิธีการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 3 , 4 และภาพที่ 19)

การวิเคราะห์ค่า Mn

ผลการวิเคราะห์ดินหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลือง ปี 2554 เมื่อเปรียบเทียบกับ การทดลองหลังการเก็บเกี่ยวปี 2553 ที่ระดับบน (0-15 ซม.) พบว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 4,000, 2,000 กก./ไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 12-24-12) อัตรา 50 กก./ไร่ มีค่า Mn ลดลง จาก 13, 11 และ 10 ppm เป็น 9 ppm ซึ่งมีค่าเท่ากัน ขณะที่กรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย มีค่า Mn เท่าเดิม คือ 9 ppm ทุกกรรมวิธีการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ที่ระดับล่าง (15-30 ซม.) มีผลการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับที่ระดับบน (0-15 ซม.) มีค่า Mn ลดลงในทุกกรรมวิธีการทดลอง กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 4,000 กก./ไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 12-24-12) อัตรา 50 กก./ไร่ มีค่า Mn ลดลงจาก 11 ppm เป็น 8 ppm ซึ่งมีค่าเท่ากัน และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 2,000 กก./ไร่ และ

กรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย ค่า Mn ลดลง จาก 10 ppm เป็น 8 และ 7 ppm ตามลำดับ ซึ่งทุกกรรมวิธีการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 3 , 4 และภาพที่ 20)

การวิเคราะห์ค่า Cu

ผลการวิเคราะห์ดินหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลือง ปี 2554 มีค่า Cu ลดลงในทุกกรรมวิธีการทดลอง เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองหลังการเก็บเกี่ยวปี 2553 ผลการทดลองพบว่า ที่ระดับบน (0-15 ซม.) กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 4,000, 2,000 กก./ไร่, กรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยและกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 12-24-12) อัตรา 50 กก./ไร่ ค่า Cu ลดลงจาก 2.3, 2.2, 2.0 และ 2.0 ppm เป็น 0.9, 0.8, 0.7 และ 0.6 ppm ตามลำดับ ซึ่งทุกกรรมวิธีการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ที่ระดับล่าง (15-30 ซม.) มีผลการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับที่ระดับบน (0-15 ซม.) ค่า Cu ลดลงในทุกกรรมวิธีการทดลอง กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 4,000 กก./ไร่และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 12-24-12) อัตรา 50 กก./ไร่มีค่า Cu ลดลง จาก 2.1 และ 2.0 ppm เป็น 0.6 ppm ซึ่งมีค่าเท่ากัน และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 2,000 กก./ไร่ และกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย ค่า Cu ลดลง จาก 2.0 ppm เป็น 0.5 ppm ซึ่งมีค่าเท่ากัน ซึ่งทุกกรรมวิธีการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 3 , 4 และภาพที่ 21)

การวิเคราะห์ค่า Zn

ผลการวิเคราะห์ดินหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลือง ปี 2554 เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองหลังการเก็บเกี่ยวปี 2553 ที่ระดับบน (0-15 ซม.) พบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 4,000 และ 2,000 กก./ไร่ มีค่า Zn ลดลงจาก 3.0 และ 1.2 ppm เป็น 1.6 และ 1.1 ppm ขณะที่กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 12-24-12) อัตรา 50 กก./ไร่มีค่า Zn เพิ่มขึ้นจาก 0.6 เป็น 0.7 ppm กรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีค่า Zn เท่าเดิม คือ 0.5 ppm ซึ่งทุกกรรมวิธีการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ที่ระดับล่าง (15-30 ซม.) กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 4,000 และ 2,000 กก./ไร่ มีค่า Zn ลดลงจาก 1.4 และ 0.9 ppm เป็น 0.8 และ 0.6 ppm ขณะที่กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 12-24-12) อัตรา 50 กก./ไร่และกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย มีค่า Zn เท่าเดิม คือ 0.6 และ 0.5 ppm ตามลำดับ ซึ่งทุกกรรมวิธีการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 3 , 4 และภาพที่ 22)

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบการเกิดโรคและแมลงศัตรูพืชถั่วเหลืองในกรรมวิธีต่าง ๆ ที่ระยะเวลาต่างกัน ปี 2553 และ ปี 2554

กรรมวิธีการทดลอง	การเกิดโรคของถั่วเหลือง										การเกิดแมลงศัตรูถั่วเหลือง									
	ปี 2553					ปี 2554					ปี 2553					ปี 2554				
	30	45	60	75	90	30	45	60	75	90	30	45	60	75	90	30	45	60	75	90
	(วันหลังปลูก)					(วันหลังปลูก)					(วันหลังปลูก)					(วันหลังปลูก)				
กรรมวิธีใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 2000 กก.ต่อไร่	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	1	2	2	2	2	3	3	4	2	1
กรรมวิธีใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 4000 กก.ต่อไร่	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2	3	4	2	1
กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี อัตรา 50 กก.ต่อไร่	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2	3	3	2	1
กรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ย	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1

หมายเหตุ Rating Scale

- 1 = ไม่เกิดโรคและแมลง
- 2 = เกิดโรคและแมลง 1-25 %
- 3 = เกิดโรคและแมลง 26-50 %
- 4 = เกิดโรคและแมลง 51-75 %
- 5 = เกิดโรคและแมลง 76-100%

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิต จากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี ปี 2553 และ ปี 2554

กรรมวิธีการทดลอง	ความสูงต้นถั่ว (ซม.)		ความยาวฝักถั่ว (ซม.)		จำนวนฝักถั่วต่อต้น (ฝัก)		น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)		ผลผลิตต่อไร่ (กก.)	
	ปี 2553	ปี 2554	ปี 2553	ปี 2554	ปี 2553	ปี 2554	ปี 2553	ปี 2554	ปี 2553	ปี 2554
กรรมวิธีใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 2000 กก.ต่อไร่	58.0 ab ¹	68.5 ab ¹	3.8	4.0	47 a	85 b	18.0	28.8 b	173.2	360.0
กรรมวิธีใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 4000 กก.ต่อไร่	64.1 a	75.3 a	4.1	4.1	45 a	103 a	18.3	30.6 a	209.6	394.8
กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี อัตรา 50 กก.ต่อไร่	53.8 b	60.3 bc	4.0	3.9	31 b	65 c	17.9	29.2 ab	156.4	356.8
กรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ย	46.6 c	55.6 c	4.1	3.9	39 ab	52 c	18.6	28.1 b	174.8	287.6

หมายเหตุ ¹ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเดียวกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี Duncan's multiple range test

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ดิน จากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์และการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี ที่ระดับความลึก 0-15 ซม. ปี 2553 และ ปี 2554

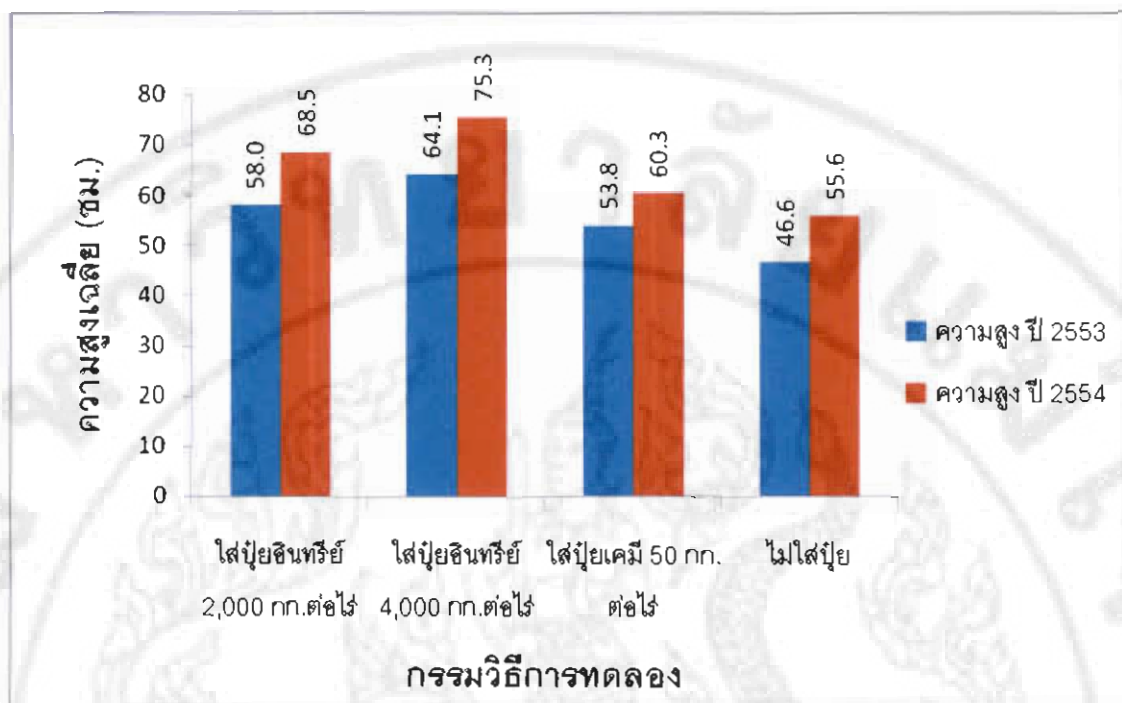
กรรมวิธี การทดลอง	ผลการวิเคราะห์ดินหลังเก็บเกี่ยวข้าวเหลือง ปี 2553										ผลการวิเคราะห์ดินหลังเก็บเกี่ยวข้าวเหลือง ปี 2554									
	pH	OM	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	pH	OM	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
		(%)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)		(%)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
กรรมวิธี ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 2000 กก.ต่อไร่	5.3	1.1 b ¹	23	144 b	1158 b	196 b	48 a	11	2.2 b	1.2 b	4.9	1.1 a	63 b	101 ab	827 b	152 b	62 a	9	0.8	1.1 b
กรรมวิธี ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 4000 กก.ต่อไร่	5.4	2.3 a	34	237 a	1505 a	283 a	65 a	13	2.3 a	3.0 a	4.9	1.3 a	88 a	110 a	962 a	196 a	59 a	9	0.9	1.6 a
กรรมวิธีใส่ ปุ๋ยเคมี อัตรา 50 กก.ต่อไร่	5.3	0.6 c	22	89 c	1068 b	187 b	14 b	10	2.0 bc	0.6 b	4.7	0.7 b	22 c	72 c	620 c	146 b	26 b	9	0.6	0.7 bc
กรรมวิธี ไม่ใส่ปุ๋ย	6.0	0.4 c	6	101 c	1148 b	200 b	10 b	9	2.0 c	0.5 b	4.8	0.8 b	9 c	76 bc	639 c	150 b	15 b	9	0.7	0.5 c

หมายเหตุ ¹ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเดียวกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี Duncan's multiple range test.

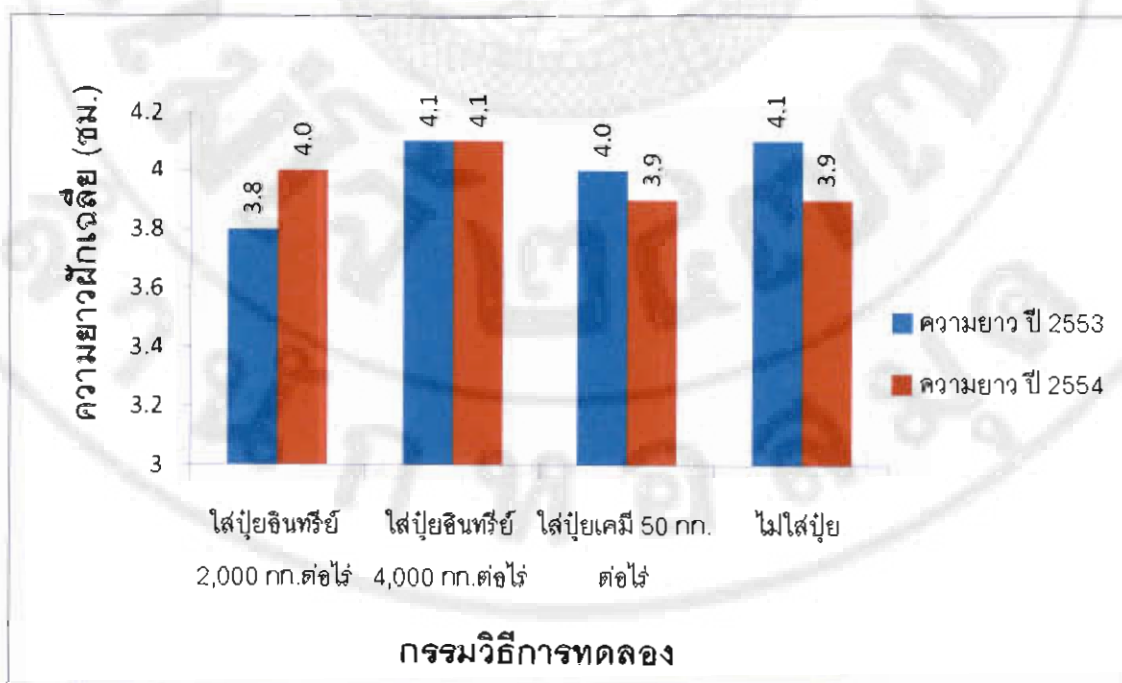
ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ดิน จากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์และการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี ที่ระดับความลึก 15-30 ซม. ปี 2553 และ ปี 2554

กรรมวิธี การทดลอง	ผลการวิเคราะห์ดินหลังเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง ปี 2553										ผลการวิเคราะห์ดินหลังเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง ปี 2554									
	pH	OM	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	pH	OM	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
		(%)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)		(%)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
กรรมวิธี ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 2000 กก.ต่อไร่	5.0	0.8 b ¹	20 b	91 b	1120 b	270	36	10	2.0	0.9 b	4.6	0.4	14 b	81 ab	591 b	141 b	21 b	7	0.5	0.6
กรรมวิธี ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 4000 กก.ต่อไร่	5.3	1.2 a	54 a	185 a	1208 a	211	39	11	2.1	1.4 a	4.7	0.5	28 a	97 a	721 a	170 b	37 a	8	0.6	0.8
กรรมวิธีใส่ ปุ๋ยเคมี อัตรา 50 กก.ต่อไร่	5.3	0.5 c	13 b	83 b	1089 b	181	14	11	2.0	0.6 bc	4.7	0.4	9 b	63 b	559 b	139 b	18 b	8	0.6	0.6
กรรมวิธี ไม่ใส่ปุ๋ย	5.4	0.5 c	7 b	81 b	1094 b	185	11	10	2.0	0.5 c	4.8	0.2	7 b	59 b	587 b	145 b	20 b	8	0.5	0.5

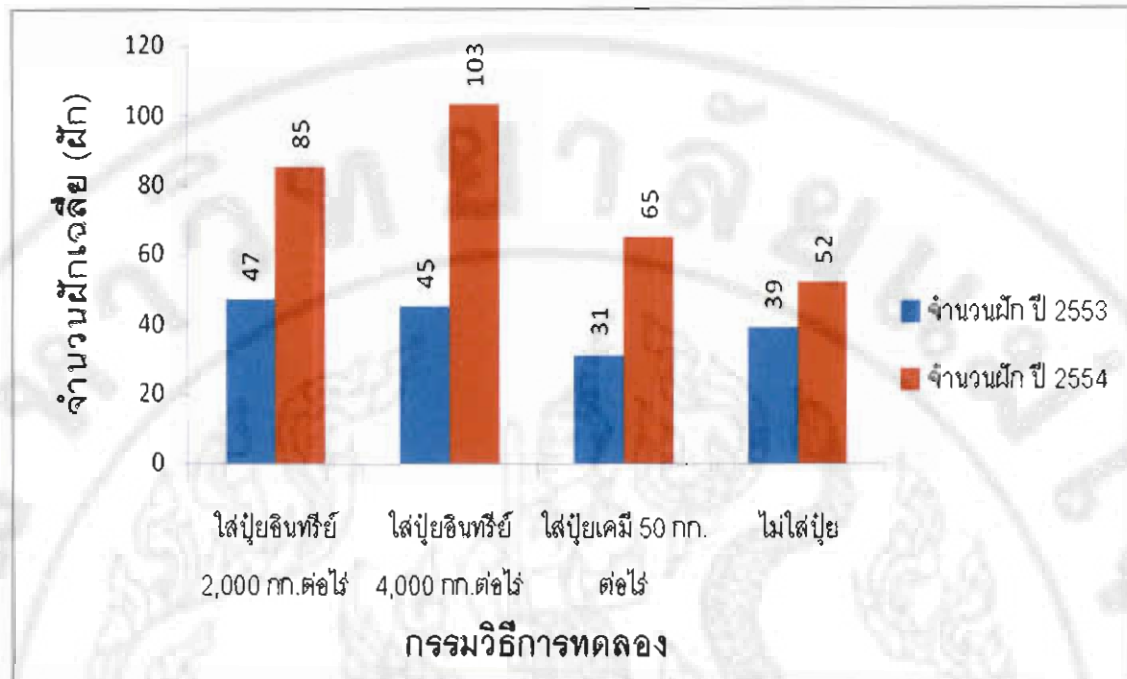
หมายเหตุ ¹ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี Duncan's multiple range test.



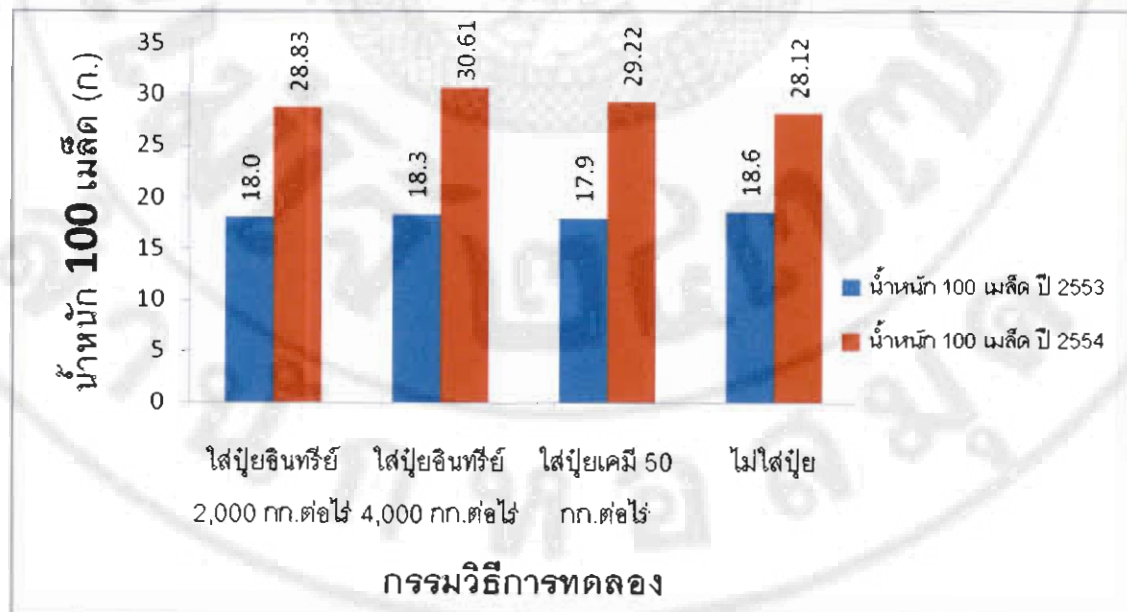
ภาพที่ 8 ผลการทดลองของความสูงต้นถั่วเหลือง



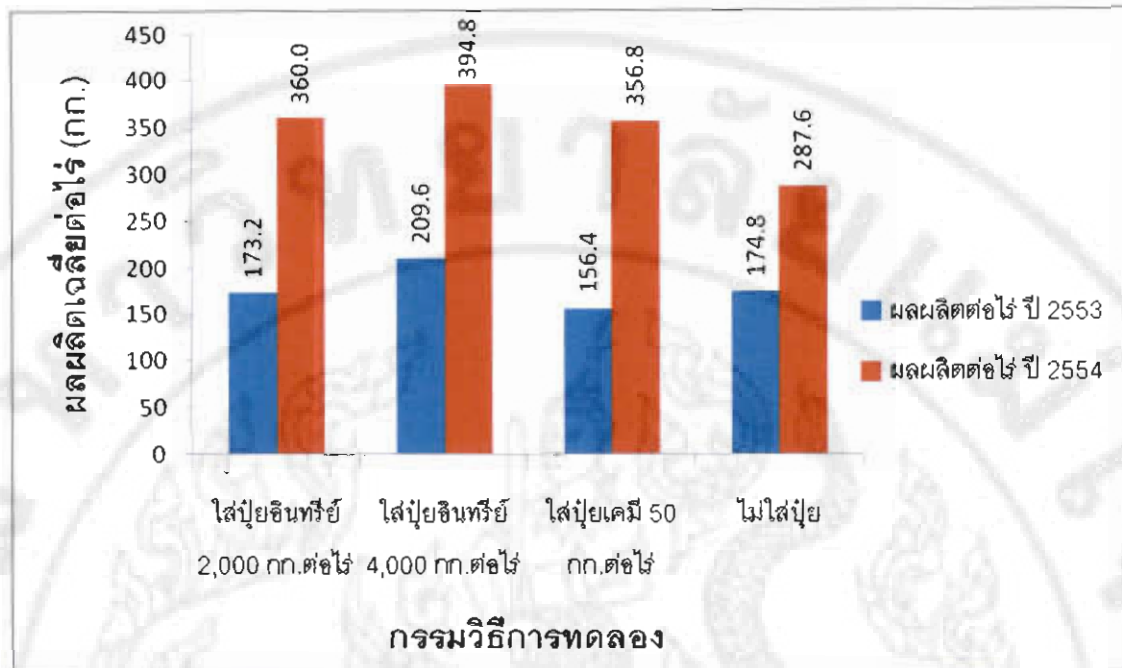
ภาพที่ 9 ผลการทดลองของความยาวฝักถั่วเหลือง



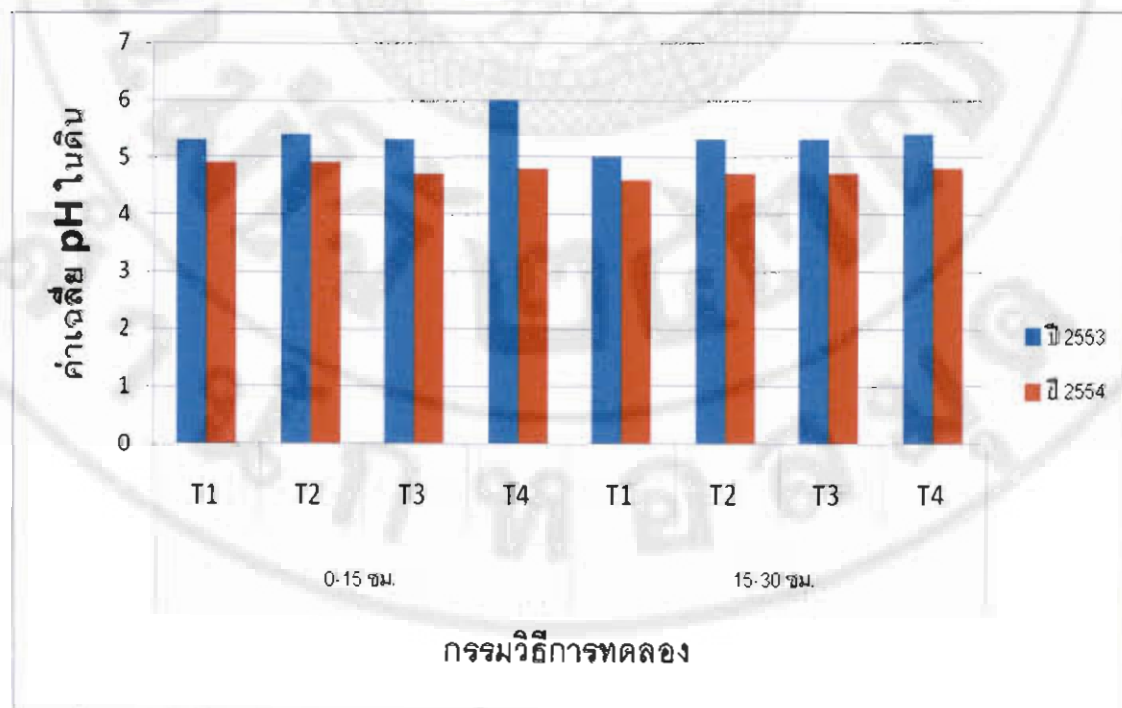
ภาพที่ 10 ผลการทดลองของจำนวนฝักต่อต้นถั่วเหลือง



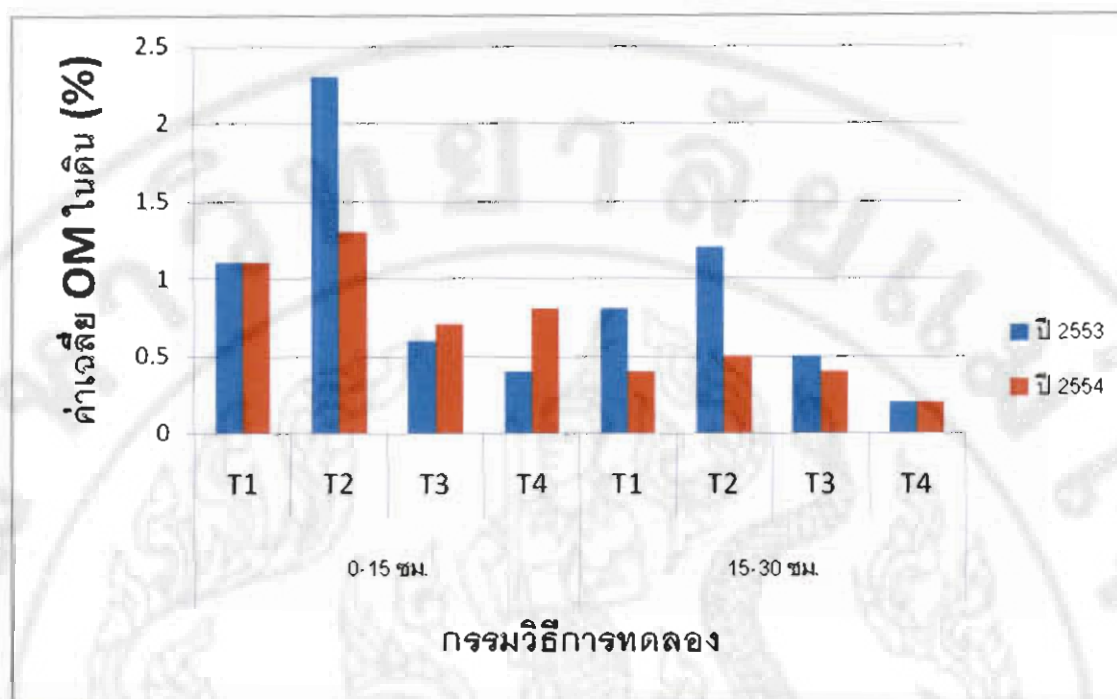
ภาพที่ 11 ผลการทดลองของน้ำหนัก 100 เมล็ดถั่วเหลือง



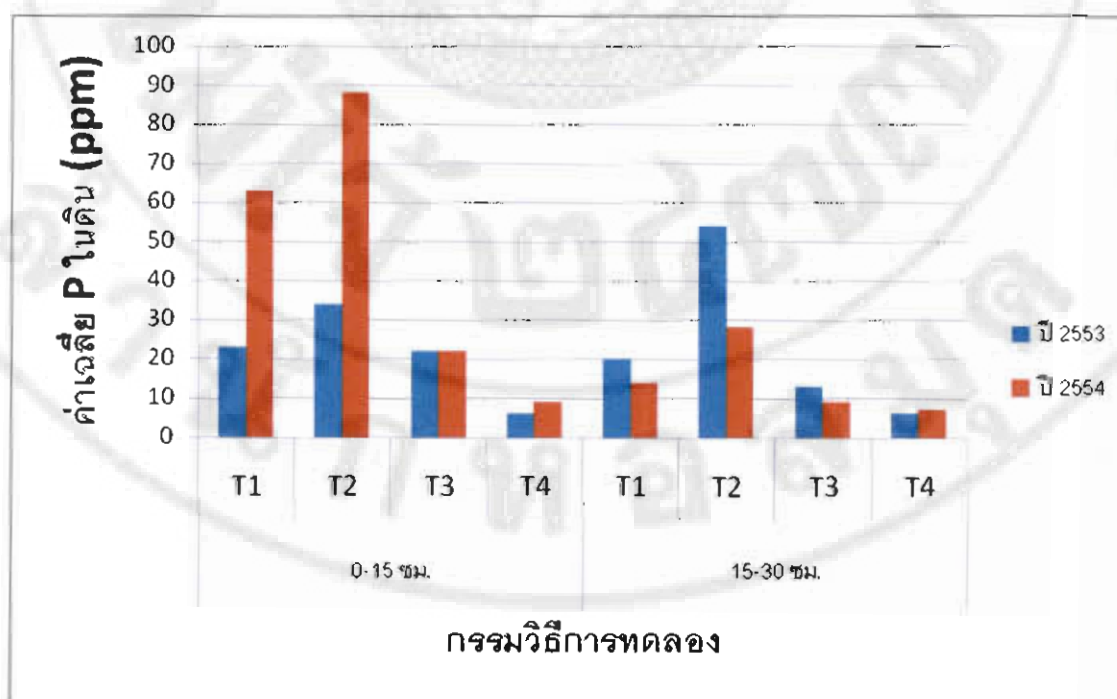
ภาพที่ 12 ผลการทดลองของผลผลิตหัวเหลืองต่อไร่



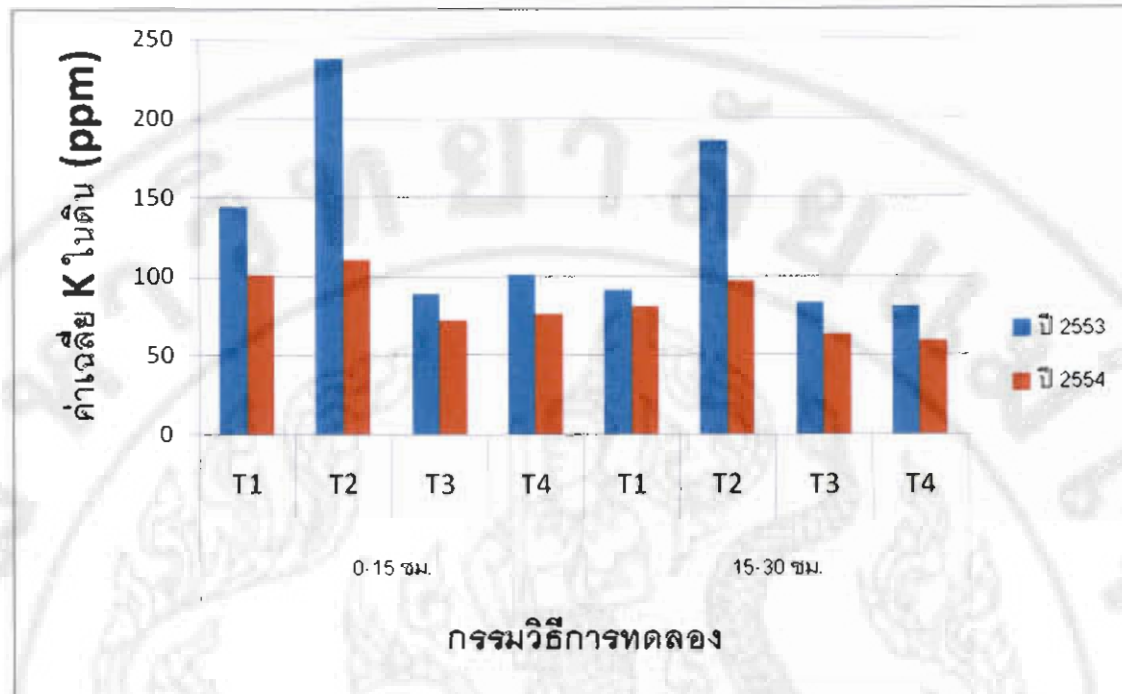
ภาพที่ 13 ผลการวิเคราะห์ค่า pH ในดินที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร



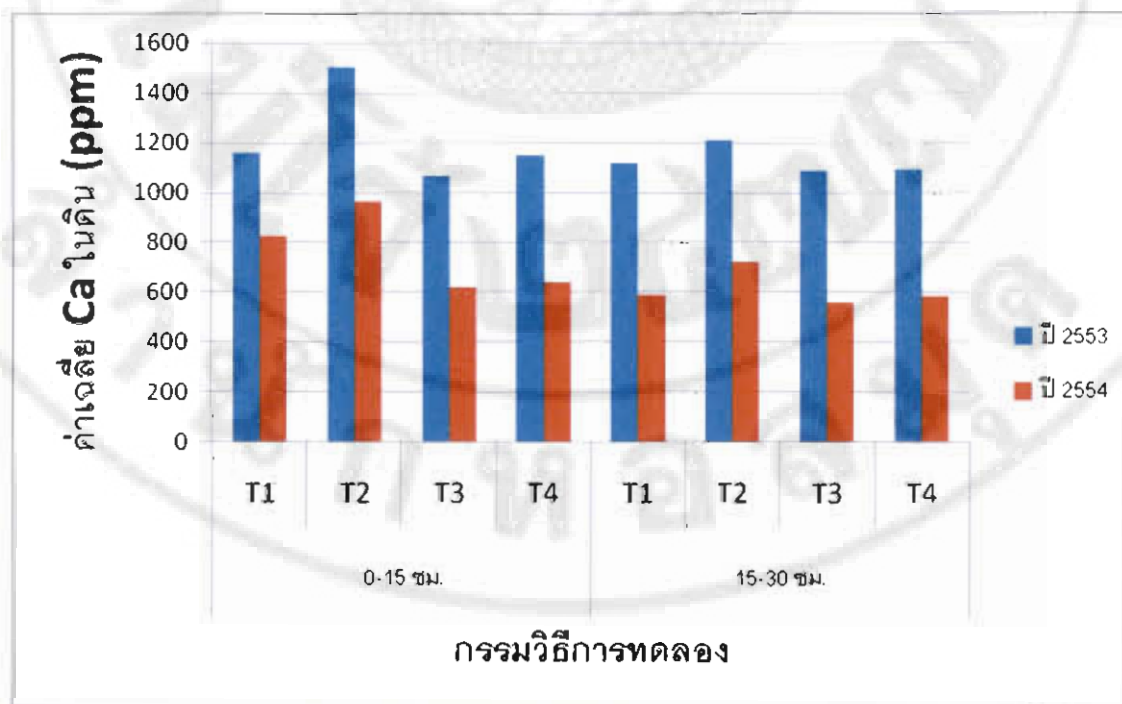
ภาพที่ 14 ผลการวิเคราะห์ค่า OM ในดินที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร



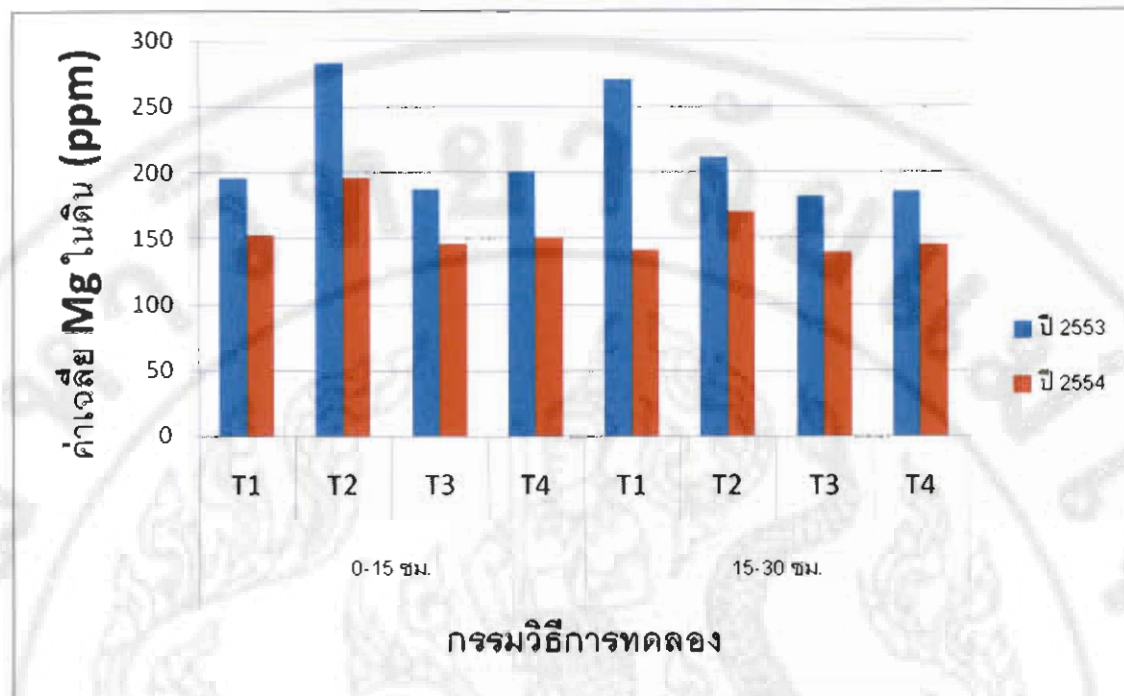
ภาพที่ 15 ผลการวิเคราะห์ค่า P ในดินที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร



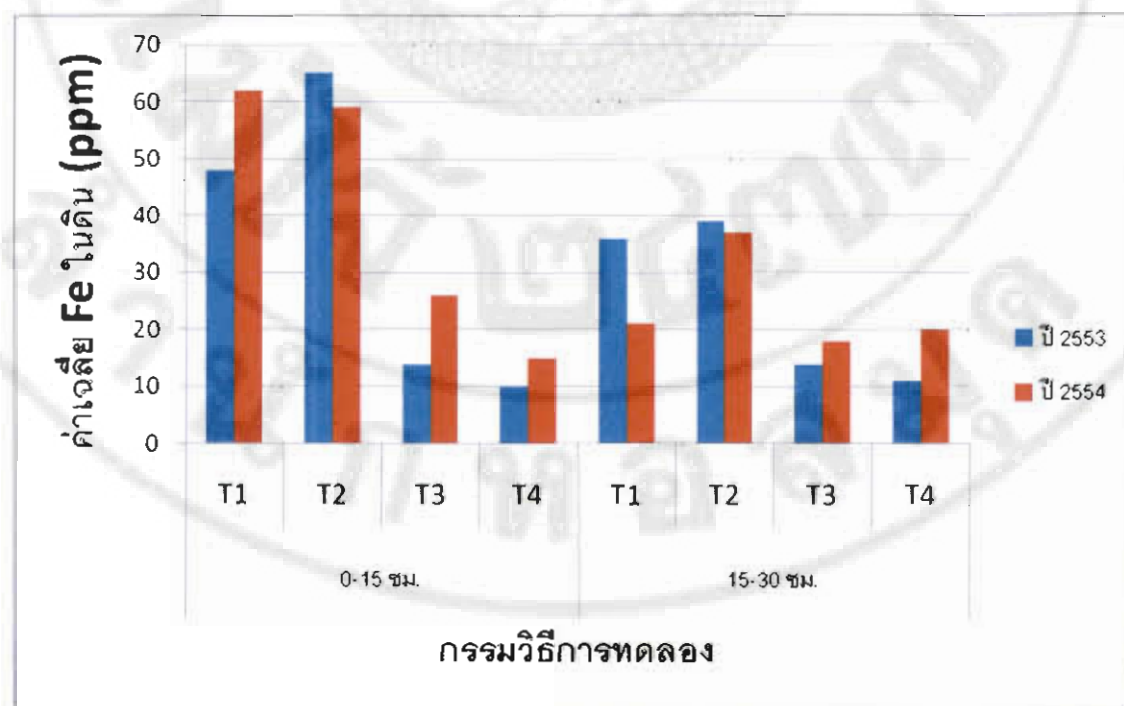
ภาพที่ 16 ผลการวิเคราะห์ค่า K ในดินที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร



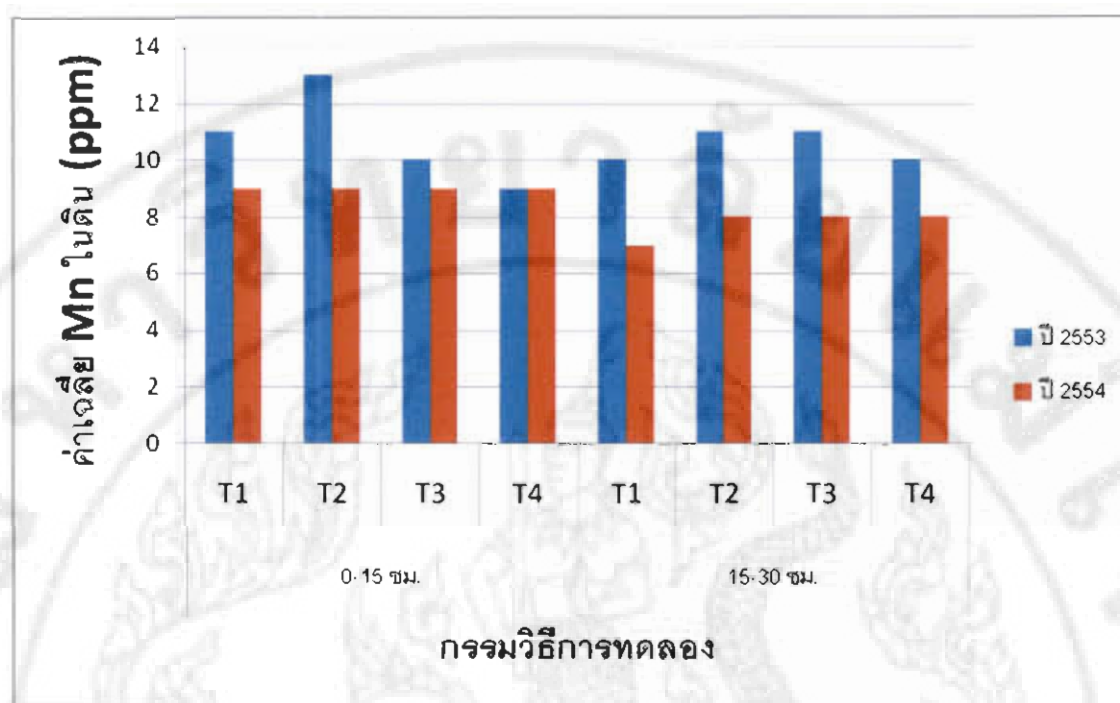
ภาพที่ 17 ผลการวิเคราะห์ค่า Ca ในดินที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร



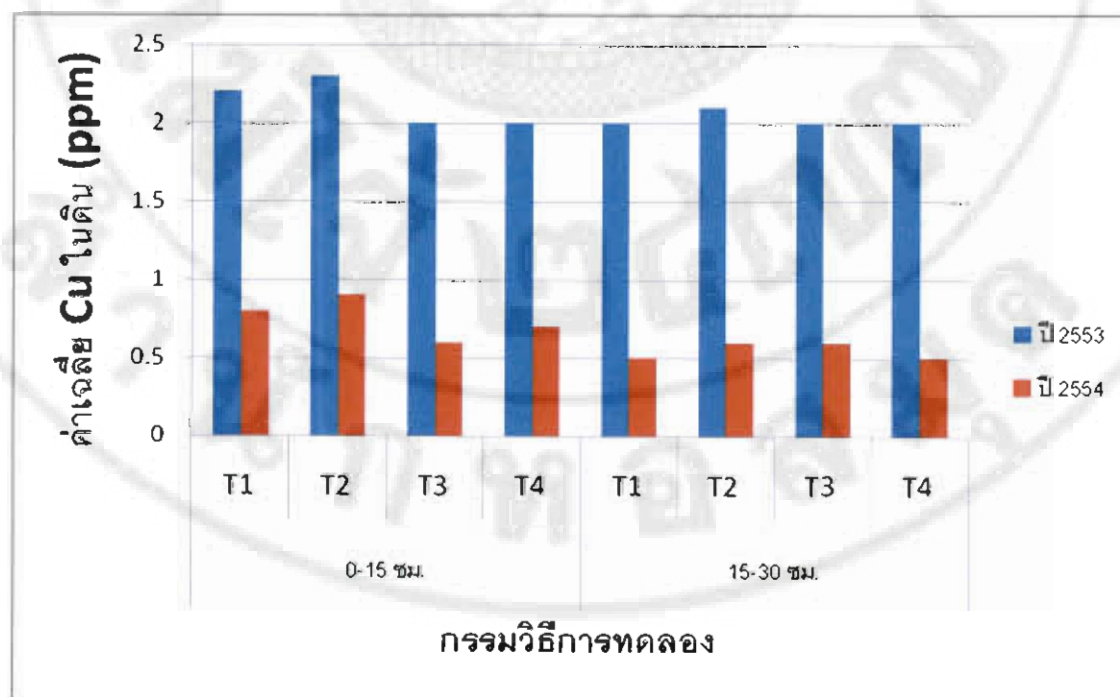
ภาพที่ 18 ผลการวิเคราะห์ค่า Mg ในดินที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร



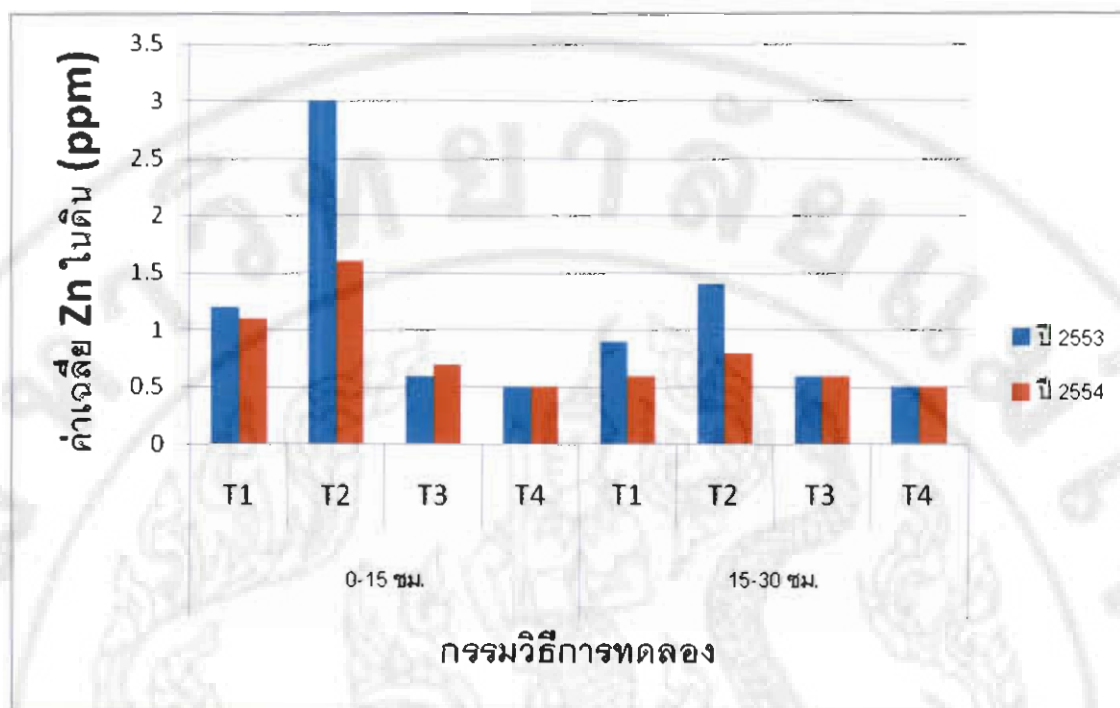
ภาพที่ 19 ผลการวิเคราะห์ค่า Fe ในดินที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร



ภาพที่ 20 ผลการวิเคราะห์ค่า Mn ในดินที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร



ภาพที่ 21 ผลการวิเคราะห์ค่า Cu ในดินที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร



ภาพที่ 22 ผลการวิเคราะห์ค่า Zn ในดินที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร

วิจารณ์ผลการวิจัย

ผลการทดลอง การควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธีต่อการผลิตถั่วเหลืองอินทรีย์ แสดงให้เห็นว่า การใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์และน้ำหมักสะเคา ที่ใช้ฉีดพ่นเป็นประจำ ทั้งปี 2553 และ ปี 2554 มีการเกิดโรคปริมาณน้อย หรือบางช่วงของการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองไม่ค่อยพบ ส่วนแมลงศัตรูพืชพบในช่วงการเจริญแรก ๆ มีปริมาณมาก และลดลงหรือไม่ค่อยพบในช่วงการเจริญต่อมา แต่เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2553 ช่วงแรก ๆ จะพบแมลงศัตรูพืชน้อยมาก และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงระยะเวลาต่อมา ซึ่งในธรรมชาติเองมีศัตรูธรรมชาติอาศัยอยู่ร่วมกัน เช่น ค้างคาว ค้างคาวห้ำอื่น ๆ และแมลงเบียน ที่กินหรือเบียนแมลงศัตรูพืช เช่น เพลี้ยแป้ง เพลี้ยอ่อน และหนอนต่าง ๆ เป็นต้น (ทิพวรรณ, 2551)

ผลการทดลองในปี 2554 พบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 4,000 กก./ไร่ มีความสูงเฉลี่ยสูงสุดที่ 75.3 ซม. ซึ่งไม่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 2,000 กก./ไร่ มีความสูงเฉลี่ย 68.5 ซม. รองลงมา คือ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 12-24-12) อัตรา 50 กก./ไร่และกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 60.3 และ 55.6 ซม. ตามลำดับ ซึ่งมีผลสอดคล้องกับการทดลองของประพันธ์ (2553) พบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 4,000 กก./ไร่ มีความสูงเฉลี่ยสูงสุดที่ 64.1 ซม. ซึ่งไม่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 2,000 กก./ไร่ มีความสูงเฉลี่ยที่ 58.0 ซม. รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 12-24-12) อัตรา 50 กก./ไร่และกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 53.8 และ 46.6 ซม. ตามลำดับ จากความสูงของถั่วเหลืองในปี 2553 และปี 2554 พบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 4,000 กก./ไร่ มีความสูงเฉลี่ยสูงสุดเช่นกัน

จำนวนฝักต่อต้น สุภชัย (2537) กล่าวว่า ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 จำนวนฝักต่อต้นขึ้นอยู่กับ การเจริญเติบโต โดยมีจำนวนฝักตั้งแต่ 50-70 ฝักต่อต้น จากผลการทดลองในปี 2554 ให้จำนวนฝักต่อต้นที่แตกต่างกัน โดยมีจำนวนฝักอยู่ระหว่าง 80-100 ฝักต่อต้น ซึ่งกรรมวิธีใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 4,000 และ 2,000 กก./ไร่ ให้จำนวนฝักต่อต้นสูงกว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 12-24-12) อัตรา 50 กก./ไร่และกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2553 จำนวนฝักจะอยู่ในระหว่าง 30-50 ฝัก ทำให้ในปี 2554 มีจำนวนฝักเพิ่มขึ้น อาจมีสาเหตุมาจาก ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ใส่ลงไปมากเพียงพอตั้งแต่การทดลองปี 2553 ทำให้สภาพของดินที่ปลูกมีความเหมาะสมมากขึ้น

น้ำหนัก 100 เมล็ด จากผลการทดลองในปี 2554 แสดงให้เห็นว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 4,000 กก./ไร่ มีน้ำหนักสูงสุดกว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 2,000 กก./ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 12-24-12) อัตรา 50 กก./ไร่และกรรมวิธีที่

ไม่ใส่ปุ๋ย คือ มีน้ำหนัก 30.6 กรัม เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองในปี 2553 พบว่า ในปี 2554 น้ำหนัก 100 เมล็ด มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นทุกกรรมวิธี

ผลผลิตของถั่วเหลือง จากผลการทดลองในปี 2554 แสดงให้เห็นว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 4,000 กก./ไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ คือ ให้ผลผลิต 394.8 กก./ไร่ รองลงมา กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 2,000 กก./ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 12-24-12) อัตรา 50 กก./ไร่ และกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย คือ 360.0, 356.8 และ 287.6 กก./ไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองในปี 2553 พบว่า ในปี 2554 ผลผลิตถั่วเหลืองต่อไร่มีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกกรรมวิธี

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในดิน พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินเมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลองในปี 2553 และปี 2554 ดินทั้ง 2 ระดับความลึก มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินลดลงทุกกรรมวิธี เมื่อพิจารณาค่าพบว่า ดินยังมีค่าความเป็นกรดสูงขึ้น เช่นเดียวกับการทดลองของนางคันภา และคณะ (2552) พบว่า เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ดินมีค่าความเป็นกรดสูงขึ้น เนื่องจากอินทรีย์วัตถุถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในน้ำสัดชีวภาพหนอนตายหยาก ส่งผลให้มีกรดอินทรีย์ต่าง ๆ เกิดขึ้น

สำหรับปริมาณธาตุอาหารและปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน เมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลองในปี 2553 และปี 2554 ดินทั้ง 2 ระดับความลึก พบว่า มีปริมาณธาตุอาหารและปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน มีค่าลดลงทุกกรรมวิธี เนื่องจากกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ย ไม่มีการเติมปุ๋ยใด ๆ ลงไป เมื่อถั่วเหลืองนำธาตุอาหารไปใช้ในกระบวนการเจริญเติบโตจึงทำให้ปริมาณธาตุอาหารในดินลดลง ส่วนกรรมวิธีใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 4,000 และ 2,000 กก./ไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี (สูตร 12-24-12) อัตรา 50 กก./ไร่ พืชมีการเจริญเติบโตในระยะแรกอย่างรวดเร็ว ค่อมถั่วเหลืองมีการนำธาตุอาหารไปใช้ โดยไม่มีการใส่ปุ๋ยเพิ่มเติมจึงทำให้ปริมาณธาตุอาหารในดินลดลง เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (อาทิตย์, 2548) นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ น้ำหมักชีวภาพและการใช้เชื้อจุลินทรีย์ร่วมกัน ทำให้ปริมาณธาตุอาหาร ปริมาณอินทรีย์วัตถุและจุลินทรีย์ในดินทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาผลกระทบของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีต่อการผลิตถั่วเหลืองอินทรีย์และคุณสมบัติทางเคมีของดินปลูกครั้งนี้ พบว่า การควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีใช้น้ำหมักชีวภาพจากพืชและเชื้อจุลินทรีย์ เช่น น้ำหมักสะเคา และเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* ในการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืช และใช้เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus subtilis* และเชื้อรา *Trichoderma* spp. สำหรับการป้องกันและกำจัดโรคของถั่วเหลือง ทำให้การระบาดของโรคและแมลงลดลง

การศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลือง ปี 2554 พบว่า กรรมวิธีใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 4,000 กก./ไร่ มีความสูงของต้น จำนวนฝักต่อต้น และน้ำหนัก 100 เมล็ดสูงสุด ส่วนความยาวฝัก และผลผลิตต่อไร่ พบว่า ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อเปรียบเทียบกับปี 2553 พบว่า การทดลองปี 2554 กรรมวิธีใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 4,000 กก./ไร่ ให้ความสูงของต้น จำนวนฝักต่อต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิตต่อไร่ สูงกว่าการทดลองปี 2553

ส่วนการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินหลังเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองปี 2553 และปี 2554 ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 ซม. ของกรรมวิธีใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก) อัตรา 4,000 กก./ไร่พบว่า หลังเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองปี 2554 มีค่า P เพิ่มขึ้น ส่วนค่า pH, OM, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu และ Zn มีค่าลดลง

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2549. การปรับปรุงบำรุงดินเพื่อเพิ่มผลผลิตถั่วเหลือง. เอกสารเพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยีสำนักกนิเทศและถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2 หน้า.
- กรมวิชาการเกษตร. 2547. ถั่วเหลือง. เอกสารวิชาการ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 171 หน้า.
- ขวัญชัย สมบัติศิริ. 2546. หลักการและวิธีการใช้สะเดาป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืช. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ ฉบับที่ 1. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 19 หน้า.
- นงคันภา เกลี้ยงเกล้า ธวัชชัย ศุภดิษฐ์ ละอองดาว แสงหล้าและสมพจน์ กรรณนุช. 2552. การใช้ น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากเป็นปุ๋ยสำหรับการผลิตถั่วเหลือง. ว.การจัดการสิ่งแวดล้อม 5(2): 56-73 หน้า.
- ทิพวรรณ สิทธิรังสรรค์. 2551. เกษตรกรรมชาติ. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ กรุงเทพฯ. 275 หน้า.
- ประพันธ์ โอสถาพันธุ์. 2553. การศึกษาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีต่อการผลิตถั่วเหลืองอินทรีย์ (โครงการวิจัยปีที่ 1). รายงานผลการวิจัย สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 47 หน้า.
- ปิยรัตน์ บรรณาลย์. 2554. ทำนาข้าวจากการใช้น้ำหมักชีวภาพ ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนการใช้ปุ๋ยและสารเคมี. ว.เศรษฐกิจการเกษตร. 655(57): 2-3 หน้า.
- มณฑา นันทพันธ์. 2548. โรคถั่วเหลืองและการป้องกันกำจัด. เอกสารวิชาการ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 57 หน้า.
- สุพจน์ ชัยวิมล. 2552. เกษตรอินทรีย์. <http://www.doe.go.th/>. (21 ก.ย. 2552)
- สุพจน์ บุญแรง และอรรถ อัจฉริยมนตรี. 2550. เกษตรอินทรีย์ ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้สำหรับเกษตรกร. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่. 40 หน้า.
- ศุภชัย แก้วมีชัย. 2537. การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองของประเทศไทย. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 87 หน้า.
- อภิพรรณ พุกภักดี. 2546. ถั่วเหลือง: พืชทองของไทย. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ. 264 หน้า.
- อาทิตย์ ไซโย. 2548. การศึกษาการใช้ปุ๋ยมูลไก่เนื้อรวมวัสดุรองพื้นอัดเม็ดทดแทนปุ๋ยเคมีสำหรับการผลิตถั่วเหลือง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์. มหาวิทยาลัยรามคำแหง กรุงเทพฯ. 213 หน้า.

อังศุมาลย์ จันทราปัดย์. 2550. ควบคุมแมลงศัตรูพืชอย่างไร ให้ชีวิตปลอดภัย. สำนักพิมพ์เท็กซ์ แอนด์เจอร์นัลส์ พับลิเคชั่น จำกัด: กรุงเทพฯ. 37 หน้า.

Agrios, G.N. 2005. Plant Pathology (Fifth edition). Elsevier academic press, U.S.A. 922 pp.

Ghorbani, R., S. Wilcockson and C. Leifert. 2005. Alternative treatments for late blight control in organic potato : Antagonistic micro-organisms and compost extracts for activity against *Phytophthora infestans*. Potato Research 48 (3-4) : 181-189.

Snyder, R. and D. Ingram. 2011. Organic Vegetable IPM Guide. Available from: <http://www.msucare.com> [2011 March 5].



แสดง technical data ของผลิตภัณฑ์เชื้อจุลินทรีย์ประยุกต์ใช้ในการป้องกันกำจัดโรคพืชและแมลงศัตรูพืช

เชื้อรา *Trichoderma* spp.



ชื่อสามัญ

Trichoderma harzianum (ไตรโคเดอร์มา ฮาร์เซียนัม)

ชื่อการค้า

ไตรซาน

ผู้ผลิตและจำหน่าย

บริษัท แอปพลายเค็ม (ประเทศไทย) จำกัด

2 ซ.ลาดปลาเค้า 76 แขวง 3-14 ถนนรามอินทรา แขวงอนุสาวรีย์ เขต
บางเขน กรุงเทพฯ 10220

โทร. (02)9717287-8, (02)9715298-9 แฟกซ์. (02)9715625

คุณสมบัติ

- เป็นเชื้อราที่มีประโยชน์ ถูกผลิตให้อยู่ในรูปผงสปอร์แห้ง สำหรับผสม
น้ำรดห่มปลูกและฉีดพ่น
- สำหรับป้องกันกำจัดโรคพืชที่เกิดจากเชื้อราหลายชนิด

อัตราที่ใช้

50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร

เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus subtilis*



ชื่อสามัญ	<i>Bacillus subtilis</i> (บาซิลลัส ซับทีลีส)
ชื่อการค้า	ลาร์มิน่า
ผู้ผลิตและจำหน่าย	บริษัท แอปพลายเค็ม (ประเทศไทย) จำกัด 186 หมู่ 6 ตำบลปลาเค้า ถนนรามอินทรา แขวงอนุสาวรีย์ เขตบางเขน กรุงเทพฯ 10220 โทร. (02)9717287-8, (02)9715298-9 แฟกซ์. (02)9715625
คุณสมบัติ	- ใช้สำหรับผสมน้ำฉีดพ่น เพื่อควบคุมโรคในพืชหลายชนิด เช่น โรครากรเน่า-โคนเน่าในทุเรียน ส้ม ลำไย โรคหน้าดอกเน่าในกะหล่ำดอก โรคใบจุดในหอม กระเทียม และโรคของไม้ดอกไม้ประดับหลายชนิด - สำหรับป้องกันกำจัด โรคพืชที่เกิดจากเชื้อราหลายชนิด
อัตราที่ใช้	50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร

เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis*



ชื่อสามัญ

Bacillus thuringiensis

ชื่อการค้า

เซนท์ริ

นำเข้าและจำหน่าย

บริษัท โซดัส อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด

200 หมู่ 4 จัสมิน อินเตอร์เนชั่นแนล ทาวเวอร์ ชั้น 26 ถ.แจ้งวัฒนะ
อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี 11120

โทร. 0-29622091-9 แฟกซ์. 0-2962-2090

คุณสมบัติ

- เป็นสารกำจัดแมลงที่ใช้ป้องกันกำจัดศัตรูพืชผัก ได้แก่ หนอนคืบ
กะหล่ำ หนอนใยผัก หนอนกระทู้หอม หนอนเจาะสมอฝ้าย หนอนแปะ
ใบส้ม

อัตราที่ใช้

50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร

น้ำหมักสะเดา



ชื่อการค้า

น้ำหมักสะเดา 1 พลัส (magosa 1 plus)

จัดจำหน่าย

หจก. ทรี พลัส จำกัด

พระยาสุรเสนา อ.เมืองใหม่ อ.เมือง จ.ชลบุรี 20002 โทร.081-4147934

คุณสมบัติ

- เป็นสารออกฤทธิ์ปฏิชีวนะต่อการต้านทานป้องกัน และกำจัดแมลง

ศัตรูพืช เช่น เพลี้ยอ่อน หนอนม้วนใบ เป็นต้น

อัตราที่ใช้

50 ซีซีต่อน้ำ 20 ลิตร

แสดง technical data ของปุ๋ยอินทรีย์

ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมัก)



ผู้ผลิต บริษัท คอมโพสท์ ซูชิ จำกัด

ผู้จัดจำหน่าย บริษัท มิโคริ เทรคคิง จำกัด

เลขที่ 234 หมู่ 16 ถ.เชียงราช-เชียงใหม่ ต.ดงมะดะ อ.แม่ลาว จ.เชียงราย 57250

โทร. 053-666481 โทรสาร 053-666-574

คุณสมบัติ

- เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดิน
- มีอินทรีย์วัตถุสูง ช่วยปรับ โครงสร้างดิน
- ช่วยปรับความเป็นกรดเป็นด่างของดินให้เป็นกลาง
- ช่วยสร้างธาตุอาหาร ขยายสลายปุ๋ยตกค้างในดินให้เป็นประโยชน์
- ช่วยขยายสลายเศษพืชตกค้างในดินให้เป็นปุ๋ยพืช ช่วยยับยั้งป้องกันโรคพืชในดิน
- ช่วยให้พืชแข็งแรง สมบูรณ์ ผลผลิตสูง คุณภาพดี
- เร่งการแตกรากฟื้นฟูดินโทรม

แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของการทดลอง

ตารางผนวกที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความสูงต้นถั่วเหลือง

Source	df	SS	MS	F	F.05
Block	3	45.5469	15.1823	0.49	3.86
Treatment	3	911.2975	303.7658	9.75	3.86*
Ex.Error	9	280.3720	31.1524		
Total	15	1237.2164	82.4811		

GRAND MEAN = 64.93

CV% = 8.59 %

*significant

ตารางผนวกที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความยาวฝักถั่วเหลือง

Source	df	SS	MS	F	F.05
Block	3	0.0793	0.0264	0.96	3.86
Treatment	3	0.0775	0.0258	0.94	3.86
Ex.Error	9	0.2475	0.0275		
Total	15	0.4043	0.0270		

GRAND MEAN = 3.98

CV% = 4.16 %

ตารางผนวกที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของจำนวนฝักถั่วเหลือง

Source	df	SS	MS	F	F.05
Block	3	270.6013	90.2004	0.93	3.86
Treatment	3	6151.0137	2050.3379	21.05	3.86*
Ex.Error	9	876.8124	97.4236		
Total	15	7298.4273	486.5618		

GRAND MEAN = 76.26

CV% = 12.94 %

*significant

ตารางผนวกที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของน้ำหนักต่อตัว 100 เมล็ด

Source	df	SS	MS	F	F.05
Block	3	13.4539	4.4846	4.22	3.86
Treatment	3	13.1036	4.3679	4.11	3.86*
Ex.Error	9	9.5708	1.0634		
Total	15	36.1282	2.4085		

GRAND MEAN = 29.19

CV% = 3.53 %

*significant

ตารางผนวกที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของผลผลิตต่อไร่

Source	df	SS	MS	F	F.05
Block	3	54953.6026	18317.8675	5.98	3.86
Treatment	3	24187.5227	8062.5076	2.63	3.86
Ex.Error	9	27574.3970	3063.8219		
Total	15	106715.5222	7114.3681		

GRAND MEAN = 349.80

CV% = 15.82 %

ตารางผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่า pH ในดินที่ระดับ 0-15 ซม.

Source	df	SS	MS	F	F.05
Block	3	0.0364	0.0121	0.76	3.86
Treatment	3	0.1804	0.0601	3.74	3.86
Ex.Error	9	0.1446	0.0161		
Total	15	0.3614	0.0241		

GRAND MEAN = 4.82

CV% = 2.62 %

ตารางผนวกที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA) ค่า OM ในดินที่ระดับ 0-15 ซม.

Source	df	SS	MS	F	F.05
Block	3	0.1186	0.0395	1.45	3.86
Treatment	3	1.0723	0.3574	13.07	3.86*
Ex.Error	9	0.2461	0.0273		
Total	15	1.4369	0.0958		

GRAND MEAN = 0.96

CV% = 17.16 %

*significant

ตารางผนวกที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่า P ในดินที่ระดับ 0-15 ซม.

Source	df	SS	MS	F	F.05
Block	3	76.1875	25.3958	0.17	3.86
Treatment	3	16111.6875	5370.5625	35.23	3.86*
Ex.Error	9	1372.0625	152.4514		
Total	15	17559.9375	1170.6625		

GRAND MEAN = 45.43

CV% = 27.17 %

*significant

ตารางผนวกที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่า K ในดินที่ระดับ 0-15 ซม.

Source	df	SS	MS	F	F.05
Block	3	767.1875	255.7292	0.97	3.86
Treatment	3	4194.1875	1398.0625	5.29	3.86*
Ex.Error	9	2379.0625	264.3403		
Total	15	7340.4375	489.3625		

GRAND MEAN = 89.81

CV% = 18.10 %

*significant

ตารางผนวกที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่า Ca ในดินที่ระดับ 0-15 ซม.

Source	df	SS	MS	F	F.05
Block	3	18548.1875	6182.7292	2.31	3.86
Treatment	3	317142.6875	105714.2292	39.45	3.86*
Ex.Error	9	24115.5625	2679.5069		
Total	15	359806.4375	23987.0958		

GRAND MEAN = 761.81

CV% = 6.79 %

*significant

ตารางผนวกที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่า Mg ในดินที่ระดับ 0-15 ซม.

Source	df	SS	MS	F	F.05
Block	3	726.7500	242.2500	1.30	3.86
Treatment	3	6753.2500	2251.0833	12.05	3.86*
Ex.Error	9	1681.7500	186.8611		
Total	15	9161.7500	610.7833		

GRAND MEAN = 160.87

CV% = 8.49 %

*significant

ตารางผนวกที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่า Fe ในดินที่ระดับ 0-15 ซม.

Source	df	SS	MS	F	F.05
Block	3	100.2500	33.4167	0.30	3.86
Treatment	3	6558.7500	2186.2500	19.58	3.86*
Ex.Error	9	1004.7500	111.6389		
Total	15	7663.7500	510.9167		

GRAND MEAN = 40.37

CV% = 26.16 %

*significant

ตารางผนวกที่ 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่า Mn ในดินที่ระดับ 0-15 ซม.

Source	df	SS	MS	F	F.05
Block	3	6.2500	2.0833	0.84	3.86
Treatment	3	1.2500	0.4167	0.17	3.86
Ex.Error	9	22.2500	2.4722		
Total	15	29.7500	1.9833		

GRAND MEAN = 8.87

CV% = 17.71 %

ตารางผนวกที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่า Cu ในดินที่ระดับ 0-15 ซม.

Source	df	SS	MS	F	F.05
Block	3	0.0060	0.0020	0.11	3.86
Treatment	3	0.1738	0.0579	3.29	3.86
Ex.Error	9	0.1585	0.0176		
Total	15	0.3384	0.0226		

GRAND MEAN = 0.75

CV% = 17.60 %

ตารางผนวกที่ 15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่า Zn ในดินที่ระดับ 0-15 ซม.

Source	df	SS	MS	F	F.05
Block	3	0.1146	0.0382	0.39	3.86
Treatment	3	2.6930	0.8977	9.07	3.86*
Ex.Error	9	0.8910	0.0990		
Total	15	3.6987	0.2466		

GRAND MEAN = 0.97

CV% = 32.35 %

*significant

ตารางผนวกที่ 16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่า pH ในดินที่ระดับ 15-30 ซม.

Source	df	SS	MS	F	F.05
Block	3	0.0776	0.0259	3.23	3.86
Treatment	3	0.0786	0.0262	3.27	3.86
Ex.Error	9	0.0721	0.0080		
Total	15	0.2282	0.0152		

GRAND MEAN = 4.70

CV% = 1.90 %

ตารางผนวกที่ 17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA) ค่า OM ในดินที่ระดับ 15-30 ซม.

Source	df	SS	MS	F	F.05
Block	3	0.0935	0.0312	1.03	3.86
Treatment	3	0.3067	0.1022	3.40	3.86
Ex.Error	9	0.2710	0.0301		
Total	15	0.6712	0.0447		

GRAND MEAN = 0.37

CV = 46.42 %

ตารางผนวกที่ 18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่า P ในดินที่ระดับ 15-30 ซม.

Source	df	SS	MS	F	F.05
Block	3	136.6875	45.5625	1.57	3.86
Treatment	3	1142.1875	380.7292	13.15	3.86*
Ex.Error	9	260.5625	28.9514		
Total	15	1539.4375	102.6292		

GRAND MEAN = 14.31

CV% = 37.59 %

*significant

ตารางผนวกที่ 19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่า K ในดินที่ระดับ 15-30 ซม.

Source	df	SS	MS	F	F.05
Block	3	55.5000	18.5000	0.08	3.86
Treatment	3	3705.0000	1235.0000	5.14	3.86*
Ex.Error	9	2163.5000	240.3889		
Total	15	5924.0000	394.9333		

GRAND MEAN = 75

CV% = 0 20.67 %

*significant

ตารางผนวกที่ 20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่า Ca ในดินที่ระดับ 15-30 ซม.

Source	df	SS	MS	F	F.05
Block	3	11394.7500	3798.2500	1.14	3.86
Treatment	3	63295.2500	21098.4167	6.32	3.86*
Ex.Error	9	30035.7500	3337.3056		
Total	15	104725.7500	6981.7167		

GRAND MEAN = 614.37

CV% = 9.40 %

*significant

ตารางผนวกที่ 21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่า Mg ในดินที่ระดับ 15-30 ซม.

Source	df	SS	MS	F	F.05
Block	3	221.1875	73.7292	0.62	3.86
Treatment	3	2534.1875	844.7292	7.07	3.86*
Ex.Error	9	1075.0625	119.4514		
Total	15	3830.4375	255.3625		

GRAND MEAN = 148.81

CV% = 7.34 %

*significant

ตารางผนวกที่ 22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่า Fe ในดินที่ระดับ 15-30 ซม.

Source	df	SS	MS	F	F.05
Block	3	51.1875	17.0625	0.24	3.86
Treatment	3	874.6875	291.5625	4.03	3.86*
Ex.Error	9	651.0625	72.3403		
Total	15	1576.9375	105.1292		

GRAND MEAN = 24.06

CV% = 35.34 %

*significant

ตารางผนวกที่ 23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่า Mn ในดินที่ระดับ 15-30 ซม.

Source	df	SS	MS	F	F.05
Block	3	6.1875	2.0625	3.67	3.86
Treatment	3	4.6875	1.5625	2.78	3.86
Ex.Error	9	5.0625	0.5625		
Total	15	15.9375	1.0625		

GRAND MEAN = 7.56

CV% = 9.91 %

ตารางผนวกที่ 24 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่า Cu ในดินที่ระดับ 15-30 ซม.

Source	df	SS	MS	F	F.05
Block	3	0.0434	0.0145	2.86	3.86
Treatment	3	0.0476	0.0159	3.14	3.86
Ex.Error	9	0.0456	0.0051		
Total	15	0.1366	0.0091		

GRAND MEAN = 0.55

CV% = 12.83 %

ตารางผนวกที่ 25 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่า Zn ในดินที่ระดับ 15-30 ซม.

Source	df	SS	MS	F	F.05
Block	3	0.0830	0.0277	0.80	3.86
Treatment	3	0.2355	0.0785	2.28	3.86
Ex.Error	9	0.3097	0.0344		
Total	15	0.6282	0.0419		

GRAND MEAN = 0.62

CV% = 29.61 %

T1R1	T3R2	T3R3	T4R4
T4R1	T4R2	T2R3	T2R4
T2R1	T2R2	T1R3	T1R4
T3R1	T1R2	T4R3	T3R4

หมายเหตุ

T1 = ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 2,000 กก.ต่อไร่ T2 = ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 4,000 กก.ต่อไร่

T3 = ใส่ปุ๋ยเคมี อัตรา 50 กก.ต่อไร่ T4 = ไม่ใส่ปุ๋ย

ภาพผนวกที่ 1 แผนผังการทดลองกรรมวิธีต่าง ๆ ในการปลูกถั่วเหลืองอินทรีย์



ภาพผนวกที่ 2 สภาพแปลงทดลองปลูกถั่วเหลืองอินทรีย์ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่



ภาพผนวกที่ 3 เครื่องวัดความชื้น Steinlite ที่ใช้วัดความชื้นของเมล็ดถั่วเหลือง



ภาพผนวกที่ 4 เครื่องชั่ง Mettler-Toledo ที่ใช้ชั่งน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง



ภาพผนวกที่ 5 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองที่ ระยะเวลา 30 วันหลังปลูก



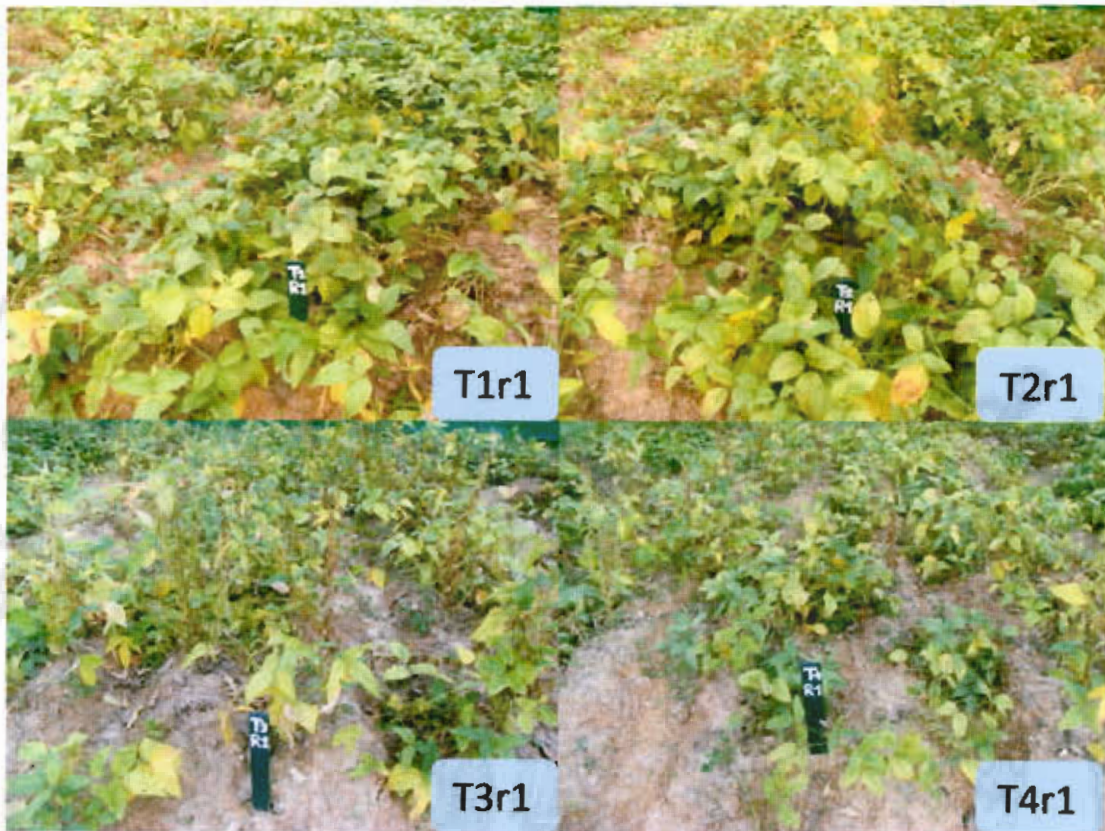
ภาพผนวกที่ 6 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองที่ ระยะเวลา 45 วันหลังปลูก



ภาพผนวกที่ 7 การเจริญเติบโตของต้นเหืองที่ ระยะเวลา 60 วันหลังปลูก



ภาพผนวกที่ 8 การเจริญเติบโตของต้นเหืองที่ ระยะเวลา 75 วันหลังปลูก



ภาพผนวกที่ 9 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองที่ ระยะเวลา 90 วันหลังปลูก

หมายเหตุ

- T1 = ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 2,000 กก.ต่อไร่
- T2 = ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 4,000 กก.ต่อไร่
- T3 = ใส่ปุ๋ยเคมี อัตรา 50 กก.ต่อไร่
- T4 = ไม่ใส่ปุ๋ย