



ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาปฐพีวิทยา

การศึกษาการใช้เชื้อจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียม
ในการเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองบนชุดดินเชิงใหม่และชุดดินสรรพยา

A Study on Activity of Phosphate Solubilizing and Rhizobium

Microorganism for Soybean Production on Chiang Mai and Sanphaya

Soil Series

ปพ.
พ 267 ก
2538



โดย

นางสาวพรรณรัตน์ รัตนโชติ
นางสาวพันธ์พิทย์ พิชมงคล

99582
16 Jun 2009

อ.ไพรัตน์ พิมพีศิริกุล
อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.สุมิตรา กุวโรดม
หัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยา

วันที่ 17 เดือน 11 พ.ศ. 58

ปพ.
พ 267 ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์อื่น ๆ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ



การศึกษาการใช้เชื้อจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียมในการเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองบนชุดดินเชิงใหม่และชุดดินสรวรพยา ในกระถางเมื่ออายุเก็บเกี่ยวผลผลิต 74 วัน โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) มี 12 ตำรับการทดลอง ดังนี้ Ck, M, RP, R, R+M, R+RP, M+RP, R+M+RP, R+P+RP, N₀, P₀, N₀P₀, โดย Ck=กระถางเปรียบเทียบ, M=เชื้อจุลินทรีย์, RP=หินฟอสเฟต, R=เชื้อไรโซเบียม, P=ปุ๋ยฟอสฟอรัส, N=ปุ๋ยไนโตรเจน ทำการทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง โดยใช้กระถาง 12 นิ้ว ใส่ดินจำนวน 10 กิโลกรัมต่อกระถาง ทำการทดลองที่ชั้น 5 ตึก L คณะเทคโนโลยีการเกษตร ผลการทดลองปรากฏว่า ชุดดินเชิงใหม่ทุกตำรับการทดลอง มีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดิน (Total P) แตกต่างกันทางสถิติ ชุดดินสรวรพยา ในสัปดาห์ที่ 0 และ 8 ทุกตำรับการทดลองไม่มีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดิน (Total) ในดินแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ตำรับ R+RP มีแนวโน้มที่จะมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินสูงสุด (0.1885%, 0.1665%) ต่อกระถางตามลำดับ ในสัปดาห์ที่ 10 ทุกตำรับการทดลองไม่มีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในดินแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ตำรับ R+P+RP มีแนวโน้มจะมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินสูงสุด (0.2194% ต่อกระถาง) ผลการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในพืชส่วนเหนือดินช่วงออกดอก บนชุดดินเชิงใหม่และชุดดินสรวรพยา พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ตำรับ N₀P₀, R+M+RP มีแนวโน้ม จะมีปริมาณฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินช่วงออกดอกสูงสุด (0.8112%, 0.9322%) ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิตบนชุดดินเชิงใหม่ทุกตำรับการทดลอง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนบนชุดดินสรวรพยา ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99% ตำรับ R+M+RP มีแนวโน้มที่จะมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงสุด (0.7304% ต่อกระถาง) ส่วนผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดช่วงเก็บเกี่ยวในส่วนเมล็ด บนชุดดินเชิงใหม่ทุกตำรับการทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติ บนชุดดินสรวรพยาไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตำรับ N₀P₀ จะมีแนวโน้มจะมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงสุด (2.1648% ต่อกระถาง)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) ในดินบนชุดดินเชิงใหม่ พบว่าในสัปดาห์ที่ 4 ทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ตำรับ R+M+RP มีแนวโน้มที่จะมีปริมาณ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงสุด (101.50 ppm ต่อกระถาง) บนชุดดินสรวรพยา พบ

ว่าในสัปดาห์ที่ 8 ทุกตัวรับการทดสอบไม่มีความแตกต่างทางสถิติ สำหรับ M+RP มีแนวโน้มที่จะมี ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงสุด (163.66 ppm ต่อกระถาง)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ อาจารย์สุมิตรา ภู่วโรดม หัวหน้าภาควิชาปรัชญาพิทยศึกษา และอาจารย์ไพรัตน์ พิมพ์ศิริกุล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ได้ให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยตรวจและแก้ไขปัญหาพิเศษ ขอบคุณคุณนุจรีย์ บุญแปลง ให้คำแนะนำด้านการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ และน้ำสภาราญ

ขอบคุณเพื่อนๆ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ชั้นปีที่ 3 และ 4 ที่ช่วยเหลือและให้กำลังใจในการทำปัญหาพิเศษมาโดยตลอด และเพื่อนๆ ภาควิชาปรัชญาพิทยศึกษาที่ช่วยในการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ท้ายสุดขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่ และน้อง ที่ได้ให้กำลังใจในการศึกษาและการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

พรรณรัตน์ รัตน์โชติ

พันธ์พิทย์ พิษมงคล

เมษายน 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	ก
สารบัญภาพ	บ
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	13
ผลการทดลอง	17
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	33
เอกสารอ้างอิง	34
ภาคผนวก	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียมที่มีต่อปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total P) ที่ปลูกบนชุดดินเชียงใหม่	18
2 แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียมที่มีต่อปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total P) ที่ปลูกบนชุดดินสรรรพยา	20
3 แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียมที่มีต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) ที่ปลูกบนชุดดินเชียงใหม่	22
4 แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียมที่มีต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) ที่ปลูกบนชุดดินสรรรพยา	24
5 แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียมที่มีต่อปริมาณฟอสฟอรัส ทั้งหมด (Total P) และไนโตรเจนในถั่วเหลืองช่วงออกดอกและช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต ที่ปลูกบนชุดดินเชียงใหม่	26
6 แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียมที่มีต่อปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total P) และไนโตรเจน ในถั่วเหลืองช่วงออกดอกและช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต ที่ปลูกบนชุดดินสรรรพยา	28
7 แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียมที่มีต่อการวิเคราะห์ดินก่อนปลูก บนชุดดินเชียงใหม่	29
8 แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียมที่มีต่อการวิเคราะห์ดินก่อนปลูก บนชุดดินสรรรพยา	29
9 แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียมที่มีต่อปริมาณไนโตรเจนในดินหลังปลูกถั่วเหลือง บนชุดดินเชียงใหม่	31
10 แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียมที่มีต่อปริมาณไนโตรเจน	32

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1a	แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียม สำหรับ Ck , $N_3(X-O-O)$, $N_3P_9(X-X-O)$, $R+RP$, $R+M+RP$ และ $R+P+RP$ ต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ช่วงก่อนออกดอก อายุ 49 วันบนชุดดินเชียงใหม่	61
1b	แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียม สำหรับ Ck , $N_3(X-O-O)$, $N_3P_9(X-X-O)$, $R+RP$, $R+M+RP$ และ $R+P+RP$ ต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ช่วงก่อนออกดอก อายุ 49 วันบนชุดดินสรรพยา	61
2a	แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียม สำหรับ Ck , R , M , $R+M$, $R+M+RP$, และ $N_3P_9(X-X-O)$ ต่อการ เจริญเติบโตของถั่วเหลือง ช่วงก่อนออกดอก อายุ 49 วันบนชุดดิน เชียงใหม่	62
2b	แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียม สำหรับ Ck , R , M , $R+M$, $R+M+RP$, และ $N_3P_9(X-X-O)$ ต่อการ เจริญเติบโตของถั่วเหลือง ช่วงก่อนออกดอก อายุ 49 วันบนชุดดิน สรรพยา	62
3a	แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียม สำหรับ Ck , $P_9(X-O-O)$, $M+RP$, $R+M+RP$ และ M ต่อการเจริญ เติบโตของถั่วเหลือง ช่วงก่อนออกดอก อายุ 49 วันบนชุดดินเชียงใหม่	63
3b	แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียม สำหรับ Ck , $P_9(X-O-O)$, $M+RP$, $R+M+RP$ และ M ต่อการเจริญ เติบโตของถั่วเหลือง ช่วงก่อนออกดอก อายุ 49 วันบนชุดดินสรรพยา	63

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4a	64
แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียม ดำรับ Ck , $N_2(X-O-O)$, $N_3P_9(X-X-O)$, $R+RP$, $R+M+RP$ และ $R+P+RP$ ต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต อายุ 74 วันบนชุดดินเชียงใหม่	
4b	64
แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียม ดำรับ Ck , $N_2(X-O-O)$, $N_3P_9(X-X-O)$, $R+RP$, $R+M+RP$ และ $R+P+RP$ ต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต อายุ 74 วันบนชุดดินสรรรพยา	
5a	65
แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียม ดำรับ Ck , R , M , $R+M$, $R+M+RP$, และ $N_3P_9(X-X-O)$ ต่อการ เจริญเติบโตของถั่วเหลือง ช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต อายุ 74 วันบนชุดดิน เชียงใหม่	
5b	65
แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียม ดำรับ Ck , R , M , $R+M$, $R+M+RP$, และ $N_3P_9(X-X-O)$ ต่อการ เจริญเติบโตของถั่วเหลือง ช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต อายุ 74 วันบนชุดดิน สรรพยา	
6a	66
แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียม ดำรับ Ck , $P_9(X-O-O)$, $M+RP$, $R+M+RP$ และ M ต่อการเจริญ เติบโตของถั่วเหลือง ช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต อายุ 74 วันบนชุดดินเชียงใหม่	
6b	66
แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียม ดำรับ Ck , $P_9(X-O-O)$, $M+RP$, $R+M+RP$ และ M ต่อการเจริญ เติบโตของถั่วเหลือง ช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต อายุ 74 วันบนชุดดินสรรรพยา	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ถั่วเหลือง (*Soybean*, *Glycine max.*) เป็นพืชที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย และมีประโยชน์หลายๆทางด้วยกัน มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ใช้บริโภคโดยตรง ใช้เป็นวัตถุดิบที่สำคัญทางอุตสาหกรรมน้ำมันพืช ถั่วเหลืองยังใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์ (ธนพนธ์, 2536) จากสถานการณ์การผลิตถั่วเหลืองของประเทศไทยในช่วงปี 2529/30-2533/34 พบว่ามีการขยายพื้นที่เพาะปลูกและผลผลิตรวมขึ้น คือพื้นที่เพาะปลูกเพิ่มขึ้นจากเดิม 1.7 ล้านไร่ เป็น 2.6 ล้านไร่ และผลผลิตรวมเพิ่มขึ้นจากเดิม 356,484 ตัน เป็น 530,112 ตัน ตามลำดับ แต่อัตราการเพิ่มของผลผลิตต่อไร่ เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยคือผลผลิตเพิ่มจากเดิม 198 กิโลกรัมต่อไร่ เป็น 200 กิโลกรัมต่อไร่ (กองวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2535) ซึ่งก็ยังจัดว่าอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ สาเหตุที่มีการขยายพื้นที่เพาะปลูกก็เนื่องมาจากรัฐบาลมีวัตถุประสงค์ในการเร่งรัดการผลิตถั่วเหลืองในภาคประเทศให้มีปริมาณเพียงพอ เพื่อทดแทนการนำเข้าถั่วเหลืองจากต่างประเทศพร้อมทั้งให้มีการเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนของการผลิตควบคู่กันไปด้วย การที่มีผลผลิตถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นนั้น ก็ยังไม่เพียงพอต่อการบริโภคและความต้องการของอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ เพราะปริมาณการใช้ถั่วเหลืองมีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปี จะเห็นได้จากสถิติการเกษตรในปี 2529/30 ปริมาณการใช้ถั่วเหลืองมีทั้งสิ้น 655.00 ตัน และเพิ่มเป็น 1,140,502 ตัน ในปี 2533/34 ในขณะที่ผลผลิตถั่วเหลืองที่เก็บเกี่ยวได้ภายในประเทศมีเพียง 356,484 ตัน และ 530,112 ตัน โดยลำดับ ด้วยเหตุนี้รัฐบาลจึงจำเป็นต้องมีการนำเข้าถั่วเหลืองให้มีผลผลิตต่อไร่เพิ่มมากขึ้น และเน้นให้มีคุณภาพเมล็ดที่มีคุณค่าทางอาหารสูงขึ้น (สัมฤทธิ์, 2531) ผลผลิตถั่วเหลืองที่ปลูกในดิน จะมากหรือน้อยต่างกันเพียงใด ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยเฉพาะปริมาณของไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ซึ่งมีความจำเป็นอย่างมากต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง สามารถแก้ปัญหาปริมาณไนโตรเจนในดินนั้น สามารถทำได้โดยการคลุมเมล็ดด้วยเชื้อไรโซเบียมก่อนปลูก เพื่อช่วยตรึงไนโตรเจนจากบรรยากาศเปลี่ยนให้อยู่ในรูปที่ถั่วนำไปใช้ได้ ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสในดินต่ำนั้น อาจแก้ไขโดยการใส่หินฟอสเฟตบดละเอียด ใส่ลงไปในดินโดยตรง เพื่อใช้เป็นปุ๋ยฟอสฟอรัสซึ่งจัดเป็นปุ๋ยราคาถูกกว่าปุ๋ยฟอสฟอรัสชนิดอื่นๆ (ธวัช, 2528) อัตราการละลายของฟอสฟอรัสออกมาเป็นประโยชน์จากหินฟอสเฟตค่อนข้างช้า และมีปริมาณที่ต่ำ ไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืชเนื่องจากถูกควบคุมโดยปัจจัยต่างๆหลายประการ เช่น องค์ประกอบของหินฟอสเฟต ชนิดของดิน สมบัติต่างๆของดิน และโดยเฉพาะกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่ช่วยละลายหินฟอสเฟตให้เป็นประโยชน์มากขึ้น (สุธรรม, 2521) ในปัจจุบันมีการนำเอาเชื้อจุลินทรีย์มาช่วยย่อยละลายหินฟอสเฟต เพื่อปลดปล่อย

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชออกมา มีทั้งเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา และเชื้อแอสคิตินมัยซีส (ภาวนา,2531) ส่วนเชื้อไรโซเบียมจะตรึงไนโตรเจนจากอากาศมาใช้สร้างส่วนประกอบประเภทโปรตีนให้กับตัวไรโซเบียมและต้นถั่ว (สมศักดิ์,2525) ซึ่งธาตุฟอสฟอรัสและไนโตรเจนมีความสัมพันธ์กัน โดยการใส่ฟอสฟอรัสจะมีความสำคัญต่อกิจกรรมของไรโซเบียมที่อยู่ในปมรากถั่วที่ทำการตรึงไนโตรเจน (ศุภมาศ,2529)ดังนั้นจึงควรมีการนำเอาเชื้อจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟต เชื้อไรโซเบียมมาช่วยเพิ่มความเป็นประโยชน์ของหินฟอสเฟตและธาตุไนโตรเจน เพื่อช่วยลดต้นทุนในการผลิตพืช และถั่วเหลืองนั้นเกษตรกรนิยมปลูกมากบนชุดดินเชิงใหม่และสรรพยา ในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างและภาคกลาง ดังนั้นจึงทำการศึกษาการใช้เชื้อจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อไรโซเบียม ในการเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองบนชุดดินเชิงใหม่และสรรพยา

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการใช้เชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียมในการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลือง บนชุดดินเชิงใหม่และชุดดินสรรพยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

1.ความสำคัญของการใช้เชื้อไรโซเบียม

ไรโซเบียม (Rhizobium) เป็นแบคทีเรียที่จัดอยู่ใน family Rhizobiaceae , genus Rhizobium มีรูปร่างเป็นท่อน (rod shape) ย้อมสีติดแกรมลบ ต้องการอากาศ บางครั้งในที่มีออกซิเจนน้อยประมาณ 0.01 บรรยากาศ ไรโซเบียมก็สามารถอาศัยอยู่ได้ มีขนาดเซลล์กว้างประมาณ 0.5-0.9 ไมครอน ยาวประมาณ 1.2-3.0 ไมครอน อาจอยู่เป็นเซลล์เดี่ยวหรือเซลล์คู่ เคลื่อนไหวได้เมื่อมีกาตูนัล โดยใช้เส้น (flagellum)

สำหรับแหล่งที่มาของธาตุไนโตรเจนทั้งหมดที่พืชต้องการนั้น ส่วนหนึ่งได้มาจากการใส่ปุ๋ยเคมีในโตรเจนที่สังเคราะห์ขึ้น แต่สำหรับการเพิ่มผลผลิตในพืชตระกูลถั่วมีน้อย ส่วนใหญ่จะได้อาณาการตรึงไนโตรเจนของจุลินทรีย์ทั้งหมดที่อยู่อิสระในดิน (non symbiosis) และชนิดที่อยู่อาศัยร่วมกับพืช (symbiosis) (รุ่งรัตน์,2528) ถั่วเหลืองเป็นพืชชนิดหนึ่งที่พึ่งพาอาศัยร่วมกับเชื้อไรโซเบียม ช่วยตรึงไนโตรเจนจากบรรยากาศ อากาศในดินหรือน้ำ นำมาสร้างเป็นสารประกอบโปรตีน เช่น แอมโมเนียมและอินทรีย์ไนโตรเจน (สมศักดิ์,2525) เก็บสะสมไว้ที่ปมให้พืชมานำไปใช้ในการเจริญเติบโต ส่วนที่เหลือเกินความต้องการจะถูกปล่อยลงสู่ดินเป็นอาหารของพืชต่อไป (เย็นใจ,2520)

เมื่อพิจารณาถึงประโยชน์ของการตรึงไนโตรเจนร่วมกันระหว่างไรโซเบียมกับพืชตระกูลถั่วแล้ว จะเห็นว่านอกจากถั่วจะได้รับประโยชน์โดยตรง นั้นยังส่งผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินด้วย โดยที่รากและส่วนต่างๆของพืชตระกูลถั่วจะสลายตัวปลดปล่อยไนโตรเจนและสารประกอบอื่นๆ ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และทำให้ดินเหมาะสมต่อการปลูกพืชมาอีกขึ้น จากการศึกษาระบบการปลูกพืชหมุนเวียนที่มีถั่วร่วมอยู่ด้วยมักพบว่าให้ผลดีกว่าการปลูกโดยระบบอื่นๆ (สมิตรา,2532)

การปลูกเชื้อไรโซเบียมให้เมล็ดถั่วก่อนปลูกนั้นมีจุดประสงค์เพื่อให้เมล็ดถั่วได้รับเชื้อไรโซเบียมที่เหมาะสม มีประสิทธิภาพสูงในการตรึงไนโตรเจน ซึ่งทำให้ผลผลิตของถั่วสูงตามไปด้วย ศูนย์วิจัยพืชไร่นาเชียงใหม่ (2529) รายงานว่า การใช้เชื้อไรโซเบียมคลุมเมล็ดถั่วเหลืองที่ปลูกในภาคกลางจะให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 24 % เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่คลุมเชื้อ สวัสดิ์ (2520) ได้ทำการทดลองพบว่า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ในถั่วเหลืองจะเพิ่มขึ้นอย่างมาก ถ้ามีการคลุมเชื้อไรโซเบียมที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมให้กับเมล็ดก่อนนำไปปลูก ปริมาณธาตุไนโตรเจนในส่วนต่างๆเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เช่น ใบ ราก ลำต้น ฝักอ่อน และเมล็ด (Doimg และคณะ,1984) ได้ศึกษาการใช้เชื้อไรโซเบียมคลุมให้เมล็ดถั่ว 2 พันธุ์ ในดินของประเทศเวียดนาม ที่มี pH 4.5-5.1 หลังการทํานาปลูกข้าวในฤดูฝนพบว่า การคลุมเชื้อไรโซเบียมทำให้ผลผลิตถั่วเหลืองทั้ง 2 พันธุ์เพิ่มขึ้น 6.5 และ 5.5 เท่า และปริมาณโปรตีนในเมล็ดเพิ่มขึ้น 11 และ 16 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเทียบกับการไม่คลุกเชื้อโรโซเบียม การคลุกเชื้อโรโซเบียมให้กับเมล็ดถั่วก่อนปลูกบางครั้งไม่ประสบความสำเร็จในการที่จะทำให้ถั่วเกิดปมหรือไม่ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น ตามที่ควรจะเป็นนั้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเชื้อโรโซเบียมที่ทำการคลุกให้กับเมล็ดถั่วตายเสียก่อนที่จะมีโอกาสได้เข้าไปในรากถั่ว หรือเนื่องจากการใช้เชื้อโรโซเบียมชนิดคือ เอชเชื้อโรโซเบียมของถั่วชนิดหนึ่งไปคลุกให้กับเมล็ดถั่วชนิดหนึ่ง เชื้อโรโซเบียมจึงไม่สามารถเข้าไปสร้างปมในรากถั่วชนิดนั้นๆได้

2.บทบาทและความสำคัญของฟอสฟอรัสที่มีต่อพืช

ในบรรดากระบวนการเมตาบอลิซึม (metabolism) ต่างๆภายในพืชนั้น กล่าวได้ว่าธาตุฟอสฟอรัสมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อขบวนการถ่ายทอดพลังงาน สารประกอบอินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญคือ Adenosine triphosphate (ATP) ซึ่งเป็นฟอสเฟตที่ให้พลังงานสูง (high energy phosphate) ประกอบด้วยกรดฟอสฟอรัส 3 กลุ่ม มาจับกับอะดีนีน (adenine) และไรโบส (ribose) ATP ในพืชส่วนใหญ่ถูกสังเคราะห์ขึ้นได้ทั้งจากกระบวนการที่ต้องใช้ออกซิเจน (oxidative phosphorylation) และที่ต้องใช้แสง (photo phosphorylation) โดยทั้งสองขบวนการดังกล่าวสาร Adenosine diphosphate (ADP) กับอนุมูลฟอสเฟตจะมาจับตัวกันเข้าเกิดเป็น ATP ขึ้น

หน้าที่สำคัญบางประการของ ATP ภายในพืชคือ เป็นสารพลังงานสูงที่มีความสามารถในการช่วยให้รากพืชดึงคลุกและเคลื่อนย้ายธาตุอาหาร จากสารละลายดินที่มีความเข้มข้นต่ำกว่า ขึ้นสู่ส่วนต่างๆของพืชที่มีความเข้มข้นสูงกว่าได้ (Potash and Phosphate Institute, 1978) หน้าที่ประการต่อมาคือ เป็นแหล่งพลังงานเบื้องต้นที่ใช้ในขบวนการสังเคราะห์แสง (photosynthesis) โดยการรวมตัวกันระหว่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) กับน้ำ (H_2O) เพื่อสร้างสารคาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) ในพืช สารคาร์โบไฮเดรตที่ได้จะถูกนำไปใช้สร้างสารประกอบอื่นๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชต่อไป Tiaranan และคณะ (1986) กล่าวว่าไว้ว่าธาตุฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่จำกัดการเจริญเติบโต และผลผลิตของถั่วเหลืองมากที่สุด การดูดธาตุอาหารของถั่วเหลืองขึ้นอยู่กับลักษณะการดูดธาตุอาหารของราก การสะสมน้ำหนักราก การสะสมธาตุอาหารชนิดต่างๆ เหล่านี้ของถั่วเหลืองได้รับอิทธิพลมาจากประเภทของดิน และความอุดมสมบูรณ์ของดิน เช่น ในโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม จะสะสมในพืชได้รวดเร็วกว่า การสะสมของน้ำหนักราก ในระยะ 6-7 สัปดาห์ก่อนการออกดอก (Peter and Barber, 1981) นอกจากนี้ฟอสฟอรัสยังมีบทบาทเกี่ยวข้องกับการแบ่งเซลล์ ส่งเสริมการแบ่งเซลล์ การเจริญเติบโตของราก โดยเฉพาะรากแขนงและรากฝอยในระยะแรกของการเจริญเติบโตมีผลทำให้พืชมีระบบรากและลำต้นแข็งแรง มีความทนทานต่อการหักล้ม (lodging) และมีความต้านทานต่อโรคดี นอกจากนี้ยังช่วยเร่งการออกดอกกตผลผลิตของพืชให้เร็วขึ้น รวมทั้งการเพิ่มคุณภาพของผลผลิตพืชอีกด้วย (Brady, 1978) จากการทดลองปุ๋ยฟอสเฟต ในอัตรา

400 ปอนด์ P_2O_5 ต่อเอเคอร์ มีผลทำให้ได้ผลผลิตเมล็ดถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น ร้อยละ 21 ในขณะที่จำนวนเมล็ดลีบและเมล็ดที่เป็นโรคกลับลดลงถึงร้อยละ 40 (Potash and Phosphate Institute, 1978)

3. รูปและความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดิน

ฟอสฟอรัส (Phosphorus : P) เป็นธาตุอาหารหลักที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ดินโดยทั่วไปมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) ต่อพืชค่อนข้างจำกัด เนื่องจากส่วนใหญ่อยู่ในรูปสารประกอบที่ละลายน้ำยาก นอกจากนี้ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินยังมีค่าต่ำมาก คืออยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 0.08-0.22 เท่านั้น (สรสิทธิ์, 2518) เกี่ยวกับความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดินนั้น พืชสามารถดูดใช้ P ในรูปอนุพลอนินทรีย์ฟอสเฟต (inorganic phosphate ions) ได้ดี ซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปโมโนเบสิก ออร์โทฟอสเฟต (monobasic orthophosphate : $H_2PO_4^-$) และไดเบสิก ออร์โทฟอสเฟต (dibasic orthophosphate : HPO_4^{2-}) และถ้าจะเปรียบเทียบกับปริมาณการดูดใช้นินทรีย์ฟอสฟอรัส (inorganic phosphorus) ทั้ง 2 รูปพบว่า พืชสามารถดูดใช้ อนุพลฟอสเฟตในรูป $H_2PO_4^-$ ได้ดีกว่าในรูปของ HPO_4^{2-} ถึง 10 เท่าตัว (Tisdale and Nelson, 1975) อย่างไรก็ตาม ชัยพฤกษ์ (2529) กล่าวว่า การดูดใช้อนุพลฟอสเฟตทั้งสองรูปของพืชดังกล่าว ขึ้นอยู่กับความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของสารละลายดิน (Soil solution) ในขณะนั้น กล่าวคือ ถ้าสารละลายดิน มีความเป็นกรดมากขึ้น ปริมาณอนุพลฟอสเฟตส่วนใหญ่หรือเกือบทั้งหมดจะอยู่ในรูป $H_2PO_4^-$ ในทางตรงกันข้ามถ้าสารละลายดินมีปฏิกิริยาเป็นด่าง ฟอสเฟตส่วนใหญ่ในดินจะอยู่ในรูป HPO_4^{2-} และภายในเวลาประมาณ 10 นาที หลังจากที่อนุพลฟอสเฟตทั้ง 2 รูปนี้ถูกดูดเข้าไปอยู่ในต้นพืช อนินทรีย์ฟอสเฟต (inorganic phosphorus) จะถูกเปลี่ยนรูปไปเป็นสารประกอบอินทรีย์ฟอสเฟต (organic phosphorus) ถึงประมาณร้อยละ 80 (Jackson and Hagen, 1960)

จะเห็นว่าสารประกอบฟอสฟอรัสในดินมีอยู่หลายรูป คือทั้งในรูปที่ไม่ละลายน้ำเลยและละลายน้ำได้ยากง่ายแตกต่างกัน ดังนั้นเพื่อความสะดวก สรสิทธิ์ (2518) จึงได้จำแนกประเภทของฟอสฟอรัสในดิน โดยพิจารณาจากความเป็นประโยชน์ต่อพืชออกเป็น 2 ชนิด คือ สารประกอบฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ต่อพืชช้ามาก (very slowly available phosphates) สารประกอบฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ต่อพืชช้า (slowly available phosphates) และสารประกอบฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ทันที (readily available phosphates) ซึ่งสารประกอบฟอสเฟตในดินทั้ง 3 ชนิดนี้ ต่างก็มีความสำคัญต่อกันและกันอย่างใกล้ชิด

4. ปุ๋ยฟอสเฟตและการเปลี่ยนแปลงในดิน

ปุ๋ยฟอสเฟต หมายถึง ปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหารฟอสฟอรัสเป็นหลักและเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

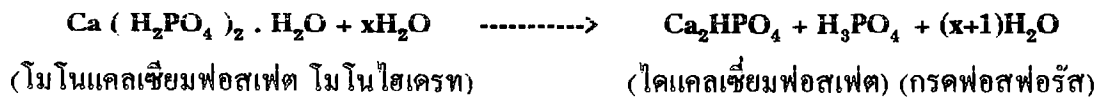
ของปุ๋ยนั้นๆ ธาตุฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในปุ๋ยฟอสเฟตทุกชนิด นิยมบอกเป็นร้อยละโดยน้ำหนักของ phosphorus pentoxide (P_2O_5) มาตั้งแต่โบราณกาลมาจนถึงปัจจุบัน แม้ว่าจะมีผู้พยายามเปลี่ยนให้อยู่ในรูปร้อยละของธาตุฟอสฟอรัส (elemental phosphorus) โดยตรงซึ่งง่ายต่อการเข้าใจและการคำนวณปริมาณในปุ๋ย แต่ยังไม่เป็นที่ยอมรับ สรสิทธิ์ (2513) ได้แบ่งสารประกอบฟอสเฟตที่มีอยู่ในปุ๋ยออกเป็นฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้ (water soluble P_2O_5) ฟอสเฟตที่ละลายได้ในน้ำยาซิเตรท (citrate soluble P_2O_5) ฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ (available P_2O_5) และปริมาณฟอสเฟตทั้งหมด (Total P_2O_5) ผลรวมของฟอสเฟตที่ละลายน้ำกับฟอสเฟตที่ละลายได้ในน้ำยาซิเตรท คือ ปริมาณของฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ซึ่งบอกเป็นปริมาณร้อยละโดยน้ำหนักในปุ๋ยทุกชนิด วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยฟอสเฟตส่วนใหญ่ ได้แก่ หินฟอสเฟตในรูปแร่อะพาไทต์ (apatite) ซึ่งมีสูตรรวมทางเคมีคือ $Ca_{10}(PO_4)_6(F, Cl, OH)_2$ (ปิยะ, 2527) หินฟอสเฟตที่เหมาะสมในการผลิตปุ๋ยฟอสเฟตควรมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในรูป P_2O_5 ตั้งแต่ร้อยละ 33 ขึ้นไป ที่นิยมใช้กันมักอยู่ในรูปฟลูอออะพาไทต์ (fluorapatite)

การเปลี่ยนแปลงของฟอสเฟตในดิน

ปุ๋ยฟอสเฟตที่ใส่ลงไปในดิน จะเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือมีปฏิกิริยากับดินประการใดนั้น ขึ้นอยู่กับชนิดของสารประกอบที่มีอยู่ในปุ๋ย ขนาดของเม็ดปุ๋ยและสภาพของดิน โดยเฉพาะความชื้นและปฏิกิริยาดินในขณะนั้น (Ross, 1989) สำหรับการเปลี่ยนแปลงของปุ๋ยฟอสเฟตในดินนั้น อาจจำแนกสมบัติและการเปลี่ยนแปลงของปุ๋ยฟอสเฟตออกได้ 2 ชนิด คือ

1. ปุ๋ยฟอสเฟตชนิดละลายได้ ได้แก่ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต (superphosphate) ซึ่งมีทั้งชนิดธรรมดาและชนิดเข้มข้น รวมทั้งปุ๋ยเชิงประกอบ (compound fertilizers) เช่น ปุ๋ยโมโนแอมโมเนียมฟอสเฟต (MAP) และปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (DAP) เป็นต้น ปุ๋ยฟอสเฟตชนิดที่ละลายน้ำโดยทั่วไปประกอบด้วยฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในรูป P_2O_5 ระหว่างร้อยละ 20-52 และสามารถละลายให้ฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้เกือบทั้งหมด ปิยะ (2527) กล่าวว่า องค์ประกอบหลักของปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต คือ สารประกอบโมโนแคลเซียมฟอสเฟต โมโนไฮเดรต (monocalcium phosphate monohydrate : $[Ca (H_2PO_4)_2 \cdot H_2O]$) ซึ่งเมื่อใส่ลงไปในดิน ความชื้นหรือน้ำจากดินจะเคลื่อนที่เข้าไปในเม็ดปุ๋ย และละลายฟอสเฟตออกมาให้อยู่ในสภาพสารละลายอิมิตัว หลังจากนั้นฟอสเฟตจะแพร่กระจายจากเม็ดปุ๋ยไปสู่สารละลายดิน และมีบางส่วนเหลือตกค้างในเม็ดปุ๋ยในรูปไดแคลเซียมฟอสเฟต (Ca_2HPO_4) ในขณะเดียวกันยังมีผลทำให้สารละลายดินบริเวณรอบๆเม็ดปุ๋ยมีฤทธิ์เป็นกรดจัด (pH = 3) เนื่องจากกรดฟอสฟอรัส (H_3PO_4) ที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างเม็ดปุ๋ยกับน้ำ (Lindsay and Stephenson, 1959) ดังสมการที่ Van Wazer (1964) ให้ไว้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



2. ปุ๋ยฟอสเฟตชนิดไม่ละลายน้ำหรือละลายช้า ได้แก่ปุ๋ยหินฟอสเฟต (rock phosphate) ซึ่งโดยทั่วไปหมายถึง หินหรือแร่ที่มีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบอยู่ในรูปแคลเซียมฟอสเฟต (calcium phosphate) สามารถจำแนกประเภทตามแหล่งกำเนิดได้เป็น แร่ฟอสเฟตที่เกิดจากหินอัคนี (igneous apatite) แร่ฟอสเฟตที่เกิดจากการตกตะกอนในทะเล (marine phosphate) และแร่ฟอสเฟตในรูปกัวโน (guano) (ปิยะ (2527) นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งประเภทของหินฟอสเฟตตามองค์ประกอบทางแร่ได้ในรูปของแคลเซียมฟอสเฟต (calcium phosphate) เหล็ก-อลูมิเนียมฟอสเฟต (iron- aluminum phosphate) และแคลเซียมเหล็กอะลูมิเนียม (calcium iron- aluminum phosphate) (McClellan and Gremillion, 1980 ,ปิยะ, 2527) อย่างไรก็ตามหินฟอสเฟตที่นำมาใช้เป็นปุ๋ยฟอสเฟตโดยตรง ส่วนใหญ่ได้แก่แร่อะพาไทต์ (apatite) ที่มีสารประกอบไตรแคลเซียมฟอสเฟต [calcium triphosphate : $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$] เป็นองค์ประกอบสำคัญ หินฟอสเฟตนอกจากจะใช้ธาตุฟอสฟอรัสแล้ว ยังใช้ธาตุแคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) สังกะสี (Zn) ทองแดง (Cu) ฯลฯ ในปริมาณที่สูงอีกด้วย (พรหมพิมลและคณะ, 2531) เมื่อพิจารณาถึงการใส่ฟอสเฟตเป็นปุ๋ยฟอสเฟตอย่างมีประสิทธิภาพนั้น ควรบดหินฟอสเฟตให้มีความละเอียดไม่ต่ำกว่า 100 เมช (mcsb) และใช้ในดินที่มีปฏิกิริยาเป็นกรดโดยวิธีหว่าน เพื่อให้ปุ๋ยผสมคลุกเคล้ากับดินได้เต็มที่ อย่างไรก็ตามในเขตร้อนซึ่งมีอัตราการชะล้างของธาตุอาหารในดินสูง โดยเฉพาะธาตุฟอสฟอรัส ในสภาพดินทราย การใส่ปุ๋ยฟอสเฟตจึงเป็นแนวทางหนึ่งในการใส่ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น (Ayres and Hagihara)

หลังจากการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตลงในดินแล้ว ความชื้นหรือน้ำในดินจะแทรกซึมเข้าไปในเม็ดปุ๋ยและเกิดภาวะอิ่มตัวของสารละลาย (saturated solution) บริเวณรอบๆเม็ดและในเม็ดปุ๋ย ในทำนองเดียวกันกับในกรณีปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต แต่การเคลื่อนที่ของน้ำไปยังเม็ดปุ๋ย การเกิดการละลายและการอิ่มตัวของสารละลายฟอสเฟตของปุ๋ยหินฟอสเฟตมีค่าต่ำมาก เนื่องจากปุ๋ยหินฟอสเฟตมีค่าคงที่ของการละลายของปุ๋ยต่ำ (Sample และคณะ, 1980) และยังสามารถเพิ่มเติมอีกว่า การเคลื่อนที่ของฟอสเฟตที่ละลายได้ไปสู่สารละลายดินเป็นไปอย่างจำกัด ส่วนใหญ่จะเคลื่อนที่โดยวิธีแพร่กระจาย (diffusion) ไปพร้อมกับน้ำที่ได้จากฝนหรือการชลประทาน ทางด้านปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นนั้น Mawaha (1979) ได้ทำการศึกษาและเขียนสมการที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของปุ๋ยหินฟอสเฟตในดินดังนี้

ของถั่วเหลือง จึงจำเป็นต้องใส่ไนโตรเจนปุ๋ย (ชานาญ,2533) ปริมาณไนโตรเจนที่ถั่วเหลืองได้จากกระบวนการตรึงไนโตรเจนจะมีเพียง 25 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (อภิพรหม, 2523) ดังนั้นปริมาณไนโตรเจนส่วนที่เหลืองจำเป็นต้องได้รับมาจากธาตุไนโตรเจนในดินและจากปุ๋ยที่ใส่ลงไปโดยเฉพาะในระยะแรกๆของการเจริญเติบโตก่อนที่ปมถั่วจะเกิดขึ้น (Hatfield และคณะ.,1974) เนื่องจากในระยะแรกของการเจริญเติบโต ถั่วเหลืองไม่สามารถตรึงไนโตรเจน จนกว่าจะมีอายุได้ 10-15 วันหลังจาก ในระยะต้นกล้าถั่วเหลืองจำเป็นต้องใช้ในโตรเจนในการตั้งตัวให้เกิดความแข็งแรงของกล้า ในช่วงระยะเวลาสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ด ถ้าปริมาณไนโตรเจนที่พืชได้รับจากปุ๋ยหรือจากการตรึงไนโตรเจน ไม่เพียงพอแล้ว ไนโตรเจนจะเคลื่อนย้าย จากส่วนลำต้นและใบของพืชลงสู่เมล็ดมากขึ้นและเร็วขึ้น ระยะเวลาการสะสมน้ำหนักแห้งในเมล็ดจะสั้นลง ในที่สุดจะทำให้ผลผลิตลดลง (Streeter,1972) เมื่อดินมีปริมาณไนโตรเจนสูงถั่วเหลืองจะใช้ไนโตรเจนจากดินมากกว่า ถ้าระดับไนโตรเจนในดินต่ำ การสร้างปมและการตรึงไนโตรเจนจากอากาศจะทวีความสำคัญขึ้นมาแทน และการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในระดับสูงจะมีผลทำให้การเจริญเติบโตของใบและลำต้นเพิ่มขึ้น ทำให้ต้นหักล้ม แต่ไม่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตอย่างชัดเจน (La Favre and Engleshom,1987) ในระยะแรกของการเจริญเติบโต เซ็อบคที่เรียวยังไม่อาจตรึงไนโตรเจนได้มากพอเพียงกับความต้องการ โดยเฉพาะในดินทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และในดินที่ไม่เคยปลูกถั่วมาก่อน

ธาตุฟอสฟอรัส เป็นธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองมากที่สุด เพราะถูกตรึงได้ง่าย เมื่อใส่ปุ๋ยฟอสเฟตที่ละลายน้ำลงไป ในดินพืชก็จะได้รับประโยชน์หรือดูดไปได้จริงๆ เพียง 10-30 % ส่วนที่ลงไปอยู่ในดินอยู่ในรูปที่ยากต่อพืชดูดไปใช้ได้ (สรสิทธิ์และคณะ.2527) Hagve และคณะ (1980) ได้ทดลองพบว่า เมื่อใส่ปุ๋ยฟอสเฟตเพิ่มขึ้น จำนวนปมที่ราก น้ำหนักปมที่ราก น้ำหนักปม/ต้น น้ำหนักแห้งที่ระยะคอกบาน 50 % และผลผลิตจะเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีผลต่อปริมาณโปรตีนในเมล็ด น้อย(2518) รายงานว่า เมื่อผลผลิตถั่วเหลืองได้ 300 กิโลกรัมต่อไร่ ถั่วเหลืองจะดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัสประมาณ 3-4 กิโลกรัม P_2O_5

การศึกษาอิทธิพลของชนิดปุ๋ยฟอสเฟตที่มีผลต่อความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดิน โรจน (2528) รายงานว่า ความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าวิเคราะห์ธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน กับค่าผลผลิตและปริมาณทั้งหมดของธาตุฟอสฟอรัสในพืช อธิบายเป็นสมการเส้นตรงและค่าสหสัมพันธ์ดังนี้

$$\text{น้ำหนักแห้งเมล็ด (กก./ไร่)} = 80.63 + 15.01 (\text{ppmP Bray } ||) ; r = 90^{**}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณทั้งหมดของ P ในเมล็ด (กก./ไร่) = $0.13 + 0.09$ (ppm P Bray II) ; $r = 86^{**}$

สิริพรรณ (2532) รายงานว่า รูปของฟอสฟอรัสที่เป็นแหล่งสำคัญของฟอสฟอรัสในดินที่นำจะนำมาใช้ปลูกถั่วเหลืองมากที่สุดในดินมีฤทธิ์เป็นกรดคือ AI-P รองลงมาเป็น Ca-P ส่วนในดินที่เป็นด่างหรือดิน Calcareous นั้น Ca-P จะสำคัญมากกว่า AI-P และฟอสฟอรัสทั้ง 2 รูปนี้มีความสำคัญทางบวกรูปอย่างใกล้ชิดกับ Bray II-P

น้อยและคณะ (2520) ได้ทำการทดลองการตอบสนองของถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.4 ต่อปุ๋ยฟอสเฟต พบว่า มีความสัมพันธ์กับค่าวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในต้น คือ ถั่วเหลืองจะไม่ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยฟอสเฟต เมื่อดินมีค่าวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงกว่า 12 ppm P และในกรณีที่ดินมีค่าวิเคราะห์ 3-4 ppm P การใส่ปุ๋ยฟอสเฟตในอัตรา 9 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ จะทำให้ผลผลิตถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นกว่าเท่าตัว Tiaranan และคณะ (1986) รายงานว่าในดินที่มีฟอสเฟต 1-5 ppm (Bray II) ถ้าใส่ปุ๋ยฟอสเฟต 37 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อ เฮกตาร์ ทำให้ผลผลิตถั่วเหลืองเพิ่มมากกว่า 2 เท่า Dahama และคณะ (1985) ได้ศึกษาการตอบสนองของถั่วเหลืองต่อปุ๋ยฟอสเฟตในดิน sandy loam พบว่าถ้าใส่ฟอสฟอรัสอัตรา 20-90 กิโลกรัม ต่อ เฮกตาร์ ในรูปของปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต (superphosphate) การใส่อัตรา 60 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์จะให้ผลผลิตถั่วเหลืองสูงสุดในปีแรก น้อย (2523) ได้กล่าวไว้ว่าเมื่อเก็บตัวอย่างดินมาวิเคราะห์ทางเคมีถ้าดินมีฟอสเฟตสูงกว่า 8 ppm ไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ย ถ้าดินมีฟอสเฟตอยู่ระหว่าง 5-8 ppm ควรใส่ปุ๋ยฟอสเฟตอัตรา 6 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ ถ้ามีต่ำกว่า 5 ppm ควรใส่ในอัตรา 9-12 กิโลกรัม P_2O_5 น้อยและคณะ (2525) ได้ทำการทดลองการตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสเฟตของถั่วเหลืองสายพันธุ์ สจ.5 ในดินนา ซึ่งมีค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 4 ppm (Bray II) โดยใส่ปุ๋ย 4 อัตรา คือ 0 , 9 , 18 และ 36 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ พบว่าถั่วเหลืองตอบสนองต่อปุ๋ยที่ใส่อย่างชัดเจน โดยการใส่อัตรา 18 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ ทำให้ผลผลิตสูงถึง 386 กิโลกรัมต่อไร่ เทียบกับแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ยให้ผลผลิตเพียง 111 กิโลกรัมต่อไร่ และพบว่า การใส่ปุ๋ยอัตราสูงเกินไปไม่ทำให้ผลผลิตถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นมาก

กรมวิชาการเกษตร (2529) ได้ศึกษาทดลองเปรียบเทียบการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 , 15-15-15 และ 12-24-12 กับปุ๋ย 3-9-6 พบว่าสูตร 12-24-12 ให้ผลผลิตของถั่วเหลืองสูงสุด ไม่ว่าจะใช้อัตราสูงหรือต่ำ (คือ 9 หรือ 18 กิโลกรัมของ P_2O_5 ต่อไร่) ส่วนอัตราการใช้ที่แนะนำส่งเสริมสำหรับเกษตรกรคือ การใส่สูตร 12-24-12 ในอัตราไม่เกิน 37.5 กิโลกรัมต่อไร่ แต่โดยทั่วไปใช้อัตรา 20-25 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบทางด้านผลผลิต พบว่า ปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 18.75 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตถั่วเหลือง 266 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนอัตรา 37.5 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิต 333 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่ปุ๋ยเกรด 3-9-6 ได้รับผลผลิต 318 กิโลกรัมต่อไร่ (ชลุค และคณะ,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. จุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายหินฟอสเฟต

การละลายฟอสเฟตโดยจุลินทรีย์

จุลินทรีย์ในดินหลายชนิด สามารถละลายฟอสเฟตได้ ซึ่งมีทั้งแบคทีเรีย รา และแอคทีโนมัยซีท ฟอสเฟตที่ละลายได้ส่วนใหญ่เกิดจากกรดอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ขับออกมา ได้แก่ กรด formic , acetic , propionic , lactic , glycolic , formic และ succinic เป็นต้น จุลินทรีย์บางชนิดสามารถสร้างกรดอินทรีย์ออกมา เช่น กรด nitric และ sulfuric จากกิจกรรมของ *Nitrobacter* และ *Thiobacillus* ตามลำดับกรดต่างๆที่เกิดขึ้นเหล่านี้จะส่งผลให้ pH ของดินต่ำลงและเกิดการสลายของฟอสเฟตเพิ่มขึ้น กรดอินทรีย์บางชนิดอาจเกิด Chelate กับแคลเซียมและเหล็ก ซึ่งทำให้การละลายของการใช้ฟอสเฟตมีมากขึ้น อย่างไรก็ตามปริมาณการละลายฟอสเฟตแตกต่างกันตามความสามารถในการละลายของจุลินทรีย์แต่ละชนิดรวมทั้งชนิดของหินฟอสเฟตด้วย แต่โดยทั่วไปแล้วเชื้อราจะมีความสามารถสูงกว่าเชื้ออื่นๆ (ธงชัยและมาลา, 2535)

ตัวอย่างจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการละลายฟอสเฟต (Subaa Rao , 1986)

แบคทีเรีย (Bacteria) ได้แก่

Bacillus sp. , *B. circulans* , *B. subtilis* , *Pseudomonas* sp. , *P. calcis* , *Xanthomonas* spp. , *Flavobacterium* spp. , *Serratia* spp. , *Nitrosomonas* spp. , *Thiobacillus thiooxidans*

รา (Fungi) ได้แก่

Aspergillus sp. , *A. niger* , *A. terreus* , *Penicillium* sp. , *Fusarium* sp. , *F. oxysporum* , *Curvularia lonata* , *Pythium* sp. , *Phoma* sp. , *Cladosporium* sp. , *rhodotorula* sp. , *Candida* sp.

แอคทีโนมัยซีท (Actinomycetes) ได้แก่

Streptomyces sp.

ปริมาณและการกระจายของเชื้อจุลินทรีย์ที่ละลายฟอสเฟตที่พบในดิน

จากการศึกษาพบว่าในดินต่างกันจะพบจุลินทรีย์ที่ละลายฟอสเฟตได้ในปริมาณที่แตกต่างกันด้วย (Khan and Bhatnagar , 1977) และพบว่ามีแบคทีเรียพวกนี้ในบริเวณของรากพืชมากกว่าบริเวณอื่น (Sperber , 1958) Kobus (1962) รายงานว่าปริมาณแบคทีเรียที่ละลายฟอสเฟตได้ในดินนั้นจะได้รับอิทธิพลจากชนิดของดินและการเกษตรกรรมที่แตกต่างกันมากกว่าสภาพทางฟิสิกส์ ปริมาณฮิวมัส ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในดิน

8.สมบัติของดินที่ทำการศึกษา

ชุดดินที่นำมาศึกษามีอยู่ 2 ชนิดด้วยกัน ซึ่งมีคุณสมบัติบางประการต่อไปนี้

ชุดดินเชียงใหม่ (Chang mai series : Cm)

การจำแนก : Loamy , mixed , isohyperthermic , Typic Ustifluvents

สภาพพื้นที่ : ที่ราบน้ำท่วม หรืออาจเป็นคันดินริมน้ำ มีความชันน้อยกว่า 2 เปอร์เซ็นต์

การใช้ประโยชน์ที่ดิน : ใช้ปลูกพืช เลี้ยงสัตว์

การจัดเรียงชั้น : A-Ac-C₁-C₂

ลักษณะดิน : ดินบนมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย สีพื้นเป็นสีน้ำตาลปนแดง ดินตอนล่างมีลักษณะเหมือนดินบน ในช่วงความลึกมากกว่า 90 เซนติเมตร อาจพบจุดประสีแดง บ้างเล็กน้อย

ข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์ : ความอุดมสมบูรณ์ของดินปานกลาง เนื้อดินค่อนข้างละเอียด การระบายน้ำดี มีปัญหาในการชะล้างพังทลายของดิน

ชุดดินสรรพยา (Sanphaya series : Sa)

การจำแนก : Loamy , mixed , isohyperthermic , Aquic Ustifluvents

สภาพพื้นที่ : ที่ราบน้ำท่วมซึ่งน้ำมักจะท่วมในฤดูฝน มีความชันน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์

การใช้ประโยชน์ที่ดิน : ใช้ในการผลิตพืชไร่ และทำนาบางส่วน

การจัดเรียงชั้น : A₁-A₂-Ac-C₁-C₂

ลักษณะดิน : ดินบนมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง สีพื้นเป็นสีน้ำตาลแก่ ดินล่างมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายแป้ง มีจุดประชัดเจนกว่าดินบน

ข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์ : ความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงสูง เนื้อดินค่อนข้างละเอียดถึงปานกลาง การระบายน้ำค่อนข้างดี มีข้อจำกัดน้อย แต่ควรระวังน้ำท่วมฤดูฝน

อุปกรณ์และสารเคมี

1.ดินที่ใช้ทำการทดลองมี 2 ชุดดิน คือชุดดินเชิงใหม่ [Cm : Typic Ustifluents ; Loamy , mixed , non-acid] ในบริเวณริมแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณทางแยกถนนสายกรุงเทพฯ-นครสวรรค์ กม.224 แยกวัดยางตลาด (หรือแยกวัดมณีวงษ์) ต.ย่านมัทรี อ.พยุหะคีรี จ.นครสวรรค์ และชุดดิน สรรพชา [Sa : Aquic Ustifluents : Loamy , mixed , non-acid] ในบริเวณถนนนครสวรรค์-บรรพตพิสัย เก็บบริเวณเลยโรงงานสุราแล้วเลี้ยวซ้าย พื้นที่เดิมใช้ปลูกถั่วเหลือง ข้าวฯปลูกย่อย และข้าว ดินดังกล่าวมีคุณสมบัติดังหน้าที่ 12

2.กระถางดินเผาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว พร้อมจานรอง จำนวน 72 ชุด

3.ถุงพลาสติกขนาด 14 * 22 นิ้ว จำนวน 72 ใบ

4.ถุงกระดาษสำหรับใส่ตัวอย่างพืชขนาดต่างๆ

5.ปุ๋ยเคมี มี 3 ชนิด คือ ปุ๋ยยูเรีย , ปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต , ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์

6.หินฟอสเฟต

7.เชื้อไรโซเบียม (Rhizobium) สำหรับถั่วเหลืองของกรมวิชาการเกษตร

8.ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ. 5

9.จุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟต ได้แก่

เชื้อแบคทีเรีย (RPS 13 , RPS 25 , RPS 42 , RPS 67 , RPS 302)

เชื้อรา (RPS 003F , RPS 032F , RPS 145F)

จากกลุ่มวิจัยจุลินทรีย์ดิน กรมวิชาการเกษตร

10.สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์ตัวอย่างดินและพืชในห้องปฏิบัติการ

วิธีการ

1.แผนการทดลอง การทดลองนี้กระทำในกระถาง ทดลอง 2 ชุดดิน คือ ชุดดินเชิงใหม่และชุดดิน สรรพชา โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) กับถั่วเหลืองพันธุ์ สจ. 5 ซึ่งดำเนินการทดลองทั้งหมดมีดังนี้

ดำเนินการทดลองที่ 1 ใส่เฉพาะปุ๋ยโพแทสเซียม (Ck)

ดำเนินการทดลองที่ 2 ใส่เชื้อจุลินทรีย์ (M)

ดำเนินการทดลองที่ 3 ใส่หินฟอสเฟต (RP)

ดำเนินการทดลองที่ 4 คลุกเชื้อไรโซเบียม (R)

ดำเนินการทดลองที่ 5 คลุกเชื้อไรโซเบียมและใส่เชื้อจุลินทรีย์ (R+M)

ดำเนินการทดลองที่ 6 คลุกเชื้อไรโซเบียมและใส่หินฟอสเฟต (R+RP)

ดำเนินการทดลองที่ 7 ใส่เชื้อจุลินทรีย์และหินฟอสเฟต (M+RP)

ดำเนินการทดลองที่ 8 คลุกเชื้อไรโซเบียม ใส่เชื้อจุลินทรีย์และหินฟอสเฟต (R+M+RP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำรับการทดลองที่ 9 ปลูกเชื้อไรโซเบียม ใส่ปุ๋ยฟอสเฟตและหินฟอสเฟต (R+P+RP)

ตำรับการทดลองที่ 10 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน N₃

ตำรับการทดลองที่ 11 ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส P₉

ตำรับการทดลองที่ 12 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและปุ๋ยฟอสฟอรัส N₃P₉

การทดลองทั้งหมดทำ 3 ซ้ำ ชุดดินละ 12*3=36 กระถาง ทั้ง 2 ชุดดินรวมทั้งหมด 72 กระถาง โดยใช้กระถางขนาด 12 นิ้ว ใส่ดินจำนวน 10 กิโลกรัม และทุกกระถางจะใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมเป็นปุ๋ยรองพื้น

2.วิธีการทดลอง

2.1 เตรียมดิน โดยผึ่งดินให้แห้ง แล้วชั่งดิน 10 กิโลกรัม ใส่ถุงพลาสติก ใส่ปุ๋ย N-P-K สูตร 3-9-6 , RP และ เชื้อจุลินทรีย์ตามตำรับที่กำหนดไว้ แล้วนำไปใส่กระถาง

2.2 ทำการปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 โดยปลูกเชื้อไรโซเบียม ตามตำรับที่กำหนดไว้

2.3 ดูแลรักษาโรคและแมลง ทุกสัปดาห์

3.ข้อมูลที่ศึกษาและวิธีการทดลอง โดยสังเขป

3.1 ข้อมูลที่ทำการศึกษา โดยทำการเก็บข้อมูลดังนี้

การเก็บข้อมูลดินเก็บก่อนปลูกและหลังปลูกถั่วเหลือง โดยก่อนปลูกถั่วเหลือง วิเคราะห์หา ไนโตรเจน , ฟอสฟอรัส , โพแทสเซียม , ปฏิกริยาดิน (pH) , อินทรีย์วัตถุ , ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกและความชื้น และช่วงก่อนยังไม่ได้ใส่เชื้อไรโซเบียมและเชื้อจุลินทรีย์ วิเคราะห์ดินหา ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ หลังปลูกถั่วเหลืองจนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิต วิเคราะห์ดินหา ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ฟอสฟอรัสทั้งหมดในดิน ทุกๆ 2 สัปดาห์ และวิเคราะห์ดินหาไนโตรเจน ของดินช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต

การเก็บข้อมูลของผลผลิต โดยทำการวิเคราะห์ผลผลิตระยะออกดอกและระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยทำการวิเคราะห์หา ฟอสฟอรัสและไนโตรเจนของส่วนเหนือดินและส่วนเมล็ด

3.2 วิธีการทดลองโดยสังเขป

วิธีการวิเคราะห์ดินและพืชทางเคมีโดยสังเขป

การวิเคราะห์	วิธีการวิเคราะห์โดยสังเขป	เอกสารอ้างอิง
Total N	วิเคราะห์โดยวิธี micro-Kjeldahl หาปริมาณแอมโมเนีย โดยทำปฏิกิริยากับ 10 N NaOH และกลั่นเอา NH ₃ ออกมา แล้วให้ละลายใน boric acid ที่มี mixed indicator ผสมอยู่ด้วย แล้วไตเตรท หาปริมาณ NH ₃ ที่กลั่นด้วยกรด H ₂ SO ₄ หรือ HCl ที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน	Jackson , 1958

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Total P	วิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด ใช้วิธี Wet Oxidation คือการย่อย (digestion) ด้วยกรด HClO_4 เข้มข้น 10 มล. สกัดฟอสฟอรัสทั้งหมดออกมาแล้วนำไปวัดความเข้มของสี ซึ่งเกิดจากการทำปฏิกิริยาของ Molybdate vanadate solution กับ Aliquot ด้วยเครื่อง Spectrophotometer	Yoshida , 1971
Available P	วิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัส โดยวิธีของ Bray โดยใช้ น้ำยาสกัด Bray II สกัดฟอสฟอรัสจากสารละลายดินและนำไปวัดความเข้มของสี ซึ่งเกิดจากการทำปฏิกิริยาของ reagent B (molybdate-ascobic acid) กับ aliquot ด้วยเครื่อง Spectrophotometer	Bray , 1945
Total K	วิเคราะห์โดยวิธี Atomic absorption spectrophotometry เครื่องมือที่ใช้คือ Atomic absorption spectrophotometer	ทศนิยมและจรงค์, 2523
Organic matter	วิเคราะห์โดยวิธี Wet combustion โดยใช้ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ เป็น oxidizing agent ทำปฏิกิริยากับ H_2SO_4 และไตเตรทด้วย FeSO_4 0.5 N เพื่อหา Organic C และนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณ Organic matter	Walkly and Black, 1954
CBC	วิเคราะห์โดยนำ 1 N NH_4OAc pH 7 ไปชะดินเพื่อให้ NH_4^+ เข้าแทนที่ Cation ต่างๆที่มีอยู่ในดินจนหมดและอิมตัวด้วย NH_4^+ แล้วล้าง NH_4OAc ที่มากเกินไปด้วย methyl หรือ ethyl alcohol หลังจากนั้นใช้ acidified NaCl ไล้ที่ adsorbed NH_4^+ และวิเคราะห์ NH_4^+ ที่ถูกแทนที่ออกมา โดยนำไปไตเตรทกับ H_2SO_4 ที่รู้ความเข้มข้นแน่นอน	Chapman , 1965 Rhodes , 1982
pH	วัดค่า pH ด้วย pH meter ที่ standardize แล้ว โดยใช้ อัตราส่วนดิน : น้ำ เท่ากับ 1: 2 หรือ 1: 5 ให้เพิ่มปริมาณน้ำตามสัดส่วน แต่ถ้าต้องการวัด pH ของดินในสารละลาย 0.1M CaCl_2 ให้ทำวิธีเดียวกัน เพียงแต่ใช้	Thomas , 1967

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 สถานที่ทำการทดลอง

ชั้น 5 ตึก L คณะเทคโนโลยีการเกษตร และห้องปฏิบัติการภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.4 ระยะเวลาทำการทดลอง

เดือนตุลาคม 2537-เดือนมีนาคม 2538



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

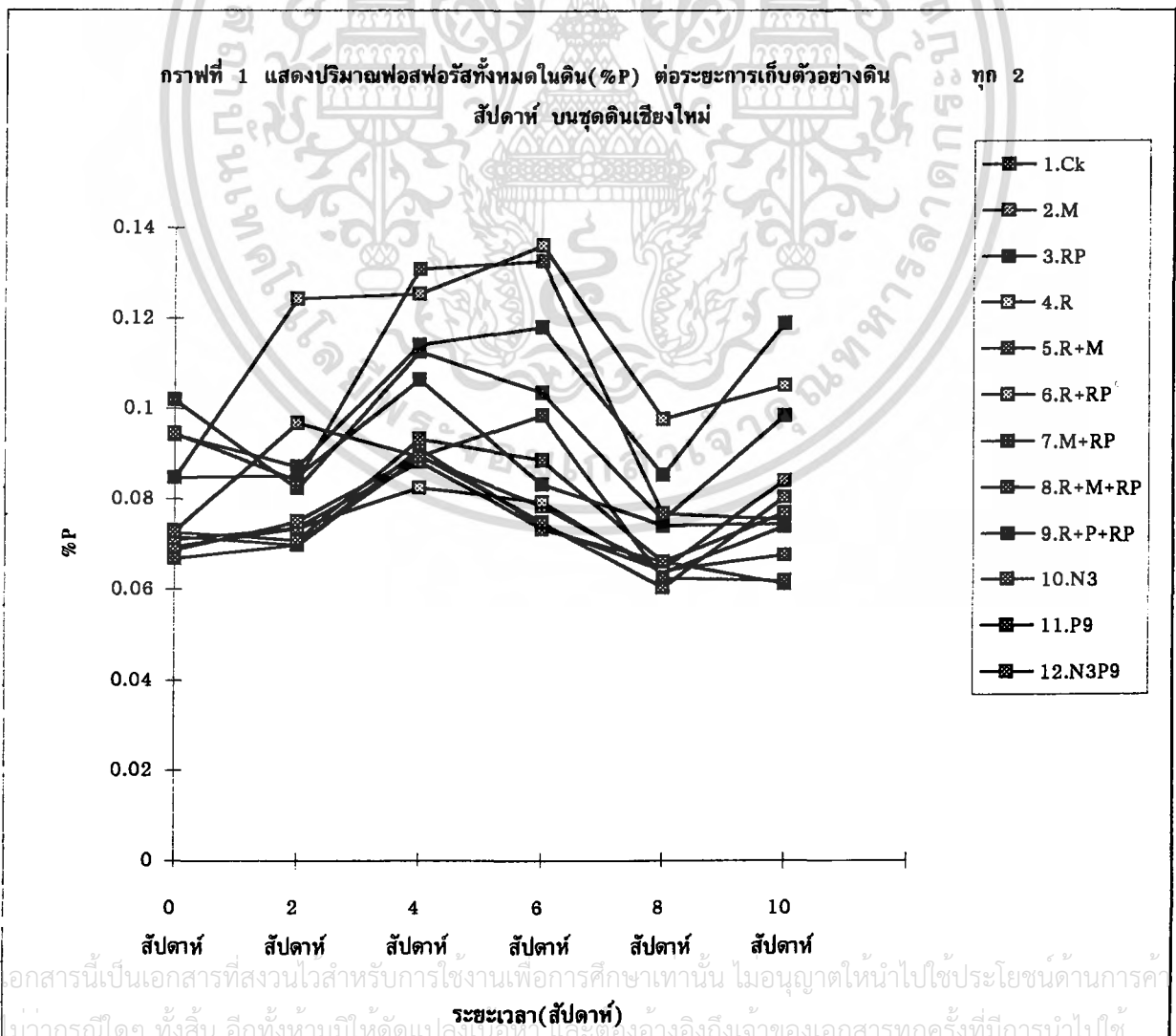
ผลการทดลอง

จากการศึกษาการใช้จุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อไรโซเบียมในการเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองบนชุดดินเชิงใหม่และชุดดินสรรพยา จากตารางที่ 1 และกราฟที่ 1 แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียมที่มีต่อปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total P) ที่ปลูกบนชุดดินเชิงใหม่ สัปดาห์ที่ 0 ดำรับ M+RP มีปริมาณ Total P มากที่สุด และดำรับ P₀ มีปริมาณ Total P น้อยที่สุด สัปดาห์ที่ 2 ดำรับ R+RP มีปริมาณ Total P มากที่สุด และดำรับ Ck, P₀ มีปริมาณ Total P น้อยที่สุด สัปดาห์ที่ 4 ดำรับ R+M+RP มีปริมาณ Total P มากที่สุด และดำรับ R มีปริมาณ Total P น้อยที่สุด สัปดาห์ที่ 6 ดำรับ R+RP มีปริมาณ Total P มากที่สุด และดำรับ R +M มีปริมาณ Total P น้อยที่สุด สัปดาห์ที่ 8 ดำรับ R+RP มีปริมาณ Total P มากที่สุด และดำรับ N₃ มีปริมาณ Total P น้อยที่สุด สัปดาห์ที่ 10 ดำรับ RP มีปริมาณ Total P มากที่สุด และดำรับ R +M มีปริมาณ Total P น้อยที่สุด

ในสัปดาห์แรกนั้นยังไม่เกิดกระบวนการย่อยสลายหินฟอสเฟต ดังนั้นในดำรับที่มีการใส่หินฟอสเฟต จึงมีปริมาณ Total P มากใกล้เคียงกัน สัปดาห์ต่อมาเมื่อมีการย่อยสลายหินฟอสเฟตของเชื้อจุลินทรีย์ร่วมกับเชื้อไรโซเบียมจึงทำให้มีฟอสเฟตละลายออกมาในดินมากขึ้นเมื่อพืชมีการนำฟอสฟอรัสไปใช้ ฟอสฟอรัสในดินย่อมลดลงบ้าง แต่ดำรับที่มีการใส่เชื้อไรโซเบียมร่วมกับหินฟอสเฟตและเชื้อจุลินทรีย์หรือดำรับที่มีการใส่เชื้อไรโซเบียมร่วมกับหินฟอสเฟตนั้น มีการละลายของหินฟอสเฟตอยู่ตลอดจึงมีปริมาณ Total P ครึ่งในดินอยู่มากกว่าดำรับอื่น เพราะเนื่องจากปริมาณฟอสฟอรัสที่อยู่ในดินดังกล่าวไม่ได้อยู่ในรูปที่พืชจะนำไปใช้ทั้งหมด ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของสารประกอบชนิดต่างๆ ที่มีทั้งชนิดที่ละลายน้ำได้ง่ายและไม่ละลายน้ำ (ชัยฤกษ์, 2529)

ตารางที่ 1 แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียม ที่มีต่อปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด(%P) ที่ปลูกบนชุดดินเชียงใหม่

ตำรับ	0 สัปดาห์	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	6 สัปดาห์	8 สัปดาห์	10 สัปดาห์
1.Ck	0.0718	0.07	0.0912	0.0743	0.0642	0.0676
2.M	0.073	0.0968	0.0894	0.0784	0.0646	0.0842
3.RP	0.0943	0.0873	0.1141	0.1181	0.0855	0.1189
4.R	0.0697	0.0736	0.0826	0.0793	0.0636	0.0741
5.R+M	0.0711	0.0737	0.0883	0.0736	0.0662	0.0612
6.R+RP	0.0849	0.1242	0.1253	0.1363	0.0978	0.1052
7.M+RP	0.102	0.0824	0.1125	0.1036	0.0754	0.0984
8.R+M+RP	0.0945	0.0842	0.1308	0.1328	0.0768	0.0754
9.R+P+RP	0.0849	0.0852	0.1064	0.0834	0.0742	0.0746
10.N ₃	0.0688	0.075	0.0899	0.0749	0.0604	0.0804
11.P ₉	0.0669	0.07	0.0896	0.0986	0.0626	0.0618
12.N ₃ P ₉	0.0728	0.071	0.0933	0.0888	0.0661	0.0769

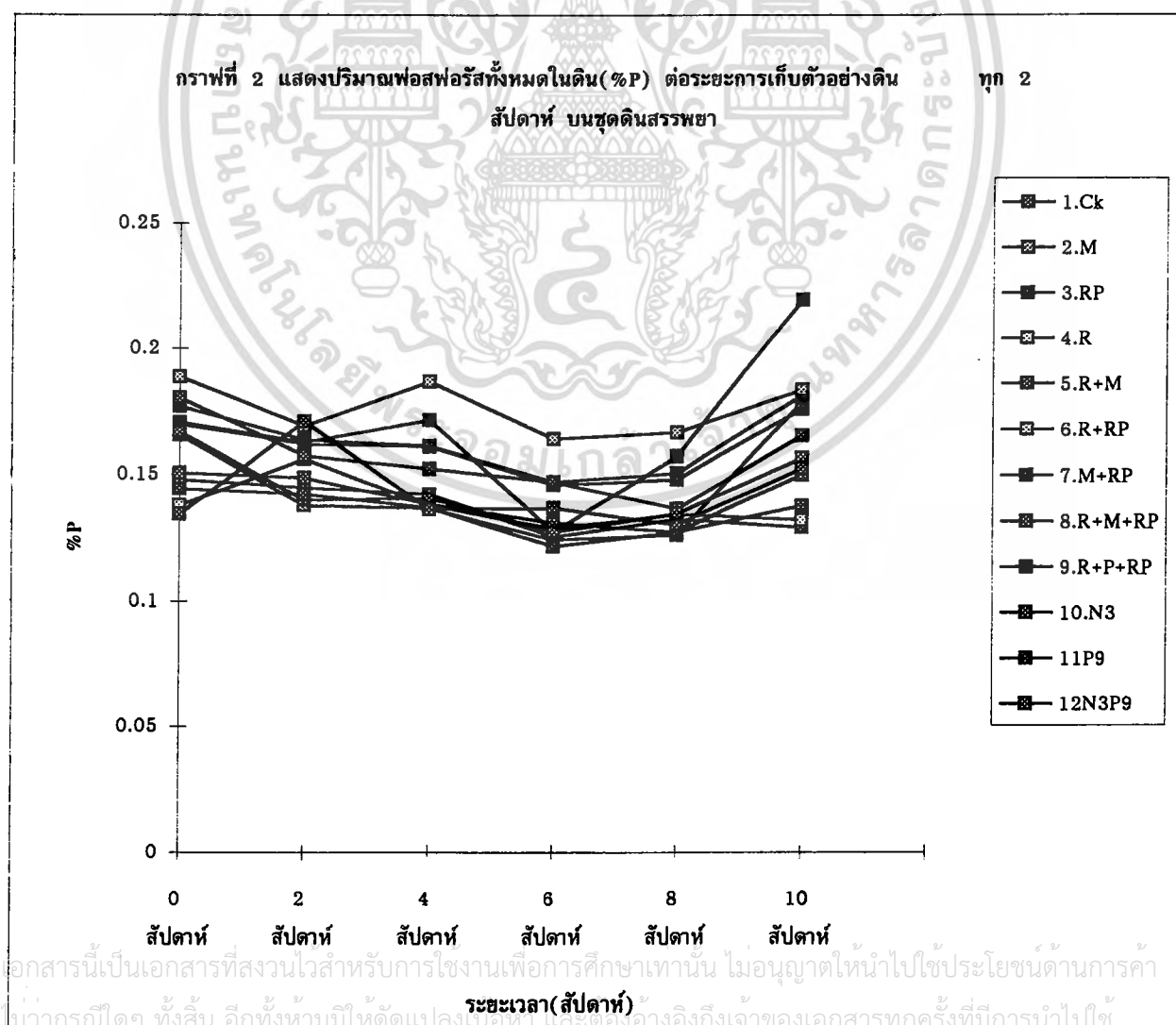


จากการศึกษาการใช้จุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อไรโซเบียมในการเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองบนชุดดินเชิงใหม่และชุดดินสรรพยา จากตารางที่ 2 และกราฟที่ 2 แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียมที่มีต่อปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total P) ที่ปลูกบนชุดดินสรรพยา สัปดาห์ที่ 0 ดำรับ R+RP มีปริมาณ Total P มากที่สุด และดำรับ N₃P₉ ปริมาณ ณ Total P น้อยที่สุด สัปดาห์ที่ 2 ดำรับ N₃P₉ มีปริมาณ Total P มากที่สุด และดำรับ M มีปริมาณ Total P น้อยที่สุด สัปดาห์ที่ 4 ดำรับ R+RP มีปริมาณ Total P มากที่สุด และดำรับ R มีปริมาณ Total P น้อยที่สุด สัปดาห์ที่ 6 ดำรับ R+RP มีปริมาณ Total P มากที่สุด และดำรับ P₉ มีปริมาณ Total P น้อยที่สุด สัปดาห์ที่ 8 ดำรับ R+RP มีปริมาณ Total P มากที่สุด และดำรับ M มีปริมาณ Total P น้อยที่สุด สัปดาห์ที่ 10 ดำรับ R+P+RP มีปริมาณ Total P มากที่สุด และดำรับ Ck มีปริมาณ Total P น้อยที่สุด

ในดำรับที่มีการใส่หินฟอสเฟต โดยเฉพาะดำรับ R+RP จะมีปริมาณ Total P ในดินมากเกือบๆทุกสัปดาห์ เพราะหินฟอสเฟตเป็นปุ๋ยฟอสเฟตชนิดไม่ละลายน้ำหรือละลายได้ช้า (ปิยะ, 2527) และ พบว่าในชุดดินสรรพยาจะพบปริมาณ Total P ในดินมากกว่าชุดดินเชิงใหม่ในทุกๆ ดำรับการทดลอง

ตารางที่ 2 แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียม ที่มีต่อปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด(%P) ที่ปลูกบนชุดดินสรพยา

ตำรับ	0 สัปดาห์	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	6 สัปดาห์	8 สัปดาห์	10 สัปดาห์
1.Ck	0.148	0.1449	0.1422	0.1254	0.1324	0.1293
2.M	0.1653	0.1377	0.1365	0.1244	0.1261	0.1786
3.RP	0.1767	0.1635	0.161	0.1471	0.1506	0.1814
4.R	0.1377	0.1561	0.1377	0.1287	0.1342	0.1321
5.R+M	0.1506	0.1487	0.1382	0.1309	0.1275	0.1501
6.R+RP	0.1885	0.1688	0.1866	0.164	0.1665	0.1834
7.M+RP	0.1696	0.1618	0.1609	0.1461	0.1481	0.1759
8.R+M+RP	0.1802	0.1572	0.1523	0.1471	0.1365	0.1652
9.R+P+RP	0.1704	0.1625	0.1712	0.1275	0.1571	0.2194
10.N ₃	0.1664	0.1398	0.1405	0.1275	0.1345	0.1564
11.P ₉	0.1443	0.1422	0.1368	0.1217	0.1275	0.1376
12.N ₃ P ₉	0.1343	0.1709	0.1361	0.1367	0.1303	0.1524



จากการศึกษาการใช้จุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตร่วมกับเชื้อไรโซเบียมในการเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองบนชุดดินเชิงใหม่และชุดดินสรรพยา จากตารางที่ 3 และกราฟที่ 3 แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียมที่มีต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) ที่ปลูกบนชุดดินเชิงใหม่ สัปดาห์ที่ 0 ดำรับ M+RP มีปริมาณ Available P มากที่สุด และดำรับ Ck ปริมาณ Total P น้อยที่สุด สัปดาห์ที่ 2 ดำรับ R+RP มีปริมาณ Available P มากที่สุด และดำรับ Ck มีปริมาณ Available P น้อยที่สุด สัปดาห์ที่ 4 ดำรับ R+M+RP มีปริมาณ Available P มากที่สุด และดำรับ N₂P₉ มีปริมาณ Available P น้อยที่สุด สัปดาห์ที่ 6 ดำรับ R+RP มีปริมาณ Available P มากที่สุด และดำรับ R+M มีปริมาณ Available P น้อยที่สุด สัปดาห์ที่ 8 ดำรับ RP มีปริมาณ Available P มากที่สุด และดำรับ R มีปริมาณ Available P น้อยที่สุด สัปดาห์ที่ 10 ดำรับ RP มีปริมาณ Available P มากที่สุด และดำรับ M มีปริมาณ Available P น้อยที่สุด

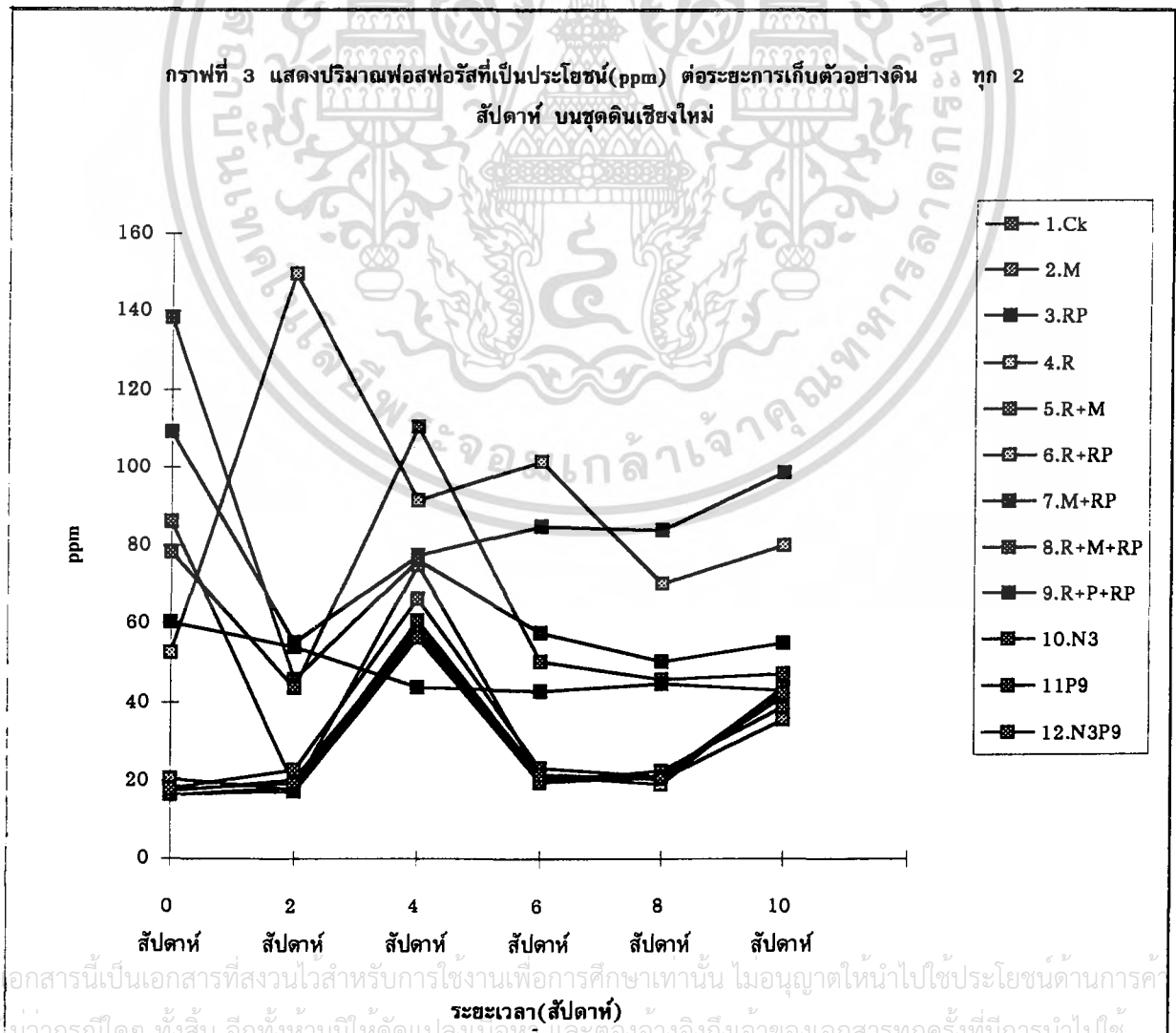
ในสัปดาห์แรกในดำรับ ที่มี RP จะมีปริมาณ Available P มาก ในสัปดาห์ที่ 2,4 เกือบทุกดำรับการทดลองมีปริมาณ Available P เพิ่มขึ้น แต่ในสัปดาห์ที่ 6 ปริมาณ Available เริ่มลดลงเนื่องจากฟอสฟอรัสมีผลต่อช่วงระยะออกดอกและระยะเก็บผลผลิตคือพัฒนาการของดอกและเร็วขึ้น (Potash and Phosphate Institute , 1978) จึงทำให้พืชดึงเอา Avai P ไปใช้มากกว่าปกติ

ห้องสมุดและเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ในชื่อของกรมการเกษตรและปศุสัตว์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียม ที่มีต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์(ppm) ที่ปลูกบนชุดดินเชียงใหม่

ตำรับ	0 สัปดาห์	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	6 สัปดาห์	8 สัปดาห์	10 สัปดาห์
1.Ck	16.58	17.08	56.33	20	22.41	38.87
2.M	20.5	17.62	75.08	21.02	20.29	35.5
3.RP	109.08	55.08	77.58	85.03	84.04	98.66
4.R	17.33	20.11	58.83	21.24	19.08	43.79
5.R+M	86.08	18.87	57.4	19.49	20.91	41.54
6.R+RP	52.41	149.5	91.58	101.5	70.31	80.12
7.M+RP	138.16	45.66	76.25	57.58	50.24	54.87
8.R+M+RP	78.33	43.58	110.4	50.24	45.66	47.12
9.R+P+RP	60.25	53.77	43.7	42.77	44.58	42.95
10.N ₃	18.08	22.54	66.33	23.13	21.03	42.54
11P ₉	16.33	18.04	60.66	21.58	20.66	43.53
12.N ₃ P ₉	17.75	19.25	56.33	21.35	20.45	42.12



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ระยะเวลา(สัปดาห์)

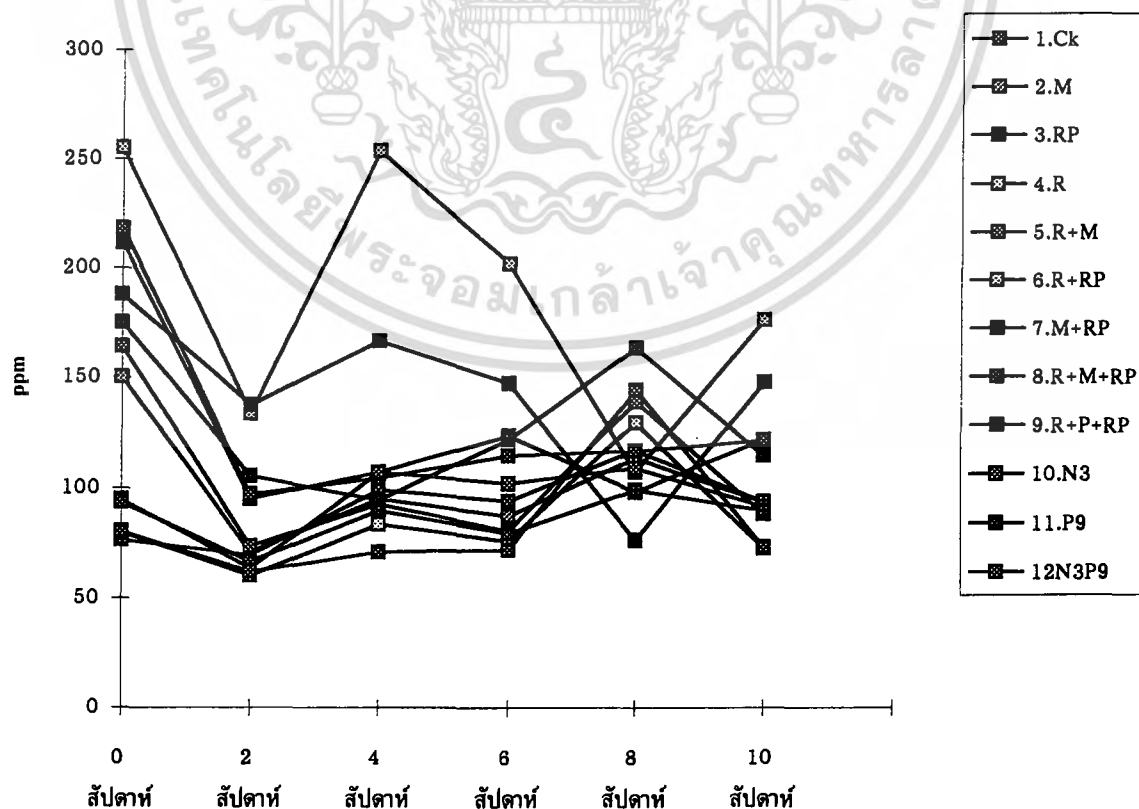
จากการศึกษาการใช้จุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียมในการเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองบนชุดดินเชิงใหม่และชุดดินสรรพยา พบว่าจากตารางที่ 4 และกราฟรูปที่ 4 แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียมที่มีต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่ปลูกบนชุดดินสรรพยา มีผลดังนี้ สัปดาห์ที่ 0 ดำรับ R+RP มีปริมาณ Available P มากที่สุด และดำรับ Ck มีปริมาณ Available P น้อยที่สุด สัปดาห์ที่ 2 ดำรับ R+P+RP มีปริมาณ Available P มากที่สุด และดำรับ R มีปริมาณ Available P น้อยที่สุด สัปดาห์ที่ 6 ดำรับ R+RP มีปริมาณ Available P มากที่สุด และดำรับ N_3P_0 มีปริมาณ Available P น้อยที่สุด สัปดาห์ที่ 8 ดำรับ M+RP มีปริมาณ Available P มากที่สุด และดำรับ R+P+RP มีปริมาณ Available P น้อยที่สุด สัปดาห์ที่ 10 ดำรับ R+RP มีปริมาณ Available P มากที่สุด และดำรับ R มีปริมาณ Available P น้อยที่สุด

ทุกดำรับการทดลองที่มีการใส่หินฟอสเฟตโดยเฉพาะดำรับ R+RP จะมีปริมาณ Available P อยู่ในดินมากและเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 2-4 ในสัปดาห์ 6-8 ปริมาณ Available P ลดลงเล็กน้อย เพราะถั่วเหลืองอยู่ในช่วงออกดอกและสร้างเมล็ด โดยคุณสมบัติของฟอสฟอรัสเองก็มีผลในการเร่งสร้างดอกและเมล็ด (Brady, 1978) จึงทำให้พืชดูดฟอสฟอรัสไปใช้มากในระยนี้ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับชุดดินเชิงใหม่พบว่าปริมาณ Available P ในดินของ ชุดดินสรรพยาจะมากกว่าชุดดินเชิงใหม่

ตารางที่ 4 แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียม ที่มีต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์(ppm) ที่ปลูกบนชุดดินสรวรพยา

ตำรับ	0 สัปดาห์	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	6 สัปดาห์	8 สัปดาห์	10 สัปดาห์
1.Ck	76.58	69.5	99.08	94	116.83	93.91
2.M	149.9	71.17	94.91	87.33	113.16	93.58
3.RP	211.58	95	106.83	123.5	98.25	121.75
4.R	80.16	60.41	83.66	76.16	129.6	72.91
5.R+M	164	73.58	92.58	80.75	139.3	88.25
6.R+RP	255	133.5	253.6	202.16	107.25	176.5
7.M+RP	175.16	105.16	94.44	121.75	163.66	114.58
8.R+M+RP	218.58	97	104.33	114.58	116.4	121.41
9.R+P+RP	187.91	137.5	166.5	147.41	76.66	147.91
10.N ₃	94.66	63.75	106.75	101.91	109	91.58
11.P ₉	93.58	66.75	89.77	79.58	99	89.66
12.N ₃ P ₉	80.5	61.91	71.19	72.25	144.6	73.5

กราฟที่ 4 แสดงปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์(ppm) ต่อระยะเวลาเก็บตัวอย่างดิน สัปดาห์ บนชุดดินสรวรพยา ทุก 2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ระยะเวลา(สัปดาห์)

จากการศึกษาการใช้จุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียมในการเพิ่มผลผลิตของ ถั่วเหลืองบนชุดดินเชิงใหม่และชุดดินสรรพยา จากตารางที่ 5 แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลาย หินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียมที่มีต่อปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดและในโตรเจน ในถั่วเหลืองช่วง ออกดอกและช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิตในชุดดินเชิงใหม่ พบว่า ช่วงออกดอก ดำรับ N_3P_0 จะพบ ปริมาณฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินมากที่สุด และในดำรับ $R+P+RP$ จะพบน้อยสุด ที่เป็นเช่นนี้ เพราะคุณสมบัติของชุดดินที่นำมาทำการทดลอง ส่วนช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต ในการวิเคราะห์ปริมาณ P ในส่วนเหนือดินและส่วนในเมล็ด พบว่า ดำรับ RP จะมีปริมาณมากที่สุด แต่ในดำรับ $R+M+RP$ ปริมาณฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินจะมีน้อยที่สุด และในดำรับ N_3P_0 ปริมาณฟอสฟอรัสในเมล็ด จะน้อยที่สุด ส่วนการวิเคราะห์ในโตรเจนในส่วนเหนือดิน พบว่า ดำรับ $R+RP$ จะมีปริมาณมากที่สุด และดำรับ N_3P_0 จะมีน้อยที่สุด ส่วนการวิเคราะห์ในโตรเจนในเมล็ด พบว่า ดำรับ $R+M$ มี ปริมาณมากที่สุดและดำรับ P_0 จะมีน้อยที่สุด ซึ่งแต่ละดำรับที่กล่าวมาในการวิเคราะห์ในโตรเจน จะมีไรโซเบียมด้วยทั้งนี้เพราะเชื้อไรโซเบียมจะทำหน้าที่ตรึงไนโตรเจนอยู่ที่ปมรากถั่ว (สมศักดิ์, 2525)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียมที่มีต่อปริมาณ ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total P) และไนโตรเจนในถั่วเหลือง ช่วงออกดอกและช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต ที่ปลูกถั่วเหลืองบนชุดดินเชิงใหม่

ตำรับ	ช่วงออกดอก		ช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต		
	%P ส่วนเหนือดิน	%P ส่วนเหนือดิน	%P ในเมล็ด	%N ส่วนเหนือดิน	%N ในเมล็ด
1.Ck	0.7875 AB	1.161 AB	2.0535 AB	1.5537 ABC	5.105 AB
2.M	0.6535 AB	0.8815 ABC	1.9543 AB	1.5313 ABC	5.325 AB
3.RP	0.7367 AB	1.2913 A	2.7321 A	1.277 BC	5.74 A
4.R	0.7622 AB	0.7827 ABC	1.7453 AB	2.3977 A	6.3317 A
5.R+M	0.6923 AB	0.7934 ABC	1.9005 B	2.3073 AB	6.4733 A
6.R+RP	0.7287 AB	0.7958 ABC	2.1253 AB	2.4497 A	6.3 A
7.M+RP	0.6462 AB	0.8624 ABC	2.3619 AB	2.125 ABC	5.7417 AB
8.R+M+RP	0.6881 AB	0.6481 C	2.1389 AB	1.818 ABC	6.3767 A
9.R+P+RP	0.5894 B	0.7544 BC	2.0031 AB	2.364 A	5.905 AB
10.N ₃	0.7143 AB	1.0212 ABC	2.3251 AB	1.6327 ABC	5.7243 AB
11.P ₉	0.781 AB	0.7424 ABC	2.2581 AB	1.394 ABC	4.7825 B
12.N ₃ P ₉	0.8112 A	1.1465 AB	1.1465 AB	1.0673 C	5.1433 AB

F-test

*

**

*

*

*

CV (%)

15.67

20.07

13.97

30.68

12.56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาการใช้จุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียมในการเพิ่มผลผลิตของ ถั่วเหลืองบนชุดดินเชิงใหม่และชุดดินสรรพพา จากตารางที่ 6 แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลาย หินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียมที่มีต่อปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดและไนโตรเจน ในถั่วเหลืองช่วง ออกดอกและช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิตในชุดดินสรรพพา พบว่า ช่วงออกดอก คำรับ R+M+RP จะพบ ปริมาณฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินมากที่สุด และในคำรับ N₁ พบน้อยสุด ส่วนช่วงเก็บเกี่ยวผล ผลิต ในการวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดิน ในคำรับ R+M+RP จะพบมากที่สุด ในคำรับ RP จะพบน้อยสุด ฟอสฟอรัสในเมล็ดจะพบว่าในคำรับ N₁P₁ มีมากที่สุดและในคำรับ Ck จะพบน้อยสุด สำหรับปริมาณไนโตรเจนในส่วนเหนือดิน คำรับ Ck มีมากที่สุด และในคำรับ P₁ พบน้อยสุด ส่วนปริมาณไนโตรเจนในเมล็ด คำรับ R+M+RP จะพบมากที่สุด และในคำรับ M+RP จะพบในปริมาณน้อยสุด

จะสังเกตว่าในการวิเคราะห์ไนโตรเจน มีปริมาณไนโตรเจนที่พบมากจะพบในคำรับที่มี เชื้อไรโซเบียมอยู่ด้วย ดังที่ทราบกันมาคือเชื้อไรโซเบียมสามารถตรึงธาตุไนโตรเจนที่ปรมารถัวได้



ตารางที่ 6 แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียมที่มีต่อปริมาณ
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total P) และไนโตรเจนในตัวอย่างของช่วงออกดอกและช่วงเก็บ
เกี่ยวผลผลิต ที่ปลูกด้วยเมล็ดบนชุดดินสรพยา

ตำรับ	ช่วงออกดอก		ช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต		
	%P ส่วนเหนือดิน	%P ส่วนเหนือดิน	%P ในเมล็ด	%N ส่วนเหนือดิน	%N ในเมล็ด
1.Ck	0.7718 BC	0.6623 A	1.8246 A	1.3816 A	5.9966 AB
2.M	0.8312 ABC	0.6515 A	2.124 A	1.103 A	5.865 AB
3.RP	0.8141 ABC	0.5372 A	1.9771 A	0.9373 A	5.885 AB
4.R	0.8082 ABC	0.5708 A	2.0687 A	0.7683 A	6.2183 AB
5.R+M	0.4241 ABC	0.5473 A	2.0839 A	0.881 A	6.3383 AB
6.R+RP	0.8591 ABC	0.6992 A	2.0023 A	1.297 A	6.415 AB
7.M+RP	0.831 ABC	0.5881 A	2.054 A	1.1469 A	4.690 B
8.R+M+RP	0.9322 A	0.7304 A	2.0111 A	1.266 A	6.57 A
9.R+P+RP	0.8512 ABC	0.7027 A	2.0446 A	1.3406 A	6.0933 AB
10.N ₃	0.7364 C	0.6987 A	2.0656 A	0.847 A	5.62 AB
11.P ₉	0.9085 AB	0.6333 A	2.0103 A	0.7393 A	6.4883 AB
12.N ₃ P ₉	0.848 ABC	0.634 A	2.1648 A	1.246 A	6.1366 AB
F-test	*	ns	ns	ns	*
CV (%)	9.42	19.17	17.55	45.68	11.56

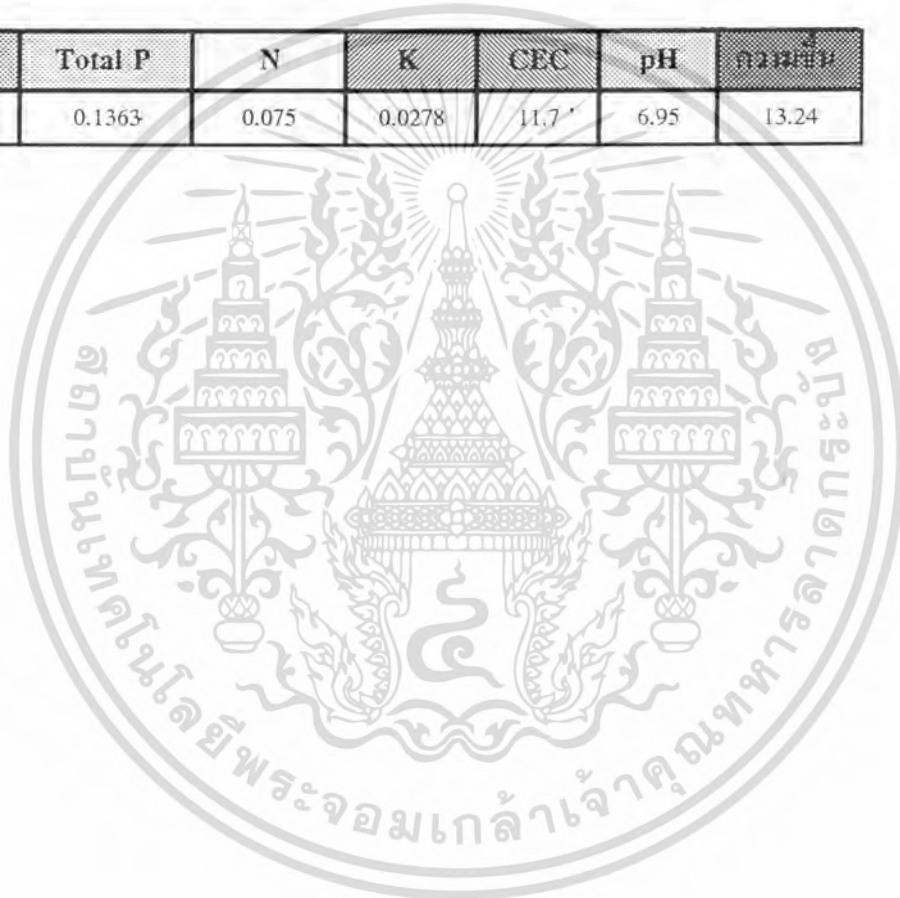
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงผลการวิเคราะห์ดินก่อนปลูกถั่วเหลืองบนชุดดินเชียงใหม่

OM	avail P	Total P	N	K	CEC	pH	ความชื้น
1.052	40	0.0694	0.027	0.0028	5.53	6.79	48

ตารางที่ 8 แสดงผลการวิเคราะห์ดินก่อนปลูกถั่วเหลืองบนชุดดินสรรพยา

OM	avail P	Total P	N	K	CEC	pH	ความชื้น
2.31	103.5	0.1363	0.075	0.0278	11.7	6.95	13.24



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาการใช้จุลินทรีย์สังเคราะห์หินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียมในการเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองบนชุดดินเชิงใหม่และชุดดินสรรพยา จากตารางที่ 9 แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์สังเคราะห์หินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียมที่มีต่อปริมาณไนโตรเจนในดินหลังปลูกถั่วเหลืองชุดดินเชิงใหม่ พบว่า คำรับ R+RP จะพบปริมาณไนโตรเจนในดินมากที่สุด ส่วนคำรับ CK จะพบปริมาณไนโตรเจนน้อยที่สุด ในคำรับที่มีเชื้อไรโซเบียม พบว่ามีกรตรังไนโตรเจนได้มากโดยเฉพาะเมื่อใส่ร่วมกับหินฟอสเฟต

จากการศึกษาการใช้จุลินทรีย์สังเคราะห์หินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียมในการเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองบนชุดดินเชิงใหม่และชุดดินสรรพยา จากตารางที่ 10 แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์สังเคราะห์หินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียมที่มีต่อปริมาณไนโตรเจนในดินหลังปลูกถั่วเหลืองชุดดินสรรพยา พบว่าคำรับ R จะพบปริมาณไนโตรเจนในดินมากที่สุด ส่วนคำรับ R+P+RP จะพบปริมาณไนโตรเจนน้อยที่สุด ในคำรับที่มีเชื้อไรโซเบียม พบว่ามีกรตรังไนโตรเจนได้มากโดยเฉพาะเมื่อใส่ร่วมกับหินฟอสเฟต



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเปียม
ที่มีต่อปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินหลังปลูกถั่วเหลืองบนชุดดินเชิงใหม่

ตำรับ	ผลการวิเคราะห์ N หลังปลูกถั่วเหลืองบนชุดดินเชิงใหม่ (%N)
1.Ck	0.026
2.M	0.034
3.RP	0.046
4.R	0.049
5.R+M	0.031
6.R+RP	0.057
7.M+RP	0.027
8.R+M+RP	0.049
9.R+P+RP	0.029
10.N ₃	0.032
11.P ₉	0.049
12.N ₃ P ₉	0.048

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียม
ที่มีต่อปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินหลังปลูกถั่วเหลืองบนชุดดินสรพยา

ตัวรับ	ผลการวิเคราะห์ N หลังปลูกถั่วเหลืองบนชุดดินเชิงใหม่ (%N)
1.Ck	0.157
2.M	0.162
3.RP	0.116
4.R	0.17
5.R+M	0.159
6.R+RP	0.155
7.M+RP	0.162
8.R+M+RP	0.163
9.R+P+RP	0.153
10.N ₃	0.16
11.P ₉	0.166
12N ₃ P ₉	0.162

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการใช้เชื้อจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียมในการเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองบนชุดดินเชิงใหม่และสรรพยาผลปรากฏว่า โดยเฉลี่ย ตำรับที่มีการใส่เชื้อไรโซเบียมร่วมกับหินฟอสเฟต จะให้ปริมาณฟอสฟอรัสออกมาในดินมากที่สุด แต่ในสัปดาห์แรกๆ ตำรับที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ ร่วมกับเชื้อไรโซเบียมและหินฟอสเฟต จะให้ปริมาณฟอสฟอรัสออกมา ที่เป็นเช่นนี้เพราะเชื้อจุลินทรีย์ที่ใส่ลงไป เป็นเชื้อที่ถูกเตรียมขึ้นมาจากห้องปฏิบัติการ เมื่อมาอยู่ในสภาพแวดล้อมภายนอกอาจทำให้เชื้อจุลินทรีย์ไม่ทนต่อสภาพแวดล้อม ทั้งยังมีจุลินทรีย์ตัวอื่นที่เกิดขึ้นมา เช่น จุลินทรีย์ที่ปนมากับถั่ว และพบว่าบนชุดดินสรรพยาจะมีปริมาณฟอสฟอรัสในดินมากกว่าชุดดินเชิงใหม่ดังจากค่าวิเคราะห์ของผลการทดลอง สำหรับถั่วเหลืองในช่วงออกดอกและช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่าทุกตำรับการทดลองถั่วเหลืองจะมีการนำฟอสฟอรัสจากดินไปใช้มาก แต่ก็ยังถือว่าน้อยเมื่อเทียบกับธาตุชนิดอื่นที่พืชดึงมาใช้เพราะฟอสฟอรัสที่ละลายจะถูกตรึงอยู่ในดินและอยู่ในรูปต่างๆ ที่พืชนำไปใช้ได้น้อยและจากการทดลองชุดดินสรรพยาจะให้ผลผลิตมากกว่าชุดดินเชิงใหม่ และจากค่าวิเคราะห์ทางเคมีพบว่าชุดดินสรรพยามีความอุดมสมบูรณ์ของดินมากกว่าชุดดินเชิงใหม่ จึงมีคุณสมบัติเหมาะสมที่จะใช้ในการปลูกถั่วเหลืองมากกว่า

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตรและกรมส่งเสริมการเกษตร. 2529. แผนพัฒนาถั่วเหลือง. แผนพัฒนาพืชในช่วง พัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 6 พ.ศ.2530-2534. 557 น.
- กองวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2535. เป้าหมายการผลิตสินค้าเกษตรที่สำคัญปี2535. เอกสาร เศรษฐกิจการเกษตรเลขที่ 20. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 197 น.
- จำลอง วรรณโคตร. 2533. รูปทางเคมีของจุลธาตุอาหารประจวบที่ควบคุมการเจริญเติบโตของ ถั่วเหลือง ในดินบริเวณภาคกลาง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ชวลิต ชารัตถพันธ์ , สมยศ วิสัยสิทธิ์ และวิจิตร ขจรมาลี. 2530. การประยุกต์วิธีการใช้ปุ๋ยเคมี เพื่อการเพิ่มผลผลิตถั่วเหลือง. น. 140-142 ในงานวิจัยถั่วเหลืองครั้งที่ 2 สถาบันวิจัยพืชไร่. กรมวิชาการเกษตร , กรุงเทพฯ.
- ชัยโรจน์ วงศ์วิวัฒน์ไชย. 2535. การศึกษาผลปัจจุบันและผลตกค้างของปุ๋ยฟอสเฟตชนิดต่างๆที่มี ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองและข้าวโพด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , กรุงเทพฯ. น. 4-14
- ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์. 2529. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. เอกสารประกอบการสอน. ภาควิชาปฐพีวิทยา , คณะการเกษตร , มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ,กรุงเทพฯ. 152 น.
- ชำนาญ หรั่งรัตนพันธ์. 2523. อิทธิพลของสภาพแวดล้อมต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง 5 สายพันธุ์ที่ปลูกในสองสถานที่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธงชัย มาลา. 2535. ปุ๋ยชีวภาพเพื่อการเกษตร. เอกสารประกอบการสอน. ภาควิชาปฐพีวิทยา , คณะเกษตร , มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , กรุงเทพฯ. น.201-220.

ชวีช จาปะเกษตร. 2528. หินฟอสเฟตในประเทศไทย. การประชุมสัมมนาวิชาการ การผลิตและการใช้ปุ๋ยของไทยในอนาคต. กรมวิชาการเกษตร , กรุงเทพฯ. 18 น.

น้อย เขียรนันท์. 2518. การศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสกับการดูดใช้อาหารของถั่วเหลือง , น. 117-121 ใน รายงานผลการทดลองพืชน้ำมันฤดูแล้ง. กองพืชไร่ , กรมวิชาการเกษตร , กรุงเทพฯ.

_____ . 2520. หลักการใช้ปุ๋ยถั่วเหลือง , น. 55-64. ใน รายงานการประชุมทางวิชาการ เรื่องถั่วเหลือง 6-11 กุมภาพันธ์ 2520. คณะเกษตรศาสตร์ , มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

น้อย เขียรนันท์ , วิทยา มาสร้างสรรค์ และสำเนา เพชรนวี. 2523. ความสัมพันธ์ระหว่างฟอสฟอรัสในดินกับการตอบสนองของถั่วเหลืองในดินไร่ (ชุดดินปากช่อง) ,น. 65 ใน รายงานผลการวิจัยดิน-ปุ๋ยพืชไร่ ฉบับย่อ พ.ศ. 2523. สาขาดินและปุ๋ย กองพืชไร่ , กรมวิชาการเกษตร , กรุงเทพฯ.

น้อย เขียรนันท์ , วิโรจน์ วจนาวิช , สหัทธ ยศสันเทียะและสมศักดิ์ เขียวสุนทร. 2525. การตอบสนองปุ๋ยฟอสเฟตและโพแทสเซียมของถั่วเหลืองพันธ์ ส.จ. 5 ในฤดูแล้ง , น. 27. ใน รายงานผลการวิจัยดิน-ปุ๋ย พืชไร่ฉบับย่อ สาขาดินและปุ๋ยพืชไร่ , กองปฐพีวิทยา , กรมวิชาการเกษตร , กรุงเทพฯ.

ปิยะ ดวงพัตรา. 2527. ปุ๋ยฟอสฟอรัส , น. 67-133. ใน เทคโนโลยีการผลิตและการใช้ปุ๋ย วิทยาศาสตร์. เอกสารประกอบการบรรยาย ภาควิชาปฐพีวิทยา , คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พรรณพิมพ์ ัญญาวัตร , พรชัย สุภาวิตาและR. lefroy. 2531. ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมในปุ๋ยเคมี , น. 6-15. ใน บทบาทของธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมเพื่อการเกษตร. รายงานประชุมสัมมนาทางวิชาการครั้งที่ 7 , สมาคมดินและปุ๋ยแห่งประเทศไทย , กรุงเทพฯ.

ไพบุตย์ ประพฤติธรรม. 2528. เกล็ดของดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา .คณะเกษตร , มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , กรุงเทพฯ. 502 น.

ภาวนา ลิกขนานนท์. 2535. การย่อยสลายตะกั่วฟอสเฟตโดยเชื้อจุลินทรีย์. น. 213-221. ใน เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรปุ๋ยชีวภาพ รุ่นที่ 9 , 20-24 มกราคม 2535. ศูนย์ศึกษาค้นคว้าและพัฒนาเกษตรกรรมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ , จ.ขอนแก่น.

เย็นใจ วสุวัต. 2520. การใช้เชื้อแบคทีเรียปรากั่วเพิ่มผลผลิตแก่ถั่วเหลือง. กองวิจัยโรคพืช กรมวิชาการเกษตร , กรุงเทพฯ. 12 น.

รุ่งรัตน์ จุตระกูล. 2528. การคัดเลือกสายพันธุ์ไรโซเบียมที่มีประสิทธิภาพสูง ในการตรึงไนโตรเจนร่วมกับถั่วลิสงบางพันธุ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , กรุงเทพฯ.

วรรณกรณ์ รุ่งรัตน์กลิ่น. 2529. ผลของฟอสฟอรัสและการคลุมเชื้อไรโซเบียมต่อการเจริญเติบโตและการตรึงไนโตรเจนของถั่วสามาด้าและเซนโตรซีมา ที่ปลูกบนชุดดินกำแพงแสน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , กรุงเทพฯ.

ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา. 2529. จุลชีววิทยาทางดินเพื่อผลผลิตทางการเกษตร. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , กรุงเทพฯ. 737 น.

ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่. 2529. รายงานสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่อง งานวิจัยถั่วเหลืองครั้งที่ 1 (8 สถาบัน) , สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร , กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมศักดิ์ วั่งใน. 2525. การตรึงไนโตรเจน ไโรโซเบียม-พืชตระกูลถั่ว. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สรสิทธิ์ วัชโรทยาน. 2527. คู่มือประกอบการบรรยายความอุดมสมบูรณ์ของดิน. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , กรุงเทพฯ. 737 น.

สุทธรม แยมนิมม. 2521. หินฟอสเฟต. รายงานสัมมนาอุตสาหกรรมปุ๋ยกับการเกษตร. กรมทรัพย์สินทางปัญญา , กรุงเทพฯ. 14 น.

สาตี ชินสถิต. 2528. อิทธิพลของระดับฟอสฟอรัสในดินที่มีต่อบทบาทของเชื้อราแอสกีคูตา-อาบีสคูตา ไมคอไรซากับไรโซเบียมในถั่วเขียว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , กรุงเทพฯ. น. 15-16.

สิริพรรณ นิลไพร์ส. 2532. รูปทรงเคมีของ P และ S ที่เหมาะสมสำหรับควบคุมการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองบริเวณภาคกลาง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , กรุงเทพฯ.

สุมิตรา ภู่วโรตม. 2532. ปุ๋ยชีวภาพเพื่อการเกษตร. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช , คณะเทคโนโลยีการเกษตร , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , กรุงเทพฯ. 179 น.

อภิพรรณ พุกภักดี. 2533. วิทยาศาสตร์พืชตระกูลถั่ว. ภาควิชาพืชไร่ , คณะเกษตร , มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , กรุงเทพฯ.

เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตร. 2535. ปุ๋ยชีวภาพรุ่นที่ 9. กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กองปฐพี กรมวิชาการเกษตรร่วมกับศูนย์วิจัยศึกษาต้นคว่ำและพัฒนาเกษตรกรรมภาคตะวันออก เชียงเหนือ ระหว่างวันที่ 20-24 มกราคม 2535. ณ.ศูนย์ศึกษาต้นคว่ำและพัฒนาเกษตรกรรมภาคตะวันออก เชียงเหนือ , ขอนแก่น. น.213-221.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Black , C.D. 1984. Soil-plant Relationships. 2d ed. , Robert E. krieger Publishing Company , Inc., Malabar , Florida. 792 p.

Brady , N.C. 1978. The Nature and Properties of Soil. 8 th ed. , Macmillan Publishing Co., Inc., New York. 639 p.

Dahama , A.K. , M.N. Sinha and R.K.Rai. 1985. Studies on uptake and Utilization of phosphorus by some grain legumes. Soybean Abstr. 8(1): 5.

Englesham, A.R.J., S>hassouna and R. Seegers. 1983. Fertiliser-N effect on N₂ fixation by cowpea and soybean. Agron. J. 7:61-66.

Graham , P.H. and D.H.hubbell. 1975. Soil plant-rhizobium interaction in tropical agriculture , pp.211-227. In E. bornemisza and A. Alvavado (eds.). Soil Management in Tropical America. Proc. held at CIAT , Cali., Columbia.

Gregory , P.J.1988. Growth and Functioning of plant roots , pp.113-167. In Russell s soil conditions and plant growth. 11 th ed., Longman Scientific and technion-Israel Institute of Technology , Haifa , Israel. 64 p.

Hagve , I., W.A. Walker and S.M. Funrah. 1980. effect of phosphorus and zine on soybean in Sierra Leone Seed Abstr. 4:2519.

Hatfield , J.L. , D.B. Egli , J.E. Leggett and D.E. peaslee. 1974. Effect of applied nitrogen on the nodulation and early growth of soybeans (Glycine max (L.) Merr). Agron. J. 66: 112-114.

Jackson , M.L. 1958. Soil Chemical analysis. Prentice-Hall , Inc., Englewood Cliff , New

- Jackson , P.C. and C.E. Hagen. 1960. Products of orthophosphate absorption by barley roots. *Plant Physiol.* 35: 326-332.
- La Favre , A.K. and A.R.J. Englisham. 1987. Effect of high temperature and starter nitrogen on the growth and nodulation of soybean. *Crop Sci.* 27: 742-745.
- Lehr , J.R., W.E. Brown and E.H. Brown. 1959. Chemical behavior of monocalcium phosphate monohydrate in soil. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 23: 29-32.
- Linsay , W.L. and H.F. Stephenson. 1959. Nature of the reactions of monocalcium phosphate monohydrate in soils. I the solution that reacts with the soil. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 23:12-18.
- McClellan , G.H. and L.R. Gremillion. 1980. Evaluation of phosphate raw materials . pp. 43-80. In F.E. Khasawneh , E.C. Sample and E.J. Kamprath (eds.). *The Role of Phosphorus in Agriculture.* American Society of Agronomy , Madison , Wisconsin.
- Perterson , W.P. and S.A. barber. 1981. Soybean root morphology and K uptake. *Agron J.* 73:316-319.
- Potash and Phosphate Institute. 1978. *Phosphorus for Agriculture.* vol. LXII. Potash/Phosphate Institute , Atlanta , GA. 40 p.
- Ross , S. 1989. *Soil Process.* Routledge , Chapman and Hall , Inc., New York , 444p.
- Russell , E.W. 1973. *Soil Conditions and plant Growth.* 10 th ed., Longman , London. 849 p.

- Sample , E.C., R.J. Soper and G.J. Racz. 1980. Reaction of phosphate fertilizers in soil , pp. 263-310. In F.E. Khasawneh , E.C. Sample and E.J. Kamprath (eds). The Role of phosphorus in Agriculture. American Society of Agronomy , Madison , Wisconsin.
- Streeter , J.G. 1972. Nitrogen nutrition of field grown soybean plants II seasonnal variation in nitrogen reductase , glutamate dehydrogenase and nitrogen constituents of plant part. Agron J. 64 : 315-319.
- Tiaranan , N., S. ratanarat and V. Vajananawat. 1989. Soil productivity improvement for soybean. Paper presented at INTERnational seminar on Yield Maximization of Feed Grain Through Soil and Fertilizer Management , Department of Agriculture , Bangkok. 23 p.
- Tisdale , S.L. and W.L. Nelson. 1975. Soil Fertility and Fertilizers. 3d ed., Macmillan Publishing Co., Inc., New York. 694 p.
- Van Wazer , J.R. 1964. Phosphoras and Its Compounds. vol. 1 : chemisty Interscience Publ. 954 p.



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดิน (%P) ที่ปลูกบนชุดดินเชิงใหม่ ช่วงเวลาเก็บดินสัปดาห์ที่ 0

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	11	0.005	0	7.989	2.25	3.17
Ex.Error	24	0.001	0			
Total	35	0.006	0			

GRAND MEAN = 7.964

CV = 9.19%

LSD .05 = 0.012

LSD .01 = 1.668

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดิน (%P) ที่ปลูกบนชุดดินเชิงใหม่ ช่วงเวลาเก็บดินสัปดาห์ที่ 2

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	11	0.008	0.001	2.585	2.25	3.17
Ex.Error	24	0.007	0			
Total	35	0.015	0			

GRAND MEAN = 8.274

CV = 20.28%

LSD .05 = 2.827

LSD .01 = 3.831

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดิน (%P) ที่ปลูกบนชุดดินเชิงใหม่ ช่วงเวลาเก็บดินสัปดาห์ที่ 4

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	11	0.009	0.001	2.906	2.25	3.17
Ex.Error	24	0.006	0			
Total	35	0.015	0			

GRAND MEAN = 0.101

CV = 16.19%

LSD .05 = 2.758

LSD .01 = 3.737

ตารางภาคผนวกที่ 4 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดิน (%P) ที่ปลูกบนชุดดินเชิงใหม่ ช่วงเวลาเก็บดินสัปดาห์ที่ 6

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	11	0.018	0.002	3.808	2.25	
Ex.Error	24	0.01	0			
Total	35	0.028	0.001			

GRAND MEAN = 9.429

CV = 21.90%

LSD .05 = 3.480

LSD .01 = 4.716

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 5 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดิน (%P) ที่ปลูกบนชุดดินเชียงใหม่ ช่วงเวลาเก็บดินสัปดาห์ที่ 8

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	11	0.004	0	7.696	2.25	3.17
Ex.Error	24	0.001	0			
Total	35	0.005	0			

GRAND MEAN = 0.0716

CV = 9.14%

LSD .05 = 1.174

LSD .01 = 1.591

ตารางภาคผนวกที่ 6 แสดงค่าการวิเคราะห์ ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดิน (%P) ที่ปลูกบนชุดดินเชียงใหม่ ช่วงเวลาเก็บดินสัปดาห์ที่ 10

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	11	0.01004	0.001	3.088	2.25	3.17
Ex.Error	24	0.007	0			
Total	35	0.017	0			

GRAND MEAN = 8.1736

CV = 21.14%

LSD .05 = 2.912

LSD .01 = 0.039

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 7 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดิน (%P) ที่ปลูกบนชุดดินสรรพยา ช่วงเวลาเก็บดินสัปดาห์ที่ 0

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	11	0.011	0.001	1.653	2.25	3.17
Ex.Error	24	0.014	0.001			
Total	35	0.025	0.001			

GRAND MEAN = 0.161

CV = 15.03%

LSD .05 = 4.071

LSD .01 = 5.517

ตารางภาคผนวกที่ 8 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดิน (%P) ที่ปลูกบนชุดดินสรรพยา ช่วงเวลาเก็บดินสัปดาห์ที่ 2

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	11	0.004	0	1.306	2.25	3.17
Ex.Error	24	0.007	0			
Total	35	0.012	0			

GRAND MEAN = 0.155

CV = 11.27%

LSD .05 = 2.936

LSD .01 = 3.978

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 9 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดิน (%P) ที่ปลูกบนชุดดินสรรพยา ช่วงเวลาเก็บดินสัปดาห์ที่ 4

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	11	0.009	0.001	10.484	2.25	3.17
Ex.Error	24	0.002	0			
Total	35	0.011	0			

GRAND MEAN = 0.147

CV = 6.01%

LSD .05 = 1.505

LSD .01 = 2.039

ตารางภาคผนวกที่ 10 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดิน (%P) ที่ปลูกบนชุดดินสรรพยา ช่วงเวลาเก็บดินสัปดาห์ที่ 6

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	11	0.006	0.001	5.539	2.25	3.17
Ex.Error	24	0.002	0			
Total	35	0.008	0			

GRAND MEAN = 0.138

CV = 7.13%

LSD .05 = 1.655

LSD .01 = 2.242

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 11 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดิน (%P) ที่ปลูกบนชุดดินสรรพยา ช่วงเวลาเก็บดินสัปดาห์ที่ 8

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	11	0.005	0	1.933	2.25	3.17
Ex.Error	24	0.006	0			
Total	35	0.011	0			

GRAND MEAN = 0.139

CV = 11.40%

LSD .05 = 2.677

LSD .01 = 3.628

ตารางภาคผนวกที่ 12 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดิน (%P) ที่ปลูกบนชุดดินสรรพยา ช่วงเวลาเก็บดินสัปดาห์ที่ 10

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	11	0.01	0.001	1.533	2.25	3.17
Ex.Error	24	0.014	0.001			
Total	35	0.024	0.001			

GRAND MEAN = 0.161

CV = 15.16%

LSD .05 = 4.115

LSD .01 = 5.576

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 13 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณฟอสฟอรัสส่วนเหนือ
ดินในพืช (%P) ที่ปลูกบนชุดดินเชิงใหม่ ช่วงก่อนออกดอก

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	11	0.169	0.015	1.208	2.25	3.17
Ex.Error	24	0.305	0.013			
Total	35	0.474	0.014			

GRAND MEAN = 0.719

CV = 15.67%

LSD .05 = 0.189

LSD .01 = 0.257

ตารางภาคผนวกที่ 14 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณฟอสฟอรัสส่วนเหนือ
ดินในพืช (%P) ที่ปลูกบนชุดดินเชิงใหม่ ช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	11	1.363	0.124	3.49	2.25	3.17
Ex.Error	24	0.825	0.036			
Total	35	2.215	0.063			

GRAND MEAN = 0.939

CV = 20.39%

LSD .05 = 0.318

LSD .01 = 0.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 15 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณฟอสฟอรัสในเมล็ด (%P)
ที่ปลูกบนชุดดินเชิงใหม่ ช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	11	1.993	0.181	1.931	2.25	3.17
Ex.Error	24	2.252	0.094			
Total	35	4.244	0.121			

GRAND MEAN = 2.192

CV = 13.97%

LSD .05 = 0.516

LSD .01 = 0.699

ตารางภาคผนวกที่ 16 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณฟอสฟอรัสส่วนเหนือ
ดินในพืช (%P) ที่ปลูกบนชุดดินธรรมชาติ ช่วงก่อนออกดอก

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	11	0.093	0.008	1.364	2.25	3.17
Ex.Error	24	0.148	0.006			
Total	35	0.241	0.006			

GRAND MEAN = 0.835

CV = 9.42%

LSD .05 = 0.132

LSD .01 = 0.179

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 17 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณฟอสฟอรัสส่วนเหนือ
ดินในพืช (%P) ที่ปลูกบนชุดดินสรรพยา ช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	11	0.139	0.013	0.846	2.25	3.17
Ex.Error	24	0.359	0.015			
Total	35	0.498	0.014			

GRAND MEAN = 0.638

CV = 19.17%

LSD .05 = 0.206

LSD .01 = 0.279

ตารางภาคผนวกที่ 18 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณฟอสฟอรัสในเมล็ด (%P)
ที่ปลูกบนชุดดินสรรพยา ช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	11	0.689	0.063	0.472	2.25	3.17
Ex.Error	24	3.184	0.133			
Total	35	3.873	0.111			

GRAND MEAN = 2.075

CV = 17.55%

LSD .05 = 0.614

LSD .01 = 0.831

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 19 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์
ในดิน (ppm) บนชุดดินเชียงใหม่ ช่วงเวลาเก็บดินสัปดาห์ที่ 0

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	11	58939.35	5358.12	2.676	2.25	3.17
Ex.error	24	46052.36	2002.18			
Total	35	106991.73	3.56.91			

GRAND MEAN = 52.58

CV = 85.11%

LSD .05 = 75.41

LSD .01 = 102.19

ตารางภาคผนวกที่ 20 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์
ในดิน (ppm) บนชุดดินเชียงใหม่ ช่วงเวลาเก็บดินสัปดาห์ที่ 2

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	11	46668.86	4242.62	3.772	2.25	3.17
Ex.error	24	26992.23	1124.67			
Total	35	73661.09	2104.6			

GRAND MEAN = 40.1

CV = 83.63%

LSD .05 = 56.52

LSD .01 = 76.59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 21 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์
ในดิน (ppm) บนชุดดินเชียงใหม่ ช่วงเวลาเก็บดินสัปดาห์ที่ 4

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	11	10988.35	998.94	0.869	2.25	3.17
Ex.error	24	27599.83	1149.99			
Total	35	38588.18	1102.52			

GRAND MEAN = 69.21

CV = 49%

LSD .05 = 57.15

LSD .01 = 77.45

ตารางภาคผนวกที่ 22 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์
ในดิน (ppm) บนชุดดินเชียงใหม่ ช่วงเวลาเก็บดินสัปดาห์ที่ 6

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	11	26198.33	2381.67	9.11	2.25	3.17
Ex.error	24	6274.39	261.43			
Total	35	32472.72	927.79			

GRAND MEAN = 40.41

CV = 40.01%

LSD .05 = 27.29

LSD .01 = 36.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 23 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์
ในดิน (ppm) บนชุดดินเชิงใหม่ ช่วงเวลาเก็บดินสัปดาห์ที่ 8

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	11	16426.09	1493.28	5.737	2.25	3.17
Ex.error	24	6247.44	260.31			
Total	35	22673.53	647.81			

GRAND MEAN = 36.69

CV = 43.96%

LSD .05 = 27.19

LSD .01 = 36.85

ตารางภาคผนวกที่ 24 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์
ในดิน (ppm) บนชุดดินเชิงใหม่ ช่วงเวลาเก็บดินสัปดาห์ที่ 10

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	11	11809.59	1073.6	4.842	2.25	3.17
Ex.error	24	5321.98	221.75			
Total	35	17131.58	489.47			

GRAND MEAN = 50.78

CV = 29.33%

LSD .05 = 25.09

LSD .01 = 34.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 25 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์
ในดิน (ppm)บนชุดดินสรพยา เวลาเก็บดินสัปดาห์ที่ 0

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	11	122908.19	11173.47	3.987	2.25	3.17
Ex.error	24	67255.96	2802.33			
Total	35	190164.14	5433.26			

GRAND MEAN = 150.41

CV = 35.20%

LSD .05 = 89.21

LSD .01 = 120.89

ตารางภาคผนวกที่ 26 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์
ในดิน (ppm)บนชุดดินสรพยา เวลาเก็บดินสัปดาห์ที่ 2

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	11	24423.09	2220.28	4.075	2.25	3.17
Ex.error	24	13077.75	544.91			
Total	35	37500.84	1071.45			

GRAND MEAN = 86.52

CV = 26.98%

LSD .05 = 39.34

LSD .01 = 53.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 27 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์
ในดิน (ppm)บนชุดดินสรรพยา เวลาเก็บดินสัปดาห์ที่ 4

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	11	80957.73	7359.79	5.092	2.25	3.17
Ex.error	24	34691.11	1445.46			
Total	35	115648.84	3304.25			

GRAND MEAN = 114.20

CV = 33.29%

LSD .05 = 64.07

LSD .01 = 86.83

ตารางภาคผนวกที่ 28 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์
ในดิน (ppm)บนชุดดินสรรพยา เวลาเก็บดินสัปดาห์ที่ 6

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	11	30485.24	2771.39	2.899	2.25	3.17
Ex.error	24	22945.58	956.07			
Total	35	53430.83	1526.59			

GRAND MEAN = 105.68

CV = 29.26%

LSD .05 = 52.11

LSD .01 = 70.61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 29 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์
ในดิน (ppm)บนชุดดินสรพยา เวลาเก็บดินสัปดาห์ที่ 8

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	11	18212.14	1655.65	0.637	2.25	3.17
Ex.error	24	62390.58	2599.61			
Total	35	80602.73	2302.94			

GRAND MEAN = 117.83

CV = 43.27%

LSD .05 = 85.92

LSD .01 = 116.44

ตารางภาคผนวกที่ 30 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์
ในดิน (ppm)บนชุดดินสรพยา เวลาเก็บดินสัปดาห์ที่ 10

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	11	31535.73	2866.88	2.37	2.25	3.17
Ex.error	24	29034.83	1209.79			
Total	35	60570.56	1730.59			

GRAND MEAN = 107.13

CV = 32.47%

LSD .05 = 58.62

LSD .01 = 79.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 31 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณไนโตรเจนในดิน (%N)
บนชุดดินเชิงใหม่ เวลาเก็บดินช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	11	0.004	0	0.506	2.25	3.17
Ex.error	24	0.017	0.001			
Total	35	0.021	0.001			

GRAND MEAN = 4.006

CV = 66.65%

LSD .05 = 4.499

LSD .01 = 6.097

ตารางภาคผนวกที่ 32 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณไนโตรเจนในพืชส่วน
เหนือดิน บนชุดดินเชิงใหม่ ช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	11	7.629	0.694	2.192	2.25	3.17
Ex.error	24	7.594	0.316			
Total	35	15.223	0.435			

GRAND MEAN = 1.833

CV = 30.687%

LSD .05 = 0.948

LSD .01 = 1.285

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 33 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณไนโตรเจนในพืชส่วน
เมล็ด บนชุดดินเชียงใหม่ ช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	11	10.677	0.971	1.833	2.25	3.17
Ex.error	24	12.707	0.529			
Total	35	23.384	0.668			

GRAND MEAN = 5.795

CV = 12.56%

LSD .05 = 1.22

LSD .01 = 1.062

ตารางภาคผนวกที่ 34 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณไนโตรเจนในดิน (%N)
บนชุดดินสรรพยา เวลาเก็บดินช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	11	0.001	0	1.353	2.25	3.17
Ex.error	24	0.001	0			
Total	35	0.002	0			

GRAND MEAN = 0.16

CV = 4.49%

LSD .05 = 1.22

LSD .01 = 1.66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 35 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณไนโตรเจนในพืชส่วน
เหนือดิน บนชุดดินสรรพยา ช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	11	1.283	0.117	0.463	2.25	3.17
Ex.error	24	6.051	0.252			
Total	35	7.334	0.21			

GRAND MEAN = 1.09

CV = 45.68%

LSD .05 = 0.846

LSD .01 = 1.147

ตารางภาคผนวกที่ 36 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณไนโตรเจนในพืชส่วน
เมล็ด บนชุดดินสรรพยา ช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	11	8.426	0.766	1.579	2.25	3.17
Ex.error	24	11.642	0.485			
Total	35	20.068	0.573			

GRAND MEAN = 6.026

CV = 11.56%

LSD .05 = 1.174

LSD .01 = 1.59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 35 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณไนโตรเจนในพืชส่วน
เหนือดิน บนชุดดินสรรรพยา ช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	11	1.282	0.117	0.463	2.25	3.17
Ex.error	24	6.051	0.252			
Total	35	7.334	0.21			

GRAND MEAN = 1.09

CV = 45.68%

LSD .05 = 0.846

LSD .01 = 1.147

ตารางภาคผนวกที่ 36 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณไนโตรเจนในพืชส่วน
เมล็ด บนชุดดินสรรรพยา ช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต

Source	df	SS	MS	F	F .05	F .01
Treatment	11	8.426	0.766	1.579	2.25	3.17
Ex.error	24	11.642	0.485			
Total	35	20.068	0.573			

GRAND MEAN = 6.026

CV = 11.56%

LSD .05 = 1.174

LSD .01 = 1.59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1a แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียม สำหรับ Ck , N₃ (X-O-O) , N₃P₉(X-X-O) , R+RP , R+M+RP และ R+P+RP ต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ช่วงก่อนออกดอก อายุ 49 วันบนชุดดินเชิงใหม่



ภาพที่ 1b แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียม สำหรับ Ck , N₃ (X-O-O) , N₃P₉(X-X-O) , R+RP , R+M+RP และ R+P+RP ต่อการเจริญเติบโตของถั่ว

เหลือง ช่วงก่อนออกดอก อายุ 49 วันบนชุดดินสรพยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2a แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียม ตำรับ Ck , M , R+M , R+M+RP และ N_3P_9 (X-X-O) ต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ช่วงก่อนออกดอก อายุ 49 วันบนชุดดินเชียงใหม่



ภาพที่ 2b แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียม ตำรับ Ck , R , M , R+M , R+M+RP , และ N_3P_9 (X-X-O) ต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ช่วงก่อนออก

ดอก อายุ 49 วันบนชุดดินสระแก้วเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3a แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียม สำหรับ Ck , P₀ (X-O-O) , M+RP , R+M+RP และ M ต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ช่วงก่อนออกดอก อายุ 49 วันบนชนิดดินเชิงใหม่



ภาพที่ 3b แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียม สำหรับ Ck , P₀ (X-O-O) , M+RP , R+M+RP และ M ต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ช่วงก่อนออก

ดอก อายุ 49 วันบนชนิดดินธรรมดาเพื่อการศึกษานั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4a แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียม ต่ำรับ Ck , N₃ (X-O-O) , N₃P₃(X-X-O) , R+RP , R+M+RP และ R+P+RP ต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต อายุ 74 วันบนชุดดินเชียงใหม่



ภาพที่ 4b แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียม ต่ำรับ Ck , N₃ (X-O-O) , N₃P₃(X-X-O) , R+RP , R+M+RP และ R+P+RP ต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิตอายุ 74 วันบนชุดดินสรพยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5a แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์สะสอยหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียม คำรับ Ck , R , M , R+M , R+M+RP , และ N₂P₂(X-X-O) ต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต อายุ 74 วันบนชุดดินเชิงใหม่



ภาพที่ 5b แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์สะสอยหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียม คำรับ Ck , R , M , R+M , R+M+RP , และ N₂P₂(X-X-O) ต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต อายุ 74 วันบนชุดดินสรรพยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6a แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์สะสายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียม ดำรับ Ck , P₀ (X-O-O) , M+RP , R+M+RP และM ต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต อายุ 74 วันบนชุดดินเชียงใหม่



ภาพที่ 6b แสดงอิทธิพลของจุลินทรีย์สะสายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียม ดำรับ Ck , P₀ (X-O-O) , M+RP , R+M+RP และM ต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต อายุ 74 วันบนชุดดินสุรพญา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องสงวนลิขสิทธิ์ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

