

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานผลการวิจัยประจำปีงบประมาณ 2540

เรื่อง

การใช้เชื้อราวี เอ ไมโครไรซาร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสฟอรัส
เพื่อเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองที่ปลูกเชื้อไรโซเบียม

Use of VA-Mycorrhiza and Phosphorus Dissolving Microorganism
to Enhance Inoculated Soybean Production

โดย

นายไพรัตน์ พิมพ์ศิริกุล

ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร

RCH สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

SB

205

กันยายน 2540

57

เลขที่หนังสือ.....

เลขทะเบียน 30093

วัน เดือน ปี 5 ต.ย. 2541

รับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
โดยไม่ได้รับอนุญาต หากมีข้อสงสัยหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อเจ้าหน้าที่หอสมุดฯ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
คำนำ	3
วัตถุประสงค์	5
ตรวจเอกสาร	6
อุปกรณ์และวิธีการ	7
ผลการทดลองและวิจารณ์	9
สรุปผลการทดลอง	14
เอกสารอ้างอิง	15



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สมบัติบางประการของชุดดินกบินทร์บุรี	12
2	ผลของการใช้เชื้อราวี เอ ไมโคไรซา ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตที่มีต่อ น้ำหนักสดของส่วนเหนือดินและราก น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินและราก เปอร์เซ็นต์การติดเชื้อ และน้ำหนักปมรากของถั่วเหลืองที่ปลูกบนชุดดินกบินทร์บุรี	12
3	ผลของการใช้เชื้อราวี เอ ไมโคไรซา ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตที่มีต่อความ เข้มข้นไนโตรเจน และปริมาณการดูดใช้ในโตรเจน ความเข้มข้นฟอสฟอรัส และ ปริมาณการดูดใช้ฟอสฟอรัสของถั่วเหลืองที่ปลูกบนชุดดินกบินทร์บุรี	13



การใช้เชื้อราวิ เอ ไมโคไรซ่าร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสฟอรัส เพื่อเพิ่มผลผลิตของ
ถั่วเหลืองที่ปลูกเชื้อไรโซเบียม

Use of VA-Mycorrhiza and Phosphorus Dissolving Microorganism
to Enhance Inoculated Soybean Production

บทคัดย่อ

การศึกษาการการใช้เชื้อราวิ เอ ไมโคไรซ่าร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสฟอรัส ในการเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองที่ปลูกเชื้อไรโซเบียม เพื่อประเมินถึงกิจกรรมร่วมกันของจุลินทรีย์ทั้งสองที่มีต่อการเจริญเติบโตและการดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัส ของถั่วเหลืองที่ปลูกบนชุดดินกบินทร์บุรี โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ประกอบด้วย 9 ตำรับการทดลอง จำนวน 4 ซ้ำดังนี้ 1) ตำรับควบคุม (C) 2) ใส่เชื้อราวิ เอ ไมโคไรซ่า (M) 3) ใส่เชื้อจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต (D) 4) ใส่เชื้อราวิ เอ ไมโคไรซ่าร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต (M+D) 5) ใส่หินฟอสเฟต (RP) 6) ใส่ปุ๋ยดับเบิลซูเปอร์ฟอสเฟต (P) 7) ใส่เชื้อราวิ เอ ไมโคไรซ่าร่วมกับหินฟอสเฟต (M+RP) 8) ใส่เชื้อจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตร่วมกับหินฟอสเฟต (D+RP) 9) ใส่เชื้อราวิ เอ ไมโคไรซ่าร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตและหินฟอสเฟต (M+D+RP) ผลการทดลองพบว่า ในตำรับที่ใส่เชื้อราวิ เอ ไมโคไรซ่าร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต มีแนวโน้มให้น้ำหนักสดของส่วนเหนือดินและราก น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินและราก ความเข้มข้นไนโตรเจนและปริมาณการดูดใช้ในโตรเจน ความเข้มข้นฟอสฟอรัสและปริมาณการดูดใช้ฟอสฟอรัสในสวนเหนือดินมีค่าสูงกว่าตำรับควบคุม แต่ค่าดังกล่าวไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ยกเว้นเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อที่ราก และพบว่าการใช้ใส่เชื้อราวิ เอ ไมโคไรซ่าร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตและหินฟอสเฟต มีแนวโน้มทำให้ต้นถั่วมีเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อที่ราก และปริมาณการดูดใช้ฟอสฟอรัส มีค่าสูงกว่าตำรับควบคุมและตำรับที่ใส่เชื้อราวิ เอ ไมโคไรซ่า หรือใส่จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต เพียงอย่างเดียว

Use of VA-Mycorrhiza and Phosphorus Dissolving Microorganism to Enhance Inoculated Soybean Production

Abstract

The effect of VA-Mycorrhiza and phosphorus dissolving microorganism to enhance inoculated soybean production on Krabin Buri soil series was evaluated. The experiments was laid out as completely randomized design with 9 treatments and 4 replications, i.e. 1) control(C), 2)mycorrhiza inoculation(M), 3)phosphate dissolving microorganism inoculation (D), 4) mycorrhiza and phosphate dissolving microorganism inoculation (M+D), 5)rock phosphate (RP), 6)double superphosphate (P), 7) mycorrhiza inoculation and rock phosphate (M+RP), 8) phosphate dissolving microorganism inoculation and rock phosphate (M+RP), and 9) mycorrhiza, phosphate dissolving microorganism inoculation and rock phosphate (M+D+RP). The result indicated that mycorrhiza and phosphate dissolving microorganism inoculation higher trended in shoot and root fresh weight, shoot and root dry weight, nitrogen and phosphorus concentration in shoot, and nitrogen and phosphorus uptake in shoot.

การใช้เชื้อราวิ เอ ไมโคไรซ่าร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสฟอรัส เพื่อเพิ่มผลผลิตของ
ถั่วเหลืองที่ปลูกเชื้อไรโซเบียม

Use of VA-Mycorrhiza and Phosphorus Dissolving Microorganism
to Enhance Inoculated Soybean Production

คำนำ

จากสภาพการณ์ปัจจุบันพบว่าปริมาณการผลิตถั่วเหลืองภายในประเทศยังมีไม่เพียงพอกับความต้องการบริโภคภายในประเทศ โดยเฉพาะในวงการผลิตอาหารสัตว์ และน้ำมันพืช ทำให้มีการนำเข้าถั่วเหลืองจากต่างประเทศ คิดเป็นมูลค่าหลายล้านบาท เพื่อตอบสนองกับปริมาณความต้องการถั่วเหลืองภายในประเทศ รัฐบาลจึงมุ่งเน้นให้มีการนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมมาใช้ในการเพิ่มผลผลิตต่อไร่ให้สูงขึ้น และลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำลง รวมทั้งขยายพื้นที่เพาะปลูกไปยังแหล่งใหม่ที่มีศักยภาพในการผลิต สำหรับผลผลิตของถั่วเหลืองที่ปลูกถั่วเหลืองในดินจะมีมากน้อยต่างกันเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยทั่วไปดินที่ใช้ปลูกถั่วเหลืองในประเทศมักขาดธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ซึ่งไม่พอเพียงต่อความต้องการเจริญเติบโตของต้นถั่ว จำเป็นต้องใส่เพิ่มลงไปในรูปแบบของปุ๋ย โดยเฉพาะธาตุฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่ไม่จำกัดการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของถั่วเหลืองมากที่สุด เพราะถูกตรึงเอาไว้อยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Tiaranan และคณะ, 2533) ในขณะที่ธาตุไนโตรเจนไม่ใช่ปัจจัยที่จำกัดการให้ผลผลิตของถั่วเหลือง เพราะเมื่อมีการปลูกเชื้อไรโซเบียมสายพันธุ์ที่เหมาะสมแล้ว ไรโซเบียมจะช่วยตรึงไนโตรเจนให้ต้นถั่วใช้อย่างเพียงพอ (Ohlrogge, 1960) ส่วนแนวทางการแก้ปัญหาเกี่ยวกับธาตุฟอสฟอรัสในดินอาจทำได้โดยใช้หินฟอสเฟตบดละเอียดใส่ลงไปในดินโดยตรง เพื่อเพิ่มธาตุฟอสฟอรัส ซึ่งหินฟอสเฟตจัดว่าเป็นปุ๋ยฟอสฟอรัสที่มีราคาถูกกว่าปุ๋ยฟอสฟอรัสชนิดอื่นๆ และยังมีปริมาณมากพอที่จะส่งเสริมให้กสิกรนำไปใช้ (ธวัช, 2528) อย่างไรก็ตามอัตราการละลายออกมาเป็นประโยชน์ของหินฟอสเฟตค่อนข้างช้าและมีปริมาณต่ำไม่เพียงพอต่อการดูดใช้ของพืช สำหรับการให้จุลินทรีย์ที่มีความสามารถละลายหินฟอสเฟตเพื่อช่วยเพิ่มการปลดปล่อยฟอสฟอรัสให้ออกมาอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ได้มากขึ้น เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดต้นทุนการใช้ปุ๋ยเคมี นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้เชื้อราวิ เอ ไมโคไรซ่า ที่อาศัยอยู่แบบพึ่งพาอาศัยกันในบริเวณรากพืชตระกูลถั่วจะช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวในการดูดใช้และเคลื่อนย้ายธาตุอาหารต่างๆ จากดินไปสู่ต้นพืชโดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุฟอสฟอรัส (Ross, 1971 และ Mosse และคณะ, 1976) นอกจากนี้เชื้อราดังกล่าวยังสามารถสร้างกรดอินทรีย์ และเอนไซม์ฟอสฟาเทส ออกมาละลายสารประกอบฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปที่ถูกตรึงในดินให้เปลี่ยนเป็นฟอสฟอรัสในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ (Crush, 1974 ; Smith และ Daft, 1977 และ Carling และ Brown, 1980)

ดังนั้นการนำเอาเชื้อราวี เอ ไมโคไรซา และจุลินทรีย์ที่มีความสามารถละลายหินฟอสเฟตมาใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองที่ปลูกเชื้อไรโซเบียม น่าจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการใช้ปุ๋ยชีวภาพในการผลิตถั่วเหลือง เพื่อลดต้นทุนจากการใช้ปุ๋ยเคมี สำหรับภาคตะวันออกของประเทศนับเป็นอีกภูมิภาคหนึ่งที่อยู่ใกล้แหล่งรับซื้อผลผลิตถั่วเหลืองมากและมีศักยภาพในการผลิตถั่วเหลืองมากอีกแห่งหนึ่ง การวิจัยเพื่อการผลิตถั่วเหลืองในภูมิภาคนี้จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง และยังเป็น การช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินอีกทั้งเป็นแนวทางในการขยายพื้นที่ผลิตถั่วเหลืองในอนาคต โดยเฉพาะชุดดินกบินทร์บุรี ซึ่งเป็นชุดดินหนึ่งที่มีการกระจายอยู่เป็นจำนวนมากในภูมิภาคนี้ และในการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาถึงผลของการใช้เชื้อราวี เอ ไมโคไรซา ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสฟอรัส ในการเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองที่ปลูกเชื้อไรโซเบียมที่ปลูกบนชุดดินกบินทร์บุรี เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองบนชุดดินดังกล่าวในสภาพไร่นาต่อไป



วัตถุประสงค์

เพื่อประเมินกิจกรรมร่วมกันระหว่างเครือข่าย เอ ไมโครโซฟาร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสฟอรัส ที่มีต่อการเจริญเติบโตและการดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัสของถั่วเหลืองที่ปลูกเชื้อไรโซเบียมที่ปลูกบนชุดดิน กบินทร์บุรี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

การศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับการใช้เชื้อราวี เอ ไมโคไรซ่าร่วมกับเชื้อไรโซเบียมในพืชตระกูลถั่วชนิดต่างๆ มีรายงานว่า สามารถเพิ่มการติดยา การติดเชื้อไมโคไรซ่าที่ราก การดูดใช้ในโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ตลอดจนการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตพืชดีขึ้น (สมบุญ และสาลี, 2535 ; Azimi และคณะ, 1980 ; Bagyarai และคณะ, 1979 ; Ganry และคณะ, 1982 ; Islam และคณะ, 1980 ; Pacovsky และคณะ, 1986 ; Smith และ Draft, 1977 ; Subba Rao และคณะ, 1986) และผลจากการใช้จุลินทรีย์ทั้งสองชนิดกับถั่วเหลืองในประเทศไทยนั้น เย็นใจ และคณะ(2531) รายงานว่าการใช้จุลินทรีย์ทั้งสองร่วมกันจะช่วยให้ผลผลิตของถั่วเหลืองมีค่าสูงขึ้นและดีกว่าการใช้เชื้อจุลินทรีย์ชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงอย่างเดียว หรือใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสแต่เพียงอย่างเดียว สำหรับการใส่เชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถละลายฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียมเพื่อเพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองเท่าที่ผ่านมา ได้มีการศึกษาถึงอิทธิพลของการละลายหินฟอสเฟตโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่เพิ่มออกซิเจนแก่กำมะถันที่มีต่อถั่วเหลือง สุชีพ (2529) พบว่าการใช้จุลินทรีย์ดังกล่าวจะช่วยเพิ่มให้มีการละลายของหินฟอสเฟตและการดูดใช้ฟอสฟอรัสของถั่วเหลืองที่ปลูกบนชุดดินปากช่อง ชุดดินกำแพงแสมมีค่าสูงกว่าตำรับที่ไม่ใส่เชื้อถึงสองเท่า สมศักดิ์ และคณะ(2529) ได้ทำการศึกษาถึงอิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตที่มีต่อการเกิดปมและการตรึงไนโตรเจนของไรโซเบียมในถั่วเหลืองพันธุ์ สจ. 4 ที่ปลูกบนชุดดินปากช่อง พบว่ามีแนวโน้มทำให้การเกิดปมลดลงแต่ไม่มีผลกระทบต่อการตรึงไนโตรเจนของไรโซเบียม นอกจากนี้ ธงชัย (2535) รายงานว่าการใช้เชื้อ *Aspergillus* ร่วมกับหินฟอสเฟตอัตรา 1.28 กรัม/กระถาง ให้กับถั่วเหลืองที่ปลูกบนชุดดินจันทึกสามารถให้ผลผลิตใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟตอัตรา 0.51 กรัม/กระถาง

Mosse (1973) รายงานว่าการใช้เชื้อราวี เอ ไมโคไรซ่า สามารถช่วยเพิ่มการดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัส และช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตให้กับพืชได้ดีโดยเฉพาะในดินที่มีฟอสฟอรัสต่ำ โดยเชื้อราวี เอ ไมโคไรซ่า จะช่วยเพิ่มการดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัส การเคลื่อนย้ายไอออนฟอสเฟตจากสารละลายดินไปสู่เซลล์รากพืช ได้ดีขึ้น (Harley และ Smith, 1983)

การใช้จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตเพื่อช่วยเพิ่มการละลายของอนินทรีย์ฟอสเฟตเป็นผลเนื่องมาจากการใช้จุลินทรีย์ผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ ขึ้นมาละลายฟอสฟอรัสให้ออกมาอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ ต่อพืช (Taha และคณะ, 1969) ซึ่งมีการใช้ราวี เอ ไมโคไรซ่า ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตจะช่วยกระตุ้นให้พืชมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าการใช้จุลินทรีย์ชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงอย่างเดียว (Barea และคณะ, 1975 ; Azcon และคณะ, 1976)

อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์

1. ดินที่ใช้ในการทดลองคือชุดดินกบินทร์บุรี [Kb : clayey skeletal, kaolinitic, isohyperthermic, Paleustults] เก็บมาจากบริเวณ อำเภอ กบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี ซึ่งชุดดินดังกล่าวมีสมบัติบางประการดังแสดงในตารางที่ 1
2. กระถางดินเผาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 นิ้ว พร้อมจานรองจำนวน 36 ชุด
3. ปุ๋ยเคมีที่ใช้ได้แก่ ปุ๋ยคัมเบิลซูเปอร์ฟอสเฟต และหินฟอสเฟต
4. ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ. 4
5. จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต ได้แก่ เชื้อแบคทีเรีย (RPS 13 และ RPS 67) และเชื้อรา (RPS 145 F) จากกลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน
6. เชื้อราวี เอ ไมโคไรซ่า ที่เหมาะสำหรับถั่วเหลืองจากกลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน
7. สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับกราววิเคราะห์ดินและพืช ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

วิธีการทดลอง

1. แผนการทดลอง

นำชุดดินกบินทร์บุรีมาทำการปลูกถั่วเหลือง โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ซึ่งประกอบด้วย 9 ตำรับการทดลอง จำนวน 4 ซ้ำดังนี้

- 1) ตำรับควบคุม (C)
- 2) ใส่เชื้อราวี เอ ไมโคไรซ่า (M)
- 3) ใส่เชื้อจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต (D)
- 4) ใส่เชื้อราวี เอ ไมโคไรซ่าร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต (M+D)
- 5) ใส่หินฟอสเฟต (RP)
- 6) ใส่ปุ๋ยคัมเบิลซูเปอร์ฟอสเฟต (P)
- 7) ใส่เชื้อราวี เอ ไมโคไรซ่าร่วมกับหินฟอสเฟต (M+RP)
- 8) ใส่เชื้อจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตร่วมกับหินฟอสเฟต (D+RP)
- 9) ใส่เชื้อราวี เอ ไมโคไรซ่าร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตและหินฟอสเฟต (M+D+RP)

2. การเลี้ยงและขยายปริมาณเชื้อจุลินทรีย์

นำเชื้อจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตที่ได้จากกลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน มาเลี้ยงและเพิ่มปริมาณ เชื้อในห้องปฏิบัติการ สำหรับนำไปใช้ในการทดลอง

3. การปลูก และดูแลรักษา

นำชุดดินกบดินทร์บุรีที่เก็บมาผึ่งลม แล้วชั่งใส่กระถางๆ ละ 10 กิโลกรัม จากนั้นใส่เชื้อราจี เอ ไมโคไรซา ประมาณ 200 สปอร์/กระถาง เชื้อจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต ประมาณ 4×10^9 ใสหินฟอสเฟต อัตรา 20 กรัม/กระถาง และปุ๋ยดับเบิลซูเปอร์ฟอสเฟต อัตรา 1.5 กรัม/กระถาง ตามตำรับการทดลองข้างต้น แล้วทำการปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ สจ. 4 จำนวนกระถางละ 4 ต้น แล้วถอนแยกให้เหลือกระถางละ 2 ต้น ดูแลให้น้ำ และกำจัดโรคและแมลงตลอดการเพาะปลูก

4. การเก็บข้อมูล

ข้อมูลดิน ทำการวิเคราะห์สมบัติบางประการของชุดดินก่อนปลูกถั่วเหลืองได้แก่ เนื้อดิน ปฏิกิริยาดิน (pH) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน(CEC) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (organic matter) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) ปริมาณโพแทสเซียม ปริมาณแคลเซียม และ ปริมาณแมกนีเซียม

ข้อมูลพืช ทำการเก็บเกี่ยวต้นถั่วที่ระยะออกดอก แล้วนำมาชั่งหาน้ำหนักสดของส่วนเหนือดินและราก น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินและราก เปอร์เซ็นต์การติดเชื้อที่ราก น้ำหนักปมรากถั่ว ความเข้มข้นไนโตรเจนและปริมาณการดูดใช้ในโตรเจนในส่วนเหนือดิน ความเข้มข้นฟอสฟอรัสและปริมาณ การดูดใช้ฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินของต้นถั่วเหลือง

ผลการทดลองและวิจารณ์

สมบัติบางประการของชุดดิน

ชุดดินกบินทร์บุรีที่นำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้ มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว (clay) ปฏิภานดินเป็นกลาง (pH 6.6) ปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับต่ำมาก (0.39 %) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับปานกลาง (11.05 mg kg^{-1}) ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ต่ำ (44 mg kg^{-1}) ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ต่ำมาก (15 mg kg^{-1}) ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ต่ำ (8 mg kg^{-1}) มีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกต่ำ ($3.45 \text{ cmol kg}^{-1}$) จะเห็นได้ว่าชุดดินกบินทร์บุรีที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (ตารางที่ 1)

น้ำหนักสลดส่วนเหนื่อดินและราก

จากการศึกษาผลการใช้เชื้อราวี เอ ไมโคไรซ่าร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตที่มีต่อน้ำหนักสลดของถั่วเหลืองที่ปลูกบนชุดดินกบินทร์บุรีพบว่าทุกตำรับการทดลองมีน้ำหนักสลดส่วนเหนื่อดินสูงกว่าตำรับควบคุม แต่ค่าดังกล่าวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยทุกตำรับการทดลองมีน้ำหนักสลดอยู่ระหว่าง 20.67-28.99 กรัม/กระถาง (ตารางที่ 2)

สำหรับน้ำหนักสลดของรากพบว่าในตำรับที่ใส่เชื้อราวี เอ ไมโคไรซ่าร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตและหินฟอสเฟต มีค่าสูงสุด รองลงมาคือตำรับที่ใส่หินฟอสเฟต โดยมีค่า 17.05 และ 14.33 กรัม/กระถางตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าตำรับอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ส่วนตำรับอื่นๆ มีค่าไม่แตกต่างจากตำรับควบคุมในทางสถิติโดยมีค่าระหว่าง 7.32-13.84 กรัม/กระถาง (ตารางที่ 2)

น้ำหนักสลดส่วนเหนื่อดินและราก

จากการศึกษาผลการใช้เชื้อราวี เอ ไมโคไรซ่าร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตที่มีต่อน้ำหนักแห้งของถั่วเหลืองที่ปลูกบนชุดดินกบินทร์บุรีพบว่าทุกตำรับการทดลองมีน้ำหนักแห้งสูงกว่าตำรับควบคุมโดยเฉพาะตำรับที่ใส่หินฟอสเฟตจะมีค่าสูงสุดคือ 6.66 กรัม/กระถาง รองลงมาคือตำรับที่ใส่เชื้อราวี เอ ไมโคไรซ่าร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตและหินฟอสเฟต คือมีค่า 5.96 กรัม/กระถาง อย่างไรก็ตามในทุกตำรับการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติ โดยทุกตำรับมีน้ำหนักแห้งอยู่ระหว่าง 3.94-6.66 กรัม/กระถาง (ตารางที่ 2)

ส่วนน้ำหนักแห้งของรากพบว่าในตำรับการทดลองที่ใส่เชื้อราวี เอ ไมโคไรซ่าร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตและหินฟอสเฟต ตำรับที่ใส่หินฟอสเฟต ตำรับที่ใส่เชื้อราวี เอ ไมโคไรซ่าร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต และตำรับที่ใส่ปุ๋ยดับเบิลซูเปอร์ฟอสเฟต มีแนวโน้มให้ค่าน้ำหนักแห้งสูงกว่าตำรับ

ควบคุมแต่ค่าดังกล่าวไม่แตกต่างกันในทางสถิติ โดยมีค่า 3.17 1.91 1.82 1.72 และ 1.70 กรัม/กระถาง ตามลำดับ ส่วนในตำรับอื่นๆมีค่าอยู่ระหว่าง 0.93-1.69 กรัม/กระถาง (ตารางที่ 2)

เปอร์เซ็นต์การติดเชื้อที่ราก

ในทุกตำรับการทดลองมีเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อไมโคไรซาที่รากสูงกว่าตำรับควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยเฉพาะในตำรับที่ใส่เชื้อราวี เอ ไมโคไรซาพร้อมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตและหินฟอสเฟต พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อสูงแตกต่างจากตำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญคือมีค่า 41.12 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือตำรับที่ใส่เชื้อราวี เอ ไมโคไรซาพร้อมกับหินฟอสเฟต ตำรับที่ใส่เชื้อราวี เอ ไมโคไรซาพร้อมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต และตำรับที่ใส่เชื้อราวี เอ ไมโคไรซาเพียงอย่างเดียว โดยมีเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อ 36.62 30.90 และ 28.47 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนตำรับอื่นๆ ที่ไม่มีการใส่เชื้อราวี เอ ไมโคไรซา พบว่าการติดเชื้อที่รากอยู่ระหว่าง 13.25-24.87 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2) ซึ่งแสดงว่าในดินกบดินกบดินกบที่นำมาปลูกถั่วเหลืองนั้นมีเชื้อไมโคไรซาอยู่เดิมตามธรรมชาติ

น้ำหนักปมราก

ผลการใช้เชื้อราวี เอ ไมโคไรซาพร้อมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตที่มีต่อน้ำหนักปมรากของถั่วเหลืองที่ปลูกบนชุดดินกบดินกบดินกบที่ใส่ปุ๋ยดับเบิลซูเปอร์ฟอสเฟต และตำรับที่ใส่เชื้อราวี เอ ไมโคไรซาพร้อมกับหินฟอสเฟต พบว่ามีน้ำหนักปมรากถั่วมากกว่าตำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีน้ำหนักปม 1842 และ 1022 มิลลิกรัม/กระถาง ส่วนในตำรับอื่นๆ พบว่าพบว่ามีค่าไม่แตกต่างจากตำรับควบคุมในทางสถิติ แต่มีแนวโน้มให้น้ำหนักปมสูงกว่าตำรับควบคุมยกเว้นตำรับที่ใส่หินฟอสเฟต โดยมีน้ำหนักปมตั้งแต่ 255-550 มิลลิกรัม/กระถาง (ตารางที่ 2)

ความเข้มข้นไนโตรเจน

ผลการใช้เชื้อราวี เอ ไมโคไรซาพร้อมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตที่มีต่อความเข้มข้นไนโตรเจนในส่วนเหนือดินของถั่วเหลืองที่ปลูกบนชุดดินกบดินกบดินกบที่พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติโดยในตำรับที่ใส่ปุ๋ยดับเบิลซูเปอร์ฟอสเฟต จะมีความเข้มข้นไนโตรเจนสูงสุดคือ 1.96 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือตำรับที่ใส่เชื้อราวี เอ ไมโคไรซาพร้อมกับหินฟอสเฟต โดยมีค่า 1.94 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตำรับอื่นๆพบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 1.45-1.84 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3)

ปริมาณการดูใช้ในโตรเจน

ปริมาณการดูใช้ในโตรเจนในสวนเหนือดินของถั่วเหลืองในทุกตำรับการทดลองพบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติ แต่ทุกตำรับการทดลองมีแนวโน้มว่ามีปริมาณการดูใช้ในโตรเจนสูงกว่าตำรับควบคุม โดยเฉพาะในตำรับที่ใส่เชื้อราวี เอ ไมโคไรซาร่วมกับหินฟอสเฟต มีแนวโน้มว่ามีปริมาณการดูใช้ในโตรเจนสูงสุดคือ 144.44 มิลลิกรัมN/กระถาง รองลงมาคือตำรับที่ใส่ปุ๋ยดับเบิลซูเปอร์ฟอสเฟต และตำรับที่ใส่เชื้อราวี เอ ไมโคไรซาร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต โดยมีค่า 109.13 และ 103.15 มิลลิกรัมN/กระถาง ตามลำดับ ส่วนตำรับอื่นๆพบว่ามีปริมาณการดูใช้ในโตรเจนระหว่าง 68.23-97.00 มิลลิกรัมN/กระถาง (ตารางที่ 3)

ความเข้มข้นฟอสฟอรัส

ผลการใช้เชื้อราวี เอ ไมโคไรซาร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตที่มีต่อความเข้มข้นฟอสฟอรัสในสวนเหนือดินของถั่วเหลืองที่ปลูกบนชุดดินกบินทร์บุรีพบว่าในตำรับที่ใส่ปุ๋ยดับเบิลซูเปอร์ฟอสเฟตมีความเข้มข้นฟอสฟอรัสสูงแตกต่างจากตำรับอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคือมีค่า 0.27 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตำรับอื่นๆ พบว่าความเข้มข้นฟอสฟอรัสมีค่าไม่แตกต่างจากตำรับควบคุมในทางสถิติ โดยในตำรับที่ใส่เชื้อราวี เอ ไมโคไรซาร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตและหินฟอสเฟต มีแนวโน้มให้ความเข้มข้นฟอสฟอรัสสูงสุดคือ 0.19 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือตำรับที่ใส่หินฟอสเฟต และตำรับที่ใส่เชื้อราวี เอ ไมโคไรซาร่วมกับหินฟอสเฟต ซึ่งมีค่าเท่ากันคือ 0.81 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในตำรับอื่นๆ พบว่ามีค่าระหว่าง 0.15-0.17 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3)

ปริมาณการดูใช้ฟอสฟอรัส

ผลการใช้เชื้อราวี เอ ไมโคไรซาร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตที่มีต่อปริมาณการดูใช้ฟอสฟอรัสในสวนเหนือดินของถั่วเหลืองที่ปลูกบนชุดดินกบินทร์บุรีพบว่าในตำรับที่ใส่ปุ๋ยดับเบิลซูเปอร์ฟอสเฟต มีปริมาณการดูใช้ฟอสฟอรัสสูงสุดคือ 15.17 มิลลิกรัมP/กระถาง รองลงมาคือตำรับที่ใส่หินฟอสเฟต คือมีค่า 12.31 มิลลิกรัมP/กระถาง ซึ่งทั้งสองตำรับมีค่าสูงแตกต่างจากตำรับอื่นอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่าในตำรับที่ใส่เชื้อราวี เอ ไมโคไรซาร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตและหินฟอสเฟต ตำรับที่ใส่เชื้อราวี เอ ไมโคไรซาร่วมกับหินฟอสเฟต และตำรับที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตร่วมกับหินฟอสเฟต พบว่ามีปริมาณการดูใช้ฟอสฟอรัสสูงกว่าตำรับควบคุมในทางสถิติ โดยมีค่า 11.41 10.49 และ 9.98 มิลลิกรัมP/กระถาง ตามลำดับ ส่วนในตำรับอื่นๆ พบว่ามีปริมาณการดูใช้ฟอสฟอรัสไม่แตกต่างจากตำรับควบคุม โดยมีค่าระหว่าง 6.48-8.96 มิลลิกรัมP/กระถาง (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 1 สมบัติบางประการของชุดดินกบินทร์บุรี

สมบัติของดิน	ผลการวิเคราะห์
เนื้อดิน	clay
ปฏิกิริยาดิน (ดิน:น้ำ 1:1)	6.6
ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (%)	0.39
ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mg kg^{-1})	11.05
ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ (mg kg^{-1})	44
ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ (mg kg^{-1})	15
ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ (mg kg^{-1})	8
ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (cmol kg^{-1})	3.45

ตารางที่ 2 ผลของการใช้เชื้อราวี เอ ไมโคไรซา ร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตที่มีต่อน้ำหนักสดของ ส่วนเนื้อดินและราก น้ำหนักแห้งของส่วนเนื้อดินและราก เปอร์เซ็นต์การติดเชื้อ และ น้ำหนักปมรากของถั่วเหลืองที่ปลูกบนชุดดินกบินทร์บุรี

ตัวรับ	ส่วนเนื้อดิน	ราก	ส่วนเนื้อดิน	ราก	เปอร์เซ็นต์การติดเชื้อ (เปอร์เซ็นต์)	น้ำหนักปมราก (กรัม/กระถาง)
C	20.67 a	13.25 b	3.94 a	1.69 ab	2.31 h	375 b
M	21.46 a	7.32 c	4.74 a	0.93 c	28.47 d	385 b
D	23.03 a	10.98 b	5.17 a	1.40 bc	13.25 f	457 b
M+D	23.03 a	13.55 b	5.60 a	1.72 ab	30.90 c	550 b
RP	28.99 a	14.33 ab	6.66 a	1.82 ab	6.27 g	255 b
P	26.45 a	13.39 b	5.77 a	1.70 ab	8.08 g	1842 a
M+RP	24.93 a	11.37 b	5.81 a	1.44 b	36.62 b	1022 a
D+RP	25.05 a	13.84 b	5.90 a	1.91 ab	24.87 e	550 b
M+D+RP	26.39 a	17.05 a	5.96 a	3.17 a	41.12 a	500 b
%ความชื้น	ns	99	ns	99	99	95
C.V.(%)	16.70	16.18	22.37	19.62	7.16	86.61

หมายเหตุ อักษรในคอลัมน์ที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 3 ผลของการใช้เชื้อราวี เอ ไมโคไรซาร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตที่มีต่อความเข้มข้นไนโตรเจน และปริมาณการดูดใช้ในโตรเจน ความเข้มข้นฟอสฟอรัส และปริมาณการดูดใช้ฟอสฟอรัสของถั่วเหลืองที่ปลูกบนชุดดินกบินทร์บุรี

ตำรับ	ความเข้มข้น ปริมาณการดูดใช้ในโตรเจน		ความเข้มข้น ปริมาณการดูดใช้ฟอสฟอรัส	
	ไนโตรเจน(%)	(มิลลิกรัมN/กระถาง)	ฟอสฟอรัส(%)	(มิลลิกรัมP/กระถาง)
C	1.84 a	68.23 a	0.16 b	6.48 e
M	1.51 a	70.62 a	0.15 b	6.95 de
D	1.79 a	91.49 a	0.15 b	8.03 cde
M+D	1.83 a	103.15 a	0.16 b	8.96 bcde
RP	1.45 a	97.00 a	0.18 b	12.31 ab
P	1.96 a	109.13 a	0.27 a	15.17 a
M+RP	1.94 a	114.44 a	0.18 b	10.49 bc
D+RP	1.51 a	90.39 a	0.17 b	9.98 bcd
M+D+RP	1.58 a	94.65 a	0.19 b	11.41 bc
%ความชื้น	ns	ns	99	95
C.V.(%)	23.50	31.48	13.86	21.18

หมายเหตุ อักษรในคอลัมน์ที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยวิธี DMRT

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลการใช้เชื้อราวี เอ ไมโคไรซาร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตที่มีต่อน้ำหนักสดของถั่วเหลืองที่ปลูกเชื้อไรโซเบียมที่ปลูกบนชุดดินกบินทร์บุรีผลการทดลองพบว่า ในตำรับที่ใส่เชื้อราวี เอ ไมโคไรซาร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต มีแนวโน้มให้น้ำหนักสดของส่วนเหนือดินและราก น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินและราก ความเข้มข้นไนโตรเจนและปริมาณการดูดใช้ในโตรเจน ความเข้มข้นฟอสฟอรัสและปริมาณการดูดใช้ฟอสฟอรัสในสวนเหนือดินมีค่าสูงกว่าตำรับควบคุม แต่ค่าดังกล่าวไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ยกเว้นเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อที่ราก และพบว่าการใช้ใส่เชื้อราวี เอ ไมโคไรซาร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตและหินฟอสเฟต มีแนวโน้มทำให้ต้นถั่วมีเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อที่ราก และปริมาณการดูดใช้ฟอสฟอรัส มีค่าสูงกว่าตำรับควบคุมและตำรับที่ใส่เชื้อราวี เอ ไมโคไรซา หรือใส่จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต เพียงอย่างเดียว



เอกสารอ้างอิง

- ธงชัย มาลา. 2535. ผลกระทบของเชื้อ *Aspergillus* และหินฟอสเฟตที่มีต่อการผลิตและการดูดกินฟอสฟอรัสของถั่วเหลือง น.577-586. ใน รายงานการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 30, 29 มกราคม-1 กุมภาพันธ์ 2535. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ธวัช จาปะเกษตร. 2528. หินฟอสเฟตในประเทศไทย. การประชุมสัมมนาวิชาการการผลิตและการใช้ปุ๋ยของไทยในอนาคต. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 18 น.
- เย็นใจ วสุวัต, ปรีชา วดีศิริศักดิ์, ออมทรัพย์ นพอมรบดี, สุภาพร ธรรมสุระกุล, จิระศักดิ์ อรุณศรี, วิทยา ธนาสุนันท์ และนันทกร บุญเกิด. 2531. ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้เชื้อราวี-เอ ไมโคไรซา กับเชื้อไรโซเบียมถั่วเหลืองพันธุ์ สจ. 5. ข่าวสารปฐพีวิทยา. 4:39-47.
- สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์ และสาลี ชินสถิต. 2535. ความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อราเวสติคูลาร์-อาบัสคูลาร์ไทคโคไรซา กับไรโซเบียม และระดับปุ๋ยฟอสฟอรัสที่มีต่อการเจริญเติบโตของถั่วเขียว. วารสารวิทยาศาสตร์ ม.ก. 10(1):15-26.
- สมศักดิ์ วัจโน, ไพบุลย์ ประพฤติธรรม และวิโรจ อิมพิทักษ์. 2529. อิทธิพลของจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตต่อกิจกรรมของไรโซเบียม และผลผลิตของถั่วเหลืองที่ปลูกในชุดดินปากช่อง. น.3 ใน รายงานค้นคว้าวิจัยประจำปี 2529. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สุชีพ สุนทรศร. 2529. อิทธิพลของการละลายหินฟอสเฟต ดดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่เพิ่มออกซิเจนแก่กัมมะถันที่มีต่อถั่วเหลือง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Azcon, R., J.M. Barea and D.S. Hayman. 1976. Utilization of rock phosphate in alkaline soils by plants inoculated with mycorrhizal fungi and phosphate-solubilizing bacteria. Soil Biol. Biochem. 8:135-138.
- Azimi, S., P.V. Gianinazzi and S. Gianinazzi. 1980. Influence of increasing soil phosphorus levels on interaction between vesicular-arbuscular mycorrhiza and Rhizobium in soybean. Can. J. Bot. 58:2200-2205.
- Bagyarai, D.J., A. Manjunath and R.B. Patil. 1979. Influence between a vesicular-arbuscular mycorrhiza and Rhizobium and their effects on soybean in the field. New Phytol. 82:141-145.
- Barea, J.M., R. Azcon and D.S. Hayman. 1975. Possible synergistic interaction between *Endogone* and phosphate-solubilizing bacteria in low-phosphate soil. pp. 409-417. In Sander, F.E., B. Mosse and P.B. Tinker. (eds) Endomycorrhizal. Proc. Symp. Univ. Leeds. Academic Press, New York.

- Carling, D.E.** and M.F. Brown. 1980. Relative effect of a vesicular-arbuscular mycorrhiza on the growth and yield of soybean. *Soil Sci. J.* 44:528-532.
- Crush, J.R.** 1974. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza. VII. Growth and nodulation of some herbage legumes. *New Phytol.* 73:743-749.
- Ganry, F.,** H.G. Diem and Y.R. Dommergues. 1982. Effect of inoculation with *Glomus mosseae* on nitrogen fixation by field grown soybean. *Plant and Soil* 68:321-359.
- Harley, J.L.** and S.E. Smith 1983. Mycorrhizal symbiosis. Academic Press, London.
- Islam, R.,** A. Ayanaba and F.E. Sanders. 1980. Response of cowpea (*Vigna unguiculata*) to inoculation with VA mycorrhiza, rock phosphate fertilization in some unsterilized nitrogen soils. *Plant and Soil* 54:107-117.
- Moss, B.** 1973. Advances in the study of vesicular-arbuscular mycorrhiza. *Annu. Rev. Phytopathol.* 11:171-196.
- Mosse, B.,** C.L. Powell and D.S. Hayman. 1976. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza. IX. Interaction between V.A. mycorrhiza, rock phosphate and symbiotic nitrogen fixation. *New Phytol.* 76:331-342.
- Ohlrogge, A.J.** 1960. Mineral nutrition of soybean. *Advance Agron.* 12:229-263.
- Pacovsky, R.S.,** G. Fuller and A.E. Stafford. 1986. Nutrient and growth interactions in soybean colonized with *Glomus fasciculatum* and *Rhizobium japonicum*. *Plant and Soil* 92:37-45.
- Ross, J.P.** 1971. Effect of phosphorus fertilization on yield of mycorrhizal and non mycorrhizal soybean. *Phytopath.* 61:1400-1408.
- Smith, S.E.** and M.J. Draft. 1977. Interaction between growth, phosphate content and nitrogen fixation in mycorrhizal and nonmycorrhizal *Medicago sativa*. *Aust. J. Physiol.* 4:403-413.
- Subba Rao, N.S.,** K.V.B.R. Tilak and C.S. Singh. 1986. Dual inoculation with *Rhizobium* spp. and *Glomus fasciculatum* enhances nodulation, yield and nitrogen fixation in chick pea (*Cicer arietinum* Linn.). *Plant and Soil* 95:351-359.
- Taha, S.M.,** S.A.Z. Mahmoud, A.H. E-Damaty and A.M.A. El-Hafez. 1969. Activity of phosphate – dissolving bacteria in Egyptian soil. *Plant and Soil* 31:149-160.

นักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

Tiaranan, N., S. Ratanavat and V. Vajananawat. 1986. Soil productivity improvement for soybean. Paper presented at International Seminar on Yield Maximization of Feed Grain Throung Soil and fertilizer management, Department of Agriculture, Bangkok. 23 p.

