

ผลของฟอสฟอรัสในดินและชนิดของข้าวโพดต่อ การพึ่งพารอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

Effects of Soil Phosphorus and Corn Type on Arbuscular Mycorrhizal Dependency

พักตร์เพ็ญ ภูมิพันธ์*

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ศูนย์รังสิต ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

Phakpen Poomipan *

Department of Agricultural Technology, Faculty of Science and Technology, Thammasat University,
Rangsit Centre, Klong Nueng, Khlong Luang, Pathum Thani 12120

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของฟอสฟอรัสในดินและชนิดของข้าวโพดต่อการพึ่งพารอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลต่อการพึ่งพารอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและการดูดซับฟอสฟอรัสของข้าวโพด โดยวางแผนการทดลองแบบ factorial in CRD จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ (1) ดินที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ เรียงลำดับจากต่ำไปสูง ได้แก่ ชุดดินมาบบอน ปากช่อง และลพบุรี และ (2) ชนิดของข้าวโพด ได้แก่ ข้าวโพดฝักอ่อน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และข้าวโพดหวาน จัดชุดการทดลอง 2 ชุด ตามแผนการทดลอง เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและการดูดซับฟอสฟอรัสระหว่างการใส่และไม่ใส่หัวเชื้อรา และใช้ค่าดังกล่าวในการคำนวณการพึ่งพารของข้าวโพด พบว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินมาบบอนและปากช่องมีการพึ่งพารทั้งด้านการเจริญเติบโตและการดูดซับฟอสฟอรัสมากกว่าข้าวโพดฝักอ่อน ในขณะที่ การพึ่งพารของข้าวโพดฝักอ่อน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินลพบุรีไม่มีความแตกต่างกัน และข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินปากช่องมีการพึ่งพารมากที่สุด รองลงมาคือชุดดินมาบบอน และน้อยที่สุดคือชุดดินลพบุรี ดังนั้นผลการทดลองนี้จึงชี้ให้เห็นว่าการพึ่งพารของข้าวโพดขึ้นอยู่กับปริมาณฟอสฟอรัสในดินและชนิดของข้าวโพด

คำสำคัญ : การพึ่งพารอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา, ข้าวโพดฝักอ่อน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์, ข้าวโพดหวาน ฟอสฟอรัสในดิน

Abstract

Effects of soil phosphorus (P) and types of corn on arbuscular mycorrhizal (AM) dependency were to evaluate their effects on the AM dependency of growth and P uptake of corns. Pot experiment was undertaken in factorial in CRD with 4 replications. Nine treatments were an interaction between 3 soil P and 3 corn types. Soils with different available P ranging from low to high were Mab Bon (MB), Pak Chong (PC) and Lop Buri (LB) soil series, respectively. Corn types were baby corn, field corn and sweet corn. There were 2 pot experiments which had applied AM inoculum and no inoculum, for calculating AM dependency. The results found that field corn and sweet corn grown in MB and PC soil were higher in the AM dependency on growth and P uptake than baby corn. Whereas, there was no difference in the AM dependency of 3 corn types in LB soil. The highest, intermediate and lowest AM dependency were observed on corns grown in PC, MB and LB soil, respectively. Therefore, the results indicated that the AM dependency of corn had depended on soil P and types of corn.

Keywords: baby corn, dependency of arbuscular mycorrhizal fungi, field corn, soil phosphorus, sweet corn

1. คำนำ

ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาดำรงชีวิตแบบพึ่งพาอาศัย (symbiosis) ร่วมกันกับรากพืช ทำให้เกิดการเอื้อประโยชน์ซึ่งกันและกัน ซึ่งทำให้พืชได้รับธาตุอาหารเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะฟอสฟอรัส (Marschner และ Dell, 1994) นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น ความแห้งแล้ง (Subramanian และคณะ, 1997) ความเค็ม (Bhoopander และ Mukerji, 2004) การปนเปื้อนโลหะหนักในดิน (Bagyaraj, 1995) และการเกิดโรคในระบบราก (St-Arnaud และคณะ, 1995) อีกทั้งเส้นใยของราในดิน ทำให้เกิดการเกาะกันของอนุภาคดิน (Wright และ Upadhyaya, 1996)

ข้าวโพดเป็นพืชที่มีการตอบสนองต่อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาได้ดี ดังนั้นการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาให้กับข้าวโพด จึงทำให้ข้าวโพดได้รับธาตุอาหารเพิ่มขึ้น แข็งแรงและเจริญเติบโตดี

ขึ้น และได้ผลผลิตมากขึ้น (Khalil และคณะ, 1994; Poomipan และคณะ, 2011) อย่างไรก็ตาม งานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อข้าวโพดแต่ละสายพันธุ์และชนิดแตกต่างกัน (ธงชัย, 2551; Pitakdantham และคณะ, 2007; Inoue, 2009) ดังนั้นการทดสอบความแปรปรวนของการพึ่งพาต่อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาของข้าวโพดพันธุ์ต่าง ๆ จะเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในข้าวโพดให้ได้ผลดีมากขึ้น ทั้งนี้การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาให้กับข้าวโพดที่มีการพึ่งพาต่อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสูง น่าจะทำให้ข้าวโพดนั้นได้รับประโยชน์จากราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาได้มาก อย่างไรก็ตาม จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่ารากของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาให้ผลดีต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกในดินที่มีฟอสฟอรัสต่ำหรือดินที่มีปัญหาการตรึงฟอสฟอรัสมากกว่าดินที่มีปริมาณฟอสฟอรัสสูง (Li และคณะ, 2008;

Raiesi และ Ghollarata, 2006) ซึ่งปริมาณฟอสฟอรัสในดิน น่าจะเป็นปัจจัยควบคุมความเป็นประโยชน์ของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อพืชได้ประการหนึ่ง ดังนั้นการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินอิทธิพลของปริมาณฟอสฟอรัสในดินและชนิดของข้าวโพดต่อการพึ่งพาราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตและการดูดซับฟอสฟอรัสของข้าวโพดฝักอ่อน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และข้าวโพดหวาน

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ factorial in CRD จำนวน 4 ข้ำ ประกอบด้วยปัจจัยศึกษา 2 ปัจจัย ได้แก่ ชุดดินที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์แตกต่างกัน จำนวน 3 ชุดดิน เรียงลำดับจากต่ำไปสูง ได้แก่ ชุดดินมาบบอน (MB soil) ชุดดินปากช่อง (PC soil) และชุดดินลพบุรี (LB soil) และชนิดของข้าวโพด ซึ่งปรับปรุงพันธุ์โดยสถานีวิจัยพืชไร่สุวรรณจากกลกิจ (ไร่สุวรรณ) จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์ KBSC 605 (baby corn) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์สุวรรณ 4452 (field corn) และข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรีย์ 2 (sweet corn)

ปลูกข้าวโพดลงในดินที่อบฆ่าเชื้อแล้ว 10 กก. ในกระถางตามแผนการทดลอง ซึ่งได้เตรียมหน่วยทดลองตามแผนจำนวน 2 ชุดการทดลอง โดยชุดที่หนึ่งใส่หัวราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรูป soil inoculum จำนวน 500 กรัม ซึ่งประกอบด้วยสปอร์ของรา *Glomus* sp. (50 สปอร์ต่อหัวหนึ่งกรัม)

และอีกชุดเป็นหน่วยทดลองที่ไม่ใส่หัวเชื้อราดังกล่าว แต่ใส่ดินที่อบฆ่าเชื้อ ซึ่งเป็นชนิดเดียวกับที่ใช้เตรียม soil inoculums จำนวน 500

กรัม เช่นกัน ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูป urea อัตรา 25, 12, 10 กก. ไนโตรเจนต่อไร่ ปุ๋ยแคลเซียมในรูป CaSO_4 อัตรา 10, 0 และ 0 กก. แคลเซียมต่อไร่ และปุ๋ยสังกะสีในรูป $\text{ZnSO}_4\text{-EDTA}$ อัตรา 0, 4.8 และ 0 กก. สังกะสีต่อไร่ ลงในกระถางของชุดดินมาบบอน ปากช่อง และลพบุรี ตามลำดับ ให้น้ำทุกวัน และกำจัดแมลงและวัชพืชโดยวิธีกล

2.2 การเก็บผลการทดลอง

เก็บผลการทดลองเมื่อข้าวโพดแต่ละชนิดเข้าสู่ระยะสุกแก่ทางสรีระ ได้แก่ (1) น้ำหนักแห้งทั้ง หมดของข้าวโพด (2) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของข้าวโพด (ทศนิยม และจังก์ซ์, 2542) (3) เปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากข้าวโพด โดยย้อมสีรากด้วย trypan blue solution (C. I. 23850, Ajax Finechem) ตามวิธีการของ Philips และ Hayman (1970) ประเมินการเข้าอยู่อาศัยของราในราก (AM root colonization) ตามวิธีของ McGonigle และคณะ (1990) และ Trouvelet และคณะ (1985) และ (4) เปอร์เซ็นต์การพึ่งพาต่อรา ไมคอร์ไรซาของข้าวโพดในด้านการเจริญเติบโต (น้ำหนักแห้ง) และการดูดซับฟอสฟอรัส โดยใช้วิธีการคำนวณของ Plenchette และคณะ (1983) ดังนี้

$$\% \text{ AM dependency} = [(\text{AM} - \text{NM}) / \text{NM}] \times 100$$

โดยที่ % AM dependency = เปอร์เซ็นต์การพึ่งพาต่อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา AM = น้ำหนักแห้งหรือปริมาณฟอสฟอรัสของข้าวโพดที่ใส่หัวเชื้อรา NM = น้ำหนักแห้งหรือปริมาณฟอสฟอรัสของข้าวโพดที่ไม่ใส่หัวเชื้อรา

2.3 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละตำรับการทดลองด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

3. ผลการทดลอง

3.1 สมบัติทางเคมีของตัวอย่างดิน

ชุดดินมาบบอน (Mab Bon soil, MB) มีเนื้อดินเป็นดินทรายร่วน ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัด ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินต่ำ ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินต่ำ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำ ชุดดินปากช่อง (Pak Chong soil, PC) มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว ปฏิกริยาดินเป็นกลาง

ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินปานกลาง ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินสูงมาก ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับปานกลาง และชุดดินลพบุรี (Lop Buri soil, LB) มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว ปฏิกริยาดินเป็นด่างปานกลาง ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินต่ำ ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินสูงมาก ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในระดับสูงมาก (Table 1)

Table 1 Chemical properties and P concentration of MB, PC and LB soil

Soil series	pH (1 : 1 soil : H ₂ O)	Organic matter ^a (%)	Total P ^b (mg kg ⁻¹)	Available P-Bray II ^b (mg kg ⁻¹)
MB soil	5.2*	2.05	33.71	5.15
PC soil	7.1	4.43	510.12	12.60
LB soil	8.0	2.91	640.11	55.80

*n= 3, a = walkley and black method (Bremner, 1965), b = colorimetric method (ทศนีย์ และจรัสกร, 2542)

3.2 อิทธิพลของปริมาณฟอสฟอรัสในดิน

ปริมาณฟอสฟอรัสในดินมีผลทำให้การพึงพารอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทางด้านการเจริญเติบโตและการดูดซับฟอสฟอรัสของข้าวโพดแตกต่างกัน (Fig. 1, A-B) โดยพบว่าข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินปากช่องมีการพึงพาราทางด้านการเจริญเติบโตและการดูดซับฟอสฟอรัสมากที่สุด รองลงมาคือชุดดินมาบบอน และน้อยที่สุดคือชุดดินลพบุรี นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสในดินมีผลต่อการเข้าอยู่อาศัยของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากของข้าวโพดเช่นเดียวกัน (Fig. 1 C) โดยพบว่าข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินมาบบอนมีการเข้าอยู่อาศัยของราในรากมากที่สุด รองลงมาคือชุดดินปากช่อง และน้อยที่สุดในชุดดินลพบุรี

3.3 อิทธิพลของชนิดข้าวโพด

ชนิดของข้าวโพด มีผลทำให้การพึงพารา

อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทางด้านการเจริญเติบโตและการดูดซับฟอสฟอรัส รวมทั้งการเข้าอยู่อาศัยของราในรากแตกต่างกัน (Fig. 2A-C) โดยพบว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีการพึงพาราด้านการเจริญเติบโตและการดูดซับฟอสฟอรัส และการเข้าอยู่อาศัยของราในรากมากที่สุด รองลงมาคือข้าวโพดหวาน และน้อยที่สุดคือข้าวโพดฝักอ่อน

3.4 อิทธิพลของปริมาณฟอสฟอรัสในดินและชนิดข้าวโพด

ปริมาณฟอสฟอรัสในดินและชนิดของข้าวโพดมีผลทำให้การพึงพารอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทางด้านการเจริญเติบโต (Fig. 3A) และการดูดซับฟอสฟอรัส (Fig. 3B) ของข้าวโพดแตกต่างกันกล่าวคือ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินมาบบอนและชุดดินปากช่องมีการพึงพาราด้านการส่งเสริมการเจริญเติบโต และการ

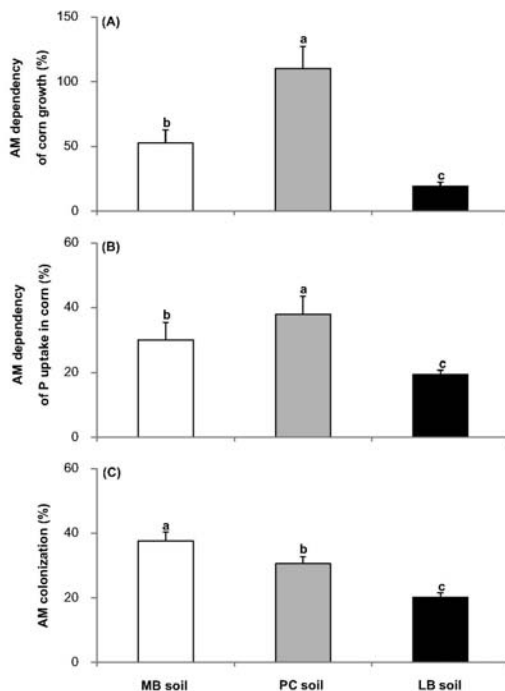


Figure 1 The AM dependency of growth (A, $p < 0.001$) and P uptake (B, $p < 0.001$), and AM root colonization (C, $p < 0.001$) of corns which grew in MB, PC and LB soil.

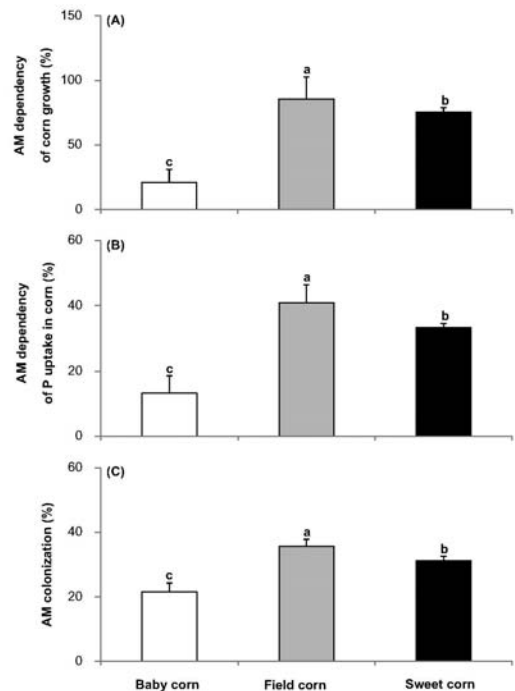


Figure 2 The AM dependency of growth (A, $p < 0.001$) and P uptake (B, $p < 0.001$), and AM root colonization (C, $p = 0.006$) of baby corn, field corn and sweet corn.

ดูดซับฟอสฟอรัสมากกว่าข้าวโพดฝักอ่อน แต่การพึ่งพาต่อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาของข้าวโพดฝักอ่อน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินลพบุรีไม่มีความแตกต่างกัน นอกจากนี้ ยังพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสในดินและชนิดของข้าวโพดมีผลทำให้การเข้าอยู่อาศัยในรากของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาแตกต่างกัน (Fig. 3C) โดยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวโพดหวานที่ปลูกในดินมาบบอน ชุดดินปากช่อง และชุดดินลพบุรี มีการเข้าอยู่อาศัยของราในรากมากกว่าข้าวโพดฝักอ่อนที่ปลูกในชุดดินทั้งสามชุด

4. วิจัยรณ์

ข้าวโพดที่ปลูกในดินที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำและปานกลาง ซึ่งในการทดลองนี้คือชุดดินมาบบอนและปากช่อง ตามลำดับ มีการพึ่งพาต่อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามากกว่าข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินลพบุรี ซึ่งมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูง ทั้งนี้เนื่องจากในดินมาบบอนและปากช่องมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในปริมาณจำกัด ดังนั้นข้าวโพดจึงต้องพึ่งพาต่อรามากขึ้น โดยราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่เข้าอยู่อาศัยในรากของข้าวโพดจะช่วยเพิ่มดูดซับฟอสฟอรัสให้กับข้าวโพดได้ เนื่องจากเราสามารถดูด

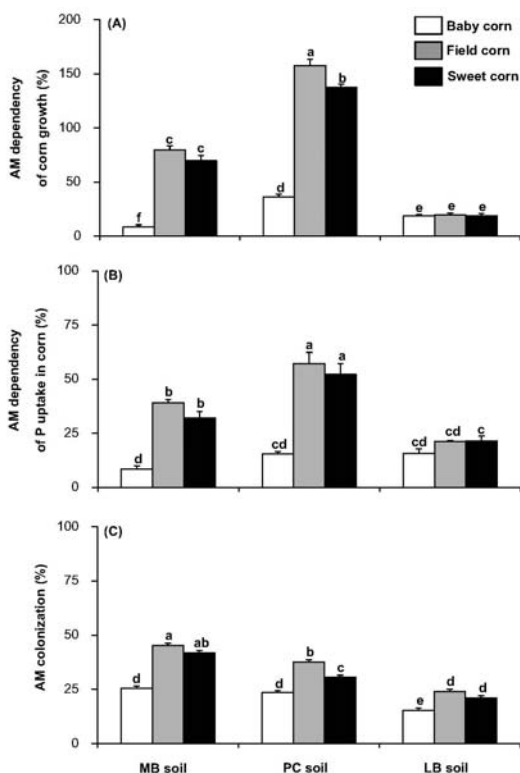


Figure 3 The AM dependency of growth (A, $p < 0.001$) and P uptake (B, $p < 0.001$), and AM root colonization (C, $p < 0.001$) as influenced by an interaction between soil P and corn type.

ขับฟอสฟอรัสในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ ซึ่งอาจเป็นสารประกอบเชิงซ้อนของฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้ยาก เช่น เหล็กฟอสเฟต หรือแคลเซียมฟอสเฟต ดังนั้นข้าวโพดที่ปลูกในดินที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์จำกัด จึงมีการพึ่งพาต่อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามาก (Li และคณะ, 2008) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา ยกตัวอย่าง เช่น งานวิจัยของ ทรงชัย (2551) Al-Karaki และ Clark (1999) และ Pitakdantham และคณะ (2007) พบว่าราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตให้กับพืชได้ดีในดินที่มีปริมาณ

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำ หรือดินที่มีปัญหาการตรึงฟอสฟอรัส นอกจากนี้ข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินมาบบอนและปากช่องมีการเข้าอยู่อาศัยของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากมากกว่าข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินลพบุรี ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Li และคณะ (2005) ซึ่งพบว่าการเข้าอยู่อาศัยของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากพืชจะลดลง หากดินมีปริมาณฟอสฟอรัสสูง

ข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินปากช่องมีการพึ่งพาต่อรามากกว่าในชุดดินมาบบอน ซึ่งอาจเนื่องจากปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินที่แตกต่างกัน โดยดินปากช่องมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินประมาณ 510 mg kg^{-1} ซึ่งในส่วนใหญ่เป็นฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ประมาณ 13 mg kg^{-1} ในขณะที่ในดินมาบบอนมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินเพียงประมาณ 33 mg kg^{-1} และมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ประมาณ 5 mg kg^{-1} นั้นหมายความว่าในดินปากช่องมีปริมาณฟอสฟอรัสในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์มากกว่าในชุดดินมาบบอน ซึ่งราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสสามารถดูดซับฟอสฟอรัสในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ได้ แต่ข้าวโพดไม่สามารถดูดซับฟอสฟอรัสในรูปนี้ได้ ดังนั้นข้าวโพดที่ปลูกในดินปากช่องที่มีราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเข้าอยู่อาศัยในราก จึงได้รับฟอสฟอรัสในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์นี้ได้ด้วย (Li และคณะ, 2008)

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินมาบบอนและชุดดินปากช่อง มีการพึ่งพาต่อราในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและดูดซับฟอสฟอรัส และการเข้าอยู่อาศัยของราในรากมากกว่าข้าวโพดฝักอ่อน ซึ่งความแปรปรวนของการพึ่งพาต่อราในลักษณะนี้สามารถพบได้ในพืชชนิดอื่นด้วยเช่นกัน ยกตัวอย่าง เช่น ต้นหอม (Tawaray และคณะ, 2001) ข้าวสาลี (Zhu และคณะ, 2001) ถั่วเหลือง (Khalil และคณะ, 1994) ถั่วลิสง (Kresava และคณะ, 1990) และผักกาด

(Jackson และคณะ, 2002) ทั้งนี้ความแปรปรวนของการพึงพาต่อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาน่าจะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารของพืชแต่ละชนิด โดยพืชที่มีประสิทธิภาพการดูดใช้ฟอสฟอรัสสูง จะมีการพึ่งพาต่อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่ำ (Baon และคณะ, 1994) จากงานวิจัยของ พักตร์เพ็ญ และปวีณา (2554) พบว่าข้าวโพดฝักอ่อนมีประสิทธิภาพการดูดใช้ฟอสฟอรัสสูงกว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวโพดหวาน จึงทำให้ข้าวโพดฝักอ่อนมีการพึ่งพาต่อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในการดูดซับฟอสฟอรัสน้อย ดังนั้นข้าวโพดฝักอ่อนที่ปลูกในดินที่มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์จำกัด อย่างเช่นชุดมาบบอนและปากช่อง จึงมีการเจริญเติบโตจำกัดไปด้วย เพราะดูดซับฟอสฟอรัสได้เฉพาะในรูปที่เป็นประโยชน์ และได้รับประโยชน์จากราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในการดูดฟอสฟอรัสในส่วนที่ไม่เป็นประโยชน์น้อยด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Inoue (2009) ซึ่งพบว่าราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดฝักอ่อนที่ปลูกในดินที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำ

อย่างไรก็ตาม ข้าวโพดฝักอ่อน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินลพบุรีซึ่งมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูง พบว่าการพึ่งพาต่อราต่ำกว่าข้าวโพดทั้งสามชนิดที่ปลูกในชุดดินมาบบอนและปากช่อง และการพึ่งพาต่อราของข้าวโพดทั้งสามชนิดที่ปลูกในชุดดินลพบุรีไม่มีความแตกต่างกัน ทั้งนี้เพราะข้าวโพดสามารถดูดซับฟอสฟอรัสจากดินได้อย่างเพียงพอ ดังนั้นประสิทธิภาพการดูดใช้ฟอสฟอรัสและการพึ่งพาต่อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาของข้าวโพดจึงไม่เป็นปัจจัยจำกัดการเจริญเติบโตสำหรับข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินที่มีปริมาณฟอสฟอรัสสูง (Smith และ Smith, 1996; Johnson และคณะ, 1997)

5. สรุป

5.1 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินมาบบอนและชุดดินปากช่อง มีการพึ่งพาต่อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาด้านการเจริญเติบโตและดูดซับฟอสฟอรัสมากกว่าข้าวโพดฝักอ่อน

5.2 การพึ่งพาต่อเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทั้งด้านการเจริญเติบโตและการดูดซับฟอสฟอรัสของข้าวโพดฝักอ่อน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และข้าวโพดหวานที่ปลูกในชุดดินลพบุรีไม่มีความแตกต่างกัน

5.3 การพึ่งพาต่อเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทั้งด้านการเจริญเติบโตและการดูดซับฟอสฟอรัสของข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินปากช่องมากที่สุด รองลงมาคือชุดดินมาบบอน และน้อยที่สุดคือชุดดินลพบุรี

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุนการวิจัย

7. เอกสารอ้างอิง

ทัศนีย์ อัดตะนันท์ และจรงค์ จันทร์เจริญสุข, 2542, การวิเคราะห์ดินและพืช, ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ธงชัย มาลา, 2551, ประสิทธิภาพของการใช้หัวเชื้อชนิดเม็ดของเชื้อราวิเอไมคอร์ไรซาบางชนิดร่วมกับปุ๋ยเคมีเพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวโพดลูกผสมพันธุ์ 4452, ดินและปุ๋ย 30: 27-39.

พักตร์เพ็ญ ภูมิพันธ์ และปวีณา ทองเหลือง, 2554, ผลของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาท้องถิ่น

- ของชุดดินปากช่องต่อการเจริญเติบโตและการ
ดูดใช้ฟอสฟอรัสของข้าวโพดฝักอ่อน ข้าวโพด
เลี้ยงสัตว์ และข้าวโพดหวาน, ว.วิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี, 19: 80-87.
- Al-karaki, G.N. and Clark, R.B., 1999,
Mycorrhizal influence on protein and lipid
of durum wheat grown at different soil
phosphorus levels, *Mycorrhiza* 9: 97-101.
- Baon, J.B., Smith, S.E. and Alston, A.M., 1994,
Growth response and P uptake of rye with
long and short root hairs: Interactions with
mycorrhizal infection, *Plant Soil* 167: 247-
254.
- Bagyaraj, D.J., 1995, Influence of agricultural
practice on vesicular arbuscular
mycorrhizal fungi in soil, *Soil. Biol. Ecol.*
15: 109-116.
- Bhoopander, G. and Mukerji, K.G., 2004,
Mycorrhizal inoculant alleviates salt stress
in *Sesbania aegyptiaca* and *Sesbania*
grandiflora under field conditions:
evidence for reduced sodium and
improved magnesium uptake, *Mycorrhiza*
14: 307-312.
- Bremmer, J.M., 1965, Total nitrogen, pp. 1149-
1178, In Black, C.A., Evans, D.D., White,
J.L., Ensminger, L.E. and Clark, P.E.,
Eds., *Methods of Soil Analysis, Part 2:*
Chemical and Microbiological Properties.
Amer. Soc. Agron., Inc., Madison,
Wisconsin.
- Inoue, S., 2009, Effects of arbuscular
mycorrhizal fungi colonization on
phosphorus uptake and
growth of baby corn on a sandy soil,
Thesis, Kasetsart University, Bangkok.
- Jackson, L.E., Miller, D. and Smith, S.E., 2002,
AM colonization and growth of wild and
cultivated lettuce in response to nitrogen
and phosphorus, *Sci. Hort.* 94: 205-218.
- Johnson, N.C., Graham, J.H. and Smith, F.A.,
1997, Functioning of mycorrhizal associa-
tions along the mutualism-parasitism conti-
nuum, *New Phytol.* 135: 575-585.
- Khalil, S., Loynachan, T.E. and Tabatabai,
M.A., 1994, Mycorrhizal dependency and
nutrient uptake by improved and
unimproved corn and soybean, *Agron. J.*
86: 949-958.
- Kresava, R.P.S., Tilak, K.V. and Arunachalam,
V., 1990, Genetic variation for VA
Mycorrhiza-dependency phosphate
mobilization in groundnut, *Plant Soil* 122:
137-142.
- Li, H.Y., Zhu, Y.G., Marchner, O., Smith, F.A.
and Smith, S.E., 2005, Wheat responses
to arbuscular mycorrhizal fungi in a highly
calcareous soil differ from those of clover
and change with plant development and P
supply, *Plant Soil* 277: 221-232.
- Li, H., Smith, S.E., Ophel-Keller, K., Holloway,
R.E. and Smith, F.A., 2008, Naturally
occurring arbuscular mycorrhizal fungi can
replace direct P uptake by wheat when
roots cannot access added P fertilizer,
Func. Plant Biol. 35: 124-130.
- Marschner, H. and Dell, B., 1994, Nutrient
uptake in mycorrhizal symbiosis, *Plant Soil*
159: 89-102.

- McGonigle, T.P., Miller, M.H., Evans, D.G., Fairchild, G.L. and Swan, J.A., 1990, A new method which gives an objective measure of colonization by VAM fungi, *New Phytol.* 115: 495-501.
- Poomipan, P., Suwanarit, A., Suwanarit, P., Nopamornbodi, O. and Dell, B., 2011, Reintroduction of a native *Glomus* to a tropical Ultisol promoted grain yield in maize after fallow and restored the density of arbuscular mycorrhizal fungal spores, *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 174: 257-268.
- Phillips, J.M. and Hayman, D.S., 1970, Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection, *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 55: 158-160.
- Pitakdantham, R., Suwanarit, A., Nopamornbodi, O. and Sarobol, E., 2007, Comparative response to arbuscular mycorrhizal fungi cultivars different in downy mildew resistance and fertilizer requirement, *Sci. Asia* 33: 329-337.
- Plenchette, C., Fortin, J.A. and Furlan, V., 1983, Growth responses of several plant species to mycorrhizae in a soil of moderate P-fertility, Part I. Mycorrhizal dependency under field conditions, *Plant Soil* 70: 199-209.
- Raiesi, F and Ghollarata, M., 2006, Interactions between phosphorus availability and an AM fungus (*Glomus intraradices*) and their effects on soil microbial respiration, biomass and enzyme activities in a calcareous soil: Handbook of environmental Chemistry, Volume 5: Water Pollution 50: 413-425.
- Smith, F.A. and Smith, S.E., 1996, Mutualism and parasitism: diversity in function and structure in the arbuscular mycorrhizal symbiosis, *Adv. Bot. Res.* 22: 1-43.
- Smith, S.E. and Read, D.J., 1997, *Mycorrhizal Symbiosis*, 2nd Ed., Academic press, London.
- St-Arnaud, M., Hamel, C., Vimard, B., Caron, M. and Fortin, J.A., 1995, Altered growth of *Fusarium oxysporum* f. sp. *Chrysanthemi* in an in vitro dual culture system with the vesicular arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* growing on *Daucus carota* transformed roots, *Mycorrhiza* 5: 431-438.
- Subramanian, K.S., Charest, C., Dwyer, L.M. and Hamilton, R.I., 1997, Effect of arbuscular mycorrhizae on leaf water potential, sugar content, and P content during drought and recovery of maize, *Can. J. Bot.* 75: 1582-1591.
- Tawaraya, K., Tokairin, K. and Wagatsuma, T., 2001, Dependence of *Allium fistulosum* cultivars on the arbuscular mycorrhizal fungus, *Glomus fasciculatum*, *Appl. Soil Ecol.* 17: 119-124.
- Trouvelet, A., Kough, J.L. and Gianinazzi, V.P., 1985, Measure du taux de mycorrhization VA d' un systeme rediculaire, pp. 217-221, In Gianninazzi, V.P. and Giannazzi, S., Eds., *Physiological and Genetical Aspects of Mycorrhiza*, LNRA, Paris.

Wright, S.F. and Upadhyaya, A., 1996, Extraction of an abundant and unusual protein from soil and comparison with hyphal protein from arbuscular mycorrhizal fungi, *Soil Sci.* 161: 575-586.

Zhu, Y.G., Smith, S.E. Barritt, A.R. and Smith, F.A., 2001, Phosphorus efficiencies and mycorrhizal responsiveness of old and modern wheat cultivars, *Plant Soil.* 237: 249-255.