บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการรวบรวมตัวอย่างราวีเอไมโคไรซ่าจากดินและรากพืชในแหล่งต่างๆ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 พบ ราวีเอไมโคไรซ่าแบ่งเป็น 54 สายพันธุ์ตามแหล่งที่มาของตัวอย่าง คือ ราวีเอไมโคไรซ่าสกุล Glomus 33 สายพันธุ์ Acaulospora 4 สายพันธุ์ Gigaspora 5 สายพันธุ์ Scutellospora 2 สายพันธุ์ และ Sclerocystis 10 สายพันธุ์ จากตัวอย่างดินที่รวบรวม เห็นได้ว่าดินที่มี pH อยู่ในช่วง 5.63 - 7.59 ตรวจพบโครงสร้างของราวีเอไมโคไรซ่าทั้งเส้นใย เวสิเคิล อาร์บัสคูลและสปอร์ แต่ตัวอย่างดินที่มีค่า pH สูง(สูงกว่า 8) ตรวจไม่พบโครงสร้างของราวีเอไมโคไรซ่าเลยไม่ว่าจะอยู่ในรูปของเส้นใย เวสิเคิล อาร์บัสคูล หรือสปอร์ และพบราสกุล Glomus ในทุกตัวอย่างที่ตรวจพบราวีเอไมโคไรซ่าซึ่งตัวอย่างดินมีสภาพเป็นกรดอ่อนๆ จนถึงเป็นด่างอ่อน เช่นเดียวกับผลการแยกหาและการแพร่กระจายของราวีเอไมโคไรซ่าในดินต่างๆซึ่งรายงานโดยระพีพรรณ (2528) ว่าได้แยกราวีเอไมโคไรซ่าจากดินในป่าดิบแล้ง ป่าเต็งรังและจากแปลงพืชเศรษฐกิจ พบราสกุล Glomus มากในดินที่มีสภาพเป็นกลางถึงเป็นด่าง การที่พบ Glomus มีการแพร่กระจายมากเนื่องจากสปอร์ของราสกุล Glomus หลายชนิดงอกได้ดีที่ pH 7-9 ในขณะที่ราวีเอไมโคไรซ่าสกุลอื่นๆ เช่น Gigaspora สปอร์งอกได้ดีที่ pH 5-6 และการงอกจะลดลงเมื่อ pH สูงขึ้น(Green,Graham and Schenck,1976) หรือราสกุล Acaulospora เกือบทุกชนิดมักเจริญได้ดี และทนต่อสภาพความเป็นกรดได้ เช่น A. laevis สามารถเจริญได้ดีเมื่อ pH เป็น 5.0 แต่เปอร์เซ็นต์การติดเชื้อในรากจะลดลงเมื่อ pH สูงกว่า 6.2 และไม่พบราบี้เลยในดินที่เป็นด่าง (Abbott et al,1992)

การคัดเลือกราวีเอไมโคไรซ่า เพื่อหาสายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพช่วยเพิ่มการเจริญของข้าวโพด และช่วยให้พืชสามารถนำธาตุอาหารจากดินมาใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น สำหรับผลิต inoculum นั้น ได้คัดเลือกโดยอาศัยหลักเกณฑ์ซึ่ง Abbott และคณะ (1992) เป็นผู้เสนอ คือ ควรต้องเป็นราที่สามารถติดเชื้อในรากพืชได้รวดเร็ว สามารถช่วยเพิ่มการเจริญของพืช เพิ่ม

ปริมาณและมีชีวิตรอดอยู่ทนในสภาพแวดล้อมได้เป็นเวลานาน และสามารถเข้าอยู่ร่วมกับพืชได้ดีในฤดูถัดไป ซึ่งจากการทดลองได้คัดเลือกราวีเอไมโคไรซา 4 สายพันธุ์ คือ Glomus sp. สายพันธุ์ 9 Glomus sp.สายพันธุ์12 Gigaspora sp.สายพันธุ์3 และ Acaulospora sp. สายพันธุ์ 2 ในจำนวน 4 สายพันธุ์ มีเพียง Gigaspora sp. สายพันธุ์ 3 ที่สร้างสปอร์ในข้าวฟ่างน้อยเพียง 154 สปอร์แต่ตรวจพบการติดเชื้อในรากเร็วที่สุดและตรวจพบอาร์บัสคูลในรากมาก คิดเป็นการติดเชื้อในรากสูงถึง 100 % ราวีเอไมโคไรซา 4 สายพันธุ์ที่คัดเลือกนี้เมื่อนำมาทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพกัน ผลปรากฏว่าข้าวโพดที่ใส่รา Glomus sp.สายพันธุ์ 9 ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งของฝักและต้นสูงสุด และมากกว่าข้าวโพดที่ไม่ใส่รา(ชุดควบคุม)15.7 และ 13.7 % สำหรับความสูงของต้น เปอร์เซนต์การติดเชื้อในราก และ ปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในต้นและในราก ล้วนมากกว่าข้าวโพดชุดควบคุม โดยมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ข้าวโพดที่ใส่รา Glomus sp. สายพันธุ์ 12 และ Acaulospora sp.สายพันธุ์2 ต่างมีผลผลิตน้ำหนักแห้งของฝักและต้นมากกว่าข้าวโพดในชุดควบคุม แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การที่ข้าวโพดแสดงผลตอบสนองต่อราวีเอไมโคไรซาในการเพิ่มการเจริญไม่เด่นชัดนั้น มีความเป็นไปได้ว่าอาจเนื่องมาจากปัจจัยต่อไปนี้

ข้าวโพดจัดเป็นพืชในกลุ่ม weak mycorrhizal dependency(Jeffries and Dodd,1991) ซึ่งจะตอบสนองต่อราวีเอไมโคไรซาเมื่อปลูกต้นที่มีการติดเชื้อราดังกล่าวในดินที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่พืชสามารถดูดไปใช้ได้ (available P) เพียง 15 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีน้ำหนักต้นเพิ่มขึ้นเท่ากับต้นที่ไม่มีราวีเอไมโคไรซาซึ่งปลูกในดินที่มี available P สูงถึง 190 มิลลิกรัมต่อลิตร นั่นคือราวีเอไมโคไรซาจะเพิ่มการเจริญโดยช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซึมฟอสฟอรัสได้ดีก็ต่อเมื่อมี available P ในดินน้อยมาก แต่ในการทดสอบผลของราวีเอไมโคไรซาต่อการเจริญของข้าวโพดนี้ ได้ให้ปุ๋ย Johnson's nutrient solution(JNS) ซึ่งมีปริมาณฟอสฟอรัสที่พืชใช้ได้มากถึง 38.6 มิลลิกรัมต่อลิตรเมื่อให้ปุ๋ย 1/6 strength แม้ว่าโดยปกติข้าวโพดใช้ฟอสฟอรัสเพียง 15-20 % ส่วนที่เหลือจะถูกตรึงอยู่กับอิออนของแมงกานีส อลูมิเนียมเหล็กหรือแคลเซียมซึ่งพืชดูดไปใช้ไม่ได้ก็ตาม(สมิท ลวดทอง,2527)และการให้ปุ๋ย JNS วันเว้นวันทำให้ข้าวโพดไม่อยู่ในสภาพที่ขาดฟอสฟอรัส จึงทำให้ไม่เห็นผลของราวีเอไมโคไรซาในการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพดูดซึมฟอสฟอรัสให้แก่ต้นข้าวโพด จึงไม่มีการเจริญที่แตกต่างกันอย่างเด่นชัด

ระหว่างต้นที่มีและไม่มีราวี เอไมโคไรซ่า

นอกจากนี้การทดสอบดังกล่าวเป็นการทดสอบในกระถาง ขนาดของกระถางจึงเป็นอีกปัจจัยที่ทำให้ผลของราวี เอไมโคไรซ่าต่อการเจริญของข้าวโพดไม่เด่นชัด เนื่องจากระยะทางที่ธาตุอาหารต้องแพร่มายังรากถูกจำกัดด้วยขนาดกระถาง ต่างจากพืชที่ปลูกในแปลงที่เส้นใยของราซึ่งเจริญรวดเร็วสามารถแผ่ขยายเข้าใกล้แหล่งแร่ธาตุในดิน และดูดซึมธาตุอาหารจากแหล่งดังกล่าวได้มากกว่ารากพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้าวโพดซึ่งเป็นพืชที่รากแตกแขนงและเจริญเร็ว ยิ่งทำให้ไม่มีความแตกต่างของระยะทางระหว่างเส้นใยและรากพืชกับแหล่งธาตุอาหารเช่นเดียวกับรายงานของ O'Keefe และ Sylvia (1993) ว่าสัดส่วนของน้ำหนักแห้งของต้นถั่วเหลืองที่มี G. etunicatum ต่อน้ำหนักแห้งของต้นที่ไม่มีราวี เอไมโคไรซ่าจะลดลงจาก 8.13 เป็น 1.8 เมื่อลดขนาดกระถางลงจาก 11350 เป็น 574 ลูกบาศก์เซนติเมตร อย่างไรก็ตามเมื่อปลูกข้าวโพดในดินที่มี available P ในระดับต่ำร่วมกับให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสในรูปที่พืชดูดไปใช้ไม่ได้ เช่น rock phosphate พบว่าต้นที่มีราวี เอไมโคไรซ่ามีการเจริญมากกว่า เห็นได้ว่า ราวี เอไมโคไรซ่าช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ปุ๋ยของข้าวโพด จึงทำให้ข้าวโพดสามารถนำธาตุอาหารจากดินมาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้มากขึ้นและมีผลผลิตเพิ่มขึ้น (ระพีพรรณ, 2528) การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่พืชดูดไปใช้ได้โดยตรงในปริมาณมาก ทำให้น้ำหนักแห้งของต้น และผลผลิตของต้นที่มีราวี เอไมโคไรซ่าไม่แตกต่างกับต้นที่ไม่มีราชนิดนี้ (Khan, 1972; เย็นใจ วสุวัต และคณะ, 2521)

จากการศึกษา ผลของราวี เอไมโคไรซ่าที่คัดเลือกแล้วต่อการเจริญของข้าวโพด พันธุ์คาร์กิลล์ 922 ต้นที่ใส่รา Glomus sp. สายพันธุ์ 12 และ Acaulospora sp. สายพันธุ์ 2 มีน้ำหนักแห้งของฝักและต้นมากกว่าข้าวโพดในชุดควบคุม แม้จะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่อาจกล่าวได้ว่า ราวี เอไมโคไรซ่า 3 สายพันธุ์ที่แยกจากดินและรากพืชคือ Glomus sp. สายพันธุ์ 9 Glomus sp. สายพันธุ์ 12 และ Acaulospora sp. สายพันธุ์ 2 เป็นสายพันธุ์ที่เหมาะสมกับข้าวโพดพันธุ์คาร์กิลล์ 922 โดย Glomus sp. สายพันธุ์ 9 เป็นสายพันธุ์ที่เหมาะสมที่สุด ทำให้ข้าวโพดดังกล่าวเจริญสูงสุดเมื่อมีการติดเชื้อราบี้ในราก อาจเป็นเพราะ Glomus sp. สายพันธุ์ 9 คัดแยกได้จากดินปลูกข้าวโพดจึงช่วยให้ต้นข้าวโพดทดลองมีการเจริญเพิ่มมากขึ้นจากที่ใส่เชื้อชนิดอื่นและชุดควบคุม สำหรับราวี เอไมโคไรซ่าอีก 2 สายพันธุ์ซึ่งแยกได้จากหอมแดงและหม่อนไผ่ ก็สามารถเข้าอยู่ร่วมกับรากข้าวโพดซึ่งไม่ได้เป็นพืชอาศัยเดิมได้ มีความเป็นไปได้ที่จะใช้รา 2 สายพันธุ์นี้ช่วยเพิ่มการเจริญของข้าวโพดพันธุ์คาร์กิลล์ 922 ได้

สำหรับรา Gigaspora sp. สายพันธุ์ 3 ซึ่งแยกได้จากรากสัก เมื่อเทียบกับ 3

สายพันธุ์ข้างต้น พบว่าให้ผลผลิตและความสูงของต้นน้อย อาจเนื่องจากรา Gigaspora sp. สายพันธุ์ 3 ไม่เหมาะที่จะใช้ช่วยเพิ่มการเจริญของข้าวโพดพันธุ์ต้งกล่าว หรืออาจเนื่องจากรา Gigaspora sp.สายพันธุ์ 3 นี้มีประสิทธิภาพลดลง เนื่องจากการเก็บรักษาเชื้อและการเพาะเลี้ยงในสภาพที่ไม่เหมาะสมเป็นเวลานาน ดังรายงานของ Luis (1987) เกี่ยวกับความอยู่รอดของราวี เอไมโคไรซ่าบางชนิด โดยกล่าวว่า Gigaspora sp. บางชนิดถ้าไม่ได้อยู่ในอุณหภูมิต่ำเป็นเวลานานถึง 8 เดือน inoculum ของราบี้จะค่อยๆ เสื่อมคุณภาพ ตรวจพบว่ามี infective propagules ลดลงถึง 10 เท่าในขณะที่ G. mosseae และ G.fasciculatum ไม่ได้รับผลกระทบเนื่องจากสาเหตุนี้

ผลการทดลองเกี่ยวกับปริมาณธาตุอาหารในต้นและในราก ตามตารางที่ 8 แสดงว่าข้าวโพดที่ใส่ราวี เอไมโคไรซ่าทั้ง 4 สายพันธุ์ล้วนมีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสสูงกว่าข้าวโพดชุดควบคุม โดยข้าวโพดที่ใส่รา Glomus sp.สายพันธุ์ 9 Glomus sp.สายพันธุ์ 12 และที่ใส่ Gigaspora sp.สายพันธุ์3 มีปริมาณไนโตรเจนมากกว่าข้าวโพดที่ใส่ Acaulospora sp. สายพันธุ์2 ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่มีในต้นข้าวโพดที่ใส่รา Acaulospora sp.สายพันธุ์ 2 สูงกว่าอีก 3 สายพันธุ์และข้าวโพดชุดควบคุม แสดงว่าราวี เอไมโคไรซ่าทั้ง 4 สายพันธุ์นี้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซึมธาตุอาหารจากดินแต่ช่วยไม่เท่ากันในราแต่ละชนิด เช่นเดียวกับผลการทดลองของ Ross(1971) และ Pacovsky และคณะ(1986) สำหรับผลการวิเคราะห์ธาตุโปแตสเซี่ยมในต้นข้าวโพดที่ใส่ราวี เอไมโคไรซ่าชนิดต่างๆ พบว่า มีค่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย แม้จะแตกต่างกันทางสถิติแต่ไม่อาจสรุปได้ว่าเป็นผลเนื่องมาจากราวี เอไมโคไรซ่าเนื่องจากข้าวโพดจะใช้โปแตสเซี่ยมน้อยมากและธาตุนี้ไม่ถูกตรึงและไม่ถูกชะด้วยน้ำทั้งยังสลายให้แก่พืชได้เมื่อพืชต้องการด้วยอัตราการแพร่ที่เร็วกว่าฟอสฟอรัส ถึง 10 - 20 เท่า (Powell,1975) ดังนั้นข้าวโพดไม่อยู่ในภาวะขาดโปแตสเซี่ยม รากสามารถดูดไปใช้ได้เมื่อต้องการ หรืออาจเนื่องมาจากในช่วงเก็บผลและนำมาวิเคราะห์ผลนั้น เป็นช่วงที่ข้าวโพดออกฝักแล้วเป็นช่วงที่ไม่มีการดูดโปแตสเซี่ยมไปใช้และโปแตสเซี่ยมในดินมีการลดลงแล้ว (สนิท ลวดทอง,2527)

และจากผลการทดลองเกี่ยวกับการหาปริมาณ inoculum ที่เหมาะสมนั้น พบว่าเปอร์เซนต์การติดเชื้อในรากเพิ่มขึ้นตามปริมาณ inoculum แต่เมื่อเพิ่มถึงระดับหนึ่งแล้ว การเพิ่ม inoculum กลับไม่มีผลเพิ่มการติดเชื้อในรากในระดับที่แตกต่างกันทางสถิติ ตรงกับที่ Ferguson(1982) ได้กล่าวไว้ในรายงานของเขาว่า การใช้ inoculum กับพืชหนึ่งๆ ถ้าให้ในปริมาณหนึ่งถึง optimum limit แล้วจะทำให้มีการติดเชื้อในรากสูงสุดแต่ถ้าให้ inoculum

เพิ่มขึ้นอีกจะมีผลให้การติดเชื้อในรากลดน้อยลง ดังนั้นในการทดสอบเพื่อหาปริมาณที่น้อยที่สุดที่ทำให้มีการติดเชื้อในรากและมีประสิทธิภาพในการใช้ปุ๋ยสูงสุด จะช่วยให้สามารถประเมินการใช้ inoculum ในการทดลองในกระถางได้ และยังสามารถดัดแปลงผลการทดลองนี้เพื่อประเมินการใช้ inoculum ในแปลงเพาะปลูกพืชได้ด้วยซึ่งเป็นผลดีต่อการผลิต inoculum ในระดับอุตสาหกรรมในอนาคต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย