บทที่ 4
ผลการวิจัย

โครงการวิจัยย่อยที่ 2 การศึกษาปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมจากใบมะละกอในสภาพแปลงปลูก

4.1. การตรวจสอบและจำแนกชนิดของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

จากการ identify ชื่อเชื้อราไมคอร์ไรซาและคัดเลือกเชื้อ 5 ชนิด ที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของมะละกอดีที่สุดในสภาพโรงเรือน พบว่า เป็นไมคอร์ไรซา 5 สายพันธุ์ ดังนี้

1. *Glomus clarum*

2. *Gl. gerdermanii*

3. *Scutellospora heterogama*

4. *Gl. fecundisporum*

5. *Acaulospora denticulata*

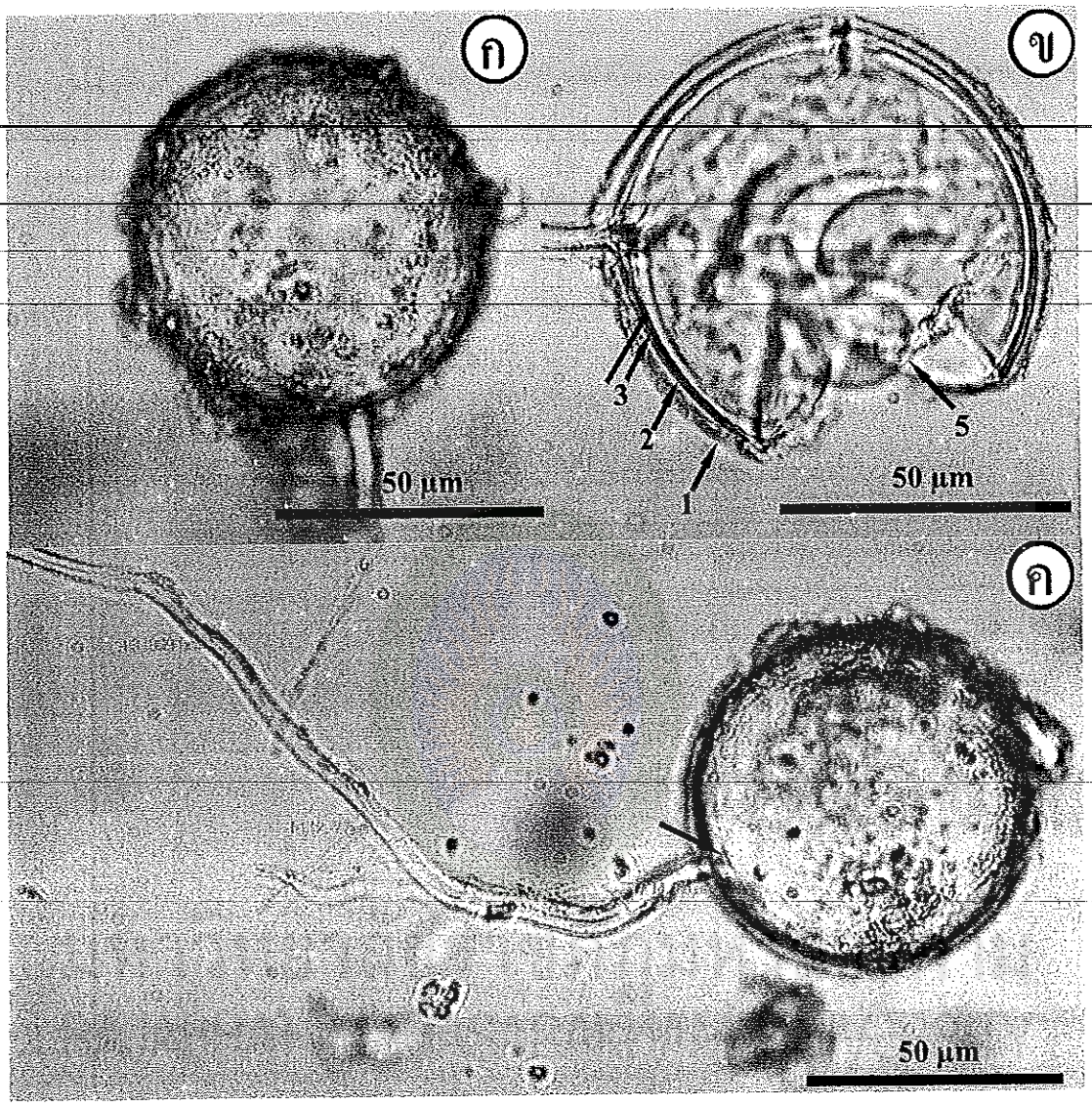
1.1 การเพิ่มปริมาณเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซาในกระถาง

การเพิ่มปริมาณเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซา มีวัตถุประสงค์เพื่อนำส่วนขยายพันธุ์ทั้งหมดของเชื้อรา ได้แก่ สปอร์ และเส้นใย ไปใช้เป็นกล้าเชื้อสำหรับตรวจสอบผลของเชื้อราต่อการเจริญเติบโตของมะละกอ และนำไปจำแนกชนิดของเชื้อราในระดับ species วิธีการที่ใช้ในการเพิ่มปริมาณสปอร์ เรียกว่าเทคนิคการเพิ่มปริมาณในกระถาง (pot culture technique) โดยร่อนสปอร์จากดินด้วยวิธี wet sieving and decanting ของ Gerdemann และ Nicolson (1969) แล้วแยกสปอร์เป็นกลุ่มๆ โดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่มองเห็นภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบ stereo microscope จากนั้นนำสปอร์แต่ละกลุ่มไปปลูกลงในกระถาง โดยใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชอาศัย ผลการทดลองพบว่าสามารถแยกได้ในเบื้องต้น 5 กลุ่ม จำนวน 38 ไอโซเลท หลังจากข้าวโพดอายุครบ 90 วัน จึงตรวจวัดเปอร์เซ็นต์ความหนาแน่นของการเข้าอยู่อาศัยในรากข้าวโพด และปริมาณสปอร์ทั้งหมดของเชื้อราไมคอร์ไรซา เนื่องจากมีความสำคัญต่อการนำไปใช้ทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของมะละกอ ซึ่งนิยมใช้ประมาณ 100 สปอร์ต่อต้นพืช หรือต่อหลุมปลูกพืช ผลการทดลองพบว่าสามารถ เพิ่มปริมาณสปอร์เชื้อราไมคอร์ไรซา ได้ทั้งหมด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

33 ไอโซเลท โดยมีกลุ่มของเชื้อราจำนวน 9 กลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 2 และพบว่าเชื้อราไอโซเลท BTK 3-4-2 มีเปอร์เซ็นต์ความหนาแน่นของการเข้าอยู่อาศัยในรากข้าวโพดสูงที่สุดคือ 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเชื้อราไอโซเลท BTK 1-4-2 มีจำนวนสปอร์สูงสุดคือ 59.26 สปอร์ต่อดิน 1 กรัม สำหรับการจำแนกชนิดของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซา ทั้ง 9 กลุ่มนั้นจะดำเนินการต่อไป นอกจากนี้ จากการพิจารณาปริมาณสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซา พบว่าเชื้อราเกือบทุกไอโซเลท มีปริมาณเพียงพอที่จะนำไปใช้เป็นกล้าเชื้อสำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราต่อการเจริญเติบโตของมะละกอ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

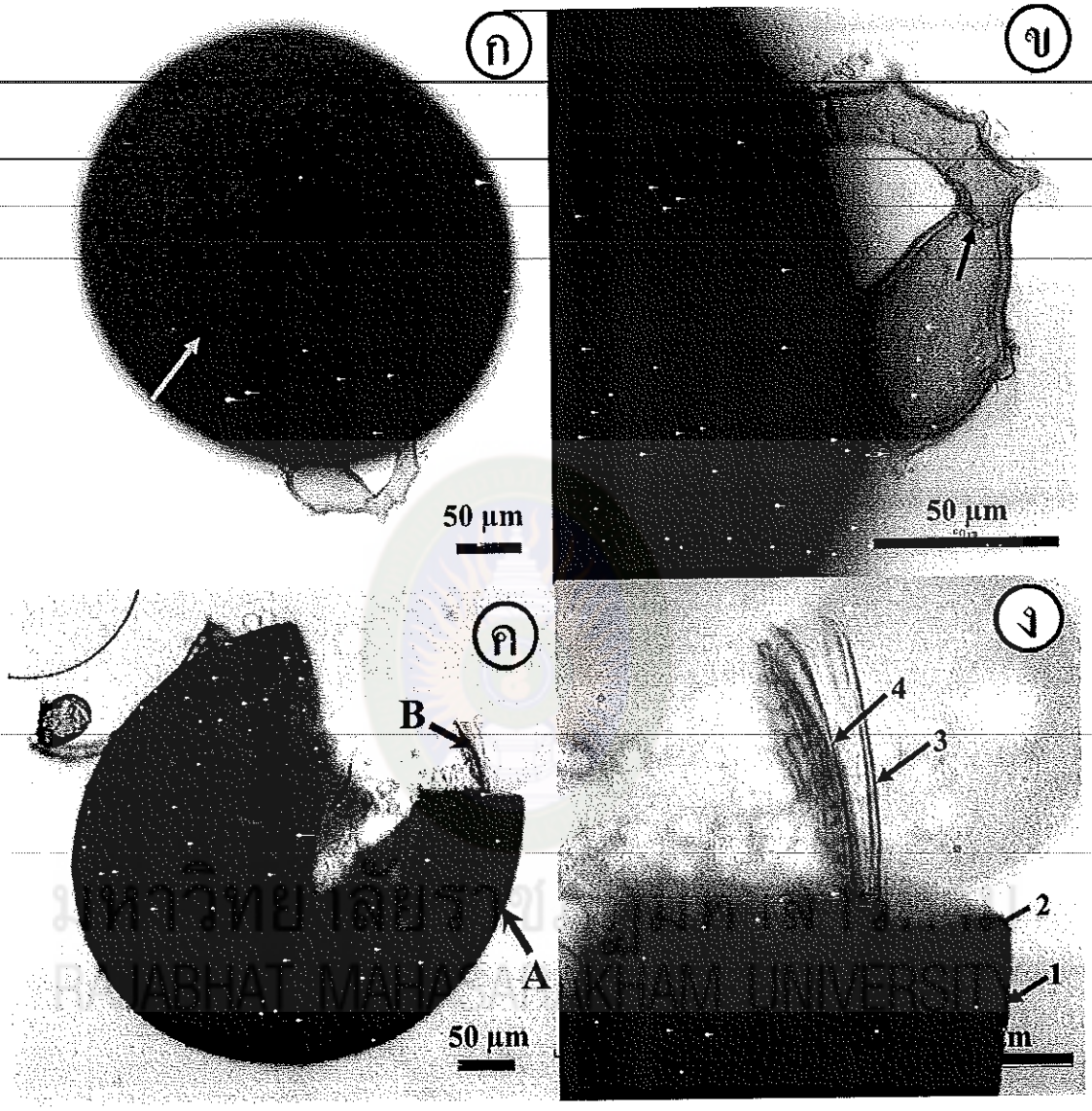


รูปที่ 1 ลักษณะของ *Glomus gerdemanii* Rose, Daniels & Trappe

ก. Chlamydospore สีขาวถึงสีน้ำตาลแกมเหลือง รูปร่าง กลม

ข. ผนังสปอร์ประกอบด้วย 5 ชั้น (1, 2, 3, 4 และ 5)

ค. ส่วน Hyphal attachment มีช่องเปิด ลักษณะตรง ใสไม่มีสี (ลูกศร)



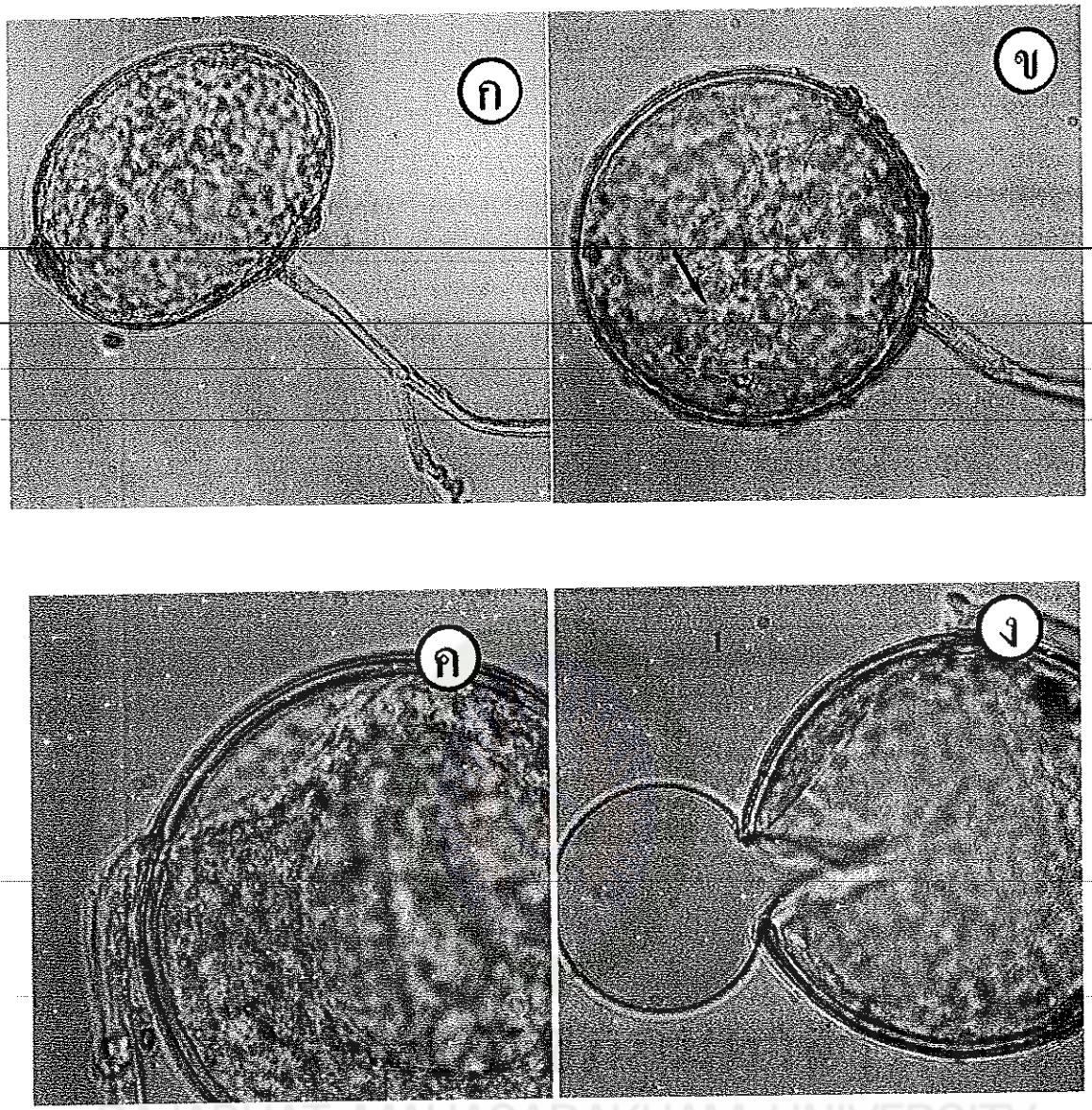
รูปที่ 2 ลักษณะของ *Scutellospora heterogama* Walker & Sanders

ก. Germination shield (ลูกศร)

ข. Bulbous suspensor ติดอยู่กับสปอร์ Subtending hypha ที่มีผนังกั้น

ค. ลักษณะสปอร์ตอนแตก ผนังมี 2 กลุ่ม (A และ B)

ง. ผนังสปอร์มี 4 ชั้น (1, 2, 3 และ 4) ชั้นที่ 1 อยู่นอกสุดเป็นผนังแบบ unit wall ยึดติดแน่นกับผนังชั้นที่ 2 ซึ่งเป็น laminated wall เรียงซ้อนกันอย่างละเอียด ชั้นที่ 3 และ 4 เป็น membranous wall สามารถแยกออกจากกันได้



RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รูปที่ 3 ลักษณะของ*Glomus clarum* Nicolson & Schenck

ก. สปอร์ลักษณะเป็นวงรี ติดอยู่กับ Subtending hypha

ข. สปอร์ลักษณะกลม เห็นเม็ดไขมันในสปอร์ (ลูกศร)

ค. ผนังกั้นรูเชื่อมระหว่างสปอร์กับ Subtending hypha (ลูกศร)

ง. ผนังสปอร์มี 1 กรุ๊ป ประกอบด้วย 2 ชั้น (ลูกศร) แยกออกจากกันเมื่อสปอร์แตก

รูปที่ 4. การเพิ่มปริมาณเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซาในกระถางโดยใช้ข้าวโพดเป็นพืชอาศัย

ตารางที่ 1. จำนวนสปอร์ทั้งหมด เปอร์เซ็นต์ความหนาแน่นของการเข้าอยู่อาศัย ชนิด และลักษณะของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซา ที่เพิ่มปริมาณในกระถาง

รหัสเชื้อ	ความหนาแน่นของการเข้าอยู่อาศัยในรากข้าวโพด (%)	ค่าเฉลี่ยจำนวนสปอร์ต่อดิน 1 กรัม	ชนิด และลักษณะของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซา
BTK 1-1-1	78.3	47.06	*Glomus gerdemanii*
BTK 1-2-1	5.4	1.53	*Acaulospora denticulata* *Scutellospora heterogama*
BTK 1-2-2	52.2	5.06	*Acaulospora denticulata* *Scutellospora heterogama*
BTK 1-3-2	22.3	8.73	*Acaulospora denticulata*
BTK 1-4-1	46.4	4.93	*Acaulospora longula*

ตารางที่ 1. (ต่อ)

รหัสเชื้อ	ความหนาแน่นของการเข้าอยู่อาศัยในรากข้าวโพด(%)	ค่าเฉลี่ยจำนวนสปอร์ต่อดิน 1 กรัม	ชนิด และลักษณะของเชื้อ
BTK 1-4-2	5.0	59.26	*Glomus clarum*
BTK 1-5-1	86.6	28	*Glomus fecundisporum*
BTK 1-5-2	70.0	4.67	*Acaulospora denticulata* *Glomus clarum*
BTK 2-1-1	30.0	2.2	*Acaulospora denticulata*
BTK 2-1-2	5.0	0.93	*Glomus fecundisporum*
BTK 2-2-1	30.0	22.86	*Glomus clarum*
BTK 2-3-1	48.0	6.67	*Glomus fecundisporum*
BTK 2-3-2	3.2	2	*Acaulospora denticulata*
BTK 2-4-2	62.1	7.73	*Glomus clarum* *Scutellospora heterogama*
BTK 2-5-1	70.0	6.13	*Acaulospora denticulata*
BTK 2-5-2	13.8	10	*Glomus clarum* *Scutellospora heterogama*
BTK 3-1-1	70.0	12.67	*Glomus clarum*
BTK 3-2-1	30.0	12.73	*Glomus clarum*,
BTK 3-2-2	43.8	4.47	*Scutellospora heterogama* *Acaulospora denticulate*
BTK 3-3-1	30.0	5.66	*Acaulospora denticulate* *Glomus clarum*
BTK 3-4-2	**95.0**	**3.93**	***Acaulospora denticulata***
BTK 3-5-2	21.2	2.8	*Acaulospora denticulata*
BTK 4-1-2	30.0	1.33	*Gigaspora albida* *Scutellospora heterogama*
BTK 4-2-2	15.7	3.13	*Scutellospora heterogama*

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 1. (ต่อ)

รหัสเชื้อ	ความหนาแน่นของการเข้าอยู่อาศัยในราก	ค่าเฉลี่ยจำนวนสปอร์ต่อดิน 1	ชนิด และลักษณะของเชื้อ
	ข้าวโพด(%)	กรัม	
BTK 4-3-1	30	27.53	*Acaulospora denticulata*
			Glomus clarum
BTK 4-4-1	16.8	16.33	*Glomus clarum*
BTK 4-4-2	43.8	4.53	*Gigaspora* sp.
BTK 4-5-2	55.4	4.93	*Scutellospora heterogama*

จากตารางที่ 1 พบว่า รหัสเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา BTK 3-4-2 จะมีความหนาแน่นของการเข้าอยู่อาศัยในรากข้าวโพด เป็นเปอร์เซ็นต์สูงสุด ประมาณ 95.0 % ในการจำแนกชนิดของเชื้อรา พบว่า เป็นเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ซา สายพันธุ์ *Acaulospora denticulate* ตารางที่ 1

4.2 การจำแนกชนิดของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

การจำแนกชนิดเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซา สามารถจำแนกได้ทั้งสิ้น 8 ชนิด รายละเอียดลักษณะของเชื้อมีดังนี้

4.2.1 ***Acaulospora denticulata*** Sieverding & Toro

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ไม่ทราบการสร้าง sporocarp สปอร์สีน้ำตาลเหลือง ถึงน้ำตาลดำ รูปร่างกลม หรือเกือบกลมมีขนาด (112-) 130-170 (-175) ไมครอน soporiferous saccule รูปร่างกลมหรือเกือบกลม ขนาด 80-160 ไมครอน ผนังหนา 1-2 ไมครอน อยู่ห่างจากสปอร์ 50-90 ไมครอน ผนังสปอร์ประกอบด้วย 4 ชั้น (1-4) ใน 2 กรุ๊ป (A และ B) กรุ๊ป A ประกอบด้วยผนัง 1 ชั้น มีสีน้ำตาลเหลือง ถึงน้ำตาลแดง หนา 2.5-10 ไมครอน ผิวนอกมีลักษณะเป็นชั้นที่ยื่นออกมา รูปร่างไม่เป็นระเบียบ มีขนาด ไม่สม่ำเสมอ กว้าง 3x6-3x4 ไมครอน สูง 1-2 ไมครอน กรุ๊ป B ประกอบด้วยผนัง 3 ชั้นคือ 2, 3 และ 4 เป็น membranous wall แต่ละชั้นหนา 0.5-1.5 ไมครอน สามารถแยกออกจากกันได้ทั้งหมด หรือ ชั้น 3 และ 4 ไม่สามารถแยกออกจากกันได้

4.2.2 *Acaulospora longula* Spain & Schenck

สร้าง azygospore เดี่ยวๆในดิน โดยสร้างบนด้านข้างของเส้นใยที่ปลายด้านหนึ่งค่อยๆ เรียว และบวมพอง ซึ่งเรียกว่า hyphal terminus หรือ vesicle ซึ่งมีลักษณะกลม ถึงเกือบกลม มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (60)-70-90(-110) ไมครอน มีผนังหนา 0.5 ไมครอน เส้นใยบริเวณที่มีสปอร์ติดอยู่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6-12 ไมครอน ระยะทางระหว่าสปอร์ถึงปลาย hyphal terminus ยาว 100-200 ไมครอน hyphal terminus มักจะยุบตัวภายหลังจากที่มีการสร้างสปอร์ขึ้น โดยปกติจะหลุดออกเมื่อสปอร์แก่เต็มที่ สปอร์มีลักษณะค่อนข้างใส ถึงสีเหลืองอ่อน กลมหรือเกือบกลม มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (55-) 75-90 (-100) ไมครอน บางครั้งมีลักษณะเป็นรูปวงรี หรือผิดปกติ มีขนาด 100-115 x 66-98 ไมครอน ผนังสปอร์โดยรวมหนา 2.5-5 ไมครอน สามารถแยกออกเป็นส่วนๆได้เมื่อทำให้สปอร์แตก ผนังชั้นนอกสุดเป็น mucilaginous wall ไม่สามารถอยู่ได้นาน หนา 0.5-3 ไมครอน ผนังชั้นที่ 2 หนา 2-3 ไมครอน ไม่สามารถแยกออกจากชั้นที่ 3 ได้ ผนังชั้นที่ 3 หนา 0.5 ไมครอน ผนังชั้นที่ 4 ใสหนา 0.5-1 ไมครอน และทำปฏิกิริยากับ Melzer' reagent โดยเปลี่ยนเป็นสีม่วงสว่าง ผนังสปอร์ส่วนใหญ่จะเห็นได้ชัดเจนเมื่อสปอร์แตก และเมื่อย้อมสี สปอร์ ผนังสปอร์จะเป็นสีเหลืองเมื่ออยู่ใน lactophenol content ที่อยู่ในสปอร์จะใส ถึงเกือบใส

4.2.3 *Gigaspora albida* Schenck & Smith

สร้าง azygospore เดี่ยวๆ ในดิน สปอร์มีรูปร่าง กลม มีสีขาวด้าน หรือเหลืองเขียว ขนาด 143-330 (-350) ไมครอน โดยมีขนาดเฉลี่ยที่ 265 ไมครอน บางครั้งอาจมีลักษณะเป็นวงรีขนาด 232-252 x 234-250 ไมครอน ผนังสปอร์ หนา 4-12 ไมครอน มีจำนวน 1 (เมื่อสปอร์อายุน้อย) ถึง 6 ชั้น ผนังชั้นนอกสปอร์เรียบ ส่วนชั้นในมี 2-3 ชั้น บางครั้งมี 4-5 ชั้น bulbous suspensor มีขนาด (24-)36(-50) ไมครอน ใสไม่มีสีถึงสีเหลือง bulbous suspensor มีช่องเปิดถึงสปอร์

4.2.4 *Gigaspora* sp.

สปอร์ลักษณะกลม สีเหลือง ขนาด 253x257 ไมครอน ประกอบด้วยผนัง 1 กรุ๊ป 3 ชั้น ไม่แยกจากกัน ชั้นที่ 1 ลักษณะผิวขุขระเหมือนหนามสีเหลืองน้ำตาล หนา 4-6 ไมครอน ชั้นที่สองผนังแบบ laminate wall สีเหลือง หนา 6-8 ไมครอน ชั้นที่ 3 บางที่สุด ใส หนา 1-2 ไมครอน bulbous suspensor มีขนาด 30-50 ไมครอน ผนังหนา 1-3 ไมครอน

4.2.5 *Glomus clarum* Nicolson & Schenck

สร้าง chlamydospores เดี่ยวๆ หรือ กลุ่มเล็กๆ ในดิน และในส่วนของรากชั้น cortex สปอร์มีลักษณะกลม หรือ รี ขนาด 68-290 ไมครอน สปอร์มีขนาดหลากหลาย ส่วนมากประมาณ 190

ไมครอน สีใสหรือมีสีเหลือง ผนังสปอร์ซับซ้อนหนา 7-31 ไมครอน ผนังชั้นนอก 5-20 ไมครอน ผนังชั้นใน 2-9 ไมครอน ผนั้นชั้นในอาจมี 2-5 ชั้น พบเมือกใสๆ เกาะอยู่ที่ผิวชั้นนอก เมื่อสปอร์แตกพบผนัง 1 กรุ๊ป ใสไม่มีสีถึงสีเหลือง เส้นใยติดกับสปอร์ ค่อนข้างตรง มีผนังกั้นบริเวณที่เชื่องต่อกับสปอร์ กว้าง 3-5 ไมครอน ผนังสปอร์ติดแน่นกับรอยเชื่อมต่อเส้นใย

1.2.6 ***Glomus fecundisporum*** Schenck & Smith

ไม่ทราบการสร้าง sporocarps สร้าง chlamydospores เดี่ยวๆ หรือ จับเป็นกลุ่มหลวมๆในดินมีเส้นใยมากมายติดอยู่กับรากพืช สปอร์มีลักษณะกลม ขนาด (60-)107(-155) สปอร์ที่ผิดปรกติมีขนาด 83-150 x107-207 ไมครอน เมื่อสปอร์อายุน้อยผนังสปอร์ใสไม่มีสีหรือเหลืองใส ต่อมาจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองน้ำตาล หรือสีน้ำตาลดำ หรือสีดำ ผนังสปอร์หนา 1.5-7.5(-13) ไมครอน เฉลี่ย 4.5 ไมครอน เมื่ออายุยังน้อยผนังสปอร์เรียบ มีเศษซากพืชมาติดที่ผิวของสปอร์ ผนังสปอร์ประกอบด้วยผนัง 2 กรุ๊ป ผนังชั้นนอกและผนังชั้นใน สามารถแยกออกจากกันได้ภายใต้แรงดัน เส้นใยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7-22 ไมครอน เฉลี่ย 15 ไมครอน ผนังเส้นใยหนา 0.5-2 ไมครอน รูเปิดกว้าง 6-14 ไมครอน และจะมีผนังมาปิดรูสปอร์เมื่อสปอร์แก่

1.2.7 ***Glomus gerdemanii*** Rose, Daniels & Trappe

sporocarp สีน้ำตาลเข้ม เกิดจากเส้นใยมาสานกันแน่น เส้นใยมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3-5 ไมครอน ผนังหนา 0.5 ไมครอน ไม่มีผนังกั้น และไม่มี peridium ห่อหุ้มผิวของ sporocarp อาจขรุขระขึ้นอยู่กับลักษณะของสปอร์ chlamydospore สีขาวถึงสีน้ำตาลแกมเหลือง รูปร่างมีหลายแบบ เช่น กลม สปอร์มีขนาด 53-85 ไมครอน ถ้าเป็นรูปไข่หรือยาวรี มีขนาด 58-85 x 85-106 ไมครอน ผนังสปอร์หนา 4-13 ไมครอน แบ่งออกเป็น 2 กรุ๊ป ประกอบด้วย กรุ๊ป A มีผนัง 3 ชั้น ชั้นที่ 1 อยู่นอกสุดไม่มีสี เมื่ออายุยังน้อยผนังเรียบ แต่เมื่อสปอร์แก่ผนังไม่เรียบ จะเป็นคลื่นและแตกง่าย หนา 0.5-1 ไมครอน ชั้นที่ 2 ใสไม่มีสีถึงสีน้ำตาลแกมเหลืองอ่อน เรียบ เมื่อสปอร์อายุมากจะดูเหมือนเป็นชั้นซ้อนกันแบบ laminate อยู่ติดกับผนังชั้นที่ 1 สามารถแยกออกจากกันได้หนา 2-3 ไมครอน ชั้นที่ 3 ใสไม่มีสีเรียบ สามารถแยกออกจากชั้นที่ 2 ได้ง่าย หนา 1 ไมครอน กรุ๊ป B ประกอบด้วยผนัง 2 ชั้น ชั้นนอกสุด (ชั้นที่ 4) ใสไม่มีสี ไม่เรียบ หนา 1-2 ไมครอน ชั้นในสุด (ชั้นที่ 5) ใสไม่มีสีเรียบ หนา 0.1 ไมครอน attached hypha ตรง ใสไม่มีสีขนาด 5-7 ไมครอน ผนังบางมาก หนา 0.5-0.7 ไมครอน ไม่ทำปฏิกิริยากับ Melzer's reagent

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1.2.8 ***Scutellospora heterogama*** Walker & Sanders

สร้าง zygospore เดี่ยวๆ ในดิน โดยสร้างอยู่บนปลายสุด หรือค่อนข้างปลาย หรือทางด้านข้างของ bulbous suspensor รูปร่างกลม ถึงเกือบกลม หรือผิดปกติ ขนาด 150-202 ไมครอน สีของสปอร์ เป็นสีน้ำตาลเหลืองอ่อนถึงน้ำตาลแดง ผนังสปอร์ประกอบด้วย 4 ชั้น (1-4) ใน 2 กรุ๊ป (A และ B) กรุ๊ป A มีผนัง 2 ชั้น (1-2) ชั้นที่ 1 อยู่นอกสุด ผนังเป็นแบบ unit wall ยึดติดแน่นกับแผ่นกับผนังชั้นที่ 2 ซึ่งเป็น laminated wall ผนังชั้นที่ 1 เปราะ สีเหลืองอ่อนถึงน้ำตาลอ่อน หนา 1-1.5 ไมครอน ผนังชั้นที่ 2 สีน้ำตาลเหลือง เป็น laminated wall เรียงซ้อนกันอย่างละเอียด หนา 4-7 ไมครอน กรุ๊ป B มีผนัง 2 ชั้น (3-4) เป็น membranous wall สามารถแยกออกจากกันได้ ผนังแต่ละชั้นจะใส หนาน้อยกว่า 1 ไมครอน ผนังหนาโดยรวม 1.5-3 ไมครอน suspensor-like cell เกิดบนปลาย subtending hypha ที่มีผนังกั้น กว้าง 21-42 ไมครอน สีน้ำตาลเหลือง ผนังของ suspensor-like cell หนา 1-2.5 ไมครอน และบริเวณฐานของ สปอร์จะหนาที่สุด หนา 2.5-4 ไมครอน บางครั้งจะพบเส้นใยที่ยื่นออกมาจาก bulbous suspensor 1 หรือ 2 อัน หรือไม่มีเลย ถ้ามีจะขนาด 10-16 x 5-9 ไมครอน และยื่นตรงมายังสปอร์

4.3 . การเจริญเติบโตและปริมาณธาตุอาหารหลักในใบมะละกอ

จากการศึกษาความสูงต้น และเส้นรอบวงโคนต้น มะละกอ ในสภาพแปลงปลูก ในพื้นที่จังหวัด มหาสารคาม ตั้งแต่ ช่วงเดือน เมษายน จนถึง พฤศจิกายน 2553 พบว่า มะละกอทุกสายพันธุ์ให้ความสูงต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ตั้งแต่อายุ 1 เดือน จนถึง อายุ 8 เดือน โดยสายพันธุ์ครั่งเนื้อแดง ให้ความสูงต้นมากกว่าทุกสายพันธุ์ (189.34 ซม.) และพันธุ์โกโก้ ให้ความสูงต้นน้อยที่สุด (152.76 ซม.) ตารางที่ 1 ในขณะที่เส้นรอบวงโคนต้นของมะละกอทุกสายพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตั้งแต่ช่วงเดือน เมษายน จนถึง พฤศจิกายน 2553 โดยในสายพันธุ์ครั่งเนื้อแดงและแขกดำศรีสะเกษ แสดงปริมาณเส้นรอบวงโคนต้นมากกว่าทุกสายพันธุ์ (80.72 และ 79.10 ตามลำดับ) ตารางที่ 2 สอดคล้องกับการศึกษาของ รัชดาภรณ์ (2549) ศึกษาลักษณะการเจริญเติบโตของมะละกอ 31 สายพันธุ์ ในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี พบว่า การเจริญเติบโตด้านความสูงของมะละกอขึ้นกับสภาพแวดล้อมเป็นหลัก เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ปลูกมะละกอและการเข้าทำลายของโรคแมลง เป็นต้น สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของมะละกอควรเป็นดินร่วนปนเหนียวที่มีแร่ธาตุอาหารสูง ลักษณะของดินมีสีคล้ำปนน้ำตาลแดงซึ่งพบในบริเวณ อ. กันทรลักษณ์ จ. ศรีสะเกษ และที่ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา จะสามารถปลูกมะละกอได้ต้นที่สมบรูณ์ บริเวณโคนต้นใหญ่ ใบเขียวเข้ม เมื่อมะละกอแข็งแรงสมบรูณ์จะพบปัญหาการเข้าทำลายของโรคแมลงน้อยมาก

RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 2 ความสูงต้นต่อเดือนของมะละกอ 6 พันธุ์ ในสภาพแปลงปลูก

พันธุ์มะละกอ	ความสูงต้นต่อเดือน (ซม.)							
	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เดือนที่ 5	เดือนที่ 6	เดือนที่ 7	เดือนที่ 8
1. แขกดำศรีสะเกษ	9.18ab	20.12a	56.36ab	75.41ab	87.32ab	135.60ab	149.88b	176.97a
2. แขกนวล	7.32b	19.82ab	50.62b	69.46b	82.94b	112.37b	139.79b	155.83b
3. สายน้ำผึ้ง	3.39c	15.35b	57.60ab	69.92b	79.63b	129.36b	147.39b	158.36b
4. โกโก้	5.92bc	13.42b	49.95b	68.37b	88.68ab	122.37ab	158.72ab	152.76b
5. แขกดำดำเนิน	9.83ab	21.40a	58.32a	77.63a	90.23a	147.50a	161.95ab	179.92a
6. ครั่ง	**12.45 a**	**24.67a**	**62.94a**	**78.43a**	**95.54a**	**153.71a**	**168.72a**	**189.34a**
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**
CV (%)	2.59	13.44	20.13	5.20	5.59	4.76	11.85	18.90

ตารางที่ 3 เส้นรอบวงโคนต้นต่อเดือนของมะละกอ 6 พันธุ์ ในสภาพแปลงปลูก

พันธุ์มะละกอ	เส้นรอบวงโคนต้นต่อเดือน (ซม.)							
	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เดือนที่ 5	เดือนที่ 6	เดือนที่ 7	เดือนที่ 8
1. แขกดำศรีสะเกษ	1.30	9.97	19.39	29.45	41.55	53.51	61.61	79.10
2. แขกนวล	1.29	8.99	17.78	29.72	39.90	49.82	58.90	77.81
3. สายน้ำผึ้ง	1.22	9.90	16.33	28.48	39.51	46.31	57.96	75.94
4. โกโก้	1.20	9.98	17.32	29.68	38.96	46.32	55.42	76.51
5. แขกดำดำเนิน	1.21	9.87	19.83	30.72	39.77	49.43	58.57	77.54
6. ครั่ง	1.29	10.12	20.79	33.95	45.32	55.71	63.31	80.72
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	9.32	4.31	10.90	3.71	5.31	9.82	7.50	12.44

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4 ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ในมะละกอ ช่วงอายุ 1,3,5 และ 7 เดือน ของใบมะละกอสายพันธุ์ครั่งเนื้อแดง ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ 3 สายพันธุ์ ในสภาพแปลงปลูก

พันธุ์มะละกอ/ชนิดเชื้อไมคอร์ไรซา	เดือนที่ 1/ปริมาณธาตุอาหาร			เดือนที่ 3/ปริมาณธาตุอาหาร			เดือนที่ 5/ปริมาณธาตุอาหาร			เดือนที่ 7/ปริมาณธาตุอาหาร		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
ครั่งเนื้อแดงไม่ใส่เชื้อรา	0.035c	0.015c	0.083b	0.082c	0.062b	1.109ab	0.990b	0.109b	1.385b	1.092c	0.195b	1.532c
ครั่ง/1	0.298b	0.098a	0.118a	0.744b	0.132ab	0.198b	0.960b	0.183a	1.150b	1.286bc	0.204b	2.131b
ครั่ง/2	0.630ab	0.048b	0.109b	0.930b	0.097b	0.173b	1.365ab	0.112b	1.782a	2.036ab	0.238a	2.040b
ครั่ง/3	0.984a	0.104a	0.120a	1.351a	0.158a	1.321a	2.572a	0.194a	2.011a	2.896a	0.339a	2.248a
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
C.V	5.69	2.38	10.72	14.61	9.43	12.68	10.22	11.97	5.35	7.81	7.44	7.63

หมายเหตุ :

/1 : เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ชนิด *Acaulospora denticulata*

/2 : เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ชนิด *Glomus gerdemanii*

/3 : เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ชนิด *Glomus clarum*

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากการศึกษาปริมาณธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม) ในใบมะละกอสายพันธุ์ครั่งโดยการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ จำนวน 3 สายพันธุ์ (*Acaulospora denticulate Glomus gerdemanii Glomus clarum*) พบว่า เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ทั้ง 3 สายพันธุ์ มีผลต่อการดูดปริมาณธาตุอาหารหลักทั้ง 3 ชนิด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ชนิด *Glomus clarum* ให้ผลต่อการดูดธาตุอาหารหลักทั้ง 3 ชนิด มากกว่าเชื้อ *Glomus gerdemanii* และ *Acaulospora denticulate* ตามลำดับ (ตารางที่ 4) การใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอรไรซา จะมีผลต่อการเพิ่มปริมาณการดูดธาตุอาหารหลักในมะละกอให้อยู่ในปริมาณพอเพียงต่อการเจริญเติบโต ในขณะที่การไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์จะทำให้ปริมาณธาตุอาหารหลักอยู่ในปริมาณที่ไม่พอเพียงต่อการเจริญเติบโต โดยเฉพาะปริมาณธาตุฟอสฟอรัส

สมบูรณ์ (2532) ทำการศึกษาผลกระทบของการเพาะเชื้อเอคโตไมคอร์ไรซา *Pisolithus tinctorius* (Pers.) Coker & Couch ต่อ การเจริญเติบโตและการดูดซับธาตุอาหารของกล้าไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส และสนคาริเบียที่ปลูกบนมูลดินเหมืองแร่ พบว่า เมื่อกล้าไม้มีอายุ 6 เดือน กล้าไม้ที่ปลูกราเอคโตไมคอร์ไรซา มีการเจริญเติบโตด้านความสูง เส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับคอราก มวลชีวภาพ น้ำหนักแห้ง ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส และแมกนีเซียม สูงกว่ากล้าไม้ที่ไม่ได้ปลูก ราเอคโตไมคอร์ไรซาอย่างมีนัยสำคัญ

จากการรายงานการวิจัยของกิตติมา (2541) ซึ่งได้ทำการปลูกเชื้อราเวสสิคูล่าร์-อาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซา (VAM) 6 ชนิด ให้กับกล้าสัก ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ พบว่ากล้าสักที่ได้รับการปลูกเชื้อมีการเจริญเติบโต ทางด้านความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับคอราก น้ำหนักแห้งส่วนยอด น้ำหนักส่วนราก และน้ำหนักแห้งรวม มากกว่ากล้าสักที่ไม่ได้ ปลูกเชื้อ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แม้ว่าในระบบนิเวศน์วิทยาของป่าธรรมชาติชนิดต่าง ๆ ของประเทศไทยจะมีเชื้อราไมคอร์ไรซากระจายพันธุ์อยู่ โดยทั่วไปก็ตาม แต่ในบางท้องที่โดยเฉพาะในท้องที่ป่าเสื่อมโทรมซึ่งถูกแผ้วถาง มีการทำไม้หรือทำไร่เลื่อนลอยนาน ๆ หน้าดินถูกชะล้างให้เสื่อมสภาพ ไปมากคือ ประมาณ 40-50 % (พงษ์ศักดิ์ และคณะ, 2523) เชื้อราจะมีอยู่อย่างจำกัด หรือเกิดการขาดแคลนขึ้นได้ ฉะนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งจะต้อง มีการเพาะเลี้ยงเชื้อราไมคอร์ไรซาที่มีประโยชน์เหมาะสม ขยายพันธุ์แล้วนำไปปลดปล่อย และเพาะปลูกเพิ่ม ให้แก่กล้าไม้ ก่อนนำไปปลูกสร้างเป็นสวนป่าใหม่จึงจะสามารถทำได้ ต้นไม้มีอัตราการ รอดตายสูง และมีอัตราการเจริญเติบโตเร็วขึ้น แต่ถ้าต้นไม้ที่นำไปปลูกสร้างสวนป่าใหม่ ไม่ได้รับการดูแลเอาใจใส่เกี่ยวกับเชื้อราไมคอร์ไรซา โดยใช้วิธีคัดเลือกพันธุ์เชื้อราไมคอร์ไรซา ที่มีคุณสมบัติเหมาะสม ทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศที่เปลี่ยนแปลงได้ดีแล้ว มักจะพบเห็นเสมอว่า ต้นกล้าหรือต้นไม้ที่นำไปปลูกใหม่จะ มีอัตราการตายสูง การเจริญเติบโตเป็นไปอย่างช้า และแคระแกรน ซึ่งมีผลทำให้โครงการปลูกสร้างสวนป่าล้มเหลว และไม่ประสบผลตามเป้าหมาย เท่าที่ควร ฉะนั้นจึงมีความจำเป็น อย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาวิจัย ว่าในระบบนิเวศน์วิทยาป่าไม ชนิดและประเภทต่าง ๆ ของเรานั้น มีพันธุ์ไม้ชนิดใดบ้าง ที่มีความสัมพันธ์แบบไมคอร์ไรซากับเชื้อราชนิดใดบ้าง เพื่อที่จะนำความรู้นี้ไปดำเนินการคัดเลือกพันธุ์ชนิด ของเห็ดราที่เหมาะสม ไปเพาะขยายพันธุ์ปลูกกับกล้าไม้เพื่อดำเนินการปลูกสร้างสวนป่าต่อไป

Ogawa (1992) ได้ทำการศึกษาการใช้ผงถ่านจากไม้ (wood charcoal) ทั้งที่กรมป่าไม้ และที่ประเทศญี่ปุ่น โดยทำการศึกษา การใช้ผงถ่านจากไม้ 3-5 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับดินเพาะชำกล้าสัก ข้าวโพด ข้าวฟ่าง หญ้า และ พืชตระกูลถั่ว ที่มีราเวสสิคูลาร์- อาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซา ชนิด *Glomus fasciculatus* (Thax.senu Gerd.) Gerd. & Trappe และ *Gl. mosseae* (Nicol. & Gerd.) Gerd.

&Trappeพบว่า จะช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของกล้าไม้ และมีการสร้างราเวสสิคูลาร์-อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาของกล้าไม้ดีขึ้นกว่าปกติ

Alarcon และคณะ (2002) ศึกษาผลของเชื้อรา *Glomus claroideum* และ แบคทีเรีย *Azospirillum brasilense* ต่อการเจริญของต้นกล้า และกิจกรรมของเอนไซม์ acid phosphatase ของรากต้นกล้ามะละกอ (Carica papaya) ภายใต้สภาวะเครียดด้วยฟอสฟอรัส การทดลองประกอบด้วย 4 treatment คือ 1) ต้นกล้าที่ปลูกเชื้อ *G. claroideum* 2) ปลูกเชื้อ *A. brasilense* 3) ปลูกเชื้อ *G. claroideum* ร่วมกับ *A. brasilense* และ 4) กล้ามะละกอที่ไม่ปลูกเชื้อใดๆ เลย โดยปลูกพืชในดินร่วนผสมทรายและให้ปุ๋ย ในปริมาณที่จำกัดในอัตรา 11 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรของฟอสฟอรัส ผลการทดลองพบว่า การเจริญเติบโต ของต้นกล้าลดลงเป็นอย่างมากเมื่อให้ปุ๋ยในปริมาณต่ำ และพบว่าการปลูกเชื้อรา *G. claroideum* ร่วมกับ *A. brasilense* มีผลทำให้ต้นกล้ามีน้ำหนักแห้ง และพื้นที่ใบมากกว่าต้นกล้าที่ไม่ได้ปลูกเชื้อใดเลยเป็นอย่างมาก การปลูกเชื้อรา *G. claroideum* ทำให้ต้นกล้ามีพื้นที่ใบมากกว่าต้นกล้าที่ไม่ปลูกเชื้อใดเลย สำหรับอัตราการเจริญของลำต้นพบว่าการปลูกเชื้อ *G. claroideum* เพียงอย่างเดียว หรือการปลูกเชื้อ *G. claroideum* ร่วมกับ *A. brasilense* ไม่แสดงผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการปลูกเชื้อรา *G. claroideum* ร่วมกับ *A. brasilense* และการปลูกเชื้อ *A. brasilense* เพียงอย่างเดียวแล้ว พบว่าการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราไมคอร์ไรซาจะส่งเสริมให้เชื้อ *A. brasilense* มีปริมาณสูงขึ้นถึง 3.4 เท่า นอกจากนี้ยังพบว่ากิจกรรมของเอนไซม์ acid phosphatase ในรากต้นกล้าที่ปลูกเชื้อราไมคอร์ไรซาจะมีปริมาณสูงขึ้น

Duponnois และคณะ (2005) ศึกษาผลของการปลูกเชื้อ *Glomus intraradices* ต่อการเจริญเติบโตของกระถิน *Acacia holosericea* และกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินบริเวณรอบรากพืช (rhizosphere) ในสภาพที่ใส และไม่ใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟต โดยปลูกพืชทั้งในสภาพดินที่อบฆ่าเชื้อและไม่อบฆ่าเชื้อ ผลการทดลองพบว่า การปลูกเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสามารถส่งเสริมการเจริญให้กับพืชได้ สูงกว่าการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อปลูกเชื้อ *Glomus intraradices* ร่วมกับการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟตพบว่าจะส่งเสริมให้พืชมีการเจริญของลำต้น และมีปริมาณ ฟอสฟอรัสในใบพืชสูงกว่าที่ปลูกเชื้อราไมคอร์ไรซาหรือใส่ปุ๋ยเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่า ในดินที่ปลูกเชื้อราไมคอร์ไรซาร่วมกับการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟตหรือการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟตเพียงอย่างเดียว จะทำให้จำนวนแบคทีเรียกลุ่ม fluorescent pseudomonas ในดินเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตรวจพบว่าการเจริญของพืชมีความสัมพันธ์กับกระบวนการ metabolism ของ ketoglutaric acid และไม่มีความสัมพันธ์กับกระบวนการ metabolism ของ phenylalanine ซึ่งเป็นผลมาจากกิจกรรมของแบคทีเรียดินกลุ่มนี้

Garcia-Garrido และ Ocampo (1988) ศึกษาปฏิกิริยาระหว่าง *Glomus mosseae* และ *Erwinia carotovora* และผลต่อการเจริญเติบโตของต้นมะเขือเทศ พบว่าในต้นมะเขือเทศที่ไม่มีเชื้อราไมคอร์ไรซาเชื้อ *E. crotovora* จะทำให้การเจริญเติบโตของพืชลดลง การป้องกันโรคของมะเขือเทศและการลดลง ของกลุ่มเชื่อ *E. crotovora* ในรากพืชที่มีไมคอร์ไรซานั้นไม่ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของฟอสฟอรัส ที่อยู่ในพืชและไม่ขึ้นอยู่กับจำนวนครั้งของการปลูกเชื้อ *E. crotovora* และ *G. mosseae*

Ryan และคณะ (2000) ตรวจสอบผลของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการฟักตัวของ cyst ไส้เดือนฝอยในต้นมันฝรั่ง พบว่า เชื้อราไมคอร์ไรซามีผลทำให้ไส้เดือนฝอยชนิด *Globodera pallida* ออกไข่ล่าช้า และมีผลต่อการฟักไข่ของไส้เดือนฝอยทั้งสองชนิดคือ *G. pallida* และ *G. rostochiensis*

ความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาได้มีการศึกษากันมาหลายปีแล้ว โดยมีรายงานว่านอกจากสารอาหารที่พืชคัดหลั่ง (root exudates) จะมีผลต่อการเจริญและการงอกของเส้นใย อาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซาแล้ว จุลินทรีย์ดินยังมีผลต่อการงอกของสปอร์เชื้อราไมคอร์ไรซาอีกด้วย โดยเฉพาะกลุ่มแบคทีเรียที่ อาศัยอยู่บริเวณรอบรากพืช (rhizosphere) ซึ่งมีหลายกลุ่มได้แก่ แบคทีเรียที่ละลายฟอสเฟต แบคทีเรียที่ควบคุม วัฐจักรของอาหารในดิน แบคทีเรียที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช แบคทีเรียที่ดำรงชีวิตแบบเป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อราไมคอร์ไรซา เป็นต้น แบคทีเรียเหล่านี้จะมีผลในการกระตุ้นการงอกของสปอร์เชื้อราไมคอร์ไรซา นอกจากแบคทีเรียที่เจริญอยู่ในดินรอบรากพืชแล้ว แบคทีเรียที่มีบทบาทเป็นอย่างมากต่อการงอกของสปอร์ไมคอร์ไรซา คือ แบคทีเรียที่อาศัยอยู่บนผิวของสปอร์ โดยศึกษาการงอกของสปอร์เชื้อรา *Glomus versiforme* พบว่าสปอร์ไมคอร์ไรซาจะมีการงอกที่ต่ำมาก หากไม่มีการปลูกเชื้อแบคทีเรียบริสุทธิ์ที่แยกจากผิวของสปอร์ไมคอร์ไรซา การชะลอการงอกของสปอร์เชื้อไมคอร์ไรซา อาจเกิดขึ้นได้ โดยแบคทีเรียกลุ่มที่สร้างสารกลุ่มยาปฏิชีวนะต่อต้าน การเจริญของเชื้อรา เช่น เชื้อ Pseudomonas ซึ่งสร้างสารในกลุ่ม pyoluteorin, pyrrolinitrin และ สารคล้าย phenazine ส่วนแบคทีเรียกลุ่มที่สร้างสารกระตุ้นการเจริญของพืช เช่น indole-3-acetic acid, gibberellic acid และ kinetin จะช่วยส่งเสริมการเจริญของเส้นใยเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาโดยตรง ถ้าหากเชื้อราได้รับสารเหล่านี้ในปริมาณ ความเข้มข้นที่สูงเหมือนกับที่พบในเนื้อเยื่อพืช สำหรับแบคทีเรียที่ละลายฟอสเฟตพบว่า การปลูกเชื้อรา ไมคอร์ไรซาร่วมกับแบคทีเรียที่ละลายฟอสเฟตจะช่วยส่งเสริมการเจริญให้กับพืชที่ปลูกในดินที่ขาดฟอสฟอรัส ได้ดีกว่าการปลูกเชื้อเพียงชนิดเดียว (Gryndler, 2000)

นอกจากนี้จากการตรวจสอบข้อมูลพื้นฐาน พบว่าการอยู่ร่วมกันของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซากับเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นในธรรมชาตินั้น มีความสำคัญ และเกี่ยวข้องกับการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชที่มีเชื้อราไมคอร์ไรซาอาศัยอยู่ร่วม โดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อแบคทีเรีย ซึ่งมีหลาย

กลุ่มได้แก่ แบคทีเรียกลุ่มที่ละลายปุ๋ยฟอสเฟต (phosphate solubilizing bacteria) และกลุ่มที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (plant growth promoting bacteria) เป็นต้น โดยแบคทีเรียเหล่านี้เจริญอยู่ในดินบริเวณรอบรากพืช (rhizosphere) และที่บริเวณผิวรากพืช (rhizoplane) การอยู่ร่วมกันนี้เป็นการอยู่ร่วมกัน แบบพึ่งพาอาศัยกัน เอื้ออำนวยประโยชน์ซึ่งกันและกัน (symbiosis) เซลล์ของรากพืชและรา สามารถถ่ายทอด อาหารให้กันและกันได้ ต้นพืชได้รับน้ำและแร่ธาตุที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตจากรา ส่วนราได้รับสารอาหารจากต้นพืช ผ่านมาทางระบบราก เช่น พวกแป้ง น้ำตาล โปรตีน และวิตามินต่าง ๆ (Hacskaylo, 1971) นอกจากนี้ราไมคอร์ไรซายังช่วยป้องกันรากพืชจากการเข้าทำลายของเชื้อโรคด้วย (Marx, 1973) สปอร์ของราไมคอร์ไรซาจะมีอยู่ทั่ว ๆ ไปในดิน (soil bome fungi) (กิตติมา, 2552)

ไมคอร์ไรซ่า (Mycorrhizas) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อรา (fungi) กับระบบรากของพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชชั้นสูง เชื้อรานั้นต้องมิใช่เชื้อที่เป็นสาเหตุของโรคพืชส่วนรากพืชต้องเป็นรากที่มีอายุน้อย ๆ และยังทำหน้าที่หลักในการดูดน้ำและธาตุอาหารต่าง ๆ ให้กับพืช ซึ่งเป็นการอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัย หรือเอื้ออำนวยประโยชน์ซึ่งกันและกัน (Symbiotic associations) ต้นไม้ให้สารประกอบคาร์โบไฮเดรทและสารประกอบอื่น ๆ จากขบวนการเมตาบอลิซึมที่มีประโยชน์แก่ราและราช่วยเพิ่มธาตุอาหาร เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และธาตุอื่น ๆ ให้กับต้นไม้ นอกจากนี้เชื้อไมคอร์ไรซ่ายังช่วยปกป้องรากพืชจากการเข้าทำลายของเชื้อโรค ตั้งแต่มีการค้นพบความสัมพันธ์แบบนี้เป็นต้นมา ได้มีการศึกษาค้นคว้ากันอย่างมากมาย และเป็นที่ประจักษ์ว่ารากของพืชเกือบทุกชนิดมีไมคอร์ไรซ่าอาศัยอยู่ และไมคอร์ไรซ่านี้เองมีส่วนช่วยให้ต้นพืชสามารถมีชีวิตรอดอยู่ได้ แม้เมื่อเจริญอยู่บนดินที่มีสภาพไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต (อุทัยวรรณ, 2534) เชื้อราไมคอร์ไรซ่าเป็นส่วนหนึ่งในระบบนิเวศของพืชและเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืชโดยเฉพาะในช่วงแรกของการเจริญเติบโตของต้นไม้ เชื้อราจะช่วยดูดซับความชื้นให้แก่กล้าไม้ และจะช่วยให้กล้าไม้มีชีวิตอยู่รอดได้ในช่วงวิกฤตจากความแห้งแล้ง (Cited by Mikola, 1973) การมีชีวิตอยู่ร่วมกันระหว่างราไมคอร์ไรซากับระบบรากของต้นไม้ มีความสำคัญยิ่งต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของต้นไม้ โดยจะทำให้ระบบนิเวศน์ป่าไม้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น (Marx and Barnett, 1974; Mikola, 1973)

เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเป็นเชื้อราที่อยู่ร่วมกับรากพืช โดยมีความสัมพันธ์แบบเอื้ออำนวยประโยชน์ซึ่งกันและกัน โดยที่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา จะช่วยเพิ่มปริมาตรในการหาอาหารในดินและเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดธาตุอาหารจากสารละลายในดินให้แก่พืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุฟอสฟอรัส ซึ่งเป็นธาตุที่มีอยู่ในระดับต่ำในดินเขตร้อน และมักถูกตรึงอยู่ในดินให้อยู่ในสภาพที่พืชไม่สามารถนำไปใช้ได้ นอกจากนี้ยังพบว่าเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจะเปลี่ยนธาตุอาหารในรูปที่ไม่ละลายน้ำให้อยู่ในรูปที่ละลายน้ำ และพืชสามารถนำไปใช้ได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(Sieverding, 1991) นอกจากนี้เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซายังมีบทบาทในการทำให้พืชต้านทานต่อโรคพืช (Powell และ Bagyaraj, 1984) ช่วยให้พืชทนแล้ง (Puppi และ Bar, 1990) และช่วยให้พืชทนต่อความเค็ม (Tian และคณะ, 2004) และสารโลหะหนัก (Davies และคณะ, 2001)

จากตารางที่ 5 การศึกษาลักษณะประจำพันธุ์ของมะละกอที่มีความเหมาะสมต่อพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม โดยอาศัยข้อมูลจากการเจริญเติบโต ได้คัดเลือกไว้ 3 พันธุ์ คือ พันธุ์ครั่ง พันธุ์แขกดำดำเนินและพันธุ์แขกดำศรีสะเกษ พบว่า พันธุ์ครั่งและพันธุ์แขกดำศรีสะเกษมีลักษณะประจำพันธุ์คล้ายคลึงกัน อาทิ สีโคนต้นมีจุดประสีแดงอมม่วง ความยาวก้านใบมีขนาดใกล้เคียงกัน การเรียงตัวของใบขนานกับพื้น ขนาดของผลใกล้เคียงกัน สีผิวผลเขียวเข้ม มีความทนทานต่อโรคใบจุดวงแหวนอยู่ในระดับปานกลาง-ดี เป็นต้น ลักษณะของดอก พบว่า พันธุ์ครั่งมีสีดอกแตกต่างจาก 2 พันธุ์ คือ มีสีขาวอมเขียว ในขณะที่พันธุ์แขกดำดำเนินและพันธุ์แขกดำศรีสะเกษ มีสีเหลืองอ่อน อายุเมื่อดอกแรกบานของพันธุ์ครั่งจะเร็วกว่า พันธุ์แขกดำดำเนินและแขกดำศรีสะเกษ ประมาณ 110 วัน หรือ 3 เดือน ในขณะที่ 2 พันธุ์ อายุดอกแรกบาน ประมาณ 4-4.5 เดือน

ลักษณะของผล พบว่า พันธุ์ครั่งมีอายุการเก็บเกี่ยวเร็วกว่าพันธุ์อื่นๆ ประมาณ 2 เดือน สามารถเก็บเกี่ยวผลแรกเมื่ออายุผลได้ 6 เดือน ในขณะที่ 2 พันธุ์ เก็บเกี่ยวได้เมื่ออายุผล ประมาณ 7.5-8 เดือน พันธุ์ครั่งมีลักษณะของผลดีกว่าพันธุ์อื่นๆ เช่น ขนาดใหญ่ น้ำหนักผลมาก ความหนาเนื้อมาก ช่องว่างภายในผลน้อย แต่มีความหวานของเนื้อน้อยกว่าพันธุ์แขกดำดำเนินและแขกดำศรีสะเกษ การใช้ประโยชน์ของผลดิบในการทำส้มตำทั้ง 3 พันธุ์ มีความเหมาะสม โดยเฉพาะในพันธุ์ครั่ง ลักษณะความทนทานต่อการเกิดโรคใบจุดวงแหวนในพันธุ์แขกดำดำเนินมีความอ่อนแอมากกว่าพันธุ์แขกดำศรีสะเกษและพันธุ์ครั่ง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
MAHASARAKHAM RAJABHAT UNIVERSITY

ตารางที่ 5 ลักษณะประจำพันธุ์ของมะละกอ 3 พันธุ์ ที่ปลูกในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม [1/2/]

ลักษณะประจำพันธุ์	พันธุ์ครั่ง	พันธุ์แขกดำดำเนิน	พันธุ์แขกดำศรีสะเกษ
ต้น :			
- สีโคนต้น	จุดประสีแดงอมม่วง	สีม่วงสลับเขียว	จุดประสีม่วง
ใบ :			
- สีก้านใบ	สีเขียวอ่อน	สีเขียวเข้ม	สีเขียวเข้ม
- สีใบ	สีเขียวเข้ม	สีเขียวเข้ม	สีเขียวเข้ม
- รูปร่างใบ	มี 11 แฉก (straight)	มี 11 แฉก (straight)	มี 11 แฉก (straight)
- ความยาวก้านใบเฉลี่ย	0.63 เมตร	0.45 เมตร	0.60 เมตร
- ความยาวใบเฉลี่ย	0.57 เมตร	0.39 เมตร	0.55 เมตร
-ความกว้างใบเฉลี่ย	0.69 เมตร	0.52 เมตร	0.64 เมตร
- การเรียงตัวของใบ	ขนานกับพื้น	ขนานกับพื้น	ขนานกับพื้น

ดอก : - สีดอก - อายุเมื่อดอกแรกบาน (วัน) - สีดอกตัวผู้ - สีดอกตัวเมีย	 สีขาวอมเขียว 110 วัน สีเขียวอมเหลือง สีขาวอมเขียว	 สีเหลืองอ่อน 150 วัน สีเหลืองอ่อน สีเหลืองอ่อน	 สีเหลืองอ่อน 136 วัน สีเขียวอ่อน สีเหลืองอ่อน
เมล็ด : สีเมล็ด	 สีดำอมน้ำตาล	 สีดำ	 สีดำ
การใช้ประโยชน์ : ผลดิบ ผลสุก	 เนื้อกรอบมาก เหมาะในการทำส้มตำ ผลไม้	 เนื้อกรอบ เหมาะในการทำส้มตำ ผลไม้	 เนื้อปานกลาง ใช้ในการทำส้มตำ ผลไม้
ความทนทานต่อโรค :	ทนทาน PRSV ดี	ไม่ทนทาน PRSV	ทนทาน PRSV ปานกลาง

[1/] ดัดแปลงตามมาตรฐานของ International Board of Plant Genetic Resourses (IBPGR, Rome, 1988)

[2/] เทียบสีจากมาตรฐานของ R.H.S. Colour Chart

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY