การตอบสนองของกิ่งตอนลำไยพันธุ์อีดอต่ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา จากเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และลำพูน

ปรียานุช แก้ววงค์วาน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาปฐพีศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาปฐพีศาสตร์

ชื่อเรื่อง

การตอบสนองของกิ่งตอนลำไยพันธุ์อีดอต่ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา
จากเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และลำพูน

โดย

ปรียานุช แก้ววงค์วาน

พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการที่ปรึกษา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จีราภรณ์ อินทสาร)

วันที่ 23 เดือน ก.ค. พ.ศ. 2557

กรรมการที่ปรึกษา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฏิภาณ สุทธิกุลบุตร)

วันที่ 23 เดือน ก.ค. พ.ศ. 2557

กรรมการที่ปรึกษา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรนุช เจริญกิจ)

วันที่ 24 เดือน ก.ค. พ.ศ. 2557

ประธานอาจารย์ประจำหลักสูตร .....

(อาจารย์ ดร.วีณา นิลวงศ์)

วันที่ 23 เดือน ก.ค. พ.ศ. 2557

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จาตุพงศ์ วาฤทธิ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 24 เดือน ก.ค. พ.ศ. 2557

ชื่อเรื่อง การตอบสนองของกิ่งตอนลำไยพันธุ์อีดอต่ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจากเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และลำพูน

ชื่อผู้เขียน นางสาวปรียานุช แก้ววงค์วาน

ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาปฐพีศาสตร์

ประธานกรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จีราภรณ์ อินทสาร

บทคัดย่อ

การศึกษาการตอบสนองของกิ่งตอนลำไยพันธุ์อีดอต่อประสิทธิภาพของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจากเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูน ในโรงเรือน โดยทำการรวบรวมจำนวนสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา จากสวนลำไย 6 แห่ง คือ อำเภอหางดง อำเภอสันป่าตอง อำเภอสารภี อำเภอแม่ออน อำเภอแม่ทา และอำเภอทุ่งหัวช้าง พบว่ามีปริมาณสปอร์ เฉลี่ย 17.00 สปอร์/ดิน 10 g นำสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา จากแต่ละอำเภอมาทำการปลูกถ่ายให้กับกิ่งตอนลำไยเพื่อเปรียบเทียบกับเชื้อราวีเอไมคอร์ไรซาจากกรมวิชาการเกษตร โดยวางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design (RCBD) 8 ตำรับทดลอง 3 ซ้ำ ดังนี้ 1)ตำรับควบคุม (control) 2)อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอำเภอสันป่าตอง (AM-SPT) 3)อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอำเภอหางดง (AM-HD) 4)อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอำเภอสารภี (AM-SP) 5)อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอำเภอแม่ออน (AM-MO) 6)อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอำเภอทุ่งหัวช้าง (AM-TCH) 7)อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอำเภอแม่ทา (AM-MT) และ 8)วีเอไมคอร์ไรซาของกรมวิชาการเกษตร(VAM-DOA) พบว่า ตำรับ AM-MT ทำให้กิ่งตอนลำไยมีความสูงเฉลี่ยเพิ่มขึ้นสูงกว่าตำรับอื่น คือร้อยละ 6.77-40.85 จากความสูงเริ่มต้นของกิ่งตอนลำไยเท่ากับ 104 cm และมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของทรงพุ่มเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 13.04-120.43 จากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเริ่มต้นของกิ่งตอนลำไยเท่ากับ 34.8 cm เมื่อทำการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 3-12 เดือน สำหรับปริมาณจำนวนสปอร์เฉลี่ยสูงสุดคือ 71.7-108.7 สปอร์/ดิน 10 g และเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยในรากของกิ่งตอนลำไยเฉลี่ย 19.0-80.8% ในตำรับที่ได้รับ AM-MT ($P<0.01$) ปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ย 3.68, 4.37, 4.45 และ 4.48% หลังการใส่ AM ทุกชนิดในระยะ 3, 6, 9 และ 12 เดือน ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้สูงที่สุดเมื่อกิ่งตอนลำไยได้รับ AM-MT แต่ไม่มีความแตกต่างกับ AM-SPT ในเดือนที่ 6 และไม่แตกต่างกับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาของอำเภออื่นๆ ในเดือนที่ 3, 9 และ 12 โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 365-452 mgP kg^{-1} ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดินตอบสนองต่อการใช้ AM อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง หลังจากใส่เชื้อ 9 และ 12 เดือน โดย AM-MT ทำให้ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัด

ได้สูงที่สุดคือ 473 และ 215 mgK kg^{-1}ตามลำดับ ($P<0.01$) สำหรับปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียม พบว่าการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทุกตำรับ มีผลทำให้ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียม มีความแตกต่างในทางสถิติ หลังจากใส่เชื้อในระยะ 3 และ 6 เดือนเท่านั้น แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในเดือนที่ 9 และ 12 สำหรับปริมาณเหล็กที่สกัดได้สูงที่สุดจากการใช้ AM-MT คือ 17.3, 18.9 และ 26.6 mgFe kg^{-1} ในเดือนที่ 3, 6 และ 9 ตามลำดับ ($P<0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างกับ AM-HD ในเดือนที่ 12 สำหรับปริมาณแมงกานีส มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 18.3-29.6 mgMn kg^{-1} หลังการใส่เชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในระยะ 3-12 เดือน ขณะที่ปริมาณทองแดงและสังกะสีมีค่าเฉลี่ย 1.52-1.97 mgCu kg^{-1} และ 8.11-11.50 mgZn kg^{-1}

สำหรับปริมาณธาตุอาหารในใบลำไยหลังการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ที่ระยะเวลา 6 และ 12 เดือน พบว่ากิ่งตอนลำไยมีการตอบสนองต่อ AM-MT โดยรวมสูงกว่าตำรับอื่น โดยมีปริมาณไนโตรเจนสะสมในใบเฉลี่ยสูงสุดคือ 1.44 และ 2.27 %N สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสสะสมในใบเฉลี่ยสูงสุดคือ 0.42 %P ($P<0.01$) ที่ระยะ 6 เดือน ขณะที่ตัวอย่างใบลำไยหลังการใส่เชื้อ 12 เดือน กลับพบว่าเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสสูงที่สุดคือ 0.29 %P จากตำรับ AM-SPT แต่ไม่แตกต่างกับ AM-MT ปริมาณโพแทสเซียมในตัวอย่างใบสูงที่สุด จากตำรับ AM-MT คือ 1.19 และ 1.39 %K ในระยะ 6 และ 12 เดือน ตามลำดับ ($P<0.01$) ปริมาณแคลเซียมในตัวอย่างใบ จากการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา โดย AM-MT มีผลทำให้แคลเซียมสูงที่สุด คือ 3.58 และ 3.80 %Ca ($P<0.05$) สำหรับปริมาณแมกนีเซียมของใบที่ระยะ 6 เดือน พบว่า AM-SPT ทำให้แมกนีเซียมสูงที่สุดคือ 0.31 %Mg แต่ไม่แตกต่างกับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในอำเภออื่นๆ ปริมาณเหล็ก แมงกานีส ทองแดงและสังกะสี ในตัวอย่างใบที่ระยะ 6 และ 12 เดือน หลังการปลูกเชื้อมีค่าเฉลี่ย 29.30, 17.30, 18.16 และ 22.50 mg kg^{-1} และ 45.60, 22.60, 6.65 และ 25.50 mg kg^{-1} ตามลำดับ

คำสำคัญ : อาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา, กิ่งตอนลำไย

Title Response of longan grafting to arbuscular mycorrhiza from Chiang Mai and Lamphun Province

Author Miss Preyanuch Kawwongwan

Degree of Master of Science in Soil Science

Advisory Committee Chairperson Assistant Professor Dr. Jiraporn Inthasan

ABSTRACT

To study the response of longan grafting to arbuscular mycorrhiza in Chiang Mai and Lamphun provinces, arbuscular mycorrhiza (AM) spores were collected from longan orchards, in 6 districts namely: San Pa Tong (SPT), Hang Dong (HD), Saraphi (SP), Mae On (MO), Thung Hua Chang (TCH) and Mae Tha (MT). Results showed an average of arbuscalar mycorrhiza at 17.00 spores/10 g soil and these spores were then used in longan grafting to compare with vasicular arbuscular mycorrhiza from DOA in an RCBD experiment with 8 treatments and 3 replications, as follow: 1) control; 2) AM-SPT; 3) AM-HD; 4) AM-SP; 5) AM-MO; 6) AM-TCH; 7) AM-MT and 8) VAM-DOA. Results showed that AM-MT gave the highest average height of longan grafting compared with others, which ranged from 7.00 to 13.00 cm. Width of longan grafting canopy ranged from 0.20 to 4.16 m^2 after inoculation of AM at 3-12 months. Highest amount of AM was at 71.7-108.7 spores/10 g soil and percentage of root colonization ranged from 19.0-80.8% by AM-MT at 3-12 months ($P<0.01$). Organic matter was shown at 3.68, 4.37, 4.45 and 4.48% after inoculation of AM at 3, 6, 9 and 12 months, respectively. Six months after inoculation, AM-MT caused highest extractable phosphorus but not significant with AM-SPT treatment. However, all AM treatments could not provide different extractable phosphorus at 3, 9 and 12 months with an average of 365-452 mgP kg^{-1}. Longan grafting at 9 and 12 months presented the highest significant amount of extractable potassium at 473 and 215 mgK kg^{-1} ($P<0.01$). All AM and VAM-DOA treatments caused significant extractable Ca and Mg only at 3 and 6 months after inoculation but not significant at 9 and 12 months. Highest extractable Fe values were provided by AM-MT at 17.3, 18.9 and 26.6 mgFe kg^{-1} at 3, 6 and 9 months after inoculation ($P<0.05$) respectively, but not significant with AM-HD treatment at 12 months after inoculation. Average extractable Mn was 18.3-29.6 mgMn kg^{-1} after

inoculation of AM at 3-12 months while extractable Cu and Zn were determined at an average of 1.52-1.97 mg Cu kg^{-1} and 8.11-11.50 mg Zn kg^{-1}, respectively. Nutrient concentrations of longan grafting leaves after inoculation of AM at 6 and 9 months, caused the highest AM-MT response than others with Nitrogen concentration having the highest at 1.44 and 2.27 %N in the leaves, respectively. Highest phosphorus in leaf was provided by AM-MT at 0.42 %P after 6 months inoculation ($P<0.01$). AM-SPT caused highest phosphorus in leaf at 0.29 %P but not significant with AM-MT after 12 months of AM-MT inoculation although it still gave the highest potassium content in leaf at 1.19 and 1.39% at 6 and 12 months after inoculation, respectively ($P<0.01$). All AM treatment were not able to provide difference in calcium concentration in leaf samples. However, AM-MT treatment provided the highest Ca content at 3.58 and 3.80 % Ca ($P<0.05$). Magnesium content at 6 months after inoculation showed the highest at 0.31 % Mg by AM-SPT but not significant with others. Averages of Fe, Mn, Cu, Zn were 29.30, 17.30 18.16 and 22.50 mg kg^{-1} at 6 months and 45.60, 22.60, 6.25 and 25.50 mg kg^{-1} at 12 months, respectively.

Key Words: Arbuscular Mycorhizal, Longan grafting

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จีราภรณ์ อินทสาร ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งค่อยแนะนำให้ความรู้และให้คำปรึกษารวมถึงคอยช่วยเหลือ และสนับสนุนในเรื่องของอุปกรณ์ สารเคมีต่างๆ ที่ใช้ในการทำงานวิจัยในครั้งนี้ ตลอดจนให้คำแนะนำตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้นตลอดจนการตรวจแก้ไขเล่มวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสำเร็จไปด้วยดี ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปฏิภาณ สุทธิกุลบุตร และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธีรนุช เจริญกิจ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ค่อยให้คำแนะนำมาโดยตลอด

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการดินและพืช ที่ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับและให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ดินและพืช รวมไปถึงการใช้เครื่อง Atomic Absorpion Spectrophotometer (AAS) สำหรับการทำวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการหลักสูตรเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้ความอนุเคราะห์และให้คำแนะนำสำหรับการใช้เครื่องมือสำหรับการถ่ายรูปในการทำวิจัยนี้ ตลอดจนเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ที่คอยให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณแม่ทองพูน ต๊ะสูรโย คุณยายจันทร์ฟอง ต๊ะสูรโย และญาติ พี่น้องทุกคนที่คอยให้การสนับสนุน ให้ทุนการศึกษา ตลอดจนการอบรมสั่งสอนและให้กำลังใจในการศึกษาและการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้เสมอมา

ปรียานุช แก้ววงค์วาน

กรกฎาคม 2557

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
สารบัญตาราง	(10)
สารบัญภาพผนวก	(12)
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
ขอบเขตของงานวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
ไมคอร์ไรซา	3
ชนิดของไมคอร์ไรซา	3
ลักษณะสำคัญของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา	7
การจัดจำแนกชนิดของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา	8
การพัฒนาเข้าสู่รากพืชของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา	9
ปัจจัยที่มีผลต่ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา	10
บทบาทของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีต่อพืชอาศัย	15
การเพิ่มปริมาณอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา	20
ผลของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของไม้ผล	21
พฤกษาศาสตร์ของลำไย	21
นิเวศวิทยาที่เหมาะสมในการเพาะปลูกลำไย	22
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	25
พื้นที่ทำการทดลองและวิธีการทดลอง	25
การศึกษาปริมาณและการกระจายของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในสวนลำไย	25
การเพิ่มปริมาณสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา	26

การศึกษาการตอบสนองของกิ่งตอนลำไยพันธุ์อีดอต่อประสิทธิภาพของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 27
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง 33
ผลการทดลอง 33
การศึกษาปริมาณและการกระจายของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในสวนลำไยการเพิ่มปริมาณสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 33
การเพิ่มปริมาณสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 37
การศึกษาการตอบสนองของกิ่งตอนลำไยพันธุ์อีดอต่อประสิทธิภาพของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 37
วิจารณ์ผลการทดลอง 69
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 82
สรุปผลการวิจัย 82
บรรณานุกรม 84
ภาคผนวก 96
ภาคผนวก ก Hoagland's Solution (Plant Nutrient Solution) และ Ringer Solution 97
ภาคผนวก ข ภาพการทดลอง 99
ภาคผนวก ค ประวัติผู้วิจัย 106

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	ปริมาณของ soil inoculum หลังมีการขยายเชื้อในข้าวโพด	28
2	ความสูงและเส้นผ่าศูนย์กลาง(R)ขนาดทรงพุ่มเฉลี่ยของกิ่งตอนลำไยขณะเริ่มต้นการทดลอง	30
3	ผลการตรวจสอบจำนวนสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินปลูกจากสวนลำไยของแต่ละอำเภอ	34
4	ลักษณะของสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินบริเวณใต้ทรงพุ่มลำไยจากสวนลำไยแต่ละอำเภอ	35
5	ผลหลังการขยายสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจากสวนลำไยแต่ละอำเภอในข้าวโพด	37
6	ร้อยละความสูงที่เพิ่มขึ้นของต้นลำไยในเดือนที่ 3, 6, 9 และ 12 เดือน ภายหลังปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาโดยเทียบกับความสูงเริ่มต้น	39
7	ร้อยละขนาดทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้นของต้นลำไยในเดือนที่ 3, 6, 9 และ 12 เดือน ภายหลังปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาโดยเทียบกับความสูงเริ่มต้น	41
8	จำนวนสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในตัวอย่างวัสดุปลูกของต้นลำไยหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาได้ 3, 6, 9 และ 12 เดือน	43
9	เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยการเข้าอยู่อาศัยในรากลำไยโดยอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 3, 6, 9 และ 12 เดือน	45
10	คุณสมบัติของวัสดุปลูกก่อนการทดลอง	46
11	ความเป็นกรดด่างในวัสดุปลูกกิ่งตอนลำไยภายหลังได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 3, 6, 9 และ 12 เดือน	48
12	ปริมาณอินทรียวัตถุในวัสดุปลูกกิ่งตอนลำไยภายหลังได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 3, 6, 9 และ 12 เดือน	49
13	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในวัสดุปลูกกิ่งตอนลำไยภายหลังได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 3, 6, 9 และ 12 เดือน	51
14	ปริมาณโพแทสเซียมในวัสดุปลูกกิ่งตอนลำไยภายหลังได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 3, 6, 9 และ 12 เดือน	53

ตาราง หน้า

15 ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ในวัสดุปลูกกิ่งตอนลำไยภายหลังได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 3, 6, 9 และ 12 เดือน 54
16 ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ในวัสดุปลูกกิ่งตอนลำไยภายหลังได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 3, 6, 9 และ 12 เดือน 56
17 ปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในวัสดุปลูกกิ่งตอนลำไยภายหลังได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 3, 6, 9 และ 12 เดือน 57
18 ปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ในวัสดุปลูกกิ่งตอนลำไยภายหลังได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 3, 6, 9 และ 12 เดือน 59
19 ปริมาณทองแดงที่สกัดได้ในวัสดุปลูกกิ่งตอนลำไยภายหลังได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 3, 6, 9 และ 12 เดือน 60
20 ปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในวัสดุปลูกกิ่งตอนลำไยภายหลังได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 3, 6, 9 และ 12 เดือน 62
21 ปริมาณธาตุอาหารหลักในใบลำไยหลังใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 6 และ12 เดือน 64
22 ปริมาณธาตุอาหารรองในใบลำไยหลังใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 6 และ 12 เดือน 66
23 ปริมาณธาตุอาหารเสริมในใบลำไยหลังใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 6 และ 12 เดือน 68

สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวก		หน้า
1	บริเวณโคนต้นลำไยที่สุ่มเก็บตัวอย่างสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา	99
2	การขยายจำนวนสปอร์เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในข้าวโพด	99
3	การทดลองในโรงเรือนของกิ่งตอนลำไย	100
4	การเก็บข้อมูลและการดูแลรักษาของกิ่งตอนลำไยภายหลังการได้รับเชื้อ	100
5	ลักษณะของรากลำไยภายหลังการได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา	100
6	การตรวจสอบนับจำนวนสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา	101
7	ตรวจสอบเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยในรากลำไยภายหลังได้รับเชื้อ	101
8	สปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ	101
9	สปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ	101
10	สปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ	102
11	การวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุในดินหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา	102
12	การวิเคราะห์หาฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน	102
13	การวิเคราะห์ความเป็นกรดเป็นด่างในดิน	103
14	วิธีการย่อยพืชเพื่อใช้การวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในพืช	103
15	ลักษณะการวางรากลำไยเพื่อนำไปศึกษาเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา	103
16	ลักษณะรากลำไยที่ไม่พบอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา	104
17	ลักษณะของเส้นใยและเวสสิเคิลในรากลำไย	104

บทที่ 1
บทนำ

อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เป็นเชื้อราที่พบทั่วไปในดิน อาศัยอยู่ร่วมกับรากพืช มีความสัมพันธ์แบบพึ่งพาอาศัยโดยไม่ทำอันตรายต่อพืชอาศัย (วิระ, 2544) ซึ่งสามารถช่วยดูดธาตุอาหารต่างๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยเพิ่มการดูดซึมธาตุอาหารในดินให้มีประโยชน์มากขึ้น เช่น ฟอสฟอรัส ไนโตรเจน ธาตุอาหารเสริมและจุลธาตุ (ธงชัย, 2535) รวมไปถึงบทบาทสำคัญที่จะช่วยทำให้พืชมีชีวิตรอดภายใต้สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น การเพิ่มความสามารถในการทนแล้งของพืช เพิ่มความต้านทานเชื้อสาเหตุโรคพืช (Schenck, 1981) และช่วยในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช(สมจิตร, 2549) ในขณะที่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาได้รับสารอาหารจากการสังเคราะห์แสงของพืชผ่านทางระบบราก เช่น แป้ง น้ำตาล โปรตีน วิตามินต่างๆ (Marx, 1973)

ลำไยเป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจอันดับหนึ่งในภาคเหนือของประเทศไทยโดยเฉพาะอย่างยิ่งจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน ผลผลิตของลำไยสามารถส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศทั้งในรูปของผลสด อบแห้ง แช่แข็ง และลำไยกระป๋อง ซึ่งมีมูลค่าการส่งออกปีละหลายพันล้านบาท (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2553) ปัจจุบันเกษตรกรผู้ปลูกลำไยมักประสบปัญหาในช่วงแรกๆ ของการปลูกลำไย เนื่องจากกิ่งตอนลำไยที่นำไปปลูกมีระบบของรากสั้น อาจก่อให้เกิดปัญหาการโค่นล่มได้ง่าย (พาวิน, 2543) รวมไปถึงสภาพแวดล้อมที่ปลูกไม่มีความเหมาะสม โดยเฉพาะการปลูกลำไยในที่ดอน ในช่วงหน้าแล้งจะทำให้ลำไยได้รับอันตรายซึ่งไม่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมกับพื้นที่ปลูกได้ ทำให้เกิดปัญหาต้นตายหลังปลูกหรือมีการเจริญเติบโตที่ช้า เนื่องจากกิ่งตอนลำไยในช่วงระยะแรกต้องการน้ำและธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตในปริมาณมาก ส่งผลทำให้กิ่งตอนลำไยเป็นต้นที่ด้อยคุณภาพ อ่อนแอต่อการเข้าทำลายของโรค โดยเฉพาะโรคที่เกิดกับรากพืช (พาวิน และคณะ, 2547) จากประโยชน์ของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีต่อพืช ทำให้เกิดความสนใจศึกษาผลของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับกิ่งตอนลำไย โดยผลการศึกษาอาจจะนำไปประยุกต์ใช้ในการปลูกกิ่งตอนลำไยให้มีการเจริญเติบโตดี ซึ่งจะสามารถช่วยให้เกษตรกรผู้ปลูกลำไยสามารถลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีลงและนำไปสู่การทำเกษตรแบบยั่งยืน จึงได้มีการสำรวจพร้อมทั้งศึกษาปริมาณและการกระจายตัวของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจากพื้นที่ปลูกลำไยในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการนำอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเจริญร่วมกับกิ่งตอนลำไย

ดังนั้นการศึกษาผลของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของกิ่งตอนลำไยและการเข้ารากของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพื่อนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาการปลูกลำไยกิ่งตอนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ตลอดจนช่วยให้เกษตรกรผู้ปลูกลำไยสามารถลดต้นทุนในการผลิตลงได้ส่วนหนึ่ง

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อสำรวจการกระจายของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสำหรับในสวนลำไยจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูน
2. เพื่อศึกษาผลของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของกิ่งตอนลำไยจากสวนลำไยจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูน

ขอบเขตของงานวิจัย

การศึกษาผลของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของกิ่งตอนลำไยและการเข้ารากของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาโดยทำการศึกษา ในพื้นที่การทดลองของ สาขาไม้ผล คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ โดยศึกษาดังนี้

1. ศึกษาผลของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของกิ่งตอนลำไย
2. ศึกษากิ่งตอนลำไยระหว่างจำนวนสปอร์และเปอร์เซ็นต์การเข้ารากของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้ข้อมูลชนิดของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่ตอบสนองกิ่งตอนลำไยด้านการเจริญเติบโตและการเข้ารากของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

ไมคอร์ไรซา

ไมคอร์ไรซา คือการอยู่ร่วมกันระหว่างเชื้อรากับรากพืชชั้นสูง โดยมีความสัมพันธ์การอยู่ร่วมกันแบบเกื้อกูลประโยชน์ซึ่งกันและกัน (symbiosis) โดยจะเพิ่มการดูดซับน้ำและธาตุอาหารให้แก่พืชทำให้พืชมีการเจริญเติบโต นอกจากนี้ยังช่วยให้พืชมีความต้านทานโรคได้มากขึ้น และมีความสำคัญมากในช่วงแรกของการเจริญเติบโตของกล้าไม้ ซึ่งจะช่วยให้กล้าไม้มีชีวิตอยู่ได้ในสภาวะความแห้งแล้ง(สมจิตร, 2549) ในขณะที่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาได้สารอาหารจากการสังเคราะห์แสงของพืชคือคาร์โบไฮเดรทและสารที่พืชหลั่งออกมาจากราก (plant root exudates) เป็นอาหาร (อรวรรณ, 2551)

ชนิดของไมคอร์ไรซา

ไมคอร์ไรซามี 7 ชนิด แบ่งตามความแตกต่างของกลุ่มเชื้อรา พืชให้อาศัย (host plant) และความแตกต่างทางโครงสร้างของไมคอร์ไรซา ได้แก่ อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (arbuscular mycorrhiza) เอคโตไมคอร์ไรซา (ectomycorrhiza) ออร์คิดไมคอร์ไรซา (orchid mycorrhiza) อีริคอยด์ไมคอร์ไรซา (ericoid mycorrhiza) เอคเท็นโดไมคอร์ไรซา (ectendomycorrhiza) อาร์บูทอยด์ไมคอร์ไรซา (arbutoid mycorrhiza) และ โมโนโทรพอยด์ไมคอร์ไรซา (monotropoid mycorrhiza) ไมคอร์ไรซาแบบที่พบมากได้แก่ อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาและเอคโตไมคอร์ไรซา (Brundrett, 1991)

1. อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (arbuscular mycorrhiza) หรือเรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่า เอนโดไมคอร์ไรซา (endomycorrhiza) เป็นการอยู่อาศัยร่วมกันแบบพึ่งพากัน เดิมจัดอยู่ในไฟลัม (phylum) *Zygomycota* แต่ Schübler et al. (2001) ได้ตรวจสอบ small subunit (SSU) rRNA gene sequences พบว่ามีความแตกต่างจากเชื้อรา *Zygomycota* ปัจจุบันได้จัดให้อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอยู่ในไฟลัม *Glomeromycota* ซึ่งเชื้อรากลุ่มนี้ดำรงชีวิตแบบ obligate symbiosis กับพืชหลายชนิด ดังนั้นไม่สามารถเพาะเลี้ยงเชื้อรากลุ่มนี้บนอาหารเลี้ยงเชื้อได้ การเพาะขยายเพื่อเพิ่มปริมาณเชื้อราชนิดนี้มักนิยมทำในกระถางปลูกที่มีพืชอาศัยเจริญอยู่ (pot culture) โดยเส้นใยของเชื้อราจะเจริญอยู่ในชั้นคอร์เทกซ์ของรากพืช นอกจากนี้ยังมีเส้นใยที่เจริญยื่นออกมานอกราก ซึ่งเส้นใยในส่วนนี้มีบทบาทในการช่วยดูดซับน้ำและแร่ธาตุให้แก่พืช สำหรับเส้นใยเชื้อราที่เจริญอยู่ภายนอก มีทั้งแบบ

ที่อยู่ภายในเซลล์ของรากพืช (intracellular hypha) และเส้นใยแบบที่อยู่ระหว่างเซลล์ของรากพืช (intercellular hyphae) สำหรับเส้นใยที่อยู่ภายในเซลล์รากมีโครงสร้างพิเศษที่เรียกว่าอาร์บัสคูล (arbuscule) ซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นใยที่แตกแขนงมากและมักแตกแขนงแบบแยกสองแฉก (dichotomous branching) และสัมผัสชิดกับเยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) ของพืชเพื่อการแลกเปลี่ยนสารอาหารกันระหว่างเชื้อราและพืชอาศัย ส่วนเส้นใยแบบที่อยู่ระหว่างเซลล์ของรากพืช มักพบโครงสร้างที่เรียกว่าเวสสิเคิล (vesicle) ที่มีลักษณะเป็นถุงขนาดเล็กอยู่ปลายเส้นใยหรือระหว่างเส้นใย อาจมีการสร้างเวสิเคิลได้ทั้งภายในเซลล์และระหว่างเซลล์ของรากพืช ทำหน้าที่ในการเก็บสะสมอาหารของเชื้อรา จึงมีการเรียกไมคอร์ไรซาแบบนี้ว่าเวสิเคิลอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (vesicular arbuscular mycorrhiza) หรือที่นิยมใช้ชื่อว่า VAM แต่มีผู้พบว่าอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาบางชนิดไม่สร้างเวสิเคิล (Morton and Redecker, 2001) ในปัจจุบันจึงนิยมเรียกไมคอร์ไรซาแบบนี้ว่าอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา หรือที่นิยมใช้ชื่อย่อว่า AM fungi การสร้างสปอร์ของเชื้อรากลุ่มนี้มักจะสร้างนอกราก และบางครั้งมีการสร้างสปอร์ภายในราก สปอร์ของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีขนาดใหญ่เมื่อเปรียบเทียบกับขนาดสปอร์ไมคอร์ไรซากลุ่มอื่น สปอร์มีบทบาทในการสะสมอาหารและขยายพันธุ์ นอกจากนี้ลักษณะทางสัณฐาน (morphology) ของสปอร์ยังใช้ในการตรวจสอบชนิดของเชื้อราเหล่านี้ได้ด้วย อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่เจริญอยู่ร่วมกับรากพืชจะไม่ทำให้ลักษณะของรากเปลี่ยนแปลง ดังนั้นการตรวจสอบอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่อยู่ในรากต้องผ่านกระบวนการย้อมสีรากแล้วนำไปตรวจสอบใต้กล้องจุลทรรศน์ (สมจิตร, 2549)

2. เอคโตไมคอร์ไรซา (ectomycorrhizal) เป็นการอยู่ร่วมกันระหว่างเชื้อราชั้นสูง (higher fungi) และรากของไม้ยืนต้น (tree) หรือไม้พุ่ม (shrub) โดยเชื้อราพวกนี้เป็นพวกที่สร้างเส้นใยแบบที่มีผนังกั้นตามขวาง (septate hypha) ส่วนใหญ่อยู่ในไฟลัม *Basidiomycota* และมีบางส่วนอยู่ในไฟลัม *Ascomycota* ลักษณะโครงสร้างของรากที่มีเชื้อเอคโตไมคอร์ไรซา (ectomycorrhizal root) ประกอบด้วยเส้นใยของเชื้อราที่สานตัวกันหุ้มอยู่รอบราก (mantle hyphae) เส้นใยบางส่วนที่ยื่นออกนอกรากช่วยในการดูดน้ำและธาตุอาหารให้แก่พืช (external hyphae) เส้นใยที่สานกันแทรกตัวอยู่ระหว่างเซลล์รากในชั้นคอร์เทกซ์ (hartig net hyphae) ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการแลกเปลี่ยนสารอาหารระหว่างเชื้อรากับรากพืชอาศัย เอคโตไมคอร์ไรซาเกิดที่บริเวณส่วนปลายของรากแขนงขนาดเล็ก และเกิดได้ดีบริเวณดินชั้นบนที่มีอินทรียวัตถุในปริมาณมาก เอคโตไมคอร์ไรซาจะเข้าสู่รากของพืชอาศัยได้โดยเส้นใยสัมผัสกับรากที่ยังอ่อนอยู่ และเส้นใยจะเพิ่มจำนวนบริเวณผิวของรากและเจริญเข้าไปภายในราก โดยเจริญอยู่ระหว่างเซลล์ของรากพืช รากที่มีเอคโตไมคอร์ไรซาจะมีลักษณะสั้นและแตกแขนงมาก (สมจิตร, 2549) สามารถมองเห็นความแตกต่างระหว่างบริเวณที่มีและไม่มีเอคโตไมคอร์ไรซาได้จากลักษณะภายนอกรากด้วยตาเปล่า (ออมทรัพย์, 2527) เชื้อรากลุ่ม

นี้สามารถเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อได้ แต่การที่จะทำให้เชื้อราชนิดนี้เจริญจนครบวงจร จนถึงการรวมตัวของเส้นใยและสร้างเป็นดอกเห็ด (fruiting body) ยังจำเป็นต้องอยู่ร่วมกับรากพืชอาศัยและมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เห็ดที่เป็นเอคโตไมคอร์ไรซาบางชนิดกินได้ (edible mushroom) บางชนิดเป็นเห็ดมีพิษ (poisonous mushroom) บางชนิดสร้างดอกเห็ดอยู่เหนือดิน บางชนิดสร้างดอกเห็นอยู่ใต้ดิน ตัวอย่างเห็ดที่เป็นเอคโตไมคอร์ไรซา เช่น เห็ดตับเต่า เห็ดเผาะ เห็ดแดง เห็ดหล่ม เห็ดขมิ้น เห็ดไข่ เห็ดขิง เห็ดก้อนกรวดหรือเห็ดหัวเข่า เป็นต้น ตัวอย่างพืชที่มีเอคโตไมคอร์ไรซาอาศัยร่วมด้วย ได้แก่ พืชในพวกสน ยูคาลิปตัส ก่อ หว้า โมก มะค่า เสี้ยว ยาง ตะเคียน พลวง พะยอม เต็งรัง และโสน (สมจิตร, 2549) เอคโตไมคอร์ไรซามีบทบาทในการช่วยเพิ่มเนื้อที่ใช้ในการดูดธาตุอาหาร เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม ไว้ใน fungus mantle นอกจากนี้ยังช่วยย่อยสลายแร่ธาตุ และอินทรียวัตถุในดินที่ย่อยสลายยาก ช่วยเพิ่มความทนทานของพืชต่อความแห้งแล้ง อุณหภูมิสูง สารพิษในดิน ระดับความเป็นกรดด่างที่ต่ำหรือสูงเกินไป และช่วยเพิ่มความต้านทานต่อเชื้อสาเหตุโรคพืชบางชนิดโดยเฉพาะโรคที่เกิดทางรากพืช (Pederson et al., 1984) คือการเข้าทำลายของโรคบางชนิด เช่น โรคที่เกิดจากเชื้อ *Fusarium* sp. (Farquhar and Peterson, 1991)

3. ออร์คิดไมคอร์ไรซา (orchid mycorrhiza) พบในพืชที่อยู่ในวงศ์ (family) *Orchidaceae* หรือกล้วยไม้ชนิดต่างๆ มีเชื้อราบางชนิดที่อยู่ในไฟลัม *Basidiomycota* ออร์คิดไมคอร์ไรซาหลายชนิดอยู่ในสกุล (genus) *Rhizoctonia* อาศัยร่วมอยู่กับรากของกล้วยไม้โดยมีลักษณะของเส้นใยขดเป็นวง (coils of hyphae หรือ peloton) อยู่ในเซลล์ราก ไมคอร์ไรซาชนิดนี้มีความสำคัญในการกระตุ้นการงอกของเมล็ดกล้วยไม้ และช่วยดูดธาตุอาหารให้แก่ต้นกล้าของกล้วยไม้ (สมจิตร, 2549) ทั้งนี้ยังสามารถย่อยเซลลูโลสและลิกนินได้ (Warcup, 1975)

4. เอคเทนโดไมคอร์ไรซา (ectendomycorrhizal fungi) เป็นไมคอร์ไรซาที่มีลักษณะอยู่ระหว่าง เอคโตไมคอร์ไรซา และ เอนโดไมคอร์ไรซา แต่มีลักษณะคล้ายกับเชื้อราพวกแรกมากกว่า เส้นใยจะเจริญอยู่อย่างหลวมๆ รอบรากพืช มีลักษณะเป็นเยื่อบางๆ หรือเป็นแผ่นเนื้อเยื่อบางๆ (ธงชัย, 2535) มีเส้นใยราบางส่วนเจริญเข้าไปในเซลล์พืชและเจริญขดเป็นวง (coil) อยู่ภายในเซลล์ บางครั้งพบเส้นใยเจริญเข้าไปอยู่ในช่องว่างเซลล์ในชั้นคอร์เทกซ์ และสร้างเส้นใยสานเป็นตาข่าย (hartig net) จะมีผนังกั้น มีสีเข้ม บางครั้งพบการสร้าง chlamydospore อยู่ภายในเส้นใยเชื้อราที่โป่งบวม ไม่พบ cornidia และโครงสร้างสืบพันธุ์อื่นๆ (Gerdemann, 1968) พืชอาศัยของเชื้อราชนิดนี้คล้ายกับเอนโดไมคอร์ไรซาพบมากในรากของไม้สน (conifer) (ธงชัย, 2535)

5. อีริคอยด์ไมคอร์ไรซา (ericoid mycorrhiza) เป็นไมคอร์ไรซาที่พบในพืชที่อยู่ในอันดับ (order) *Ericales* พืชอาศัยเป็นไม้พุ่มหรือไม้ยืนต้นขนาดเล็กในวงศ์ *Ericaceae, Epacridacae* และ *Empetraceae* ตัวอย่างพืชในวงศ์ *Ericaceae* เช่น *Rhododendron, Azalea,*

Calluna และ*Vaccinium* อีริคอยด์ไมคอร์ไรซา (ericoid mycorrhiza) ส่วนใหญ่อยู่ในไฟลัม *Ascomycota* เช่น *Pezizella* sp. โดยเจริญเข้าสู่เซลล์พืชแล้วม้วนขดเป็นวง (hyphal coils) อยู่ในเซลล์รากพืช ไม่มีการสร้าง fungal sheath และ Hartig net อีริคอยด์ไมคอร์ไรซามีความสามารถในการย่อยสลายอินทรียวัตถุในดิน และสามารถเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อได้ (สมจิตร, 2549) นอกจากนี้ยังเป็นไมคอร์ไรซาที่มีความสำคัญต่อพืชและระบบนิเวศโดยบทบาทที่สำคัญมากสำหรับพืชที่ปลูกในดินที่มีความเป็นกรดสูง โดย Read (1978) ได้ศึกษาผลของอีริคอยด์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญของ *Erica baurea* ซึ่งเป็นพืชประจำถิ่นของอาฟริกาใต้ที่ออกดอกในฤดูแล้ง พบว่า *Erica baurea* ที่มีอีริคอยด์ไมคอร์ไรซาอยู่ด้วยมีความสามาถในการดูดธาตุไนโตรเจนและสะสมไว้ในฤดูสืบพันธุ์ได้สูงกว่าพืชที่ไม่มีไมคอร์ไรซา

6. อาร์บูทอยด์ไมคอร์ไรซา (arbutoid mycorrhiza) พบในรากพืชที่อยู่ในอันดับ *Ericales* เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ *Ericaceae* เช่นพืชที่อยู่ในสกุล *Arbutus* และ *Arctostaphylos* ส่วนพืชที่อยู่ในวงศ์ *Pyrolaceae* ได้แก่พืชที่อยู่ในสกุล *Pyrola* โดยเชื้อราจะสร้างเส้นใยสานกันเป็นแผ่น (sheath) ล้อมรอบรากแล้วเส้นใยบางส่วนเจริญเข้าไปอยู่ระหว่างเซลล์ในชั้นคอร์เทกซ์ โดยเจริญขดม้วนเป็นวง (coil) อยู่ภายในเซลล์ราก มักพบในต้นไม้และไม้พุ่มที่โตเต็มที่แล้ว เป็นเชื้อราที่ส่วนใหญ่พบอยู่ในไฟลัม *Basidiomycota* (สมจิตร, 2549) ซึ่งบางครั้งอาจจะมีความสัมพันธ์แบบ *ectomycorrhiza* หรือ *ectendomycorrhiza* กับพืชอาศัยชนิดอื่น เช่น *Cortinarius zakii* ซึ่งเป็น arbutoid mycorrhiza กับพืช *Arbutus menziesii* และเป็น ectomycorrhiza กับพืช *Pseudotsuga douglasii* และกับพืช *Abies grandis* เป็นต้น (Zak, 1973)

7. โมโนโทรพอยด์ไมคอร์ไรซา (Monotropoid mycorrhiza) เป็นไมคอร์ไรซาที่พบในรากพืชในอันดับ *Ericales* ที่อยู่ในวงศ์ *Monotropaceae* ได้แก่พืชในสกุล *Monotropa* ซึ่งเป็นพืชที่ไม่มีคลอโรฟิลล์ *(chlorophyll)* มีระบบรากเป็นรากแก้ว รากแขนงและรากฝอย บริเวณรากแขนงจะพบเส้นใยของเชื้อราสานกันหนา 2-3 ชั้น เป็นแผ่น (sheath) และเชื้อรามีการสร้างเส้นใยล้อมรอบรากและสร้างเป็นตาข่าย (Hartig net) ล้อมรอบเซลล์ชั้นเอพิเดอร์มิสและในชั้นคอร์เทกซ์ของรากพืช เส้นใยบางส่วนเจริญในเซลล์รากเป็นเชื้อราที่อยู่ในไฟลัม *Basidiomycota (*สมจิตร, 2549)

ลักษณะสำคัญของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจะประกอบไปด้วยกลุ่มของเส้นใยที่เจริญอยู่รอบๆ ราก (external hyphae) เป็นโครงสร้างที่สำคัญของเชื้อรา ซึ่งประกอบด้วยเส้นใยที่อยู่นอกรากพืชมีลักษณะสานกันเป็นร่างแห ช่วยเพิ่มพื้นที่ในการดูดซับธาตุอาหารและน้ำให้แก่พืชได้มากขึ้น และอาจจะยื่นออกมาจากรากประมาณ 1 cm ภายในเส้นใยเชื้อราจะไม่มีผนังกั้น มีหลายนิวเคลียส เส้นใยเชื้อราในดิน มี 2 ชนิด คือเส้นใยราหลัก มีขนาดที่ค่อนข้างใหญ่ เส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นใยเชื้อราประมาณ 8-12 μm แต่บางครั้งมีขนาดใหญ่ถึง 20 μm ที่ปลายของเส้นใยมีการแตกแขนงกิ่งก้านสาขาแบบ dichotomous ผนังบางคล้ายขนรากของพืช และกลุ่มเส้นใยขนาดเล็ก ที่แตกกิ่งก้านสาขามากมายจะมีอายุสั้น ซึ่งเส้นใยเชื้อรามีการแตกกิ่งก้านสาขาออกด้านข้างคล้ายรากพืช ทำหน้าที่ดูดธาตุอาหารให้แก่เชื้อราโดยที่เชื้อรานั้นแทรกตัวไปตามอนุภาคของอินทรียวัตถุ เมื่ออาหารหมดไซโตพลาสซึมจะเคลื่อนที่ไปยังเส้นใยหลักและสร้างผนังมาปิดกั้นและเส้นใยเชื้อราขนาดเล็กนี้ก็จะเหี่ยวสลายไป เส้นใยที่อยู่ภายนอกรากนี้ยังสามารถสานตัวกันเป็นร่างแหเพิ่มพื้นที่ในการดูดธาตุอาหาร (Mosse, 1981) เมื่อเส้นใยเชื้อราเจริญเข้าสู่รากพืช โดยเจริญผ่านชั้นเอพิเดอร์มิส (epidermis) เข้าไปยังชั้นคอร์เทกซ์ (cortex) โดยเส้นใยราจะเจริญทั้งภายในเซลล์และระหว่างเซลล์ ซึ่งพบว่ามีการเจริญหลายลักษณะ เช่น เจริญม้วนเป็นวง (coil หรือ check) หรือแตกกิ่งก้านสาขาแบบ dichotomous ออกไปรอบๆ ทุกทิศทางคล้ายกิ่งไม้ เรียกว่า อาร์บัสคูล (arbuscule) (Harley and Smith, 1983) ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนสารอาหารระหว่างเซลล์พืชกับเชื้อรา (ณัฐวรางค์, 2530) อาร์บัสคูลเป็นโครงสร้างที่เจริญอยู่ที่ในเซลล์รากพืชชั้นคอร์เทกซ์ซึ่งจะเกิดการแตกแขนงของเส้นใยแบบ 2 แขนงต่อเนื่อง อาร์บัสคูลมีอายุสั้นประมาณ 1-2 สัปดาห์ หลังจากนั้นผนังก็จะสลายไป บางส่วนของไซโตพลาสซึมจะไหลกลับไปยังเส้นใยหลัก บางส่วนสลายไปและประกอบขึ้นเป็นไซโตพลาสซึมของเซลล์รากพืช อาร์บัสคูลเกิดขึ้นให้เห็นได้ภายใน 3 วันหลังจากเชื้อเจริญเข้าสู่รากแล้ว ทำให้พื้นที่สัมผัสของเยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์รากพืชเพิ่มขึ้นอีก 2-3 เท่า (ธงชัย, 2546) และต่อมาเชื้อราจะสร้างโครงสร้างรูปไข่ (oval) ที่ส่วนปลายหรือส่วนกลาง ของเส้นใยราภายในเซลล์ที่มีผนังหนา เรียกโครงสร้างนี้ว่าเวสิเคิล (vesicle) ภายในจะประกอบไปด้วยหยดไขมัน (lipid droplets) จำนวนมาก เป็นโครงสร้างที่ใช้เก็บสะสมอาหารของเชื้อรา เมื่อผิวนอกของเซลล์ชั้นคอร์เทกซ์หลุดฉีกขาดออกไป เวสิเคิลจะหลุดออกมาจากเนื้อเยื่อรากเข้าสู่ดิน ซึ่งต่อมาอาจจะงอกและทำหน้าที่เป็นส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อราต่อไปได้ โดยเมื่อผิวของเซลล์ชั้นคอร์เทกซ์เกิดฉีกขาด เวสิเคิลจะหลุดออกมาจากเนื้อเยื่อรากและเข้าสู้ดิน ซึ่งต่อมาจะงอกเป็นเซลล์ใหม่ได้ หรือบางครั้งอาจมีการสร้างสปอร์ภายในเวสิเคิลกลายเป็น sporangia ได้ (Gerdemann, 1968) โดยทั่วไปเวสิเคิลจะเกิดขึ้น

หลังจากการสร้างอาร์บัสคูลแล้ว ส่วนใหญ่จะเกิดเวสิเคิลที่รากแขนงมากกว่ารากอื่นๆ ซึ่งอาร์บัสคูลและเวสิเคิลนี้จะมีลักษณะแตกต่างกันไปตามชนิดของเชื้อรา (Mosse, 1981) และเกิดขึ้นมากหลังการใส่ปุ๋ยจุลธาตุที่เป็นโลหะ ได้แก่ เหล็ก ทองแดง สังกะสีและแมงกานีส ส่วนการพักตัวของสปอร์ (resting spore) เป็นโครงสร้างพิเศษของเชื้อราที่สร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการพักตัวเมื่อมีสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ซึ่งจะมีรูปร่างและขนาดที่แตกต่างกันและเมื่อมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมจะเกิดการงอกของสปอร์และเจริญเข้าสู่รากพืชที่เหมาะสมต่อไปได้ (ธงชัย, 2546)

การจัดจำแนกชนิดของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

เมื่อระยะแรกของการศึกษา Beniamino Preyronel ได้จัดให้อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอยู่ในวงศ์ Endogonaceae อันดับ Mucorales ชั้น Zygomycetes ดิวีชั่น Zygomycotina ต่อมาในปี ค.ศ. 1963 Gerdemann and Nicolson ได้จัดจำแนกเชื้อราชนิดนี้ออกเป็น 7 สกุล (genus) ได้แก่ *Entrophospora, Acaulospora, Gigaspora, Glomus, Endogone, Gliaziella* และ *Sclerocystis* จากนั้น Trappe and Schenck (1982) ได้ศึกษาและจำแนกเพิ่มอีก 2 ชนิด คือ *Modicella* และ *Complexipes* ในปี ค.ศ. 1991 Sieverding ได้จัดจำแนกอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาให้อยู่ในชั้น Zygomycetes, อันดับ Endogonales วงศ์ Endogonaceae มีทั้งหมด 7 สกุล คือ *Entrophospora, Acaulospora, Gigaspora, Glomus, Sclerocystis, Scutellospora* และ *Endogone* โดยทุกสกุลมีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ มีเพียงสกุลเดียวที่มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ คือ *Endogone* ในการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (asexual reproduction) อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจะสร้าง sporangispore หรือ chlamydospore หรือ azygospore และจะสร้าง zygospore ในการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (sexual reproduction) (Gerdemann and Trappe, 1975) สำหรับพวกที่มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศสามารถแบ่งเป็นพวกที่สร้าง chlamydospore คือ *Glomus Sclerocstis* (Gerdemann and Trappe, 1974) พวกที่สร้าง azygospore ได้แก่ *Acaulospora, Entrophospora, Gigaspora* และ *Scutellospoea* (Walker, 1986)

การพัฒนาเข้าสู่รากพืชของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

สามารถแบ่งออกได้เป็นระยะดังนี้

1. การงอกของชิ้นส่วนของเชื้อรา (germination of fungal propagules) เมื่อสภาพแวดล้อมต่างๆ ในดินเหมาะสมโดยเริ่มจากสปอร์ในดินเกิดการงอกและเจริญเป็นเส้นใยผ่านสปอร์ออกมา หรือเกิดการเจริญจากชิ้นส่วนของรากพืชที่มีเส้นใยเชื้อราเจริญอยู่ภายในโดยการงอกของท่อเจริญ (germ tube) จากสปอร์เส้นใยที่มีอยู่ในดินและในรากที่ติดเชื้อจะเริ่มงอกเส้นใยออกมาเข้าหารากพืชที่อยู่ใกล้เคียง พืชแต่ละชนิดอาจมีสารปลดปล่อยออกมาจากรากพืช (root exudate) ที่แตกต่างกัน องค์ประกอบของสารเหล่านั้น ชักนำให้อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซางอกและเจริญเข้าหารากพืชต่อไป (Barea, 1986)

2. การแทงเส้นใยเข้าสู่รากพืช เมื่อเส้นใยของเชื้อราเจริญไปสัมผัสผิวเซลล์รากของพืชแล้ว ปลายเส้นใยจะสร้างโครงสร้างแอพเพรสซอเรียม (appressorium) ซึ่งมีหน้าที่ในการแทงเส้นใยเข้าไปในรากพืช มักเกิดกับรากขนอ่อน หรือรากแขนงอ่อนที่ห่างจากปลายรากประมาณ 0.5-1 cm การเจริญของเส้นใยจะกระจายอยู่เฉพาะในชั้นเอพิเดอร์มิสและชั้นคอร์เทกซ์ของรากเท่านั้น (Mosse and Hepper, 1975)

3. ระยะการสร้างเส้นใยเชื้อรา เมื่อเชื้อรามีการสร้างโครงสร้างของ appressorium ที่ผิวราก จากนั้นเชื้อราจะสร้างเส้นใยให้ไปเจริญระหว่างเซลล์รากโดยการแทงเข้าในเซลล์รากพืช และการเจริญของเส้นใยเชื้อราจะอยู่เฉพาะบริเวณเนื้อเยื่อชั้นผิว (epidermis tissues) ส่วนท่อน้ำ (xylem) ท่ออาหาร (pholem) เนื้อเยื่อส่วนลำต้นเหนือดิน (shoot) แต่ในส่วนของพืชที่มีคลอโรฟิลล์จะไม่มีกลุ่มของเส้นใยเชื้อรานี้เจริญอยู่ (Bowen, 1987)

4. การเกิดเวสิเคิล (vesicle) และ อาร์บัสคูล (arbuscule) ในชั้นคอร์เทกซ์ของรากพืช เส้นใยของเชื้อราจะเจริญผ่านผนังเซลล์ของรากพืชและสร้างโครงสร้างพิเศษที่เรียกว่า อาบัสคูล การสร้างอาร์บัสคูลจะเกิดขึ้นหลังจากเส้นใยเชื้อราแทงเข้าไปเจริญในรากพืชแล้วประมาณ 2-3 วัน ซึ่งจะมีลักษณะเป็นเส้นใยที่แตกกิ่งก้านแบบสองแฉกหรือแบบ dichotomous branching มีขนาดตั้งแต่ 0.3-1.0 µm ซึ่งจะถูกล้อมรอบด้วย plasmalemma ของเซลล์รากพืชและมีอินเตอร์แฟเชียลเมตริกซ์ (interfacial matrix) เป็นตัวเชื่อมทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนสารอาหารระหว่างเชื้อรากับเซลล์รากพืช อาบัสคูลจะมีชีวิตอยู่ได้ประมาณ 4-15 วัน หลังจากนั้นจะสลายตัวไป เมื่ออาร์บัสคูลในเซลล์พืชลดลง เซลล์พืชยังคงทำงานได้ตามปกติ หลังจากอาร์บัสคูลสลายไป พบว่ามีการสร้างเวสิเคิลตรงบริเวณปลายเส้นใย หรือเซลล์บริเวณหนึ่งของเส้นใยโป่งออก ทำให้มีรูปร่างค่อนข้างกลมหรือรูปไข่ โดยเกิดขึ้นระหว่างเซลล์หรือภายในเซลล์รากมีขนาดตั้งแต่ 30-100 µm จำนวนและ

ขนาดของเวสิเคิลจะแตกต่างกันตามชนิดของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา นอกจากนี้ยังมีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาบางชนิดไม่สร้างเวสิเคิล ภายในเวสิเคิลมักจะพบเม็ดแป้ง glycogen granules แต่เมื่อเวสิเคิลมีอายุมากจะพบเม็ดไขมันเป็นส่วนใหญ่ (Cox and Tinker, 1976)

5. การแพร่กระจายของเส้นใยเชื้อราในรากและในดินรอบราก เส้นใยของเชื้อราจะมีการเจริญแล้วแพร่กระจายเข้าไปในเซลล์ชั้นคอร์เทกซ์ของรากพืช และบางส่วนจะเจริญออกนอกรากพืช แล้วจะแพร่กระจายอยู่ในดินรอบ ๆ รากพืช (rhizosphere) เส้นใยนี้จะมีผนังหนาและมีขนาดใหญ่เป็นเส้นเดี่ยวๆ เส้นใยเชื้อราเหล่านี้จะเจริญกระจายไปในดินช่วยการดูดธาตุอาหารต่างๆ ทั้งธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุอื่นๆ เข้าไปในพืช ส่วนพืชก็จะให้อาหารจากการสังเคราะห์แสงแก่เชื้อรา และพบว่าในช่วงนี้พืชมีอัตราการเจริญเติบโตรวดเร็ว (ดวงใจ, 2546)

6. การสร้างสปอร์ หลังจากมีการเข้าสู่รากพืชได้ประมาณ 3 เดือน เชื้อราจะสร้างสปอร์แบบไม่ใช้เพศ (asexual spore) ในดิน ซึ่งสปอร์อาจสร้างขึ้นแล้วเกิดในลักษณะเป็นสปอร์เดี่ยวๆ หรือรวมกันเป็นกลุ่มที่เรียกว่าสปอโรคาร์ป (sporocarp) สปอร์จะมีขนาดตั้งแต่ 50-600 μm มีผนังหนาและอาจมีได้หลายชั้น ภายในเต็มไปด้วยเม็ดไขมันที่เก็บสะสมอยู่ (กนกวรรณ, 2546)

ปัจจัยที่มีผลต่ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

พืชอาศัย

พืชอาศัยมีอิทธิพลต่ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาซึ่งจะช่วยในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มความแข็งแรงให้แก่พืช เนื่องจากการเข้าสู่เซลล์รากพืชโดยไมคอร์ไรซาแต่ละชนิดมีความจำเพาะต่อระบบรากของพืชอาศัย Ocampo et al. (1979) ได้กล่าวถึงผลกระทบของพืชอาศัยต่อการติดเชื้อของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ในพืช 10 ชนิด คือ ข้าวบาร์เลย์ ผักกาดหอม ข้าวโพด หอมหัวใหญ่ มันฝรั่ง กะหล่ำปลี ผักคะน้า oilseed, rape, swede และ sugar beet โดยใช้เชื้อ *Glomus fasciculatum* และ *Gigaspora margarita* พบว่ากะหล่ำปลี ผักคะน้า oilseed, rape และ swede ไม่มีการติดเชื้อในราก ซึ่งพืชดังกล่าวอยู่ใน family *Cruciferae* เนื่องจากพืชในตระกูลนี้มีรากใหญ่และมีรากฝอยน้อย ทำให้มีผลต่อการเข้าสู่รากพืชของไมคอร์ไรซา จากการศึกษาของ Boyetchko and Tewari (1990) ยังได้กล่าวถึงการเข้าสู่รากพืชชนิดต่างๆ ของเชื้อ *Glomus dimorphicum* พบว่าเชื้อ *Glomus dimorphicum* เข้าสู่รากพืชและลักษณะทางสัณฐานของเชื้อราในรากพืชมีความแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช ได้พบว่าการเข้าสู่รากของข้าวบาร์เลย์อยู่ในระดับต่ำ แต่ในพืชตระกูลถั่วอัลฟัลฟ่ากับหอมจะมีการเข้าสู่รากพืชอยู่ในระดับสูง และการเข้าสู่รากพืชนี้จะ

สูงที่สุดใน red clover และข้าวโพด ซึ่งเป็นพืชที่มีผลต่อการสร้างสปอร์ของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาได้มากขึ้น (Struble and Skipper, 1988) ส่วนการศึกษาของ Vivekanadau and Fixen (1991) ศึกษาถึงระบบการปลูกพืชที่มีผลต่อการเข้าอาศัยของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในข้าวโพดพบว่าระดับการเข้าอยู่อาศัยของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในข้าวโพดจะมีค่าสูงสุดเมื่อพื้นที่นั้นเคยมีการปลูกถั่วเหลืองมาก่อน และระดับการเข้าอยู่อาศัยในรากพืชมีค่าต่ำสุดเมื่อมีการปลูกข้าวบาร์เลย์มาก่อน

แสง

มีผลต่อการเจริญเติบโตของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เนื่องจากแสงเป็นปัจจัยที่สำคัญในการสังเคราะห์แสง ซึ่งอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต้องการคาร์บอนที่ได้จากการสังเคราะห์แสงของพืช โดยอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจะพัฒนาโดยขึ้นอยู่กับศักยภาพการสังเคราะห์แสงและการเคลื่อนย้าย photosynthate ไปยังราก ส่วนการรายงาน Son et al., (1988) ได้กล่าวถึงผลของความเข้มของแสงต่อการเจริญในส่วนของราก การติดเชื้อในราก และการดูดฟอสฟอรัสในหอมหัวใหญ่ (*Allium cepa* L.) พบว่าการปลูกพืชในสภาวะที่มีความเข้มของแสงต่ำ การใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทำให้ R/S ratio ต่ำลงเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่เชื้อ (R คือ ปริมาณหรือชีวมวลของจุลินทรีย์ในบริเวณ Rhizoshphere S = ปริมาณหรือชีวมวลของจุลินทรีย์ในดินปราศจากรากพืช root-free soil) ซึ่งพืชที่มีการติดอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีความต้องการ photosynthate มากกว่าพืชที่ไม่มีเชื้อ นอกจากนี้ยังกล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสง อุณหภูมิดิน ต่ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาโดยใช้เชื้อ *Glomus fasciculatus* ใน sudan grass โดยอยู่ในสภาวะของความเข้มของแสง อุณหภูมิดิน ปริมาณของฟอสฟอรัสที่แตกต่างกัน และพบว่าไมคอร์ไรซานั้นลดลงเมื่อมีการใส่ฟอสฟอรัส โดยมีผลมากที่สุดเมื่ออยู่ในสภาวะที่มีความเข้มแสงต่ำ แต่ความเข้มของแสงไม่มีผลต่อการเกิดไมคอร์ไรซาที่ไม่มีการใส่ฟอสฟอรัส สาเหตุที่การใส่ฟอสฟอรัสมีผลยับยั้งการเกิดไมคอร์ไรซาเพราะในสภาพดังกล่าวมีปริมาณน้ำตาลที่ปลดปล่อยออกมาโดยรากมีน้อยลง ซึ่งการลดลงของน้ำตาลที่ปลดปล่อยโดยรากอาจมีสาเหตุมาจากการลดลงของน้ำตาลในเซลล์ด้วย (บังอร, 2545)

อุณหภูมิและความเป็นกรดเป็นด่าง

อุณหภูมิมีอิทธิพลต่อการเพิ่มปริมาณและการสร้างสปอร์ของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (Bagyaraj, 1991) ถ้าในสภาวะอุณหภูมิต่ำจะมีผลทำให้การสร้างสปอร์หรือการงอกของสปอร์

ต่ำ และในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูงจะมีประสิทธิภาพในการสร้างสปอร์หรือการงอกของสปอร์เพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มการติดเชื้อในเซลล์รากพืชในระยะแรกของการปลูก (Saito and Muramoto, 2002) ขณะที่ Smith and Read (1997) พบว่าที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส การติดเชื้อราจะน้อยกว่า 10% แต่ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น การติดเชื้อราจะเพิ่มขึ้นเป็น 57-80% โดยอุณหภูมิในดินที่มีความเหมาะสมต่อการเจริญและประสิทธิภาพของการเข้าอยู่อาศัยในรากของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา คือ 25-30 องศาเซลเซียส (Sieverding, 1991) ขณะที่ James et al. (2002) กล่าวว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในช่วงระหว่าง 18-40 องศาเซลเซียส อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจะเจริญได้ดี ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมเป็นปัจจัยสำคัญระหว่างความเข้มแสงและปริมาณคาร์บอนต่อรากพืช จะทำให้อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเจริญได้ดี และส่วนมากเชื้อราหลายชนิดจะเจริญได้ดีในอุณหภูมิที่ใกล้ 30 องศาเซลเซียลเช่นกัน นอกจากนี้อุณหภูมิยังมีอิทธิพลสำคัญต่อการเพิ่มปริมาณและการสร้างสปอร์ของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา โดยในสภาวะอุณหภูมิต่ำจะมีผลทำให้การสร้างสปอร์หรือการงอกของสปอร์ต่ำ และในขณะที่มีอุณหภูมิสูงจะมีประสิทธิภาพในการสร้างสปอร์หรือการงอกของสปอร์เพิ่มมากขึ้น (Bagyaraj, 1991) และสำหรับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีประสิทธิภาพในการเจริญร่วมกับรากพืชในช่วงของความเป็นกรดด่างของดินที่มีความเหมาะสมแตกต่างกัน เช่น เชื้อรา *Glomus fasciculatum* มีเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อราในรากเพิ่มมากขึ้นที่ระดับความเป็นกรดด่างอยู่ที่ 4.5-5.5 และพบว่าในสภาพความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่อการเจริญเติบโตของพืชที่มีการติดเชื้อราในราก (Heijne et al., 1996) ขณะที่ Wang et al. (1993) ได้กล่าวถึงความเป็นกรดด่างมีผลต่อการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราไมคอร์ไรซาในข้าวโอ๊ตและมะเขือเทศ พบว่า เชื้อ *Glomus caledonium, Glomus albidum, Glomus macrocarpum, Glomus etunicatum, Glomus fasciculatum, Glomus* sp. (hyaline reticulate), *Glomus* sp. (multiple-walled), *Acaulospora* spp. และ *Scutellospora calospora* มีการเข้าอยู่อาศัยในข้าวโอ๊ตและมะเขือเทศในดินที่มีระดับความเป็นกรดด่าง 5.5-7.5 ส่วนเชื้อราพวก *Glomus tenue* จะพบการเข้าอาศัยรากพืชทั้ง 2 ชนิดเมื่อดินมีระดับความเป็นกรดด่างเท่ากับ 7.5

ความชื้นของดิน

อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสามารถเจริญได้ดีในความชื้นหลายช่วง ไม่ว่าจะเป็นในดินที่เปียกชื้น ดินที่น้ำท่วมไม่ถึง (Bagyaraj, 1991) ความชื้นของดินมีผลต่อเปอร์เซ็นต์ของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในราก และการสร้างสปอร์ของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (สมจิตร, 2549) ถ้าดินแห้งหรือแฉะเกินไปจะมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในราก และการสร้างสปอร์ของเชื้อราลดลง การสร้างสปอร์ของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีมากที่สุดเมื่อมีการรดน้ำให้

พืชวันละครั้ง และการสร้างสปอร์จะลดลง 90% เมื่อมีการให้น้ำแก่พืชสัปดาห์ละครั้ง (สมจิตร, 2549) ขณะที่ Jasper et al. (1993) ได้กล่าวถึงการอยู่รอดของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินที่แห้งแล้งและความสัมพันธ์ในการสร้างสปอร์ในดินที่แห้งแล้งของ เส้นใยเชื้อรา *S. calospora* และ *A.leavis* พบว่าเส้นใยเชื้อราของ *A. leavis* จะมีชีวิตอยู่รอดได้นานถึง 6 เดือน แต่ถ้าเริ่มมีการสร้างสปอร์ความมีชีวิตรอดจะลดลงอย่างรวดเร็ว ส่วน *S. calospora* เส้นใยเชื้อราลดลง สำหรับการศึกษาของ Daniels and Trape, (1980) กล่าวว่าสปอร์ของเชื้อ *Glomus epigaeum* งอกได้ดีเมื่อดินมีความชื้นอยู่ระหว่าง field capacity และการงอกของสปอร์จะลดลงเมื่อดินมีความชื้นอยู่ในระดับต่ำกว่า field capacity ต่อมา Fidelibus et al. (2000) กล่าวถึงของความชื้นในดินที่มีต่ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากพืชตระกูลส้ม *Citrus volkameiana* และตรวจพบ root colonization 64% เมื่อดินมีความชื้นอย่างต่อเนื่อง และมีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในราก 43% เมื่อปล่อยให้ดินแห้งเป็นช่วงๆ นอกจากนี้ Youpensuk et al. (2004) สำรวจอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่บริเวณรอบระบบรากของต้นตองแตบ *Macaranga denticulate* ที่อำเภอสบเมย จังหวัดแม่ฮ่องสอน พบว่าเชื้อรานี้สร้างสปอร์ปริมาณมากในฤดูฝนและพบสปอร์มีปริมาณน้อยลงในฤดูแล้ง

ปริมาณของธาตุอาหารในดิน

ปริมาณธาตุอาหารและอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในพืชจะเกิดขึ้นได้ดีในสภาพดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ถ้าปริมาณฟอสฟอรัสในดินมีมาก จะมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การเข้ารากของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาลดน้อยลง ส่วนไนโตรเจนมีผลทั้งการเพิ่มและลดเปอร์เซ็นต์ของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในราก (สมจิตร, 2549) และเมื่อมีปริมาณธาตุอาหารในดินต่ำ เส้นใยของเชื้อราที่อยู่กับรากพืชจะชอนไชเข้าไปในดิน ซึ่งช่วยดูดธาตุอาหารโดยเฉพาะธาตุฟอสฟอรัส ทำให้พืชที่มีเชื้อราอยู่จะได้รับฟอสฟอรัสในปริมาณที่เพียงพอ นอกจากนี้อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซายังช่วยป้องกันไม่ให้ฟอสฟอรัสที่ละลายออกมาถูกตรึงโดยปฏิกิริยาทางเคมีของดิน เพราะตัวเชื้อราจะช่วยดูดซับเก็บไว้ในส่วนที่เรียกว่า อาร์บัสคูลและเวสิเคิลที่อยู่ในเซลล์พืช และพบว่าอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อการเจริญเติบโตของกิ่งตอนส้มเขียวหวานสายพันธุ์ต่างๆ และพืชตระกูลส้มบางชนิด เช่น มะนาวและส้มโอ ที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในระดับที่แตกต่างกัน พบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในปริมาณมากจะทำให้ศักยภาพของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในการส่งเสริมการเจริญของต้นส้มลดลง นอกจากนี้อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจะช่วยในการดูดธาตุอาหารอื่นๆ นอกเหนือจากธาตุฟอสฟอรัสและไนโตรเจน (สมจิตร, 2550) ขณะเดียวกัน Rajan et al. (2000) พบว่าประสิทธิภาพของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 9 species ที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้น

กล้าสัก *(Tectona grandis)* ช่วยการเจริญของต้นกล้าสักได้มากกว่าที่ไม่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอาศัยร่วมอยู่ด้วย ธาตุอาหารที่ตรวจสอบได้แก่ ฟอสฟอรัส สังกะสีและทองแดง เชื้อราที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าสัก ได้แก่ *Glomus leptotrichum* นอกจากนี้ยังพบเชื้อรา *Gigaspora margarita* ที่มีต่อปริมาณธาตุอาหารในต้นกล้าท้อ (peach) เปรียบเทียบกับต้นกล้าที่ไม่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา พบว่าต้นกล้าที่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีความเข้มข้นของฟอสฟอรัส โพแทสเซียมและสังกะสี ภายในต้นสูงกว่าต้นกล้าที่ไม่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (Rutto et al., 2002)

สารเคมี

สารเคมีที่ใช้ในการเกษตรทั่วไป อย่างเช่น ยาฆ่าเชื้อรา ยาฆ่าไส้เดือนฝอย ยาฆ่าแมลง เป็นต้น การใช้สารเคมีที่ใช้ในการเกษตรนี้ไม่ได้มีความเฉพาะเจาะจงในการกำจัดศัตรูพืชเท่านั้น แต่ยังมีผลต่อเชื้อรากลุ่มอื่นที่มีประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช (Vyas, 1988) ซึ่งสารเคมีมีผลกระทบต่ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา จากการรายงานของ Sreenivasa and Bagyaraj (1989) กล่าวถึงผลของยาปราบศัตรูพืช ต่อการเข้ารากและจำนวนสปอร์ของเชื้อรา *Glomus fasciculatum* พบว่าแคพแทน (captan) และคาโบฟูแรน (carbofuran) ที่ระดับความเข้มข้น 125.0 mg และ 145.5 mg ต่อส่วนผสมทั้งหมด 2.5 L สามารถเพิ่มปริมาณการเข้ารากและจำนวนสปอร์ นอกจากนี้ยังช่วยยับยั้งการปนเปื้อนของเชื้อราชนิดอื่นๆ และไส้เดือนฝอยในกระถางที่เพาะเลี้ยงเชื้อ *Glomus fasciculatum* สำหรับสารกำจัดเชื้อราพวกคลอโรทาโลนิล (chlorothalonil) ที่ตกค้างในดินนาน 12.5 สัปดาห์จะทำให้เชื้อรา *Glomus fasciculatum* อ่อนแอลงมาก สำหรับสารเคมีกำจัดเชื้อราก็มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในราก เช่นการทดลองของ Sukarno et al. (1996) กล่าวถึงสารเคมีกำจัดเชื้อรา 3 ชนิดได้แก่ Aliette, Benlate และ Ridomil พบว่าสารเคมีทั้ง 3 ชนิดนี้มีผลในการลดเปอร์เซ็นต์ของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในราก และสารเคมีที่มีผลในการยับยั้งมากที่สุด คือ Benlate รองมาคือ Aliette และ Ridomil ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในพืชลดลงด้วย และอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซายังมีผลต่อสารที่หลั่งจากรากพืช โดยมีผลต่อการเจริญของราก การใช้สารอาหารจากพืช ซึ่งความแตกต่างของสารอาหารจะมีผลต่อขนาดของรากและลักษณะรากโดยพื้นที่ผิวรากจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอาศัยร่วมอยู่ด้วย สารหลั่งจากรากมีผลต่อค่าความเป็นกรดด่าง บริเวณรอบๆราก และค่า redox potential มีผลต่อสารเคมีรอบๆ ราก การหลั่งสารออกจากรากพืชเกิดจากการขาดแคลนสารอาหารบางชนิด เช่น เมื่อฟอสฟอรัสลดลงหรือขาดแคลนนั้น สามารถกระตุ้นให้เกิดการปลดปล่อยกรดอินทรีย์หรือ

เอนไซม์ฟอสฟาเตส (phosphatase) และประจุไฟฟ้า หรือธาตุสังกะสีลดลง ผลที่ได้คือจะมีการปลดปล่อย phytosiderophores ออกมาเพื่อทนต่อสภาพแวดล้อมในแหล่งเพาะปลูก (Marschener, 1998) นอกจากนี้แล้ว กนกวรรณ (2546) ได้กล่าวถึงความสามารถในเข้าอยู่อาศัยและการเพิ่มปริมาณของเชื้อรา *Glomus pustulatum* ในต้นลำไยเมื่อแช่สปอร์ของ *Glomus pustulatum* ด้วยสารโพแทสเซียมคลอเรตในระดับความเข้มข้นต่างๆและระยะเวลาที่ต่างกัน พบว่าที่ระดับความเข้มข้นของสารโพแทสเซียมคลอเรต 1 และ 3 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 3 วัน มีเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยภายในรากเป็น 42.9 และ 14.92% ตามลำดับ ส่วนสปอร์ที่แช่ในสารโพแทสเซียมคลอเรต 7% เป็นเวลา 3 วัน ไม่พบการเข้าอยู่อาศัยของสปอร์ แต่พบว่ามีจำนวนสปอร์ 3 สปอร์/ดิน 1 g สำหรับสปอร์ที่แช่ในสารโพแทสเซียมคลอเรต 1, 3 และ 7% เป็นเวลา 7 วันนั้นไม่พบทั้งการเข้าอยู่อาศัยภายในรากและไม่พบว่ามีการเพิ่มจำนวนของสปอร์แต่อย่างใด

บทบาทของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีต่อพืชอาศัย

ความสัมพันธ์ระหว่างอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีต่อพืช ขึ้นอยู่กับลักษณะทางพันธุกรรมและลักษณะทางกายภาพของพืช และขึ้นอยู่กับความสามารถในการเข้าสู่รากพืชของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาแต่ละชนิด (Bolan, 1991) อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีบทบาทที่สำคัญในการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดน้ำและธาตุอาหาร นอกจากนี้ยังเพิ่มความแข็งแรงต้านทานต่อการเข้าทำลายของโรคพืช และทนต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้มากขึ้น (สมจิตร, 2549) บทบาทที่สำคัญได้แก่

ในการดูดธาตุอาหารให้แก่พืช

อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีความสามารถในการดูดซับอาหารที่จำเป็นแก่พืชได้หลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุฟอสฟอรัส เมื่อในดินมีปริมาณของธาตุอาหารฟอสฟอรัสต่ำ เส้นใยของเชื้อราจะเพิ่มพื้นที่สัมผัสระหว่างรากกับดินมากขึ้น (Mosse, 1973) โดยอัตราการเคลื่อนที่ของฟอสเฟตในรากพืชที่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีค่าโดยประมาณ 17×10^{-14} mol cm^{-1} s^{-1} มากกว่าในพืชปกติซึ่งมีอัตราการเคลื่อนที่ของฟอสเฟตภายในรากพืชประมาณ 3.6×10^{-14} mol cm^{-1} s^{-1} (Son et al., 1988) ซึ่งสามารถลดระยะทางที่ฟอสฟอรัสเคลื่อนที่มายังราก จึงทำให้พืชสามารถดูดซับฟอสฟอรัสได้ในปริมาณที่มากและรวดเร็วขึ้น ส่งผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสในพืชที่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอาศัยอยู่มีปริมาณสูงกว่าในพืชที่ไม่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอาศัยอยู่ (Mosse,

1973) นอกจากนี้ Powell (1976) พบว่าอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับอาหารที่เคลื่อนที่ช้า เช่น สังกะสี ทองแดง แต่จะมีอิทธิพลน้อยในธาตุอาหารที่สามารถละลายน้ำได้ดี เช่น ไนเตรทและซัลเฟต Maddox and Soileaue (1991) ได้กล่าวถึงผลการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตกับการใช้ปูนขาวปรับปรุงดินและการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อถั่วเหลืองที่ปลูกในดินกรด พบว่าถั่วเหลืองที่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจะมีน้ำหนักเมล็ดสูงสุด โดยมีการใส่ปุ๋ยฟอสเฟต 20 mg^{-1} ดิน 1 kg ส่วนการใส่ปูนขาวในทุกๆ อัตราให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน การปลูกเชื้อ *Glomus etunicayum* ช่วยลดอัตราการตายและป้องกันการเกิดโรคใบไหม้ของถั่วเหลืองในดินที่ไม่เติมปูนขาว ถั่วเหลืองที่ปลูกเชื้อ *Glomus fasciculatum* ต้องการปุ๋ยฟอสฟอรัสและปูนขาวในการเพิ่มผลผลิตเมล็ดมากกว่าถั่วเหลืองที่ปลูกเชื้อ *Glomus etunicayum* นอกจากนี้ พบว่าอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทั้งสองชนิดช่วยเพิ่มการดูดธาตุอะลูมินัมของราก และปริมาณอะลูมินัมที่สกัดได้ในดินมีปริมาณเพิ่มขึ้น สำหรับ Lu et al. (1994) ได้กล่าวถึงผลการตอบสนองของเชื้อ *Glomus versiforme* ที่เจริญอยู่ในบริเวณรากข้าวโพด เมื่อมีการเติมปุ๋ยฟอสฟอรัสในระดับต่างๆ พบว่าการปลูกข้าวโพดในภาชนะกระถางบริเวณที่เติมฟอสฟอรัสในอัตราสูงทำให้รากข้าวโพดที่มีเชื้อรามีความยาวน้อยกว่าบริเวณที่มีการเติมฟอสฟอรัสในอัตราที่ต่ำ สำหรับการปลูกข้าวโพดในแปลงทดลอง พบว่าปริมาณของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาลดลงอย่างช้าๆ เมื่อมีการเติมปุ๋ยฟอสฟอรัสลงไปอีกจนในที่สุด พบว่าการเข้าอาศัยในรากของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในบริเวณที่เติมปุ๋ยฟอสฟอรัสมีปริมาณต่ำกว่าบริเวณในรากข้าวโพดที่ไม่มีการเติมปุ๋ยฟอสฟอรัส นอกจากนี้สารประกอบไนโตรเจนในดิน ทั้งรูปของสารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์ มีความเข้มข้นของไนโตรเจนในพืชประมาณ 10 เท่าของฟอสฟอรัส จึงทำให้พืชมีความต้องการไนโตรเจนในปริมาณมากเช่นกัน อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีความเกี่ยวข้องในกระบวนการ mineralization ของไนโตรเจนช่วยในการดูดสารประกอบอนินทรีย์ไนโตรเจนให้แก่พืช (สมจิตร, 2549) ขณะที่ Frey and Schuepp (1993) ได้กล่าวว่าความสามารถของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา โดยใส่เชื้อ *Glomus intraradices* ให้แก่ข้าวโพดและให้ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปของ $(^{15}NH_4)_2SO_4$ พบว่าต้นข้าวโพดที่มีการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีการเจริญเติบโตและมีปริมาณของ ^{15}N มากกว่าต้นที่ไม่มีการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา นอกจากนี้อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาช่วยในการดูดธาตุฟอสฟอรัสและไนโตรเจนแล้วยังสามารถดูดธาตุอื่น ๆ ให้แก่พืชได้อีก เช่น การใส่เชื้อรา *Gigaspora margarita* ให้กับต้นกล้าท้อ พบว่าต้นกล้าที่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจะมีความเข้มข้นของโพแทสเซียมและสังกะสี ภายในต้นสูงกว่าต้นกล้าที่ไม่มีการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (Rutto et al., 2002)

เพิ่มประสิทธิภาพในการดูดน้ำให้แก่พืชอาศัย

เส้นใยของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่ยื่นออกนอกรากของพืชอาศัย มีความสำคัญในการเพิ่มพื้นที่ผิวในการดูดซับน้ำ และยังสามารถแทรกอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของดินช่วยในการดูดซับน้ำและธาตุอาหารได้มากขึ้น (สมจิตร, 2549) การปลูกพืชหลายชนิดในเรือนกระจกแสดงให้เห็นว่าพืชที่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา สามารถทนทานต่อการขาดน้ำได้ดีว่าพืชที่ไม่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (Read et al., 1992) เนื่องจากการเข้าอาศัยของเชื้อราจะช่วยให้รากพืชมีความทนทานมากขึ้นโดยการควบคุมการเปิดปิดของปากใบ รวมทั้งควบคุมการคายน้ำของพืช (Auge et al., 1987) และมีการกระตุ้นให้พืชมีระบบรากลึกและยาวขึ้น (Kothari et al., 1990) นอกจากนี้พบว่าเส้นใยของเชื้อราจะทำหน้าที่ในการลำเลียงน้ำจากดินไปสู่รากพืชโดยที่พืชยังมีการคายน้ำปกติ และอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอยู่ร่วมกับพืชจะช่วยให้พืชฟื้นตัวจากสภาพเครียดของน้ำได้เร็วกว่าพืชที่ไม่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอาศัยอยู่ (Sieverding, 1991) มีการศึกษาการย้ายต้นกล้าพืชที่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาพบว่า ไม่มีอาการเหี่ยวหรืออาจจะมีอาการเหี่ยวน้อยกว่าต้นกล้าพืชที่ไม่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (Huang et al., 1985) และ Kothari et al. (1990) พบว่าการดูดน้ำของต้นข้าวโพดที่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีอัตราการดูดน้ำและมีพื้นที่ใบมากกว่าต้นที่ไม่มีเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ทำให้พืชทนความแล้งได้มากขึ้น เช่นเดียวกับการทดลองของ Tang and Chen (1999) ได้พบว่าผลของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อความสามารถในการต้านทานต่อสภาพแห้งแล้ง พบว่าเส้นใยอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีบทบาทสำคัญต่อการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักสดและช่วยลดอาการเหี่ยวจากการขาดน้ำของ *Hippophae rhamnoides* ทำให้ *Hippophae rhamnoides* มีความต้านทานต่อสภาพเครียดจากการขาดน้ำได้ดี

ป้องกันพืชจากสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม

พืชที่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา นอกจากจะมีการเจริญเติบโตดีกว่าพืชที่ไม่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอาศัยอยู่ร่วมกันในรากพืช ยังทำให้พืชอาศัยมีความทนต่อสภาพแวดล้อม ที่ไม่เหมาะสมได้ดีกว่า เช่น สภาวะดินเค็มและสภาวะมลพิษของสิ่งแวดล้อม (สมจิตร, 2549) จากการรายงานของ Gu et al. (2000) ได้กล่าวถึงการทนต่อสภาพดินเค็มของต้นข้าวโพดที่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ทำการปลูกต้นข้าวโพดในกระถางทดลองที่มีดินในระดับความเค็มต่างๆกัน ดินที่มีเกลือ (NaCl) 1 g^{-1} ดิน 1 kg มีผลยับยั้งการเจริญของต้นข้าวโพดที่ไม่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามากกว่าต้นที่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

ทำให้พืชต้านทานต่อโรคจากเชื้อจุลินทรีย์อื่นๆได้ดีขึ้น

การเข้าสู่รากพืชของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา จะมีปฏิกิริยาการตอบสนองของพืชต่อการเข้าสู่รากของเชื้อรา คล้ายกับปฏิกิริยาการตอบสนองต่อการเข้าสู่รากพืชของเชื้อสาเหตุโรคพืช โดยจะมีการแสดงออกของยีนต้านทาน (defence gene) ทำให้เกิดปฏิกิริยาการต้านทานต่างๆ ของพืชซึ่งในระยะแรกของการเข้าสู่รากพืชของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา จะเป็นปฏิกิริยาการต้านทานอย่างอ่อนๆ แต่ในระยะต่อมาเมื่ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเจริญภายในรากพืชมากขึ้น เช่น การสร้างอาร์บัสคูลจะเหนี่ยวนำให้พืชมีความต้านทานต่อการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคพืชมากขึ้น (Garcia-Garrido and Ocampo, 2002) นอกจากนี้เชื้อราช่วยให้พืชมีความต้านทานต่อโรคทางระบบรากได้ (Yoram and Douds, 2000) เนื่องจากอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาส่งผลทำให้ลักษณะทางกายภาพและสัณฐานวิทยาของพืชเปลี่ยนแปลงไป (Reid, 1990) เช่น มีการเพิ่มขึ้นของเอนไซม์ chitinase ซึ่งเป็นสารต่อต้านเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีในเนื้อเยื่อของพืชได้ (Pfleger and Linderman, 1994) ทำให้รากพืชจะมีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น เพราะรากที่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา จะมีการสร้างลิกนินเพิ่มขึ้น ทำให้เชื้อสาเหตุของโรคพืชเข้าทำลายได้ยาก ขณะที่ Sharma et al. (1992) ได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซากับการเป็นโรคพืช พบว่าอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา สามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบการซึมผ่านของสารต่างๆ ออกมาภายนอกรากเพื่อเพิ่มกิจกรรมการย่อยสลายไคติน และเปลี่ยนแปลงการสังเคราะห์แสง พืชที่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอาศัยอยู่จะมีความต้านทานต่อเชื้อโรคที่อยู่ในดินได้ ดังนั้นพืชที่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจะมีความต้านทานโรคพืชได้มาก ซึ่งมีประโยชน์ในการควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี (biological control) ได้อีกทางหนึ่ง

ส่งสริมการเจริญเติบโตของพืช

พืชที่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจะเจริญเติบโตได้ดีกว่าพืชที่ไม่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา โดยเฉพาะพืชในกลุ่มที่รากอวบและขนรากอ่อนน้อย เช่น ส้ม องุ่น ไม้ยืนต้น ไม้ประดับ มันสำปะหลัง ส่วนพืชตระกูลหญ้าและถั่วจะมีการตอบสนองต่ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาน้อย เนื่องจากมีรากเล็กยาวขนรากหนาแน่น (ศรัณยา, 2541) ขณะที่ Azizah and Martin (1992) พบว่าอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อปริมาณธาตุอาหารในลำต้นที่เกิดใหม่ของท่อนพันธุ์โกโก้ (*Theobroma cacao* L.) เมื่อมีการปลูกเชื้อรา *Scutellospora* sp. ร่วมกับเชื้อ *Glomus* sp. ในสายพันธุ์โกโก้ที่ขยายพันธุ์ด้วยการติดตา กิ่งตอนและการปักชำ ท่อนพันธุ์โกโก้มีน้ำหนักแห้งของต้น

เส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นเพิ่มขึ้น และท่อนพันธุ์ที่ขยายพันธุ์ด้วยการติดตาและกิ่งตอน ที่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเจริญร่วมด้วยจะมีปริมาณของฟอสฟอรัสในต้นเพิ่มขึ้น ส่วนท่อนพันธุ์ที่ขยายพันธุ์ด้วยวิธีติดตามีความเข้มข้นของแคลเซียมในส่วนยอดสูงขึ้น เมื่อเทียบกับท่อนพันธุ์ที่ไม่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา Janos et al. (2001) กล่าวว่าอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นลิ้นจี่ (*Litchi Chinensis*) ที่ขยายพันธุ์ด้วยกิ่งตอน พบว่าภายหลังจากที่ปลูกอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาได้ 120 วัน เชื้อราช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโต ทางด้านความสูงและการสร้างใบ แต่ไม่มีผลต่อขนาดลำต้นของต้นกล้า และมีการเข้าสู่รากของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา รวมถึงมีน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินสูงกว่าต้นที่ไม่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาถึง 39% แต่น้ำหนักแห้งของรากไม่มีความแตกต่างกัน

ผลิตฮอร์โมนพืชบางชนิดกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช

การผลิตฮอร์โมนพืชบางชนิดจะกระตุ้นเพื่อเพิ่มเจริญเติบโตให้กับพืช เช่น ออกซิน ไซโตไคนิน จิบเบอเรลลิน หรือการสร้างสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เช่น วิตามินบี (Gopinathan and Raman, 1992) โดยหนึ่งในฮอร์โมนพืชที่สันนิษฐานว่าอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอาจจะสังเคราะห์ขึ้นมา คือ ฮอร์โมนจิบเบอเรลลิคแอซิด (GA_3) พบว่าปริมาณฮอร์โมนจิบเบอเรลลิคแอซิด ในรากกล้ามะละกอที่ได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีปริมาณมากกว่ารากกล้ามะละกอที่ไม่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา โดยรากกล้ามะละกอที่ได้รับเชื้อ *Glomus aggregatum* และ *Gigaspora* sp. มีแนวโน้มจะมีปริมาณฮอร์โมนจิบเบอเรลลิคแอซิด ในรากสูงกว่ารากกล้ามะละกอที่ได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาชนิดอื่นและพบว่าปริมาณฮอร์โมนจิบเบอเรลลิคแอซิดในรากกล้ามะละกอเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาแม้ว่าไม่มีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตของกล้ามะละกอเพิ่มขึ้น แต่มีแนวโน้มว่ากล้ามะละกอที่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเจริญอยู่ด้วยจะมีอัตราการเจริญเติบโตทางด้าน ความสูง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นและปริมาณธาตุอาหารในลำต้นโดยเฉพาะธาตุฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นปริมาณฮอร์โมนจิบเบอเรลลิคแอซิดที่เพิ่มขึ้นในรากมะละกอที่ได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสันนิษฐานว่าเกิดจากการที่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสร้างขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการนำคาร์โบไฮเดรตจากพืชไปใช้ (ดวงใจ, 2546)

การเพิ่มปริมาณอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาไม่สามารถที่จะเจริญเติบโตได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อ การทดลองที่มักทำกันในปัจจุบันก็โดยการนำเอาดินที่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามาร่อนหาเพื่อเก็บรวบรวมจำนวนสปอร์จากดิน จากนั้นสามารถนำไปเพิ่มปริมาณหัวเชื้อกับพืชอาศัยเพื่อเป็นการเพิ่มปริมาณของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ทางกลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กองปฐพีวิทยา ได้ทำการทดลองหาวิธีการที่เหมาะสมสำหรับเพิ่มปริมาณหัวเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาคือ

1. การเพิ่มปริมาณหัวเชื้อไมคอร์ไรซาในกระถาง (pot culture) เป็นการเพาะเชื้อเพื่อเพิ่มปริมาณของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา โดยการเพาะเลี้ยงเชื้อรากลุ่มนี้เจริญร่วมกับพืชอาศัยที่ปลูกภายในกระถาง (pot culture) ซึ่งเป็นประโยชน์ในการเพิ่มปริมาณหัวเชื้อ และสามารถทำเพื่อผลิตเชื้อบริสุทธิ์ชนิดใดชนิดหนึ่งของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา นอกจากนี้สปอร์ของเชื้อรา เส้นใย ชิ้นส่วนของรากที่มีเชื้อรานี้หรือดินบริเวณรากพืช สามารถใช้เป็นหัวเชื้อในการขยายพันธุ์ในพืชอาศัยได้ เส้นใยชิ้นส่วนของรากที่มีเชื้อรานี้สามารถเข้าอยู่อาศัยรากพืชได้เร็วกว่าสปอร์ วัสดุที่ใช้เพาะอาจจะใช้ทรายและมีการเติมธาตุอาหารลงไป ธาตุอาหารนี้ไม่ควรมีปริมาณมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งฟอสฟอรัสควรใส่ในปริมาณค่อนข้างต่ำ วัสดุที่ใช้ในการทำ pot culture อาจใช้ทรายผสมดิน 1:1 หรือ 1:2 โดยปริมาตร ขึ้นกับชนิดของดิน และควรนึ่งฆ่าเชื้อในวัสดุปลูกก่อนนำไปใช้ ส่วนพืชที่ใช้ในการเพิ่มปริมาณของเชื้อ เช่น ข้าวฟ่าง ข้าวโพด การเก็บรักษาเชื้อที่ผลิตได้ (inoculums storage) จากการเพาะเชื้อในกระถางซึ่งประกอบด้วยดินที่มีสปอร์ รากที่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เส้นใยที่อยู่ในดิน โดยเก็บดินนี้ในภาชนะ หรือถุงพลาสติกที่ปิดสนิทแล้วเก็บในตู้เย็นที่มีอุณหภูมิประมาณ 4-5 องศาเซลเซียส หรืออาจปล่อยให้ดินในกระถางเพาะเชื้อค่อยๆแห้งที่อุณหภูมิห้อง การนำหัวเชื้อไปใช้จะใช้ดินจากการเพาะเชื้อในกระถางที่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาไปใส่ให้ต้นกล้าหรือนำไปหว่านในแปลงปลูก (ธงชัย, 2550)

2. การเพิ่มปริมาณหัวเชื้อในแปลงขนาดเล็ก

พื้นที่ที่มีดินในลักษณะเป็นดินทรายมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ แปลงขนาด 2×2 m^2 อบฆ่าเชื้อในดินด้วยการรมเมทธิทโบว์ไมด์ หรือการอบด้วยกำลังความร้อนแสงอาทิตย์ ซึ่งคลุมดินที่อบด้วยพลาสติกใสหนานาน 7 วัน ใส่ปุ๋ยรองพื้นด้วยปุ๋ยยูเรียในอัตรา 6 kg rai^{-1} หินฟอสเฟต 100 kg rai^{-1} (3% P_2O_5) และโพแทสเซียมคลอไรด์ 3 kg rai^{-1} ปลูกข้าวฟ่างเว้นระยะระหว่างแถว 10 cm ระหว่างต้น 5 cm ใส่หัวเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาปริมาณ 200 สปอร์/หลุม จะใส่ก้นหลุมหรือในร่องเป็นแถวโดยคำนวณหัวเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อแถวก่อนปลูก ปล่อยให้ข้าวฟ่างเจริญจนอายุ 4 เดือน ซึ่งจะเป็นระยะที่มีการผลิตสปอร์เต็มที่ เก็บเกี่ยวโดยการตัดส่วนเหนือดินของ

ข้าวฟ่าง จากนั้นเก็บดินลึกประมาณ 45 cm พร้อมราก นำมาผึ่งให้แห้งด้วยลม หลังจากดินแห้ง คลุกเคล้าดินให้ทั่ว ตัดรากข้าวฟ่างให้เป็นชิ้นเล็กๆ ประมาณ 2-3 cm ปล่อยให้ดินแห้งอีกครั้ง จากนั้นเก็บดินที่มีเชื้อไว้ที่อุณหภูมิห้องในถุงพลาสติก แต่การผลิตหัวเชื้อวิธีนี้จะต้องควบคุมการที่ถูกปนเปื้อนจากจุลินทรีย์อื่น ซึ่งอาจติดมากับลม คน สัตว์เลี้ยง และแมลง ดังนั้นจึงควรมีการดูแลรักษาแปลงปลูกอย่างดี เช่น ปลูกโดยการกางมุ้งและดูแลกำจัดโรคและแมลงอย่างดี เพื่อให้ได้อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่ปราศจากการปนเปื้อนและสามารถนำมาใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพเพื่อเพิ่มผลผลิตพืช

ผลของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของไม้ผล

จากการศึกษาของ John (1987) ได้ศึกษาผลของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการผลิตของสตรอเบอรี่ในรัฐ West Virginia ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าสตอเบอรี่ที่ปลูกด้วยเชื้อผสมระหว่าง *Glomus mosseae* และ *G.etunicatum* จะให้ตาดอก น้ำหนักแห้งของต้นและราก และความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสในใบมากกว่าต้นที่ไม่ได้ปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนการศึกษาของ ศรัญยา (2541) ศึกษาประสิทธิภาพของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้าทุเรียน ต้นกล้าทุเรียนที่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมด้วยมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูง ขนาดลำต้น น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งได้เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่ากล้าทุเรียนที่มีไมคอร์ไรซาจะมีความสามารถในการดูดธาตุอาหารได้มากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกล้าทุเรียนที่ไม่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา สำหรับการศึกษาของ (วรรณวิณี (2553) ได้ศึกษาอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญและการยับยั้งโรครากเน่าของต้นกล้าส้มที่ใช้เป็นต้นตอของส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้ง พบว่าอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาช่วยเพิ่มความต้านทานโรครากเน่าได้และยังช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับต้นตอที่ไม่ใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

พฤกษาศาสตร์ของลำไย (พาวิน, 2543)

ลำไย (Longan) จัดเป็นพืชในตระกูล Sapindaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Euphoria longana* ลำไยมีลำต้นสูงขนาดกลางจนถึงขนาดใหญ่ ต้นที่ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดมีต้นตรง มีความสูงประมาณ 30-40 ฟุต แต่ต้นที่ขยายพันธุ์ด้วยกิ่งตอนมักจะแตกกิ่งก้านสาขาใกล้ๆ กับพื้นทรงพุ่มต้นสวยงาม มีการแตกกิ่งก้านสาขาดี เนื้อไม้เปราะทำให้กิ่งหักง่ายกว่าต้นลิ้นจี่ เปลือกลำต้นขรุขระมีสีน้ำตาลหรือสีเทา ลักษณะของใบลำไยเป็นใบรวม ประกอบด้วยใบย่อยอยู่บนก้านใบร่วม (pinnately

compound leaves) มีปลายใบเป็นคู่ มีใบย่อย 2-5 คู่ ความยาวใบ 20-30 cm ใบย่อยเรียงตัวสลับหรือเกือบตรงข้าม ความกว้างของใบย่อย 3-6 cm ยาว 7-15 cm รูปร่างใบเป็นรูปรีหรือรูปหอก ส่วนปลายใบและฐานของใบค่อนข้างป้าน ใบด้านบนมีสีเขียวเข้มกว่าด้านล่าง ผิวด้านบนเรียบ ส่วนผิวด้านล่างสากเล็กน้อย ขอบใบเรียบไม่มีหยัก ใบเป็นคลื่นเล็กน้อยและเห็นเส้นแขนง (vein) แตกออกจากเส้นกลางใบชัดเจนและมีจำนวนมาก ช่อดอกส่วนมากจะเกิดจากตาที่ปลายยอด (terminal bud) บางครั้งอาจเกิดจากตาข้างของกิ่ง ความยาวของช่อดอกประมาณ 15-60 cm ช่อดอกขนาดกลางจะมีดอกย่อยประมาณ 3,000 ดอก ดอกลำไยมีสีขาวหรือสีขาวออกเหลืองมีขนาดเล็กเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 6-8 mm ช่อดอกหนึ่ง ๆ อาจมีดอก 3 ชนิด (polygamo-monoecious) คือดอกตัวผู้ (staminate flower) ดอกตัวเมีย และดอกสมบูรณ์เพศ (perfect flower) ลักษณะที่คล้ายคลึงกันของดอกทั้งสามชนิดคือ มีกลีบดอก 5 กลีบ มีสีขาว มีกลีบเลี้ยง 5 กลีบ มีสีเขียวปนน้ำตาลหนาแข็ง ลักษณะของผลเป็นผลทรงกลม หรือทรงเบี้ยว ลำไยพันธุ์กะโหลกจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2.5 cm ผลสุกมีสีเหลืองหรือสีน้ำตาลอมแดง ผิวเปลือกเรียบหรือเกือบเรียบ เปลือกบางเนื้อหนา ในส่วนของเนื้อ (aril) เกิดจากส่วนที่เจริญขึ้นมาจากก้านไข่ (funiculus) ซึ่งส่วนนี้เป็นพวกเนื้อเยื่อฟองน้ำ และเป็นผิวหุ้มเมล็ดส่วนนอก (outer integument) เนื้อเยื่อนี้เป็นเนื้อเยื่อพาเรนไคม่า ซึ่งจะเจริญล้อมรอบเมล็ดและอยู่ระหว่างเปลือกกับเมล็ดมีสีขาวคล้ายวุ้น สีขาวขุ่นหรือสีชมพูเรื่อๆ แตกต่างกันไปตามพันธุ์ เมล็ดมีลักษณะกลมจนถึงกลมแบน เมื่อยังไม่แก่มีสีขาวแล้วค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นสีดำมันส่วนของเมล็ดที่ติดกับขั้วผลมีวงกลมสีขาวบนเมล็ด (placenta) มีลักษณะคล้ายตามังกร (dragon's eye) จุดสีขาวจะมีขนาดเล็กหรือใหญ่ต่างกันไปตามพันธุ์

นิเวศวิทยาที่เหมาะสมในการเพาะปลูกลำไย

ดิน ลำไยสามารถขึ้นได้ดีในดินแทบทุกชนิด แต่ดินที่เหมาะสมกับการปลูกลำไย คือ ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงถึงปานกลาง เนื่องจากดินเป็นแหล่งที่ให้ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและออกดอกติดผลของลำไย (อนันต์, 2547) สามารถปลูกลำไยได้ตั้งแต่ ดินร่วน ดินร่วนปนทราย ดินร่วนปนเหนียว หรืออาจจะเป็นดินเหนียวก็ได้ ดินลำไยที่มีความเหมาะสมคือ ดินร่วนปนทราย และดินตะกอน (alluvial soil) ซึ่งเกิดจากตะกอนกรวด หิน ดิน ทราย อินทรียวัตถุที่น้ำพัดพามาเกิดการทับถมของอินทรียวัตถุซึ่งจะสังเกตได้จากต้นลำไยที่ปลูกตามที่ราบลุ่มริมแม่น้ำปิงที่มีระดับน้ำใต้ดินสูง ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน เจริญงอกงามและให้ผลผลิตดี ดินที่ปลูกลำไยควรมีหน้าดินลึก สำหรับค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่เหมาะต่อการปลูกลำไยอยู่ระหว่าง 5.0-7.0

และต้องเป็นดินที่มีการระบายน้ำดีเป็นพิเศษ ดังนั้นจึงควรปลูกลำไยในพื้นที่สูงพอสมควร เพราะมีการระบายน้ำที่ดีกว่าในพื้นที่ต่ำ (พาวิน, 2543)

อุณหภูมิ อุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของลำไย โดยทั่วไปลำไยต้องการอากาศค่อนข้างต่ำ อุณหภูมิประมาณ 20-25 องศาเซลเซียส แต่ในช่วงก่อนออกดอกต้องการอุณหภูมิประมาณ 15-22 องศาเซลเซียส นานประมาณ 8-10 สัปดาห์ ยิ่งอากาศหนาวเย็นมากลำไยจะออกดอกติดผลมาก ซึ่งจะสังเกตว่าถ้าปีไหนอากาศหนาวเย็นนานๆ โดยไม่มีอากาศอบอุ่นเข้าแทรกลำไยจะมีการออกดอก ติดผลดี เมื่อติดผลแล้วอุณหภูมิสูงขึ้นก็ไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิต แต่ไม่ควรเกิน 40 องศาเซลเซียส เพราะจะทำให้ผลแตกได้ (อนันต์, 2547)

น้ำและปริมาณน้ำฝน น้ำเป็นสิ่งจำเป็นในการเจริญเติบโตของต้นลำไย เพราะน้ำเป็นปัจจัยที่กำหนดการเจริญเติบโตและความสมบูรณ์ของต้นลำไยได้ โดยเฉพาะต้นที่ยังไม่โตเต็มที่ หากลำไยได้รับน้ำในปริมาณที่เพียงพออย่างสม่ำเสมอ ไม่ชะงักการเจริญเติบโต ต้นสมบูรณ์และแข็งแรง ต้านทานโรคได้ดี และโตเร็วกว่าการอาศัยน้ำฝนเพียงอย่างเดียว ในแหล่งปลูกลำไยควรมีปริมาณน้ำฝนอยู่ในช่วงประมาณ 1,000-2,000 mm/ปี และควรมีการกระจายตัวของฝนดีประมาณ 100-150 วัน/ปี แต่อย่างไรก็ตามในบางช่วงลำไยต้องการน้ำน้อย คือ ในช่วงก่อนออกดอก ในช่วงออกดอกติดผลลำไยต้องการน้ำในปริมาณมาก (พาวิน, 2543)

ปริมาณความชื้น ความชื้นในดินซึ่งมีความจำเป็นต่อลำไยในช่วงตั้งแต่การติดผล โดย ทั่วไปลำไยต้องการความชื้นที่สูงขึ้นเรื่อยๆ ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายน ซึ่งในช่วงนี้ถ้าลำไยขาดความชื้นในดิน ดอกที่ได้มักจะแห้งหรือดอกจะร่วง ช่วงที่มีฝนตกในเดือนเมษายนที่เรียกว่า "ฝนชะช่อมะม่วง" มักทำให้ผลลำไยร่วงมาก ในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคมต้องมีการให้น้ำ เพราะในระยะนี้เป็นช่วงที่มีความชื้นในดินและความชื้นในอากาศต่ำ ฤดูหนาวความชื้นในอากาศจะลดลงตามลำดับและจะลดลงในเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายนซึ่งเป็นส่วนที่อันตราย เพราะจะทำให้การระเหยของน้ำในใบมีมากขึ้น ความชื้นในอากาศต่ำจึงมีส่วนทำให้ผลผลิตลำไยเสียหายไม่น้อยเช่นกัน (โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตลำไยและลิ้นจี่ศูนย์วิจัยและพัฒนาลำไยและลิ้นจี่, 2543)

ระดับความสูงของพื้นที่ ลำไยปลูกในพื้นที่ราบลุ่มจนถึงพื้นที่สูงกว่าระดับน้ำทะเล 1,000 m พื้นที่ปลูกลำไยควรอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 15-28 องศาเหนือใต้ สำหรับเชียงใหม่และลำพูนอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 17-19 องศาเหนือ (พาวิน, 2543)

แสง โดยปกติลำไยจะออกดอกที่ปลายยอดบริเวณที่ได้รับแสง ส่วนกิ่งที่ไม่ได้รับแสงจะมีดอกน้อย ดังนั้นพื้นที่ปลูกลำไยส่วนใหญ่ต้องการแสงแดดตลอดเวลา เพื่อใช้ในการ

สังเคราะห์แสง ดังนั้นการปลูกลำไยที่เหมาะสมควรปลูกในพื้นที่โล่งแจ้ง ถ้าอยู่ในที่ร่มหรือที่ทึบแสงลำไยจะแทงช่อดอกได้น้อยลง

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

พื้นที่ทำการทดลองและวิธีการทดลอง

ศึกษาข้อมูลและทำการศึกษาทดลองในห้องปฏิบัติการ สาขาปฐพีศาสตร์ และแปลงไม้ผล สาขาไม้ผล มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

1. การศึกษาปริมาณและการกระจายของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในสวนลำไย

การสำรวจและการเก็บตัวอย่างดินรอบๆ รากต้นลำไย โดยเก็บตัวอย่างดินในสภาพธรรมชาติจากสวนลำไยในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน เก็บดินที่ระดับความลึก 0-15 cm โดยเก็บตัวอย่างดินรอบๆโคนต้น ต้นละ 4 จุดทั้งหมด 10 ต้นต่อ 1 สวน จากนั้นนำดินมาผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน นำไปร่อนหาสปอร์ของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เพื่อนับจำนวนสปอร์ของเชื้อราในดินในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน ดังนี้

สวนลำไยแปลงที่ 1	อำเภอสันป่าตอง	จังหวัดเชียงใหม่
สวนลำไยแปลงที่ 2	อำเภอหางดง	จังหวัดเชียงใหม่
สวนลำไยแปลงที่ 3	อำเภอสารภี	จังหวัดเชียงใหม่
สวนลำไยแปลงที่ 4	อำเภอแม่ออน	จังหวัดเชียงใหม่
สวนลำไยแปลงที่ 5	อำเภอทุ่งหัวช้าง	จังหวัดลำพูน
สวนลำไยแปลงที่ 6	อำเภอแม่ทา	จังหวัดลำพูน

การตรวจสอบหาจำนวนสปอร์ของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินที่ปลูกลำไย (ดัดแปลงจากDodd and Phillip, 1996) นำตัวอย่างดินที่ได้มาร่อนเพื่อนับจำนวนสปอร์ของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อดิน 10 g โดยชั่งดิน 10 g ลงในหลอด centrifuge เติมน้ำ 50 ml นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่อง centrifuge ที่ 2,000 รอบ นาน 5 นาที จากนั้นเทเอาส่วนใสออกซึ่งเป็นเศษพืชที่ติดเข้าไป แล้วเติมน้ำตาลซูโครส 50% ประมาณ 50 ml แล้วปั่นเหวี่ยงที่ 2,000 รอบ นาน 1 นาที สารละลายที่ได้จะมีสปอร์ของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอยู่ แล้วเทสารละลายของเหลวลงบนตะแกรงละเอียดขนาด 125 μm ล้างน้ำตาลออกด้วยน้ำกลั่นหลายๆครั้ง แล้วจึงรินลงบนจานเลี้ยงเชื้อเพื่อตรวจสอบหาจำนวนสปอร์ของเชื้อราโดยนำไปตรวจนับจำนวนสปอร์ภายใต้กล้อง stereo microscopes

2. การเพิ่มปริมาณสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

การเตรียมหัวเชื้อ (inoculums preparation) และการเพาะและขยายสปอร์ของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในข้าวโพด

นำตัวอย่างดินที่เก็บจากบริเวณรอบ ๆ รากต้นลำไย มาร่อนหาจำนวนสปอร์ โดยเก็บสปอร์แต่ละสวนลำไยในข้อที่ 1. สวนละประมาณ 300 สปอร์ แล้วเก็บไว้ในสารละลาย (Ringer's solution) (Danial and Skipper, 1982) เก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรักษาสปอร์ให้คงสภาพสมบูรณ์

การเพาะเชื้อเพื่อเพิ่มปริมาณของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ได้ทำโดยการเพาะเลี้ยงเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาให้เจริญร่วมกับข้าวโพด โดยนำเมล็ดข้าวโพดมาล้างฆ่าเชื้อที่ปนเปื้อนบริเวณผิวเมล็ดด้วยคลอร็อกซ์ที่ความเข้มข้น 3% นาน 5 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อ 3 ครั้ง วางเมล็ดลงบนกระดาษทิชชูที่ผ่านการฆ่าเชื้อ จากนั้นนำเมล็ดข้าวโพดลงปลูกในกระถางพลาสติกดำเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 นิ้ว (ที่ผ่านการเช็ดฆ่าเชื้อด้วยแอลกอฮอล์ 75%) แล้วใส่ดิน 7 kg ดินที่ใส่เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ นำมาร่อนให้ร่วนเก็บเศษหินรากไม้และเศษพืชต่าง ๆ ออกให้หมดโดยใช้ทรายผสมกับดินอัตราส่วนเท่ากับ 1:1 แล้วนำไปอบฆ่าเชื้อวัสดุปลูกในหม้อนึ่งความดันไอน้ำ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียล ความดันที่ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 30 นาที ทิ้งไว้ข้ามคืนแล้วอบฆ่าเชื้อซ้ำอีก 2 ครั้ง จากนั้นเพาะปลูกเมล็ดข้าวโพดโดยใส่กระถางละ 3 เมล็ด เมื่อครบเจ็ดวันคัดเลือกต้นกล้าข้าวโพดที่มีความอุดมสมบูรณ์ที่สุดให้เหลือเพียงหนึ่งต้นเท่านั้น แล้วนำสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจำนวน 300 สปอร์ที่เก็บไว้มาโรยใส่รอบๆ ต้นกล้าข้าวโพดกลบดินแล้วรดน้ำด้วยน้ำกลั่นสลับกับการรดสารละลาย Hoagland's solution (Stamps, 2007) สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ครั้งละ 200 ml สม่ำเสมอนานประมาณ 120 วัน จากนั้นตัดต้นข้าวโพดส่วนเหนือดินแล้วปล่อยให้ดินแห้งด้วยการตากในที่ร่ม

การนับจำนวนสปอร์ในดินที่ทำการขยายสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

ชั่งตัวอย่างดิน 10 g ใส่หลอด centrifuge เติมน้ำกลั่น 50 ml นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่อง centrifuge เพื่อตรวจนับจำนวนสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาหลังทำการขยายเชื้อในข้าวโพด จากนั้นนำมาคำนวณให้ได้ 300 สปอร์ของ soil inoculum

3. การศึกษาการตอบสนองของกิ่งตอนลำไยพันธุ์อีดอต่ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

การเตรียมหัวเชื้อสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

เมื่อทำการตรวจนับจำนวนสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาหลังจากปลูกข้าวโพดแล้วทำการคำนวณจำนวนสปอร์ให้ได้ประมาณ 300 สปอร์ เช่น หลังมีการขยายเชื้อในข้าวโพด พบว่า สปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจากสวนลำไยอำเภอหางดงมีปริมาณสปอร์ 25 สปอร์/ดิน 10 g แสดงว่า ถ้าต้องการจำนวนสปอร์ประมาณ 300 สปอร์จะเท่ากับดิน 120 g ของดินที่เป็น soil inoculum (ทำเช่นนี้กับจำนวนสปอร์ของสวนลำไยแต่ละอำเภอที่นำมาขยายเชื้อในข้าวโพด) (ตาราง 1)

การเตรียมกิ่งตอนลำไย

คัดเลือกกิ่งตอนลำไยพันธุ์อีดอ ที่มีอายุประมาณ 2 ปี จากจังหวัดเชียงใหม่ นำมาวัดความสูง วัดทรงพุ่มของกิ่งตอนลำไยก่อนการทดลองหรือก่อนทำการปลูกลงในกระถางจากนั้นล้างรากกิ่งตอนลำไยให้สะอาดหลาย ๆ ครั้ง จนรากของลำไยไม่มีวัสดุเพาะติดแล้วล้างด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว

การเตรียมดินและวัสดุปลูก

ใช้ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ นำมาผึ่งลมให้แห้งแล้วร่อนดินให้ร่วน เก็บเศษหินรากไม้และเศษพืชต่าง ๆ ออกให้หมดผสมกับปุ๋ยหมักในอัตราส่วน 2:1 แล้วนำไปอบฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันไอน้ำ ที่อุณหภูมิที่ 121 องศาเซลเซียส ความดันที่ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 30 นาที ติดต่อกัน 3 วัน จากนั้นเตรียมกระถางดินขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 นิ้ว ทำการฆ่าเชื้อด้วยแอลกอฮอล์ 75% โดยทำซ้ำอีก 3 ครั้ง

การปลูกสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในกิ่งตอนลำไย

นำดินที่เตรียมไว้สำหรับเป็นวัสดุปลูกที่ผ่านการการอบฆ่าเชื้อ ลงในกระถางดินที่ทำการฆ่าเชื้อด้วยแอลกอฮอล์ 75% แล้วปลูกกิ่งลำไย 1 กิ่ง ต่อ 1 กระถางและต่อด้วยสปอร์ที่ได้จากการเพาะเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจำนวน 300 สปอร์โดยคำนวณจาก soil inoculum มาโรยใส่รอบ ๆ กิ่งตอนลำไยแล้วกลบดิน รดน้ำให้ชุ่มพอประมาณ (ตาราง 1)

ตาราง 1 ปริมาณของ soil inoculum หลังมีการขยายเชื้อในข้าวโพด

ปริมาณ soil inoculum/300 สปอร์(g)	AM-SPT	AM-HD	AM-SP	AM-MO	AM-THC	AM-MT
	g					
	70.0	120.0	100.0	80.7	120.0	66.7

ตำรับการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design (RCBD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 8 ตำรับดังนี้

1 ตำรับควบคุม (ไม่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาชนิดใดเลย) (Control)

2 อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจากสวนลำไยอำเภอสันป่าตอง (AM-SPT)

3 อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจากสวนลำไยอำเภอหางดง (AM-HD)

4 อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจากสวนลำไยอำเภอสารภี (AM-SP)

5 อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจากสวนลำไยอำเภอแม่ออน (AM-MO)

6 อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจากสวนลำไยอำเภอทุ่งหัวช้าง (AM-TCH)

7 อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจากสวนลำไยอำเภอแม่ทา อัตรา (AM-MT)

8 ผลิตภัณฑ์วีเอไมคอร์ไรซา (VAM-DOA) อัตรา 300 สปอร์ต่อกิ่งตอนลำไยในกระถางทดลอง

การวัดเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากลำไย

เก็บตัวอย่างรากลำไยแต่ละตำรับหลังมีการปลูกเชื้อราได้ 3, 6, 9 และ 12 เดือน มาย้อมสีเพื่อตรวจสอบหาเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยในรากของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ตามวิธีของ Dodd and Phillip (1996) โดยมีขั้นตอนดังนี้ นำรากมาล้างน้ำเอาดินออกแล้วแช่ลงในสารละลาย KOH ความเข้มข้น 2.5% ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง นำรากที่ผ่านการแช่ KOH แล้วแช่ลงในสารละลายกรด HCl ความเข้มข้น 1% ทิ้งไว้อีก 24 ชั่วโมง ล้างรากที่ผ่านการแช่ KOH และ HCl มาล้างออกด้วยน้ำอีกครั้ง จึงย้อมสีด้วย water blue 0.06% ซึ่งประกอบด้วย water blue 0.6 g, lactia acid 400 ml, glycerine 400 ml และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 1,000 ml คำนวณเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อในรา อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากจากสูตรต่อไปนี้ (Brundrett et al., 1996)

$$\%RLC = \frac{100 \times \text{จำนวน field ที่มีการติดเชื้อ}}{\text{จำนวน field ที่ตรวจสอบทั้งหมด}}$$

โดย %RLC = เปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

การเก็บข้อมูล

บันทึกผลการเจริญเติบโตได้แก่ วัดความสูง วัดขนาดของทรงพุ่มของต้นลำไย และตรวจสอบหาจำนวนสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดิน 1 g โดยวิธี Dodd and Phillip (1996) โดยทำการบันทึกหลังการปลูกเชื้อ 3, 6, 9 และ 12 เดือน

หลังปลูกเชื้อได้ 3, 6, 9 และ 12 เดือน ตรวจสอบเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากของลำไย โดยวิธี Dodd and Phillip (1996)

การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หลังปลูกเชื้อได้ 3, 6, 9 และ 12 เดือน ทำการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน หลังการปลูกเชื้อ 6 และ 12 เดือน วิเคราะห์สมบัติทางเคมีของพืช

2. การเก็บตัวอย่างดิน ที่ความลึก 0.15 cm โดยเก็บใต้ทรงพุ่มลำไยในกระถาง โดยเก็บดินที่ติดรากของลำไย เพื่อนำรากมาตรวจสอบการเข้าอยู่อาศัยของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา สำหรับดินแยกออกเป็นสองส่วนคือ 1. สำหรับการนับจำนวนสปอร์ในดินและ 2. สำหรับการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดิน ส่วนดินที่จะนำมาวิเคราะห์ทางเคมี คือทำให้แห้งโดยผึ่งไว้ในที่ร่ม (ari-dried) แล้วนำไปบดผ่านตะแกรงร่อนดินขนาด 0.5 และ 2.0 mm

3. การเก็บตัวอย่างใบ ทำการเก็บตัวอย่างใบที่ 3 และ 4 ในระยะที่มีการปลูกเชื้อ 6 และ 12 เดือน นำใบลำไยมาล้างด้วยน้ำสะอาดแล้วชะล้างให้สะอาดด้วยน้ำกลั่นอีกครั้ง ก่อนนำไปอบแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำไปบดให้ละเอียดเพื่อการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารต่างๆ ได้แก่ N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu และ Zn

4. การวัดความสูงของต้นลำไย ทำการวัดจากโคนต้นถึงส่วนปลายสุดของทรงพุ่ม โดยวัดในระยะหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาได้ 3, 6, 9 และ 12 เดือน

5. การวัดความกว้างของทรงพุ่ม โดยวัดทรงพุ่มส่วนที่กว้างที่สุด 2 แนวตั้งฉากกัน นำมาหาค่าเฉลี่ยทั้งสองด้าน จากนั้นนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาหาเปอร์เซ็นต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่เพิ่มขึ้น โดยคิดจากขนาดทรงพุ่มเริ่มต้น (0 วัน) ตามสูตร

$$\%R = \frac{(X_+ - X_0) \times 100}{X_0}$$

โดย %R = เปอร์เซ็นต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่เพิ่มขึ้น

X_+ = ค่าการวัดครั้งหลัง

X_0 = ค่าการวัดครั้งแรก

ตาราง 2 ความสูงและเส้นผ่าศูนย์กลาง (R) ขนาดทรงพุ่มเฉลี่ยของกิ่งตอนลำไยขณะเริ่มต้นการทดลอง

เริ่มต้น (0 วัน)	Control	AM-SPT	AM-HD	AM-SP	AM-MO	AM-THC	AM-MT	VAM-DOA
ความสูง(cm)	117	107	107	105	100	107	104	105
R ทรงพุ่ม(cm)	29.5	35.3	39.2	39.2	37.7	36.0	34.8	31.0

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินและพืช

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน

การวัดความเป็นกรดด่างของดิน ทำการชั่งดินที่ผ่านตะแกรงร่อนขนาด 2 mm 10 g ต่อน้ำกลั่น 10 ml หรือ 1:1 คนให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ 5 นาที ทำเช่นนี้ติดต่อกัน 2 ครั้งและครั้งที่ 3 คนให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้ 15 นาที แล้ววัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างโดยใช้เครื่องมือ pH-meter (Wayne, 1980)

ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (soil organic mater) นำดินผึ่งลมให้แห้งแล้วนำมาผ่านตะแกรงร่อนขนาด 0.5 mm จำนวน 1 g ลงในขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 ml ทิ้งไว้ 30 นาที เติมสารละลาย $K_2Cr_2O_7$ 10 ml เขย่าเบาๆ ให้เข้ากันและเติม H_2SO_4 เข้มข้น 20 ml ทิ้งไว้ 30 นาที ในตู้ดูดควัน จากนั้นเติมน้ำกลั่น 100 ml หยดน้ำยาอินดิเคเตอร์ 3-4 หยด โดยมี O-phenantholine เป็น indicator แล้วไตเตรทด้วย 0.5 N ferrous sulphate จนเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลปนแดงจากนั้นบันทึกค่าปริมาตรของ $FeSO_4$ ที่ใช้ไตเตรทไป เพื่อนำมาคำนวณหาค่าที่แท้จริง (FAO, 2008)

ปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้ (extractable phosphorous) โดยวิธี Bray II โดยชั่งตัวอย่างดิน 2.5 g ที่ผ่านตะแกรงร่อนขนาด 2 mm ใส่หลอด centrifuge สกัดด้วยน้ำยา BrayII 25 ml ปิดฝาให้สนิทเขย่านาน 1 นาที นำเข้าเครื่อง centrifuge ให้ดินตกตะกอน แล้วกรองสารละลายที่ได้ไปพัฒนาสีจะได้สีน้ำเงินแกรมฟ้าด้วย ascorbic acid แล้วนำไปอ่านปริมาณฟอสฟอรัสด้วยเครื่อง spectrophotometer ตามวิธีของ (Watanabe and Olsen ,1962; FAO, 2008)

ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และ แมกนีเซียม ที่สกัดได้ (extractable potassium, calcium and magnesium) ทำการสกัดโดยชั่งดิน 5 g ที่ผ่านตะแกรงร่อนขนาด 2 mmเป็นเวลานาน 30 นาที จากนั้นนำไปเข้าเครื่อง centrifuge เพื่อให้ดินตกตะกอน กรองสารละลายที่ได้ไปอ่านค่าด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer (AAS) เติม lanthanum oxide ในการวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียม (Wayne, 1980)

ปริมาณเหล็ก แมงกานีส สังกะสีและทองแดง (extractable iron, manganese, zinc and copper) โดยชั่งตัวอย่างดินจำนวน 10 g ที่ผ่านตะแกรงร่อนขนาด 2 mm ใส่หลอด centrifuge เติมสารสกัดด้วยน้ำยาสกัด DTPA (diethylene triamine pentaacetic acid) จำนวน 25 ml เขย่านาน 2 ชั่วโมง นำไปเข้าเครื่อง centrifuge เพื่อให้ดินตกตะกอน กรองสารละลายที่สกัดได้ไปอ่านค่าด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer (AAS) (Wayne, 1980)

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของพืช

ตัวอย่างพืชที่ถูกเผา (dry ashing) ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส ประมาณ 6-8 ชั่วโมง จากนั้นเติมสารละลายด้วยกรด HCl 2 N 15 ml และ น้ำกลั่น 15 ml หลังจากนั้นกรองด้วยกระดาษกรองแล้วเก็บสารละลายที่ได้ไว้ในขวดสต๊อก เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส สังกะสีและทองแดง (เนาวรัตน์, 2527)

ปริมาณไนโตรเจน (total nitrogen) ทำการย่อยตัวอย่างใบลำไย ด้วยกรด H_2SO_4 เข้มข้น 25 ml หลังจากนั้นจึงนำการกลั่นหาปริมาณไนโตรเจน (เนาวรัตน์, 2527)

ปริมาณฟอสฟอรัส นำสารละลายที่ได้จากการเผาตัวอย่างใบ โดยดูดจากขวดสต๊อก 5 ml (อาจจะน้อยกว่านี้ได้ในกรณีพืชที่มีฟอสฟอรัสสูง เช่น อาจจะดูด 1 หรือ 2 ml) ใส่ลงไปในขวดปรับปริมาตรขนาด 25 ml เติม mixed reagent 5 ml (สาร A + สาร B โดยสาร A คือ ละลาย ammonium vanadate 1.25 g ในน้ำอุ่น 200 ml เติม HNO_3 AR grade เข้มข้น 1.42 ลงไป 250 ml/L ส่วนสาร B คือ ละลาย ammonium molybudate tetrahydrate 25 g ในน้ำอุ่น 300 ml) ในขวดโวลุมเมตริกฟลาส รอให้ครบ 30 นาที จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น อ่านค่าด้วยเครื่อง Spectrophotometer (เนาวรัตน์, 2527)

ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียม นำสารละลายที่ได้จากการกรองตัวอย่างหลังจากการเผาตัวอย่างใบลำไย (dry ashing) ไปหาค่าโพแทสเซียมที่สกัดได้จากการอ่านค่าด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer (AAS) เติม lanthanum oxide ในการวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียม (เนาวรัตน์, 2527)

ปริมาณเหล็ก แมงกานีส สังกะสี และทองแดง นำสารละลายที่ได้จากการเผาตัวอย่างใบลำไย (dry ashing) ไปอ่านค่าด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer (AAS) (เนาวรัตน์, 2527)

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) วางแผนการทดลองแบบสุ่มลงในบร็อคอย่างสมบูรณ์ (randomized complete block besign, RCBD) การวิเคราะห์พบความแตกต่างกันในทางสถิติจึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธีจัดกลุ่มของสิ่งทดลอง

บทที่ 4
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดลอง

1. การศึกษาปริมาณและการกระจายของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในสวนลำไย

ผลการศึกษาจำนวนสปอร์ในดินจากดินปลูกลำไยจากสวนลำไยอำเภอต่างๆ จำนวน 6 สวน คือสวนอำเภอสันป่าตอง อำเภอหางดง อำเภอสารภี อำเภอแม่ออนในจังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอทุ่งหัวช้าง อำเภอแม่ทา จังหวัดลำพูน พบว่ามีจำนวนสปอร์ในดินของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ทั้ง 6 สวน มีจำนวนสปอร์อยู่ที่ 18.33, 18.33, 19.67, 14.67, 15.67 และ 15.33 สปอร์/ดิน 10 g ตามลำดับ (ตาราง3) สำหรับสวนลำไยอำเภอสารภีมีจำนวนสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสูงที่สุด คือ 19.67 สปอร์/ดิน 10 g รองลงมาคือ อำเภอสันป่าตองและอำเภอหางดง มีจำนวนสปอร์ 18.33 สปอร์/ดิน 10 g ส่วนสวนลำไยอำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่ มีจำนวนสปอร์ต่ำที่สุดเท่ากับ 14.69 สปอร์/ดิน 10 g ซึ่งจำนวนสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่ทำการรวบรวมจากสวนลำไยในทุกอำเภอไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ หลังจากการศึกษาจำนวนสปอร์ของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในสวนลำไยทั้ง 6 สวน ที่กล่าวมาเบื้องต้นแล้ว ได้ทำการเก็บตัวอย่างสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาแต่ละสวน จำนวนสวนละ 300 สปอร์ เพื่อนำไปสู่ขั้นตอนการขยายอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาโดยใช้ข้าวโพดซึ่งเป็นพืชอาศัยสำหรับการแพร่ขยายจำนวนสปอร์ให้มีเพิ่มมากขึ้น

ตาราง 3 ผลการตรวจสอบจำนวนสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินจากสวนลำไยของแต่ละอำเภอ

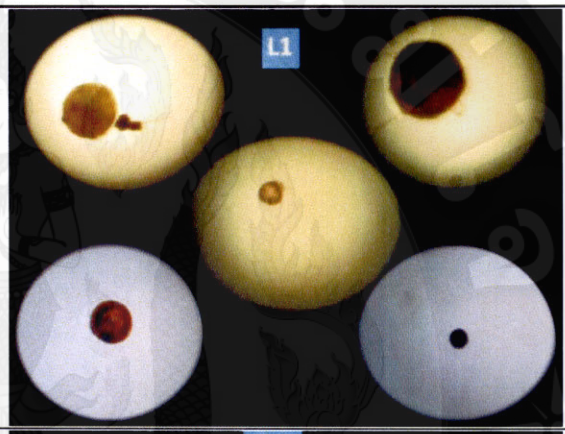
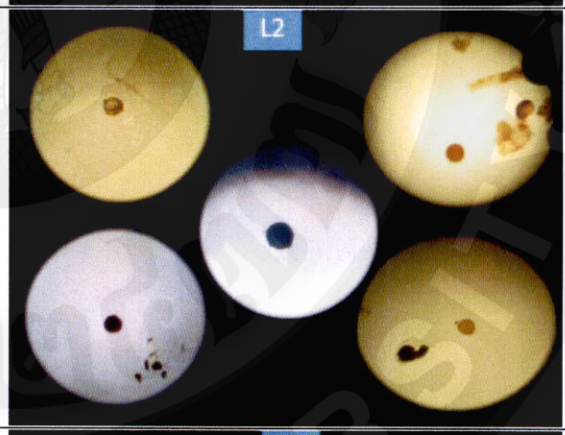
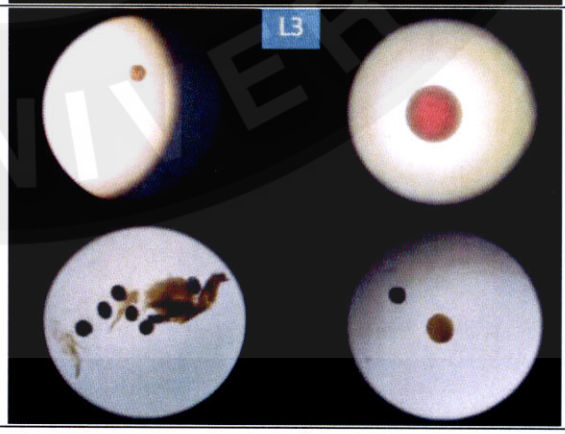
อำเภอ	สปอร์/ดิน 10 g
สันป่าตอง	18.33
หางดง	18.33
สารภี	19.67
แม่ออน	14.67
แม่ทา	15.67
ทุ่งหัวช้าง	15.33
Mean	17.00
F-test	ns
%CV	29.27

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้กับกำด้วยอักษรที่แตกต่างกันหมายถึง ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

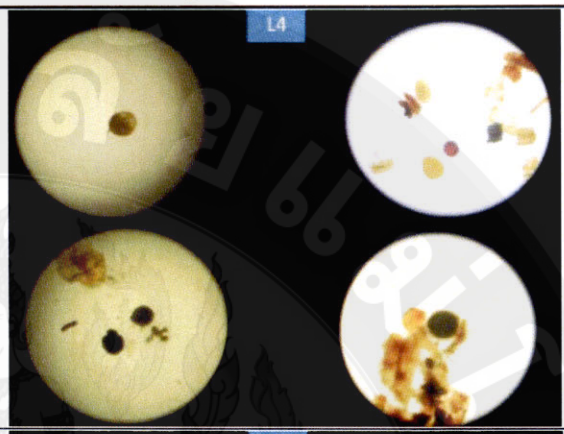
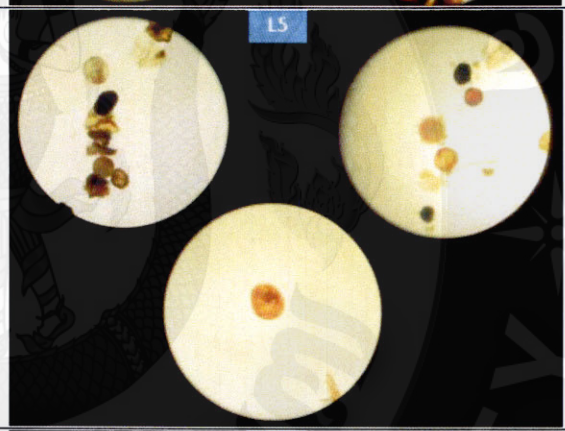
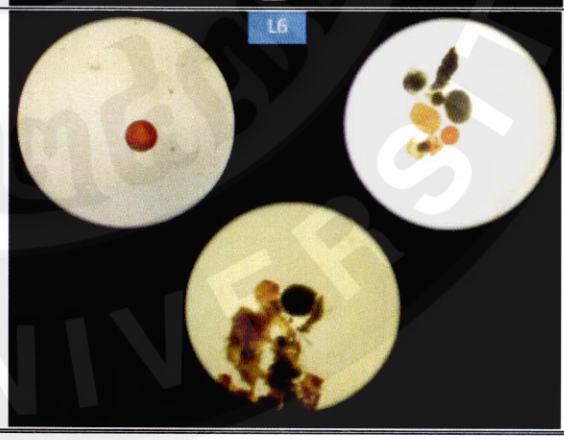
ผลของการตรวจสอบลักษณะของสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินที่ปลูกลำไยจากสวนลำไยอำเภอต่างๆ หลังจากสำรวจเก็บดินจากสวนลำไยในการศึกษาจำนวนสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินบริเวณใต้ทรงพุ่มที่เก็บจากสวนลำไยในพื้นที่ 6 อำเภอคือ อำเภอสันป่าตอง หางดง สารภี แม่ออน ทุ่งหัวช้าง และอำเภอแม่ทา พบว่าตัวอย่างดินที่นำไปตรวจสอบหาลักษณะของสปอร์AM-SPT มีลักษณะรูปร่างกลม มีสีดำ สีขาว สีขาวเหลืองใส สีใสเลืองและสีส้มแดง มีทั้งผิวเรียบและผิวไม่เรียบ มีเส้นใย สำหรับลักษณะสปอร์AM-HD มีรูปร่างกลม ทั้งผิวเรียบและผิวขรุขระ มีหลายสีคือ สีส้มแดง สีดำ สีขาวขุ่น สีเหลืองอ่อนและสีขาว ส่วนสปอร์ AM-SP ลักษณะสปอร์มีทั้งผิวเรียบและขรุขระ รูปร่างกลมมีเส้นใย มีทั้งสีขาว สีดำ สีเหลืองอ่อน สีขาวขุ่นและสีส้มแดง สำหรับสปอร์จาก AM-MO มีลักษณะรูปร่างเหมือนทั้ง 3 อำเภอที่กล่าวมาข้างต้น ลักษณะสีโดยรวมแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยคือ มีสีดำ สีขาว สีส้มแดง สีเหลือง สีขาวเหลืองและสีส้ม ขณะที่ลักษณะ AM-THC มีรูปร่างกลมเช่นเดียวกับทุกอำเภอแต่บางสปอร์จะค่อนข้างกลมรี มีทั้งสีขาว สีส้ม สีขาวเหลืองอ่อนและสีส้มน้ำตาล ส่วนสปอร์ AM-MT มีลักษณะสปอร์โดยรวมคล้ายกับทุกอำเภอที่กล่าวมาข้างต้น คือมีรูปร่างกลม แต่อาจแตกต่างเล็กน้อยคือ บางสปอร์มีรูปร่าง

กลมรี รวมไปถึงผิวเรียบและผิวขรุขระ มีทั้งสีดำ สีขาว สีส้มแดง สีใสเหลือง สีเหลืองขุ่นและสีเหลืองส้ม (ตาราง 4)

ตาราง 4 ลักษณะของสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินบริเวณใต้ทรงพุ่มลำไยจากสวนลำไยแต่ละอำเภอ

อำเภอ	ลักษณะสปอร์	สปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจากสวนลำไย
สันป่าตอง	รูปร่างกลมมีเส้นใย ผิวเรียบและขรุขระ มีสีดำ สีขาว สีขาวเหลืองใส สีใสเลืองและสีส้มแดง	
หางดง	รูปร่างกลมมีเส้นใย ผิวเรียบและขรุขระ มีสีส้มแดง สีดำ สีขาวขุ่น สีเหลืองอ่อนและสีขาว	
สารภี	รูปร่างกลมมีเส้นใย ผิวเรียบและขรุขระ มีสีขาว มีสีดำ สีเหลืองอ่อน สีขาวขุ่นและสีส้มแดง	

ตาราง 4 (ต่อ)

อำเภอ	ลักษณะสปอร์	สปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจากสวนลำไย
แม่ออน	รูปร่างกลมและมีเส้นใย ผิวเรียบและขรุขระ มีสีดำ สีขาว สีส้มแดง สีเหลือง สีขาวเหลืองและสีส้ม	
ทุ่งหัวช้าง	รูปร่างกลมหรือค่อนข้างกลมรีและมีเส้นใย ผิวเรียบและขรุขระ มีสีขาว สีส้ม สีขาวเหลืองอ่อนและสีส้มน้ำตาล	
แม่ทา	รูปร่างกลมและกลมรีมีเส้นใย ผิวเรียบและขรุขระ มีสีดำ สีขาว สีส้มแดง สีใสเหลือง สีเหลืองขุ่นและสีเหลืองส้ม	

2. การเพิ่มปริมาณสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

เมื่อทำการขยายจำนวนสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอรไรซาพบว่า หลังมีการขยายเชื้อพบว่าปริมาณสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจากสวนลำไยทุกอำเภอ มีปริมาณเพิ่มขึ้นจากที่มีการสำรวจปริมาณสปอร์จากสวนลำไย (ตาราง 5) โดยปริมาณสปอร์ AM-MT มีปริมาณสูงที่สุดคือ 45 สปอร์/ดิน 10 g ซึ่งไม่ต่างกับสปอร์ AM-SPT และ AM-MO มีปริมาณสปอร์หลังการขยายในข้าวโพดเท่ากับ 40 และ 35 สปอร์/ดิน 10 g ขณะที่ AM-HD และ AM-THC มีปริมาณสปอร์น้อยสุดคือ 25 สปอร์/ดิน 10 g โดยไม่ต่างกับสปอร์ AM-SP และ AM-MO ($P<0.01$) (ตาราง 5)

ตาราง 5 ผลหลังการขยายสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจากสวนลำไยแต่ละอำเภอในข้าวโพด

อำเภอ	ปริมาณสปอร์หลังขยายเชื้อ
สันป่าตอง	40 ab
หางดง	25 c
สารภี	30 bc
แม่ออน	35 abc
ทุ่งหัวช้าง	25 c
แม่ทา	45 a
Mean	33.3
F-test	*
%CV	13.6

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันหมายถึง * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ 0.05

3. การศึกษาการตอบสนองของกิ่งตอนลำไยพันธุ์อีดอต่ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

ความสูงของกิ่งตอนลำไย ความสูงขณะเริ่มการทดลอง พบว่าความสูงของกิ่งตอนลำไยทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตาราง 6) สำหรับความสูงที่เพิ่มขึ้นของกิ่ง

ตอนลำไยภายหลังจากได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเป็นเวลา 3 เดือน พบว่า ตำรับ AM-MT มีผลทำให้ความสูงของกิ่งตอนลำไยเพิ่มสูงสุดคือร้อยละ 6.77 จากความสูงเริ่มต้นของกิ่งตอนเท่ากับ 104 cm ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับตำรับ AM-MO, AM-SP และ VAM-DOA โดยมีความสูงเริ่มต้นเท่ากับ 100, 105 และ 105 cm ซึ่งมีความสูงที่เพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 6.00, 5.43 และ 5.14 ตามลำดับ ส่วนตำรับควบคุมมีความสูงของกิ่งตอนลำไยน้อยที่สุด ซึ่งสูงเพิ่มขึ้นเพียงร้อยละ 2.85 cm ขณะที่มีความสูงเริ่มต้นที่ 117 cm ส่วนความสูงที่เพิ่มขึ้นของกิ่งตอนลำไยในระยะ 6 เดือนจากความสูงเริ่มต้น พบว่า ตำรับAM-MT มีความสูงของกิ่งตอนลำไยเพิ่มสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 15.72 cm ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติกับตำรับAM-MO, AM-HD, VAM-DOA และ AM-SP คือร้อยละ 13.00, 11.89, 11.83 และ 11.17 ตามลำดับ สำหรับตำรับควบคุมมีความสูงน้อยที่สุด คือร้อยละ 6.54 และยังคงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับตำรับ AM-TCH, AM-SPT และ AM-SP ($P<0.01$) ขณะเดียวกันความสูงที่เพิ่มขึ้นของกิ่งตอนลำไยในช่วงหลังปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 9 เดือน พบว่าตำรับ AM-MT ยังคงมีความสูงที่เพิ่มขึ้นของกิ่งตอนลำไยเพิ่มสูงที่สุดคือร้อยละ 28.29 จากความสูงที่เริ่มต้น ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับทุกตำรับการทดลอง ยกเว้นตำรับ AM-THC, AM-SPT และตำรับควบคุม ซึ่งมีความสูงที่เพิ่มขึ้นของกิ่งตอนลำไยเท่ากับร้อยละ 17.72, 13.74 และ 10.81 ตามลำดับ โดยตำรับควบคุมมีร้อยละความสูงที่เพิ่มขึ้นน้อยที่สุด และสำหรับภายหลังได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 12 เดือน พบว่าตำรับ AM-MT มีความสูงที่เพิ่มขึ้นของกิ่งตอนลำไยสูงที่สุดคือร้อยละ 40.85 จากความสูงเริ่มต้น ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.01$) กับตำรับAM-MO, VAM-DOA, AM-HD และ AM-SP คือร้อยละ 35.00, 30.90, 30.49 และ 29.67 ตามลำดับ สำหรับตำรับควบคุมมีความสูงที่เพิ่มขึ้นน้อยที่สุดเพียงร้อยละ 14.77 โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับตำรับ AM-SPT ที่มีความสูงที่เพิ่มขึ้นร้อยละ19.02 (ตาราง 6) กล่าวได้ว่าอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีส่วนช่วยให้กิ่งตอนลำไยมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะตำรับ AM-MT ทำให้ความสูงของกิ่งตอนลำไยเพิ่มมากที่สุด รวมทั้งในระยะเวลา 3, 6, 9 และ 12 เดือน หลังที่มีการปลูกอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในกิ่งตอนลำไยมีความสูงของลำไยที่เพิ่มขึ้นร้อยละเท่ากับ 6.77, 15.72, 28.29 และ 40.85 ตามลำดับ นอกจากนี้ตำรับที่ได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจากสวนลำไยแต่ละอำเภอยังคงพบว่า มีอัตราการเจริญเติบโตที่สูงกว่าตำรับที่ไม่มีการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมด้วย

ตาราง 6 ร้อยละความสูงที่เพิ่มขึ้นของต้นลำไยในเดือนที่ 3, 6, 9 และ 12 เดือน ภายหลังปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาโดยเทียบกับความสูงเริ่มต้น

ตำรับ	ความสูงเริ่มต้น (cm)	ร้อยละความสูงที่เพิ่มขึ้น			
		3 เดือน	6 เดือน	9 เดือน	12 เดือน
Control	117	2.85 d	6.54 c	10.81 d	14.77 d
AM-SPT	107	4.16 bcd	8.88 bc	13.74 cd	19.02 cd
AM-HD	107	4.03 bcd	11.89 ab	21.85 abc	30.49 abc
AM-SP	105	5.43 abc	11.17 abc	20.42 abcd	29.67 abc
AM-MO	100	6.00 ab	13.00 ab	24.67 ab	35.00 ab
AM-TCH	107	3.80 cd	8.53 bc	17.72 bcd	25.60 bcd
AM-MT	104	6.77 a	15.72 a	28.29 a	40.85 a
VAM-DOA	105	5.14 abc	11.83 ab	20.40 abcd	30.90 abc
Mean	107	4.77	10.95	19.74	28.29
F-test	ns	*	**	**	**
%CV	6.96	24.87	18.3	19.91	19.55

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันหมายถึง * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ 0.05, ** = มีความแตกต่างในทางสถิติที่ 0.01 และ ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของทรงพุ่มลำไย เมื่อเริ่มต้นการทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตาราง 7)โดยผลจากการวัดการเจริญเติบโตด้านขนาดทรงพุ่มของกิ่งตอนลำไยภายหลังที่มีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในช่วงระยะ 3, 6, 9 และ 12 เดือน พบว่าจากการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 3 เดือน ตำรับ AM-MT มีขนาดเส้นผ่าศูนย์ทรงพุ่มเพิ่มขึ้นของกิ่งตอนลำไยมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 13.04 จากเส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่มเริ่มต้นอยู่ที่ 34.8 cm ซึ่งไม่มีความแตกต่างกับตำรับการทดลองอื่น (ตาราง 7) สำหรับหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 6 เดือน พบว่า ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้นจากทรงพุ่มเริ่มต้นของกิ่งตอนลำไยมากที่สุดคือตำรับ AM-MT ร้อยละ 32.80 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกับตำรับอื่น ยกเว้นตำรับ AM-HD, AM-SP และตำรับควบคุม โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่มอยู่ที่ร้อยละ 18.77, 17.07 และ 11.70

ตามลำดับ ($P<0.05$) และสำหรับตำรับควบคุมมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของทรงพุ่มลำไยน้อยที่สุดเพียงร้อยละ 11.70 จากขนาดของทรงพุ่มเริ่มต้นเท่ากับ 29.5 cm ส่วนหลังจากการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 9 เดือน พบว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้นของกิ่งตอนลำไยมากที่สุด คือตำรับ VAM-DOA มีเส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่มกิ่งตอนลำไยอยู่ที่ร้อยละ 73.20 แต่ไม่มีความแตกต่างกับตำรับ AM-MT และ AM-HD ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่มของกิ่งตอนลำไยร้อยละ 61.00 และ 57.17 ตามลำดับ (ตาราง 7) โดยพบว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำไยที่เพิ่มขึ้นน้อยที่สุดคือ ตำรับควบคุม ร้อยละ 21.87 ส่วนหลังจากมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในระยะหลัง 12 เดือน พบว่าตำรับ AM-MT มีขนาดทรงพุ่มที่กว้างเพิ่มขึ้นจากทรงพุ่มเริ่มต้นของกิ่งตอนลำไยมากที่สุดคือร้อยละ 120.43 แต่ไม่แตกต่างกับทุกตำรับการทดลองยกเว้น ตำรับ AM-THC และตำรับควบคุม ซึ่งมีค่าร้อยละ 71.03 และ 35.40 ของเส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่มลำไย (ตาราง 7) โดยที่ตำรับควบคุมมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำไยเพิ่มขึ้นน้อยที่สุดเพียงร้อย 35.40 จากขนาดทรงพุ่มเริ่มต้น จากการศึกษาเกี่ยวกับทรงพุ่มลำไยที่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อการเจริญเติบโตทางด้านความกว้างของทรงพุ่มลำไยได้ดีกว่ากิ่งตอนลำไยที่ไม่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ถึงแม้ว่าในช่วงแรกผลอาจจะไม่ค่อยชัดเจน แต่แนวโน้มที่เห็นผลได้ชัดเจนว่าต้นที่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอยู่ทำให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของทรงพุ่มเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ภายหลังที่ได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามาเป็นเวลา 6-12 เดือน

ตาราง 7 ร้อยละขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้นของต้นลำไยในเดือนที่ 3, 6, 9 และ 12 เดือน ภายหลังปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาโดยเทียบกับความสูงเริ่มต้น

ตำรับ	ทรงพุ่มเริ่มต้น	ร้อยละทรงพุ่มที่กว้างขึ้น			
	(cm)	3 เดือน	6 เดือน	9 เดือน	12 เดือน
Control	29.5	5.62	11.70 b	21.87 c	35.40 c
AM-SPT	35.3	10.80	22.68 ab	42.49 bc	71.69 abc
AM-HD	39.2	9.31	18.77 b	57.17 ab	77.37 abc
AM-SP	39.2	8.49	17.07 b	49.73 b	94.80 ab
AM-MO	37.7	8.41	22.56 ab	47.50 b	76.07 abc
AM-TCH	36.0	7.04	24.36 ab	46.73 b	71.03 bc
AM-MT	34.8	13.04	32.80 a	61.00 ab	120.43 a
VAM-DOA	31.0	12.92	32.35 a	73.20 a	96.40 ab
Mean	35.3	9.45	22.79	49.96	80.40
F-test	ns	ns	*	*	**
%CV	11.6	35.15	32.53	25.73	24.05

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันหมายถึง * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ 0.05, ** = มีความแตกต่างในทางสถิติที่ 0.01 และ ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

จำนวนสปอร์และเปอร์เซ็นต์การเข้ารากกิ่งตอนลำไยโดยอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ผลจากการศึกษาถึงจำนวนสปอร์ในวัสดุปลูกและเปอร์เซ็นต์การเข้าสู่รากของกิ่งตอนลำไย โดยทำการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในกิ่งตอนลำไยจากสปอร์ที่ได้จาก soil inoculum จำนวน 300 สปอร์ต่อลำไย 1 กิ่งตอน จากสวนลำไยในแต่ละอำเภอ และภายหลังที่มีการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเป็นเวลา 3, 6, 9 และ 12 เดือน โดยสุ่มเก็บตัวอย่างดินในบริเวณรอบๆ รากต้นลำไยเพื่อนำมาตรวจสอบหาปริมาณจำนวนสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (ตาราง 8) หลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 3 เดือน พบว่าจำนวนเฉลี่ยของสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในตัวอย่างดินที่ปลูกกิ่งตอนลำไยได้รับเชื้อจากตำรับ AM-MT มีจำนวนสปอร์เฉลี่ยสูงสุดคือ 71.7 สปอร์/ดิน 10 g ($P<0.01$) ส่วนตำรับ AM-SPT, AM-TCH, AM-MO, AM-HD, VAM-DOA และ AM-SP มีจำนวน

สปอร์เท่ากับ 36.0, 31.3, 28.0, 27.7, 25.3 และ 24.0 สปอร์/ดิน 10 g ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ขณะที่ตำรับ AM-SP มีจำนวนสปอร์น้อยที่สุดในตำรับที่มีการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพียง 24.0 สปอร์/ดิน 10 g สำหรับการตรวจสอบจำนวนเฉลี่ยสปอร์ของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาหลังมีการปลูกเชื้อกับกิ่งตอนลำไยครบ 6 เดือน พบว่าตำรับ AM-MT ยังคงมีจำนวนสปอร์สูงสุดเป็นอันดับหนึ่งคือ 90.7 สปอร์/ดิน 10 g ซึ่งมีความแตกต่างกับทุกตำรับการทดลอง ($P<0.01$) สำหรับตำรับ AM-TCH, AM-SPT, VAM-DOA และ AM-MO มีจำนวนสปอร์เฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 43.7, 40.3, 35.3 และ 35.0 สปอร์/ดิน 10 g ตามลำดับ ขณะเดียวกันตำรับ AM-SP มีจำนวนสปอร์เฉลี่ยน้อยที่สุดเฉพาะตำรับที่มีการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพียง 31.7 สปอร์/ดิน 10 g ส่วนหลังมีการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 9 เดือน พบว่ากิ่งตอนลำไยที่ได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจากตำรับ AM-MT มีจำนวนสปอร์เฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 97.7 สปอร์/ดิน 10 g ซึ่งมีความแตกต่างกันกับทุกตำรับการทดลองที่มีการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ($P<0.01$) ส่วนตำรับ AM-SPT, AM-TCH, VAM-DOA, AM-MO, AM-HD และ AM-SP มีปริมาณจำนวนสปอร์เฉลี่ยคือ 49.5, 49.3, 48.3,43.7, 42.0 และ 40.3 สปอร์/ดิน 10 g ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.01$) และหลังมีการปลูกเชื้อครบ 12 เดือน ตรวจสอบพบจำนวนสปอร์เฉลี่ยมากที่สุดคือ ตำรับ AM-MT เท่ากับ 108.7 สปอร์/ดิน 10 g ซึ่งมีความแตกต่างกับตำรับอื่นๆ ($P<0.01$) สำหรับตำรับ VAM-DOA มีจำนวนสปอร์เท่ากับ 63.3 สปอร์/ดิน 10 g โดยไม่แตกต่างกับตำรับ AM-MO, AM-SPT และ AM-TCH เท่ากับ 57.3, 55.4 และ 04.3 สปอร์/ดิน 10 g ตามลำดับ ขณะที่ตำรับ AM-HD มีปริมาณจำนวนสปอร์เฉลี่ยน้อยที่สุด เพียง 42.7 สปอร์/ดิน 10 g ซึ่งแตกต่างกับทุกตำรับการทดลองที่มีการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ยกเว้นตำรับ AM-SP ที่มีจำนวนสปอร์เฉลี่ยอยู่ที่ 44.3 สปอร์/ดิน 10 g (ตาราง 8)

ตาราง 8 จำนวนสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในตัวอย่างวัสดุปลูกของต้นลำไยหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาได้ 3, 6, 9 และ 12 เดือน (สปอร์/ดิน 10 g)

ตำรับ	3 เดือน	6 เดือน	9 เดือน	12 เดือน
Control (No AM)	0.0 c	0.0 d	0.0 c	0.0 d
AM-SPT	36.0 b	40.3 bc	49.5 b	55.4 bc
AM-HD	27.7 b	33.7 c	42.0 b	42.7 c
AM-SP	24.0 b	31.7 c	40.3 b	44.3 c
AM-MO	28.0 b	35.0 bc	43.7 b	57.3 bc
AM-TCH	31.3 b	43.7 bc	49.3 b	54.3 bc
AM-MT	71.7 a	90.7 a	97.7 a	108.7 a
VAM-DOA	25.3 b	35.3 bc	48.3 b	63.3 b
Mean	30.5	38.8	46.3	53.3
F-test	**	**	**	**
%CV	18.7	9.7	12.5	14.3

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันหมายถึง * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ 0.05, ** = มีความแตกต่างในทางสถิติที่ 0.01 และ ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

จากงานทดลองทำการศึกษาถึงเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยในรากลำไยของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาภายหลังได้รับเชื้อเป็นเวลา 3 เดือน (ตาราง 9) พบว่าตำรับ AM-MT มีเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยในรากสูงสุด คือ 19.0% ซึ่งมีความแตกต่างกันกับทุกตำรับการทดลอง($P<0.01$) ขณะที่การใช้เชื้อจากตำรับ VAM-DOA, AM-HD, AM-MO, AM-SP และ AM-SPT มีเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยในรากไม่แตกต่างกันทางสถิติคือ 15.2, 14.9, 14.7, 14.5, และ 14.3% ตามลำดับ ขณะเดียวกันพบว่าตำรับ AM-TCH มีเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยน้อยที่สุดเพียง 12.4% ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติกับทุกตำรับการทดลองที่มีการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ยกเว้นตำรับ AM-SP และ AM-SPT สำหรับเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยในรากของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเมื่อได้รับเชื้อครบ 6 เดือน พบว่าตำรับ AM-MT มีเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยในรากของกิ่งตอนลำไยมากที่สุด คือ 26.9% โดยมีความแตกต่างกับทุกตำรับการทดลอง ส่วนตำรับ VAM-DOA, AM-HD, AM-

TCH, AM-SP, AM-SPT และ AM-MO มีเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยเท่ากับ 18.6, 18.3, 18.2, 17.9, 17.5 และ 17.3% ตามลำดับ โดยไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ (ตาราง 9) ส่วนเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยในรากลำไยของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาหลังจากมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 9 เดือน พบว่าตำรับ AM-MT มีเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยในรากลำไยได้มากที่สุดเท่ากับ 57.2% ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเทียบกับตำรับอื่น ส่วนเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยในรากลำไยจากตำรับ VAM-DOA, AM-HD, AM-TCH, AM-SP และ AM-SPT มีจำนวนเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยของรากลำไยไม่แตกต่างกันทางสถิติคือ 40.5, 36.7, 36.4, 35.9 และ 35.4% ตามลำดับ แต่ในขณะเดียวกันตำรับ AM-MO มีจำนวนเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยในรากลำไยน้อยที่สุดเพียง 34.6% เฉพาะที่มีการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ($P<0.01$) สำหรับปริมาณเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยในรากหลังจากการปลูกเชื้อครบ 12 เดือน พบเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยในรากลำไยในตำรับ AM-MT มีเปอร์เซ็นต์สูงที่สุดคือ 80.8% ซึ่งมีความแตกต่างกันกับตำรับอื่นที่มีการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ($P<0.01$) ส่วนตำรับ VAM-DOA, AM-TCH, AM-SP, AM-SPT, AM-MO และ AM-HD มีเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยในรากเท่ากับ 59.1, 54.6, 53.8, 52.6, 52.0 และ 51.7% ตามลำดับ โดยไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ($P<0.01$)

ตาราง 9 เปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยในรากลำไยโดยอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 3, 6, 9 และ 12 เดือน (เปอร์เซ็นต์)

ตำรับ	3 เดือน	6 เดือน	9 เดือน	12 เดือน
Control (No AM)	0.0 d	0.0 c	0.0 d	0.0 c
AM-SPT	14.3 bc	17.5 b	35.4 bc	52.6 b
AM-HD	14.9 b	18.3 b	36.7 bc	51.7 b
AM-SP	14.5 bc	17.9 b	35.9 bc	53.8 b
AM-MO	14.7 b	17.3 b	34.6 c	52.0 b
AM-TCH	12.4 c	18.2 b	36.4 bc	54.6 b
AM-MT	19.0 a	26.9 a	57.2 a	80.8 a
VAM-DOA	15.2 b	18.6 b	40.5 b	59.1 b
Mean	13.1	16.8	34.5	50.5
F-test	**	**	**	**
%CV	6.88	8.88	5.78	6.08

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันหมายถึง * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ 0.05, ** = มีความแตกต่างในทางสถิติที่ 0.01 และ ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

คุณสมบัติของวัสดุปลูกก่อนการทดลอง

ผลของการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของดินหลังจากมีการผสมดินกับปุ๋ยหมักที่ใช้เป็นวัสดุปลูกของลำไยในกระถางทดลองอัตราดินต่อปุ๋ยหมัก 2:1 (ปุ๋ยหมัก คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมการเกษตรมหาวิทยาลัยแม่โจ้) โดยมีการนึ่งฆ่าเชื้อ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดันที่ 15 บาร์ เป็นเวลา 30 นาที โดยการสุ่มเก็บตัวอย่างดินที่ผสมคลุกเคล้ากับปุ๋ยหมักแล้ว พบว่าค่าความเป็นกรดด่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.43 ขณะที่ปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีค่าร้อยละ 4.94% ส่วนปริมาณของฟอสฟอรัสที่สกัดได้ในดินคือ 376 mgP kg^{-1} ปริมาณของโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดินคือ 358 mgK kg^{-1} สำหรับปริมาณธาตุอาหารรองคือปริมาณของแคลเซียมและแมกนีเซียมที่สกัดได้ในดินเท่ากับ 1,367 mgCa kg^{-1} และ 217 mgMg kg^{-1} ตามลำดับ ขณะที่ปริมาณธาตุอาหารเสริมที่สกัดได้ในดิน ได้แก่ ปริมาณของเหล็ก แมงกานีส ทองแดงและสังกะสี พบว่า ปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในดินเท่ากับ 14.2 mgFe kg^{-1}, 0.21 mgMn kg^{-1}, 1.44 mgCu kg^{-1} และ 9.57 mgZn kg^{-1} ตามลำดับ (ตาราง 10)

ตาราง 10 คุณสมบัติของวัสดุปลูกก่อนการทดลอง

pH	%OM	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
		mg kg^{-1}							
7.43	4.94	376	358	1,367	217	14.2	0.21	1.44	9.57

คุณสมบัติของวัสดุปลูกหลังการทดลอง

จากการศึกษาผลการใช้อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของกิ่งตอนลำไยในกระถาง หลังมีการปลูกเชื้อได้ 3, 6, 9 และ 12 เดือน ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินเพื่อตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีในช่วง 3 เดือน หลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา พบว่าความเป็นกรดด่างในวัสดุปลูกตำรับควบคุมมีค่าสูงสุดคือ 7.22 แต่ไม่มีความแตกต่างกับตำรับ AM-SP เท่ากับ 7.21 ส่วนตำรับ VAM-DOA, AM-SPT, AM-HD, AM-MO, AM-TCH และ AM-MT มีระดับความเป็นกรดด่างไม่แตกต่างกันทางสถิติคือ 7.17, 7.17, 7.15, 7.15. 7.15 และ 7.14 ตามลำดับ (ตาราง 7) ส่วนค่าความเป็นกรดด่างหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 6 เดือน พบว่าความเป็นกรดด่างในวัสดุปลูกที่ปลูกกิ่งตอนลำไยกลับมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยทุกตำรับ ซึ่งตำรับ AM-TCH มีค่าความเป็นกรดด่างมากที่สุดคือ 7.27 โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเทียบกับตำรับ AM-SP, AM-MO, VAM-DOA และ ตำรับควบคุม โดยมีระดับความเป็นกรดด่างเท่ากับ 7.26, 7.25,

7.22 และ 7.20 ตามลำดับ ส่วนตำรับ AM-MT มีระดับความเป็นกรดด่างในดินน้อยที่สุดอยู่ที่ 7.17 แต่ในขณะเดียวกันไม่มีความแตกต่างกับตำรับ AM-SPT, AM-HD ตำรับควบคุม และ VAM-DOA ($P<0.01$) ซึ่งมีระดับความเป็นกรดด่างอยู่ที่ 7.18, 7.18, 7.20 และ 7.22 ตามลำดับ สำหรับระดับค่าความเป็นกรดด่างหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ครบ 9 เดือน พบว่าตำรับควบคุม และ AM-SPT มีค่าความเป็นกรดด่างสูงที่สุดคือ 7.26 โดยไม่มีความแตกต่างในทางสถิติกับทุกตำรับการทดลอง (ตาราง 11) ส่วนผลการทดลองหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 12 เดือน ค่าความเป็นกรดด่างในวัสดุปลูกที่ปลูกลำไยพบว่าค่าที่ได้มีค่าน้อยกว่าช่วงหลังปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในช่วง 9 เดือน และ 6 เดือนแรก แต่เมื่อเปรียบเทียบกับในช่วง 3 เดือนหลังที่มีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา พบว่าค่าความเป็นกรดด่างเพิ่มขึ้นและลดลงเล็กน้อยในบ้างตำรับ สำหรับในช่วงมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 12 เดือน พบว่า ตำรับ AM-SP มีค่าความเป็นด่างสูงสุด คือ 7.25 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับตำรับ AM-MO, AM-SPT และ AM-HD โดยมีค่าความเป็นกรดด่างอยู่ที่ 7.21, 7.20 และ 7.19 ตามลำดับ ส่วนตำรับ VAM-DOA มีความเป็นกรดด่างน้อยที่สุดคือ 7.15 แต่ยังคงไม่มีความแตกต่าง ($P<0.05$) กับตำรับควบคุม, AM-TCH, AM-MT, AM-HD, AM-SPT และ AM-MO มีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 7.16, 7.16, 7.17, 7.19, 7.20 และ 7.21 ตามลำดับ

ตาราง 11 ความเป็นกรดด่างในวัสดุปลูกกิ่งตอนลำไย ภายหลังได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ครบ 3, 6, 9 และ 12 เดือน

ตำรับ	3 เดือน	6 เดือน	9 เดือน	12 เดือน
Control	7.22 a	7.20 abc	7.26	7.16 b
AM-SPT	7.17 bc	7.18 bc	7.26	7.20 ab
AM-HD	7.15 c	7.18 bc	7.24	7.19 ab
AM-SP	7.21 ab	7.26 a	7.22	7.25 a
AM-MO	7.15 c	7.25 ab	7.23	7.21 ab
AM-TCH	7.15 c	7.27 a	7.23	7.16 b
AM-MT	7.14 c	7.17 c	7.22	7.17 b
VAM-DOA	7.17 bc	7.22 abc	7.23	7.15 b
Mean	7.17	7.22	7.24	7.18
F-test	*	*	ns	*
%CV	0.40	0.52	0.38	0.46

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันหมายถึง * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ 0.05, ** = มีความแตกต่างในทางสถิติที่ 0.01 และ ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

ปริมาณอินทรียวัตถุในวัสดุปลูกที่ทำการทดลองในกระถางปลูกกิ่งตอนลำไย ในช่วงที่มีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาได้ 3 เดือน พบว่าตำรับที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงสุดคือ ตำรับ AM-MT คือร้อยละ 4.04 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกับทุกตำรับทดลองที่มีการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (ตาราง 12) ในขณะที่ตำรับควบคุมมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำที่สุด คือร้อยละ 3.00 ($P<0.01$) สำหรับการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 6 เดือน พบว่าปริมาณอินทรียวัตถุที่มีค่าสูงสุดคือตำรับ AM-MT มีค่าร้อยละ 5.20 แต่ไม่ต่างกับตำรับ VAM-DOA และ AM-HD ($P<0.01$) คือร้อยละ 4.86 และ 4.64 ตามลำดับ ขณะที่ตำรับ AM-SPT, AM-MO และ AM-SP มีปริมาณเปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุไม่แตกต่างกันกับตำรับ AM-HD คือร้อยละ 4.43, 4.43 และ 4.19 ตามลำดับ ส่วนตำรับที่มีปริมาณอินทรียวัตถุน้อยที่สุดคือตำรับควบคุม มีค่าร้อยละ 3.35 แต่ไม่มีความแตกต่างกับตำรับ AM-TCH โดยมีปริมาณอินทรียวัตถุร้อยละ 3.91 ส่วนการปลูกเชื้ออาร์บัสคู

ลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 9 เดือน พบว่ามีปริมาณอินทรียวัตถุสูงที่สุดคือตำรับ AM-MT คือร้อยละ 4.98 ซึ่งไม่มีความแตกต่าง ($P<0.01$) เมื่อเทียบกับตำรับอื่นในทางสถิติ ยกเว้นตำรับควบคุม ส่วนตำรับ VAM-DOA, AM-SP, AM-MO, AM-SPT, AM-HD และ AM-TCH คือมีปริมาณอินทรียวัตถุร้อยละ 4.95, 4.82, 4.67, 4.54, 4.42 และ 4.42 ตามลำดับ สำหรับปริมาณอินทรียวัตถุที่มีปริมาณน้อยที่สุด คือตำรับควบคุม เพียงร้อยละ 2.80 ($P<0.01$) ของปริมาณอินทรียวัตถุในดิน และหลังจากมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 12 เดือน ยังคงพบว่าตำรับ AM-MT มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงที่สุดคือ ร้อยละ 4.53 โดยไม่แตกต่างกับตำรับ AM-SP, VAM-DOA, AM-HD และ AM-SPT ($P<0.01$) ซึ่งมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ที่ร้อยละ 4.30, 4.20, 4.09 และ 4.03 ตามลำดับ ส่วนตำรับควบคุม พบว่ามีปริมาณอินทรียวัตถุน้อยที่สุด เพียงร้อยละ 2.76 โดยมีความแตกต่างกับทุกตำรับการทดลอง ($P<0.01$) (ตาราง 12)

ตาราง 12 ปริมาณอินทรียวัตถุในวัสดุปลูกกิ่งตอนลำไย ภายหลังได้รับเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 3, 6, 9 และ 12 เดือน (เปอร์เซ็นต์)

ตำรับ	3 เดือน	6 เดือน	9 เดือน	12 เดือน
Control	3.00 b	3.35 e	2.80 b	2.76 d
AM-SPT	3.67 a	4.43 bcd	4.54 a	4.03 abc
AM-HD	3.88 a	4.64 abc	4.42 a	4.09 abc
AM-SP	3.74 a	4.19 cd	4.82 a	4.30 ab
AM-MO	3.59 a	4.43 bcd	4.67 a	3.56 c
AM-TCH	3.74 a	3.91 de	4.42 a	3.78 bc
AM-MT	4.04 a	5.20 a	4.98 a	4.53 a
VAM-DOA	3.79 a	4.86 ab	4.95 a	4.20 ab
Mean	3.68	4.37	4.45	4.48
F-test	**	**	**	**
%CV	5.37	5.28	6.30	6.29

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันหมายถึง * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ 0.05, ** = มีความแตกต่างในทางสถิติที่ 0.01 และ ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้ในวัสดุปลูกภายหลังมีการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของกิ่งตอนลำไยในกระถางหลังมีการปลูกเชื้อได้ 3, 6, 9 และ 12 เดือน ในช่วง 3 เดือน หลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาพบว่า ตำรับ AM-MT มีปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้สูงที่สุดคือ 381 mgP kg^{-1} ซึ่งมีความแตกต่างกันในทางสถิติเมื่อเทียบกับทุกตำรับการทดลอง ส่วนตำรับที่มีปริมาณฟอสฟอรัสรองลงมาคือตำรับ AM-MO, AM-TCH, AM-SP, AM-SPT, AM-HD และ VAM-DOA มีปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้คือ 325, 318, 313, 311, 307 และ 296 mgP kg^{-1} โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สำหรับตำรับควบคุมมีปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้น้อยที่สุดเพียง 236 mgP kg^{-1} ($P<0.01$) ขณะเดียวกันหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 6 เดือน พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้สูงสุดคือ ตำรับ AM-MT เท่ากับ 374 mgP kg^{-1} ซึ่งมีความแตกต่างกับทุกตำรับการทดลอง ($P<0.01$) ยกเว้นตำรับ VAM-DOA และ AM-SPT มีปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้คือ 367 และ 327 mgP kg^{-1}ตามลำดับ ส่วนตำรับ AM-HD, AM-SP, AM-MO และ AM-TCH มีปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้ไม่ต่างจากตำรับ AM-SPT เท่ากับ 323, 322, 320 และ 309 mgP kg^{-1} ตามลำดับ สำหรับตำรับที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้น้อยที่สุดและมีความแตกต่างกันทางสถิติกับทุกตำรับทดลอง คือตำรับควบคุม มีปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้เพียง 243 mgP kg^{-1} สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้หลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 9 เดือน พบว่าตำรับ AM-MT มีปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้สูงสุดคือ 365 mgP kg^{-1} แต่ไม่แตกต่างกับตำรับ AM-SP, VAM-DOA, AM-MO, และ AM-HD ($P<0.01$) ซึ่งมีปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้คือ 348, 343, 334 และ 324 mgP kg^{-1} ตามลำดับ ขณะที่ตำรับควบคุมมีปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้ปริมาณน้อยที่สุดเพียง 222 mgP kg^{-1} ($P<0.01$) (ตาราง 13) และหลังจากที่มีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 12 เดือน พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้สูงสุดยังคงเป็นตำรับ AM-MT คือ 452 mgP kg^{-1} ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันกับทุกตำรับการทดลอง ยกเว้นตำรับ AM-HD, AM-TCH และ ตำรับควบคุม โดยที่ตำรับ VAM-DOA, AM-SPT, AM-SP และ AM-MO มีปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้ คือ 425, 405, 405 และ 395 mgP kg^{-1} ตามลำดับ ส่วนตำรับ AM-HD และ AM-TCH มีปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้คือ 384 และ 380 mgP kg^{-1} ตามลำดับ แต่ที่ไม่มีความแตกต่างกันกับตำรับ VAM-DOA, AM-SPT, AM-SP และ AM-MO ขณะที่ตำรับควบคุมมีปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้ในวัสดุปลูกน้อยสุด มีแค่เพียง 320 mgP kg^{-1} ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติกับทุกตำรับการทดลอง ($P<0.01$)

ตาราง 13 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในวัสดุปลูกกิ่งตอนลำไย ภายหลังได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 3, 6, 9 และ 12 เดือน (mgP kg^{-1})

ตำรับ	3 เดือน	6 เดือน	9 เดือน	12 เดือน
Control	236 c	243 d	222 d	320 c
AM-SPT	311 b	327 abc	294 bc	405 ab
AM-HD	307 b	323 bc	324 ab	384 b
AM-SP	313 b	322 bc	348 a	405 ab
AM-MO	325 b	320 c	334 ab	395 ab
AM-TCH	318 b	309 c	270 c	380 b
AM-MT	381 a	374 a	365 a	452 a
VAM-DOA	296 b	367 ab	343 ab	425 ab
Mean	311	323	312	396
F-test	**	**	**	**
%CV	4.89	5.72	6.02	5.93

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันหมายถึง * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ 0.05, ** = มีความแตกต่างในทางสถิติที่ 0.01 และ ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

ขณะที่ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในวัสดุปลูกหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของกิ่งตอนลำไยในกระถางหลังมีการปลูกเชื้อได้ 3, 6, 9 และ 12 เดือน ในช่วง 3 เดือน หลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาพบว่า ตำรับ AM-MT มีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้สูงสุดคือ 455 mgK kg^{-1} ซึ่งมีความแตกต่างกันกับทุกตำรับการทดลอง ยกเว้นตำรับ AM-MO โดยมีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ที่ 379 mgK kg^{-1} ส่วนตำรับควบคุม, VAM-DOA, AM-SP, AM-SPT และ AM-HD มีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้คือ 352, 332, 316, 311 และ 310 mgK kg^{-1} ตามลำดับ โดยไม่แตกต่างกัน ($P<0.05$) ส่วนหลังการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 6 เดือน ในต้นลำไย พบว่าตำรับ AM-MT มีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้สูงสุดคือ 301 mgK kg^{-1} ซึ่งมีความแตกต่างกันกับทุกตำรับการทดลอง ($P<0.05$) ยกเว้นกับตำรับ AM-SPT และ VAM-DOA โดยมีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้เท่ากับ 277 และ 272 mgK kg^{-1} ตามลำดับ ส่วน

ตำรับควบคุมมีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้น้อยที่สุดเพียง 218 mgK kg^{-1} โดยไม่แตกต่างกับตำรับ AM-HD, AM-MO, AM-SP และ AM-TCH (ตาราง 14) ขณะเดียวกันเมื่อมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 9 เดือน พบว่าตำรับ AM-MT มีปริมาณโพแทสเซียมสูงที่สุดคือ 473 mgK kg^{-1} ($P<0.01$) ส่วนตำรับ AM-MO มีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในวัสดุปลูกน้อยที่สุดเพียง 320 mgK kg^{-1} สำหรับตำรับ AM-TCH, AM-HD, AM-SPT, ตำรับควบคุม, AM-SP และ VAM-DOA มีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ที่ 405, 404, 394, 384, 384 และ 376 mgK kg^{-1} ตามลำดับ ($P<0.01$) (ตาราง 14) และเมื่อมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 12 เดือนยังคงพบว่าตำรับ AM-MT มีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้สูงสุด คือ 215 mgK kg^{-1} ซึ่งมีความแตกต่างกับทุกตำรับการทดลอง ยกเว้นตำรับ VAM-DOA มีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้เท่ากับ 183 mgK kg^{-1} ส่วนตำรับ AM-MO, AM-TCH, AM-SP, AM-HD และ AM-SPT โดยมีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้คือ 176, 176, 176, 165 และ 160 mgK kg^{-1} ตามลำดับ สำหรับตำรับควบคุมมีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้น้อยที่สุดเพียง 126 mgK kg^{-1} แต่ในขณะเดียวกันก็ไม่มีความแตกต่างกับตำรับ AM-SPT (ตาราง 14)

ตาราง 14 ปริมาณโพแทสเซียมในวัสดุปลูกกิ่งตอนลำไย ภายหลังได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 3, 6, 9 และ 12 เดือน (mgK kg^{-1})

ตำรับ	3 เดือน	6 เดือน	9 เดือน	12 เดือน
Control	352 bc	218 c	384 b	126 c
AM-SPT	311 bc	277 ab	394 b	160 bc
AM-HD	310 bc	257 bc	404 b	165 b
AM-SP	316 bc	244 bc	384 b	176 b
AM-MO	379 ab	251 bc	320 c	176 b
AM-TCH	271 c	242 bc	405 b	176 b
AM-MT	455 a	301 a	473 a	215 a
VAM-DOA	332 bc	272 ab	376 bc	183 ab
Mean	341	258	392	172
F-test	*	*	**	**
%CV	16.99	8.75	6.34	8.14

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันหมายถึง * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ 0.05, ** = มีความแตกต่างในทางสถิติที่ 0.01 และ ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

ส่วนปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ในวัสดุปลูกหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับกิ่งตอนลำไยภายหลังมีการปลูกเชื้อได้ 3, 6, 9 และ 12 เดือน สำหรับช่วง 3 เดือน พบว่าตำรับ AM-MT มีปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้สูงสุดคือ 1,779 mgCa kg^{-1} ซึ่งมีความแตกต่างกันกับทุกตำรับการทดลอง ยกเว้นตำรับ VAM-DOA มีปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้คือ 1,748 mgCa kg^{-1} ขณะเดียวกันตำรับ VAM-DOA มีปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ไม่แตกต่าง ($P<0.05$) จากตำรับ AM-SP และ AM-TCH โดยมีค่าเท่ากับ 1,654 และ 1,648 mgCa kg^{-1} ตามลำดับ ในขณะที่ตำรับควบคุม และ AM-SPT มีปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้น้อยที่สุดคือ 1,570 mgCa kg^{-1} แต่ยังคงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับตำรับ AM-HD, AM-MO, AM-TCH และ AM-SP มีปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้อยู่ที่ 1,612, 1,617, 1,648 และ 1,654 mgCa kg^{-1} ตามลำดับ สำหรับหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 6 เดือน พบว่าตำรับ AM-MT มีปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้สูงสุดคือ

2,008 mgCa kg^{-1} ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P<0.01) กับตำรับ AM-SPT, AM-SP และ VAM-DOA มีปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้คือ 1,951, 1,868 และ 1,826 mgCa kg^{-1} ตามลำดับ ในขณะเดียวกันตำรับ AM-MO และ AM-TCH มีปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับตำรับ AM-SPT, AM-SP และ VAM-DOA ส่วนตำรับควบคุมมีปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้น้อยที่สุดเพียง 1,529 mgCa kg^{-1}ซึ่งไม่แตกต่างกับตำรับ AM-HD ที่มีปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้อยู่ที่ 1,529 mgCa kg^{-1} ส่วนปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ในดินหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 9 และ 12 เดือน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างตำรับทดลองโดยตำรับ AM-MT มีแนวโน้มปริมาณแคลเซียมสูงกว่าตำรับอื่นคือ 2,426 และ 2,350 mgCa kg^{-1} ในเดือนที่ 9 และ 12 หลังการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ตามลำดับ (ตาราง 15)

ตาราง 15 ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ในวัสดุปลูกกิ่งตอนลำไย ภายหลังได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 3, 6, 9 และ 12 เดือน (mgCa kg^{-1})

ตำรับ	3 เดือน	6 เดือน	9 เดือน	12 เดือน
Control	1,570 c	1,529 d	2,279	2,138
AM-SPT	1,570 c	1,951 ab	2,333	2,048
AM-HD	1,612 c	1,565 cd	2,472	2,086
AM-SP	1,654 bc	1,868 ab	2,317	2,228
AM-MO	1,617 c	1,758 b	2,407	2,169
AM-TCH	1,648 bc	1,753 bc	2,272	2,183
AM-MT	1,779 a	2,008 a	2,426	2,350
VAM-DOA	1,748 ab	1,826 ab	2,394	2,183
Mean	1,650	1,782	2,363	2,173
F-test	*	**	ns	ns
%CV	4.18	4.30	4.15	3.67

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันหมายถึง * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ 0.05, ** = มีความแตกต่างในทางสถิติที่ 0.01 และ ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

สำหรับปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ในวัสดุปลูกหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของกิ่งตอนลำไย ในช่วง 3 เดือน พบว่าตำรับ AM-SP มีปริมาณของแมกนีเซียมที่สกัดได้ในดินสูงที่สุดคือ 314 mgMg kg^{-1} ในขณะเดียวกันไม่มีความแตกต่างกับตำรับ AM-MT และ AM-HD โดยมีปริมาณของแมกนีเซียมที่สกัดได้อยู่ที่ 307 และ 287 mgMg kg^{-1} ส่วนตำรับ VAM-DOA, AM-SPT, ตำรับควบคุม และ AM-TCH ไม่มีความแตกต่างกันกับตำรับ AM-HD ($P<0.01$) โดยมีปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้อยู่ 277, 275, 264 และ 259 mgMg kg^{-1} ตามลำดับ ขณะที่ตำรับ AM-MO มีปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้น้อยที่สุดเพียง 248 mgMg kg^{-1} แต่ยังคงไม่มีความแตกต่างกับตำรับ AM-SPT, ตำรับควบคุม และ AM-TCH ($P<0.01$) (ตาราง 12) สำหรับปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ ณ เดือนที่ 6, 9 และ 12 เดือน ภายหลังการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ไม่พบความแตกต่างระหว่างตำรับทดลองโดย AM-MT ยังคงมีปริมาณแมกนีเซียมสูงที่สุดคือ 331, 377 และ 273 mgMg kg^{-1} ตามลำดับ (ตาราง16)

ตาราง 16 ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ในวัสดุปลูกกิ่งตอนลำไย ภายหลังได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 3, 6, 9 และ 12 เดือน (mgMg kg^{-1})

ตำรับ	3 เดือน	6 เดือน	9 เดือน	12 เดือน
Control	264 bc	293	346	255
AM-SPT	275 bc	327	371	269
AM-HD	287 ab	325	338	268
AM-SP	314 a	323	366	248
AM-MO	248 c	319	371	250
AM-TCH	259 bc	302	346	265
AM-MT	307 a	331	377	273
VAM-DOA	277 b	288	348	269
Mean	279	313	358	262
F-test	**	ns	ns	ns
%CV	4.16	5.98	5.05	6.29

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันหมายถึง * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ 0.05, ** = มีความแตกต่างในทางสถิติที่ 0.01 และ ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

ส่วนปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในวัสดุปลูกหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับกิ่งตอนลำไยในกระถางหลังมีการปลูกเชื้อได้ 3 เดือน พบว่าตำรับ AM-MT มีปริมาณเหล็กที่สกัดได้สูงสุดคือ 17.3 mgFe kg^{-1} ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันกับตำรับ AM-SPT, AM-TCH, AM-HD และ VAM-DOA ($P<0.05$) ส่วนตำรับควบคุมมีปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในดินน้อยที่สุดเพียง 12.4 mgFe kg^{-1} สำหรับปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในดินหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 6 เดือน พบว่าปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในดินสูงที่สุดคือตำรับ AM-MT คือ 18.9 mgFe kg^{-1} ซึ่งไม่มีความแตกต่างกับตำรับ AM-HD, AM-SPT และ VAM-DOA ($P<0.01$) ขณะที่ตำรับ AM-SP มีปริมาณเหล็กที่สกัดได้น้อยที่สุดเพียง 14.6 mgFe kg^{-1} แต่ไม่มีความแตกต่างกับปริมาณเหล็กที่สกัดได้ของตำรับ AM-MO, AM-TCH และ ตำรับควบคุม($P<0.01$) ขณะที่ปริมาณเหล็กที่สกัดได้ของแต่ละตำรับหลังมีการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 9 เดือน พบว่าตำรับ AM-MT มีปริมาณ

เหล็กที่สกัดได้สูงสุดคือ 26.6 mgFe kg^{-1} ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติกับทุกตำรับการทดลอง ($P<0.01$) สำหรับปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในดินหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 12 เดือนพบว่าปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในดินสูงสุดคือ ตำรับ AM-HD เท่ากับ 15.3 mgFe kg^{-1} ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันกับตำรับการทดลองดังนี้ คือตำรับ AM-MT, AM-MO, AM-SP และ AM-SPT ขณะที่ตำรับควบคุมมีปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในดินน้อยที่สุดเพียง 10.4 mgFe kg^{-1} โดยไม่มีความแตกต่างกันกับตำรับ VAM-DOA, AM-TCH, AM-SPT และ AM-SP ซึ่งมีปริมาณเหล็กที่สกัดได้คือ 10.5, 11.7, 13.1 และ 13.5 mgFe kg^{-1} ตามลำดับ (ตาราง 17)

ตาราง 17 ปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในวัสดุปลูกกิ่งตอนลำไย ภายหลังได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 3, 6, 9 และ 12 เดือน (mgFe kg^{-1})

ตำรับ	3 เดือน	6 เดือน	9 เดือน	12 เดือน
Control	12.4 c	16.4 bc	15.4 b	10.4 c
AM-SPT	15.9 ab	18.1 ab	18.5 b	13.1 abc
AM-HD	15.3 abc	18.2 ab	19.3 b	15.3 a
AM-SP	14.2 bc	14.6 c	17.9 b	13.5 abc
AM-MO	13.9 bc	14.7 c	16.7 b	14.3 ab
AM-TCH	15.8 ab	15.7 c	19.7 b	11.7 bc
AM-MT	17.3 a	18.9 a	26.6 a	15.2 a
VAM-DOA	15.0 abc	18.0 ab	18.3 b	10.5 c
Mean	15.0	16.8	19.0	13.0
F-test	*	**	**	*
%CV	11.6	4.5	9.65	13.9

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันหมายถึง * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ 0.05, ** = มีความแตกต่างในทางสถิติที่ 0.01 และ ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

สำหรับปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ในวัสดุปลูกภายหลังมีการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของกิ่งตอนลำไยในกระถางหลังมีการปลูกเชื้อได้ 3, 6, 9 และ 12 เดือน พบว่า ช่วง 3 เดือน ตำรับ AM-MT มีปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ในดินสูงสุดคือ 35.0 mgMn kg^{-1} โดยตำรับ AM-MO มีปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ในดินน้อยที่สุดเพียง 24.6 mgMn kg^{-1} (ตาราง18) สำหรับปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้หลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 6 เดือน พบว่า ตำรับที่มีปริมาณของแมงกานีสที่สกัดได้ในดินสูงที่สุดคือ ตำรับควบคุมเท่ากับ 25.4 mgMn kg^{-1} ซึ่งมีความแตกต่างกับทุกตำรับการทดลอง ยกเว้นตำรับ AM-SPT ($P<0.01$) สำหรับปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้น้อยที่สุดคือตำรับ AM-MO เท่ากับ 16.2 mgMn kg^{-1} โดยไม่มีความแตกต่างกันกับตำรับ AM-MT, VAM-DOA และ AM-TCH ($P<0.01$) (ตาราง 18) ส่วนปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้หลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซากับลำไยครบ 9 เดือน พบว่า ตำรับ AM-SPT มีปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้สูงสุดคือ 24.7 mgMn kg^{-1} ซึ่งก็ไม่มีความแตกต่างกันกับตำรับ AM-HD, AM-SP และ AM-MT โดยมีปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้อยู่ที่ 22.3, 21.6 และ 21.6 mgMn kg^{-1} ตามลำดับ ขณะเดียวกันตำรับควบคุมมีปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ในดินน้อยที่สุดเพียง 18.6 mgMn kg^{-1} ($P<0.01$) เมื่อมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในลำไยครบ 12 เดือน พบว่าปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ในดินทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ในดินเฉลี่ยคือ 18.3 mgMn kg^{-1}

ตาราง 18 ปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ในวัสดุปลูกกิ่งตอนลำไย ภายหลังได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 3, 6, 9 และ 12 เดือน (mgMn kg^{-1})

ตำรับ	3 เดือน	6 เดือน	9 เดือน	12 เดือน
Control	28.6 b	25.4 a	18.6 c	17.0
AM-SPT	33.7 a	24.3 ab	24.7 a	19.3
AM-HD	33.2 a	21.0 bc	22.3 ab	18.7
AM-SP	27.8 b	20.6 bcd	21.6 abc	19.5
AM-MO	24.6 c	16.2 e	20.0 bc	19.4
AM-TCH	26.4 bc	17.9 cde	19.1 c	16.3
AM-MT	35.0 a	16.6 e	21.6 abc	17.6
VAM-DOA	27.9 b	17.2 de	20.0 bc	18.7
Mean	29.6	19.9	21.0	18.3
F-test	**	**	**	ns
%CV	4.15	7.54	5.84	7.90

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันหมายถึง * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ 0.05, ** = มีความแตกต่างในทางสถิติที่ 0.01 และ ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

ส่วนปริมาณทองแดงที่สกัดได้ในวัสดุปลูกหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของกิ่งตอนลำไยในกระถางหลังมีการปลูกเชื้อได้ 3 เดือน พบว่าตำรับ AM-MT มีปริมาณทองแดงที่สกัดได้ในดินสูงสุดคือ 2.40 mgCu kg^{-1} ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับตำรับ AM-MO, AM-SPT และ AM-HD ส่วนปริมาณทองแดงที่สกัดได้น้อยที่สุดคือ ตำรับ AM-TCH มีเพียง 1.56 mgCu kg^{-1} แต่ยังคงไม่มีความแตกต่างกับตำรับควบคุม ตำรับ AM-SP และ VAM-DOA ($P<0.01$) สำหรับปริมาณทองแดงที่สกัดได้หลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 6 เดือน พบว่าทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีปริมาณทองแดงเฉลี่ยคือ 1.52 mgCu kg^{-1} ขณะที่ปริมาณทองแดงที่สกัดได้หลังมีการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 9 เดือน พบว่าตำรับที่มีปริมาณทองแดงที่สกัดได้สูงสุดคือตำรับ AM-MT เท่ากับ 2.22 mgCu kg^{-1} ซึ่งมีความแตกต่างกันกับทุกตำรับ ยกเว้นตำรับ AM-MO และ AM-TCH ส่วน

ปริมาณทองแดงที่สกัดได้น้อยที่สุดคือ ตำรับควบคุมมีเพียง 1.21 mgCu kg^{-1} แต่ไม่แตกต่างกับตำรับ AM-SPT ($P<0.01$) หลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 12 เดือน พบว่า ตำรับ AM-MT มีปริมาณทองแดงที่สกัดได้สูงสุดคือ 2.23 mgCu kg^{-1} โดยไม่มีความแตกต่างกันกับตำรับ VAM-DOA, AM-SPT และ AM-MO ส่วนปริมาณทองแดงที่สกัดได้น้อยที่สุดคือ ตำรับ AM-TCH เพียง 1.18 mgCu kg^{-1} แต่ยังคงไม่มีความแตกต่างกันกับตำรับ AM-SP, ตำรับควบคุม, AM-HD และ AM-MO ($P<0.01$) (ตาราง 19)

ตาราง 19 ปริมาณทองแดงที่สกัดได้ในวัสดุปลูกกิ่งตอนลำไย ภายหลังได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 3, 6, 9 และ 12 เดือน (mgCu kg^{-1})

ตำรับ	3 เดือน	6 เดือน	9 เดือน	12 เดือน
Control	1.68 cd	1.30	1.21 d	1.53 cde
AM-SPT	2.15 abc	1.81	1.46 cd	1.95 abc
AM-HD	2.15 abc	1.56	1.69 c	1.70 bcd
AM-SP	1.68 cd	1.43	1.81 bc	1.47 de
AM-MO	2.27 ab	1.47	2.06 ab	1.88 abcd
AM-TCH	1.56 d	1.35	2.03 ab	1.18 e
AM-MT	2.40 a	1.77	2.22 a	2.23 a
VAM-DOA	1.85 bcd	1.47	1.75 bc	2.05 ab
Mean	1.97	1.52	1.78	1.75
F-test	**	ns	**	**
%CV	10.15	11.76	7.62	13.77

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันหมายถึง * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ 0.05, ** = มีความแตกต่างในทางสถิติที่ 0.01 และ ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

ขณะที่ปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในวัสดุปลูกภายหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของกิ่งตอนลำไยในกระถางหลังมีการปลูกเชื้อได้ 3 เดือน พบว่าปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในดินสูงที่สุดคือ ตำรับ AM-MT เท่ากับ 11.3 mgZn kg^{-1} แต่ไม่แตกต่างกับ

ตำรับ AM-HD มีปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในดิน อยู่ที่ 10.1 mgZn kg^{-1} ขณะเดียวกันตำรับควบคุมมีปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ได้ดินน้อยที่สุดเพียง 7.63 mgZn kg^{-1} โดยไม่มีความแตกต่างแตกต่างกันทางสถิติกับ ตำรับ AM-SP, AM-TCH, AM-MO, VAM-DOA และ AM-SPT ($P<0.01$) (ตาราง 20) ส่วนปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในดินหลังมีการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในลำไยหลังครบ 6 เดือน พบว่าตำรับ AM-MT มีปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในดินสูงสุดคือ 14.0 mgZn kg^{-1} โดยไม่มีความแตกต่างกับตำรับ AM-HD, AM-MO และ AM-SPT ($P<0.05$) ซึ่งมีปริมาณสังกะสีที่สกัดได้อยู่ที่ 12.8, 12.1 และ 12.0 mgZn kg^{-1} ตามลำดับ ปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในดินน้อยที่สุดคือ ตำรับควบคุม มีเพียง 8.63 mgZn kg^{-1} แต่ไม่มีความแตกต่างกับตำรับ AM-TCH และ AM-SP ขณะที่ปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในดินหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 9 เดือน พบว่าตำรับ AM-MT มีปริมาณสังกะสีที่สกัดได้สูงสุดคือ 11.90 mgZn kg^{-1} ซึ่งไม่มีความแตกต่างกับทุกตำรับการทดลอง ยกเว้นตำรับควบคุม และ AM-HD (ตาราง 20) โดยตำรับควบคุมมีปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในดินน้อยที่สุดเพียง 6.78 mgZn kg^{-1} โดยไม่มีความแตกต่างกับตำรับ AM-HD ที่มีปริมาณสังกะสีที่สกัดได้อยู่ที่ 7.03 mgZn kg^{-1} และส่วนปริมาณสังกะสีที่สกัดได้หลังที่มีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในลำไยครบ 12 เดือน พบว่าทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติกัน มีปริมาณสังกะสีที่สกัดได้เฉลี่ยคือ 8.11 mgZn kg^{-1} (ตาราง 20)

ตาราง 20 ปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในวัสดุปลูกกิ่งตอนลำไย ภายหลังได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 3, 6, 9 และ 12 เดือน ($mgZn\ kg^{-1}$)

ตำรับ	3 เดือน	6 เดือน	9 เดือน	12 เดือน
Control	7.63 c	8.63 c	6.78 b	8.18
AM-SPT	8.36 bc	12.0 ab	9.96 a	8.02
AM-HD	10.1 ab	12.8 ba	7.03 b	7.88
AM-SP	7.78 c	10.7 bc	10.20 a	8.64
AM-MO	7.96 c	12.1 ab	11.07 a	8.56
AM-TCH	7.81 c	10.5 bc	9.61 a	6.64
AM-MT	11.3 a	14.0 a	11.90 a	7.57
VAM-DOA	8.08 c	11.4 b	11.42 a	9.43
Mean	8.62	11.50	9.75	8.11
F-test	**	*	**	Ns
%CV	8.96	12.20	10.50	18.09

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันหมายถึง * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ 0.05, ** = มีความแตกต่างในทางสถิติที่ 0.01 และ ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

ปริมาณธาตุอาหารในใบลำไย

จากผลการทดลองศึกษาถึงปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรองและจุลธาตุในใบลำไยหลังการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 6 เดือน และ 12 เดือนผลการปลูกเชื้ออาร์บัสคาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของกิ่งตอนลำไยที่ปลูกในกระถางในช่วงระยะเวลา 6 และ12 เดือน เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส ทองแดงและปริมาณสังกะสีในใบลำไยเมื่อทำการย้ายปลูกลงในกระถางทดลอง สำหรับการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 6 เดือน พบว่าปริมาณไนโตรเจนในใบลำไยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.35 %N โดยที่ตำรับ AM-MT มีปริมาณไนโตรเจนในใบลำไยสูงสุดคือ 1.44% แต่ไม่มีความแตกต่างระหว่างทุกตำรับการทดลอง ขณะที่ปริมาณไนโตรเจนในใบลำไยหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 12 เดือน พบว่าตำรับ AM-MT มีปริมาณ

ไนโตรเจนสูงสุดคือ 2.27 %N ซึ่งทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยปริมาณไนโตรเจนในใบลำไยในช่วงระยะหลังปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 12 เดือนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.65 %N (ตาราง 20)

สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสในใบพืชหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 6 เดือน ทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของปริมาณฟอสฟอรัสในใบลำไยช่วง 6 เดือนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.25 %P ขณะที่ตำรับ AM-MT มีปริมาณฟอสฟอรัสในใบลำไยสูงสุดคือ 0.42 %P ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติกับทุกตำรับ ($P<0.01$) ยกเว้นตำรับ VAM-DOA ขณะที่ตำรับควบคุมมีปริมาณฟอสฟอรัสในใบลำไยน้อยที่สุดเพียง 0.12 %P แต่ยังคงไม่มีความแตกต่างกับตำรับ AM-SPT และ AM-HD ($P<0.01$) ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสในใบลำไยหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 12 เดือน มีปริมาณฟอสฟอรัสในใบลำไยเฉลี่ย 0.21 %P พบว่าตำรับ AM-SPT มีปริมาณฟอสฟอรัสในใบสูงสุดคือ 0.29 %P โดยไม่มีความแตกต่างกับตำรับ AM-MT และ VAM-DOA ในขณะที่ตำรับควบคุมมีปริมาณฟอสฟอรัสในใบลำไยน้อยสุดเพียง 0.16 %P แต่ไม่มีความแตกต่างกันกับตำรับ AM-HD, AM-SP, AM-MO และ AM-TCH ($P<0.01$) (ตาราง 20)

สำหรับปริมาณโพแทสเซียมในใบลำไยหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 6 เดือน มีค่าเฉลี่ยปริมาณโพแทสเซียมในใบลำไยอยู่ที่ 1.10 %K โดยพบว่าตำรับ AM-MT มีปริมาณโพแทสเซียมในใบสูงสุดคือ 1.19 %K ซึ่งไม่มีความแตกต่างกับตำรับ AM-SP, AM-MO, VAM-DOA และ AM-TCH ($P<0.01$) ขณะที่ตำรับควบคุมมีปริมาณโพแทสเซียมในใบน้อยที่สุดเพียง 1.03 %K แต่ยังคงไม่มีความแตกต่างกับตำรับ AM-HD, AM-SPT, AM-TCH, VAM-DOA และ AM-MO ส่วนปริมาณโพแทสเซียมในใบลำไยหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 12 เดือน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.20 %K โดย AM-MT มีปริมาณโพแทสเซียมในใบลำไยสูงที่สุดคือ 1.39 %K ซึ่งมีความแตกต่างกับทุกตำรับการทดลอง ยกเว้นตำรับ AM-HD และ AM-MO ขณะที่ตำรับควบคุมมีปริมาณโพแทสเซียมในใบน้อยที่สุดเพียง 1.07 %K แต่ไม่มีความแตกต่างจากตำรับ VAM-DOA, AM-SPT, AM-SP และ AM-TCH ($P<0.01$) (ตาราง 20)

ตาราง 21 ปริมาณธาตุอาหารหลักในใบลำไยหลังใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 6 และ 12 เดือน (เปอร์เซ็นต์)

ตำรับ	%N	%N	%P	%P	%K	%K
	6 เดือน	12 เดือน	6 เดือน	12 เดือน	6 เดือน	12 เดือน
Control	1.30	1.33	0.12 c	0.16 c	1.03 c	1.07 c
AM-SPT	1.27	1.47	0.13 c	0.29 a	1.06 bc	1.15 bc
AM-HD	1.32	1.36	0.22 c	0.18 bc	1.05 bc	1.27 ab
AM-SP	1.34	1.73	0.29 b	0.18 bc	1.14 ab	1.17 bc
AM-MO	1.35	1.72	0.27 b	0.17 bc	1.12 abc	1.27 ab
AM-TCH	1.40	1.24	0.26 b	0.17 bc	1.09 abc	1.19 bc
AM-MT	1.44	2.27	0.42 a	0.27 a	1.19 a	1.39 a
VAM-DOA	1.36	2.06	0.30 ab	0.24 ab	1.11 abc	1.13 bc
Mean	1.35	1.65	0.25	0.21	1.10	1.20
F-test	ns	ns	**	**	**	**
%CV	5.46	27.14	16.02	13.66	3.98	6.45

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันหมายถึง * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ 0.05, ** = มีความแตกต่างในทางสถิติที่ 0.01 และ ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

สำหรับผลการเชื้อปลูกอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของกิ่งตอนลำไยที่ปลูกในกระถางในช่วงระยะเวลา 6 และ 12 เดือน พบว่าปริมาณแคลเซียมในใบลำไยหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 6 เดือน มีปริมาณแคลเซียมเฉลี่ยอยู่ที่ 3.16 %Ca โดยตำรับ AM-MT มีปริมาณแคลเซียมในใบสูงสุดคือ 3.58 %Ca ซึ่งไม่มีความแตกต่างกับทุกตำรับการทดลอง ยกเว้นตำรับควบคุม และ AM-TCH ขณะที่ตำรับ AM-TCH มีปริมาณแคลเซียมในพืชน้อยที่สุดเพียง 2.41 %Ca แต่ไม่มีความแตกต่างกับตำรับควบคุม(ตาราง 22) สำหรับปริมาณแคลเซียมในใบลำไยหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 12 เดือน มีปริมาณแคลเซียมเฉลี่ยในใบลำไยอยู่ที่ 3.52 %Ca พบว่าตำรับ AM-MT มีปริมาณแคลเซียมในใบลำไยสูงที่สุดคือ 3.80 %Ca ซึ่งไม่มีความแตกต่างกับตำรับ VAM-DOA และ AM-SPT โดยมีปริมาณแคลเซียมในใบเท่ากับ 3.67

และ 3.59 %Ca ตามลำดับ ตำรับ AM-TCH มีปริมาณแคลเซียมในใบน้อยที่สุดเพียง 3.23 %Ca แต่ไม่ได้มีความแตกต่างกับตำรับ AM-MO, AM-SP, ตำรับควบคุม และ AM-HD ($P<0.05$)

ส่วนปริมาณแมกนีเซียมในใบลำไยหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 6 เดือน มีค่าเฉลี่ยโดยรวมของแมกนีเซียมในใบลำไยอยู่ 0.26 %Mg แล้วพบว่ามีปริมาณแมกนีเซียมในใบลำไยสูงสุดเท่ากับ 0.31 %Mg คือตำรับ AM-SPT ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันกับตำรับ AM-MT, VAM-DOA, AM-HD และ AM-SP สำหรับตำรับควบคุม, AM-MO และ AM-TCH มีปริมาณแมกนีเซียมในใบลำไยน้อยที่สุดเท่ากันคือ 0.22 %Mg ($P<0.01$) (ตาราง 22) สำหรับปริมาณแมกนีเซียมในใบลำไยหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 12 เดือน มีค่าเฉลี่ยของปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมดอยู่ที่ 0.24 %Mg และพบว่าตำรับ AM-MT มีปริมาณแคลเซียมในใบสูงที่สุดคือ 0.30 %Mg ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันกับตำรับ AM-HD, AM-SPT และ AM-MO มีปริมาณแมกนีเซียมในใบเท่ากับ 0.27, 0.26 และ 0.26 %Mg ตามลำดับ ขณะที่ตำรับ AM-TCH มีปริมาณแมกนีเซียมในใบน้อยที่สุดเพียง 0.17 %Mg แต่ไม่มีความแตกต่างกับตำรับควบคุม ($P<0.01$) ซึ่งมีปริมาณแมกนีเซียมในใบเท่ากับ 0.19 %Mg (ตาราง 22)

ตาราง 22 ปริมาณธาตุอาหารรองในใบลำไยหลังใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 6 และ 12 เดือน (เปอร์เซ็นต์)

ตำรับ	%Ca		%Mg	
	6 เดือน	12 เดือน	6 เดือน	12 เดือน
Control (No AM)	2.84 bc	3.47 bc	0.22 b	0.19 c
AM-SPT	3.28 ab	3.59 ab	0.31 a	0.26 ab
AM-HD	3.55 a	3.50 bc	0.25 ab	0.27 ab
AM-SP	3.20 ab	3.46 bc	0.25 ab	0.23 bc
AM-MO	3.15 ab	3.42 bc	0.22 b	0.26 ab
AM-TCH	2.41 c	3.23 c	0.22 b	0.17 c
AM-MT	3.58 a	3.80 a	0.29 a	0.30 a
VAM-DOA	3.27 ab	3.67 ab	0.28 a	0.23 bc
Mean	3.16	3.52	0.26	0.24
F-test	*	*	*	**
%CV	10.98	4.32	10.72	14.46

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันหมายถึง * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ 0.05, ** = มีความแตกต่างในทางสถิติที่ 0.01 และ ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

จากการศึกษาผลการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของกิ่งตอนลำไยที่ปลูกในกระถางช่วงระยะเวลา 6 และ 12 เดือน พบว่าปริมาณเหล็กในใบลำไยหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 6 เดือน พบว่าปริมาณเหล็กในใบลำไยของตำรับ AM-MT มีปริมาณสูงสุดคือ 40.0 mgFe kg^{-1} ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.01$) กับทุกตำรับการทดลอง สำหรับตำรับควบคุมมีปริมาณเหล็กที่สะสมในใบน้อยที่สุดมีเพียง 19.4 mgFe kg^{-1} แต่ไม่มีความแตกต่างกับตำรับ AM-SPT ซึ่งมีปริมาณเหล็กในใบลำไยอยู่ที่ 25.9 mgFe kg^{-1} ($P<0.01$) (ตาราง 23) ขณะที่ปริมาณเหล็กในใบลำไยหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 12 เดือน พบว่าตำรับ AM-MT มีปริมาณเหล็กในใบสูงที่สุดคือ 62.2 mgFe kg^{-1} แต่ไม่แตกต่างกับตำรับ AM-TCH

มีปริมาณเหล็กในใบเท่ากับ 57.5 mgFe kg^{-1} ขณะเดียวกันตำรับควบคุมมีปริมาณเหล็กในใบลำไยน้อยที่สุดเพียง 34.2 mgFe kg^{-1} ($P<0.01$)

จากการศึกษาผลการใช้เชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของกิ่งตอนลำไยในกระถางหลังมีการปลูกเชื้อได้ 6 และ 12 เดือน พบว่าปริมาณแมงกานีสในใบลำไยของตำรับ VAM-DOA มีปริมาณสูงที่สุดคือ 24.8 mgMn kg^{-1} ซึ่งมีความแตกต่างกันกับทุกตำรับการทดลองอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$) ขณะที่ตำรับ AM-MO มีปริมาณแมงกานีสในใบน้อยที่สุดเพียง 11.9 mgMn kg^{-1} แต่ไม่มีความแตกต่างกันกับตำรับควบคุมที่มีปริมาณแมงกานีสในใบอยู่ที่ 13.4 mgMn kg^{-1} (ตาราง 23) สำหรับปริมาณแมงกานีสในใบลำไยหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 12 เดือน พบว่าตำรับ AM-SPT มีปริมาณแมงกานีสในใบสูงที่สุดคือ 26.5 mgMn kg^{-1} ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันกับตำรับ AM-TCH, AM-MT, AM-HD และ AM-MO ในทางสถิติ ($P<0.01$) ขณะที่ตำรับ AM-SP มีปริมาณแมงกานีสในใบลำไยน้อยที่สุดเพียง 18.0 mgMn kg^{-1} แต่ไม่มีความแตกต่างกับตำรับควบคุม และ VAM-DOA ซึ่งมีปริมาณแมงกานีสในใบลำไยอยู่ที่ 18.3 และ 20.9 mgMn kg^{-1} ($P<0.01$) ตามลำดับ (ตาราง 23)

จากการศึกษาผลการใช้อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของกิ่งตอนลำไยในกระถางหลังมีการปลูกเชื้อได้ 6 และ 12 เดือน หลังการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 6 เดือน ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติระหว่างตำรับทดลอง โดยพบว่าปริมาณทองแดงเฉลี่ย 8.16 mgCu kg^{-1} ขณะที่ปริมาณทองแดงในใบลำไยหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 12 เดือน พบว่าตำรับ AM-MT มีปริมาณทองแดงในใบลำไยสูงที่สุดคือ 8.81 mgMn kg^{-1} แต่ไม่มีความแตกต่างกับตำรับ AM-SP และ AM-TCH ที่มีปริมาณทองแดงในใบลำไยเท่ากับ 7.91 และ 7.02 mgMn kg^{-1} ขณะที่ตำรับควบคุมมีปริมาณทองแดงในใบลำไยน้อยที่สุดเพียง 5.07 mgMn kg^{-1} แต่ไม่มีความแตกต่างกับตำรับ AM-MO, AM-HD, VAM-DOA และ AM-SPT ($P<0.05$) (ตาราง 23)

ปริมาณสังกะสีในใบลำไยช่วง 6 เดือน หลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา พบว่าปริมาณสังกะสีในใบลำไยตำรับ AM-MT มีปริมาณสูงที่สุดคือ 24.0 mgZn kg^{-1} ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันกับทุกตำรับการทดลอง ยกเว้นตำรับควบคุม และ AM-HD ($P<0.05$) ขณะที่ตำรับควบคุมมีปริมาณสังกะสีในใบต่ำที่สุดเพียง 19.9 mgZn kg^{-1} สำหรับปริมาณสังกะสีในใบหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 12 เดือน พบว่า ทุกตำรับที่ได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีปริมาณสังกะสีในใบลำไยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.01$) โดยตำรับที่มีปริมาณสังกะสีในใบลำไยสูงสุดคือ ตำรับ AM-MT เท่ากับ 27.1 mgZn kg^{-1} ขณะที่ตำรับควบคุม มีความแตกต่างกันกับทุกตำรับการทดลองอย่างมีนัยสำคัญ ทำให้มีปริมาณสังกะสีในใบลำไยน้อยที่สุดเพียง 22.0 mgZn kg^{-1} (ตาราง 23)

ตาราง 23 ปริมาณธาตุอาหารเสริมในใบลำไยหลังใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 6 และ 12 เดือน ($mg\ kg^{-1}$)

ตำรับ	Fe($mg\ kg^{-1}$)	Mn($mg\ kg^{-1}$)	Cu($mg\ kg^{-1}$)	Zn($mg\ kg^{-1}$)
		6 เดือน		
Control	19.4 c	13.4 de	6.44	19.9 c
AM-SPT	25.9 bc	20.5 b	7.15	23.1 ab
AM-HD	27.6 b	15.9 cd	8.16	22.1 b
AM-SP	29.3 b	16.3 c	8.62	22.8 ab
AM-MO	29.0 b	11.9 e	8.51	22.8 ab
AM-TCH	30.2 b	16.5 c	8.62	22.6 ab
AM-MT	40.0 a	19.4 b	10.0	24.0 a
VAM-DOA	33.0 b	24.8 a	7.82	23.0 ab
Mean	29.30	17.30	8.16	22.50
F-test	**	**	ns	*
%CV	8.07	6.35	13.26	4.60
ตำรับ		**12 เดือน**		
Control	34.2 d	18.3 c	5.07 d	22.0 b
AM-SPT	37.6 cd	26.5 a	6.51 bcd	25.5 a
AM-HD	41.9 bcd	23.8 ab	5.97 cd	25.3 a
AM-SP	39.6 bcd	18.0 c	7.91 ab	25.3 a
AM-MO	43.7 bc	23.7 ab	5.82 cd	26.2 a
AM-TCH	57.5 a	24.8 ab	7.02 abc	25.8 a
AM-MT	62.2 a	24.7 ab	8.81 a	27.1 a
VAM-DOA	47.8 b	20.9 bc	6.12 bcd	27.0 a
Mean	45.60	22.60	6.65	25.50
F-test	**	**	*	**
%CV	7.55	7.87	15.87	3.24

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันหมายถึง * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ 0.05, ** = มีความแตกต่างในทางสถิติที่ 0.01 และ ns = ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาผลการรวบรวมและขยายปริมาณอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาโดยการสุ่มเก็บตัวอย่างดินรอบๆ รากต้นลำไยในเขตจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน รวมทั้งหมด 6 อำเภอ คือ สวนลำไยอำเภอสันป่าตอง หางดง สารภี แม่ออน ทุ่งหัวช้างและอำเภอแม่ทา พบว่าปริมาณสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีปริมาณเฉลี่ยของทั้ง 6 อำเภอเท่ากับ 17.0 สปอร์/ดิน 10 g ซึ่งน้อยกว่าเมื่อเทียบกับงานทดลองของ ศรัณยา (2541) ที่ทำการศึกษาจำนวนอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินปลูกทุเรียนพันธุ์ต่างๆ ในจังหวัดจันทบุรีและระยอง พบว่า จำนวนสปอร์ในดินรอบรากต้นทุเรียนพันธุ์กระดุมมีจำนวนเฉลี่ย 149 สปอร์/ดิน 1 g สำหรับทุเรียนพันธุ์หมอนทองมีจำนวนสปอร์ 109.6 สปอร์/ดิน 1 g ส่วนพันธุ์พวงมณีมีจำนวนสปอร์ 25.0 สปอร์/ดิน 1 g ส่วนการรายงานของ อรจิรา (2546) ทำการเก็บตัวอย่างดินเพื่อทำการตรวจสอบจำนวนสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจากดินที่ปลูกทานตะวันจังหวัดนครราชสีมา พิษณุโลก สมุทรปราการ สระบุรี ลพบุรีและจังหวัดสมุทรปราการ พบว่าจำนวนสปอร์ของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีจำนวนเฉลี่ย 4-22 สปอร์/ดิน 1 g และยังกล่าวอีกว่าเนื่องจากสภาพแวดล้อมที่ปลูกทานตะวันมีความแตกต่างกัน จึงทำให้มีผลต่อจำนวนสปอร์ในดินมีความแตกต่างกัน สำหรับ ภัทรวดี (2543) ทำการตรวจสอบจำนวนสปอร์ในดินที่ปลูกหญ้าแฝกจากจังหวัดนครปฐม ราชบุรี กาญจนบุรี เพชรบุรี นครราชสีมา และจังหวัดเชียงใหม่ มีจำนวนสปอร์เฉลี่ยอยู่ในช่วง 2-97 สปอร์/ดิน 1 g ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับสภาพพื้นที่ทดสอบมีสภาวะของอุณหภูมิที่ต่างกันทำให้มีประสิทธิภาพในการสร้างสปอร์หรือการงอกของสปอร์เพิ่มมากขึ้นต่างกัน (Saito and Muramoto, 2002) ขณะที่จากการรายงานของ กนกวรรณ (2546) ได้สำรวจชนิดและปริมาณของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินที่ปลูกลำไยในจังหวัดสมุทรสาครและจังหวัดจันทบุรีโดยเก็บบริเวณ ๆ โคนต้นลำไย พบว่าตัวอย่างดินที่เก็บจากจังหวัดสมุทรสาครมีจำนวนตั้งแต่ 3-84 สปอร์/ดิน 4 g และดินจากตัวอย่างจังหวัดจันทบุรีมีจำนวนสปอร์ตั้งแต่ 14-117 สปอร์/ดิน 4 g ซึ่งแต่ละพื้นที่มีจำนวนสปอร์ในดินแตกต่างกัน อาจเนื่องจากการจัดการทางเกษตรกรรมในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกัน เช่น การใส่ปุ๋ย ชนิดของดินที่ปลูกพืช ส่วนการศึกษาทดลองของ กิตติมา (2541) ได้ศึกษาความหลากชนิดของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินที่ปลูกสักโดยทำการเก็บตัวอย่างดินจากสวนป่า 2 แห่ง คือ สวนป่าสักบริเวณสถานีวิจัยลุ่มน้ำแม่กลองจังหวัดกาญจนบุรีและสวนป่าสักแม่เมาะขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ จังหวัดลำปาง พบว่าดินจากสวนป่าสักของสถานีวิจัยลุ่มน้ำแม่กลองมีจำนวนสปอร์ทั้งหมดสูงที่สุดคือ 72.0 สปอร์/ดิน 1 g ขณะที่ดินจากสวนป่าสักแม่เมาะมีจำนวนสปอร์ทั้งหมด 48.5 สปอร์/ดิน 1 g ทั้งนี้จากการศึกษาสำรวจจำนวนสปอร์ในดิน พบว่าแต่ละพื้นที่มีปริมาณจำนวนสปอร์แตกต่างกันทั้งที่มีการปลูกพืช

ชนิดเดียวกัน อาจเนื่องมาจากสภาพพื้นที่และสภาวะแวดล้อมแตกต่างกัน เช่น ลักษณะชนิดของดิน อุณหภูมิ ความชื้น เป็นต้น ที่ส่งผลต่อปริมาณจำนวนอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดิน

สำหรับผลการขยายเชื้อเพิ่มปริมาณสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในข้าวโพด พบว่ามีปริมาณสปอร์ในดินมีความแตกต่างกันโดยสปอร์ AM-MT มีปริมาณสูงที่สุดคือ 45 สปอร์/ดิน 10 g ซึ่งคล้ายจากงานทดลองของ กนกวรรณ (2546) ทำการเพิ่มปริมาณสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาโดยใช้ข้าวโพดเป็นพืชอาศัยจากสปอร์ที่เก็บจากพื้นที่ 2 จังหวัด คือจังหวัดสมุครสาคร และจังหวัดจันทบุรี พบว่าสปอร์จากตัวอย่างดินจังหวัดสมุครสาคาสามารถเพิ่มปริมาณสปอร์ได้มากกว่าจังหวัดจันทบุรีคือตั้งแต่ 3-150 สปอร์/ดิน 1 g ส่วนสปอร์จังหวัดจันทบุรีมีจำนวนสปอร์ตั้งแต่ 5-15 สปอร์/ดิน 1 g

จากการศึกษาผลของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของกิ่งตอนลำไยในกระถางทดลอง โดยมีการตอบสนองการเจริญเติบโตด้านความสูงของกิ่งตอนลำไยภายหลังจากได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเป็นเวลา 3, 6, 9 และ 12 เดือน พบว่าตำรับ AM-MT มีความสูงที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงสุดคือร้อยละ 6.77, 15.72, 28.29 และ 40.85 ตามลำดับ จากความสูงเริ่มต้นของกิ่งตอนลำไยเคือ 104 cm แสดงว่าสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจากสวนลำไยบางอำเภอช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของกิ่งตอนลำไยได้ดี ในขณะตำรับที่มีสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจากสวนลำไยอำเภออื่น ยังคงมีผลการส่งเสริมการเจริญเติบโตของกิ่งตอนลำไยได้สูงกว่าตำรับที่ไม่ใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมด้วยเช่นกัน แต่โดยทั่วไปการเจริญเติบโตของพืชที่ใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจะมีค่าสูงกว่าพืชที่ไม่ได้ใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (Ortus et al., 1996) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Nopamornbodi et al. (1996) ศึกษาผลของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ในกล้าบ๊วย (*Prunus nume*) พบว่าต้นกล้าที่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงที่เพิ่มขึ้นและมีการแตกกิ่งมากกว่าตำรับที่ไม่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา นอกจากนี้งานทดลองของศรัณยา (2541) กล่าวว่าอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีส่วนช่วยให้กล้าทุเรียนมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงเพิ่มขึ้น พบว่าหลังมีการรับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 3 เดือน ทำให้ความสูงต้นกล้าทุกเรียนมีค่าสูงสุดที่ 41.15 cm และภายหลังการรับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 6 เดือน พบว่ามีความสูงที่สุดเฉลี่ย 47.75 cm รวมทั้งงานของ วรรณวิณี (2553) ศึกษาผลของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าส้มที่ปลูกโดยการใช้เมล็ด 6 ชนิด พบว่าความสูงของต้นกล้าส้มที่ได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีความสูงเพิ่มขึ้น ภายหลังได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเป็นเวลา 4 เดือน โดยเฉพาะต้นกล้าส้มลูกผสมพันธุ์ทรอยเยอร์ ส่วน Janos (2001) กล่าวว่าอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นลิ้นจี่ (*Litchi Chinensis*) ที่ขยายพันธุ์ด้วยกิ่งตอน พบว่าภายหลังจากที่ปลูกอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาได้ 120 วัน อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาช่วยส่งเสริมการ

เจริญเติบโต ทางด้านความสูงและการสร้างใบ แต่ไม่มีผลต่อขนาดลำต้นของต้นกล้า และมีการเข้าสู่รากของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา รวมถึงมีน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินสูงกว่าต้นที่ไม่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาถึง 39% แต่น้ำหนักแห้งของรากไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนการศึกษาของ ภัทรวดี (2543) พบว่าอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา *A. scrobiculata* ทำให้ความสูง จำนวนหน่อ น้ำหนักแห้งราก และมวลชีวภาพของหญ้าแฝกเพิ่มขึ้นได้มาก เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทั้ง 14 ชนิด และการไม่ใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ส่วนหญ้าแฝกที่ปลูกเชื้อร่วมกับเชื้อ *G. aggreatum* มีน้ำหนักแห้งต้นสูงสุด แสดงให้เห็นว่าอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาบางชนิดส่งเสริมการเจริญเติบโตของหญ้าแฝก และ Yano-Melo et al. (1999) รายงานว่าต้นกล้วยที่ใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาชนิด *Acaulospora scrobiclata, Glomus clarum* และ *Glomus etunicatum* มีความสูงและน้ำหนักสดของต้นและรากสูงกว่าต้นกล้วยที่ไม่ใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ขณะที่จากการรายงานของ ปัทมา (2539) อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาชนิด *Acaulospora scrobiclata* ส่งเสริมให้ถั่วลิสงมีความสูงดีที่สุด และยังคงพบว่าเชื้อ *Glomus fasciculatum* ส่งเสริมให้ถั่วลิสงมีน้ำหนักสดและแห้งมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาชนิดอื่นและการไม่ใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา และสำหรับการรายงานของ กิตติมา (2541) กล่าวว่าผลของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของกล้าสักเมื่อมีอายุ 6 เดือน ทั้งที่ได้ปลูกและไม่ได้ปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาพบว่า การเจริญเติบโตทางความสูงของกล้าสักที่ปลูกด้วยเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทุกตำรับมีความสูงมากกว่ากล้าสักที่ไม่ได้ปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ส่วนจากการศึกษาการตอบสนองของกิ่งตอนลำไยต่ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา พบว่าต้นลำไยที่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีการเจริญเติบโตทางด้านทรงพุ่มได้ดีกว่าต้นที่ไม่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา กล่าวคือหลังได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาได้ 3 และ 6 เดือน พบว่าตำรับ AM-MT มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้นสูงสุดร้อยละ 13.04 และ 32.80 ตามลำดับ จากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเริ่มต้นของกิ่งตอนลำไยเท่ากับ 34.8 cm ในช่วง 9 เดือน พบว่าตำรับ VAM-DOM มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่มเพิ่มสูงสุด ร้อยละ 73.20 ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางเริ่มต้นเท่ากับ 31.0 cm แต่ทั้งนี้ไม่มีความแตกต่างกับตำรับ AM-MT ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่มเพิ่มขึ้นร้อยละ 61.00 และช่วง 12 เดือน พบว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของทรงพุ่มลำไยเพิ่มขึ้นสูงสุดร้อยละ 120.43 คือตำรับ AM-MT เริ่มต้น ถึงแม้ว่าในช่วงแรกผลอาจจะไม่ค่อยชัดเจนแต่แนวโน้มที่เห็นผลได้ชัดเจนว่าต้นลำไยที่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอยู่ทำให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์ของทรงพุ่มลำไยพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ภายหลังที่ได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามาเป็นเวลา 6 เดือน ขึ้นไปโดยเฉพาะในช่วงระยะที่ 9 เดือน และ ช่วงระยะเวลา 12 เดือน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของทรงพุ่มลำไยเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งคล้ายกับงานทดลองของ ศรัณยา (2541) ได้กล่าวถึงการเจริญเติบโตด้านลำต้นโดยมีขนาดของเส้นรอบวงลำต้นสูงเมื่อ

ตำรับที่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในกล้าทุเรียนในช่วง 3 เดือนขึ้นไป และเมื่อไม่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในกล้าทุเรียนขนาดของเส้นรอบวงของกล้าทุเรียนน้อยกว่ากล้าทุเรียนที่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา รวมทั้งงานทดลองของสายอรุณ (2548) พบจำนวนใบต่อต้น น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของต้นสตรอเบอร์รี่สูงเพิ่มขึ้นหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาให้กับต้นสตรอเบอรี่เมื่อมีอายุ 2 เดือน และการรายงานของ อรจิรา (2546) ศึกษาการนำอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 15 ชนิด ปลูกร่วมกับทานตะวัน พบว่าอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ชนิด *A. scrobiculata* และ *G. radiatum* ทำให้ทานตะวันมีน้ำหนักต้นสูงสุด *G. aggregatum* จะให้น้ำหนักรากทานตะวันมีค่าสูงสุด *A.scutellospora* และ *G. mosseae* ทำให้ทานตะวันมีน้ำหนักเมล็ดสูงสุด ส่วนอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา *G. occultum* ทำให้ดอกทานตะวันบายเร็วขึ้น แสดงให้เห็นว่าอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาบางชนิดจะส่งเสริมการเจริญเติบโตของทานตะวันได้ดี

สำหรับการใช้สปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของกิ่งตอนลำไย เป็นการตรวจสอบถึงศักยภาพการเข้ารากของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซารวมถึงการอยู่รวมกันของสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่นำมาปลูกหลังจากที่ได้ทำการคัดเลือกสปอร์ที่มีลักษณะสมบูรณ์มาจากในดินรอบๆ รากต้นลำไยจากสวนลำไยแต่ละอำเภอ ซึ่งงานทดลองนี้เป็นการศึกษากับกิ่งตอนลำไยพันธุ์อีดอ โดยลำไยเป็นพืชอาศัยกลุ่มไม้ผลที่มีการศึกษาน้อยมาก ซึ่งส่วนใหญ่แล้วพืชอาศัยของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีความเหมาะสมในการเข้าอยู่อาศัยในรากได้ง่ายคือพืชตระกูลข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าวบาร์เลย์ (Ocampo et al.,1979) นอกจากนี้แล้วยังพบการศึกษาทดลองเกี่ยวกับการเจริญของสปอร์รวมไปถึงการเข้าอยู่อาศัยในรากกับไม้ผลชนิดอื่นในประเทศไทยเช่นทุเรียน ส้มและสตอเบอรี่ (ศรัณยา, 2541 ; วรรณวิณี, 2553 ; สายอรุณ, 2548) สำหรับการศึกษาทดลองของการเจริญเติบโตของกิ่งตอนลำไยร่วมกับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจากแหล่งที่มาจากสวนลำไยของแต่ละอำเภอในสองจังหวัดคือ เชียงใหม่และลำพูน ซึ่งทั้งจำนวนสปอร์และเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยในรากลำไยในครั้งนี้มีความผันแปรไปตามแหล่งที่มาของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซารวมไปถึงระยะเวลาหลังมีการปลูกอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาพบว่า จำนวนสปอร์ที่มีการตรวจสอบได้ในดินที่มีการปลูกเชื้อได้ 3, 6, 9 และ12 เดือน พบว่ามีค่าเฉลี่ยจำนวนสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสูงสุดที่ตำรับ AM-MT คือ 71.7, 90.7, 97.7 และ 108.7 สปอร์/ดิน 10 g ตามลำดับ เมื่อมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 1 ปี สำหรับการเข้าอยู่อาศัยของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเฉลี่ยสูงสุด คือ ตำรับ AM-MT เท่ากับ 19, 27, 57 และ 81% หลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 3, 6, 9 และ12 เดือน ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ ศรัณยา (2541) ได้กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนสปอร์ในดินและเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยในราก โดยมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน คือ หากมีจำนวนสปอร์ของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินมาก จะมีเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่

อาศัยในรากมากด้วย เมื่อภายหลังจากได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเป็นเวลา 3 เดือน พบว่าตำรับที่ได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาชนิด *A. dilatata* และ *E. colombiana* มีจำนวนสปอร์ในดินสูงสุด คือ 17.2 และ 12.6 สปอร์/ดิน 1 g ตามลำดับ ซึ่งทั้งสองตำรับนี้ยังคงพบเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยในรากสูงสุดเท่ากับ 15.3 และ 19.0% ตามลำดับ ขณะที่ภายหลังจากได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเป็นเวลา 6 เดือน ยังคงพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนสปอร์และเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยในรากของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินเป็นไปในลักษณะเช่นเดียวกันกับเมื่อได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเป็นเวลา 3 เดือน สำหรับการรายงานของ ภัทรวดี (2543) พบว่าเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ซาในรากหญ้าแฝกอายุ 8 สัปดาห์ มีปริมาณน้อย อย่างไรก็ตามเมื่อหญ้าแฝกมีอายุเพิ่มมากขึ้นพบว่า การเข้าอยู่อาศัยของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากหญ้าแฝกเพิ่มขึ้นด้วย ส่วนการรายงานของ Dodd and Thompson (1994) พบว่าอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ซาต่างชนิดกันจะมีประสิทธิภาพในการเข้าอยู่อาศัยในพืชต่างกันด้วย และการรายงานของ Simpson and Daft (1990) พบว่าในข้าวฟ่าง ข้าวโพด และถั่วหัวช้างที่ปลูกเชื้อ *Glomus clarum* มีการสร้างสปอร์ในข้าวโพดและข้าวฟ่างมีปริมาณมากกว่าในถั่วหัวช้าง

สำหรับค่าความเป็นกรดด่างของดิน อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ซามีประสิทธิภาพในการเจริญร่วมกับรากพืชในช่วงต่างๆ ของความเป็นกรดด่างของดินต่างกัน แล้วแต่ชนิดของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ซา เช่น *Glomus fasciculatum* สามารถเจริญร่วมกับรากพืชหลายชนิดในค่าความเป็นกรดด่างของดินตั้งแต่ 5.5-9.5 (Powell and Bagyaraj, 1984) จากการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของกิ่งตอนลำไย พบว่าค่าความเป็นกรดด่างมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในกิ่งตอนลำไยครบ 1 ปี ซึ่งก่อนการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาวัสดุปลูกมีระดับค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 7.43 และค่าเฉลี่ยของความเป็นกรดด่างของวัสดุปลูกลำไยหลังมีการปลูกเชื้อคือ 7.15-7.25 ซึ่งมีผลทำให้ค่าความเป็นกรดด่างลดลงเล็กน้อย อาจเกิดจากสาเหตุที่รากพืชกับดินมีการแลกเปลี่ยนประจุบวกมากขึ้น โดยที่ผิวรากพืชมีประจุบวกของไฮโดรเจนออกมาแลกเปลี่ยนไปจากคอลลอยด์ดินหรือสารละลายดิน ทำให้ค่าความเป็นกรดด่างของดินลดลง (ปณิดา, 2555) ซึ่งคล้ายกับงานทดลองของ Safari and Sharifa (2007) โดยดินก่อนการทดลองมีค่าความเป็นกรดด่างอยู่ในช่าง 7.0-7.9 ซึ่งหลังจากมีการใช้อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาพบว่าค่าความเป็นกรดด่างลดลงเหลือ 6.53-6.56 นอกจากนี้งานทดลองของ Wang et al. (1993) ยังศึกษาผลของความเป็นกรดด่างต่อการเข้าอยู่อาศัยของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในข้าวโอ๊ตและมะเขือเทศ พบว่า เชื้อ *Glomus macrocarpum, Glomus albidum, Glomus etunicatum, Glomus macrocarpum, Glomus fasciculatum, Glomus* sp. (hyaline reticulate), *Glomus* sp. (multiple-walled), *Acaulospora* spp. และ *Scutellospora calospora* มีการเข้าอยู่อาศัยในรากข้าวโอ๊ตและ

มะเขือเทศในดินที่มีระดับความเป็นกรดด่าง 5.5-7.5 และการรายงานของ Sastry and Johri (1999) รายงานว่าความหลากหลายของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินที่มีค่าความเป็นกรดด่างอยู่ในช่วง 6.95-7.50 พบความผันแปรของเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยในรากได้ถึง 25-90% ไม่ว่าอย่างไรก็ตาม ช่วงของค่าความเป็นกรดด่างของดิน ธาตุอาหารต่างๆ ในดิน ความชื้นในดิน ตลอดการดูแลรักษาดินขึ้นอยู่กับสภาพภูมิศาสตร์และความเหมาะสมระหว่างชนิดของพืชกับชนิดของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ซึ่งมีผลต่อการเข้าอยู่อาศัยในรากพืชของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (Mosse, 1973) สำหรับค่าความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของลำไยคือ 5.5-6.5 (พาวินและคณะ, 2547) ซึ่งจากการทดลองพบว่าดินมีค่าความเป็นกรดด่างมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.17 โดยลดลงจากค่าความเป็นกรดด่างก่อนการทดลองเฉลี่ยคือ 7.43 เนื่องจากงานทดลองการตอบสนองของกิ่งตอนลำไยต่ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซานี้มีค่าความเป็นกรดด่างสูงกว่าค่าความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของลำไยด้วยที่ว่างานทดลองในครั้งนี้เป็นการทดลองในกระถางอาจทำให้การแลกเปลี่ยนประจุบวกระหว่างดินกับผิวรากพืชมีปริมาณน้อยกว่าการปลูกลำไยในสภาพพื้นที่จริง

อินทรียวัตถุหรือสารประกอบไนโตรเจนในดิน มีทั้งที่อยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์ (Smith and Read, 1997) ส่วนผลของปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีผลต่อจำนวนสปอร์และเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่าระดับปริมาณอินทรียวัตถุในดินสูงสุดอยู่ในช่วง 4.00-5.50% ของ ตำรับAM-MT มีปริมาณจำนวนสปอร์และเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพิ่มขึ้น คือหลังมีการปลูกเชื้อตั้งแต่ 3-12 เดือน โดยมีจำนวนสปอร์เฉลี่ยสูงสุดถึง 108 สปอร์/ดิน 10 g และมีเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยเฉลี่ยสูงสุด 80% จากผลการศึกษาซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Gaur et al. (1998) โดยทดสอบถึงปริมาณการติดเชื้อของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากและจำนวนสปอร์ในดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงกับในดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ พบว่าการอยู่อาศัยในรากของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาและจำนวนสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพิ่มมากขึ้นในดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงกว่าดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ นอกจากนี้ Tanu et al.(2004) ได้ศึกษาชนิดของอินทรียวัตถุทั้ง 4 ประเภทร่วมกับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา โดยทดลองปลูกกับพืชสมุนไพร 3 ชนิด พบว่าปริมาณของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีการเพิ่มปริมาณของอินทรียวัตถุให้สูงขึ้น) จากการรายงาน Frey and Schuepp (1993) ศึกษาความสามารถของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในการดูดธาตุอาหารไนโตรเจนให้แก่พืช โดยเปรียบเทียบกับพืชที่ไม่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา โดยใส่เชื้อ *Glomus intraradices* ให้แก่ต้นข้าวโพดและให้ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปของ $(^{15}NH_4)_2SO_4$ พบว่าต้นข้าวโพดที่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีการเจริญเติบโตและมีปริมาณของ ^{15}N มากกว่าต้นที่ไม่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา นอกจากนี้เมื่อระดับปริมาณอินทรียวัตถุในดินสูงส่งผล

ทำให้จำนวนสปอร์ของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินสูง จากการรายงานผลของ ศรัณยา (2541) ศึกษาผลของปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่อจำนวนสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดิน พบว่าที่ระดับอินทรียวัตถุเท่ากับ 4.00-4.99% จะมีจำนวนสปอร์ในดินปลูกทุเรียนพันธุ์หมอนทองคือ 105.5 สปอร์/ดิน 1 g

จากการทดสอบการใช้อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของกิ่งตอนลำไยโดยใช้สปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจากสวนลำไยในเขตพื้นที่อำเภอจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูน พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสในดินก่อนมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีปริมาณสูงเฉลี่ยเท่ากับ 376 mgP kg^{-1} และจากหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 3-12 เดือน พบว่าค่าเฉลี่ยโดยรวมของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นคือ 380-550 mgP kg^{-1} และยังคงพบว่ามีเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยในรากของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสูงถึง 80% โดย ตำรับ AM-MT จากการศึกษาผลของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ซาต่อการเจริญเติบโตของกิ่งตอนลำไยซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกับงานทดลองของ Peng (1993) รายงานถึงการทดสอบการเข้าอยู่อาศัยของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสายพันธุ์ (*Glomus intraradices*) เมื่อมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่สูงและความเข้มข้นของฟอสฟอรัสต่ำ ในต้นมะนาว (*Citrus volkameriana* Tan.& Pasq.) ซึ่งพบว่าที่ระดับความเข้มข้นสูงหลังมีการปลูกเชื้อได้ 33, 65 และ 92 วัน มีการติดเชื้อในรากถึง 35, 63 และ 60% ตามลำดับ และงานของ Graham et al. (1997) ศึกษาการติดเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากพืชตระกูลส้ม 5 ชนิด ในดินที่มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสสูงและความเข้มข้นของฟอสฟอรัสต่ำ พบว่าปริมาณการติดเชื้อในรากของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีมากถึง 85% ในดินที่มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสสูง ในขณะที่มีการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับฟอสฟอรัส ทำให้น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง พื้นที่ใบและจำนวนใบของสตอเบอรี่เพิ่มขึ้นมากกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (Khanizadeh et al.,1995) จากการรายงานของ Morin et al. (1994) ศึกษาผลของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีการเจริญเติบโตของต้นตอแอปเปิลพันธุ์ต่างๆ ในดินที่มีฟอสฟอรัสสูง โดยใช้ต้นตอแอปเปิล 4 พันธุ์ คือ M.26, Ottawa (Ott.3), P.16 และ P.22 พบว่า ทุกพันธุ์ที่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีความสูงเพิ่มขึ้น น้ำหนักสดของพืชสูงขึ้น โดยใช้เชื้อ *Glomus versiforme* ทำให้ต้นตอแอปเปิลมีความสูงและน้ำหนักของต้นสูงที่สุด สำหรับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีความสามารถในการใช้ฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถดูดไปใช้ได้ เช่น ฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปของหินฟอสเฟต (rock phosphate) และสารอินทรีย์ฟอสเฟต (organic phosphate) จากการรายงานของ Dodd et al. (1990) ได้ศึกษาให้แสดงเห็นว่าเมื่อมีการให้ปุ๋ย rock phosphate ในอัตราต่างๆ พบว่าพืชที่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีการตอบสนองต่อการให้ปุ๋ย rock phosphate นอกจากนี้อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสามารถผลิตกรดอินทรีย์ฟอสเฟต (organic phosphate) เพราะ

เส้นใยของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่อยู่ในดิน มีเอนไซม์ phosphatase ทำให้ฟอสฟอรัสถูกปลดปล่อยออกมาจากสารประกอบอินทรีย์ และจะถูกดูดซับด้วยเส้นใยของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (สมจิตร, 2549)

กิ่งตอนลำไยที่ใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาพบว่ามีปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในดินหลังที่มีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 1 ปี มีปริมาณสูงสุดคือตำรับ AM-MT มีปริมาณโพแทสเซียมในดินเฉลี่ยประมาณเท่ากับ 300-470 mgK kg^{-1} ปริมาณแคลเซียมในดินเฉลี่ยประมาณเท่ากับ 1,750-2,400 mgCa kg^{-1} และปริมาณแมกนีเซียมในดินเฉลี่ยประมาณเท่ากับ 250-370 mgMg kg^{-1} สำหรับปริมาณแมกนีเซียมในดิน พบว่าหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในช่วง 6, 9 และ 12 เดือน ปริมาณแมกนีเซียมในดินไม่มีความแตกต่างกันทุกตำรับโดยรวมถึงตำรับควบคุมด้วย แต่อย่างไรก็ตามตำรับที่ได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจากสวนอำเภอแม่ทานั้นยังคงมีปริมาณแมกนีเซียมในดินสูงสุด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจากแหล่งที่มาของสวนลำไยแต่ละพื้นที่ คล้ายกับการรายงานของ Zare-Maivan and Ghanati (2011) ได้ศึกษาผลของความเข้มข้นของโพแทสเซียมและแมกนีเซียมต่อการเข้าอยู่อาศัยของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (*Glomus* spp.) ในข้าวโพด โดยทำการทดลองถึงปริมาณระดับความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียม 3 ระดับ (0.61, 0.92 และ 1.23 meq L^{-1}) และสารละลายแมกนีเซียม 3 ระดับ (4.8, 7.2 และ 9.6 meq L^{-1}) โดยทำการทดลองในกระถางพบว่ากระถางที่ใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีระดับความเข้มข้นของโพแทสเซียมร่วมกับแมกนีเซียมในอัตรา 0.92:7.2 มีเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสูงที่สุดคือ 56% เมื่อเทียบกับความเข้มข้นในอัตราอื่นของโพแทสเซียมและแมกนีเซียมมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินน้อยลง ส่วน Vidal et al. (1992) พบว่าต้นกล้า avocado ที่ปลูกร่วมกับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีการเจริญเติบโตดีและมีปริมาณโพแทสเซียมสูงกว่าต้นกล้า avocado ที่ไม่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา Rhodes and Gerdemann (1978) รายงานว่าอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสามารถเพิ่มการดูดแคลเซียมในต้นหัวหอมและต้นข้าวโพดได้มากกว่าต้นที่ไม่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา Clark et al. (1999) พบว่าต้น Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) ที่ปลูกร่วมกับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีการดูดโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ Fairchild and Miller (1990) พบว่าอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาช่วยให้พืชที่ปลูกในดินเหมืองแร่ทำให้มีปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม ในต้นข้าวโพดมากกว่าต้นข้าวโพดที่ไม่มีการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

จากการศึกษาผลการตอบสนองของกิ่งตอนลำไยที่ใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา พบว่ามีปริมาณสังกะสี เหล็ก ทองแดงและแมงกานีสในดินหลังที่มีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์

ไรซาครบ 1 ปี คือปริมาณสังกะสีในดินมีปริมาณเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในช่วง 7.50-14.0 mgZn kg^{-1} ในดิน ของ ตำรับ AM-MT ส่วนปริมาณเหล็กในดินมีปริมาณเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในช่วง 17.0-26.6 mgFe kg^{-1} ในดิน ของตำรับ AM-MT สำหรับปริมาณทองแดงในดินมีปริมาณเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในช่วง 1.70-2.40 mgCu kg^{-1} ในดิน พบได้จาก ตำรับ AM-MT และปริมาณแมงกานีสในดินมีปริมาณเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในช่วง 19-35 mgMn kg^{-1} พบได้ในปริมาณสูงในตำรับที่มีการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา แต่ในช่วงระยะ 6 เดือนหลังมีการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา พบปริมาณแมงกานีสในดินในตำรับควบคุมมีปริมาณสูงสุดคือ 25.4 mgMn kg^{-1} ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจากแหล่งที่มาของสวนลำไยแต่ละพื้นที่ จากการรายงานของ Subramanian et al. (2013) ได้กล่าวถึงเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในต้นข้าวโพดที่มีการเติมปริมาณเหล็กและปริมาณสังกะสีลงไปในดินที่ทำการทดลองมีทั้งหมด 4 ระดับ ของปริมาณเหล็กต่อปริมาณสังกะสีเท่ากับ 12.5:12.5, 25:12.5, 12.5:25 และ 25:25 kg ha^{-1} พบว่าความสามารถของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจะเพิ่มขึ้นมากที่สุดเมื่อมีการใส่ปริมาณเหล็กต่อปริมาณสังกะสีในดิน 25:25 kg ha^{-1} ทั้งในดิน calcareous และดิน non-calcareous ที่ทำการฆ่าเชื้อแล้ว เมื่อหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 45 วัน และ 75 วัน มีเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยของดิน calcareous คือ 40.5 และ 47.5 % ตามลำดับ ส่วนในดิน non-calcareous มีเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัย คือ 40.0 และ 44.1 % ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบอีกว่าปริมาณเหล็กและปริมาณสังกะสีในดินจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อมีการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ขณะเดียวกันจะพบว่าจะมีปริมาณเหล็กและปริมาณสังกะสีน้อยในดินที่ไม่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา สำหรับปริมาณเหล็กต่อปริมาณสังกะสีในระดับอื่นยังชี้ให้เห็นถึงว่าเมื่อมีการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซารวมด้วยทำให้มีปริมาณเหล็กและปริมาณสังกะสีในดินเพิ่มขึ้นกว่าการไม่ใส่ไมคอร์ไรซารวมด้วย ฉะนั้นเมื่อมีการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับพืชมีผลทำให้มีปริมาณกรดออกซาลิคและเอนไซม์ฟอสฟาเตสสูงขึ้นทำให้ปริมาณสารประกอบเชิงซ้อนพวก สารละลายแคลเซียม เหล็ก และอะลูมินัม รวมถึงปริมาณฟอสฟอรัสสูงขึ้น นอกจากนี้ยังเพิ่มการดูดซึมของฟอสฟอรัสและไนโตรเจนรวมไปถึงโดยเฉพาะสังกะสีและทองแดงจะเพิ่มการดูดซึมมากขึ้นเมื่อมีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ฉะนั้นเส้นใยของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวในการดูดธาตุอาหารและส่งเสริมให้รากมีการเจริญเติบโตที่ดี ทำให้มีประสิทธิภาพในการดูดธาตุอาหารสูงขึ้น เช่น ฟอสฟอรัส ไนโตรเจน โพแทสเซียม สังกะสี และทองแดง (Bethlenfalvay and Linderman, 1992)

จากการศึกษาธาตุอาหารในดินที่ปลูกลำไยโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์ โดย ปณิดา (2555) ได้ศึกษาผลการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ 3 ชนิด ต่อคุณภาพของลำไยที่ระดับความลึกของดิน 0-15 cm พบว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์(ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีเครื่องหมายทางการค้าที่เกษตรกลุ่มลำไยอินทรียนิยมใช้) ทำให้ค่า

ความเป็นกรดด่าง ปริมาณอินทรียวัตถุ แคลเซียมที่สกัดได้ ปริมาณเหล็ก สังกะสีและทองแดงที่สกัดได้สูงที่สุดคือ 6.74, ร้อยละ 1.52, 4,340 mgCa kg^{-1}, 25 mgFe kg^{-1}, 3.6 mgZn kg^{-1} และ 3.4 mgCu kg^{-1} ตามลำดับ ดังนั้นการมีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์จะทำให้มีปริมาณธาตุอาหารสูงกว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียว จากงานทดลองแสดงให้เห็นว่า การใช้อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์มีผลทำให้มีปริมาณธาตุอาหารในดินที่ปลูกกิ่งตอนลำไยเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียว

จากการทดลองพบว่า ปริมาณไนโตรเจนในใบลำไยที่ใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ ตำรับ AM-MT มีปริมาณในใบสูง เมื่อเทียบกับการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจากสวนลำไยอำเภออื่นและการไม่ใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา แต่ยังคงไม่มีความแตกต่างกันกับทุกๆ ตำรับ สอดคล้องกับรายงานของ ภัทรวดี (2543) พบว่ามีปริมาณไนโตรเจนในใบต้นหญ้าแฝกที่ใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีค่าสูงกว่าต้นหญ้าแฝกที่ไม่ใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา โดยหญ้าแฝกที่ปลูกร่วมกับเชื้อ *Acaulospora longula* และ *G. aggregatum* มีปริมาณไนโตรเจนในใบหญ้าแฝกสูงกว่าการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาชนิดอื่น ส่วน Cliquet et al. (1997) พบว่า ต้น *Lolium perenne* ที่มีการเข้าอยู่อาศัยของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีการเจริญเติบโต และมีปริมาณไนโตรเจนในเนื้อเยื่อพืชสูงกว่าต้นที่ไม่มีการเข้าอยู่อาศัยอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา นอกจากนี้การรายงานของ Karagiannidis et al. (2002) ได้ศึกษาผลอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา *Glomus mosseae* ร่วมกับเชื้อรา *Verticillium dahliae* ในมะเขือเทศพบว่ามีปริมาณเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในใบสูงสุดคือ การใช้อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับเชื้อรา *Verticillium dahliae* แต่ไม่มีความแตกต่างระหว่างการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอย่างเดียว ขณะที่ปริมาณเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในใบมะเขือม่วงมีปริมาณมากที่สุดคือ การใช้อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับเชื้อรา *Verticillium dahliae*

สำหรับปริมาณการสะสมธาตุอาหารในตัวอย่างใบลำไยพบว่าการตอบสนองต่อธาตุฟอสฟอรัสในใบลำไย พบว่าตำรับที่ได้รับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจะมีเปอร์เซ็นต์ปริมาณฟอสฟอรัสในใบลำไยสูงกว่าตำรับที่ไม่ใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เนื่องจากอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีบทบาทที่สำคัญช่วยในการดูดธาตุอาหารที่เคลื่อนที่ช้า เพราะการดูดซับฟอสฟอรัสในดินจะทำได้เพียงบริเวณรอบๆ รากพืชซึ่งมีระยะทางไม่ไกล เพียงแค่ 2-3 mm เท่านั้น (Sieverding, 1991) แต่หากรากพืชที่มีการเข้าอยู่อาศัยของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาแล้ว พบว่าเส้นใยของเชื้อราที่เจริญออกมาจากผิวรากพืชเพียงแค่ 10 cm สามารถเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสในพืชได้ถึง 80 % (Li et al., 1991) จากผลจากการศึกษาผลของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของลำไยพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสในใบลำไยหลังมีการปลูกเชื้อในระยะ 6 และ 12 เดือน ตำรับ AM-MT มีปริมาณฟอสฟอรัสในใบสูงที่สุดในระยะที่ 6 เดือน เท่ากับ 0.42 %P สำหรับภายหลังได้รับเชื้อในระยะ 12

เดือน พบว่าตำรับ AM-SPT มีปริมาณฟอสฟอรัสในใบสูงที่สุดคือ 0.29 %P แต่ไม่ได้แตกต่างกันทางสถิติกับตำรับ AM-MTซึ่งมีปริมาณฟอสฟอรัสในใบอยู่ที่ 0.27 %P ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Abu-Zeyad et al. (1999) พบว่าต้น *Castanospermum australe* ที่ปลูกร่วมกับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทำให้มีการเจริญเติบโต มีปริมาณฟอสฟอรัสในต้นและในใบพืชเพิ่มขึ้น ขณะที่การรายงานของ Peng et al. (1993) กล่าวว่าภายหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาได้ 65 วัน ที่ระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสสูงและต่ำในดิน ซึ่งไม่มีผลต่อปริมาณเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในใบ โดยพบว่าที่ระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในดินสูงและต่ำในดินมีปริมาณเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในใบเท่ากับ 2.15 และ 2.02 %P ตามลำดับ นอกจากนี้การรายงานของ Karagiannidis et al. (2002) ได้ศึกษาผลอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา *Glomus mosseae* ร่วมกับเชื้อรา *Verticillium dahliae* ในมะเขือเทศพบว่ามีปริมาณเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในใบสูงสุด คือการใช้อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับเชื้อรา *Verticillium dahliae* แต่ไม่มีความแตกต่างระหว่างการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพียงอย่างเดียว ขณะที่ปริมาณเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในใบมะเขือม่วงมีปริมาณมากที่สุด คือ การใช้อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับเชื้อรา *Verticillium dahliae* ไม่มีความแตกต่างระหว่างการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพียงอย่างเดียว กับการใช้เชื้อรา *Verticillium dahliae* เพียงอย่างเดียวเช่นกัน แต่ในขณะเดียวกันพบว่าปริมาณเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในใบมะเขือเทศและมะเขือม่วงมีปริมาณน้อยสุดเมื่อไม่ใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา Vogel-Mikuš et al. (2006) ได้รายงานถึงผลของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีผลต่อการดูดปริมาณฟอสฟอรัสไปสะสมในส่วนเหนือดินและในรากของดอกไม้ชนิดหนึ่ง *Thlaspi praecox* พบว่าอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินและรากมีปริมาณสูงเพิ่มมากขึ้นอย่างเด่นชัด เมื่อเทียบกับการไม่ใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซานั้นมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ขณะที่การสะสมความเข้มข้นของปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในใบลำไยหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาพบว่ามีเปอร์เซ็นต์ปริมาณการสะสมของโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียมในใบลำไยสูง ทั้งนี้ขึ้นกับแหล่งที่มาของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา โดย ตำรับ AM-MT ทำให้ปริมาณเปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมในใบสูง สำหรับปริมาณเปอร์เซ็นต์แคลเซียมที่สะสมใบลำไยสูงสุดคือ ตำรับ AM-MT ส่วนปริมาณเปอร์เซ็นต์แมกนีเซียมในใบลำไยมากที่สุดคือ ตำรับ AM-MT เช่นเดียวกัน แต่ในขณะเดียวกันนั้นยังมีแหล่งที่มาของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาบางพื้นที่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ปริมาณการสะสมของโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียมในใบลำไยมีผลไม่ต่างจากตำรับที่ได้รับสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจากสวนอำเภอแม่ทา แต่ยังคงพบว่าตำรับควบคุมที่ไม่ปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในกิ่งตอนลำไย ทำให้มีเปอร์เซ็นต์ปริมาณการสะสมของโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียมในใบลำไยต่ำที่สุด จากการศึกษาทำให้มี

ความสอดคล้องจากการรายงานของ อรจิรา (2546) รายงานว่าทานตะวันที่ใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา พบว่ามีปอร์เซ็นต์โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม ในต้นและรากสูง ทั้งนี้ขึ้นกับชนิดของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา โดย *Scutellospora* sp. ทำให้ปริมาณเปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมในต้นสูง ขณะที่ทานตะวันที่ใส่เชื้อ *G. mosseae* มีปริมาณเปอร์เซ็นต์แมกนีเซียมในต้นสูง ส่วนทานตะวันที่ใส่เชื้อรา *G. aggregatum* มีผลทำให้ปริมาณเปอร์เซ็นต์การดูดธาตุโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียมในรากทานตะวันสูง ส่วนงานทดลองของ ภัทรวดี (2543) รายงานว่า หญ้าแฝกที่ใส่เชื้อ *A. scrobiculata* มีค่าเฉลี่ยปริมาณเปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมและแคลเซียมในต้นสูง ส่วนปริมาณเปอร์เซ็นต์แมกนีเซียมในต้นสูง รวมถึงปริมาณเปอร์เซ็นต์โพแทสเซียมในรากหญ้าแฝกจะมีค่าสูงคือตำรับที่ใส่เชื้อ *G. aggregatum* แต่สำหรับหญ้าแฝกที่ใส่เชื้อ *A. longula* จะมีปริมาณเปอร์เซ็นต์แมกนีเซียมในรากหญ้าแฝกสูง เมื่อเทียบกับการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาชนิด นอกจากนี้ Satter and Khanam (2006) ได้ศึกษาความสามารถของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจากแหล่งที่มาต่างๆ ทั้งหมด 6 แหล่งในบังคลาเทศที่ปลูกพริก พบว่าอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่เก็บจาก Hathazari มีประสิทธิภาพในการดูดธาตุอาหารฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถันได้มากที่สุดคือ 0.48 mgP kg^{-1}, 5.22 mgK kg^{-1}, 1.58 mgCa kg^{-1}, 0.96 mgCa kg^{-1} และ 226 mgS kg^{-1} ตามลำดับ ขณะที่ตำรับควบคุมที่ไม่ปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถันน้อยสุด Vogel-Mikuš et al. (2006) ได้รายงานถึงผลของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีผลต่อการดูดปริมาณโพแทสเซียมของดอกไม้ชนิดหนึ่ง (*Thlaspi praecox*) ในส่วนเหนือดินและในราก พบว่าอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้ปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียมและแคลเซียมในส่วนเหนือดินรวมถึงปริมาณแคลเซียมในรากของพืชมีปริมาณสูงขึ้นอย่างเด่นชัดเมื่อเทียบกับการไม่ใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา แต่สำหรับความเข้มข้นในรากมีปริมาณโพแทสเซียมนั้นไม่แตกต่างกันเมื่อเทียบกับไม่ใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

สำหรับปริมาณของสังกะสี เหล็ก ทองแดงและแมงกานีสที่สะสมในใบลำไยหลังการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา พบว่ากิ่งตอนลำไย ตำรับ AM-MT มีปริมาณการสะสมของสังกะสี เหล็ก ในใบลำไยเฉลี่ยสูงสุด ขณะเดียวกันปริมาณทองแดงในใบลำไยหลังมีการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาครบ 6 เดือน พบว่ามีปริมาณทองแดงในใบลำไยทั้งที่มีการใส่และไม่ได้ใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อหลังการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 12 เดือน พบว่าตำรับ AM-MT มีปริมาณทองแดงในใบลำไยสูงสุดเมื่อเทียบกับตำรับของสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจากสวนลำไยอำเภออื่น ส่วนตำรับที่ไม่ใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีปริมาณทองแดงในใบน้อยสุด ซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกับงานของ Satter and Khanam (2006) ได้ศึกษาความสามารถของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจากแหล่งที่มาต่างๆ ทั้งหมด 6 แหล่งในบังคลาเทศ ต่อ

ประสิทธิภาพในการผลิตกล้าพริก พบว่าอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่เก็บจาก Hathazglari มีประสิทธิภาพในการดูดธาตุอาหารเสริมโบรอน ทองแดง สังกะสี เหล็ก และแมงกานีส ได้มากที่สุด คือ 7.38 μgB, 2.23 μgCu, 8.70 μgZn, 40.9 μgFe และ 7.33 μgMn ตามลำดับ ขณะที่ตำรับควบคุมที่ไม่ใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีปริมาณโบรอน ทองแดง สังกะสี เหล็ก และแมงกานีสน้อยสุด สำหรับ Author (2013) ได้รายงานถึงผลของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาและปริมาณฟอสฟอรัสที่มีผลต่อการดูดจุลธาตุของถั่วเหลือง โดยอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อปริมาณสังกะสีในส่วนเหนือดินของถั่วเหลือง ซึ่งมีระดับของฟอสฟอรัสที่แตกต่างกันคือ 0.02 และ 0.2 mgP kg^{-1} พบว่าปริมาณสังกะสี แมงกานีส ทองแดง และเหล็กในส่วนเหนือดินของถั่วเหลือง มีปริมาณมากขึ้นถ้ามีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมด้วย นอกจากนี้ Vogel-Mikuš et al. (2006) ได้รายงานถึงผลของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีผลต่อการดูดธาตุอาหารทองแดงของดอกไม้ชนิดหนึ่ง (*Thlaspi praecox*) ในส่วนเหนือดินและในราก พบว่าอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้ปริมาณทองแดงในส่วนเหนือดินและรากมีปริมาณเพิ่มมากเมื่อเทียบกับการไม่ใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ส่วน Liu et al. (2000) ได้รายงานถึงผลของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในข้าวโพดโดยมีความแตกต่างของปริมาณฟอสฟอรัสและปริมาณจุลธาตุในดิน ขณะเดียวกันอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสและปริมาณจุลธาตุของต้นข้าวโพด พบว่าที่ระดับฟอสฟอรัส 60 mgP kg^{-1} ร่วมกับปริมาณธาตุอาหารเสริมมีผลทำให้ปริมาณสังกะสีและทองแดงในส่วนเหนือดินของข้าวโพดเพิ่มสูงขึ้นเมื่อมีการเพิ่มระดับของธาตุอาหารเสริมน้อยกว่า 2 mg kg^{-1} ร่วมกับการใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา แต่ขณะเดียวกันถ้าระดับของธาตุอาหารเสริมในดินอยู่ที่ระดับ 2 mg kg^{-1} ทำให้ปริมาณสังกะสีและทองแดงในส่วนเหนือดินของข้าวโพดสูงขึ้นเล็กน้อย แต่ยังคงไม่มีความแตกต่างกันกับการไม่ใส่อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาการตอบสนองของกิ่งตอนลำไยพันธุ์อีดอต่ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจากเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูน โดยทำการทดลอง 2 ปี (พ.ศ. 2555-2556) สรุปการทดลองดังนี้

1. การศึกษาปริมาณและการกระจายของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในสวนลำไย

ผลการรวบรวมและขยายปริมาณอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาโดยการเก็บตัวอย่างดินรอบๆ รากต้นลำไยในเขตจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน รวมทั้งหมด 6 อำเภอ คือ สวนลำไยอำเภอสันป่าตอง อำเภอหางดง อำเภอสารภี อำเภอแม่ออน อำเภอทุ่งหัวช้างและอำเภอแม่ทา พบว่าจำนวนปริมาณสปอร์ไมคอร์ไรซามีปริมาณเฉลี่ยของทั้ง 6 อำเภอเท่ากับ 17.0 สปอร์/ดิน 10 g โดยพบว่าจำนวนสปอร์ไมคอร์ไรซาจากสวนอำเภอสารภีหนาแน่นที่สุด

2. ผลการเพิ่มปริมาณสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

สำหรับผลการขยายสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในข้าวโพด พบว่าสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจากทุกอำเภอมีปริมาณเพิ่มขึ้นจากการสำรวจจากสวนลำไยแต่ละอำเภอ โดยตำรับ AM-MT มีจำนวนสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจากการขยายในข้าวโพดมีปริมาณสปอร์มากที่สุด

3. ผลการศึกษาการตอบสนองของกิ่งตอนลำไยพันธุ์อีดอต่ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

ประสิทธิภาพของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาหลังมีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาลงในกิ่งตอนลำไย มีผลทำให้การเจริญเติบโตด้านความสูงและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของทรงพุ่มกิ่งตอนลำไยเพิ่มสูงกว่าตำรับควบคุม โดยเฉพาะตำรับ AM-MT มีผลทำให้ความสูงและความกว้างของทรงพุ่มของกิ่งตอนลำไยสูงกว่าตำรับสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาตำรับอื่นๆ

ปริมาณจำนวนสปอร์และเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยในรากลำไยมีความสัมพันธ์กับปริมาณธาตุอาหารในดินและในพืช ตำรับ AM-MT มีปริมาณจำนวนสปอร์และเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยในรากลำไยสูงสุดหลังมีการปลูกเชื้อได้ 3, 6, 9 และ 12 เดือน ขณะที่ตำรับอื่นที่มีสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีปริมาณจำนวนสปอร์และเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยในรากลำไยน้อยกว่าและแตกต่างกันไปตามแหล่งที่มาของสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

ปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมในดิน โดยรวมมีปริมาณการสะสมมากในตำรับที่มีอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับกิ่งตอนลำไย โดยเฉพาะตำรับ AM-MT มีปริมาณการสะสมของธาตุอาหารในดินสูงกว่าตำรับอื่น

ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในใบลำไยพบว่าธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมในใบลำไย โดยรวมแล้วจะมีปริมาณเฉลี่ยสูงสุดในตำรับสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจากสวนลำไยอำเภอแม่ทา สำหรับตำรับที่มีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจากสปอร์ที่มาจากสวนลำไยแต่ละอำเภอมีผลทำให้มีการสะสมธาตุอาหารในใบลำไยมากกว่ากิ่งตอนลำไยที่ไม่มีการปลูกเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมด้วย

บรรณานุกรม

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2553. **เศรษฐกิจการเกษตร.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.moac.go.th/main.php?filename=Project09 (7 กันยายน 2555).

กนกวรรณ ชูฉัตร. 2546. **ผลของสารโพแทสเซียมคลอเรตต่อเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในลำไย *(Euphoria longan)*.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 97 น.

กิตติมา รามัญวงษ์. 2541. **ความหลากหลายชนิดของราเวสสิคูลาร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสักและผลที่มีต่อการเจริญเติบโตของกล้าสัก.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาชีววิทยาป่าไม้, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 113 น.

โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตลำไยและลิ้นจี่ศูนย์วิจัยและพัฒนาลำไยและลิ้นจี่. 2543. **การผลิตลำไย.** เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ศูนย์วิจัยและพัฒนาลำไยและการผลิตลำไย. 128 น.

ดวงใจ วัยเจริญ. 2546. **การผลิตฮอร์โมนจิบเบอเรลลิค แอซิค (GA_3) โดยเชื้อราเวสิคูลาร์ขอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในต้นมะละกอ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาปฐพีวิทยา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 81 น.

ณัฐวรางค์ สงวนราชทรัพย์. 2530. **ชนิดและผลของเชื้อราเวสิคูลาร์อาบัสคูลา ไมคอไรซาต่อการเจริญเติบโตของกล้าไม้บางชนิด.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 105 น.

พาวิน มะโนชัย. 2543. **ลำไย.** เชียงใหม่: สาขาไม้ผล คณะผลิตกรรมการเกษตร, มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 115 น.

พาวิน มะโนชัย, ยุทธนา เขาสุเมรุ, ชิติ ศรีตนทิพย์และสันติ ช่างเจรจา. 2547.**เทคโนโลยีการผลิตลำไย.** กรุงเทพฯ: ฟิสิกส์เซ็นต์เตอร์. 125 น.

ธงชัย มาลา. 2535. **ปุ๋ยชีวภาพเพื่อการเกษตร.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 305 น.

_____.2546. **ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ: เทคนิคการผลิตและการใช้ประโยชน์.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรสาสตร์. 300 น.

_____.2550. **ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ: เทคนิคการผลิตและการใช้ประโยชน์.** กรุงเทพฯ: คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 298 น.

เนาวรัตน์ ศิวะศิลป์. 2527. **คู่มือวิเคราะห์ดิน พืช และปุ๋ย.** เชียงใหม่: คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 138 น.

ปณิดา พันธ์ชนะ. 2555. **ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่อผลผลิตและคุณภาพของลำไยในอำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 91น.

ปัทมา เหล่านิพนธ์. 2539. **ชนิดและการเข้าอยู่อาศัย และผลของเชื้อเวสสิคูลาร์อาบัสคูลา ไมคอไรซา ร่วมกับไรโซเบียมต่อการเจริญเติบโตของถั่วลิสง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 128 น.

บังอร แสนคาน. 2545. **การตอบสนองของสตรอเบอรี่ต่อเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในพื้นที่เกษตรกร.**วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาปฐพีศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 150 น.

ภัทรวดี สุ่มทอง. 2543. **ผลของเชื้อราเวสสิคูลาร์-อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสเฟตระดับต่าง ๆที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกหอมแหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 192 น.

วิระ ศรีธัญรัตน์. 2544. **ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ.** สุรินทร์: คณะเกษตรศาสตร์บางพระ, สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตสุรินทร์. 128 น.

วรรณวิณี ผิวเผือก. 2553. **ผลของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญและการยับยั้งโรครากเน่าของต้นกล้าส้มที่ใช้เป็นต้นตอของส้มเขียวหวานพันธุ์สายน้ำผึ้ง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาปฐพีวิทยา, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 75 น.

ศรัณยา จิวรากรานนท์. 2541. **การสำรวจเชื้อราวีเอไมคอร์ไรซาของทุเรียนและการศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อราวีเอไมคอร์ไรซาในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้าทุเรียนในเรือนปลูกพืชทดลอง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาปฐพีวิทยา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 97 น.

สมจิตร อยู่เป็นสุข. 2549. **ไมคอร์ไรซา.** เชียงใหม่: คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 101 น.

_____. 2550. **ไมคอร์ไรซา (Mycorrhiza).** เชียงใหม่: คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 69 น.

สายอรุณ อินทสาร. 2548. **ประสิทธิภาพของหัวเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่ผลิตเป็นการค้าต่อการตอบสนองของสตรอเบอร์รี่พันธุ์ต่างๆ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 103 น.

อนันต์ ดำรงค์สุข. 2547. **ลำไย.** กรุงเทพฯ: อักษรสยายการพิมพ์. 152 น.

อรจิรา ทองสุกมาก. 2546. **ผลของเชื้อราเวสสิคูลาร์-อาบัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซา ร่วมกับปุ๋ยฟอตเฟสระดับต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของทานตะวัน (*Helianthus annuus* L.).** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, (พฤกษศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 153. น.

อรวรรณ ฉัตรสีรุ้ง. 2551 **ความอุดมสมบูรณ์ของดิน.** เชียงใหม่: คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 253 น.

ออมทรัพย์ นพอมรบดี. 2527. การใช้ไมคอร์ไรซาในระบบการปลูกพืช. น. 247-253. ใน **รายงานสัมมนาทางวิชาการเรื่องเทคโนโลยีทางชีวภาพ.** กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร..

Abu-Zeyad, R., A.G. Khan and C. Khoo. 1999. **Occurrence of arbuscular mycorrhiza in *Castanospermun australe* A. Cunn. & C. Fraser and effects on growth and Production of castanospermine.** [Online] Available: http://mycorrhiza.ag.utk.edu/hatest/latest99/10 Khanal. htm [February 29, 2014).

Auge, R. M., K. A. Schekel and R. L. Wample. 1987. Leaf water and carbohydrate status of VA mycorrhizal rose exposed to drought stress. **Plant and Soil.** 99: 291-302.

Author, C. 2013. Effect of mycorrhiza and phosphorus on micronutrients uptake by soybean plant grown in acid soil. **International journal of Agronomy and Plant Production.** 4(3), 429-437.

Azizah,C.H. and K. Martin. 1992. The vesicular-arbuscular (VA) mycorrhiza and its effect on growth of vegetatively propagated *Theobroma cacao* L. **Plant and Soil.** 144: 227-233.

Bagyaraj, D.J. 1991. Ecology of vesicular arbuscular mycorrhizae. pp. 3-34. In Arora D.K.,Raj G., Mukerji K.G. and Kundsen G.R. 1991. **Handbook of Applied Mycology.** NewYork: Marcel Dekker. Inc.

Barea, J.M. 1986. Importance of hormones and root exudate in mycorrhizal phenomena. pp. 451 - 547. In V. Gianinaazzi – Pearson and S. Gianinazzi (eds.). **Mycorrhizae–Physiology and Genetics.**Proceedings First European Symposium on Mycotoxins. Dijon, Paris: INRA France.

Bethlenfalvay, G.J. and R.P. Linderman. 1992. Mycorrhizae in sustainable agriculture. special publication, American: Society of Agronomy. **Madison, Wis.** 54: 1-27.

Bolan, N. A. 1991. A critical review on the role of mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. **Plant and Soil.** 134: 189-207.

Bowen, G.D. 1987. The biology and physiology of infection and its development. pp. 27 – 57. In G.R. Safir (ed.). **Ecophysiology of VA Mycorrhizal Plant.** Inc. Florida, USA: CRC. Press.

Boyetchko, S. M. and J. P. Tewari. 1990. Root colonization of differrent host by the vesicular arbusmycorrhiza fungus *Glomus dimorphicum*. **Plant and Soil.** 129: 1,131- 1,136.

Brundrett, M. 1991. Mycorrhizas in natural ecosystems. **Advances in ecological research.** 21: 171-313.

Brundrett, M., N. Bougher, B. Dell, T.Grove and N. Malajczuk. 1996. Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture. ACIAR Monograph. **Canberra, Australia.** 32: 1- 374.

Clark, R.B., R.W. Zobel, S.K. Zeto. 1999. **Effect of mycorrhizal fungus isolates on mineral acquisition by *Panicum virgayum* in acidic soil.** [Online]. Available: http:// mycorrhiza.ag.utk.edu/latest99/11clark2.htm (March 1, 2014).

Cliquet, J.B., P.J. Murray and J.Boucayd. 1997. Effect of the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus fasciculatum* on the uptake of ammino nitrogen by *Lolium perenne.* **New Phytol.** 137(2): 345-349.

Cox, G. and P.B. Tinker. 1976. Translocation and transfer of nutrients in vesicular arbuscular mycorrhizas. I. The arbuscule and phosphorus transfer: a quantitative ultrastructural study. **New Phytol.** 77: 371.

Daniels, B.A. and J.M. Trape. 1980. Factors affecting spore germination of the vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus epigaeus.* **Mycologia.** 72: 457-471.

Danial, B.A. and H.D. Skipper.1982. Methods for the recovery and quantitive estimation of propagules from soil. pp. 29-36. In N.C. Schenck (ed.). **Method and Principle of Mycorrhizal Research.** St.Paul,Minnesota: American Phytopathology Society Press.

Dodd, J.C., Arias, I., Koomen, I. and Hayman, D.S. 1990. The management of populations of vesicular-arbuscolar mycorrhizal fungi in acid-infertile soil of a savanna ecosystem. I. The effect of pre-cropping and inoculation with VAM-fungi on plant growth and nutrition in the field. **Plant and Soil.** 122: 229-240.

Dodd, J.C. and B.D. Thomson. 1994. The screening and selection of inoculant arbuscular mycorrhizal and ectomycorrhizal fungi. **Plant and Soil.** 159: 149-158.

Dodd, J.C. and D.F. Phillip. 1996. **Spore and root extraction from pot culture.** [Online]. Available: http:www.bio.uke.ac.uk/beg.Protocols/extraction.htm. (Sep 05, 2013)

Fairchild, G.L. and M.H. Miller. 1990. Vesicular-arbucular mycorrhizae and soil disturbance induced reduction of nutrient absorption in maize: III. Influence of pamendments to soil. **New Phytol.** 114: 641-650.

Farquhar, M. L. and R. L., Peterson. 1991. Later events in suppression of Fusarium root rot of red pine seedlings by the ectomycorrhizal fungus *Paxillus involutus*. **Can. J.Bot.** 69: 1,372-1,383.

FAO. 2008. **FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin.** Rome,Italy: FAO. 220 p.

Fidelibus M.W., C.A. Martin., G.C. Wright., J.C. Stutz. 2000. Effect of arbuscular mycorrhizal (AM) fungal communities on growth of 'Volkamer' lemon in continually moist or periodically dry soil. **SCIENTA HORT.** 84: 127-140.

Frey, B. and H. Schuepp. 1993. Acquisition of nitrogen by external hyphae of arbuscular mycorrhizal gungi associated with *Zae mays* L. **New Phytologist.** 124: 221-230.

Garcia-Garrido, J.M. and J.A. Ocampo. 2002. Regulation of the plant defence response in arbuscular mycorrhizal symbiosis. **Journal of Experimental Botany.** 53: 1377-1386.

Gaur, A., A. Adholeya. and K.G. Mukeni. 1998. A comparison of AM fungi inoculants using *Capsicum* and *Polianthes* in marginal soil amended with organic matter. **Mycorrhiza.** 7(6): 307-312.

Gerdemann, J. W. and T. H. Nicolson. 1963. Spore of mycorrhizal endogone species extract from soil by wet sieving and decanting. Tran. Brit. Mycol. Cited by N.C. Schenck. Method and Principle of Mycorrhizal Research. **The American Phytopathological Society**. 46(2): 235-244.

Gerdemann, J. W. 1968. Vesicular-arbuscular mycorrhiza and plant growth. **Ann. Rev. Phytopathol.** 6: 397-418.

Gerdemann, J. W. and J. W. Trappe. 1974. The endogonaceae in the Pacific Northwest. Mycologia Memori. **New York Botanical Garden**. 5: 1-76.

_____.1975. Taxonomy of the endogonaceae. Endomycorrhiza. pp. 35-51. In F. E. Sanders, B. Mosse and P. B. Tinker (eds.). **Endomycorrhizas.** London: Academic Press.

Gonzalez-Chavez, C., J.D. Haen, J.Vangronsveld and J.C. Dodd. 2002. Copper sorption and accumulation by the extraradical mycelium of different *Glomus* spp. (arbuscular mycorrhizal fungi) isolated from the same polluted soil. **Plant and Soil.** 240: 287-297.

Gopinathan, S. and N. Raman. 1992. Indole 3 – acetic acid production by ectomycorrhizal fungi. **Ind. J. Exper. Biol.** 30: 142 – 143.

Graham, J.H., L.W. Duncan and D.M. Eissenstat. 1997. Carbohydrate allocation patterns in citrus genotypes as affected by phosphorus nutrition, mycorrhizal colonization and mycorrhizal dependency. **New Phytol.** 135: 335-343.

Gu, F., X. Li, F. Zhang and L. shengxiu. 2000. Effects of arbuscular mycorrhizal gungus on P nutrition and the growth of corn under NaCl stress conditions. **Proc Natl Aced Sci U.S.A.** 97: 2668-2673.

Harley, J. L. and S. E. Smith. 1983. **Mycorrhizal Symbiosis.** London: Academic Press. 483 p.

Heijne, B., D. Van Dam, G. W. Heil and R. Bobbink. 1996. Acidification effect on vesicular arbuscular mycorrhizal (VAM) infection, groeth and nutrient uptake of established health herb species. **Plant and Soil.** 179: 197-206.

Huang, R.S., W.K. Smith. and R.S. Yost. 1985. Influence of vesicular-arbuscular mycorrhiza on growth, water relations, and leaf orientation in *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit. **New Phytologist.** 99: 229-243.

James, A.E., P.T. Rygiewicz, L.S. Watrud and P.K Donnelly. 2002. Influence of adverse soil condition on the formation and function of Arbuscular mycorrhizas. **Advances Environ.** 7: 123-138.

Janos, D. P., M. S. Schroeder, B. schaffer and J. H. Crane. 2001. Inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi enhances growth of *Litchi chinensis* Sonn. Trees after propagation by air-layering. **Plant and Soil.** 233: 85-94.

Jasper, D. A., L. K. Abbott and A. D. Robson. 1993. The survival of infective hyphae of vesicular – arbuscular mycorrhizal funge in dry soil : an interaction with sporulation. **New Phytol.** 124: 473-479.

John, W.J. 1987. **Efficacy of vesicular-arbuscular mycorrhizae in commercial strawberry production in West Virginia.** Ph.D. Thesis, West Virginia University. U.S.A. 274 p.

Karagiannidis, N., F. Bletsos and N. Stavropoulos. 2002. Effect of *Verticillium* wilt (*Verticillium dahliae* Kleb.) and mycorrhiza (*Glomus mosseae*) on root colonization, growth and nutrient uptake in tomato and eggplant seedlings. **Scientia Horticulturae.** 94: 145-156.

Kothari, S.K., H. Marchner. and E. George. 1990. Effect of VA mycorrhizal fungi and rhizosphere microorganisms on root and shoot morphology, growth and water relations on maize. **New Phytologist.** 116: 303-311.

Li, X-L, E. George and H. Marschner. 1991. Extension of the phosphorus depletion zone in VA-mycorrhizal white clover in calcareous soil. **Plant and Soil.** 136: 41-48.

Liu, A., C. Hamel, R.I. Hamilton and B.L. Ma. 2000. Acquisition of Cu, Zn, Mn and Fe by mycorrhizal maize (*Zea mays* L.) growth in soil at different P and micronutrient levels. **Mycorrhiza.** 9: 331-336.

Lu, S., P. G. Braunberger and M. H. Miller. 1994. Response of vesicular-arbuscular mycorrhizal of maize to various rates of P addition to different rooting zones. **Plant and Soil.** 158: 119-128.

Maddox, J. J. and J. M. Soileau. 1991. Effect of phosphate fertilization, lime amendments and inoculation with VA-mycorrhizal fungi on soybeans in an acid soil. **Plant and Soil.** 134: 83-93.

Marschener, H. 1998. Role of root growth, arbuscular mycorrhiza, and root exudates for the efficiency in nutrient acquisition. **Field Crops Research.** 56: 203-207.

Marx, D.H. 1973. Mycorrhizae and feeder root diseases. pp. 351-382. In G.C. Marks, T.T. Kozlowski (eds.). **Ectomycorrhizae: Their Ecology and Physiology.** New York: Academic Press.

Morin, F., J. A. Fortin, C. Hamel, R. L. Granger, D. L. Smith. 1994. Apple rootstock response to vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in high phosphorus soil. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 119 (3): 578-583.

Morton, J.B. and Redecker, D. 2001. Two new families of *Glomales, Archaeosporaceae* and *Paraglomaceae*, with two new genera *Archaeospore* and *Paraglomus*, based on concordant molecular and morphological characters. **Mycologia.** 93: 181-195.

Mosse, B. 1973. Advances in the study of vesicular-arbuscular mycorrhiza. **Ann. Rev. Phytopathol.** 11: 171-196.

_____.1981. **Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza Research forTropical Agriculture.** Hawaii: Human Resources. 194 p.

Mosse, B. and C. Hepper. 1975. Vescicular – arbuscular mycorrhizal infections in root organ cultures. **Physiol. Plant Pathol.** 5: 215.

Nopamornbodi, O., P. Suwannalit, S Thamsurakul and U. sangwanit. 1996. Effect of endomycorrhizal inoculation on the growth of Prunus mumue planted at Angkhang. pp. 34-41. In **highland Forestry of Royal Project in Northern Thailand : AWorkshop Proceedings.**, Taipei: Taiwan Forestry Research Institue.

Ocampo, J.A., J. Martin. And D.S. Hayman. 1979. Influence of plant interactions on vesicular-arbuscular mycorrhizal infections. I Host and non-host plant grown together. **New Phytologist.** 84: 27-35.

Ortus, I., P.J. Harris and D.L. Powell. 1996. Enhanced uptake of phosphorus by mycorrhizal sorghum plants influenced by forms of nitrogen. **Plant and soil.** 184: 255-264.

Pederson, R. L., Y. Piche and C. Plenchette. 1984. Mycorrhizae and their potential use in the agricultural and forestry industries. **Boitechnol.** 2: 101-120.

Peng, S., D.M. Eissenstat, J.H. Graham, K.williams, and N.C. Hodge. 1993. Growth depression in mycorrhizal citrus at high-phosphorus supply. **Plant Physiol.** 101: 1063-1071.

Pfleger, F. L. and R. G. Linderman. 1994. **Mycorrhizae and plant health.** the american phytopathological society. St. Paul. USA:.Minnesota. 344 p.

Powell, C. L. 1976. Mycorrhizas in hill country soils. II. Effect of several mycorrhizal fungi on clover growth in steriled soils. **New Zealand J. Agr.** 20: 59-62.

Powell, C.L. and Bagyaraj, D.J. 1984. Field inoculation with VA mycorrhizal fungi. pp: 205-222. In Powell C.L., Bagyraj D.J. (Eds) **VA mycorrhiza.** USA: CRC.

Rajan, S.K., B.J.D. Reddy. and D.J. Baryaraj. 2000. Screening of arbuscular mycorrhizal fungi for their symbiotic efficiency with *Tectona grandis.* **Forest Ecology and Management.** 126: 91-95.

Read, D.J. 1978. Biology of mycorrhiza in heathland ecosystemswith special reference to the nitrogenous nutrition of Ericaceae. pp. 324-328. In M.W. Louti and J.A.R. Miles(eds.). **Microbial Ecology.** Berlin: Springer Verlog.

Read, D. J., D. H. Lewis, A. H. Fitter. and I. J. Alexander. 1992. **Mycorrhiza in Ecosystem.** University Press. Uuited Kingdom: Cambridge University. pp. 283–292.

Reid, C. P. P. 1990. The Rhizosphere Mycorrhizas. pp.281-308. In **The Rhizosphere.** J.M. Lynch Chichester: John Wiley&Son.

Rhodes, L.H. and J.W. Gerdemann. 1978. Influence of phosphorus nutrition on supplier uptake by vesicular-arbuscular mycorhizae of onion. **Soil Biol. Biochem.** 10: 361-367.

Rutto, K.L., F. Mizutani. and K. Kadoya. 2002. Effect of root-zone flooding on mycorrhizal and non-mycorrhiza peach (*Prunus persica* Batsch) seedlings. **Scientia Horticulturae.** 94: 285-295.

Safari, S and Z. Sharifa. 2007. The Abundance of Arbuscular Mycorrhizal Fungi Spores in Rhizospheres of Different Crops. **Turk J Biol.** 31: 181-185.

Saito, M. and T. Muramoto. 2002. Inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi: the status quo in Japan and the future prospects. **Plant and Soil.** 244: 237-279.

Sastry, M.S.R. and B.N. Johri. 1999. **Arbuscular mycorrhizal fungal diversity of stressed soils of Bailadila iron are sites in Bastar region of Madhya Pradesh.** [Online]. Available: http://mycorrhiza.ag.utk.edu/latest/latest99/11sastr1.htm (March 1, 2014).

Satter, M.A. and D. Khanam. 2006. Effect of different sources of arbuscular mycorrhiza on the performance of chilli seeding. **J. Micro.** 23: 98-101.

Schenck, N.C. 1981. Can mycorrhizae control root diseases. **Plant Disease.** 65: 230-234.

Schübler, A., Schwarzott, D. and Walker, C. 2001. A new fungal phylum, the *Glomeromycota*: phylogeny and evolution. **Mycological Research.** 105: 1413-1421.

Sharma, A. K., B. N. Johri and S. Gianinazzi. 1992. Vesicular-arbuscular mycorrhizae in relation to plant disease. **World J. Microbiol. Biotechnol.** 8: 559-563.

Sieverding, E. 1991. **Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agrosystem.** Germany: GTZ GmbH. 371 p.

Simpson, D. and M.J. Daft. 1990. Spore production and mycorrhizal development in various tropical crop hosts infected with *Glomus clarum*. **Plant and Soil.** 121: 171-178.

Smith, S.E. and D.J. Read. 1997. **Mycorrhizal Symbiosis.** 2nd ed. London: Academic Press. 605 p.

Son, C.L., F.A. Smith. and S.E. Smith. 1988. Effect of light intensity on root growth, mycorrhizal infection and phosphate uptake in onion (*Allium* cepa L.). **Plant and Soil.** 111: 183-186.

Sreenivasa, M. N. and D. J. Bagyaraj. 1989. Use of pesticides for mass production of vesicular-arbuscular mycorrhizal inoculum. **Plant and Soil.** 119: 127-132.

Stamps, R.H. 2007. Effects of Hoagland's Solution concentration and Aeration on Hydroponic *Pteris vittata* Production. Proc. Fla. **State Hort.** 120: 337–339.

Struble, J.E. and H.D. Skipper. 1988. Vesicular-arbuscular mycorrhizal spore production as influenced by plant species. **Plant and Soil.** 109: 277-280.

Subramanian, K.S., N. Balakrishnan and N. Senthil. 2013. Mycorrhizal symbiosis to increase the grain micronutrient content in maize. **Australian Journal of Crop Science AJCS.** 7(7): 900-910.

Sukano N., F. A. Smith, S. E. Smith and E. S. Scott. 1996. The effect of fungicides on vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis II. The effect on area of interface and efficiency of P uptake and transfer to plant. **New Phytol.** 132: 583-592.

Tanu, A. Prakash. and A. Adholeya. 2004. Effect of different organic manures/composts on the herbage and essential oil yield of *Cymbopoogon winterianus* and their influence on the native AM population in a marginal alfisol. **Bioresource technology.** 92: 311-319.

Tang, M. and H. Chen. 1999. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi alkaline phosphatase activities on Hippophae rhamnoides drought-resistance under water stressconditions. **Trees.** 14: 113-115.

Trappe, J. M. and N. C. Schenck. 1982. Taxonomy of the fungi forming endomycorrhizae. A. Vescicular-arbuscular mycorrhizal fungi (Endogonales). pp. 1-9. In N.C. Schenck (ed.). **Method and Principle of Mycorrhizal Research.** Am. Phytopathol. Soc. USA: St. Paul Minnesota

Vidal, M.T., C. Azzcon-Aguilar, J.M. Barea and F. Pliego-Alfaro. 1992. Mycorrhizal inoculation enhances growth and development of micropopagated plants on avocado. **A. Soc. For Hort.** Sci. 27(7): 785-787.

Vivekanadau, M. and P. E. Fixen. 1991. Cropping systems effects on mycorrhizal colonization, early growth, and phosphorus uptake of corn. **Soc. J. Am. Soil. Sci.** 55: 136-142.

Vogel-Mikuš, K., P. Pongrac, P. Kump, K. NeČemer and M. Ragvar. 2006. Colonisation of a Zn, Cd and Pb hyperaccumlator *Thlaspi praecox* Wulfen with indigenous arbuscular mycorrhizal fumgi mixture induces in heavy metal and nutrient uptake. Environmental **Pollution.** 139: 362-371.

Vyas, S.C. 1988. Soil microorganisms and their activities. Nontarget Effects of Agricultural Fungicides. CRC Press, FL, **Boca Raton.** 258–275.

Walker, C. 1986. Taxonomic concept in Endogonaceae: II. A fifth morphological wall type in endogonaceaeous spore. **Mycotaxon.** 25: 95-97.

Wang, G.M., D.P. Stribley, P.B. Tinker and C. Walker. 1993. Effect of pH on arbuscular mycorrhiza: I. Field observations on the long-term liming experiments at Rothamsted and Wobum. **New Phytol.** 124: 456-472.

Warcup, J.H. 1975. Factore affecting symbiotic germination of orchid seed. pp. 87-104. In F.E. Sander, B. Mosse and P.B. Tinker (eds). **Endomycorrhizae.** London: Academic Press.

Wayne E. S. 1980. **Handbook on reference methods for soil testing**. Conncil on soil testing and plant Analysis Ed. Athens: University of Georgia. 130 p.

Watanabe, F.S. and S.R., Olsen. 1962. Calorimetric determination of phosphorus in water extracts of soil. **Soil Science.** 93: 183-188.

Yano-Melo, A.M., O.J. Saggin, J.M. Lima, N.F. Melo and L.C. Maia. 1999. **Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on the acclimatization of micropropagated banana plantlets.** [Online]. Available: http://mycorrhiza.ag.utk.edu/latest/latest99/10yanoml1htm. (November 20, 2013).

Yoram, K. and D. D. Douds. 2000. **Arbuscular Mycorrhiza: Physiology and Function. Kluwer Academic.** Netherland: Kluwer Academic Publishers. 372 p.

Youpensuk S., P. Lumyong., B. Dell. and B. Rerkasem. 2004. Arbuscular mycorrhizal fungi in the rhizosphere of *Macaranga denticulate* Mucll. Arg., and their effect on the host plant. **Agroforestry Systems.** 60: 239-246.

Zare-Maivan, H. and F. Ghanati. 2011. Effect of different concentrations of potassium and magnesium on mycorrhizal colonization of maize in pot cultre. **African Journal of Biotechnology.** 10(73): 16548-16550.

Zak, B. 1973. Classification of Mycorrhizae pp. 43-78. In G.C. Marks and T.T. Kozlowski(eds.). **Ectomycorrhiza.** New York: Academic Press.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

Hoagland's Solution (Plant Nutrient Solution) และ Ringer Solution

Hoagland's Solution (Plant Nutrient Solution)

Componont	stock solution	ml Stock Solution/1L
2M KNO_3	202 g/L	2.5
2 M $Ca(Na_3)2\times4H_2O$	236 g/L	2.5
Iron (Sprint 138 iron chelate) or	15 g/L	1.5
(Fe EDTA = 10.4 g (EDTA.2Na^+)		
($FeSO4 . 7H_2O$ = 56.1 g/L		
2M $MgSO_4 \times 7H_2O$	493g/L	1
1M NH_4NO_3	80g/L	1
Minors:		1
H_3BO_3	2.86g/L	
$MnCl_2 \times 4H_2O$	1.81g/L	
$ZnSO_4 \times 7H_2O$	0.22g/L	
$CuSO_4$	0.51g/L	
$H_3MoO_4 \times H_2O$ or	0.09g/L	
($Na_2MoO_4 \times 2H_2O$)	0.02g/L	
1M KH_2PO_4 (pH to 6.0 with 3 M KOH)	136g/L	0.5

(1) Make up stock solutions and store in separate bottles with appropriate label.

(2) Add each component to 800 ml. deionized water then fill to 1L.

(3) After the solution is mixed, it is ready to water plants.

Ringer Solution

NaCl	6g/L
$CaCl_2$	0.1g/L
KCl	0.1g/L
NaHCO	0.1g/L

pH $\approx$ 7

ภาคผนวก ข

ภาพการทดลอง

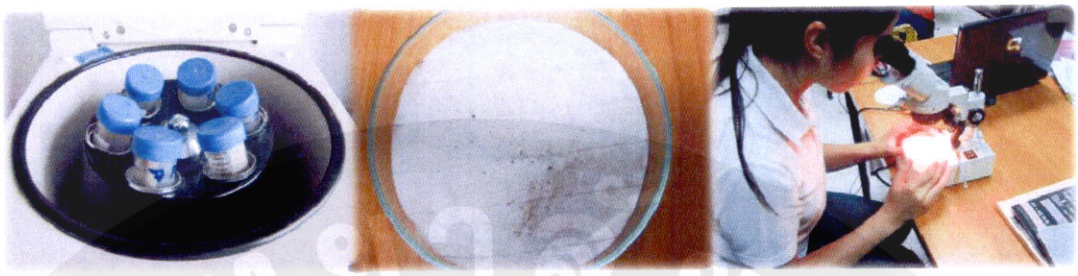
ภาพผนวก 1 บริเวณโคนต้นลำไยที่สุ่มเก็บตัวอย่างสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

ภาพผนวก 2 การขยายจำนวนสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในข้าวโพด

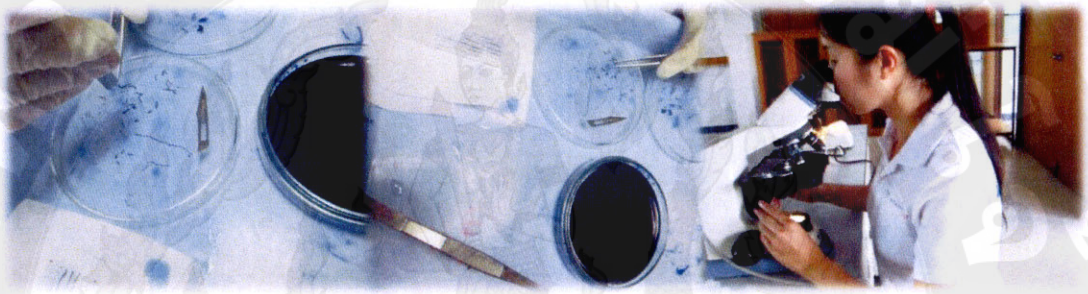
ภาพผนวก 3 การทดลองในโรงเรือนของกิ่งตอนลำไย

ภาพผนวก 4 การเก็บข้อมูลและการดูแลรักษาของกิ่งตอนลำไยภายหลังการได้รับเชื้อ

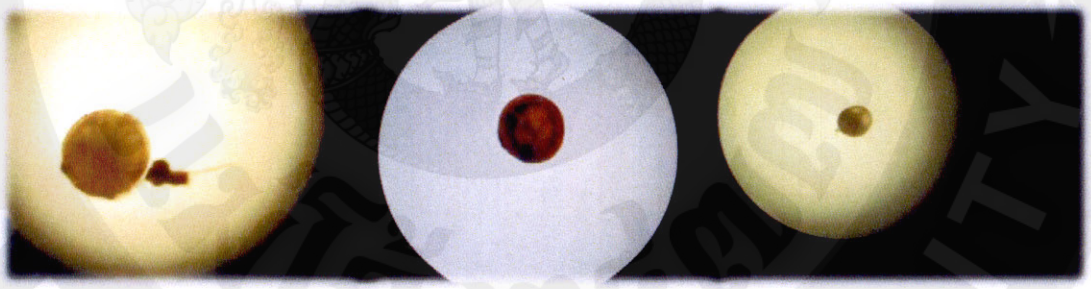
ภาพผนวก 5 ลักษณะของรากลำไยภายหลังการได้รับเชื้ออาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา



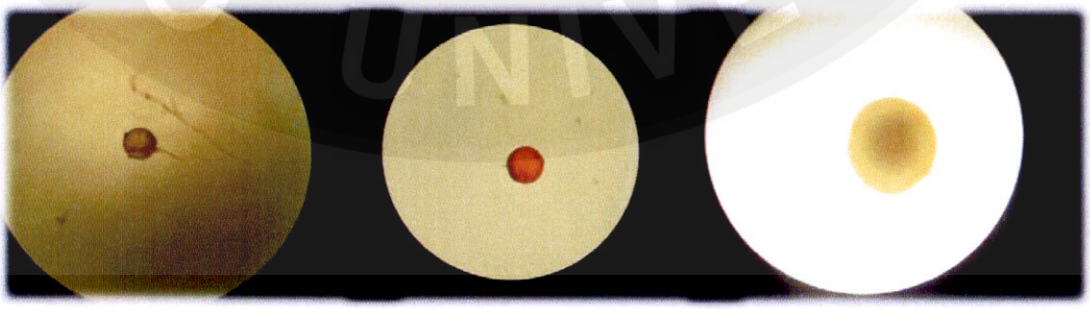
ภาพผนวก 6 การตรวจสอบนับจำนวนสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา



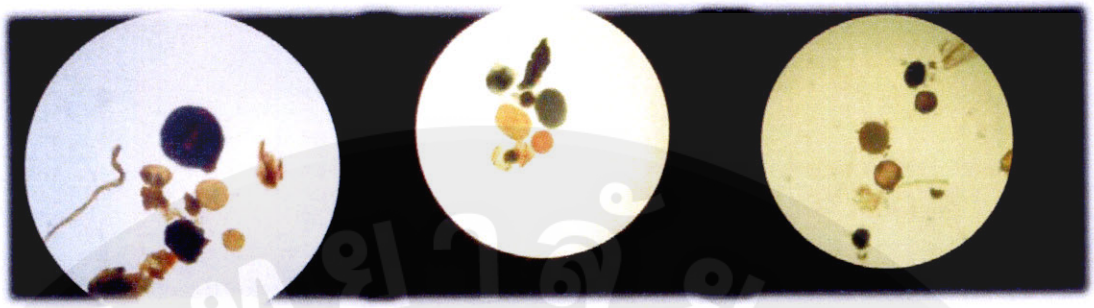
ภาพผนวก 7 การตรวจสอบเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยในรากลำไยภายหลังได้รับเชื้อ



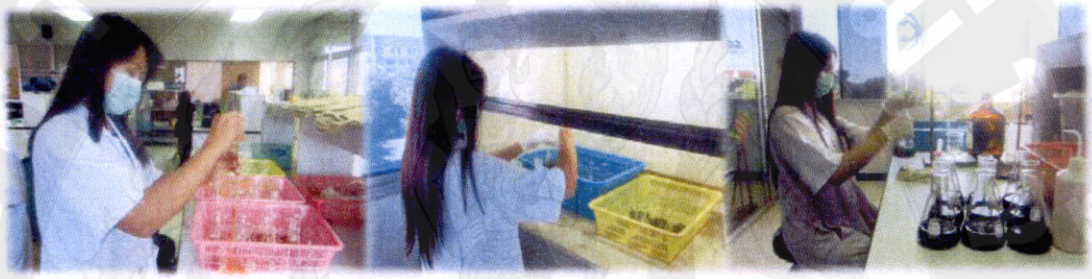
ภาพผนวก 8 ลักษณะตัวอย่างรูปร่างขงสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ



ภาพผนวก 9 ลักษณะตัวอย่างรูปร่างของสปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ



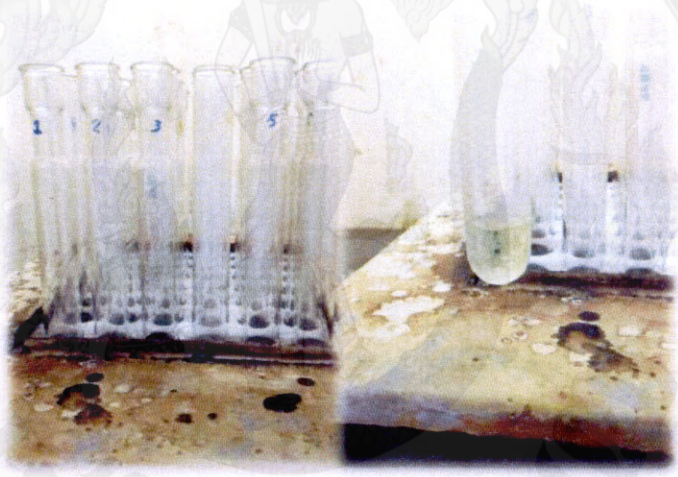
ภาพผนวก 10 สปอร์อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ



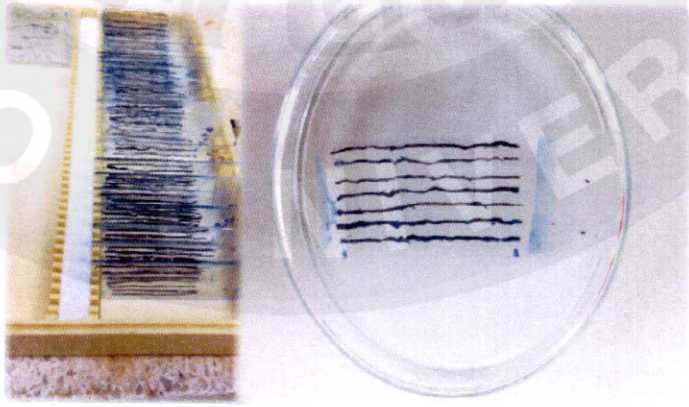
ภาพผนวก 11 การวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุในดินหลังมีการปลูกอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

ภาพผนวก 12 การวิเคราะห์หาฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน

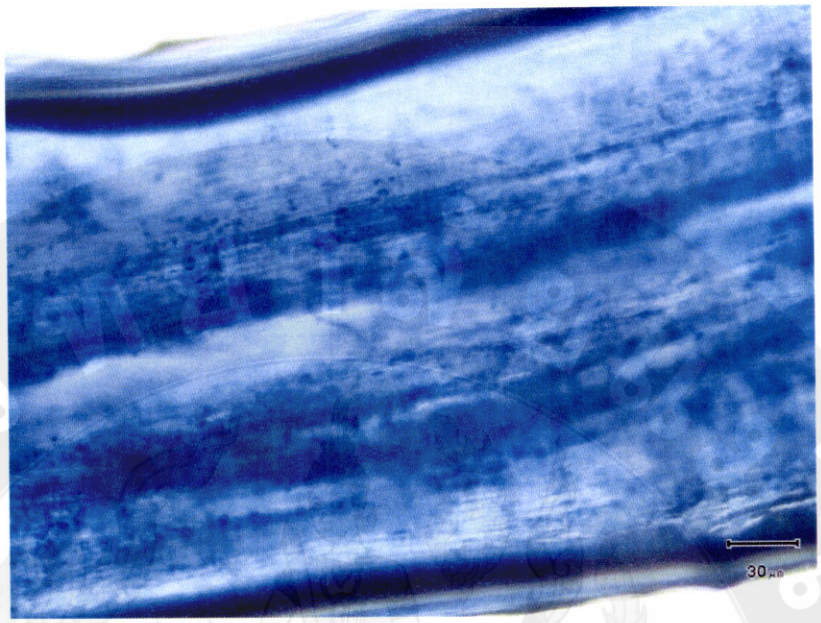
ภาพผนวก 13 การวิเคราะห์ความเป็นกรดเป็นด่างในดิน



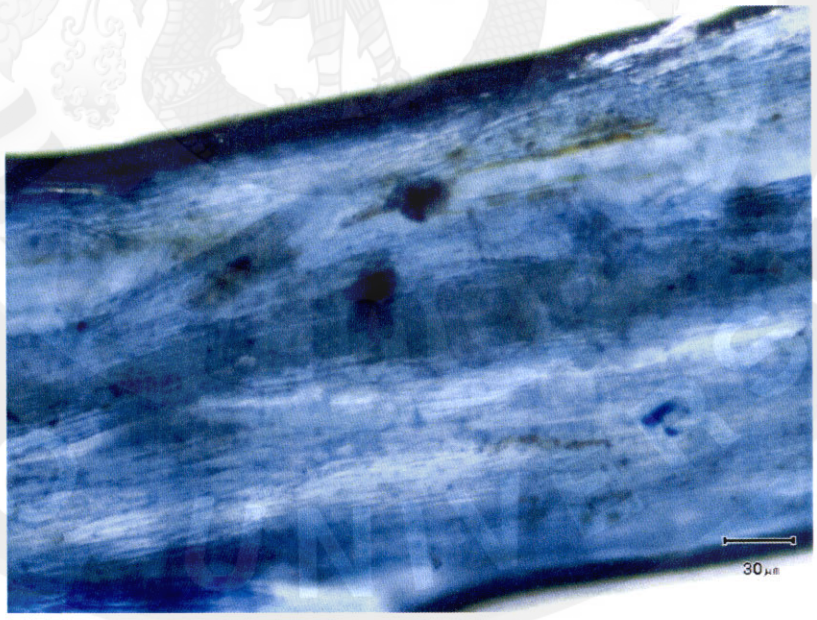
ภาพผนวก 14 วิธีการย่อยพืชเพื่อใช้การวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในพืช



ภาพผนวก 15 ลักษณะการวางรากลำไยเพื่อนำไปศึกษาเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา



ภาพผนวก 16 ลักษณะรากลำไยที่ไม่พบอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา



ภาพผนวก 17 ลักษณะของเส้นใยและเวสสิเคิลในรากลำไย

ภาคผนวก ง

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวปรียานุช แก้ววงค์วาน	
เกิดเมื่อ	20 กรกฎาคม	2532
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2549	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่
	พ.ศ. 2553	ปริญญาตรี สาขาปฐพีศาสตร์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่