ผลของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของยางพารา ในสภาพความเป็นกรด-ด่างของดินที่แตกต่างกัน

โดย

นาย ชวินทร์ ปลื้มเจริญ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการเกษตร)
ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Ref. code: 25595709032535QGE

ผลของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของยางพารา ในสภาพความเป็นกรด-ด่างของดินที่แตกต่างกัน

โดย

นาย ชวินทร์ ปลื้มเจริญ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการเกษตร)
ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Ref. code: 25595709032535QGE

EFFECT OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI ON GROWTH OF RUBBER AT DIFFERENCE SOIL PH

BY

MR. CHAVIN PLIUMCHAREORN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE (AGRICULTURAL TECHNOLOGY)
DEPARTMENT OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY
FACULTY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
THAMMASAT UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2016

COPYRIGHT OF THAMMASAT UNIVERSITY

Ref. code: 25595709032535QGE

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิทยานิพนธ์

ของ

นาย ชวินทร์ ปลื้มเจริญ

เรื่อง

ผลของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของยางพารา
ในสภาพความเป็นกรด-ด่างของดินที่แตกต่างกัน

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการเกษตร)

เมื่อ วันที่ 25 เมษายน พ.ศ. 2560

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ _____
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชคตระการ)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก _____
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พักตร์เพ็ญ ภูมิพันธ์)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม _____
(รองศาสตราจารย์ ธัญพิสิษฐ์ พวงจิก)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ _____
(อาจารย์ ดร.เพชรดา ปินใจ)

คณบดี _____
(รองศาสตราจารย์ ปกรณ์ เสริมสุข)

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของยางพาราในสภาพความเป็นกรด-ด่างของดินที่แตกต่างกัน
ชื่อผู้เขียน	นาย ชวินทร์ ปลื้มเจริญ
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการเกษตร)
สาขาวิชา/คณะ/มหาวิทยาลัย	เทคโนโลยีการเกษตร วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พักตร์เพ็ญ ภูมิพันธ์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ ธัญพิสิษฐ์ พวงจิก
ปีการศึกษา	2559

บทคัดย่อ

การประเมินจำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีประสิทธิภาพดีต่อยางพารา ได้แก่ เชื้อรา *Acaulospora* sp. และ *Glomus* sp. ในดินบริเวณรากยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ซึ่งเป็นดินกรด (ความเป็นกรด-ด่างของดิน 3.9-4.9) ในพื้นที่ปลูกยางพาราใหม่ 4 จังหวัด คือ ศรีสะเกษ นครราชสีมา หนองคาย และฉะเชิงเทรา พบว่า สปอร์ของเชื้อรา *Acaulospora* sp. มีจำนวนมากกว่าสปอร์ของเชื้อรา *Glomus* sp. ในทุกพื้นที่ศึกษา โดยพบสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีประสิทธิภาพดีต่อยางพาราประมาณ 27-33 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนสปอร์ทั้งหมดที่พบในแต่ละพื้นที่ และ การศึกษาผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินต่อประสิทธิภาพของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 โดยวางแผนการทดลองแบบ 2x5 factorial in CRD จำนวน 3 ซ้ำ มีปัจจัยศึกษา 2 ปัจจัย ได้แก่ (1) เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีประสิทธิภาพดีต่อยางพารา (ไม่ใส่และใส่เชื้อรา) และ (2) ความเป็นกรด-ด่างของดิน (5.0, 6.0, 6.5, 7.0 และ 8.0) เพาะเมล็ดยางพารา จากนั้นย้ายปลูกลงกระถาง เมื่อยางพารามีอายุ 12 เดือน พบว่า ยางพารามีการเจริญเติบโตและการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามากที่สุด เมื่อปลูกในดินที่มีระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 ซึ่งการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของยางพาราที่ปลูกในดินนี้ และเมื่อปลูกยางพาราในดินที่มีระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.5 พบว่ามีการเจริญเติบโตลดลง แต่การใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตให้กับยางพาราได้และมีผลทำให้การเจริญเติบโตของยางพาราไม่แตกต่างกับยางพาราที่ปลูกในดินที่มีความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 นอกจากนี้ การใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผล

Ref. code: 25595709032535QGE

ทำให้ยางพาราที่ปลูกในดินที่มีความเป็นกรด-ด่างของดิน 7.0 และ 8.0 มีการเจริญเติบโตและการดูดซับฟอสฟอรัสดีกว่าไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาด้วยเช่นกัน ดังนั้น ผลการทดลองนี้จึงชี้ให้เห็นว่า ความเป็นกรด-ด่างของดินมีผลทำให้ประสิทธิภาพของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของยางพาราแตกต่างกัน โดยการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาให้กับยางพาราที่ปลูกในดินที่มีระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.5 มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของยางพาราได้ดีที่สุด

คำสำคัญ: ความเป็นกรด-ด่างของดิน, ยางพารา, เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

Ref. code: 25595709032535QGE

Thesis Title	Effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Growth of Rubber at Difference Soil pH
Author	Mr. Chavin Pliumchareorn
Degree	Degree of Master of Science (Agricultural Technology)
Major Field/Faculty/University	Department of Agricultural Technology Faculty of Science and Technology Thammasat University
Thesis Advisor	Assistant Professor Phakpen Poomipan, Ph. D.
Thesis Co-Advisor	Associate Professor Thanpisit Phuangchik
Academic Years	2016

ABSTRACT

Spore number of effective arbuscular mycorrhizal (AM) fungi for rubber (*Hevea brasiliensis* L.), *Acaulospora* sp. and *Glomus* sp., was deteminated in rhizosphere of RRIT 251 rubber variety which grown in acid soil (pH 3.9-4.9) within 4 prvinces, including Sisaket, Nakhonratchasima, Nongkhai and Chacherngsao. *Acaulospora* sp. dominated in all study area. The spore number of effective AM fungi for rubber was found approximately 27-33 % of total spore number. Then, study on effect of soil pH on efficiency of effective AM fungi was undertaken in 5x2 factorial in CRD with 3 replications. Factor 1 was AM fungi (without and with). Factor 2 was soil pH (pH 5.0, 6.0, 6.5, 7.0 and 8.0). Seedling was planted in pot for 12 months. The results had shown that the highest growth and AM colonization were found in rubber planting in soil pH 5.0 but AM inoculation did not effect on the growth of rubber planting in soil pH 5.0. The growth of rubber was decreased in soil pH 6.5 but adding AM fungi can increase the growth of rubber which did not significantly different with the rubber planting in soil pH 5.0. In Addition, application of AM fungi had also resulted in increasing the growth and phosphorus uptake of rubber planting in soil pH 7.0 and 8.0. Therefore, these results had indicated that soil pH had affected on difference efficiency of AM fungi on enhancing the growth of rubber. The application of AM fungi to

Ref. code: 25595709032535QGE

rubber planting in soil pH 6.5 had the best efficiency on promoting the growth of rubber.

Keywords: Arbuscular mycorrhizal Fungi, Rubber, Soil pH

Ref. code: 25595709032535QGE

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี ข้าพเจ้าจึงใคร่ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พักตร์เพ็ญ ภูมิพันธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ที่กรุณาให้ความรู้ แนวคิด คำแนะนำและข้อคิดเห็นที่ดี ตลอดจนช่วยแนะนำแก้ไขปัญหาต่างๆ ทั้งในด้านวิชาการและการดำเนินการวิจัย พร้อมทั้งยังสละเวลาอันมีค่าในการตรวจทานและแก้ไขเล่มวิทยานิพนธ์จนกระทั่งวิทยานิพนธ์เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ได้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ธัญพิสิษฐ์ พวงจิก อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษาทางด้านวิชาการและการดำเนินการวิจัย พร้อมทั้งให้คำแนะนำในการเขียนตลอดจนตรวจทานและแก้ไขเล่มวิทยานิพนธ์ จนกระทั่งวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ได้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชคตระการ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จำเนียร มีสำลี กรรมการสอบโครงร่างวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ ดร.เพชรดา ปินใจ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าเป็นประธานและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ตลอดจนตรวจสอบวิทยานิพนธ์ พร้อมทั้งให้ความกรุณาในการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ และให้คำชี้แนะที่เป็นประโยชน์ต่อวิทยานิพนธ์เล่มนี้

ขอขอบพระคุณ คุณปวีณา ทองเหลือง ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้ทำการมอบดินชุดดินปากช่องเพื่อมาใช้ในการทดลองให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ศูนย์วิจัยยางพารา จังหวัดหนองคาย ศูนย์วิจัยยางพารา จังหวัดฉะเชิงเทรา ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จังหวัดนครราชสีมา และเกษตรกร จังหวัดศรีสะเกษ ที่ได้เอื้อเฟื้อในการจัดเก็บตัวอย่างดินและให้ข้อมูลพื้นที่ปลูก ทำให้การทดลองสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คุณพิสมัย โพธิ์ศรี และบุคลากรของภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิตทุกท่าน ที่ช่วยติดต่อประสานงานต่างๆ และให้ความอนุเคราะห์ในทุกๆ ด้านเป็นอย่างดี

ท้ายสุด ขอขอบพระคุณ บิดา มารดาของข้าพเจ้า ที่ให้การอบรมเลี้ยงดู ตลอดจนส่งเสริมการศึกษา และเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ที่เป็นกำลังใจให้ข้าพเจ้าเป็นอย่างดีเสมอมา

ชวินทร์ ปลื้มเจริญ

Ref. code: 25595709032535QGE

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(3)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญตาราง	(11)
สารบัญภาพ	(13)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ยางพารา	5
2.2 เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (arbuscular mycorrhizal fungi)	8
2.3 ประโยชน์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา	11
2.4 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินต่อเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา	14
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	16

Ref. code: 25595709032535QGE

3.1 การทดลองที่ 1 การสำรวจเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ในพื้นที่ปลูกยางพาราพันธุ์ RRIT 251 16
3.1.1 พื้นที่ศึกษา 16
3.1.2 การเก็บตัวอย่างดินและเตรียมตัวอย่าง 16
3.1.3 ลักษณะของสปอร์เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีประสิทธิภาพดีต่อยางพารา 16
3.1.4 การเก็บบันทึกผลการทดลอง 16
3.1.4.1 การประเมินจำนวนเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดิน 16
3.1.4.2 การวิเคราะห์สมบัติของดิน 17
(1) การวิเคราะห์เนื้อดิน 17
(2) การวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่างของดิน 18
(3) การวิเคราะห์อินทรียวัตถุในดิน 18
(4) การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน 18
(5) การวิเคราะห์โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ 19
3.2 การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินต่อประสิทธิภาพเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในยางพาราพันธุ์ RRIT 251 20
3.2.1 การวางแผนการทดลอง 20
3.2.2 การเตรียมหน่วยทดลอง 21
3.2.2.1 การเก็บตัวอย่างดิน 21
3.2.2.2 การเตรียมกระถาง 21
3.2.2.3 การเตรียมเมล็ดพันธุ์ยางพารา 22
3.2.2.4 ปุ๋ยชีวภาพเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 22
3.2.3 การจัดหน่วยทดลองและการปฏิบัติดูแลหน่วยทดลอง 22
3.2.4 การเก็บบันทึกผลการทดลอง 22
3.2.4.1 ความสูงและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น 22
3.2.4.2 น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินและน้ำหนักแห้งราก 22
3.2.4.3 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในส่วนเหนือดินและราก 22
3.2.4.4 ประเมินการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 23
3.2.4.5 ประเมินจำนวนและชนิดของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 24

Ref. code: 25595709032535QGE

3.2.5 การวิเคราะห์ทางสถิติ 24
3.2.6 สถานที่ทำการทดลอง 25
3.2.7 ระยะเวลาทดลอง 25

บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล 26

4.1 ผลการวิจัย 26
4.1.1 การทดลองที่ 1 การสำรวจเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินบริเวณรากยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ภายใต้ความเป็นกรด-ด่างของดินที่แตกต่างกัน 26
4.1.1.1 ประวัติการใช้ที่ดินในพื้นที่สำรวจ 26
4.1.1.2 สมบัติของดินในพื้นที่สำรวจ 26
4.1.1.3 จำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในพื้นที่สำรวจ 28
4.1.2 การทดลองที่ 2 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 29
4.1.2.1 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของยางพาราเมื่ออายุ 4 เดือน 29
4.1.2.2 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของยางพาราเมื่ออายุ 8 เดือน 30
4.1.2.3 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของยางพาราเมื่ออายุ 12 เดือน 33
4.1.2.4 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อความสูงของยางพาราเมื่ออายุ 4 เดือน 34
4.1.2.5 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อความสูงของยางพาราเมื่ออายุ 8 เดือน 36

Ref. code: 25595709032535QGE

4.1.2.6 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อรา อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อความสูงของยางพาราเมื่ออายุ 12 เดือน 38
4.1.2.7 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อรา อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของยางพาราเมื่ออายุ 12 เดือน 39
4.1.2.8 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อรา อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อน้ำหนักแห้งรากของยางพาราเมื่ออายุ 12 เดือน 40
4.1.2.9 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อรา อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อน้ำหนักแห้งทั้งหมดของยางพาราเมื่ออายุ 12 เดือน 42
4.1.2.10 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อรา อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อปริมาณฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินของยางพารา 43
4.1.2.11 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อรา อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อปริมาณฟอสฟอรัสในรากของยางพารา 45
4.1.2.12 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อรา อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของยางพารา 46
4.1.2.13 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อรา อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อรา อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากยางพารา 49
4.1.2.14 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินต่อจำนวนสปอร์ของเชื้อรา อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทั้งหมดในดินปลูกยางพารา อายุ 4, 8 และ 12 เดือน 50
4.2 อภิปายผลการวิจัย 52
4.2.1 การทดลองที่ 1 การสำรวจเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินบริเวณรากยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ภายใต้ความเป็นกรด-ด่างของดินที่แตกต่างกัน 52

Ref. code: 25595709032535QGE

4.2.2 การทดลองที่ 2 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน และการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 52

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 55

5.1 การทดลองที่ 1 การสำรวจเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินบริเวณรากยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ภายใต้ความเป็นกรด-ด่างของดินที่แตกต่างกัน 55

5.2 การทดลองที่ 2 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 55

5.3 ข้อเสนอแนะ 56

รายการอ้างอิง 57

ประวัติผู้เขียน 68

Ref. code: 25595709032535QGE

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	ลักษณะของสปอร์เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีประสิทธิภาพดีต่อยางพารา	17
2.	สมบัติของชุดดินปากช่อง	21
3.	สมบัติของดินในพื้นที่สำรวจเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินบริเวณรากยางพาราพันธุ์ RRIT 251	27
4.	จำนวนสปอร์และชนิดของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในพื้นที่สำรวจ	29
5.	เส้นผ่านศูนย์กลางเมื่ออายุ 4 เดือนของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ที่ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) 5.0, 6.0, 6.5, 7.0 และ 8.0 ที่ไม่ใส่และใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา	31
6.	เส้นผ่านศูนย์กลางเมื่ออายุ 8 เดือนของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ที่ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) 5.0, 6.0, 6.5, 7.0 และ 8.0 ที่ไม่ใส่และใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา	32
7.	เส้นผ่านศูนย์กลางเมื่ออายุ 12 เดือนของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ที่ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) 5.0, 6.0, 6.5, 7.0 และ 8.0 ที่ไม่ใส่และใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา	34
8.	ความสูงเมื่ออายุ 4 เดือนของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ที่ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) 5.0, 6.0, 6.5, 7.0 และ 8.0 ที่ไม่ใส่และใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา	35
9.	ความสูงเมื่ออายุ 8 เดือนของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ที่ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) 5.0, 6.0, 6.5, 7.0 และ 8.0 ที่ไม่ใส่และใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา	37
10.	ความสูงเมื่ออายุ 12 เดือนของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ที่ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) 5.0, 6.0, 6.5, 7.0 และ 8.0 ที่ไม่ใส่และใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา	39
11.	น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินเมื่ออายุ 12 เดือนของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ที่ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) 5.0, 6.0, 6.5, 7.0 และ 8.0 ที่ไม่ใส่และใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา	41

Ref. code: 25595709032535QGE

12. น้ำหนักแห้งรากเมื่ออายุ 12 เดือนของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ที่ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) 5.0, 6.0, 6.5, 7.0 และ 8.0 ที่ไม่ใส่และใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 43
13. น้ำหนักแห้งทั้งหมดเมื่ออายุ 12 เดือนของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ที่ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) 5.0, 6.0, 6.5, 7.0 และ 8.0 ที่ไม่ใส่และใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 45
14. ปริมาณฟอสฟอรัสส่วนเหนือดินเมื่ออายุ 12 เดือนของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ที่ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) 5.0, 6.0, 6.5, 7.0 และ 8.0 ที่ไม่ใส่และใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 47
15. ปริมาณฟอสฟอรัสส่วนรากเมื่ออายุ 12 เดือนของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ที่ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) 5.0, 6.0, 6.5, 7.0 และ 8.0 ที่ไม่ใส่และใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 48
16. ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเมื่ออายุ 12 เดือนของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ที่ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) 5.0, 6.0, 6.5, 7.0 และ 8.0 ที่ไม่ใส่และใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 49
17. เปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่อายุ 12 เดือนของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ที่ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) 5.0, 6.0, 6.5, 7.0 และ 8.0 50
18. จำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทั้งหมด ที่อายุ 4, 8 และ 12 เดือนของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ที่ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) 5.0, 6.0, 6.5, 7.0 และ 8.0 51

Ref. code: 25595709032535QGE

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1. ลักษณะโครงสร้างต่างๆ ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 8
   A) Arbuscule B) Spores C) Vesicle
2. ลักษณะการเจริญเติบโตของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากพืช 10
   A) ลักษณะการเจริญของเส้นใยนอกรากพืช B) การสร้างเวสิเคิล
   C) โครงสร้างของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาภายในรากพืช

Ref. code: 25595709032535QGE

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ยางพารา (*Hevea brasiliensis* L.) เป็นพืชในสกุล EUPHORBIACEAE (นุชนารถ, 2548) ที่มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกาใต้ เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีการนำเข้ามาปลูกในทวีปเอเชียช่วงการล่าอาณานิคมจากชาติตะวันตก ยางพารามีความสำคัญต่อเศรษฐกิจและการพัฒนาของประเทศอย่างมากและมีบทบาทสำคัญต่อเกษตรกรของประเทศไทย เพราะยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีมูลค่าการส่งออกสูงที่สุดของประเทศไทย และนับเป็นพืชที่สร้างอาชีพให้กับภาคเกษตรกรและภาคเอกชนได้เป็นจำนวนมาก โดยในปี พ.ศ. 2557 ประเทศไทยสามารถทำรายได้จากการส่งออกผลิตภัณฑ์ยางพาราและผลิตภัณฑ์ไม้ยางพาราประมาณ 244,686 ล้านบาท ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยยังคงเป็นประเทศที่มีการผลิตยางพาราธรรมชาติเป็นอันดับหนึ่งของโลก โดยมีสัดส่วนการผลิต 34.3 เปอร์เซ็นต์ของการผลิตยางพาราธรรมชาติของโลก รองลงมาเป็นประเทศอินโดนีเซียและประเทศเวียดนามซึ่งมีสัดส่วน 27.6 และ 8.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2557) สินค้ายางพาราที่ส่งออก ได้แก่ ยางแผ่นรมควัน ยางแท่ง น้ำยางข้น ผลิตภัณฑ์แปรรูปยาง เช่น ถุงมือยาง ยางยานยนต์ ยางยืด ยางรัดของ ปะเก็นยาง ท่อยาง และอื่นๆ เป็นต้น ทั้งยังมีการส่งออกในรูปผลิตภัณฑ์ไม้แปรรูปและเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราอีกด้วย ซึ่งสามารถทำรายได้เข้าประเทศเป็นจำนวนมาก และแนวโน้มการใช้ยางพาราของโลกยังเป็นไปในทิศทางที่เพิ่มขึ้นตามความต้องการของการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและการเพิ่มขึ้นของประชากรโลก สำหรับตลาดยางพาราที่สำคัญของประเทศไทย ได้แก่ ประเทศสหรัฐอเมริกา จีน ญี่ปุ่น มาเลเซีย เกาหลีใต้ ยุโรป และอื่นๆ ซึ่งนอกจากเป็นพืชเศรษฐกิจที่ทำรายได้เข้าประเทศไทยแล้ว ยางพารายังจัดเป็นพืชที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ช่วยลดอุณหภูมิของโลก (ธมลวรรณ และ จันทวรรณ, 2556) ส่วนแนวทางการขยายตลาดส่งออกยางพาราของประเทศไทยในอนาคตนอกจากจะต้องรักษาตลาดหลักไว้เหมือนเดิมแล้ว ยังจะต้องขยายตลาดส่งออกใหม่ให้มากขึ้นเรื่อยๆ ตามแนวโน้มการผลิตที่เพิ่มขึ้นด้วย อัญญาณี และคณะ (2556) พบว่า ในปัจจุบันมีการขยายพื้นที่ปลูกยางพารามากขึ้น จากพื้นที่ปลูกยางพาราเก่าในภาคใต้และภาคตะวันออก ไปสู่พื้นที่ปลูกยางพาราใหม่ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จึงมีความต้องการใช้ปุ๋ยเคมีในการเพาะปลูกยางพาราเพื่อเพิ่มผลผลิตและให้เพียงพอแก่ความต้องการในการใช้ยางพาราของโลก แต่กระบวนการผลิตปุ๋ยเคมีของประเทศไทยต้องใช้วัตถุดิบวัสดุปุ๋ยที่นำเข้าจากต่างประเทศทั้งหมดทำให้สูญเสียเงินเป็นจำนวนมาก (วริศ และคณะ, 2556) ทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มสูงขึ้น ทั้งยังมีปัญหาของ

Ref. code: 25595709032535QGE

การใช้ปุ๋ยเคมีเป็นเวลานานโดยไม่มีการจัดการที่ดี ซึ่งส่งผลให้ดินเกิดความเสื่อมโทรม ความอุดมสมบูรณ์และปริมาณธาตุอาหารในดินลดน้อยลง ส่งผลต่อระบบนิเวศในดิน ซึ่งอาจเป็นสาเหตุสำคัญให้ความเป็นกรด-ด่างของดินในประเทศไทยมีสภาพเลวลง อีกทั้งการขยายพื้นที่ปลูกยางพาราทั่วประเทศไทยมีความแตกต่างของชนิดดินและความเป็นกรด-ด่างของดินซึ่งอาจส่งผลต่อการปลูกยางพาราในพื้นที่ใหม่ ดังนั้น การหาวิธีการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้เพียงพอต่อความต้องการของพืชโดยการการลดการใช้ปุ๋ยเคมีลงและปรังปรุงสมบัติของดินให้มีความเหมาะสมต่อการปลูกยางพาราจึงเป็นประเด็นที่น่าสนใจในการศึกษา

เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเป็นเชื้อราในดินที่สามารถเจริญอยู่ร่วมกับรากพืชในลักษณะพึ่งพาอาศัย โดยจากการศึกษาของ กชพร (2554) พบว่า ข้าวโพดที่มีเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเข้าอยู่อาศัยในรากมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น อันเป็นผลเนื่องมาจากการทำงานของเส้นใยเชื้อราภายนอกราก ซึ่งทำหน้าที่ในการดูดน้ำและธาตุอาหารจากดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการดูดซับฟอสฟอรัส (วศินี, 2555) นอกจากนี้เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซายังช่วยป้องกันรากพืชจากการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคพืช (Martinez et al., 2009) และยังช่วยให้พืชมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น ความแห้งแล้ง (Subramanian et al., 1997) ความเค็ม (Bhoopander and Mukerji, 2004) และมีบทบาทสำคัญต่อการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพและชีวภาพของดิน (Lovelock et al., 2004; Wright and Upadhyaya, 1996) ซึ่งเป็นบทบาทสำคัญของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ยกตัวอย่าง การนำเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามาใช้ร่วมกับการปลูกยางพารา ได้แก่ งานวิจัยของ Neeta et al. (2014) โดยการเพาะกล้ายางพาราโดยวิธีการติดตายางพาราพันธุ์ RRIM 600 ร่วมกับการใช้เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่อายุ 120 วัน เปรียบเทียบกับทรีทเมนต์ที่ไม่ใช้เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา พบว่ามีการเจริญเติบโตเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งยังช่วยในการปรับสมบัติของดิน โดยค่าความเป็นกรด-ด่างของดินเพิ่มสูงขึ้นช่วยลดสภาพความเป็นกรดของดิน ซึ่งจากผลการทดลองนี้ น่าจะเป็นผลดีต่อการนำเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามาใช้ร่วมกับการปลูกยางพาราในประเทศไทย เนื่องจากดินในประเทศไทยส่วนมากเป็นดินกรด ส่งผลต่อธาตุอาหารในดินโดยเฉพาะธาตุฟอสฟอรัส (Jensen and Thomas, 2010) ซึ่งในดินที่มีสภาพความเป็นกรด-ด่างของดินต่ำกว่า 5 จะทำให้เหล็กและอะลูมินัมละลายออกมามากขึ้น จะทำปฏิกิริยากับฟอสฟอรัสที่อยู่ในดินเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนของ เหล็กและอะลูมินัม (Fe-P และ Al-P) ที่ละลายน้ำได้ยาก พืชไม่สามารถนำเอาไปใช้ประโยชน์ได้ เรียกขบวนการนี้ว่า การตรึงฟอสฟอรัส (phosphorus fixation) เป็นปัญหาที่สำคัญส่งผลต่อการปลูกยางพารา อย่างไรก็ตามงานวิจัยของ El-Kherbawy et al. (1989) ได้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่ช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้ดีในสภาพดินกรด โดยมีการทดลองใช้เชื้อราอาร์บัสคูลาร์

Ref. code: 25595709032535QGE

ไมคอร์ไรซาร่วมกับการปลูกถั่วอัลฟัลฟาที่ดินมีระดับความเป็นกรดสูง พบว่า เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสามารถช่วยให้พืชดูดธาตุอาหารได้มากยิ่งขึ้นและขจัดความเป็นพิษจากโลหะหนักได้ จากรายงานการวิจัยข้างต้นนี้เห็นได้ว่า เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชเป็นอย่างดี ซึ่งการนำเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามาใช้จัดการธาตุอาหารในการปลูกยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ที่เป็นยางพาราในกลุ่มที่ให้น้ำยาง ซึ่งเป็นยางพาราที่มีค่าเฉลี่ยการผลิตน้ำยางธรรมชาติมากที่สุดของประเทศไทย จะสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของยางพารา ช่วยเพิ่มการดูดซับธาตุอาหารจากดิน ลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีลง และอาจช่วยปรับสภาพดินที่มีความเป็นกรด-ด่างของดินของประเทศไทยให้มีสภาพที่ดีขึ้นเหมาะสมต่อการปลูกยางพาราอีกด้วย

แม้ว่าจะมีการปลูกยางพาราอย่างแพร่หลาย แต่การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างยางพาราและเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในประเทศไทยยังมีไม่มากนัก ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงเริ่มด้วยการสำรวจเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีอยู่ในบริเวณรากยางพาราพันธุ์ RRIT 251 เพื่อประเมินจำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีประสิทธิภาพดีต่อยางพาราในบริเวณรากยางพาราพันธุ์ RRIT 251 และประเมินผลของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีประสิทธิภาพดีต่อยางพาราต่อการเจริญเติบโตของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ภายใต้สภาพความเป็นกรด-ด่างของดินที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นข้อมูลศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามาใช้ร่วมกับการผลิตยางพาราในประเทศไทยต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อประเมินจำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีประสิทธิภาพดีต่อยางพาราในพื้นที่ปลูกยางพาราพันธุ์ RRIT 251
2. เพื่อศึกษาผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและประสิทธิภาพของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของยางพาราพันธุ์ RRIT 251

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้ประกอบด้วยการทดลอง 2 การทดลอง ได้แก่ การทดลองที่ 1 สำรวจเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีประสิทธิภาพดีต่อยางพารา ได้แก่ *Acaulospora* sp. และ *Glomus* sp. ในพื้นที่ปลูกยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ในพื้นที่ปลูกยางใหม่ 4 จังหวัด ได้แก่ ศรีสะเกษ นครราชสีมา ฉะเชิงเทรา และหนองคาย และการทดลองที่ 2 เป็นการศึกษาผลของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

Ref. code: 25595709032535QGE

Acaulospora sp. และ *Glomus* sp. โดยนำมาศึกษากับยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ที่ระดับความเป็นกรด-ด่างของดินแตกต่างกัน คือ ตั้งแต่ 5.0-8.0

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ให้ทราบสัดส่วนของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีประสิทธิภาพดีต่อยางพาราในบริเวณเขตรากของยางพาราพันธุ์ RRIT 251

2. ทราบถึงผลของความเป็นกรด-ด่างของดินที่มีผลต่อความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาและยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ซึ่งจะนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์สำหรับการปลูกยางยางพาราให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดและสามารถลดต้นทุนการผลิตในด้านการใช้ปุ๋ยเคมีได้อย่างมีนัยสำคัญทางเศรษฐกิจต่อไป

Ref. code: 25595709032535QGE

บทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1. ยางพารา

อนุกรมวิธานของยางพารา

Kingdom : Plantae

Class : Angiospermae

Subclass : Dicotyledonae

Order : Euphorbiaceae

Genus : Hevea

Species : *Hevea brasiliensis* L.

(ที่มา: http://agri.kps.ku.ac.th/agron/main.php?pg=chapter&et_id=10&e_id=1)

ยางพารา (*Hevea brasiliensis* L.) เป็นพืชในสกุล EUPHORBIACEAE ซึ่งมีชื่อสามัญว่า rubber tree เป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ มีถิ่นกำเนิดในแถบทวีปอเมริกาใต้ เขตป่าดิบชื้นอเมซอน เป็นพืชที่ให้น้ำยางมากที่สุดจากในกลุ่มพืชที่ให้น้ำยาง ซึ่งปัจจุบันนอกจากถิ่นกำเนิดเดิมแล้ว ยางพารามีการขยายพื้นที่ปลูกออกไปทั่วโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในทวีปเอเชีย ซึ่งในประเทศไทยจัดว่าเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เป็นพืชที่สร้างงานและรายได้ให้กับเกษตรกรในประเทศ โดยในปี พ.ศ. 2557 ประเทศไทยสามารถทำรายได้จากการส่งออกผลิตภัณฑ์ยางพาราและผลิตภัณฑ์ไม้ยางพาราประมาณ 244,686 ล้านบาท ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยยังคงเป็นประเทศที่มีการผลิตยางพาราธรรมชาติเป็นอันดับหนึ่งของโลก โดยมีสัดส่วนการผลิต 34.3 เปอร์เซ็นต์ ของการผลิตยางพาราธรรมชาติของโลก (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2557) ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของยางพาราได้แก่ ระบบรากเป็นรากแก้วขนาดใหญ่ช่วยในการยึดและพยุงลำตันและมีรากแขนงที่แผ่ออกไปบริเวณโดยรอบโดยมีรัศมี 7-10 เมตร ระดับความลึกของดินที่รากแขนงแผ่ขยาย 0-10 เซนติเมตร ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและสายพันธุ์ (George et al., 2007) ในส่วนของลำต้น ยางพาราจัดเป็นไม้ในกลุ่มไม้เนื้ออ่อน เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่จะมีความสูงอยู่ที่ 30-40 เมตร โดยลำต้นสูงเป็นทรงกระบอก ลำต้นจัดว่าเป็นส่วนที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากเป็นส่วนที่ให้น้ำยาง ซึ่งในลำต้นจะมีลักษณะโครงสร้างของท่อน้ำยางโดยมีเปลือกยางคลุมอยู่ โดยเปลือกชั้นนอกของลำต้นเข้ามาที่ความหนาประมาณ 6.5-15 มิลลิเมตร จะเป็นบริเวณที่ให้น้ำยางได้มากที่สุด ท่อน้ำยางจะมีลักษณะคล้ายร่างแห

Ref. code: 25595709032535QGE

เรียงตัวเป็นวงรอบลำต้นตามแนวดิ่งเป็นชั้นๆ มีลักษณะเอียงขวา ซึ่งทำให้การกรีดยางที่ดีจะกรีดจากซ้ายไปขวาในแนวเฉียงเพื่อให้เกิดการตัดท่อน้ำยางมากที่สุด ได้ปริมาณผลผลิตน้ำยางสูงขึ้น ซึ่งจำนวนวงของท่อน้ำยางจะมีลักษณะที่แตกต่างกันตามสายพันธุ์ของยางพารา อายุของยางพารา และปัจจัยสภาพแวดล้อมในการเจริญเติบโตขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมในธรรมชาติของแต่ละพื้นที่ กิ่งจะเกิดสลับในด้านตรงกันข้าม ใบเกิดในลักษณะเป็นฉัตรโดยมีใบย่อย 3 ใบในแต่ละก้าน ขนาด 5-10 เซนติเมตร ยาว 10-20 เซนติเมตร มีลักษณะใบเรียบ ดอกมีลักษณะเป็นช่อสั้น เป็นดอกแยกเพศอยู่บนต้นเดียวกัน ดอกเพศผู้สีเหลือง กลีบรวมรูประฆังปลายแยกเป็น 5 กลีบ เกสรเพศผู้เชื่อมติดกันมีอับเรณู 10 อัน ดอกเพศเมียมีฐานดอกสีเขียว ยอดเกสรเพศเมียแยกเป็น 3 แฉก โดยดอกเพศผู้จะมีมากกว่าดอกเพศเมียประมาณ 60-80 ดอก การออกดอกของยางาพาราจะออกดอกปีละ 2 ครั้ง คือ ช่วงต้นฤดูร้อน เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน และช่วงฤดูฝน เดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคม หลังจากออกดอกจะมีการติดผลประมาณ 30-50 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะผล มี 3 พู เส้นผ่านศูนย์กลาง 3.0-5.0 เซนติเมตร เมล็ดมี 3 เมล็ด รูปไข่ เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.0-3.5 เซนติเมตร สีน้ำตาลออ่อน มีจุดสีน้ำตาลเข้มประแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์

สภาพแวดล้อมและสภาพอากาศที่เหมาะสมแก่การปลูกยางพารา คือ ระดับความสูงของพื้นที่เหนือระดับน้ำทะลไม่ควรเกิน 600 เมตร ความลาดชันไม่ควรเกิน 15 องศา เพราะส่งผลต่อการกักเก็บน้ำและความชื้นในดิน ลักษณะของดินปลูกที่เหมาะสม ควรมีหน้าดินลึกไม่น้อยกว่า 1 เมตร สามารถระบายน้ำได้ดี ดินร่วนเหนียวถึงดินร่วนทราย ระดับความเป็นกรด-ด่างของดินที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 4.5-5.5 (สุทัศน์ และสมยศ, 2542) ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยไม่ควรน้อยกว่า 1,250 มิลลิเมตรต่อปี อุณหภูมิเฉลี่ยที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 25-28 องศาเซลเซียส หากอุณภูมิสูงมากจะส่งผลต่อการระเหยของน้ำอย่างรวดเร็วทำให้การเจริญเติบโตและปริมาณของน้ำยางลดลง (Chandrasheker et al., 1990) ในประเทศไทยพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการปลูกยางพารา ได้แก่ ภาคใต้ ภาคตะวันออก และบางส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

พันธุ์ยางพาราที่สถาบันวิจัยยางพารา กรมวิชาการเกษตรได้แนะนำให้ปลูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ให้ผลผลิตน้ำยางสูงเป็นหลัก แบ่งย่อยได้เป็น พันธุ์ยางชั้น 1 ได้แก่ RRIM 600, BPM 24 และ RRIT 251 และพันธุ์ยางชั้น 2 ได้แก่ RRIT 209, RRIT 214, RRIT 225, RRIT 250, RRIT 319, RRIT 405, RRIC 100, RRIC 101, PR 302, PR 305 และ Haiken 2

กลุ่มที่ 2 ให้ผลผลิตน้ำยางสูงและเนื้อไม้ แบ่งย่อยได้เป็น พันธุ์ยางชั้น 1 ได้แก่ PB 235, PB 255, PB 260 และ RRIC 110 และพันธุ์ยางชั้น 2 ได้แก่ RRIT 312, RRIT 325, RRIT 404, RRIT 407, RRIT 409 และ RRIC 212

Ref. code: 25595709032535QGE

กลุ่มที่ 3 ให้ผลผลิตเนื้อไม้เป็นหลัก จะมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นที่ดี ต้นตรง เนื้อไม้มาก ใช้สำหรับเพิ่มพื้นที่ป่า แบ่งย่อยเป็น พันธุ์ยางชั้น 1 ได้แก่ ฉะเชิงเทรา 50, AVROS 2037 และ BPM 1 และพันธุ์ยางชั้น 2 ได้แก่ RRIT 401, RRIT 403, RRII 118 และ RRII 203

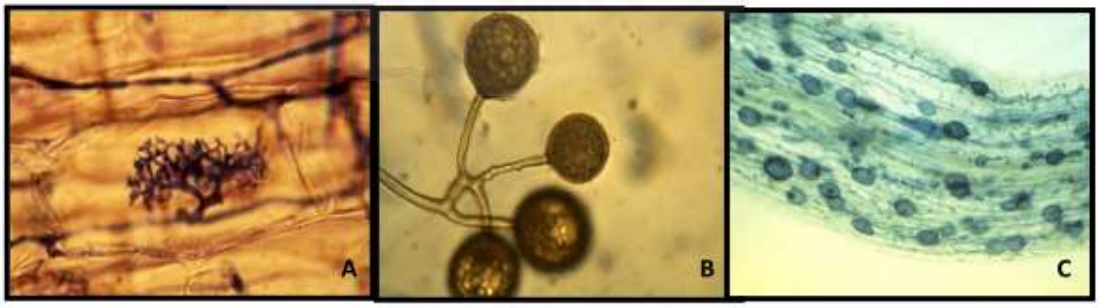
โดยงานวิจัยนี้เลือกใช้พันธุ์ยางพารา RRIT 251 ซึ่งจัดเป็นพันธุ์ยางกลุ่มที่ 1 ซึ่งได้จากการคัดเลือกพันธุ์มาจากแปลงเกษตรกร ต.ปรักนู อ.นาทวี จ.สงขลา มีลักษณะประจำพันธุ์ คือ ช่วงอายุน้อย ลำต้นจะคด ใบเป็นฉัตรใบขนาดใหญ่ ป้อม และขอบเป็นคลื่น ทรงพุ่มมีขนาดใหญ่ ทึบ ระยะเวลาในการผลัดใบช้าและเกิดแบบทยอยผลัดใบ ส่วนลักษณะทางการเกษตรนั้น ในระยะก่อนและระหว่างกรีดเจริญเติบโตปานกลาง ความสม่ำเสมอของลำต้นทั้งแปลงปานกลาง เปลือกเดิมหนาปานกลาง เปลือกงอกใหม่หนาปานกลาง เปลือกเรียบและกรีดง่าย ผลผลิตเนื้อยางแห้ง 10 ปีกรีดเฉลี่ย 462 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี สูงกว่าพันธุ์ RRIM 600 ถึง 59 เปอร์เซ็นต์ ต้านทานโรคใบร่วงที่เกิดจากเชื้อราไฟทอปโทรา และโรคเส้นดำระดับดี โรคราสีชมพู และโรคราแป้งระดับปานกลาง ต้านทานแรงลมระดับปานกลาง ลักษณะเด่นของ พันธุ์ RRIT 251 คือ ผลผลิตเนื้อยางสูงมากในระยะแรกของการเปิดกรีด ท่อน้ำยางมาก ความต้านทานโรคส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี โดยเฉพาะโรคใบร่วงที่เกิดจากเชื้อราไฟทอปโทรา และโรคเส้นดำ ข้อเสียคือไม่ทนต่อโรคใบจุดนูน และไม่แนะนำให้ปลูกในสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นสูง จะทำให้เกิดการระบาดของโรคได้ง่าย (กรมวิชาการเกษตร, 2550)

ยางพารานับเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศและการพัฒนาประเทศอย่างมากและมีบทบาทสำคัญต่อชีวิตและความเป็นอยู่ของเกษตรกร เนื่องจากยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่ทำรายได้สูงที่สุดของประเทศไทย และนับเป็นพืชที่สร้างอาชีพให้กับภาคเกษตรและภาคเอกชนได้เป็นจำนวนมาก โดยในปี พ.ศ. 2546 ประเทศไทยสามารถทำรายได้จากการส่งออกผลิตภัณฑ์ยางพาราและผลิตภัณฑ์ไม้ยางพาราประมาณ 210,396 ล้านบาท ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยยังคงเป็นประเทศที่มีการผลิตยางธรรมชาติเป็นอันดับหนึ่งของโลก โดยมีสัดส่วนการผลิต 34.4 เปอร์เซ็นต์ ของการผลิตยางธรรมชาติของโลก รองลงมาเป็นอินโดนีเซียและมาเลเซียมีสัดส่วน 20.2 และ 9.72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ยางพารานอกจากจะมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศแล้ว การปลูกยางพารายังเป็นการเพิ่มพื้นที่สีเขียวของประเทศ ส่งผลให้สภาพแวดล้อมดีขึ้นและการกระจายของฝนดีขึ้น การปลูกยางพาราจะมีความเสี่ยงน้อยกว่าการปลูกพืชชนิดอื่นและมีอายุการให้ผลผลิตนาน ให้ผลผลิตสม่ำเสมอ ทำให้เกษตรกรชาวสวนยางพารามีงานทำตลอด (มานะชัย, 2549)

Ref. code: 25595709032535QGE

2.2 เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (arbuscular mycorrhizal fungi)

การดำรงชีวิตร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัย (symbiosis) ระหว่างเชื้อรากับพืชชั้นสูง หรือเรียกว่าไมคอร์ไรซา ถือเป็นลักษณะความสัมพันธ์พื้นฐานที่เกิดขึ้นได้กับพืชที่เจริญเติบโตบนดินทั่วไปได้มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ของพืชทั้งหมด ยกเว้นเพียงตระกูล Brassicaceae และ Chenopodiaceae เท่านั้น (Newman and Reddell, 1987) การอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันระหว่างเชื้อรากับรากพืชชั้นสูง (Smith and Read, 1997) ทำให้เชื้อรากับพืชได้รับประโยชน์ร่วมกัน โดยการดูดซับธาตุอาหารจากดิน แล้วจึงลำเลียงธาตุอาหารไปยังโครงสร้างแลกเปลี่ยนธาตุอาหารของเชื้อราที่อยู่ในเซลล์คอร์เท็กของพืชเพื่อส่งให้กับพืช ในขณะที่เชื้อราจะได้รับสารประกอบคาร์บอนจำพวกน้ำตาลจากพืชผ่านทางโครงสร้างแลกเปลี่ยนนี้เช่นเดียวกัน (Smith and Read, 1997) โดยกลไลที่กล่าวมาข้างต้นนี้เกิดจากโครงสร้างพิเศษที่สร้างขึ้นมาในรากพืช คือ อาร์บัสคูล (arbuscule) หรือ เวสิเคิล (vesicle) (รูปที่ 1) โดยอาร์บัสคูลเป็นโครงสร้างที่มีการแตกแขนงมากกว่า 2 แฉก ลักษณะคล้ายกิ่งไม้ ทำหน้าที่สำคัญในการแลกเปลี่ยนธาตุอาหารจากรากเข้าสู่พืชและรับเอาคาร์โบไฮเดรตมาใช้ในการเจริญเติบโต ส่วนเวสิเคิลนั้นมีลักษณะกลมรีคล้ายไข่ เกิดขึ้นจากการพองตัวของเส้นใย มีหน้าที่ในการเก็บสะสมอาหารในรูปไลปิด และบางครั้งสามารถพัฒนาไปเป็นสปอร์ได้ นอกจากสร้างรากภายในแล้ว โครงสร้างภายนอกก็มีความสำคัญไม่แตกต่างกัน ได้แก่ เส้นใย โดยเส้นใยของเชื้อรานั้นจะเป็นส่วนที่เจริญออกไปภายนอกในทุกทิศทาง มีความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่ในดินมากกว่ารากพืช ทำหน้าที่ในการดูดซับธาตุอาหารและน้ำเพื่อส่งต่อให้แก่พืชอาศัย จะเห็นได้ว่าเชื้อราที่มีการดำรงชีวิตในลักษณะนี้จะมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืชเศรษฐกิจสำคัญหลายชนิด



รูปที่ 1 ลักษณะโครงสร้างต่างๆ ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา A) Arbuscule B) Spores C) Vesicle

ที่มา: http://www.uni-koeln.de/math-nat-fak/botanik/bot2/agbothe/mykorr/euproj.htm

Ref. code: 25595709032535QGE

การจำแนกชนิดของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา นิยมใช้วิธีการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา โดย Hacskaylo (1971) ได้จัดแบ่ง endotrophic mycorrhiza ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีผนังกั้นเส้นใย (septate fungi) และกลุ่มที่ไม่มีผนังกั้นเส้นใย (nonseptate fungi) ส่วนใหญ่เป็นเชื้อราในกลุ่ม Phycomycetes เชื้อราเวสสิคูลาร์ อาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา จัดอยู่ในกลุ่มนี้ด้วย แต่เดิมเชื้อราเวสสิคูลาร์ อาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจัดอยู่ใน order Endogonales ซึ่ง order นี้มีเพียง family เดียว คือ Endogonaceae แบ่งออกเป็น 9 genera ได้แก่ Endogone, Modicella, Gigaspora, Complexipes, Glaziella, Acaulospora, Entrophospora, Glomus และ Sclerocystis (Hall, 1986; Trappe, 1981)

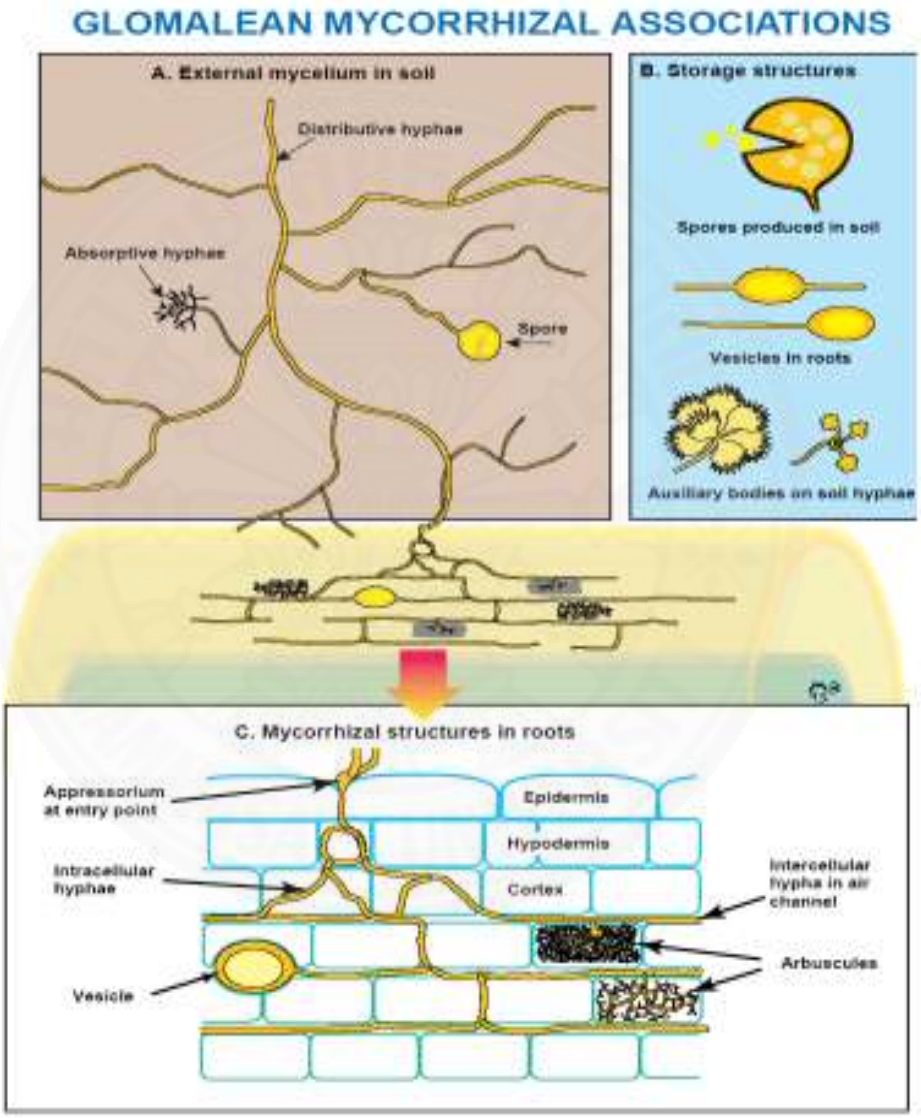
สำหรับการจัดจำแนกในระดับสกุล (genera) สปอร์ Glomus และ Sclerocystic ใช้ความแตกต่างของลักษณะการสร้าง sporocarp และลักษณะ spore ในการจัดจำแนก ส่วน Acaulospora และ Entrophospora นั้น จำแนกโดยอาศัยความแตกต่างของตำแหน่งสปอร์ที่พัฒนามาจาก sporiniferrous saccule สำหรับ Gigaspora และ Scutellospora นั้นจำแนกโดยอาศัยความแตกต่างของจำนวนชั้นของผนังสปอร์ (spore wall) และการมีหรือไม่มี germination shield ในการจำแนก (มลชัย, 2541) จากรายงานของพูนพิไล (2540) พบลักษณะที่สำคัญบางประการของเชื้อราเวสสิคูลาร์ อาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ในสกุลต่างๆ ไว้ดังนี้

Glomus sp. จะสร้าง chlamydospore ใน sporocarp ซึ่งอยู่เหนือดินหรือใต้ดิน sporocarp อาจติดอยู่กับกิ่งไม้หรือใบไม้ในชั้น litter sporocarp ซึ่งอาจสร้างเดี่ยวๆ ในดิน หรือสร้างในรากพืชชั้น cortex สปอร์ส่วนใหญ่จะมี subtending hypha เส้นเดียว โดยสปอร์จะเกิดที่ปลายเส้นใย ซึ่งจะคอดตรงจุดที่ติดต่อกับสปอร์ ผนังสปอร์อาจมีชั้นเดียวจนถึงหลายชั้น ผนังชั้นนอกมักไม่มีสิ่งตกแต่งที่สลับซับซ้อน การงอกของสปอร์เกิดผ่านเส้นใยเดิมหรืองอกจากผนังสปอร์ของโครงสร้างเวสสิเคิลและอาร์บัสคูลในรากพืช

Acaulospora sp. มีการสร้าง azygospore ซึ่งมักเกิดเดี่ยวๆ ในดิน สปอร์จะเริ่มจากการสร้างเวสสิเคิลโป่งออกที่ปลายเส้นใยที่ฐานของเวสสิเคิลจะเกิดการพัฒนาเป็นสปอร์ โดยจะเริ่มขึ้นที่ด้านข้างของเส้นใยที่ต่อจากเวสสิเคิล สารต่างๆ ในเวสสิเคิลจะไหลเข้าไปในสปอร์ซึ่งไม่มีก้านสปอร์ สปอร์จะพัฒนาต่อไปขณะที่เวสสิเคิลจะค่อยๆ สลายไปเหลือแต่สปอร์ที่พัฒนาเต็มที่แล้วอยู่เดี่ยวๆ ในดิน การเข้าอยู่อาศัยในรากพืชของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเกิดขึ้นโดยเริ่มจากการงอกของราในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม โดยจะเริ่มงอกเส้นใยไปยึดติดกับรากพืชบริเวณใกล้เคียง เมื่อเส้นใยของเชื้อราภายนอกสัมผัสกับผิวราก เส้นใยจะบวมและขยายขนาดขึ้นเรียกโครงสร้างนี้ว่า appressorium จากนั้นเส้นใยจะเจริญผ่าน appressorium เข้าสู่ภายในรากพืช แทงผ่านผนังของขนราก หรือเนื้อเยื่อชั้น epidermis เข้าไปและเจริญอยู่ในชั้น cortex ของรากโดยไม่เจริญเข้าไปในชั้น endodermis

Ref. code: 25595709032535QGE

ของราก การเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราพบที่บริเวณถัดจากปลายรากขึ้นมา 0.5-1.0 เซนติเมตร โดยจะไม่พบการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราบริเวณเนื้อเยื่อเจริญของรากและหมวกราก (ภัทรวดี, 2543) เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจะทำการสร้างอาร์บัสคูลในชั้นคอร์เท็กซ์ ดันเยื้อหุ้มเซลล์รากพืชให้เว้าเข้าไป ส่วนในบางชนิดจะมีการสร้างเวสิเคิล ทำหน้าที่ในการสะสมอาหารและพัฒนาเป็นสปอร์ต่อไป (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 ลักษณะการเจริญเติบโตของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากพืช A) ลักษณะการเจริญของเส้นใยนอกรากพืช B) การสร้างเวสิเคิล C) โครงสร้างของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาภายในรากพืช

ที่มา: mycorrhiza.ag.utk.edu/mimag.htm

Ref. code: 25595709032535QGE

จากรายงานของ สุทัศน์ และคณะ (2540) พบว่า สามารถใช้เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในยางพาราได้ โดยเฉพาะการใช้เชื้อหลังจากที่ระบบรากยางพารามีการพัฒนาดีแล้ว จะได้ผลดีกว่าเมื่อใช้เชื้อตั้งแต่ต้นตอตายังมีอายุน้อย ทั้งนี้เชื้ออาจต้องรอรากขนอ่อนนานเกินไป ทำให้สูญหายไปเนื่องจากการชะล้าง หรือสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมจนตายไปก่อนที่จะได้เข้าสู่รากขนอ่อน

2.3 ประโยชน์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

ประโยชน์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ทำหน้าที่เสมือนเป็นตัวกลางที่ทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารจากดินมาสู่พืชโดยผ่านทางกลไกของการดำรงชีวิตแบบพึ่งพาอาศัย โดยมีเส้นใยที่แพร่กระจายในดิน ซึ่งทำหน้าที่ในการดูดซับธาตุอาหาร แล้วลำเลียงเข้าสู่เส้นใยในรากพืชเพื่อส่งให้กับพืช (Smith and Read, 1997) ทำให้พืชที่มีเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเข้าอยู่อาศัยในรากได้รับธาตุอาหารเพิ่มขึ้น ธาตุอาหารที่สำคัญที่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสามารถช่วยในการดูดซับจากดินได้ดีก็คือ ธาตุฟอสฟอรัส ซึ่งถือเป็นธาตุอาหารพืชที่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรสามารถดูดซับให้กับพืชได้มากกว่าธาตุอื่น (Smith and Read, 1997) พบว่าพืชที่มีเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเข้าอยู่อาศัยในราก จะได้รับฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น และมักส่งผลทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตเพิ่มขึ้นไปด้วย (Thompson, 1994; Vosatka, 1995; Ibibijen et al., 1996) ประโยชน์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในการดูดซับฟอสฟอรัสให้กับพืชมีความสำคัญต่อการจัดการฟอสฟอรัสในระบบการเกษตรเป็นอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจากฟอสฟอรัสสามารถเกิดปฏิกิริยากับเหล็ก อะลูมิเนียม แคลเซียม เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่ละลายน้ำยาก ทำให้ฟอสฟอรัสอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช อีกทั้งฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่เคลื่อนย้ายในดินได้ช้า ดังนั้น พืชจึงมีโอกาสขาดธาตุฟอสฟอรัสได้มาก (Marschner, 1995) การเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากพืช ช่วยแก้ปัญหาการดูดซับฟอสฟอรัสให้กับพืชได้ เนื่องจากเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทำให้พืชได้รับฟอสฟอรัสมากขึ้น โดยเส้นใยราที่แพร่กระจายอยู่อย่างหนาแน่นในดินทำหน้าที่เสมือนรากที่เพิ่มพื้นที่ในการดูดซับฟอสฟอรัสให้กับพืช อีกทั้งการดูดซับฟอสฟอรัสโดยเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ก็มีประสิทธิภาพสูงกว่าการดูดซับโดยระบบรากพืช จึงทำให้พืชที่มีเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเข้าอยู่อาศัยในรากได้รับฟอสฟอรัสมากกว่าพืชที่ไม่มีเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเข้าอยู่อาศัยในราก (Drew et al., 2003; Schnepf et al., 2011) เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาช่วยดูดซับฟอสฟอรัสให้กับพืชได้ดีในดินที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำ แต่ในดินที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในระดับสูง มักพบว่าการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาให้กับพืช อาจไม่เพิ่มการดูดซับฟอสฟอรัส การเจริญเติบโต และผลผลิต เมื่อเปรียบเทียบกับพืชที่ไม่มีเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

Ref. code: 25595709032535QGE

เข้าอยู่อาศัยในราก (Bethlenfalvay and Barea, 1994; Ryan et al., 2002; Hetrick et al., 1996; Thingstrup et al., 1998; Sorensen et al., 2005) หรืออาจจะกล่าวได้ว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดิน เป็นปัจจัยควบคุมการดูดซับฟอสฟอรัสของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (Smith and Read, 1997; Graham, 2000) โดยจะเห็นได้ว่า การเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากพืชจะลดลง หากดินมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูง (Al-Karaki and Clark, 1999: Kahiluoto et al., 2001) นอกจากนี้ ธาตุสังกะสี เป็นอีกธาตุหนึ่งที่มีการรายงานว่า เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาช่วยเพิ่มการดูดซับให้กับพืชได้ดี (Chen et al., 2003; Burkert and Robson, 1994; Li and Christie, 2001) ส่วนธาตุอาหารพืชอื่นๆ ก็พบว่าเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาช่วยเพิ่มการดูดซับได้เช่นกัน ได้แก่ ไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม คอปเปอร์ และเหล็ก (Marschner and Dell, 1994; Clark and Zeto, 2000; Hodge et al., 2001; Smith and Smith, 2011) เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซายังมีประโยชน์ต่อพืชในด้านอื่นๆ เช่น ทำให้พืชมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ได้แก่ เชื้อราอาร์บัสคูล่าร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อความทนทานของพืชในสภาวะเครียดเนื่องจากการขาดน้ำ พืชที่มีเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเข้าอยู่อาศัยในราก จะมีความทนทานต่อการขาดน้ำได้ดีกว่าพืชที่ไม่มีเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเข้าอยู่อาศัยในราก (Augé, 2001, 2004; Davies et al., 2002; Porcel and Ruiz-Lozano, 2004) ทั้งนี้เนื่องจากเชื้อราช่วยดูดซับน้ำให้กับพืชผ่านทางเส้นใยราและยังแพร่กระจายในดิน ซึ่งเส้นใยภายนอกรากเหล่านี้มีขนาดเล็กมาก ดูดซับน้ำได้ดีกว่ารากพืช (Faber et al., 1991; Ruiz-Lozano and Azcón, 1995) นอกจากนี้ยังช่วยลดอัตราการคายน้ำ เนื่องจากพืชที่มีเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากจะมีการสะสมสารอินทรีย์ในเซลล์ (proline) มากขึ้น เมื่อเกิดความเครียดจากการขาดน้ำ เพื่อให้สามารถรักษาปริมาณน้ำในเซลล์ไว้ตามกลไก osmotic adjustment ซึ่งเป็นผลทำให้ศักษ์น้ำในพืชลดลง ส่งผลให้การคายน้ำลดลงด้วย (Aroca et al., 2008; Ruiz-Lozano et al., 1995a; Goioechea et al., 1998) ซึ่งทำให้พืชที่มีเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเข้าอยู่อาศัยในรากมีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงกว่า (Schreiner et al., 2007) และสามารถทนทานต่อสภาพการขาดน้ำได้ดีกว่าพืชที่ไม่มีเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเข้าอยู่อาศัยในราก (Kubikova et al., 2001) อย่างไรก็ตาม เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสามารถเพิ่มการดูดซับน้ำให้กับพืชที่ต้องการน้ำมากได้ดีกว่าพืชที่ต้องการน้ำน้อย (Faber et al., 1991; Tarafdar, 1995) นอกจากการขาดน้ำแล้วเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซายังมีบทบาทในการช่วยเพิ่มความทนทานของพืชต่อสภาวะเครียดเนื่องจากความเค็มโดยเมื่อพืชเกิดความเครียดเนื่องจากความเค็มของดินจะส่งผลเสียหายต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต อันเนื่องมาจากสาเหตุหลายประการ เช่น ความเค็มทำให้โมเลกุลของน้ำแพร่ออกจากเซลล์ เป็นผลทำให้แรงดันเต่งของเซลล์ลดลง ดังนั้นเยื่อหุ้มเซลล์จึงหดตัวเข้ามาและทำให้เกิดเซลล์เหี่ยว (plasmolysis)

Ref. code: 25595709032535QGE

ในที่สุด (Jahromi et al., 2008) นอกจากนี้ ความเค็มทำให้เกิดความเสียหายต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช และในแง่ของการดูดซับธาตุอาหาร พบว่า โซเดียมและคลอรีนจะทำให้เกิดความไม่สมดุลในการดูดซับและการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารของพืชได้ ส่งผลให้การเจริญเติบโตและปริมาณของผลผลิตลดลง (Marschner, 1995) ซึ่งในสภาวะที่พืชไม่สามารถดูดซับธาตุอาหารได้อย่างปกติ เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่เข้าอยู่อาศัยในรากจะยังคงได้รับธาตุอาหารจากการทำงานของเส้นใยรานอกรากพืชที่ช่วยดูดซับธาตุอาหารให้กับพืช (Plenchette and Duponnis, 2005) ยกตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ Matamoros et al. (1999) ซึ่งได้คำนวณการดูดซับฟอสฟอรัสของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาภายใต้สภาวะความเค็มของดิน พบว่า เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาช่วยดูดซับฟอสฟอรัสให้พืชได้ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณฟอสฟอรัสที่พืชต้องการ นอกจากนี้ ยังมีรายงานการวิจัยอื่นๆ ที่พบว่าเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาช่วยเพิ่มการดูดซับธาตุอาหารให้กับพืชที่เจริญเติบโตภายใต้ความเค็มของดินได้มากขึ้น ในขณะที่พืชที่ไม่มีเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากจะมีการดูดซับธาตุอาหารดังกล่าวนี้น้อยลง ได้แก่ ไนโตรเจน (Frechill et al., 2001) โพแทสเซียม (Giri et al., 2007) แมกนีเซียม (Giri and Mukerji, 2004) แคลเซียม (Yano-Melo et al., 2003) คอปเปอร์ (Giri et al., 2007) และสังกะสี (Sharifi et al., 2007) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการใช้เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับการปลูกพืชจะสามารถช่วยให้พืชทนต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดียิ่งขึ้น นอกจากเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจะมีบทบาทในการช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชแล้วนั้น เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซายังส่งผลทางอ้อมต่อการอนุรักษ์ดิน ซึ่งในพื้นที่เกษตรกรรมที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินมักเกิดปัญหาดินเสื่อมโทรม ซึ่งทำให้เกิดการสูญเสียหน้าดินและโครงสร้างดินถูกทำลาย ส่งผลเสียหายต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน และทำให้เกิดปัญหาด้านสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน รวมทั้งไม่ก่อให้เกิดความยั่งยืนของทรัพยากรดินทางการเกษตร อย่างไรก็ตาม การใช้มาตรการอนุรักษ์ดินที่มีความเหมาะสมต่อพื้นที่จะช่วยลดปัญหาดังกล่าวได้ เช่น การปลูกหญ้าแฝก การทำขั้นบันได เป็นต้น เพราะช่วยรักษาโครงสร้างดินให้มีความแข็งแรงทนทานต่อการกร่อนดินได้ดี นอกจากนี้ งานวิจัยต่างๆ ได้มีการรายงานถึงบทบาทของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการรักษาโครงสร้างของดินให้มีความคงทนต่อการกร่อนดินได้เช่นเดียวกัน เนื่องจากเส้นใยนอกรากพืชของเชื้อรามีการแพร่กระจายอย่างหนาแน่นในดิน จึงสามารถรักษาโครงสร้างดินให้มีความคงทนแข็งแรงได้ดี ซึ่งจากรายงานการวิจัยของ Rillig et al. (2002) พบว่า เมื่อเส้นใยนอกรากพืชของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีการเจริญแพร่กระจายทั่วไปในดินอย่างสมบูรณ์แล้ว จะมีความหนาแน่นของเส้นใยได้มากถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ของเส้นใยเชื้อราทั้งหมดในดิน จึงเปรียบเสมือนโครงข่ายของเส้นใยขนาดใหญ่ที่ทำหน้าที่ในการเชื่อมอนุภาคของดินให้เกิดการรวมตัวเป็นเม็ดดินและส่งเสริมการเกิดโครงสร้างดินที่แข็งแรง นอกจากนี้ ยังช่วยส่งเสริมการเก็บกักน้ำของดินอีกด้วย (Bedini et

Ref. code: 25595709032535QGE

al., 2009; Tisdall et al., 1997) ยกตัวอย่าง งานวิจัยของ Bethlenfalvay et al. (1999) ซึ่งได้แสดงให้ถึงความสัมพันธ์ของการเกิดเม็ดดินและเส้นใยนอกรากพืชของเชื้อรา อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา โดยพบว่า การเกิดเม็ดดินเพิ่มขึ้นตามความหนาแน่นของเส้นใยนอกรากพืชของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่เพิ่มขึ้นในดิน นอกจากนี้ เส้นใยนอกรากพืชของเชื้อรา อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ยังสามารถผลิต glycoprotein ที่เรียกว่า glomalin ที่ทำหน้าที่เสมือนกาวที่เชื่อมเส้นใยรากับอนุภาคดินให้ติดกันอย่างหนาแน่น ซึ่งจากรายงานการวิจัยของ Wright and Upadhyaya (1996) พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของ glomalin ในดินกับเส้นใยเชื้อรานอกรากพืชของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาและความแข็งแรงคงทนของเม็ดดิน จึงเห็นได้ว่า เชื้อรา อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีอิทธิพลต่อการเกิดเม็ดดินทั้งในระดับ macroaggregates และ microaggregate ซึ่งทำให้เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีบทบาทสำคัญต่อการป้องกันการกร่อนของดินได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตาม บทบาทของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในการอนุรักษ์ดินอาจลดลงได้ หากใช้วิธีการเขตกรรมสมัยใหม่ เช่น การปลูกพืชเชิงเดี่ยว การไถพรวน และการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราสูง ซึ่งมักมีผลทำให้ความหลากหลายของประชากรเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินลดลง และทำให้โครงข่ายของเส้นใยนอกรากพืชถูกทำลาย (Oehl et al., 2005) ซึ่งประโยชน์ของเชื้อรา อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่างๆ นี้ มีผลทำให้พืชมีการเจริญเติบโตดีกว่าพืชที่ไม่มีเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซาเข้าอยู่อาศัยในรากทั้งยังมีผลต่อสภาพแวดล้อมที่ดีขึ้นอีกด้วย

2.4 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินต่อเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

ปัจจัยที่สำคัญสำหรับการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอีกหนึ่งอย่างนอกจากระดับของฟอสฟอรัสในดินก็คือ ระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน ซึ่งจากศึกษาพบว่าความสามารถในการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราแต่ละชนิดมีระดับที่แตกต่างกันไปตามสภาพความเป็นกรด-ด่างของดิน โดยพบว่า เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสามารถเข้าอาศัยในรากพืชที่มีสภาพความเป็นกรด-ด่างของดินสูงถึง 9.2 หรือในดินเหมืองบิทูมินัสที่มีความเป็นกรด-ด่างของดินเพียง 2.7 เท่านั้น (Green, 1976) Wang et al. (1993) ศึกษาผลของความเป็นกรด-ด่างของดินต่อการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในข้าวโอ๊ตและมะเขือเทศ พบว่า เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีสปอร์ขนาดใหญ่ตั้งแต่ 50 ไมครอนขึ้นไปคือ *Glomus caledonium*, *Glomus albidum*, *Glomus etunicatum*, *Glomus macrocarpum*, *Glomus fasciculatum*, *Glomus* sp. (hyaline, reticulate), *Glomus* sp. (multiple-walled), *Scutellospora calospora* และ *Acualospora* spp. มีการเข้าอยู่อาศัยส่วนรากข้าวโอ๊ตและมะเขือเทศในดินที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง

Ref. code: 25595709032535QGE

ของดินที่ 5.5-7.5 ส่วนเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีสปอร์ขนาดเล็กกว่า 50 ไมครอน คือ *Glomus tenue* จะพบการเข้าอยู่อาศัยในรากข้าวโอ๊ตและมะเขือเทศน้อยเมื่อปลูกในดินที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดินที่ 5.5 และ 6.5 และไม่พบการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากพืชทั้งสองชนิดนี้เมื่อดินมีค่าความเป็นกรด-ด่างของดินที่ 7.5 Green et al. (1976) พบว่าเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีแนวโน้มเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยในรากพืชได้ดีในดินที่มีสภาพความเป็นกรด-ด่างของดินปานกลางถึงกรด แต่จากการศึกษาของ El-Kherbawy et al. (1989) ที่ทดลองปลูกถั่ว Alfalfa ร่วมกับการใช้เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในสภาพแวดล้อมที่มีความเป็นพิษจากโลหะหนัก พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของดินที่ 6.0 และ 6.7 เชื้อราสามารถเข้าอยู่อาศัยในรากพืชได้ดี ทั้งยังช่วยลดความเป็นพิษของโลหะในดินและลดการดูดโลหะลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับทรีทเมนต์ที่ไม่มีการใช้เชื้อรา เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Sandra and Minna-Maarit (2010) ที่พบว่าเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพดินที่มีความเป็นกรดอ่อน ทั้งยังช่วยลดความเป็นพิษจากสภาพดินกรดให้กับพืชได้อีกด้วย ซึ่งชี้ให้เห็นว่าสภาพความเป็นกรด-ด่างของดินมีความจำเพาะต่อการเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิด และความสามารถในการทำงานของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในแต่ละสายพันธุ์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Abbott and Robson (1985) พบว่าเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสายพันธุ์ *Glomus fasciculatum* สามารถเข้าอยู่อาศัยในรากพืชได้ดีในช่วงความเป็นกรด-ด่างของดินที่ 5.3-7.5 ส่วนสายพันธุ์ *Glomus* sp. (WUM 16) จะไม่สามารถเข้าอยู่อาศัยในรากพืชได้ที่ความเป็นกรด-ด่างของดินที่ต่ำกว่า 5.3

จะเห็นได้ว่าความเป็นกรด-ด่างของดินมีผลอย่างมากต่อการควบคุมธาตุอาหารในดิน ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชและเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่งที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาซึ่งมีความจำเพาะอย่างยิ่งต่อสภาพความเป็นกรด-ด่างของดินโดยคาดว่าสภาพความเป็นกรดอ่อนของดินจะเป็นสภาพที่มีความเหมาะสมและทำให้ความสามารถในการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราดียิ่งขึ้น

Ref. code: 25595709032535QGE

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

3.1 การทดลองที่ 1 การสำรวจเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในพื้นที่ปลูกยางพาราพันธุ์ RRIT 251

3.1.1 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ปลูกยางพาราพันธุ์ RRIT 251 จำนวน 4 พื้นที่ ได้แก่ (1) แปลงปลูกยางพาราจังหวัดศรีสะเกษ (หมู่ 10 บ้านภูดินพัฒนา ตำบลบักดอง อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ) (2) แปลงปลูกยางพาราจังหวัดนครราชสีมา (ตำบลเมืองปัก อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา) (3) แปลงปลูกยางพาราจังหวัดหนองคาย (ศูนย์วิจัยยางพาราจังหวัดหนองคาย) และ (4) แปลงปลูกยางพาราจังหวัดฉะเชิงเทรา (ศูนย์วิจัยยางพาราจังหวัดฉะเชิงเทรา)

3.1.2 การเก็บตัวอย่างดินและเตรียมตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างดินรอบเขตรากของยางพารา แบบ disturbed samples ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร แล้วรวบรวมตัวอย่างดินทั้งหมดใส่ในถุงพลาสติก ปิดปากถุง ติดฉลาก พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลการดูแลรักษา และข้อมูลสภาพแวดล้อม จากนั้นนำตัวอย่างดินที่ได้มาผึ่งให้แห้งในที่ร่ม

3.1.3 ลักษณะของสปอร์เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีประสิทธิภาพดีต่อยางพารา

เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีประสิทธิภาพดีต่อยางพาราตามการศึกษาของกรมวิชาการเกษตร คือ เชื้อรา *Acaulospora* sp. และ *Glomus* sp. ซึ่งจากการศึกษาลักษณะทาง spore morphology พบลักษณะของสปอร์ ดังแสดงในตารางที่ 1

3.1.4 การเก็บบันทึกผลการทดลอง

3.1.4.1 การประเมินจำนวนเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดิน

นำตัวอย่างดินที่แบ่งไว้ในส่วนที่หนึ่ง มาแยกสปอร์ออกจากดินตามวิธี wet sieving and sucrose centrifugation (Daniels and Skipper, 1982) โดยนำตัวอย่างดิน 20 กรัม ใส่ลงในขวดพลาสติกขนาด 120 มิลลิลิตร พร้อมกับเติมน้ำปริมาณ 30 มิลลิเมตร ปิดฝาและเขย่าเพื่อทำลายโครงสร้างของดิน จากนั้นนำมาผ่านตะแกรงขนาด 250, 100 และ 50 ไมครอน ซึ่งวางซ้อนกันอยู่ แล้วใช้ขวดฉีดน้ำ ฉีดไล่สปอร์ให้ลอยขึ้นข้างตะแกรงแล้วจึงเทใส่ในหลอดทดลอง นำของเหลวพร้อมหลอดทดลองที่ได้ไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 2,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 5 นาที จากนั้น

Ref. code: 25595709032535QGE

เทสารละลายใสด้านบนทิ้งและเติมสารละลาย sucrose 50 เปอร์เซ็นต์ 30 มิลลิลิตร ต่อมานำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 2,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นนำของเหลวที่ได้ใส่ลงใน suction funnel ที่มีกระดาษกรองวางอยู่ เพื่อแยกของเหลวกับสปอร์ออกจากกัน นำกระดาษกรองที่มีสปอร์ติดอยู่มาตรวจหาสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิด dissecting microscope เพื่อประเมินจำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีประสิทธิภาพต่อยางพารา และประเมินจำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทั้งหมดในดิน

ตารางที่ 1 ลักษณะของสปอร์เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีประสิทธิภาพดีต่อยางพารา

คำอธิบายลักษณะสปอร์	รูปภาพสปอร์
Acaulospora sp. เป็นสปอร์กลม สีเหลืองเข้ม มีผนังสปอร์ 1 ชั้น	
Glomus sp. เป็นสปอร์กลม สีน้ำตาล มีเส้นใยติดกับสปอร์ มีผนังสปอร์ 1-2 ชั้น	

3.1.4.2 การวิเคราะห์สมบัติของดิน

(1) การวิเคราะห์เนื้อดิน ใช้วิธีการ Hydrometer method โดยตัวอย่างดินมากำจัดอินทรียวัตถุ ด้วย ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ร่อนดินในน้ำผ่านตะแกรง 2 มิลลิเมตร ล้างดินด้วยน้ำ ทำให้ดินแห้ง ชั่งตัวอย่างดินที่ได้ แล้วนำไปทำเป็นสารแขวนลอยในน้ำด้วยการใส่สารส่งเสริมการกระจายของอนุภาคดิน (dispersion agent) เช่น สารละลายแคลกอน (calgon solution) 5 เปอร์เซ็นต์ ปั่นสารแขวนลอยด้วยเครื่องปั่น ถ่ายของผสมลงในกระบอกตวงแบบตกตะกอน (sedimentation cylinder) ให้หมดแล้วหย่อนไฮโดรมิเตอร์ ลงไปโดยตั้งเวลาอ่านที่ 40 วินาที และ 2 ชั่วโมง อ่านอุณหภูมิ ค่าที่อ่านได้ที่ 40 วินาที เป็นปริมาณของกลุ่ม ทรายแป้ง และ ดินเหนียว และ แคลกอน รวมกัน ส่วน 2 ชั่วโมง เป็นปริมาณของกลุ่มขนาดของดินเหนียวและแคลกอน โดย B40 = b1+0.20 (tb1-68) เมื่อ B40 คือ ค่า blank ที่แก้อุณหภูมิแล้ว ที่เวลา 40 วินาที B2 = b2+0.20 (tb2-68) เมื่อ B2 คือ ค่า blank ที่แก้อุณหภูมิแล้ว ที่เวลา 2 ชั่วโมง R40 = R1+0.20 (t1-68) เมื่อ R40 คือ ค่าที่แก้อุณหภูมิแล้วจากตัวอย่างดินที่เวลา 40 วินาที R2 = R2+0.20 (t2-68)

Ref. code: 25595709032535QGE

เมื่อ R2 คือ ค่าที่แก้อุณหภูมิแล้วจากตัวอย่างดินที่เวลา 2 ชั่วโมง นำเอาผลการทดลองไปหาเปอร์เซ็นต์ของ ทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว โดยใช้สูตรการคำนวณ แล้วนำข้อมูลไปหาประเภทของเนื้อดินโดยอาศัยไดอะแกรมสามเหลี่ยม

ทราย (เปอร์เซ็นต์) = 100-(R40-B40)

ทรายแป้ง (เปอร์เซ็นต์) = (R40-B40) - (R2-B2)

ดินเหนียว (เปอร์เซ็นต์) = (R2 - B2)

(2) การวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่างของดิน ด้วยวิธี Electrometric method โดยชั่งตัวอย่างดินขนาด 2 มิลลิเมตร จำนวน 10 กรัม ใส่ลงใน Beaker ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นลงไป 10 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนให้เข้ากันประมาณ 30 นาที จากนั้นทำการวัด pH ด้วย pH meter

(3) การวิเคราะห์อินทรียวัตถุในดิน โดยใช้วิธีของ Walkley and Black (1934) ชั่งตัวอย่างดินที่บดอย่างละเอียด ขนาด 0.5 มิลลิเมตร น้ำหนัก 0.5 กรัม ใส่ตัวอย่างดินลงใน Erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำยา 1N dichromate ไป 5 มิลลิลิตร จากนั้นเติมกรดซัลฟิวริค อย่างเข้มข้นลงไป 10 มิลลิลิตร โดยเร็ว แกว่ง flask ไปรอบๆ เบาๆ เพื่อให้น้ำยากับดินเข้ากันประมาณ 1-2 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ให้ทำปฏิกิริยากันเป็นเวลา 30 นาที เมื่อครบเวลาเติมน้ำกลั่นลงไป 15 มิลลิลิตร และหยด indicator ลงไป 3 หยด ไตเตรท soil suspension ด้วยน้ำยา ferrous sulfate จนกระทั่งถึงจุด end point คือ จุดที่สีของ suspension เริ่มเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นน้ำตาลปนแดง จดบันทึกปริมาณของน้ำยา ferrous sulfate เพื่อนำมาคำนวณปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินในดิน สูตรการคำนวณ ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์อินทรียคาร์บอน (Organic carbon, O.C.)} = \frac{10 \times (B-S) \times 100 \times 100 \times 3 \times N}{B \times 77 \times 1000 \times W}$$

เปอร์เซ็นต์อินทรียคาร์บอน (Organic matter, O.M.) = % O.C. x 1.724

เมื่อ B = ปริมาณ FAS ที่ใช้ในการไตเตรท Blank (มิลลิลิตร)

S = ปริมาณ FAS ที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

W = น้ำหนักดินที่ใช้ (กรัม)

N = ความเข้มข้นของ $K_2Cr_2O_7$ (หน่วย normality)

(4) การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน โดยใช้น้ำยาสกัด Bray II ซึ่งเริ่มจากการชั่งดินตัวอย่าง ที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร ไว้แล้ว จำนวน

Ref. code: 25595709032535QGE

2.5 กรัม ใส่ลงในขวดพลาสติก เติมน้ำยาสกัด Bray II ลงไป 25 มิลลิลิตร ปิดผาแล้วนำไปใส่เครื่องเขย่าที่ความเร็ว 250 รอบ/นาที เป็นเวลา 1 นาที เอาสารละลายดินที่ได้มากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 เก็บ aliquot ไว้ในขวดพลาสติกที่สะอาดขนาด 120 มิลลิลิตร จากนั้นนำ aliquot ของดินตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร ใส่ลงใน volumetric flask ที่มีความจุ 25 มิลลิลิตร เติม reagent B ลงไป 4 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 25 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที แล้วอ่านค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความความยาวคลื่น 882 นาโนเมตร แล้วนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหา Available P (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) โดยเทียบกับกราฟมาตรฐาน (standard curve) โดยการทำ standard curve ได้จากการเตรียมน้ำยามาตรฐาน phosphate ให้มีความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมฟอสฟอรัส/ลิตร โดยใช้ standard phosphate 50 มิลลิลิตร ฟอสฟอรัส/ลิตร มาเจือจางลง 10 เท่า จากนั้นดูดมา 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิลิตร ใส่ลงใน volumetric flask ขนาด 25 มิลลิลิตร แล้วเติม reagent B ลงไป 4 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 25 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน วางทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที เริ่มอ่านค่า absorbance ด้วย spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 882 นาโนเมตร และนำมา Plot กราฟระหว่างค่า absorbance กับความเข้มข้นของ phosphorus ซึ่งจะออกมาเป็น standard curve ที่จะนำมาใช้ในการประเมินปริมาณฟอสฟอรัสในตัวอย่าง

สูตรการคำนวณ ดังนี้

$$\text{ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)} = \frac{B \times DF\,(sample) \times X}{A \times DF(standard)}$$

เมื่อ A = น้ำหนักของตัวอย่างดิน (กรัม)

B = น้ำยาสกัด (มิลลิลิตร)

X = ค่าที่อ่านได้เมื่อวัดค่าเทียบกับ standard set

DF = อัตราส่วนการเจือจาง (dilution factor)

(5) การวิเคราะห์โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ โดยใช้เครื่อง Flame Photometer โดยเริ่มจากการเตรียม Stock Standard Solution (โพแทสเซียม 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร) โดยชั่งโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง 1.9067 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร เติมกรดไนตริกเข้มข้นลงไป 12 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น เก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้เป็น Standard Solution 100 ppm K จากนั้นจึงปรับเป็น Working Standard Solution ประกอบด้วยโพแทสเซียมความเข้มข้น 0, 2, 4, 6 และ 8 ppm ที่มีปริมาตรรวม 100 มิลลิลิตร จากนั้นจึงทำการ

Ref. code: 25595709032535QGE

วัดตั้งค่า Standard โดยใช้เครื่อง Flame Photometer แล้วทำเป็นกราฟมาตรฐาน (standard curve) ต่อมาจึงวัดค่าความเข้มข้นโพแทสเซียมของตัวอย่าง ชั่งดิน 2.5 กรัม ใส่ในขวดชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 50 มิลลิลิตร เติม 1 สารละลายแอมโมเนียมอะซิเตรตที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 7.0 ปริมาตร 25 มิลลิลิตร นำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่า 200 รอบต่อยาที เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นกรองดิน และเก็บสารละลายที่กรองได้ นำสารละลายที่กรองได้เจือจางสารละลายตัวอย่างดินด้วยน้ำกลั่นอัตราส่วน 1:10 วัดค่าความเข้มข้นของสารละลายโดยใช้เครื่อง Flame Photometer และเปรียบเทียบกับกราฟ แทนค่าในสมการที่ได้จากกราฟมาตรฐาน
สูตรการคำนวณ ดังนี้

โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน (mg kg-1) = 10 K x df

K = ค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ, mg kg-1

df = dilution factor

3.2 การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินต่อประสิทธิภาพเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในยางพาราพันธุ์ RRIT 251

3.2.1 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 2x5 factorial in completely randomized design จำนวน 3 ซ้ำโดยมีปัจจัยศึกษา 2 ปัจจัย ได้แก่

ปัจจัยที่ 1 เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ได้แก่ การไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (NM) และการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (AM)

ปัจจัยที่ 2 ระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) ได้แก่ 5.0, 6.0, 6.5, 7.0 และ 8.0 ดังนั้น จึงมีจำนวนทรีทเมนต์ทั้งหมด 10 ทรีทเมนต์ ได้แก่ (1) NM pH 5.0 (2) NM pH 6.0 (3) NM pH 6.5 (4) NM pH 7.0 (5) NM pH 8.0 (6) AM pH 5.0 (7) AM pH 6.0 (8) AM pH 6.5 (9) AM pH 7.0 และ (10) AM pH 8.0

Ref. code: 25595709032535QGE

3.2.2 การเตรียมหน่วยทดลอง

3.2.2.1 การเก็บตัวอย่างดิน โดยเก็บตัวอย่างดินชุดดินปากช่อง ซึ่งมีสมบัติดินดังที่แสดงในตารางที่ 2 จากสถานีวิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ (ไร่สุวรรณ) จังหวัดนครราชสีมา ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร นำตัวอย่างดินมาผึ่งให้แห้งในที่ร่ม แยกเศษพืชออก อบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง สลับกับทิ้งให้เย็น 8 ชั่วโมง จำนวน 2 รอบเพื่อทำลายสปอร์เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาตามธรรมชาติ จากนั้นนำมาปรับความเป็นกรด-ด่างของดิน โดยวิเคราะห์ความต้องการปูนของดิน (lime requirement) ตามวิธีการ woodruff Buffer solution พบว่า ชุดดินปากช่อง ถ้าปรับระดับความกรด-ด่างของดินเป็น 5.0, 6.0, 6.5, 7.0 และ 8.0 ต้องใช้แคลเซียมคาร์บอเนตอัตรา 234, 258, 936, 1,075 และ 2,574 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

ตารางที่ 2 สมบัติของชุดดินปากช่อง

สมบัติดิน	ผลวิเคราะห์
เนื้อดิน [1]	ดินเหนียว
สัดส่วนอนุภาคดินเหนียว (เปอร์เซ็นต์)	71
สัดส่วนอนุภาคทรายแป้ง (เปอร์เซ็นต์)	13
สัดส่วนอนุภาคทราย (เปอร์เซ็นต์)	16
ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน [2]	4.37
ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน [3] (เปอร์เซ็นต์)	1.95
ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดิน [4] (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	228.33
ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ [5] (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	18
ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ [6] (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	42
ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ [6] (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	1,423
ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ [6] (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	140
ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก [7] (เซนติโมล/กิโลกรัม)	20.13

[1] pipette method [2] 1:1, Soil:H_2O [3] Walkley and Black method [4] Vanadate-Molybdate method [5] Bray II, Ascorbic method [6] KH_4OAc, pH 7.0 [7] 1M NH_4OAc pH 7.0 method

3.2.2.2 การเตรียมกระถาง ใช้กระถางพลาสติกสีน้ำตาล ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางปากกระถาง 20 นิ้ว พร้อมจานรองกระถางเช็ดทำความสะอาดกระถางด้วยสำลีชุบ 10

Ref. code: 25595709032535QGE

เปอร์เซ็นต์ Clorox

3.2.2.3 การเตรียมเมล็ดพันธุ์ยางพารา เมล็ดยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ซึ่งได้มาจากสถานีวิจัยยางพารา จังหวัดฉะเชิงเทรา นำมาเพาะให้เกิดรากก่อนทำการปลูก ด้วยการแช่เมล็ดยางพาราในน้ำสะอาดแล้ววางลงในขุยมะพร้าวดูแลรดน้ำเป็นเวลา 2 สัปดาห์ จากนั้นย้ายกล้ายางพาราปลูกลงในถุงเพาะชำจนกระทั่งกล้ายางพาราเริ่มแตกฉัตรที่ 2 ที่อายุประมาณ 2 เดือน จึงย้ายปลูกลงกระถาง

3.2.2.4 ปุ๋ยชีวภาพเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ใช้เชื้อของกรมวิชาการการเกษตรที่มี *Acoulospora* sp. และ *Glomus* sp. มีจำนวนสปอร์ 25 สปอร์ต่อปุ๋ยชีวภาพ 1 กรัม

3.2.3 การจัดหน่วยทดลองและการปฏิบัติดูแลหน่วยทดลอง

บรรจุดินที่อบฆ่าเชื้อและปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินแล้วลงในกระถาง 30กระถาง ตามแผนการทดลอง กระถางละ 20 กิโลกรัม ใส่ Soil inoculums 500 กรัม ตามแผนการทดลองทั้งหมด 15 กระถาง ย้ายกล้ายางพาราปลูก 1 ต้นต่อกระถาง ในโรงเรือนพลาสติก โดยใช้จนอายุกล้ายางพาราได้ 12 เดือน ทำการใส่ปุ๋ยเมื่ออายุกล้ายางยาพารา 4 เดือนและ 6 เดือน ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปยูเรีย ในอัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง ปุ๋ยโพแทสเซียมในรูป KCl ในอัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ ปุ๋ยแคลเซียมในรูป CaCl ในอัตรา 10 กิโลกรัม/ไร่ และปุ๋ยแมกนีเซียมในรูป $MgSO_4$ ในอัตรา 10 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ให้น้ำ กำจัดแมลง-วัชพืชโดยวิธีกล

3.2.4 การเก็บบันทึกผลการทดลอง

3.2.4.1 ความสูงและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง วัดความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเมื่อยางพารามีอายุ 4, 8 และ 12 เดือนหลังปลูก โดยวัดความสูงจากโคนลำต้นบริเวณเหนือรากจนถึงใบที่กางออกเต็มที่ใบสุดท้าย วัดเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณโคนลำต้นยางพาราเหนือรากยางพาราขึ้นมา 10 เซนติเมตร

3.2.4.2 น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินและน้ำหนักแห้งราก เมื่อยางพาราอายุ 12 เดือน ตัดส่วนเหนือดิน ล้างทำความสะอาดส่วนของรากทั้งหมด ใส่ลงในถุงกระดาษสำหรับอบตัวอย่างพืช นำเข้า Hot air oven ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักแห้งคงที่ หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักส่วนเหนือดินและส่วนของราก

3.2.4.3 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในส่วนเหนือดินและราก เมื่อตัวอย่างพืชแห้งดีแล้ว นำไปบดให้ละเอียด ร่อนตัวอย่างผ่านตะแกรง 0.2 มิลลิเมตร จากนั้นทำการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในพืชโดยวิธี colorimetry (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2542) ดังนี้

การย่อยตัวอย่างพืช ชั่งตัวอย่างพืช 1.0 กรัม ใส่ลงใน Kjeldahl tube แล้วเติม digestion mixture 5 มิลลิลิตร (เตรียม Blank ควบคู่ไปด้วย) จากนั้นนำ Kjeldahl tube ใส่ลงใน Block digestion ภายในตู้ดูดควัน (Fume hood โดยตั้งอุณหภูมิเริ่มต้นที่ 150 องศาเซลเซียส แล้ว

Ref. code: 25595709032535QGE

จึงปรับเพิ่มเรื่อยๆ คราวละ 50 องศาเซลเซียส จนถึงเป็น 350 องศาเซลเซียส ภายใน 2 ชั่วโมง เมื่อได้สารละลายใส และวางทิ้งไว้จนเย็นตัวลงแล้ว จึงปรับปริมาตรด้วยน้ำกรองเป็น 50 มิลลิลิตร เขย่าให้สารละลายในหลอดและน้ำกรองรวมเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 5 เก็บ Aliquot ที่ได้นี้ในขวดพลาสติก การทำสีตัวอย่างโดยการ ปิเปต aliquot 3 มิลลิเมตร ใส่ในหลอดทดลองขนาด 25 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 3 มิลลิลิตร เติม 5 เปอร์เซ็นต์ Ammonium molybdate 1 มิลลิลิตร และ 0.25 เปอร์เซ็นต์ Ammomiun vanadate 1 มิลลิลิตร จากนั้นเขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ประมาณ 20 นาที เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาโดยสมบูรณ์ แล้วจึงนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วย Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 440 นาโนเมตร ทำการบันทึกค่าการดูดกลืน (Absorbance) ของแต่ละตัวอย่าง

การเตรียมสารละลายมาตรฐาน เตรียม standard phosphate 7 series ดังนี้ 0 2.5, 5.0, 7.5, 10.0, 12.5 และ 15.0 ppm โดยเตรียมได้จากการปิเปต 50 ppm standard P ปริมาตร 0, 0.4, 0.8, 1.2, 1.6, 2.0 และ 2.4 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองขนาด 25 มิลลิลิตร ตามลำดับ หลังจากนั้นเติมน้ำกลั่น 3.0, 2.6, 2.2, 1.8, 1.4, 1.0 และ 0.6 มิลลิลิตร ลงในแต่ละ series เพื่อปรับปริมาตรให้ครบ 3 มิลลิลิตร แล้วเติม blank อีก 3 มิลลิลิตร จากนั้น เติม 5 เปอร์เซ็นต์ Ammonium molybdate 1 มิลลิลิตร และ 0.25 เปอร์เซ็นต์ Ammomiun vanadate 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ประมาณ 20 นาที เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาโดยสมบูรณ์ แล้วจึงนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วย Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 440 นาโนเมตร ทำการบันทึกค่า Absorbance ของแต่ละ series เพื่อนำข้อมูลนี้ไป plot graph เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกับตัวอย่างต่อไป

การคำนวณ ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส (P ppm) ในตัวอย่างได้มาจากการนำค่า absorbance ของตัวอย่างมาเปรียบเทียบกับกราฟฟอสฟอรัสมาตรฐาน เมื่อทราบค่า P ppm ของตัวอย่างแล้วนำมาคูณกับน้ำหนักแห้ง จะได้ค่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัสทั้งหมด (P content มิลลิกรัม/กิโลกรัม)

3.2.4.4 ประเมินการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในราก

โดยนำตัวอย่างรากมาย้อมสีรากตามวิธีการของ Philips and Hayman (1970) โดยนำตัวอย่างรากของยางพาราประมาณ 2-5 กรัม มาล้างให้สะอาด ใส่ขวดแก้วที่มีฝาปิดสนิท ย้อมสีราก โดยเติมสารละลาย 10 เปอร์เซ็นต์ KOH ให้ท่วมราก แช่จนกระทั่งรากใส จึงเทสารละลายทิ้งจนหมด จากนั้นล้างรากด้วยน้ำให้สะอาด 2-3 ครั้ง เติม Alkaline H_2O_2 solution ให้ท่วมรากทั้งหมด นาน 60 นาที จากนั้นเทสารละลายดังกล่าวทิ้งจนหมด แล้วล้างรากด้วยน้ำให้สะอาด 2-3 ครั้ง แช่รากด้วย HCl solution นาน 15 นาที จากนั้นเท HCl solution ทิ้งแล้วเติม Trypan blue solution (C. I. 23850, Ajex Finechem) ประมาณ 8 ชั่วโมง หรือจนกว่าจะติดสี จึงเท Trypan blue solution ออก แล้วเก็บรากที่ย้อมสีแล้วไว้ใน Lactic acid solutionนำรากที่ย้อมสีแล้วมาประเมินการเข้าอยู่อาศัยในราก

Ref. code: 25595709032535QGE

ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (AM colonization) ตามวิธีของ McGonigle et al. (1990) และคำนวณเปอร์เซ็นต์การอยู่อาศัยของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในราก ตามวิธีการของ Trouvelet et al. (1985) ดังนี้

เปอร์เซ็นต์ AM colonization = [(95 x n5) + (70 x n4) + (30 x n3) + (5 x n2) + (1 x n1)]/N

เปอร์เซ็นต์ AM colonization = เปอร์เซ็นต์การเข้าสู่รากของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

n5 = จำนวนรากที่มีการเข้าอยู่อาศัยในรากมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์

n4 = จำนวนรากที่มีการเข้าอยู่อาศัยในราก 51-90 เปอร์เซ็นต์

n3 = จำนวนรากที่มีการเข้าอยู่อาศัยในราก 11- 50 เปอร์เซ็นต์

n2 = จำนวนรากที่มีการเข้าอยู่อาศัยในรากน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์

n1 = จำนวนรากที่ไม่มีการเข้าอยู่อาศัยในราก

N = จำนวนรากทั้งหมดที่ใช้ในการประเมินการเข้าอยู่อาศัยในราก

3.2.4.5 ประเมินจำนวนและชนิดของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา โดยทำการเก็บตัวอย่างดิน จากทรีทเมนต์ที่มีการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในช่วงอายุของยางพาราที่ 4, 8 และ 12 เดือน นำดินมาแยกสปอร์ออกจากดินตามวิธี wet sieving and sucrose centrifugation (Daniels and Skipper, 1982) ใช้ตัวอย่างดิน 20 กรัม ใส่ลงในขวดพลาสติกขนาด 120 มิลลิลิตร พร้อมกับเติมน้ำปริมาณ 30 มิลลิลิตร ปิดฝาและเขย่าเพื่อทำลายโครงสร้างของดิน จากนั้นนำมาผ่านตะแกรงขนาด 250, 100 และ 50 ไมครอน ซึ่งวางซ้อนกันอยู่ แล้วใช้ขวดฉีดน้ำ ฉีดไล่สปอร์ให้ลอยขึ้นข้างตะแกรงแล้วจึงเทใส่ในหลอดทดลอง นำของเหลวพร้อมหลอดทดลองที่ได้ไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 2,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นเทสารละลายใสด้านบนทิ้งและเติมสารละลาย 50 เปอร์เซ็นต์ sucrose 30 มิลลิลิตร ต่อมานำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 2,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นนำของเหลวที่ได้ใส่ลงใน suction funnel ที่มีกระดาษกรองวางอยู่ เพื่อแยกของเหลวกับสปอร์ออกจากกัน นำกระดาษกรองที่มีสปอร์ติดอยู่มาตรวจหาสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิด dissecting microscope เพื่อประเมินจำนวนประชากรของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทั้งหมด

3.2.5 การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละตำรับการทดลองด้วยวิธี Duncan’s multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

Ref. code: 25595709032535QGE

3.2.6 สถานที่ทำการทดลอง

โรงเรือนปลูกพืชทดลองและห้องปฏิบัติการทางปฐพีวิทยา ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต จังหวัดปทุมธานี

3.2.7 ระยะเวลาทดลอง

เริ่มทำการทดลองในเดือน สิงหาคม 2557 และสิ้นสุดในเดือน มีนาคม 2559 รวมระยะเวลา 1 ปี 8 เดือน

Ref. code: 25595709032535QGE

บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 ผลการวิจัย

4.1.1 การทดลองที่ 1 การสำรวจเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินบริเวณรากยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ภายใต้ความเป็นกรด-ด่างของดินที่แตกต่างกัน

4.1.1.1 ประวัติการใช้ที่ดินในพื้นที่สำรวจ

การสำรวจพื้นที่ปลูกยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ใน 4 พื้นที่ ได้แก่

พื้นที่ศึกษา 1 แปลงเกษตรกร จังหวัดศรีสะเกษ มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 3.9 ประวัติการใช้พื้นที่มีการปลูกยางพาราพันธุ์ RRIT 251 เป็นเวลา 20 ปี อุณหภูมิเฉลี่ย 29.9 องศาเซลเซียส ต่อปี ปริมาณน้ำฝนรวมปี 2558 มีปริมาตร 1,341.1 มิลลิเมตร

พื้นที่ศึกษา 2 ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จังหวัดนครราชสีมา มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 4.6 ประวัติการใช้พื้นที่มีการปลูกยางพาราพันธุ์ RRIT 251 เป็นเวลา 5 ปี อุณหภูมิเฉลี่ย 30.3 องศาเซลเซียส ต่อปี ปริมาณน้ำฝนรวมปี 2558 มีปริมาตร 1,171.1 มิลลิเมตร

พื้นที่ศึกษา 3 ศูนย์วิจัยยางพารา จังหวัดหนองคาย มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 4.7 ประวัติการใช้พื้นที่มีการปลูกยางพาราพันธุ์ RRIT 251 เป็นเวลา 3 ปี อุณหภูมิเฉลี่ย 25.6 องศาเซลเซียส ต่อปี ปริมาณน้ำฝนรวมปี 2558 มีปริมาตร 1,967.4 มิลลิเมตร

พื้นที่ศึกษา 4 ศูนย์วิจัยยางพารา จังหวัดฉะเชิงเทรา มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 4.9 ประวัติการใช้พื้นที่มีการปลูกยางพาราพันธุ์ RRIT 251 เป็นเวลา 5 ปี อุณหภูมิเฉลี่ย 28.8 องศาเซลเซียส ต่อปี ปริมาณน้ำฝนรวมปี 2558 มีปริมาตร 1,372.8 มิลลิเมตร

4.1.1.2 สมบัติของดินในพื้นที่สำรวจ

การศึกษาตัวอย่างของดินที่ได้จากการสำรวจพื้นที่ปลูกยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ทั้งหมด 4 พื้นที่ ทำการวิเคราะห์สมบัติของดิน ได้แก่ เนื้อดิน ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ พบว่า

พื้นที่ศึกษา 1 แปลงเกษตรกร จังหวัดศรีสะเกษ มีลักษณะเนื้อดินเป็นแบบดินทรายแป้ง (Silt) จัดอยู่ในกลุ่มดินเนื้อปานกลาง มีระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน คือ กรดรุนแรงมาก ปริมาณอินทรีวัตถุอยู่ในระดับปานกลาง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำ และปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำ (ตารางที่ 3)

Ref. code: 25595709032535QGE

พื้นที่ศึกษา 2 ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จังหวัดนครราชสีมา มีลักษณะเนื้อดินเป็นแบบดินทราย จัดอยู่ในกลุ่มดินเนื้อหยาบ มีระดับความเป็นกรด-ด่างของดินคือ กรดจัดมาก ปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับต่ำ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำ ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำ (ตารางที่ 2)

พื้นที่ศึกษา 3 ศูนย์วิจัยยางพารา จังหวัดหนองคาย มีลักษณะเนื้อดินเป็นแบบดินดินเหนียวปนทราย จัดอยู่ในกลุ่มดินเนื้อละเอียด มีระดับความเป็นกรด-ด่างของดินคือ กรดจัดมาก ปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับปานกลาง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำและปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับสูง (ตารางที่ 3)

พื้นที่ศึกษา 4 ศูนย์วิจัยยางพารา จังหวัดฉะเชิงเทรา มีลักษณะเนื้อดินเป็นแบบดินเหนียวปนทรายร่วน จัดอยู่ในกลุ่มดินเนื้อละเอียด มีระดับความเป็นกรด-ด่างของดินคือ กรดจัดมาก ปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับปานกลาง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำ และปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับสูง (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 สมบัติของดินในพื้นที่สำรวจเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินบริเวณรากยางพารา พันธุ์ RRIT 251

พื้นที่ จังหวัด	**สมบัติของดิน**				
	เนื้อดิน[1]	**ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน[2]**	**ปริมาณอินทรียวัตถุ[3] (เปอร์เซ็นต์)**	**ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์[4] (มิลลิกรัม / กิโลกรัม)**	**ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้[5] (มิลลิกรัม / กิโลกรัม)**
ศรีสะเกษ	Silt	3.9	1.60	8.22	32.72
นครราชสีมา	Sand	4.6	0.42	6.58	47.76
หนองคาย	Sandy Clay	4.7	2.73	9.81	198.60
ฉะเชิงเทรา	Silt Clay	4.9	1.99	7.96	145.86

[1] Feel method, [2] Electrometric method, [3] Walkley and Black method, [4] วิเคราะห์โดยใช้น้ำยาสกัดโดยใช้น้ำยาสกัด Bray II, [5] วิเคราะห์โดยน้ำยาสกัดแอมโมเนียมอะซิเตรต

Ref. code: 25595709032535QGE

4.1.1.3 จำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในพื้นที่สำรวจ

สัดส่วนของจำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีประสิทธิภาพดีต่อยางพาราต่อจำนวนสปอร์ทั้งหมดใกล้เคียงกัน คือ ประมาณ 27-33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังพบว่า สปอร์ของเชื้อรา *Acaulospora* sp. มีจำนวนมากกว่าสปอร์ของเชื้อรา *Glomus* sp. ในทุกพื้นที่ศึกษา

จำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีประสิทธิภาพดีต่อยางพาราในพื้นที่ศึกษา 1 จังหวัดศรีสะเกษ เท่ากับ 380 สปอร์/ดิน 100 กรัม ซึ่งคิดเป็น 28 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทั้งหมดที่พบในพื้นที่ โดยพบสปอร์ของเชื้อรา *Acaulospora* sp. 360 สปอร์/ดิน 100 กรัม คิดเป็น 26.6 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทั้งหมดที่พบในพื้นที่และพบสปอร์ของ *Glomus* sp. 20 สปอร์/ดิน 100 กรัม คิดเป็น 1.4 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทั้งหมดที่พบในพื้นที่ (ตารางที่ 4)

จำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีประสิทธิภาพดีต่อยางพาราในพื้นที่ศึกษา 2 จังหวัดนครราชสีมา เท่ากับ 225 สปอร์/ดิน 100 กรัม ซึ่งคิดเป็น 35 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทั้งหมดที่พบในพื้นที่ โดยพบสปอร์ของเชื้อรา *Acaulospora* sp. 215 สปอร์/ดิน 100 กรัม คิดเป็น 33.6 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทั้งหมดที่พบในพื้นที่และพบสปอร์ของ *Glomus* sp. 10 สปอร์/ดิน 100 กรัม คิดเป็น 1.6 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทั้งหมดที่พบในพื้นที่ (ตารางที่ 4)

จำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีประสิทธิภาพดีต่อยางพาราในพื้นที่ศึกษา 3 จังหวัดหนองคาย เท่ากับ 580 สปอร์/ดิน 100 กรัม ซึ่งคิดเป็น 28.9 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทั้งหมดที่พบในพื้นที่ โดยพบสปอร์ของเชื้อรา *Acaulospora* sp. 405 สปอร์/ดิน 100 กรัม คิดเป็น 20.1 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทั้งหมดที่พบในพื้นที่และพบสปอร์ของ *Glomus* sp. 175 สปอร์/ดิน 100 กรัม คิดเป็น 8.7 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทั้งหมดที่พบในพื้นที่ (ตารางที่ 4)

จำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีประสิทธิภาพดีต่อยางพาราในพื้นที่ศึกษา 4 จังหวัดฉะเชิงเทรา เท่ากับ 355 สปอร์/ดิน 100 กรัม ซึ่งคิดเป็น 26.9 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทั้งหมดที่พบในพื้นที่ โดยพบสปอร์ของเชื้อรา *Acaulospora* sp. 230 สปอร์/ดิน 100 กรัม คิดเป็น 17.4 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนสปอร์

Ref. code: 25595709032535QGE

ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทั้งหมดที่พบในพื้นที่และพบสปอร์ของ *Glomus* sp. 125 สปอร์/ดิน 100 กรัม คิดเป็น 9.4 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทั้งหมดที่พบในพื้นที่ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 จำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีประสิทธิภาพดีต่อยางพาราในพื้นที่ปลูกยางพาราพันธุ์ RRIT 251

พื้นที่ จังหวัด	**จำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีประสิทธิภาพต่อยางพารา (สปอร์/ดิน 100 กรัม)**			**จำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซาทั้งหมด (สปอร์/ดิน 100 กรัม)**
	Acaulospora	*Glomus*	**รวม**	
ศรีสะเกษ	360	20	380	1,355
นครราชสีมา	215	10	225	640
หนองคาย	405	175	580	2,010
ฉะเชิงเทรา	230	125	355	1,320

4.1.2 การทดลองที่ 2 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของยางพาราพันธุ์ RRIT 251

4.1.2.1 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของยางพารา เมื่ออายุ 4 เดือน

ระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาไม่มีผลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นยางพาราพันธุ์ RRIT 251 เมื่ออายุ 4 เดือน โดยพบว่า เส้นผ่านศูนย์กลางลำ-ต้นของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ 0.50±0.03 เซนติเมตร ในขณะที่เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ 0.50±0.06 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ 0.51±0.09 เซนติเมตร ในขณะที่เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ 0.55±0.04 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.5 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ 0.53±0.07 เซนติเมตร ในขณะที่เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็น

Ref. code: 25595709032535QGE

กรด-ด่างของดิน 6.5 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ 0.52±0.01 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 7.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ 0.44±0.03 เซนติเมตร ในขณะที่เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 7.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ 0.58±0.04 เซนติเมตร และ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 8.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ 0.57±0.06 เซนติเมตร ในขณะที่เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 8.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ 0.56±0.05 เซนติเมตร (ตารางที่ 5)

เมื่อพิจารณาปัจจัยความเป็นกรด-ด่างของดิน พบว่า ไม่มีผลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นยางพาราพันธุ์ RRIT 251 เมื่ออายุ 4 เดือนที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0, 6.0, 6.5, 7.0 และ 8.0 มีค่าเท่ากับ 0.50±0.04, 0.53±0.07, 0.52±0.05, 0.51±0.08 และ 0.56±0.07 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

เช่นเดียวกับ ปัจจัยการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา พบว่า ไม่มีผลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นยางพาราพันธุ์ RRIT 251 เมื่ออายุ 4 เดือนโดยการไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีค่าเฉลี่ย 0.51±0.07 เซนติเมตร มากกว่าการไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีค่าเฉลี่ย 0.54±0.05 เซนติเมตร (ตารางที่ 5)

4.1.2.2 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของยางพารา เมื่ออายุ 8 เดือน

ระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นยางพาราพันธุ์ RRIT 251 เมื่ออายุ 8 เดือน โดยเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ 0.71±0.01 เซนติเมตร ในขณะที่เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ 0.81±0.10 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ 0.61±0.09 เซนติเมตร ในขณะที่เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ 0.80±0.06 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.5 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ 0.60±0.12 เซนติเมตร ในขณะที่เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.5 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ 0.69±0.03 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 7.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์

Ref. code: 25595709032535QGE

ไรซา เท่ากับ 0.56±0.05 เซนติเมตร ในขณะที่เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 7.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ 0.83±0.05 เซนติเมตร และ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 8.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ 0.75±0.16 เซนติเมตร ในขณะที่เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 8.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ 0.90±0.08 เซนติเมตร (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 5 เส้นผ่านศูนย์กลางของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ที่ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) 5.0, 6.0, 6.5, 7.0 และ 8.0 ที่ไม่ใส่และใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เมื่ออายุ 4 เดือน

ความเป็นกรด-ด่างของดิน	**เส้นผ่านศูนย์กลาง (เซนติเมตร)**		**เฉลี่ย**
	NM	AM	
pH 5.0	0.50±0.03 [1/]	0.50±0.06	**0.50±0.04**
pH 6.0	0.51±0.09	0.55±0.04	**0.53±0.07**
pH 6.5	0.53±0.07	0.52±0.01	**0.52±0.05**
pH 7.0	0.44±0.03	0.58±0.04	**0.51±0.08**
pH 8.0	0.57±0.06	0.56±0.05	**0.56±0.07**
เฉลี่ย	**0.51±0.07**	**0.54±0.05**	
P value	ความเป็นกรด-ด่างของดิน		0.363
	การใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา		0.143
	ความเป็นกรด-ด่างของดิน x การใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา		0.187
C.V (เปอร์เซ็นต์)	11.81		

[1/] ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

แต่เมื่อพิจารณาความเป็นกรด-ด่างของดิน พบว่า มีผลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นยางพาราพันธุ์ RRIT 251 เมื่ออายุ 8 เดือน (P value = 0.02) โดยค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 8.0 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดมีค่า 0.56±0.05 เซนติเมตร รองลงคือค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0, 6.0 และ 7.0 โดยมีค่าเฉลี่ย 0.76±0.09, 0.71±0.12 และ 0.69±0.15 เซนติเมตร ตามลำดับ และค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.5 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดมีค่า 0.65±0.09 เซนติเมตร (ตารางที่ 6)

Ref. code: 25595709032535QGE

เช่นเดียวกับ ปัจจัยการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา พบว่า มีผลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นยางพาราพันธุ์ RRIT 251 เมื่ออายุ 8 เดือน (P value <0.001) โดยการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีค่าเฉลี่ย 0.81±0.09 เซนติเมตร มากกว่าการไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีค่าเฉลี่ย 0.64±0.11 เซนติเมตร (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 เส้นผ่านศูนย์กลางของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ที่ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) 5.0, 6.0, 6.5, 7.0 และ 8.0 ที่ไม่ใส่และใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เมื่ออายุ 8 เดือน

ความเป็นกรด-ด่างของดิน	**เส้นผ่านศูนย์กลาง (เซนติเมตร)**		**เฉลี่ย**
	NM	AM	
pH 5.0	0.71±0.01[1/]	0.81±0.10	**0.76±0.09**[AB 2/]
pH 6.0	0.61±0.09	0.80±0.06	**0.71±0.12**[BC]
pH 6.5	0.60±0.12	0.69±0.03	**0.65±0.09**[C]
pH 7.0	0.56±0.05	0.83±0.05	**0.69±0.15**[BC]
pH 8.0	0.75±0.16	0.90±0.08	**0.82±0.14**[A]
เฉลี่ย	**0.64±0.11**[B 3/]	**0.81±0.09**[A]	
P value	ความเป็นกรด-ด่างของดิน		0.02
	การใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา		<0.001
	ความเป็นกรด-ด่างของดิน x การใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา		0.39
C.V (เปอร์เซ็นต์)	17.77		

[1/] ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[2/] ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวตั้งตามด้วยตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P < 0.05 โดยวิธี DMRT

[3/] ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวนอนตามด้วยตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P < 0.05 โดยวิธี DMRT

Ref. code: 25595709032535QGE

4.1.2.3 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของยางพารา เมื่ออายุ 12 เดือน

ระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาไม่มีผลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นยางพาราพันธุ์ RRIT 251 เมื่ออายุ 12 เดือน โดยพบว่า เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ 1.70±0.12 เซนติเมตร ในขณะที่เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ 1.90±0.04 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ 1.58±0.07 เซนติเมตร ในขณะที่เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ 1.19±0.21 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.5 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ 1.56±0.02 เซนติเมตร ในขณะที่เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.5 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ 1.65±0.32 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 7.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ 1.42±0.25 เซนติเมตร ในขณะที่เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 7.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ 1.27±0.57 เซนติเมตร และ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 8.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ 1.02±0.18 เซนติเมตร ในขณะที่เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 8.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ 1.64±.40 เซนติเมตร (ตารางที่ 7)

เมื่อพิจารณาความเป็นกรด-ด่างของดิน พบว่า มีผลต่อเส้นผ่านศูนย์-กลางของลำต้นยางพาราพันธุ์ RRIT 251 เมื่ออายุ 12 เดือน (P value = 0.029) โดยค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดมีค่า 1.80±0.14 เซนติเมตร รองลงคือค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.5, 6.0 และ 7.0 โดยมีค่าเฉลี่ย 1.61±0.21, 1.39±0.26 และ 1.35±0.40 เซนติเมตรตามลำดับ และค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 8.0 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดมีค่า 1.33±0.44 เซนติเมตร (ตารางที่ 7)

แต่ปัจจัยการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา พบว่า ไม่มีผลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นยางพาราพันธุ์ RRIT 251 เมื่ออายุ 12 เดือน โดยที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีค่าเฉลี่ย 1.45±0.28 เซนติเมตร และการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีค่าเฉลี่ย 1.53±0.41 เซนติเมตร (ตารางที่ 7)

Ref. code: 25595709032535QGE

ตารางที่ 7 เส้นผ่านศูนย์กลางของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ที่ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) 5.0, 6.0, 6.5, 7.0 และ 8.0 ที่ไม่ใส่และใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เมื่ออายุ 12 เดือน

ความเป็นกรด-ด่างของดิน	เส้นผ่านศูนย์กลาง (เซนติเมตร)		เฉลี่ย
	NM	AM	
pH 5.0	1.70±0.12 [1/]	1.90±0.04	**1.80±0.14**[A 2/]
pH 6.0	1.58±0.07	1.19±0.21	**1.39±0.26**[B]
pH 6.5	1.56±0.02	1.65±0.32	**1.61±0.21**[AB]
pH 7.0	1.42±0.25	1.27±0.57	**1.35±0.40**[B]
pH 8.0	1.02±0.18	1.64±0.40	**1.33±0.44**[B]
เฉลี่ย	**1.45±0.28**	**1.53±0.41**	
P value	ความเป็นกรด-ด่างของดิน		0.029
	การใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา		0.45
	ความเป็นกรด-ด่างของดิน x การใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา		0.45
C.V (เปอร์เซ็นต์)		22.95	

[1/] ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[2/] ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวตั้งตามด้วยตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ โดยวิธี DMRT

4.1.2.4 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อความสูงของยางพาราเมื่ออายุ 4 เดือน

ความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อความสูงของลำต้นยางพาราพันธุ์ RRIT 251 เมื่ออายุ 4 เดือน โดยพบว่า ความสูงลำต้นยางพาราของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 8.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีค่าเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 76.90±4.53 เซนติเมตร รองลงมาคือทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 7.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.5 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 8.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทรีทเมนต์ที่มีค่า

Ref. code: 25595709032535QGE

ความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.5 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาและ ทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาโดยมีค่า 73.10±8.31, 67.73±7.55, 66.03±6.63, 63.57±8.33, 59.70±9.04, 54.33±7.06,53.57±3.80 และ 51.77±6.20 เซนติเมตร ตามลำดับ และทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 7.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 42.57±4.27 เซนติเมตร (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ความสูงของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ที่ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) 5.0, 6.0, 6.5, 7.0 และ 8.0 ที่ไม่ใส่และใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เมื่ออายุ 4 เดือน

ความเป็นกรด-ด่างของดิน	**ความสูง (เซนติเมตร)**		**เฉลี่ย**
	NM	AM	
pH 5.0			**61.63±8.06^{B}**
	59.70±9.04^{cde} [1/]	63.57±8.33^{bcde}	[2/]
pH 6.0	54.33±7.06^{def}	51.77±6.20^{ef}	**53.05±6.10^{B}**
pH 6.5	53.57±3.80^{def}	67.73±7.55^{abc}	**60.65±9.42^{B}**
pH 7.0	42.57±4.27^{f}	73.10±8.31^{ab}	**57.83±17.74^{B}**
pH 8.0	76.90±4.53^{a}	66.03±6.63^{abcd}	**71.47±7.55^{A}**
เฉลี่ย	**57.41±12.71^{B}** [3/]	**64.44±9.56^{A}**	
P value	ความเป็นกรด-ด่างของดิน		0.042
	การใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา		<0.001
	ความเป็นกรด-ด่างของดิน x การใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา		0.006
C.V (เปอร์เซ็นต์)		19.07	

[1/] ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานตามด้วยตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ โดยวิธี DMRT

[2/] ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวตั้งตามด้วยตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ โดยวิธี DMRT

[3/] ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวนอนตามด้วยตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ โดยวิธี DMRT

Ref. code: 25595709032535QGE

เมื่อพิจารณาความเป็นกรด-ด่างของดิน พบว่า มีผลต่อความสูงของลำต้นยางพาราพันธุ์ RRIT 251 เมื่ออายุ 4 เดือน โดยค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 8.0 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดมีค่า 71.47±7.55เซนติเมตร รองลงคือค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0, 6.5 และ 7.0 โดยมีค่าเฉลี่ย 61.63±8.06, 60.65±9.42 และ 57.83±17.74 เซนติเมตร ตามลำดับ และค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.0 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดมีค่า 53.05±6.10 เซนติเมตร (ตารางที่ 8)

เช่นเดียวกับ ปัจจัยการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา พบว่า มีผลต่อความสูงลำต้นยางพาราพันธุ์ RRIT 251 เมื่ออายุ 4 เดือน โดยการใส่เชื้อราอาร์บัสคู-ลาร์ไมคอร์ไรซามีค่าเฉลี่ย 64.44±9.56 เซนติเมตร มากกว่าการไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีค่าเฉลี่ย 57.41±12.71 เซนติเมตร (ตารางที่ 8)

4.1.2.5 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อความสูงของยางพาราเมื่ออายุ 8 เดือน

ความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อความสูงของลำต้นยางพาราพันธุ์ RRIT 251 เมื่ออายุ 8 เดือน (P value <0.001) โดยพบว่าความสูงของยางพาราของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 7.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีค่าเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 117.17±7.32 เซนติเมตร รองลงมาคือทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 8.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 8.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.5 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.5 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาและ ทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 7.0ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาโดยมีค่า 111.90±16.32, 108.00±1.00, 104.67±20.05, 94.50±1.80b, 86.17±14.46, 83.00±6.00, 81.60±15.40 และ 64.67±0.58 เซนติเมตร ตามลำดับ และทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 64.40±10.38 เซนติเมตร (ตารางที่ 9)

เมื่อพิจารณาความเป็นกรด-ด่างของดิน พบว่า มีผลต่อความสูงของลำต้นยางพาราพันธุ์ RRIT 251 เมื่ออายุ 8 เดือน (P value = 0.002) โดยค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 8.0 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดมีค่า 103.20±14.09 เซนติเมตร รองลงคือค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0, 7.0 และ 6.0 โดยมีค่าเฉลี่ย 95.42±18.63, 90.92±29.13 และ 86.20±24.77 เซนติเมตร ตามลำดับ และค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.5 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดมีค่า 82.30±10.48 เซนติเมตร (ตารางที่ 9)

Ref. code: 25595709032535QGE

ตารางที่ 9 ความสูงของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ที่ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) 5.0, 6.0, 6.5, 7.0 และ 8.0 ที่ไม่ใส่และใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เมื่ออายุ 8 เดือน

ความเป็นกรด-ด่างของดิน	ความสูง (เซนติเมตร)		เฉลี่ย
	NM	AM	
pH 5.0	86.17±14.46[cd 1/]	104.67±20.05[abc]	**95.42±18.63[AB 2/]**
pH 6.0	64.40±10.38[e]	108.00±1.00[ab]	**86.20±24.77[B]**
pH 6.5	81.60±15.40[de]	83.00±6.00[de]	**82.30±10.48[B]**
pH 7.0	64.67±0.58[e]	117.17±7.32[a]	**90.92±29.13[AB]**
pH 8.0	94.50±1.80b[cd]	111.90±16.32[ab]	**103.20±14.09[A]**
เฉลี่ย	**78.27±15.25[B 3/]**	**104.95±16.00[A]**	
P value	ความเป็นกรด-ด่างของดิน		0.002
	การใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา		0.01
	ความเป็นกรด-ด่างของดิน x การใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา		<0.001
C.V (เปอร์เซ็นต์)		22.37	

[1/] ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานตามด้วยตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ โดยวิธี DMRT

[2/] ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวตั้งตามด้วยตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ โดยวิธี DMRT

[3/] ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวนอนตามด้วยตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ โดยวิธี DMRT

เช่นเดียวกับ ปัจจัยการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา พบว่ามีผลต่อความสูงยางพาราพันธุ์ RRIT 251 เมื่ออายุ 8 เดือน (P value = 0.01) โดยการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีค่าเฉลี่ย 104.95±16.00 เซนติเมตร มากกว่าการไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีค่าเฉลี่ย 78.27±15.25 เซนติเมตร (ตารางที่ 9)

Ref. code: 25595709032535QGE

4.1.2.6 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อความสูงของยางพาราเมื่ออายุ 12 เดือน

ระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อความสูงของลำต้นยางพาราพันธุ์ RRIT 251 เมื่ออายุ 12 เดือน (P value <0.02) โดยความสูงลำต้น ยางพาราของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีค่าเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 267.00±20.00 เซนติเมตร รองลงมาคือทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 7.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.5 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 8.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.5 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาและ ทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 7.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาโดยมีค่า 262.33±22.03, 240.00±10.00, 239.00±6.24, 219.67±6.51, 215.33±47.50, 207.67±35.50, 154.33±25.17 และ 150.00±38.11 เซนติเมตร ตามลำดับ และทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 8.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 116.33±8.50 เซนติเมตร (ตารางที่ 10)

เมื่อพิจารณาความเป็นกรด-ด่างของดิน พบว่ามีผลต่อความสูงของลำต้นยางพาราพันธุ์ RRIT 251 เมื่ออายุ 12 เดือน (P value <0.001) โดยค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดมีค่า 264.67±18.99 เซนติเมตร รองลงคือค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.0, 7.0 และ 6.5 โดยมีค่าเฉลี่ย 229.33±12.03, 195.00±55.23 และ 184.83±47.67 เซนติเมิตร ตามลำดับ และค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 8.0 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดมีค่า 162.00±55.10 เซนติเมตร (ตารางที่ 10)

เช่นเดียวกับ ปัจจัยการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา พบว่ามีผลต่อความสูงลำต้นยางพาราพันธุ์ RRIT 251 เมื่ออายุ 12 เดือน (P value <0.001) โดยการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีค่าเฉลี่ย 233.80±32.54 เซนติเมตร มากกว่าการไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซาที่มีค่าเฉลี่ย 180.53±58.10 เซนติเมตร (ตารางที่ 10)

Ref. code: 25595709032535QGE

ตารางที่ 10 ความสูง ของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ที่ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) 5.0, 6.0, 6.5, 7.0 และ 8.0 ที่ไม่ใส่และใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เมื่ออายุ 12 เดือน

ความเป็นกรด-ด่างของดิน	ความสูง (เซนติเมตร)		เฉลี่ย
	NM	AM	
pH 5.0	262.33±22.03[ab 1/]	267.00±20.00[a]	**264.67±18.99[A 2/]**
pH 6.0	219.67±6.51[abc]	239.00±6.24[abc]	**229.33±12.03[B]**
pH 6.5	154.33±25.17[d]	215.33±47.50[bc]	**184.83±47.67[CD]**
pH 7.0	150.00±38.11[d]	240.00±10.00[abc]	**195.00±55.23[C]**
pH 8.0	116.33±8.50[d]	207.67±35.50[c]	**162.00±55.10[D]**
เฉลี่ย	**180.53±58.10[B 3/]**	**233.80±32.54[A]**	
P value	ความเป็นกรด-ด่างของดิน		<0.001
	การใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา		<0.001
	ความเป็นกรด-ด่างของดิน x การใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา		0.02
C.V (เปอร์เซ็นต์)	25.86		

[1/] ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานตามด้วยตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ โดยวิธี DMRT

[2/] ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวตั้งตามด้วยตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่ที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ โดยวิธี DMRT

[3/] ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวนอนตามด้วยตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ โดยวิธี DMRT

4.1.2.7 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของยางพารา

ระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินมีผลต่อน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของลำต้นยางพาราพันธุ์ RRIT 251 (P value <0.001) โดยน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของยางพาราของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีค่าเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 185.21±9.91 กรัม รองลงมาคือทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

Ref. code: 25595709032535QGE

ทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.5 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 7.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 8.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.5 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาและทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 7.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาโดยมีค่า 178.15±13.36, 170.39±15.45, 137.32±15.25, 133.05±8.78, 125.57±15.06, 118.83±8.31, 112.95±8.00 และ 104.22±4.72 กรัม ตามลำดับและทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 8.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 24.04±12.18 กรัม (ตารางที่ 11)

เมื่อพิจารณาความเป็นกรด-ด่างของดิน พบว่า มีผลต่อน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของลำต้นยางพาราพันธุ์ RRIT 251 (P value <0.001) โดยค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดมีค่า 181.68±11.21กรัม รองลงคือค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.5, 6.0 และ 7.0 โดยมีค่าเฉลี่ย 141.67±33.33, 125.78±11.04 และ 120.77±20.75 กรัมตามลำดับ และค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 8.0 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดมีค่า 74.80±56.94 กรัม (ตารางที่ 11)

เช่นเดียวกับ ปัจจัยการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา พบว่า มีผลต่อน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 (P value <0.001) โดยการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีค่าเฉลี่ย 147.40±29.09 กรัม มากกว่าการไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีค่าเฉลี่ย 110.48 ±52.64 กรัม (ตารางที่ 11)

4.1.2.8 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อน้ำหนักแห้งรากของยางพารา

ระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อน้ำหนักแห้งส่วนรากของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 (P value <0.001) โดยน้ำหนักแห้งส่วนรากของยางพาราของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีค่าเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 77.19±20.25 กรัม รองลงมาคือ ทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 8.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.5 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 7.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 7.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.5 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาและ ทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน

Ref. code: 25595709032535QGE

6.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาโดยมีค่า 73.14±5.24, 69.26±5.59, 64.49±8.80, 61.48±4.96, 61.08±12.43, 54.27±3.95, 41.02±4.88 และ 34.49±4.76 กรัม ตามลำดับ และทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 8.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 14.83±2.45 กรัม (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 11 น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ที่ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) 5.0, 6.0, 6.5, 7.0 และ 8.0 ที่ไม่ใส่และใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

ความเป็นกรด-ด่างของดิน	**น้ำหนักแห้ง (กรัม)**		**เฉลี่ย**
	NM	AM	
pH 5.0	178.15±13.36^{a} [1/]	185.21±9.91^{a}	**181.68±11.21^{A}** [2/]
pH 6.0	133.05±8.78^{bc}	118.83±8.31^{bcd}	**125.78±11.04^{C}**
pH 6.5	112.95±8.00^{cd}	170.39±15.45^{a}	**141.67±33.33^{B}**
pH 7.0	104.22±4.72^{d}	137.32±15.25^{b}	**120.77±20.75^{C}**
pH 8.0	24.04±12.18^{e}	125.57±15.06^{bcd}	**74.80±56.94^{D}**
เฉลี่ย	**110.48±52.64^{B}** [3/]	**147.40±29.09^{A}**	
P value	ความเป็นกรด-ด่างของดิน		<0.001
	การใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา		<0.001
	ความเป็นกรด-ด่างของดิน x การใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา		<0.001
C.V (เปอร์เซ็นต์)	40.18		

[1/] ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานตามด้วยตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ โดยวิธี DMRT

[2/] ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวตั้งตามด้วยตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ โดยวิธี DMRT

[3/] ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวนอนตามด้วยตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ โดยวิธี DMRT

เมื่อพิจารณาความเป็นกรด-ด่างของดิน พบว่ามีผลต่อน้ำหนักแห้งรากของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 (P value <0.001) โดยค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 มีค่าเฉลี่ย

Ref. code: 25595709032535QGE

สูงสุดมีค่า 73.22±13.98กรัม รองลงคือค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 7.0, 6.5 และ 6.0 โดยมีค่าเฉลี่ย 57.87±5.63, 52.76±14.35 และ 47.78±16.82 กรัม ตามลำดับ และค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 8.0 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดมีค่า 43.98±32.15 กรัม (ตารางที่ 12)

เช่นเดียวกับ ปัจจัยการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา พบว่ามีผลต่อน้ำหนักแห้งรากของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 (P value <0.001) โดยการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีค่าเฉลี่ย 60.57±15.01 กรัม มากกว่าการไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีค่าเฉลี่ย 49.68±23.62 กรัม (ตารางที่ 12)

4.1.2.9 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อน้ำหนักแห้งทั้งหมดของยางพารา

ระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อน้ำหนักแห้งทั้งหมดของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 (P value <0.001) โดยน้ำหนักแห้งส่วนรากทั้งหมดของยางพาราของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีค่าเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 255.34±31.14 กรัม รองลงมาคือทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.5 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 7.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 8.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซาทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 7.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.5 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาและ ทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาโดยมีค่า 254.47±4.33, 234.89±23.52, 198.80±18.11, 198.71±17.52, 194.13±3.65, 158.49±5.44, 153.97±10.81 และ 152.99±7.52 กรัม ตามลำดับ และทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 8.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซามีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 38.87±14.63 กรัม (ตารางที่ 13)

เมื่อพิจารณาความเป็นกรด-ด่างของดิน พบว่า มีผลต่อน้ำหนักแห้งทั้งหมดของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 (P value <0.001) โดยค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดมีค่า 254.90±19.89 กรัม รองลงคือค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.5, 7.0และ 6.0 โดยมีค่าเฉลี่ย 194.43±47.25, 178.6425.11และ 173.56±23.18 กรัม ตามลำดับ และค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 8.0 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดมีค่า 118.79±88.73 กรัม (ตารางที่ 13)

เช่นเดียวกับ ปัจจัยการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา พบว่า มีผลต่อน้ำหนักแห้งทั้งหมดของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 (P value <0.001) โดยการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์

Ref. code: 25595709032535QGE

ไมคอร์ไรซามีค่าเฉลี่ย 207.97±38.52 กรัม มากกว่าการไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีค่าเฉลี่ย 160.16±74.44 กรัม (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 12 น้ำหนักแห้งรากของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ที่ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) 5.0, 6.0, 6.5, 7.0 และ 8.0 ที่ไม่ใส่และใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

ความเป็นกรด-ด่างของดิน	น้ำหนักแห้ง (กรัม)		เฉลี่ย
	NM	AM	
pH 5.0	77.19±20.25^{a} [1/]	69.26±5.59^{ab}	**73.22±13.98^{A}** [2/]
pH 6.0	61.08±12.43^{ab}	34.49±4.76^{d}	**47.78±16.82^{BC}**
pH 6.5	41.02±4.88^{cd}	64.49±8.80^{ab}	**52.76±14.35^{BC}**
pH 7.0	54.27±3.95^{bc}	61.48±4.96^{ab}	**57.87±5.63^{B}**
pH 8.0	14.83±2.45^{e}	73.14±5.24^{a}	**43.98±32.15^{C}**
เฉลี่ย	**49.68±23.62^{B}** [3/]	**60.57±15.01^{A}**	
P value	ความเป็นกรด-ด่างของดิน		<0.001
	การใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา		0.003
	ความเป็นกรด-ด่างของดิน x การใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา		<0.001
C.V (เปอร์เซ็นต์)		39.82	

[1/] ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานตามด้วยตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ โดยวิธี DMRT

[2/] ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวตั้งตามด้วยตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ โดยวิธี DMRT

[3/] ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวนอนตามด้วยตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ โดยวิธี DMRT

4.1.2.10 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อปริมาณฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินของยางพารา

ระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาไม่มีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสส่วนเหนือดินของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 โดยปริมาณฟอสฟอรัส

Ref. code: 25595709032535QGE

ส่วนเหนือดินของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ 0.020±0.008 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ปริมาณฟอสฟอรัสส่วนเหนือดินของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ 0.020±0.003 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสส่วนเหนือดินของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ 0.018±0.001 เปอร์เซ็นต์ ในขณะปริมาณฟอสฟอรัสส่วนเหนือดินของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ 0.020±0.003 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสส่วนเหนือดินของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.5 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ 0.018±0.002 เปอร์เซ็นต์ ในขณะปริมาณฟอสฟอรัสส่วนเหนือดินของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.5 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ 0.018±0.001 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสส่วนเหนือดินของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 7.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ 0.009±0.001 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ปริมาณฟอสฟอรัสส่วนเหนือดินของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 7.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ 0.015±0.001 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณฟอสฟอรัสส่วนเหนือดินของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 8.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ 0.008±0.005 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ปริมาณฟอสฟอรัสส่วนเหนือดินของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 8.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ 0.018±0.002 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 14)

แต่เมื่อพิจารณาความเป็นกรด-ด่างของดิน พบว่า มีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินของลำต้นยางพารา (P value <0.001) โดยค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดมีค่า 0.020±0.005 เปอร์เซ็นต์ รองลงคือค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.0, 6.5 และ 8.0 โดยมีค่าเฉลี่ย 0.019±0.002, 0.018±0.002 และ 0.013±0.007 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 7.0 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดมีค่า 0.012±0.003 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 14)

เช่นเดียวกับ ปัจจัยการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา พบว่า มีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดิน (P value = 0.008) โดยการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีค่าเฉลี่ย 0.018±0.003 เปอร์เซ็นต์ มากกว่าการไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีค่าเฉลี่ย 0.015±0.006 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 14)

Ref. code: 25595709032535QGE

ตารางที่ 13 น้ำหนักแห้งทั้งหมดของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ที่ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) 5.0, 6.0, 6.5, 7.0 และ 8.0 ที่ไม่ใส่และใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

ความเป็นกรด-ด่างของดิน	น้ำหนักแห้ง (กรัม)		เฉลี่ย
	NM	AM	
pH 5.0	255.34±31.14[a 1/]	254.47±4.33[a]	**254.90±19.89[A 2/]**
pH 6.0	194.13±3.65[b]	152.99±7.52[c]	**173.56±23.18[C]**
pH 6.5	153.97±10.81[c]	234.89±23.52[a]	**194.43±47.25[B]**
pH 7.0	158.49±5.44[c]	198.80±18.11[b]	**178.6425.11[BC]**
pH 8.0	38.87±14.63[d]	198.71±17.52[b]	**118.79±88.73[D]**
เฉลี่ย	**160.16±74.44[B 3/]**	**207.97±38.52[A]**	
P value	ความเป็นกรด-ด่างของดิน		<0.001
	การใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา		<0.001
	ความเป็นกรด-ด่างของดิน x การใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา		<0.001
C.V (เปอร์เซ็นต์)		37.17	

[1/] ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานตามด้วยตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ โดยวิธี DMRT

[2/] ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวตั้งตามด้วยตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ โดยวิธี DMRT

[3/] ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวนอนตามด้วยตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ โดยวิธี DMRT

4.1.2.11 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อปริมาณฟอสฟอรัสในรากของยางพารา

ระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสในรากของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 (P value = 0.014) โดยปริมาณฟอสฟอรัสในรากยางพาราของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีค่าเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 0.025±0.0021 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.5 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-

Ref. code: 25595709032535QGE

ด่างของดิน 6.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 8.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.5 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาและทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 7.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 0.020±0.003, 0.020±0.003, 0.019±0.002, 0.019±0.001, 0.018±0.003, 0.018±0.003 และ 0.016±0.004 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 7.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซากับทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 8.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากันคือ 0.011±0.001 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 15)

เมื่อพิจารณาความเป็นกรด-ด่างของดิน พบว่า มีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสในรากของยางพารา (P value <0.001) โดยค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดมีค่า 0.022±0.003 เปอร์เซ็นต์ รองลงคือค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.0, 6.5 และ 8.0 โดยมีค่าเฉลี่ย 0.019±0.003, 0.019±0.003 และ 0.015±0.004 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 7.0 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดมีค่า 0.013±0.004 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 15)

เช่นเดียวกับ ปัจจัยการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา พบว่า มีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสในในรากยางพารา (P value = 0.003) โดยการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีค่าเฉลี่ย 0.019±0.004 เปอร์เซ็นต์ มากกว่าการไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีค่าเฉลี่ย 0.016±0.005เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 15)

4.1.2.12 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของยางพารา

ระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 (P value = 0.003) โดยปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในยางพาราของทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีค่าเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 0.022±0.001 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.5 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.5 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซาทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 7.0 ที่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาและ ทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 7.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาโดยมีค่า

Ref. code: 25595709032535QGE

0.020±0.003, 0.019±0.002, 0.019±0.002, 0.019±0.002, 0.018±0.003, 0.018±0.001, 0.015±0.002 และ 0.010±0.001 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และทรีทเมนต์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 8.0 ที่ไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 0.009±0.002 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 16)

ตารางที่ 14 ปริมาณฟอสฟอรัสส่วนเหนือดินของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ที่ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) 5.0, 6.0, 6.5, 7.0 และ 8.0 ที่ไม่ใส่และใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

ความเป็นกรด-ด่างของดิน	**ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)**		**เฉลี่ย**
	NM	AM	
pH 5.0	0.020±0.008[a 1/]	0.020±0.003[a]	**0.020±0.005[A 2/]**
pH 6.0	0.018±0.001[a]	0.020±0.003[a]	**0.019±0.002[A]**
pH 6.5	0.018±0.002[a]	0.018±0.001[a]	**0.018±0.002[A]**
pH 7.0	0.009±0.001[a]	0.015±0.001[a]	**0.012±0.003[B]**
pH 8.0	0.008±0.005[a]	0.018±0.002[a]	**0.013±0.007[B]**
เฉลี่ย	**0.015±0.006[B 3/]**	**0.018±0.003[A]**	
P value	ความเป็นกรด-ด่างของดิน		<0.001
	การใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา		0.008
	ความเป็นกรด-ด่างของดิน x การใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา		0.073
C.V (เปอร์เซ็นต์)	31.87		

[1/] ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานตามด้วยตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P < 0.05 โดยวิธี DMRT

[2/] ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวตั้งตามด้วยตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P < 0.05 โดยวิธี DMRT

[3/] ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวนอนตามด้วยตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P < 0.05 โดยวิธี DMRT

เมื่อพิจารณาความเป็นกรด-ด่างของดิน พบว่า มีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (P value <0.001) โดยค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดมีค่า

Ref. code: 25595709032535QGE

0.021±0.003 เปอร์เซ็นต์ รองลงคือค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.0, 6.5 และ 8.0 โดยมีค่าเฉลี่ย 0.019±0.002, 0.018±0.002 และ 0.014±0.005 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 7.0 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดมีค่า 0.013±0.003 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 16)

ตารางที่ 15 ปริมาณฟอสฟอรัสส่วนรากของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ที่ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) 5.0, 6.0, 6.5, 7.0 และ 8.0 ที่ไม่ใส่และใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

ความเป็นกรด-ด่างของดิน	**ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)**		**เฉลี่ย**
	NM	AM	
pH 5.0	0.019±0.001$^{bc\ 1/}$	0.025±0.0021^{a}	**0.022±0.003$^{A\ 2/}$**
pH 6.0	0.020±0.003^{bc}	0.018±0.003^{bc}	**0.019±0.003^{B}**
pH 6.5	0.020±0.003^{b}	0.018±0.003^{bc}	**0.019±0.003^{B}**
pH 7.0	0.011±0.001^{d}	0.016±0.004^{c}	**0.013±0.004^{C}**
pH 8.0	0.011±0.001^{d}	0.019±0.002^{bc}	**0.015±0.004^{C}**
เฉลี่ย	**0.016±0.005$^{B\ 3/}$**	**0.019±0.004^{A}**	
P value	ความเป็นกรด-ด่างของดิน		<0.001
	การใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา		0.003
	ความเป็นกรด-ด่างของดิน x การใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา		0.014
C.V (เปอร์เซ็นต์)	27.54		

1/ ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานตามด้วยตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P < 0.05 โดยวิธี DMRT

2/ ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวตั้งตามด้วยตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P < 0.05 โดยวิธี DMRT

3/ ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวนอนตามด้วยตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P < 0.05 โดยวิธี DMRT

เช่นเดียวกับ ปัจจัยการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา พบว่า มีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (P value <0.001) โดยการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีค่าเฉลี่ย

Ref. code: 25595709032535QGE

0.019±0.003 เปอร์เซ็นต์ มากกว่าการไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีค่าเฉลี่ย 0.015±0.005 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 16)

ตารางที่ 16 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ที่ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) 5.0, 6.0, 6.5, 7.0 และ 8.0 ที่ไม่ใส่และใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

ความเป็นกรด-ด่างของดิน	ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)		เฉลี่ย
	NM	AM	
pH 5.0	0.020±0.003 [ab 1/]	0.022±0.001[a]	**0.021±0.003[A 2/]**
pH 6.0	0.019±0.002 [abc]	0.019±0.002[ab]	**0.019±0.002[A]**
pH 6.5	0.019±0.002 [ab]	0.018v0.003[bc]	**0.018±0.002[A]**
pH 7.0	0.010±0.001 [d]	0.015±0.002[c]	**0.013±0.003[B]**
pH 8.0	0.009±0.002 [d]	0.018±0.001[bc]	**0.014±0.005[B]**
เฉลี่ย	**0.015±0.005[B 3/]**	**0.019±0.003[A]**	
P value	ความเป็นกรด-ด่างของดิน		<0.001
	การใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา		<0.001
	ความเป็นกรด-ด่างของดิน x การใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา		0.003
C.V (เปอร์เซ็นต์)	27.61		

[1/] ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานตามด้วยตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P < 0.05 โดยวิธี DMRT

[2/] ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวตั้งตามด้วยตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P < 0.05 โดยวิธี DMRT

[3/] ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวนอนตามด้วยตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P < 0.05 โดยวิธี DMRT

4.1.2.13 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินต่อการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากยางพารา

ระดับความเป็นกรด-ด่างของดินมีผลต่อการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากยางพาราพันธุ์ RRIT 251 (P value <0.001) โดยพบว่า ความเป็นกรด-

Ref. code: 25595709032535QGE

ด่างของดิน 5.0 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสูงสุดมีค่า 57.13±0.13 เปอร์เซ็นต์ รองลงคือค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.5, 6.0 และ 7.0 โดยมีค่าเฉลี่ย 33.10±1.40, 25.75±6.00 และ 23.10±2.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน 7.0 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดมีค่า 17.27±3.07 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 17)

ตารางที่ 17 เปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ที่ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) 5.0, 6.0, 6.5, 7.0 และ 8.0

ความเป็นกรด-ด่างของดิน	**เปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัย (เปอร์เซ็นต์)**
	AM
pH 5.0	57.13±0.13 [a 1/]
pH 6.0	25.75±6.00 [c]
pH 6.5	33.10±1.40 [b]
pH 7.0	23.10±2.38 [cd]
pH 8.0	17.27±3.07 [d]
P value	<0.001
C.V (เปอร์เซ็นต์)	18.45

[1/] ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานตามด้วยตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ โดยวิธี DMRT

4.1.2.14 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินต่อจำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทั้งหมดในดินปลูกยางพาราอายุ 4 8 และ 12 เดือน

ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินไม่มีผลต่อจำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทั้งหมด เมื่อยางพารามีอายุ 4 เดือน โดยพบว่า ระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 พบจำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 543±234 สปอร์/ดิน 100 กรัม ระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.0 พบจำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 560±52 สปอร์/ดิน 100 กรัม ระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.5 พบจำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 508±132 สปอร์/ดิน 100 กรัม ระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน 7.0 พบจำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 635±239 สปอร์/ดิน 100 กรัม และระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน 8.0 พบจำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 587±130 สปอร์/ดิน 100 กรัม (ตารางที่ 18)

Ref. code: 25595709032535QGE

ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินมีผลต่อจำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทั้งหมด เมื่อยางพารามีอายุ 8 เดือน โดยพบว่า ในดินที่มีระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0, 6.0 และ 6.5 พบจำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามากที่สุด 1,583±346, 1,965±391 และ 1,388±338 สปอร์/ดิน 100 กรัม ตามลำดับ ส่วนดินที่มีระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน 7.0 และ 8.0 พบจำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 817±231 และ 960±148 สปอร์/ดิน 100 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 18)

ตารางที่ 18 จำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทั้งหมดที่พบในดินปลูกยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ที่ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) 5.0, 6.0, 6.5, 7.0 และ 8.0 เมื่ออายุ 4, 8 และ 12 เดือน

ความเป็นกรด-ด่างของดิน	**จำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทั้งหมด (สปอร์/ดิน 100 กรัม)**		
	4 เดือน	**8 เดือน**	**12 เดือน**
pH 5.0	543±234 [1/]	1,583±346 [a 2/]	1,847±316 [a 2/]
pH 6.0	560±52	1,965±391 [a]	383±293 [c]
pH 6.5	508±132	1,388±338 [a]	843±280 [b]
pH 7.0	635±239	817±231 [b]	637±250 [b]
pH 8.0	587±130	960±148 [b]	1,607±334 [a]
P value	0.454	0.035	0.018
C.V (เปอร์เซ็นต์)	25.5	34.8	31.9

[1/] ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน [2/] ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวตั้งตามด้วยตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ โดยวิธี DMRT

ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินมีผลต่อจำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทั้งหมด เมื่อยางพารามีอายุ 12 เดือน โดยพบว่า ในดินที่มีระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 และ 8.0 พบจำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามากที่สุด 1,847±316 และ 1,607±334 สปอร์/ดิน 100 กรัม ตามลำดับ รองลงมา คือ ดินที่มีระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.5 และ 7.0 พบจำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 843±280 และ 637±250 สปอร์/ดิน 100 กรัม ตามลำดับ และน้อยที่สุด คือ ดินที่มีระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน

Ref. code: 25595709032535QGE

6.0 พบจำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 383±293 สปอร์/ดิน 100 กรัม (ตารางที่ 18)

4.2 อภิปรายผลการวิจัย

4.2.1 การทดลองที่ 1 การสำรวจเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินบริเวณรากยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ภายใต้ความเป็นกรด-ด่างของดินที่แตกต่างกัน

จากการสำรวจเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีประสิทธิภาพดีต่อยางพารา ได้แก่ สปอร์ของเชื้อรา *Acaulospora* sp. และ *Glomus* sp. ในดินบริเวณรากยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ภายใต้สภาพความเป็นกรด-ด่างของดินที่แตกต่างกัน พบว่า จำนวนสปอร์ของเชื้อรา *Acaulospora* sp. มีจำนวนมากกว่าสปอร์ของเชื้อรา *Glomus* sp. ในทุกพื้นที่ศึกษา โดยในแต่ละพื้นที่ศึกษามีสัดส่วนของจำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีประสิทธิภาพดีต่อยางพาราต่อจำนวนสปอร์ทั้งหมดใกล้เคียงกัน สอดคล้องกับงานศึกษาของ Habte (1995) ซึ่งศึกษาสภาพดินที่มีความเป็นกรดจัดมีสภาพการตรึงธาตุอาหารพืชเนื่องจากโลหะหนัก พบว่า เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพดินที่มีความเป็นกรด-เป็นกลาง ทั้งยังช่วยในการดูดธาตุอาหารพืชที่ถูกตรึงอยู่ได้ ปรับปรุงสมบัติทางชีวภาพของดินให้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย ซึ่งจากการศึกษาพบว่าเชื้อรา *Acaulospora* sp. เจริญเติบโตได้ดีในช่วงความเป็นกรด-ด่างของดินที่ 4.0-5.0 แต่ *Glomus* sp. จะเจริญเติบโตได้ดีในช่วงความเป็นกรด-ด่างของดินที่ 5.0-6.0 ดังนั้น จะเห็นได้ว่าในสภาพตามธรรมชาติที่ดินเป็นกรดจัดจะสามารถพบเชื้อราสายพันธุ์ *Acoulospora* sp. มากกว่าเชื้อราสายพันธุ์ *Glomus* sp.

4.2.2 การทดลองที่ 2 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของยางพาราพันธุ์ RRIT 251

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 เมื่ออายุ 12 เดือน พบว่า เมื่อปลูกยางพาราในดินที่ระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 มีผลทำให้การเจริญเติบโตดีที่สุด โดยดูจาก เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความสูง น้ำหนักแห้งทั้งหมด และปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด อันเนื่องมาจาก ยางพาราพันธุ์ RRIT 251 มีความสามารถในการเจริญเติบโตได้ดีในช่วงที่ความเป็นกรด-ด่างของดินในช่วงที่มีความเป็นกรด สอดคล้องกับการศึกษาของ สุทัศน์ และสมยศ (2542) ที่ได้ทำการศึกษายางพาราในประเทศไทย และพบว่า ลักษณะดินที่มีความเหมาะสมในการปลูกยางพาราในประเทศไทยนั้นควรมีลักษณะทางกายภาพเป็นดินร่วนปนทราย ซึ่งมีเหมาะต่อการเจริญเติบโตของรากยางพารา นอกจากนี้ควรมีระดับหน้าดินลึกอย่างน้อย 1 เมตร น้ำใต้ดินต่ำกว่าระดับผิวดิน 1 เมตร

Ref. code: 25595709032535QGE

และค่าเป็นเป็นกรด-ด่างของดิน 4.5-5.5 เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ Lalani (2000) ที่ศึกษาคุณสมบัติของดินที่มีการเจริญเติบโตของยางพาราตามธรรมชาติในประเทศศีลังกา พบว่า ลักษณะความเป็นกรด-ด่างของดินจากชุดดินที่สำรวจทั้งหมด มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดินที่อยู่ในช่วง 4.0-5.0 และ Alcala (2007) ที่ศึกษาการปลูกยางพาราในประเทศฟิลิปปินส์ พบว่า สภาพความเป็นกรด-ด่างของดินที่เหมาะสมแก่การปลูกยางพารามีค่าความเป็นกรด-ด่างของดินอยู่ในช่วง 4.0-6.5 ซึ่งจากการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้นนี้ ชี้ให้เห็นว่าสภาพความเป็นกรด-ด่างของดินที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของยางพารานั้น อยู่สภาพความเป็นกรด-ด่างของดินที่มีสภาพโดยรวมที่อยู่ในระดับเป็นกรด และในทางตรงกันข้ามสภาพความเป็นกรด-ด่างของดินอยู่ในระดับที่เป็นด่าง หรือมีค่าตั้งแต่ 7.0 ขึ้นไป ไม่เหมาะต่อการปลูกยางพาราเนื่องมาจาก สภาพความเป็นด่างของดินจะส่งผลต่อระดับโซเดียมภายในดินส่งผลในดินจับตัวกันแน่น ก่อให้การระบายน้ำแย่ลงและทำให้รากของยางพาราแผ่ขยายได้ยาก ส่งผลในระยะยาวต่อกระบวนการเมทาบอลิซึมของยางยาพรา ทำให้การเจริญเติบโตไม่สมบูรณ์ส่งผลต่อคุณภาพของผลผลิต (คณาจารย์ภาคปฐพีวิทยา, 2530)

เมื่อปลูกยางพาราในดินที่มีระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.5, 7.0 และ 8.0 มีผลทำให้การเจริญเติบโตของยางพาราลดลง แต่การใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้การเจริญเติบโตของยางพาราเพิ่มขึ้นได้ โดยเฉพาะเมื่อปลูกยางพาราในดินที่มีระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.5 ร่วมกับการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา พบว่า ไม่แตกต่างกับยางพาราที่ปลูกในดินที่มีความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 เนื่องจาก เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีความสามารถในการช่วยดูดซับธาตุอาหารให้กับพืช ถึงแม้ว่าพืชจะอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมก็ตาม (Subramanian et al., 1997) โดยเฉพาะการช่วยดูดธาตุฟอสฟอรัส (Graham, 2000; Koide et al., 2000) ซึ่งเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจะอาศัยเส้นใยที่มีขนาดเล็กกว่ารากพืชมากในการเพิ่มพื้นที่การดูดธาตุอาหาร แล้วสามารถแผ่ขยายไปในพื้นที่ที่รากพืชไม่สามารถเข้าไปดูดธาตุอาหารได้ ส่งผลให้พืชอาศัยที่การเจริญเติบโตได้ดีกว่าพืชที่ไม่มีเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (Bolan, 1991; Abu-Zeyad et al., 1999; Dickson et al., 1999) อีกทั้งยังสามารถช่วยดูดซับธาตุอาหารอื่นๆ ได้แก่ ไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม และ แมงกานีส ได้มากยิ่งขึ้นอีกด้วย (Smith and Read, 1997) นอกจากนี้การศึกษาครั้งนี้ ยังชี้ให้เห็นเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสามารถแสดงประสิทธิภาพได้ดีมากยิ่งขึ้นเมื่อระดับความเป็นกรด-ด่างของดินที่มากขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Graw (1978) ที่ทำการศึกษาโดยการปลูกดอกดาวเรืองและดอกไนเจอร์ ร่วมกับการใช้เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่ระดับความเป็นกรด-ด่างของดินแตกต่างกัน คือ 4.5, 5.6 และ 6.6 พบว่า ที่ระดับเป็นกรด-ด่างของดินที่มากขึ้น พืชนั้นมีแนวโน้มการเจริญเติบโตที่ดีขึ้น ตามลำดับ ทั้งยังตอบสนองต่อการดูดซับธาตุอาหารได้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย เช่นเดียวกับการศึกษาของ Neeta et al. (2014) โดยการเพาะกล้ายางพารา

Ref. code: 25595709032535QGE

โดยวิธีการติดตายางพาราพันธุ์ RRIM 600 ร่วมกับการใช้เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่อายุ 120 วัน เปรียบเทียบกับทรีตเมนต์ที่ไม่ใช้เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา พบว่า ยางพารามีการเจริญเติบโตเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งยังช่วยในการปรับสมบัติของดินซึ่งเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาแสดงประสิทธิภาพได้ดีที่ระดับความเป็นกรด-ด่างของดินที่สูงขึ้น นอกจากนี้ยังปรับสภาพแวดล้อมโดยตรง โดยสามารถขับสารอินทรีย์บางชนิดลงสู่ดิน เช่น กรดซิตริก กรดซัคซินิก และสารอินทรีย์อื่นลงสู่ดินส่งผลให้สภาพแวดล้อมของดินเปลี่ยนแปลงไปได้ ทำให้เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาดูดฟอสเฟตได้มากขึ้น การสร้าง siderophore ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ที่มีประจุลบมาก และสามารถดูดซับประจุบวกที่เป็นโลหะบางชนิด เช่น เหล็กได้ดี ก็มีส่วนทำความเป็นประโยชน์ของฟอสเฟตในดินมีค่ามากขึ้นส่งผลต่อการเจริญเติบโตแก่ยางพารา เนื่องจากจะไปลดโอกาสของเหล็กในการที่ตกตะกอนกับฟอสเฟต และทำให้ในสภาพความเป็นกรด-ด่างของดินสูงขึ้น ทั้งยังส่งเสริมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่อยู่รอบๆ รากพืช ส่งผลให้จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อพืชมีกิจกรรมที่ดีช่วยในการละลายธาตุอาหารในดินออกมาได้มากยิ่งขึ้น (Stracke et al., 2002; Marsh and Schultze 2001; Akiyama et al., 2005) จากที่กล่าวมาข้างต้นนี้ ชี้ให้เห็นว่าเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีประสิทธิภาพที่แตกต่างกันในระดับความเป็นกรด-ด่างของดินที่แตกต่างกัน โดยจะเห็นได้ว่ามีแนวโน้มที่ประสิทธิภาพดีขึ้นเมื่อระดับความเป็นกรด-ด่างของดินเพิ่มมากขึ้น

แต่เมื่อพิจารณาการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา พบว่า ยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ที่อายุ 12 เดือนนั้น ที่ระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 มีเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Wang et al. (1993) พบว่า เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสามารถเจริญในดินที่มีระดับความเป็นกรด-ด่างของดินแตกต่างกัน ซึ่งดินกรดมักพบเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในสกุล *Acaulospora* sp. (Clark, 1997) และการศึกษาของ Sieverding (1991) ที่พบว่าเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในสกุล *Glomus mosseae* ว่าสามารถเจริญได้ดีในดินที่มีเป็นกรด-ด่างของดินที่เป็นกรดรุนแรงมาก ซึ่งคือกลุ่มชนิดของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ส่งผลให้มีจำนวนในสปอร์ในปริมาณที่มากเมื่ออยู่ในดินที่มีสภาพความเป็นกรด-ด่างของดินที่กรดรุนแรงมาก ทำให้เกิดการเข้าอยู่อาศัยได้มากกว่าดินที่สภาพความเป็นกรด-ด่างของดินที่ระดับอื่นๆ

Ref. code: 25595709032535QGE

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 การทดลองที่ 1 การสำรวจเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินบริเวณรากยางพาราพันธุ์ RRIT 251

จากการสำรวจเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีประสิทธิภาพดีต่อยางพารา ได้แก่ สปอร์ของเชื้อรา *Acaulospora* sp. และ *Glomus* sp. ในดินบริเวณรากยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ในดินกรด (pH 3.9-4.9) พบว่า จำนวนสปอร์ของเชื้อรา *Acaulospora* sp. มีจำนวนมากกว่าสปอร์ของเชื้อรา *Glomus* sp. ในทุกพื้นที่ศึกษา โดยในแต่ละพื้นที่ศึกษามีสัดส่วนของจำนวนสปอร์ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่มีประสิทธิภาพดีต่อยางพาราต่อจำนวนสปอร์ทั้งหมดใกล้เคียงกัน ประมาณ 27-33 เปอร์เซ็นต์

5.2 การทดลองที่ 2 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินของดินและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของยางพาราพันธุ์ RRIT 251

ยางพาราพันธุ์ RRIT 251 มีการเจริญเติบโตดีที่สุด เมื่อปลูกในดินที่มีระดับความเป็นกรด-ด่างของดินของดิน 5.0 ซึ่งการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินที่มีระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 นี้ ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของยางพารา และเมื่อปลูกยางพาราในดินที่มีระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.5 มีผลทำให้การเจริญเติบโตของยางพาราลดลง แต่การใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินนี้มีผลทำให้การเจริญเติบโตของยางพาราไม่แตกต่างกับยางพาราที่ปลูกในดินที่มีความเป็นกรด-ด่างของดินของดิน 5.0 นอกจากนี้ การใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้ยางพาราที่ปลูกในดินที่มีความเป็นกรด-ด่างของดิน 7.0 และ 8.0 มีการเจริญเติบโตและการดูดซับฟอสฟอรัสดีว่าไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตาม ยางพาราที่ปลูกในดินที่มีระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน 5.0 มีการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากยางพาราและมีจำนวนสปอร์ในดินมากที่สุด

Ref. code: 25595709032535QGE

5.3 ข้อเสนอแนะ

การใส่ปุ๋ยชีวภาพเชื้อราอาร์บัสูลาร์ไมคอร์ไรซาช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของยางพาราได้ แต่ควรจะต้องมีการศึกษาผลสมบัติทางกายภาพของดิน ระดับความเป็นกรด-ด่างดิน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ เนื่องจากสมับติของดินที่กล่าวมาข้างต้นมีผลทำให้ประสิทธิภาพของเชื้อราอาร์บัสูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อยางพารามีความแตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยอินทรีย์แล้ว การใช้ปุ๋ยชีวภาพเชื้อราอาร์บัสูลาร์ไมคอร์ไรซาสามารถทำให้เกิดความประหยัดในแง่ของต้นทุนการใช้ปุ๋ยเป็นอย่างมาก เนื่องจากการใส่ปุ๋ยชีวภาพเชื้อราอาร์บัสูลาร์ไมคอร์ไรซานั้นจะใส่กับยางพาราเพียงครั้งเดียว ก็จะสามารถช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตได้ตลอดอายุของยางพารา

Ref. code: 25595709032535QGE

รายการอ้างอิง

กชพร ชมพูพึ่ง. 2554. การพึ่งพาต่อเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาของข้าวโพดพันธุ์เศรษฐกิจสามสายพันธุ์. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร.คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปทุมธานี.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2548. รายงานการจัดการทรัพยากรดินเพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจหลักตามกลุ่มชุดดิน เล่มที่ 2 ดินบนพื้นที่ดอน. กรมพัฒนาที่ดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 646 น.

เกศวดี ปัดทุมมัง. 2555. ผลของเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร.คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปทุมธานี.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2530. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ทัศนีย์ อัตตะนันท์ และ จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. 2542. การวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธนาคารแห่งประเทศไทย. 2557. รายงานสถานการณ์สินค้าเกษตร ปี 2557 และแนวโน้มปี 2558. น. 10-13. กรุงเทพฯ.

ธมลวรรณ ขิวรัมย์ และจันทวรรณ คงเจริญ. 2556. การพัฒนาระบบการประมวลผลและเชื่อมโยงข้อมูลส่งออกยาง. น. 164-183. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. รายงานผลการวิจัยเรื่องเต็ม ประจำปี 2556.โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ.

นุชนารถ กังพิศดาร. 2548. ประวัติความสำคัญ. น. 3-17. *ใน* เอกสารวิชาการ ยางพารา. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ.

พูนพิไล สุวรรณฤทธิ์. 2540. การจำแนกชนิดของเชื้อราวีเอ-ไมคอไรซา, น. 1-5. *ใน* เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการเรื่องวีเอ-ไมคอไรซา และการประยุกต์ใช้ทางการเกษตรและสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ภัทรวดี สุ่มทอง. 2543. ผลของเชื้อราเวสสิคูลาร์-อาบัสคูลาร์ ไมคอไรซา ร่วมกับปุ๋ยฟอสเฟตระดับต่างๆ ที่มีต่อการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกหอม แหล่งพันธุ์สุราษฎร์ธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Ref. code: 25595709032535QGE

ภาควิชาพืชไร่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2553. ยางพารา. ระบบออนไลน์ http://agri.kps.ku.ac.th/agron/main.php?pg=chapter&et_id=10&e_id=1. (18 มิถุนายน 2558).

มลชัย กิตติศักดิ์มนตรี. 2541. ผลของเชื้อราเวสสิคูลาร์-อาบัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญของปอแก้ว (*Hibiscus sabdariffa* var. *altissima*) และการเข้าทำลายปอแก้วของไส้เดือนฝอยปม *Moloidogyne incognita*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

มานะชัย สังข์วาทิน. 2549. คู่มือการทำสวนยางพารา. เกษตรสยามบุ๊คส์. กรุงเทพฯ. 160 น.

วริศ แคนคอง, ดารุณี โกศัยเสวี, สุภาพร ธรรมสุระกุล, มณฑิกานธิ์ สงบจิต, ธมลวรรณ ขิวรัมย์ และรชต เกงขุนทด. 2556. การพัฒนาคุณภาพวัสดุปลูกและการผลิตยางพาราด้วยปุ๋ยชีวภาพไมคอร์ไรซา. น. 184-215.

สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.รายงานผลการวิจัยเรื่องเต็ม ประจำปี 2556. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.กรุงเทพฯ.

วศินี บำรุงราษฎร์. 2555. การทดแทนปุ๋ยฟอสฟอรัสโดยเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในการปลูกข้าวโพด. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สุทัศน์ ด่านสกุลผล, สุภาพร ธรรมสุระกุล, ออมทรัพย์ นพอมรบดี, สมยศ สินธุรหัส, สุคนธ์ แสงแก้ว และสุเมธ พฤกษ์วรุณ. 2540. ศึกษาวิธีการปลูกเชื้อวี-เอไมคอร์ไรซากับยางพารา. รายงานผลการวิจัยยางพารา. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร.

สุทัศน์ ด่านสกุลผล และสมยศ สินสุระหัส. 2542 การกำหนดเขตปลูกยางพาราในภาคใต้ของประเทศไทยโดยอาศัยเทคนิคการสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศทางภูมิศาสตร์. สถาบันวิจัยยาง. กรมวิชาการเกษตร.

อัญญาณี มั่นคง, อนุสรณ์ แรมลี, รณชัย ดาวดวง, ดวงกมล อินทร์แก้ว, มาตุวรรณ บุณยัษเฐียร, อธิวีณ์ แดงกนิษฐ์, อรอุมา ประเสริฐ, อิศวรี ทุมรัตน์ และพิชาญ ชูแก้ว. 2556. ศึกษาโครงสร้างการผลิตและวิถีการตลาดยางพาราไทย. น. 23-45.

Abbott, LK. 1982. Comparative anatomy of vesicular-arbuscular mycorrhizas formed on subterranean clover. Aust. J. Bot. 30: 485-499.

Abbott, LK. and Robson, AD. 1985. The effect of soil pH on the formation of VA mycorrhizas by two species of Glomus. J. of Soil Research. 23: 253–261.

Ref. code: 25595709032535QGE

Abu-Zeyad, R., Khan, A.G. and Khoo. C. 1999. Occurrence of arbuscular mycorrhiza in Castanospermum austral A. Cunn. And C. Fraser and effects on growth andproduction of castanospermine. Mycorrhiza. 9: 111-117.

Akiyama, K., Mausuzaki, K. and Hayashi, H. 2005. Plant sesquiterpenes induce hyphal branching in arbuscular mycorrhizal fungi. Nature. 435: 824-827.

Alcala, E. A. 2007. Rubber: Manual for Rubber Smallholders in the Philippines. Kabacan, North Cotabato. USM and PRBI. 72 pp.

Al-Karakis, G. N. 2002. Benefit, cost, and phosphorus use efficiency of Mycorrhizal field-grown garlic at different soil phosphorus levels. J. Plant Nutr. 25: 1175-1184.

Aroca, R., Vernieri, P., and Ruiz-Lozano, J. M. 2008. Mycorrhizal and non-mycorrhizal *Lactuca sativa* plants exhibit contrasting responses to exogenous ABA during drought stress and recovery. J. Exp. Bot. 59: 2029-2041.

Azcón, R., Gómez, M., and Tobar, R. M. 1995. Physiological and nutritional responses by Lactuca sativa to nitrogen sources and mycorrhizal fungi under drought. Biol. Fertil. Soils 22: 156-161.

Basumatary, N., Parkash, V., Tamuli, A. K., Saikia A. J. and Teron, R. 2014. Arbuscular mycorrhizal inoculation affects growth and rhizospheric nutrient availability in *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Mull. Arg. clones . Int. J. Curr. Biotechnol. 2: 14-21.

Bedini, S., Pellegrino, E., Avio, L., Pellegrini, S., Bazzoffi, P., Argese, E., and Giovannetti, M. 2009. Changes in soil aggregation and glomalin-related soil protein content as affected by the arbuscular mycorrhizal fungal species *Glomus mosseae* and *Glomus intraradices*. Soil Biol. Biochem. 41: 1791-1496.

Bethlenfalvay, G. J. and Barea, J. M. 1994. Mycorrhizae in sustainable agriculture. Effects on seed yield and soil aggregation. Am. J. Altern. Agric. 9: 157-161.

Ref. code: 25595709032535QGE

Bethlenfalvay, G. J., Cantrell, I. C., Mihara, K. L., and Schreiner, R. P. 1999. Relationships between soil aggregation and mycorrhizae as influenced by soil biota and nitrogen nutrition. Biol. Fertil. Soil 28: 356-363.

Bhoopander, G. and Mukerji, K. G. 2004. Mycorrhizal inoculant alleviates salt stress in Sesbania aegyptiaca and Sesbania grandiflora under field conditions: evidence for reduced sodium and improved magnesium uptake. Mycorrhiza. *14.* 307-312.

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

Brundrett, MC. and Kendrick, WB. 1990. The roots and mycorrhizae of herbaceous woodland plants. II. Sructural aspects of morphology. New Phytol. 114: 469-479.

Burkert, B. and Robson, A. 1994. Zn uptake in subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.) by three vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in root-free sandy soil. Soil Biol. Biochem. 26: 1117-1124.

Chandrashekar, T. R., Jana M. K., Thomas, J., Vijayakumar, K. R. and Sethuraj, M. R., 1990. Seasonal changes in physiological characteristics and yield in newly opened trees. Indian Journal Natural Rubber Research. 3: 88-97.

Chen, B. D., Li, X. L., Tao, H. Q., Christie, P. and Wong, M. H. 2003. The role of arbuscular mycorrhiza in zinc uptake by red clover growing in a calcareous soil spiked with various quantities of zinc. Chemosphere. 50: 839-846.

Clark, R. B. 1997. Arbuscular mycorrhizal adaptation spore germination root colonization and host plant growth and mineral acquisition at low pH. Plant Soil. 192: 15-22.

Clark, R. B. and Zeto, S. K. 2000. Mineral acquisition by arbuscular mycorrhizal plants. J. Plant Nutr. 23: 867-902.

Daniel, B. A. and Skipper, H. D. 1982. Methods for the recovery and quantitative Estimationof propagules from soil. In Methods and Principles of Mycorrhizal Research.Schenck, N.C. (Ed.). APS. 29-36.

Ref. code: 25595709032535QGE

Dickson, S., Smith, S. E., & Smith, F. A. 1999. Characterization of two arbuscular Mycorrhizal fungi in symbiosis with Allium porrum : colonization, plant growth and phosphate uptake. New Phytol. 144: 163-172.

Drew, E. A., Murray, R. S., Smith, S. E. and Jakobsen, I. 2003. Beyond the rhizosphere: growth and function of AM external hyphae in sands. Plant Soil 251: 105-114.

El-Kherbawy, M., Angle, J. S. and Chaney, R. L. 1989. Soil pH, rhizobia, and vesicular-arbuscular mycorrhizae inoculation effects on growth and heavy metal uptake of alfalfa (Medicago sativa L.). Biology and Fertility of Soils. 8: 61-65.

Faber, B. A., Zasoski, R. J., Munns, D. N., and Shackel, K. 1991. A method for measuring hyphal nutrient and water uptake in mycorhizal palnts. Can J. Bot. 69: 87-94.

Frechill, S., Lasa, B., Ibarretxe, L., Lamsfus, C., and Aparicio Trejo, P. 2001. Pea response to saline stress is affected by the source of nitrogen nutrition (ammonium or nitrate). Plant Growth Regul. 35: 171-179.

George, S., Suresh, P. R., Wahid, P. A., Nair, R. B. and Punnoose, K. I. 2007. Active root distribution pattern of Hevea brasiliensis determind by radioassay of latex serum. Agroforest Systems. 76: 275-281.

Giri, B., and Mukerji, K. G. 2004. Mycoorhizal inoculants alleviates salt stress in *Sesbania aegyptiaca* and *Sesbania grandiflora* under field conditions: evidence for reduced sodium and improved magnesium uptake. Mycorrhiza. 14: 307-312.

Giri, B., Kapoor, R., and Mukerji, K. G. 2007. Improved tolerance of *Acacia nilotica* to salt stress by arbuscular mycorrhiza, *Glomus fasciculatum*, may be partly related to elevated K^+/Na^+ ratios in root and shoot tissues. Microb. Ecol. 54: 753-760.

Goicoechea, N., Szalai, G., Antolín, M. C., Sánchez-Díaz, M., and Paldi, E. 1998. Influence of arbuscular mycorrhizae and Rhizobium on free polyamines and proline levels in water-stressed alfalfa. J. plant Physiol. 153: 707-711.

Ref. code: 25595709032535QGE

Graham, J. H. 2000. Assessing cost of arbuscular mycorrhizal symbiosis in agroecosystems. In: Podila, G.K., Douds, Jr., D.D. (Eds.), Current Advances in Mycorrhizal Research. APS Press, St. Paul NM. 127–140.

Graw, D. 1978. The Influence of Soil pH on The Efficiency of Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza. New Phytol. 82: 687-695.

Green, N.E., Graham, S.O. and Schenck, N. C. 1976. The influence of pH on germination of vesicular arbuscular mycorrhiza spores. Mycologia. 68: 929-934.

Habte, M. 1995. Soil Acidity as a Constraint to the Application of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Technology. Mycorrhiza. 593-605.

Hacskaylo, E. 1971. Mycorrhizae Proceeding in First North American Conference on Mycorrhizae. Urbama.Liinoise. Misc. Pulb. 1189. USDA Forest Service. 214 p.

Hall, l.R. 1986.Taxonomy of VA mycorrhizal fungi, pp. 57-94. *In* C.L. Powell and D.J. Bagyaraj, eds. VA mycorrhiza. CRC Press. Boca Raton. Florida.

Hermann, B. 1999. The Use of Mycorrhizal Fungi in Phytoremediation Projects. แหล่งที่มา: http://www.uni-koeln.de/math-nat-fak/botanik/bot2/agbothe/mykorr/euproj.htm. (3 September 2016)

Hetrick, B. A. D., Wilson, G. W. T. and Todd, T. C. 1996. Mycorrhizal response in wheat cultivars, relationship to phosphorus. Can. J. Boy. 74: 19-25.

Hodge, A., Campbell, C. D. and Fitter, A. H. 2001.An arbuscular mycorrhizal fungus accelerates decomposition and acquires nitrogen directly from organic material. Nature 413: 297-299.

Ibibijen, J., Urquiaga, S., Isamili, M, Alves, B. J. and Boddey, R. M. 1996. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on growth, mineral nutrition and nitrogen fixation of three varieties of common beans (*Phaseolus vulgaris*). New Phytol. 134: 353-360.

Jahromi, F., Aroca, R., Porcel, R., and Ruiz-Lozano, J. M. 2008. Influence of salinity on the in vitro development of *Glomus intraradices* and on the in vivo physiological and molecular responses of mycorrhizal lettuce plants. Microbial. Ecology 55: 45-53.

Ref. code: 25595709032535QGE

Jensen, Dr. and Thomas L. 2010 Soil pH and the Availability of Plant Nutrients. IPNI Plant Nutrition TODAY. NO. 2.

Kahiluoto, H., ketoja, E., Vestberg, M. and Saarela, I. 2001. Promotion of AM ultization through reduced P fertilization. II. Field studies. Plant Soil. 231: 65-79.

Koide, R. T., Goff, M. D., & Dickie, I. A. 2000. Component growth efficiencies of mycorrhizal and nonmycorrhizal plants. New Phytol. 148: 163–168.

Kubikova, E., Moore, J. L., Ownlew, B. H., Mullen, M. D., and Augé, R. M. 2001. Mycorrhizal impact on Osmotic adjustment in *Ocimum basilicum* during a lethal drying episode. J. Plant Physiol. 158: 1227-1230.

Lalani S. 2000. Rubber Growing Soils and Their Characteristics. Bulletin of the Rubber Research Institute of Sri Lanka. 41: 10-21.

Li, X. L. and Christie, p. 2001. Changes in soil solution Zn and pH and uptake of Zn by arbuscular mycorrhizal red clover in Zn contaminated soil. Chemosphere. 42: 201-207.

Lovelock, C. E., Wright, S. F., Clark, D. A. and Ruess, R. W. 2004. Soil stocks of glomalin produced by arbuscular mycorrhizal fungi across a tropical rain forest landscape. J. Ecol. 92: 278-287.

Marschner, H. and Dell, B. 1994. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. Plant Soil 159: 89-102.

Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants, second edition. Academic Press, New York. 889 p.

Marsh, JF. And Schultze, M. 2001. Analysis of arbuscular mycorrhizas using symbiosis-defective plant mutants. New Phytol. 150: 525-532.

Matamoros, M. A., Baird, L. M., Escuredo, P. R., Dalton, D. A., Minchin, F. R., Iturbe-Ormaetxe, I., Rubio, M. C., Moran, J. F., Gordon, A. J., and Becana, M. 1999. Stress- induced legume root nodule senescence: physiological, biochemical and structural alterations. Plant Physiol. 121: 97-111.

Ref. code: 25595709032535QGE

Martinez-Medina, A., Pascual, J. A., Lloret, E. and Roldan, A. 2009. Interactions between arbuscular mycorrhizal fungi and *Trichoderma harzianum* and their effects on *Fusarium* wilt in melon plants grown in seedling nurseries. J. Sci. Food Agric. 89: 1843-1850.

McGonigle, T.P., Miller, M.H., Evans, D.G., Fairchild, G.L. and Swan, J.A. 1990. A new method which gives an objective measure of colonization of roots by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. New Phytol, 115: 495-501.

Neeta, B., Vipin, P., Ajit, K.. T., Ankur, J. S. and Robindra, T. 2014. Arbuscular mycorrhizal inoculation affects growth and rhizospheric nutrient availability in Hevea brasiliensis (Willd. ex A. Juss.) Mull. Arg. Clones. Int. J. Curr. Biotechnol. 2: 14-21.

Newman, E. I. and Reddell, P. 1987. The distribution of mycorrhizas among the families of vascular plants. New Phytol. 106: 745-751

Oehl, F., Sieverding, E., Ineichen, K., Ris, E. A., Boller, T., Wiemken, A. 2005. Community structure of arbuscular mycorrhizal fungi at different soil depths in extensively and intensively managed agroecosystems. New Phytol. 165: 273-283.

Phillips, J. M. and Hayman, D. S. 1970. Improved procedures for clearing roots and stainingparasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Trans. Brit. Mycol. Soc. 55: 158-161.

Pinior, A., Grunewaldt-Stöcker, G., von Alten, H. and Strasser, R. J. 2005. Mycorrhizal impact on drought tress tolerance of rose plant probed by chlorophyll a fluorescence, proline content and visual scoring. Mycorrhiza 15: 596-605.

Pozo, M. J., Cordier, C., Dumas-Gaudot, E., Gianinnazzi, S., Barea, J. M. and Azcón-Aguilar, C. 2002.Localized versus systemic effect of arbuscular mycorrhizal fungi on defence responses to *Phytophthora* infection in tomato plants. J. Exp. Bot. 53: 525-534.

Rillig, M. C., Wright, S. F., Nichols, K. A., Schmid, W. F., and Tom, M. S. 2002. The role of arbuscular mycorrhizal fungi and glomalin in soil aggregation: Comparing effects of five plant species. Plant Soil 238: 325-333.

Ref. code: 25595709032535QGE

Ruiz-Lozano, J. M., Azcón, R., and Gómez, M. 1995a. Effects of arbuscular mycorrhizal *Glomus* species on drought tolerance: physiological and nutritional plant responses. Appl. Environ. Microbiol. 61: 456-460.

Ruiz-Lozano, J. M., Gómez, M., and Azcón, R. 1995b. Influence of different *Glomus* species on the time-course of physiological plant responses of lettuce to progressive drought stress periods. Plant Sci. 110: 37-44.

Ryan, M. H., Norton, R. M., Kirkegaard, J. A., McCormick, K. M., Knights, S. E. and Angus, J.F. 2002. Increasing mycorrhizal colonization does not improve growth and nutrition of wheat on vertosols in south-eastern Australia. Aust. J. Agric. Res. 53: 1173-1181.

Sandra, V. and Minna-Maarit, K. 2010. Interrelationships between mycorrhizal symbiosis, soil pH and plant sex modify the performance of Antennaria dioica. Acta Oecologica. 36: 291-298.

Schnepf, A., Leitner, D., Klepsch, S., Pellerin, S. and Mollier, A. 2011. Modelling phosphorus dynamics in the soil-plant system. 113-133. *In*: Bünemann, E. K., Obserson, A., and Frossard, E., eds. Phosphorus in Action: Biological Processes in Soil Phosphorus Cycling. Springer, Heidelberg.

Schreiner, R. P., Tarara, J. M., and Smithyman, R. P. 2007. Dificit irrigation promotes arbuscular colonization of fine roots by mycorrhizal fungi in grapevines (*Vitis vinifera* L.) in an arid climate. Mycorrhiza 17: 551-562.

Sharifi, M., Ghorbanli, M., and Ebrahimzadeh, H. 2007. Improved growth of salinity-stressed soybean after inoculation with pre-treated mycorrhizal fungi. J. Plant Physiol. 164: 1144-1151.

Sieverding, E. 1991. Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems. Technical Cooperation. Federal Repuplic of Germany Eschborn. ISBN 3-88085-462.

Smith, S. E. and Read. 1997. *Mycorrhizal Symbiosis*. London: Academic Press.

Ref. code: 25595709032535QGE

Smith, S. E. and Smith, F. A. 2011. Roles of AM in plant nutrition and growth: new paradigms from cellular to ecosystems scales. Annu.Rev. Plant Biol. 63: 227-250.

Sorensen, N., Larsen, J. and Jakobsen, I. 2005. Mycorrhiza formation and nutrient concentration in leeks (*Allium porrum*) in relation to previous crop and cover crop management on high P soils. Plant Soil. 273: 101-114.

Stracke, S., Kistner, C., Yoshida, S., Mulder, L., Sato, S., Kaneko, T., Tabata, S., Sandal, N., Stougaard, J. and Parniske, M. 2002. A plant receptor-like kinase required for both bacterial and fungal symbiosis. Nature. 417: 959–962.

Subramanian, K. S., Charest, C., Dwyer, L. M. and Hamilton, R. I. 1997. Effect of arbuscular mycorrhizae on leaf water potential, sugar content and P content during drought and recovery of maize. Can. J. Bot. 75: 1582-1591.

Tarafdar, J. C. 1995. Role of a VA mycorrhizal fungus on growth and water relations in wheat in presence of organic and inorganic phosphates. J. Indian Soc. Sci. 43: 200-204.

Thingstrup, I., Rubaek, G., Sibbesen, E. and Jakobsen, I. 1998. Flax (*Linum usitatissimum* L.) depends on arbuscular mycorrhizal fungi for growth and P uptake at intermediate but not high soil P levels in the field. Plant Soil 203: 37-46.

Thompson, J. P. 1994. Inoculation with vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi from cropped soil overcomes long-fallow disorder of linseed (*Linum usitatissimum* L.) by improving P and Zn uptake. Soil Biol. Biochem. 26: 1133-1143.

Tisdall, J. M., Smith, S. E., Rengasamy, P. 1997. Aggregation of soil by fungal hyphae. Aust. J. Soil Res. 35: 55-60.

Tom, M. 2007. Mycorrhiza Literature Exchange. แหล่งที่มา : http://mycorrhiza.ag.utk.edu/mimag.htm (2 Apirl 2016)

Trappe, J.M. 1982. Synoptic keys to the genera and species of zygomycetous mycorrhizal fungi. Phytopathol. 72: 1,102-1,108.

Ref. code: 25595709032535QGE

Trouvelet, A ., Kough, J. L. and Gianinazzi – Pearson, V. 1985. Mesure du taux de Mycorrhization VA d'un systeme radiculaire. Recherche de methods d'Estimationayant une signification fonctionelle. 217-221.

Vosatka, M. 1995. Influence of inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi on the growth and mycorrhizal infection of transplanted onion. Agric. Ecosyst. Environ. 53: 151-159.

Walkley, A. and Black, I.A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining organic carbon in soil: Effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents. Soil Sci. 63: 251-263.

Wang, G.M., Stribley, D.P., Tinker, P.B.and Walker, C. 1993. Effect of pH on arbuscular mycorrhiza : I. Field observations on the long-term liming experiments at Rothamsted and Woburn. New Phytol. 124: 465-472.

Wright, S.F. and Upadhyaya, A. 1996. Extraction of an abundant and unusual protein from soil and comparison with hyphal protein from arbuscular mycorrhizal fungi. Soil Sci. 161: 575-58.

Ref. code: 25595709032535QGE

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายชวินทร์ ปลื้มเจริญ
วันเดือนปีเกิด	7 กรกฎาคม 2534
วุฒิการศึกษา	ปีการศึกษา 2556: วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีการเกษตร) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ทุนการศึกษา	ปีงบประมาณ 2557-2558 : ทุนเรียนดีบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสต์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ผลงานทางวิชาการ

พักตร์เพ็ญ ภูมิพันธ์, สมชาย ชคตระการ, วรภัทร ลัคนทินวงศ์, ชวินทร์ ปลื้มเจริญ, ภิรญา ชมพูผิว และอรประภา เทพศิลปวิสุทธิ์. 2559. การเปรียบเทียบระหว่างปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ต่อคุณภาพข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 5 (พิเศษ): 753-764.

ชวินทร์ ปลื้มเจริญ, พักตร์เพ็ญ ภูมิพันธ์ ธัญพิสิษฐ์ พวงจิก และปวีณา ทองเหลือง. 2560. ผลของรอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของยางพาราในสภาพความเป็นกรด-ด่างของดินของดินที่แตกต่างกัน. Thai Journal of Science and Technology. 6 (2): 101-112.

Ref. code: 25595709032535QGE