



ผลของความเป็นกรด-ด่างของดินและปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อประสิทธิภาพ
ของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา *Glomus intraradices* สำหรับ
ข้าวโพดไร่ปลูกผสมที่ปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

โดย

นายประสพโชค รื่นสุข

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการเกษตร)
สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ผลของความเป็นกรด-ด่างของดินและปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อประสิทธิภาพของ
ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา *Glomus intraradices* สำหรับ
ข้าวโพดไร่ปลูกผสมที่ปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

โดย

นายประสพโชค รื่นสุข



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการเกษตร)
สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

EFFECTS OF SOIL PH AND PHOSPHORUS FERTILIZER ON
EFFICIENCY OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI,
Glomus intraradices, FOR HYBRID FIELD CORN
GROWING IN INFERTILE SOIL

BY

MR. PRASOPCHOK RUENSUK



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 2018

COPYRIGHT OF THAMMASAT UNIVERSITY

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิทยานิพนธ์

ของ

นายประสพโชค รื่นสุข

เรื่อง

ผลของความเป็นกรด-ด่างของดินและปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อประสิทธิภาพของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา
Glomus intraradices สำหรับข้าวโพดไร่ปลูกผสมที่ปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการเกษตร)

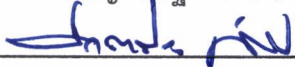
เมื่อ วันที่ 3 กรกฎาคม พ.ศ. 2561

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



(รองศาสตราจารย์ ฐัญพิสิษฐ์ พวงจิก)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก



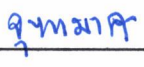
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัคตร์เพ็ญ ภูมิพันธ์)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรประภา เทพศิลปวิสุทธิ์)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุชามาศ ร่มแก้ว)

คณบดี



(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชคตระการ)

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของความเป็นกรด-ด่างของดินและปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อประสิทธิภาพของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา <i>Glomus intraradices</i> สำหรับข้าวโพดไร่ลูกผสมที่ปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ
ชื่อผู้เขียน	นายประสพโชค รื่นสุข
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการเกษตร)
สาขาวิชา/คณะ/มหาวิทยาลัย	เทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชร์เพ็ญ ภูมิพันธ์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรประภา เทพศิลป์วิสุทธิ์
ปีการศึกษา	2561

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของความเป็นกรด-ด่างของดินและปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อประสิทธิภาพของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา *Glomus intraradices* สำหรับข้าวโพดไร่ลูกผสมที่ปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (ชุดดินโคราช, Fine-loamy, siliceous, isohyperthermic Typic Kandistults) โดยวางแผนการทดลองแบบ 4x2x2 factorial in CRD จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 3 ปัจจัย ได้แก่ (1) ความเป็นกรด-ด่างของดิน (ไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH 4.37) และปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินให้เป็น 5.0, 6.0 และ 7.0) (2) อัตราการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (ไม่ใส่ปุ๋ย และ ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสตามคำแนะนำของโปรแกรมปุ๋ยสั่งตัด) และ (3) ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (ไม่ใส่ และ ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา *Glomus intraradices*) ปลูกข้าวโพดในดินที่กำจัดราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาตามธรรมชาติแล้ว จนถึงระยะเก็บเกี่ยว ผลการทดลอง พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้การเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวโพดเพิ่มขึ้นกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา โดยไม่มีความแตกต่างระหว่างการไม่ใส่และใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและในแต่ละระดับของความเป็นกรด-ด่างของดิน และ การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพียงอย่างเดียวมีผลทำให้การเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณฟอสฟอรัสในข้าวโพดมากกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสตามคำแนะนำของโปรแกรมปุ๋ยสั่งตัด นอกจากนี้ การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซายังมีผลทำให้จำนวนวันเกสรตัวผู้บาน 50 เปอร์เซ็นต์และวันออกไหมเร็วกว่าโดยเฉลี่ยประมาณ 10 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่รา

อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจะลดลงเมื่อใส่ร่วมกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในทุกระดับของความเป็นกรด-ด่างของดิน ดังนั้น ผลการทดลองนี้จึงชี้ให้เห็นว่า ระดับความเป็นกรด-ด่างของดินไม่มีผลต่อประสิทธิภาพของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา *Glomus intraradices* แต่การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ประสิทธิภาพของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาลดลง อย่างไรก็ตาม การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสามารถเพิ่มการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณฟอสฟอรัสของข้าวโพดได้ในทุกระดับของความเป็นกรด-ด่างของดิน โดยไม่ต้องใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส

คำสำคัญ: ความเป็นกรด-ด่างของดิน, ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา, ดินอุดมสมบูรณ์ต่ำ, ปุ๋ยฟอสฟอรัส



Thesis Title	EFFECTS OF SOIL PH AND PHOSPHORUS FERTILIZER ON EFFICIENCY OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI, <i>Glomus intraradices</i> , FOR HYBRID FIELD CORN GROWING IN INFERTILE SOIL
Author	Mr. Prasopchok Ruensuk
Degree	Master of science (Agricultural Technology)
Department/Faculty/University	Agricultural Technology Science and Technology Thammasat University
Thesis Advisor	Assistant Professor Phakpen Poomipan, Ph.D.
Thesis Co-Advisor	Assistant Professor Ornprapa Thepsilvisut, Ph.D.
Academic Year	2018

ABSTRACT

Study on effects of soil pH and phosphorus fertilizer on efficiency of arbuscular mycorrhizal (AM) fungi, *Glomus intraradices*, for hybrid field corn growing in infertile soil (Korat soil series; Fine-loamy, siliceous, isohyperthermic Typic Kandistults) was arranged in 4x2x2 factorial in CRD with 4 replications. This study consisted of 3 factors, four soil pH level; no soil pH adjustment (pH 4.37) and soil pH adjustment to 5.0, 6.0 and 7.0 two phosphorus (P) fertilizer rate (nil P and 100 % P fertilizer at recommendation rate by site specific nutrient program) and two AM fungi, *G. intraradices* (without and with AM inoculation). The corn was grown until harvesting period in sterilized soil. The results revealed that the AM inoculation significant increased growth, yield and P content of corn than without AM inoculation at all level of soil pH. Inoculation of AM fungi had higher growth, yield and P content of corn than 100 % P fertilizer. In addition, the days of 50 % of tasselling and silking of AM treatment was faster approximately 10 days than without AM inoculation. However, the efficiency of AM fungi decreased as applied P fertilizer at all level of soil pH. Therefore, these results indicated that soil pH did not affect on efficiency of

AM fungi, but P fertilizer did. However, AM inoculation can increase the growth, yield and P content of corn than without AM inoculation at all level of soil pH without P fertilizer applied.

Keywords: Arbuscular mycorrhizal fungi, Infertile soil, Phosphorus fertilizer, Soil pH



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์ของบุคคลหลายท่าน ซึ่งไม่อาจจะนำมากล่าวได้ทั้งหมด ท่านแรกคือผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชร์เพ็ญ ภูมิพันธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะ คำปรึกษา ตลอดจนการตรวจสอบปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จสมบูรณ์ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ผู้วิจัยตระหนักถึงความตั้งใจจริงและความทุ่มเทของอาจารย์ และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรประภา เทพศิลป์พิสุทธิ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑามาศ ร่มแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมและกรรมการที่ให้คำปรึกษาแนะนำในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ธัญพิสิษฐ์ พวงจิก ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ให้คำปรึกษาแนะนำในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณทุนสนับสนุนการวิจัย จากกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ประเภททุนวิจัยทั่วไป สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ประจำปีงบประมาณ 2560 ตามสัญญาเลขที่ ทน 65/2560

ขอขอบคุณเพื่อนๆ และน้องๆ สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ทุกคนที่เป็นกำลังใจในการเรียน และได้ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณครอบครัว ที่อยู่เบื้องหลังในความสำเร็จที่คอยให้ความช่วยเหลือสนับสนุนและให้กำลังใจตลอดมา

ท้ายนี้ประโยชน์อันพึงมีจากงานวิจัยฉบับนี้ ขอมอบแก่เหล่าคณาจารย์ ที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาจนทำให้ผลงานวิจัยเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้อง และขอมอบความกตัญญูกตเวทิตาคุณแต่บิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกท่าน และข้อบกพร่องต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นนั้น ผู้วิจัยขอน้อมรับผิดชอบเพียงผู้เดียว และยินดีที่จะรับฟังคำแนะนำจากทุกท่านที่ได้เข้ามาศึกษา เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนางานวิจัยต่อไป

นายประสพโชค รื่นสุข

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(3)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญตาราง	(10)
สารบัญภาพ	(12)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ข้าวโพด	3
2.2 ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา	5
2.3 การศึกษาราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซากับข้าวโพด	13
2.4 อิทธิพลของฟอสฟอรัสในดินต่อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา	14
2.5 อิทธิพลระดับความเป็นกรด-ด่างของดินต่อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา	16
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	18
3.1 วิธีการและขั้นตอนการศึกษา	18

	(7)
3.1.1 แผนการทดลอง	18
3.1.2 การเตรียมหน่วยทดลอง	18
3.1.3 การเตรียมปุ๋ยฟอสฟอรัส	20
3.1.4 การเตรียมราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา <i>Glomus intraradices</i>	20
3.1.5 การจัดหน่วยทดลองและการปฏิบัติดูแล	20
3.1.6 การเก็บบันทึกผลการทดลอง	21
3.1.7 การวิเคราะห์ทางสถิติ	23
3.1.8 สถานที่ทำการทดลอง	23
3.1.9 ระยะเวลาในการทดลอง	23
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	24
4.1 ผลการวิจัย	24
4.1.1 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซาต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพดเมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก	24
4.1.2 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก	31
4.1.3 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพดเมื่ออายุ 45 วันหลังปลูก	36
4.1.4 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 45 วันหลังปลูก	41
4.1.5 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และ ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพดเมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก	47
4.1.6 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และ ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก ข้าวโพด เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก	52

4.1.7	ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และ รากอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพดเมื่ออายุ 90 วันหลังปลูก	58
4.1.8	ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และ รากอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 90 วันหลังปลูก	63
4.1.9	ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และ รากอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อจำนวนวันออกดอกตัวผู้ 50 เปอร์เซ็นต์	68
4.1.10	ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และ รากอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อจำนวนวันออกไหมของข้าวโพด	73
4.1.11	ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และ รากอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของข้าวโพด	78
4.1.12	ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และ รากอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อน้ำหนักแห้งรากของข้าวโพด	83
4.1.13	ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และ รากอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อน้ำหนักแห้งฝักข้าวโพด	88
4.1.14	ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และ รากอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อน้ำหนักแห้งเมล็ด	94
4.1.15	ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และ การใส่รากอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อน้ำหนัก 100 เมล็ดของข้าวโพด	99
4.1.16	ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และ การใส่รากอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อผลผลิตของข้าวโพดต่อไร่	103
4.1.17	ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และ การใส่รากอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของข้าวโพด	109
4.1.18	ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน และปุ๋ยฟอสฟอรัส ต่อประสิทธิภาพของรากอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด	114
4.1.19	ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน และปุ๋ยฟอสฟอรัส ต่อประสิทธิภาพของรากอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อผลผลิตต่อไร่ของข้าวโพด	115

	(9)
4.1.20 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน และปุ๋ยฟอสฟอรัส ต่อ ประสิทธิภาพของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการดูดซับ ฟอสฟอรัสของข้าวโพด	116
4.1.21 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน และปุ๋ยฟอสฟอรัส ต่อการ เข้าอยู่อาศัยของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากข้าวโพด	117
4.1.22 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน และปุ๋ยฟอสฟอรัส ต่อ จำนวนสปอร์ของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดิน	118
4.2 อภิปรายผลการทดลอง	119
 บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	 121
5.1 สรุปผลการวิจัย	121
5.2 ข้อเสนอแนะ	121
 รายการอ้างอิง	 122
 ภาคผนวก	 130
ภาคผนวก ก การเจริญเติบโตของข้าวโพดไร่ลูกผสม	131
 ประวัติผู้เขียน	 134

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 สมบัติทางเคมีบางประการของชุดดินโคราช	19
3.2 ความเป็นกรด-ด่างของดินและปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์หลังการใส่ปุ๋ย	19
4.1 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก	27
4.2 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก	33
4.3 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 45 วันหลังปลูก	38
4.4 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 45 วันหลังปลูก	43
4.5 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก	49
4.6 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก	54
4.7 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 90 วันหลังปลูก	60
4.8 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 90 วันหลังปลูก	65
4.9 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาต่อจำนวนวันออกดอกตัวผู้ 50 เปอร์เซ็นต์	70
4.10 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาต่อจำนวนวันออกไหมของข้าวโพด	75
4.11 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาต่อน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของข้าวโพด	80
4.12 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาต่อน้ำหนักแห้งรากของข้าวโพด	85
4.13 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาต่อน้ำหนักแห้งฝักข้าวโพด	90

4.14	ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อน้ำหนักแห้งเมล็ด	96
4.15	ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด	101
4.16	ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อน้ำผลผลิตต่อไร่	105
4.17	ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และ การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซาต่อปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของข้าวโพด	111
4.18	ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน และปุ๋ยฟอสฟอรัส ต่อประสิทธิภาพของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด	114
4.19	ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน และปุ๋ยฟอสฟอรัส ต่อประสิทธิภาพของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อผลผลิตของข้าวโพด	115
4.20	ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน และปุ๋ยฟอสฟอรัส ประสิทธิภาพของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการดูดซับฟอสฟอรัสของข้าวโพด	116
4.21	ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน และปุ๋ยฟอสฟอรัส ต่อการเข้าอยู่อาศัยของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากข้าวโพด	117
4.22	ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน และปุ๋ยฟอสฟอรัส ต่อจำนวนสปอร์ของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดิน	118

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ระดับความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสที่ได้รับผลจากระดับความเป็นกรด-ต่าง ของดิน	7
2.2 กลไกการแลกเปลี่ยนธาตุอาหารระหว่างรากพืช และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา	8
2.3 ลักษณะการเข้าอยู่ของราไมคอร์ไรซาในรากพืช	16
4.1 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของ ข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก	28
4.2 อิทธิพลของการปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินมีผลต่อขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก	28
4.3 อิทธิพลของการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก	29
4.4 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก	29
4.5 อิทธิพลของระดับความเป็นกรด-ต่างและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก	30
4.6 อิทธิพลของการปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินมีผลต่อความสูงลำต้นของ ข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก	34
4.7 อิทธิพลของการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อความสูงลำต้นของ ข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก	34
4.8 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อ ความสูงลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก	35
4.9 อิทธิพลของระดับความเป็นกรด-ต่างและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ต่อความสูงลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก	35
4.10 อิทธิพลของการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 45 วันหลังปลูก	39
4.11 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 45 วันหลังปลูก	39
4.12 อิทธิพลของระดับความเป็นกรด-ต่างและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 45 วันหลังปลูก	40

4.28	อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อ ความสูงลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก	62
4.29	อิทธิพลของระดับความเป็นกรด-ด่างและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ต่อความสูงลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก	62
4.30	อิทธิพลของการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 90 วันหลังปลูก	66
4.31	อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อ ความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 90 วันหลังปลูก	66
4.32	อิทธิพลของระดับความเป็นกรด-ด่างและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 90 วันหลังปลูก	67
4.33	อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลต่อจำนวนวันออกดอกตัวผู้ 50 เปอร์เซ็นต์	71
4.34	อิทธิพลของการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อจำนวนวันออกดอกตัวผู้ 50 เปอร์เซ็นต์	71
4.35	อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อ จำนวนวันออกดอกตัวผู้ 50 เปอร์เซ็นต์	72
4.36	อิทธิพลของระดับความเป็นกรด-ด่างและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ต่อจำนวนวันออกดอกตัวผู้ 50 เปอร์เซ็นต์	72
4.37	อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลต่อจำนวนวันออกไหมของข้าวโพด	76
4.38	อิทธิพลของการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อจำนวนวันออกไหมของ ข้าวโพด	76
4.39	อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อ จำนวนวันออกไหมของข้าวโพด	77
4.40	อิทธิพลของระดับความเป็นกรด-ด่างและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ต่อจำนวนวันออกไหมของข้าวโพด	77
4.41	อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลต่อน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของข้าวโพด	81
4.42	อิทธิพลของการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อน้ำหนักแห้งส่วนเหนือ ดินของข้าวโพด	81
4.43	อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อ น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของข้าวโพด	82
4.44	อิทธิพลของระดับความเป็นกรด-ด่างและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ต่อน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของข้าวโพด	82

- 4.62 อิทธิพลของระดับความเป็นกรด-ด่างและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา
ต่อผลผลิตต่อไร่ของข้าวโพด 108
- 4.63 อิทธิพลของการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด
ของข้าวโพด 112
- 4.64 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อ
ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของข้าวโพด 112
- 4.65 อิทธิพลของระดับความเป็นกรด-ด่างและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา
ต่อปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของข้าวโพด 113



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ข้าวโพดไร่ เป็นผลิตผลทางการเกษตรที่สำคัญของประเทศไทย มีแหล่งการเพาะปลูกที่สำคัญในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์ และ นครราชสีมา โดยสามารถปลูกข้าวโพดไร่ได้ปีละ 2 ครั้ง ผลผลิตข้าวโพดไร่ส่วนใหญ่จะนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ที่มีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ตามภาวะการเติบโตของภาคปศุสัตว์ โดยเฉพาะอุตสาหกรรมอาหารสัตว์สำหรับไก่เนื้อและสุกร ซึ่งมีความต้องการใช้ข้าวโพดไร่เป็นส่วนประกอบในการผลิตอาหารสัตว์มากถึง 4.3 ล้านตันต่อปี นอกจากนี้ ยังมีความต้องการผลผลิตข้าวโพดไร่ที่สามารถนำไปใช้ในด้านอื่นๆ เช่น อุตสาหกรรมแป้ง ข้าวโพด ข้าวโพดป่น น้ำมันพืช และเครื่องสำอางค์ เป็นต้น ดังนั้น การถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสมให้กับเกษตรกร จะทำให้การผลิตข้าวโพดไร่มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2553)

การขาดธาตุอาหารหลักเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งสำหรับการผลิตข้าวโพดไร่ โดยธาตุฟอสฟอรัส ซึ่งมักเป็นธาตุที่ไม่เพียงพอกับความต้องการของพืช ทั้งนี้เนื่องจากมีหลายปัจจัยที่มีอิทธิพลในการควบคุมความเป็นประโยชน์ของธาตุฟอสฟอรัสในดิน เนื้อดิน โดยดินเนื้อละเอียดจะมีการตรึงธาตุฟอสฟอรัสในดินสูง เพราะถูกดูดซับที่ผิวอนุภาคดิน (ทัศนีย์, 2550) แต่ดินเนื้อหยาบจะมีการแพร่กระจายของธาตุฟอสฟอรัสในดินสูงกว่าดินเนื้อละเอียด เพราะมีประจุที่ผิวอนุภาคดินน้อย ซึ่งเป็นเหตุให้เกิดการชะล้างธาตุฟอสฟอรัสในดินเนื้อหยาบได้มากด้วย (Sanchez, 1976; Brady, 1990) นอกจากนี้ ความเป็นกรด-ด่างของดิน ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลควบคุมความเป็นประโยชน์ของธาตุฟอสฟอรัสในดิน เนื่องจากความเป็นกรด-ด่างของดินจะมีผลทำให้ธาตุบางชนิดละลายออกมาได้มากและธาตุฟอสฟอรัสก็สามารถเกิดปฏิกิริยาการตรึงด้วยสารประกอบต่าง ๆ ในดินได้ง่ายเช่นกัน เช่น เมื่อดินเป็นกรดจะทำให้ฟอสฟอรัสถูกตรึงด้วยเหล็กและอลูมิเนียม เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่ละลายน้ำยาก ซึ่งอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช และเมื่อดินเป็นด่างจะทำให้ฟอสฟอรัสจะถูกตรึงด้วยแคลเซียม แมกนีเซียม เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนแคลเซียมฟอสเฟตหรือแมกนีเซียมฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้ยาก ซึ่งอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชเช่นเดียวกัน หรือแม้กระทั่งในพื้นที่ที่มีแร่ดินเหนียวซิลิเกต เช่น kaolinite, montmorillonite และ illite เป็นต้น ฟอสฟอรัสจะเกิดปฏิกิริยา surface reaction คือไอออนฟอสเฟตเข้าแทนที่ hydroxyl group ที่อยู่บนผิวผลึกของแร่ดินเหนียวซิลิเกต จากนั้นไอออนฟอสเฟตนี้จะทำปฏิกิริยากับอะตอมของอลูมิเนียมหรืออะตอมของเหล็กที่อยู่ในโครงสร้างของแร่ซิลิเกต ไอออนฟอสเฟตจึงกลายเป็นองค์ประกอบของ

แร่ดินเหนียว (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ฟอสฟอรัสในดินมีข้อจำกัดในด้านความเป็นประโยชน์ต่อพืช เพราะฉะนั้นการเพิ่มความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสจึงเป็นเรื่องที่สำคัญมาก

การใช้ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจึงเป็นทางเลือกที่ดี เนื่องจากราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่เข้าอาศัยในรากพืชจะส่งผลให้พืชได้รับธาตุฟอสฟอรัสได้มากขึ้นผ่านทางกลไกการดำรงชีวิตแบบพึ่งพาอาศัย เนื่องจากมีเส้นใยราที่กระจายอย่างหนาแน่นในดิน จึงมีประสิทธิภาพในการดูดซับและลำเลียงธาตุฟอสฟอรัสมาให้แก่พืชได้มากกว่าการดูดซับของระบบรากพืชหลายเท่า (Drew et al., 2003) หากเทียบกับพืชที่ไม่มีราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเข้าอยู่อาศัยในราก พบว่า พืชที่ไม่มีราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเข้าอยู่อาศัยในรากได้รับฟอสฟอรัสน้อยกว่าพืชที่มีราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเข้าอยู่อาศัยในราก (Schnepf et al., 2011) นอกจากนี้ Miransari et al. (2009) ได้ศึกษาการดูดซับธาตุอาหารของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซากับข้าวโพด พบว่า พืชที่มีราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเข้าอยู่อาศัยในรากได้รับธาตุฟอสฟอรัส 60 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น จึงเห็นได้ว่า ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีส่วนสำคัญในการจัดการธาตุฟอสฟอรัส นอกจากนี้ ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซายังมีประโยชน์ต่อพืชในด้านอื่น ๆ เช่น ช่วยเพิ่มความต้านทานของพืชในสภาวะแห้งแล้งและความเค็ม ลดการเข้าทำลายของศัตรูพืช เพิ่มการอนุรักษ์ดิน และลดการหมุนเวียนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

อย่างไรก็ตาม จากผลการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ประสิทธิภาพการดูดซับธาตุฟอสฟอรัสของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจะมากหรือน้อยนั้น จะขึ้นอยู่กับปัจจัยที่มีผลในการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน เช่น สภาพความเป็นกรด-ด่างของดิน ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน และอัตราการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส เป็นต้น ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงต้องการที่จะศึกษาอิทธิพลของความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อประสิทธิภาพของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา *Glomus intraradices* ที่มีต่อข้าวโพดไร่ลูกผสมที่ปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อประสิทธิภาพของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา *Glomus intraradices* ที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และการดูดซับฟอสฟอรัสของข้าวโพดไร่ลูกผสมที่ปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้าวโพด

ข้าวโพดมีชื่อวิทยาศาสตร์ : *Zea Mays* L. อยู่ในวงศ์ Gramineae ประกอบด้วย 8 สกุล (genus) จัดว่าเป็นธัญพืชที่สำคัญเป็นอันดับ 3 รองจากข้าวสาลีและข้าว มนุษย์รู้จักนำมาใช้เป็นอาหาร ใช้เป็นอาหารสัตว์และสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น แป้งข้าวโพด น้ำมัน น้ำมันข้าวโพด เป็นต้น ประเทศแถบ อเมริกาใต้ แอฟริกา นิยมบริโภคเป็นอาหารหลัก ถิ่นกำเนิดสันนิษฐานว่าเกิดจากประเทศเม็กซิโก อเมริกากลาง หรืออเมริกาเหนือ และมีการปลูกแพร่หลายทั่วโลก จนถึงปัจจุบัน โดยพันธุ์ข้าวโพดมีทั้งพันธุ์ป่าและพันธุ์พื้นเมือง จนมีการปรับปรุงพันธุ์และคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีลักษณะเด่นจนสามารถใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดฝักอ่อน และ ข้าวโพดคั่ว เป็นต้น (สมชาย, 2548)

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หรือข้าวโพดไร่ชนิดหัวแข็ง (flint corn) จัดอยู่ในสกุล *Indurata* เป็นข้าวโพดที่มีแป้งชนิดแป้งแข็งอยู่หนาแน่นตรงส่วนของหัวหรือส่วนบนของเมล็ดภายในเมล็ดมีแป้งอ่อนอยู่ตรงกลางรวมถึงบริเวณรอบ เมล็ด แต่บริเวณส่วนบนของเมล็ดจะเรียบเสมอแม้จะตากแดดหรืออบจนแห้งหัวจะไม่บวมหรือยุบ เนื่องจากมีแป้งแข็งที่อัดตัวกันแน่นเมื่อเมล็ดแห้งจะมีความแข็งมาก นิยมใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ เป็นที่ต้องการของตลาดทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยเมื่อปี พ.ศ. 2559 ไทยมีการส่งออกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 581,538.55 ตัน คิดเป็นมูลค่ามากถึง 4855.34 ล้านบาท โดยพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทย พ.ศ. 2559 มีพื้นที่ 6.97 ล้านไร่ ซึ่งได้ผลผลิตมากถึง 4.57 ล้านตัน โดยปลูกมากที่สุดในภาคเหนือมีเนื้อที่ประมาณ 4.80 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ มีรายละเอียด ดังนี้

2.1.1 ราก ข้าวโพดมีระบบรากฝอย เจริญออกมาจากคัพภะ มีรากที่เจริญมาจากแรติเคิล เรียกว่ารากปฐมภูมิ และมีรากแขนงที่แตกออกมา เรียกว่ารากทุติยภูมิ อีกทั้งยังมีรากเขมินัล ที่งอกมามาจาก Scuteller node รากทั้ง 3 จะเจริญทำมุม 25-30 องศาเซลเซียส แต่จะเจริญไปพร้อมลำต้นเพียงระยะประมาณ 2-3 สัปดาห์ จากนั้นก็จะหยุดการเจริญ ส่วนรากที่มีการเจริญไปพร้อมกับลำต้นจนออกฝัก คือรากถาวรหรือรากยึดเหนี่ยว ซึ่งเจริญจากปุ่มกำเนิดราก บริเวณส่วนข้อของโคนต้นข้าวโพด ส่วนรากยึดเหนี่ยวนั้นมีจำนวนไม่จำกัด และอาจแยกออกเป็นรากยึดเหนี่ยวย่อย ๆ อีก

เป็นจำนวนมากก็ได้ อาจจะมีจำนวนถึงร้อยและยาว 30-60 เซนติเมตร ส่วนรากฝอยมีขนาดเล็กมาก และมีอายุสั้น

2.1.2 ลำต้น ข้าวโพดมีลำต้นแข็ง ใสนั่นไม่กลวงเหมือนพืชอื่น ความสูงของลำต้นมีตั้งแต่ 60 เซนติเมตร จนถึง 6 เมตร แล้วแต่ชนิดของพันธุ์ ข้อของข้าวโพดนอกจากเป็นข้อต่อของปล้องแล้วยังเป็นที่เกิดของราก ลำต้นใหม่และฝักอีกด้วย ปล้องที่โคนต้นจะสั้น และหนา และยาวขึ้นไปทางด้านปลาย ปล้องเหนือพื้นดินมีตั้งแต่ 8-20 ปล้อง เมื่อผ่าลำต้นดูตามขวางจะเห็นเปลือกอยู่เป็นวงรอบนอก ประกอบไปด้วยเซลล์ที่กั้นน้ำได้ ส่วนด้านในเป็นเซลล์ท่อน้ำและท่ออาหาร และพบว่าความหนาของเปลือกต้นข้าวโพดมีความสัมพันธ์โดยตรงกับจำนวนต้นล้ม ภายในเปลือกเป็นเซลล์สีขาวของไส้ (pith) และมีท่อน้ำ ท่ออาหาร (vascular bundles) กระจายอยู่ทั่วไป การแตกกอของต้นข้าวโพด ข้าวโพดแตกกอน้อยหรือไม่แตกกอเลย ขึ้นกับพันธุ์และความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยปกติข้าวโพดหัวแข็ง (flint) หรือข้าวโพดหวานมักแตกกอได้ง่ายกว่าข้าวโพดหัวบุบ (dent) ต้นที่แตกกอมาใหม่นั้นอาจจะมีจำนวน 3-4 ต้นก็ได้ จะมีลักษณะไม่แตกต่างจากต้นแม่เลย และทุกต้นอาจให้ฝักที่สมบูรณ์ได้ด้วย

2.1.3 ใบ ประกอบด้วย ตั้วใบ กาบใบ และหูใบ (ligule) ลักษณะของใบข้าวโพดก็มีความแตกต่างกันไปมากมายแล้วแต่พันธุ์ จำนวนใบมีตั้งแต่ 8-48 ใบ กาบใบจะแข็งและหนา กาบใบที่อยู่ทางด้านล่างของลำต้นจะมีความยาวประมาณครึ่งหนึ่งของปล้องท่อน้ำลำต้นไว้กาบใบที่อยู่ด้านบนจะทำหน้าที่หุ้มกาบใบอ่อนไว้ แผ่นใบจะมีลักษณะเรียวยาวประมาณ 50-80 เซนติเมตร กว้างประมาณ 9-10 เซนติเมตร กางออกขนานกับลำต้น

2.1.4 ดอก ข้าวโพดมีดอกตัวผู้ และดอกตัวเมียอยู่แยกกัน แต่อยู่ในต้นเดียวกัน (monoecious) ดอกตัวผู้รวมกันอยู่เป็นช่อ เรียกว่า ช่อดอกตัวผู้ (tassel) และอยู่ตอนบนสุดของต้น เกษตรกรมักจะเรียก “ดอกหัว” ดอกตัวผู้ดอกหนึ่งจะมีอับละอองเกสร (anther) 3 อับ แต่ละอับละอองเกสรยาวประมาณ 6 มิลลิเมตร และมีละอองเกสร (pollen grain) ประมาณ 2,500 เกสรต่ออับละอองเกสร ช่อดอกตัวผู้ของข้าวโพดธรรมดา 1 ต้น ผลิตละอองเกสรได้ถึง 25,000,000 เกสร หรือเฉลี่ยแล้วมีละอองเกสรมากกว่า 25,000 เกสรที่จะไปผสมเมล็ดบนฝักซึ่งมีเมล็ดประมาณ 800 – 1,000 เมล็ด การสลัดละอองเกสรเกิดขึ้นก่อนการออกไหม 1-3 วัน บนข้าวโพดต้นเดียวกัน การบานของดอกตัวผู้จะบานติดต่อกันหลายวัน ส่วนดอกตัวเมียนั้น อยู่รวมกันเป็นช่อหรือฝักที่ขั้วกลาง ๆ ลำต้น ดอกตัวเมียแต่ละดอกประกอบด้วยรังไข่ (ovary) และเส้นไหม (silk หรือ style) ซึ่งมีความยาวประมาณ 5-15 เซนติเมตร และยื่นปลายโผล่ออกไปรวมกันเป็นกระจุกอยู่ตรงปลายช่อดอก ซึ่งมีเปลือกหุ้มอยู่ และพร้อมที่จะผสมพันธุ์ทันทีที่งอกพ้นเปลือกเส้นไหมมีลักษณะเป็นยางเหนียว ๆ สำหรับคอยรับละอองเกสรที่ปลิวมาสัมผัสเพื่อเข้าผสมกับไข่ และจับละอองเกสรได้ตลอดความยาวของเส้นไหม เมื่อรังไข่ได้รับการผสมจากละอองเกสร รังไข่ก็จะเติบโตเป็นเมล็ดช่อดอกตัวเมียที่รับการ

ผสมแล้วนี้ เรียกว่าฝัก (ear) ข้าวโพดต้นหนึ่งอาจมีมากกว่า 1 ฝักขึ้นไป และฝักหนึ่งอาจมีมากถึง 1,000 เมล็ด หรือมากกว่านั้น แขนกลางของฝักเรียกว่า ชัง (cob)

ข้าวโพดเป็นพืชที่ดอกตัวผู้สลัดเกสรก่อนที่ดอกตัวเมียพร้อมที่จะผสมเล็กน้อย ดังนั้น จึงเป็นพืชที่ผสมข้ามพันธุ์ตามธรรมชาติ โดยมีการผสมตัวเองเพียงเล็กน้อย ละอองเกสรของข้าวโพดจะปลิวตามกระแสลม หรือตามแรงดึงดูดของโลก เมื่อเส้นไหมได้รับละอองเกสรต่าง ๆ ก็จะขยายตัวทันทีโดยส่งท่อ (tube) ไปตามเส้นไหมจนถึงรังไข่ ซึ่งอยู่ปลายสุดของเส้นไหมเพื่อทำการผสม การผสมระหว่างเกสรกับไข่โดยปกติจะใช้เวลา 12-28 ชั่วโมง นับตั้งแต่ละอองเกสรเริ่มสัมผัสกับเส้นไหม ภายใต้สภาวะที่เหมาะสม ละอองเกสรอาจจะมีชีวิตอยู่ได้นาน 18-24 ชั่วโมง แต่อาจจะตายในเวลา 2-3 ชั่วโมง ด้วยความร้อนหรือความแห้ง ความร้อนหรือลมที่แห้งแล้ง เป็นอันตรายต่อดอกตัวผู้ (tassel) ดังนั้น จึงไม่มีการสลัดละอองเกสร หรือลดความชื้นที่ไหม ซึ่งทำให้เกสรไม่สามารถเข้าไปผสมเกสรได้ หลังจากผสมเกสรแล้วประมาณ 20-40 วัน รังไข่จะเจริญเติบโตเป็นเมล็ดที่แก่จัด (พิเชษฐ, 2551)

2.2 ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา

mycorrhiza หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างรากกับพืชชั้นสูง โดยความสัมพันธ์นี้จะเกิดขึ้นในระบบรากของพืชชั้นสูงโดยรากจะเข้าไปสร้างเส้นใย ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กันในการดูดธาตุอาหารจากดิน ความแตกต่างระหว่างราไมคอร์ไรซา กับราที่ผิวดินรอบต้นพืช คือจะพบการเข้าอาศัยภายในหรือสร้างโครงสร้างที่จำเพาะกับพืช เมื่อไมคอร์ไรซาช่วยดูดธาตุฟอสฟอรัสและส่งเสริมการดูดธาตุอาหารอื่นให้แก่พืช ขณะเดียวกันพืชก็จะส่งสารประกอบคาร์โบไฮเดรต เพื่อใช้เป็นพลังงาน

2.2.1 โครงสร้างที่มีลักษณะพิเศษของราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา

2.2.1.1 arbuscule (อาร์บัสคูล) มีลักษณะคล้าย haustoria เป็นโครงสร้างที่อยู่ในชั้นคอร์เท็กซ์ บริเวณรากของพืช เกิดการแตกแขนงของใยราแบบ 2 แขนงต่อเนื่อง (dichotomous branching) แขนงของใยราจะแทรกทะลุผนังเซลล์ของพืชอาศัยเข้าไปภายในเซลล์ปลายของแขนงมีเส้นใยรามีขนาดเล็กมาก ใกล้เคียงกับขนาดของไมโทคอนเดรียของพืช และไม่สามารถเห็นได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์ธรรมดา อาร์บัสคูล จะมีอายุเพียง 1-2 สัปดาห์เท่านั้น หลังจากนั้น บางส่วนที่เป็นผนังเซลล์จะสลายไป บางส่วนของไซโตพลาสซึมจะไหลกลับเข้าไปยังรากหลัก หรือประกอบขึ้นเป็นไซโตพลาสซึมของรากพืช อาร์บัสคูล จะเกิดขึ้นหลังที่เชื้อเจริญเข้าสู่รากแล้วเป็นเวลา 2-3 วัน ซึ่งจะทำให้พื้นที่สัมผัสของเยื่อหุ้มเซลล์ในส่วนของรากพืชเพิ่มขึ้นอีก 2-3 เท่า

2.2.1.2 vesicle (เวสิเคิล) เป็นโครงสร้างรูปร่างคล้ายถุงโป่งพองออกบริเวณ ส่วนปลายของใยรา ภายนอกประกอบด้วยหดยอดไขมัน (phospholipid) มีหน้าที่เก็บสะสมอาหารของ ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เมื่อผิวของเนื้อเยื่อชั้นคอร์เท็กซ์หลุดออกไป เวสิเคิลจะไหลออกมาสู่ ดินและจะงอกทำหน้าที่เป็นส่วนขยายพันธุ์ของราต่อไป โดยปกติแล้ว เวสิเคิลจะเกิดหลังจากอาร์บัส คูลและจะเกิดขึ้นมากเมื่อได้รับจุลธาตุโลหะเช่น เหล็ก ทองแดง สังกะสีและแมงกานีส และมักเกิดกับ ราฝอยเป็นส่วนใหญ่ องค์ประกอบ โครงสร้างของผนังเซลล์ รวมไปถึงจำนวนของเวสิเคิลของราอาร์ บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาแต่ละชนิดจะมีลักษณะแตกต่างกันออกไป

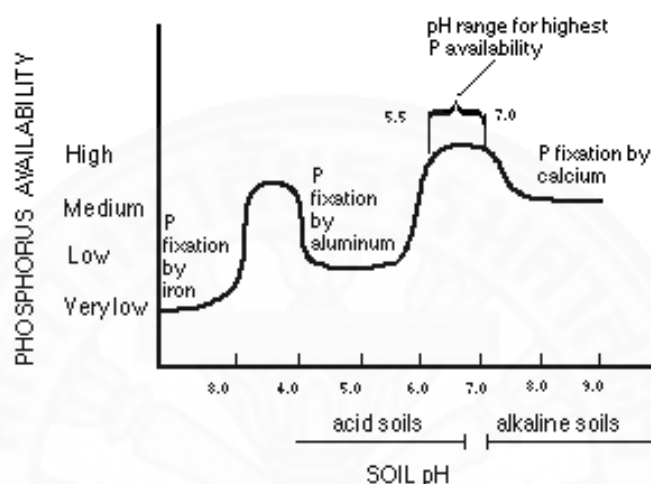
2.2.1.3 external hyphae; extraradical hyphae (ใยรานอกรากพืช) จัด ว่าเป็นส่วนสำคัญของการดำรงชีวิตของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ประกอบด้วยเส้นใยราที่อยู่นอก รากที่สานกันเป็นลักษณะร่างแห ทำให้เกิดเป็นพื้นที่ดูดซับธาตุอาหารได้มากขึ้น ใยรานอกรากพืชมี 2 ลักษณะ คือ 1) ใยราหลัก ที่มีขนาดใหญ่ มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 8-12 ไมโครเมตร บางครั้งอาจ มีขนาดใหญ่ถึง 20 ไมโครเมตร ใยราหลักจะแตกแขนงออกด้านข้างคล้ายรากพืช ทำหน้าที่ดูดซับ อาหาร เมื่อพบอาหารที่เหมาะสม 2) กลุ่มใยราขนาดเล็ก แตกแขนงออกจากรากหลัก มีผนังบาง มี หน้าที่แทรกตัวเข้าไปในอนุภาคของอินทรีย์วัตถุและดิน เพื่อทำการดูดอาหาร เมื่ออาหารหมดไฮโดพ ลาสซิมจะเคลื่อนที่กลับเข้าสู่ใยราหลักแล้วสร้างผนังกัน

2.2.1.4 resting spore (สปอร์พักตัว) เป็นโครงสร้างที่ถูกสร้างเพื่อใช้ในการ พักตัวเมื่อสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม มีรูปร่าง ลักษณะที่แตกต่างออกไป แต่เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมจะงอกและเจริญเข้าสู่รากของพืชอาศัยต่อไป (ธงชัย, 2550)

2.2.2 ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซากับการดูดซับธาตุอาหารพืช

ธาตุฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาช่วยดูดซับให้แก่พืชได้ดีที่สุด โดยเมื่อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเข้าอาศัยในรากพืช จะส่งผลให้พืชได้รับธาตุฟอสฟอรัสได้มากขึ้น จึงทำให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ดีและมีผลผลิตมากขึ้นได้ (Poomipan et al., 2011) ดังนั้น ราอาร์บัส คูลาร์- ไมคอร์ไรซาจึงมีส่วนสำคัญในการจัดการธาตุฟอสฟอรัส ทั้งนี้เพราะปัญหาหลักของธาตุ ฟอสฟอรัสในดินคือ ฟอสฟอรัสจะถูกตรึงด้วยสารประกอบต่าง ๆ ในดินได้ง่าย เช่น เมื่อดินเป็นกรด จะทำให้ฟอสฟอรัสถูกตรึงด้วยเหล็กและอลูมิเนียม (Fe^{+2} , Fe^{+3} , Al^{+3}) เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่ ละลายน้ำยาก พืชไม่สามารถดูดใช้ฟอสฟอรัสได้ เพราะอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช และเมื่อดิน เป็นด่าง ฟอสฟอรัสจะถูกตรึงด้วยแคลเซียม แมกนีเซียม เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนแคลเซียม ฟอสเฟตหรือแมกนีเซียมฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้ยาก ฟอสฟอรัสในรูปนี้อยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อ พืช พืชจึงไม่สามารถดูดซับได้ (ภาพที่ 2.1) หรือแม้กระทั่งในพื้นที่ที่มีแร่ดินเหนียวซิลิเกต เช่น kaolinite, montmorillonite และ illite เป็นต้น ฟอสฟอรัสจะเกิดปฏิกิริยา surface reaction คือ ไอออนฟอสเฟตเข้าแทนที่ hydroxyl group ที่อยู่รอบๆผิวผลึกของแร่ดินเหนียวซิลิเกต จากนั้น

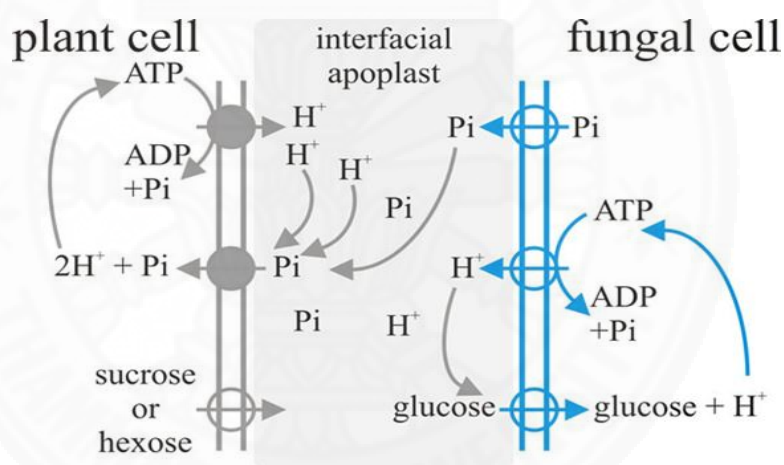
ไอออนฟอสเฟตนี้จะทำปฏิกิริยากับอะตอมของอลูมิเนียมหรืออะตอมของเหล็กที่อยู่ในโครงสร้างของแร่ซิลิเกต ไอออนฟอสเฟตจึงกลายเป็นองค์ประกอบของแร่ดินเหนียว (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) ดังนั้น จึงเห็นได้ว่า ฟอสฟอรัสในดินมีข้อจำกัดในด้านความเป็นประโยชน์ต่อพืช จึงจัดการได้ยาก แต่ การเข้าอยู่อาศัยของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากพืช ได้ช่วยทำให้พืชได้รับฟอสฟอรัสมากขึ้นได้



ภาพที่ 2.1 ระดับความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสที่ได้รับผลจากระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน
ที่มา: <http://www.extension.umn.edu/agriculture/nutrient-management/phosphorus/the-nature-of-phosphorus/>

อย่างไรก็ตาม เมื่อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเข้าอาศัยในรากพืชแบบพึ่งพาอาศัย โดยพืชจะให้น้ำตาลเพื่อเป็นอาหารแก่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา และรากก็จะให้ฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ตอบแทนแก่พืชอาศัย (ภาพที่ 2.2) จึงสามารถแก้ปัญหาการดูดซับฟอสฟอรัสแก่พืชได้ เพราะเส้นใยราที่กระจายในดินรอบรากพืชนั้น ทำหน้าที่เสมือนรากพืช เพิ่มประสิทธิภาพการหาและดูดธาตุฟอสฟอรัสได้อย่างดี โดยการดูดซับผ่านเส้นใยราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจะมีประสิทธิภาพดีกว่าระบบรากพืช (Drew et al., 2003) หากเทียบกับพืชที่ไม่มีราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเข้าอยู่อาศัยในราก พบว่า พืชที่ไม่มีราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเข้าอยู่อาศัยในรากได้รับฟอสฟอรัสน้อยกว่าพืชที่มีราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเข้าอยู่อาศัยในราก (Schnepf et al., 2011) นอกจากนี้ Miransari et al. (2009) ได้ศึกษาการดูดซับธาตุอาหารของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา กับข้าวโพด พบว่า พืชที่มีราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเข้าอยู่อาศัยในรากได้รับธาตุอาหารมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยได้รับธาตุฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น 60 เปอร์เซ็นต์ และธาตุเหล็กเพิ่มขึ้น 58 เปอร์เซ็นต์ และ

Shantanu et al. (2013) ได้ศึกษาการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาให้กับ *Stevia rebaudiana* (Bertoni) ซึ่งเป็นพืชสมุนไพรช่วยลดโรคเบาหวาน พบว่า ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทำให้พืชได้รับธาตุอาหารได้เพิ่มขึ้น โดยได้รับธาตุฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น 74 เปอร์เซ็นต์ ธาตุโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น 32 เปอร์เซ็นต์ ธาตุทองแดงเพิ่ม 81 เปอร์เซ็นต์ และธาตุสังกะสีเพิ่มขึ้นถึง 41 เปอร์เซ็นต์ โดยประมาณ จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสามารถเพิ่มการดูดซับฟอสฟอรัสและธาตุอื่น ๆ ได้ดี หากแต่เมื่อในดินที่มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงนั้น การดูดธาตุอาหารกลับให้ผลไม่แตกต่างกันกับการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เช่น งานวิจัยของ Ryan et al. (2002) พบว่าการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินที่มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ทั้งในด้านการดูดซับฟอสฟอรัส การเจริญเติบโต และผลผลิต ดังนั้น จึงเห็นได้ว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเป็นตัวควบคุมประสิทธิภาพของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา



ภาพที่ 2.2 กลไกการแลกเปลี่ยนธาตุอาหารระหว่างรากพืช และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

ที่มา: David (2012)

แม้ว่าราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสามารถเข้าอาศัยและส่งเสริมการดูดธาตุอาหารแก่พืชโดยไม่เจาะจงกับชนิดพืช Miransari et al. (2009) ทดลองใช้ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสายพันธุ์ที่แตกต่างกันในข้าวโพด พบว่า การดูดธาตุอาหารของแต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกัน โดยเฉพาะการดูดธาตุฟอสฟอรัส โดย ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา *G. mosseae* (Canadian) สามารถดูดฟอสฟอรัสมากขึ้นถึง 5.3 เปอร์เซ็นต์ แต่ *G. etunicatum* (Iranian) สามารถดูดฟอสฟอรัสเพิ่มได้ถึง 8.33 เปอร์เซ็นต์ (เมื่อเปรียบกับการไม่ใช้ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Deepika et al. (2009) พบว่า ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาแต่ละชนิด

สามารถดูดธาตุฟอสฟอรัส ธาตุแมกนีเซียม และธาตุทองแดงได้แตกต่างกัน จึงทำให้เห็นว่าการเลือกใช้สายพันธุ์ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาให้เหมาะกับพืชปลูกจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของรากได้ดียิ่งขึ้นได้

2.2.3 ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซากับความทนทานต่อความเครียดจากการขาดน้ำ

สภาวะขาดน้ำ คือ สภาวะที่เกิดจากอัตราการคายน้ำมีมากกว่าอัตราการดูดน้ำ ทำให้ปริมาณน้ำในพืชลดลงจนมีผลต่อสรีระวิทยาของพืช ซึ่งผลของการขาดน้ำมีหลายระดับ โดยทั่วไปพืชจะมีการปรับตัวเพื่ออยู่รอด แต่หากมีการขาดน้ำรุนแรงจนทำให้เกิดความเครียดถาวรในต้นพืช จะส่งผลให้ผลผลิตที่ได้รับลดลงหรือทำให้พืชหยุดการเจริญเติบโต ซึ่งสภาวะขาดน้ำอาจเป็นปัญหาหลักของเกษตรกร เพราะบางครั้งการเกิดความแห้งแล้งอาจอยู่เหนือการควบคุมได้ (สายัณห์, 2537) แต่เกษตรกรสามารถป้องกันได้โดยใช้พันธุ์ทนแล้งและควรเสริมด้วยการใช้ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพื่อลดความเครียดจากสภาวะขาดน้ำ

พืชที่มีราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเข้าอาศัยจะสามารถทนต่อสภาวะเครียดจากการขาดน้ำได้ดี เนื่องจากราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาช่วยดูดซับน้ำผ่านทางเส้นใยราที่กระจายในดิน อีกคุณสมบัติเด่นของพืชที่มีการเข้าอาศัยของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา คือ เมื่อเกิดความเครียดจากสภาวะขาดน้ำ จะมีการสะสมสารโพรลีนในเซลล์มากขึ้น เพื่อรักษาปริมาณน้ำในเซลล์ตามกลไก osmotic adjustment ซึ่งทำให้ศักย์น้ำในพืชลดลง การคายน้ำในพืชจึงลดลง (Ruiz-Lozano et al., 1995) นอกจากนี้ยังมีการทดลองปลูกข้าวโพด ในสภาวะขาดน้ำโดยมีการใช้ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพื่อลดผลกระทบ พบว่า เมื่อมีการลดปริมาณน้ำลงเหลือ 60 เปอร์เซ็นต์ ของความต้องการน้ำของข้าวโพด พบว่า ข้าวโพดที่มีการเข้าอาศัยของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินสูงกว่า 66 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับสิ่งทดลองที่ไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (Zhao et al., 2015) สอดคล้องกับการทดลองของ Zarik et al. (2016) ทดลองใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพื่อลดความเครียดจากการขาดน้ำของ *Cupressus atlantica* G. พบว่า การเจริญเติบโตของพืชเมื่อลดการให้น้ำลง 25 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกับการให้น้ำเต็มอัตราความต้องการของพืช ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาช่วยให้พืชทนทานต่อสภาวะความเครียดจากการขาดน้ำได้

2.2.4 ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซากับความทนทานต่อความเครียดจากความเค็มของดิน

ปัจจัยที่จำกัดการเจริญเติบโตของพืชเขตร้อนที่สำคัญอย่างหนึ่ง คือ ความเค็มของดิน ซึ่งอาจเกิดจากปัญหาพื้นที่ในการเพาะปลูกมีการใช้น้ำที่มีเกลือจนเกิดการสะสม หรือพื้นที่นั้นอยู่ใกล้ทะเลทำให้น้ำที่มีความเค็มซึมไปทางใต้ดิน เมื่อมีอากาศร้อนทำให้เกลือในดินชั้นล่างขึ้นมาบริเวณรากของพืชปลูกจนเกิดเป็นปัญหาความเครียดจากดินเค็มของดิน (นวรรตน์, 2558)

ความเครียดจากดินเค็มเกิดจากเกลือ (อาทิเช่น โซเดียม) ทำให้โมเลกุลของน้ำแพร่ออกจากเซลล์ ทำให้แรงดันเต่งลดลง เยื่อหุ้มเซลล์หดเข้ามา จึงทำให้เกิดอาการเซลล์เหี่ยวในที่สุด (Jahromi et al., 2008) นอกจากนี้ ในดินเค็มยังมีโซเดียมและคลอรีนในปริมาณมากทำให้เกิดเป็นพิษต่อพืช ส่งผลเสียต่อกระบวนการหายใจและสังเคราะห์แสง รวมถึงการสังเคราะห์โปรตีนอีกด้วย และที่ร้ายแรงกว่านั้น โซเดียมและคลอรีนยังส่งผลทำให้การดูดธาตุอาหารพืชไม่สมดุล ทำให้พืชไม่สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ

เมื่อพืชมีความเครียดที่เกิดจากดินเค็ม พืชจะสะสมสารอินทรีย์เพื่อทำให้แรงดันออสโมซิส ภายในเซลล์ลดลง (osmotic adjustment) เป็นการป้องกันการสูญเสียน้ำออกจากเซลล์ หรือเกิดปรากฏการณ์ plasmolysis จนอาจทำให้เกิดความเสียหายต่อรากพืช ซึ่งจากงานวิจัยพบว่า เมื่อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเข้าอยู่อาศัยในรากพืช จะมีการสะสมสารอินทรีย์มากกว่าพืชที่ไม่มีการเข้าอยู่อาศัยของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เป็นผลให้พืชที่มีการเข้าอยู่อาศัยของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีความทนทานต่อความเครียดจากความเค็มได้ดี (Sharifi et al., 2007) นอกจากนี้ พืชที่มีการเข้าอยู่อาศัยของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาได้รับธาตุอาหารมากขึ้นได้ แม้ว่าในสภาวะดินเค็มจะมีผลให้ธาตุอาหารพืชในดินจะอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ แต่พืชที่มีการเข้าอยู่อาศัยของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซายังคงได้รับธาตุอาหารจากทำงานของเส้นใยรานอกรากพืช (Giri et al., 2003) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Krishnamoorthy et al. (2016) ซึ่งได้ศึกษาความทนทานของข้าวโพดต่อความเครียดจากสภาวะดินเค็ม โดยใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา *Rhizophagus intraradices* และ *Massilia* sp. RK4 พบว่า สิ่งทดลองที่มีการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีการเจริญเติบโตแตกต่างกับสิ่งทดลองที่ไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาอย่างนัยสำคัญทางสถิติ อีกทั้ง Lin et al. (2016) ได้ศึกษา *Leymus chinensis* ที่ปลูกในสภาพได้รับความเครียดจากเกลือ และ alkali พบว่า สิ่งทดลองที่มีการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาให้กับพืช ได้รับผลจากความเครียดน้อยกว่าสิ่งทดลองที่ไม่มีการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา และยังมีการดูดไนโตรเจนเพิ่มขึ้นอีกด้วย และการศึกษาของ Abd_Allah et al. (2015) ที่ได้ทดลองปลูก *Sesbania sesban* (L.) Merr. ในสภาวะดินเค็ม โดยให้ 75 มิลลิโมล และ 150 มิลลิโมล NaCl ซึ่งสิ่งทดลองที่มีการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาให้กับพืชมีการสังเคราะห์ carotenoids มากกว่าสิ่งทดลองที่ไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาถึง 27 เปอร์เซ็นต์ เมื่อปลูกในระดับความเค็ม 75 มิลลิโมล และ 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อปลูกในระดับความเค็ม 150 มิลลิโมล และยังพบอีกว่าปริมาณ chlorophyll a และ chlorophyll b ในสิ่งทดลองที่มีการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาให้กับพืช มีมากกว่าสิ่งทดลองที่ไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ดังนั้น จึงเห็นได้ว่า ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาช่วยลดความเครียดจากสภาวะดินเค็มได้ แม้การเจริญเติบโตและสารสำคัญต่างๆ อาจน้อยกว่าการปลูกพืชในสภาวะปกติ แต่เกษตรกรสามารถใช้ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพื่อลดความเสียหายของพืชปลูกได้

2.2.5 ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซากับการป้องกันการทำลายของศัตรูพืชทาง

ระบบราก

ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจะเข้าอาศัยในรากพืชนอกจากช่วยพืชดูดธาตุอาหาร ยังช่วยให้พืชมีความต้านทานต่อการเข้าทำลายในระบบรากทั้งทางตรงและทางอ้อม กล่าวคือ ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา คือ ราชนิดหนึ่งซึ่งสามารถเข้าอาศัยได้อย่างรวดเร็ว ด้วยเหตุนี้ทำให้เมื่อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเข้าอาศัยกับพืชส่งผลให้ราก่อโรคไม่สามารถเข้าอาศัยและทำลายพืชได้เพราะภาวะแข่งขันตามธรรมชาติ เช่น ทำให้พืชมีความทนทานต่อ โรคเหี่ยวจากเชื้อ *Verticillium dahlia*, โรครากเน่าจากเชื้อ *Helicobasidium mompa* และ *Fusarium oxysporum* (Kasiamdari et al., 2002; Matsubara et al., 2002) เป็นต้น นอกจากนี้ ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซายังทำให้พืชมีความทนทานต่อการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอย *Meloidogyne* และ *Heterodera spp.* (Borowicz et al., 2001) นอกจากนี้ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซายังทำให้เชื้อสาเหตุโรคพืชบางชนิดมีการเสื่อมสภาพลงไปก่อนไม่สามารถก่อโรคได้ ตัวอย่างเช่นงานวิจัยของ Mark และ Cassells (1996) ที่ได้ทดลองใช้ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา *Glomus fistulosum* ในสตอร์เบอร์รี่ป่า (*Fragaria vesca*) พบว่า เชื้อ *Phytophthora fragariae* ไม่สามารถเข้าทำลายพืชปลูกได้ และ Trotta et al. (1996) ที่ได้ทำการทดลองผลของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซากับสตอร์เบอร์รี่ป่าและมะเขือเทศ พบว่า เชื้อ *P. fragariae* และ เชื้อ *P. nicotinae* ไม่สามารถเข้าทำลายพืชปลูกได้ จากงานวิจัยดังกล่าวจึงมีการใช้ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพื่อใช้ควบคุมและป้องกันโรคพืช อีกตัวอย่างที่เห็นได้ชัดคือ งานวิจัยของ Sukhada et al. (2011) พบว่า ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา *G. mosseae* สามารถควบคุมเชื้อ *Phytophthora parasitica* var. *nicotianae* ในมะละกอ (*Carica papaya* cv. Surya) ดังนั้น ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสามารถช่วยป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคพืชที่เข้าทำลายในระบบรากพืชได้

นอกจากนี้ ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซายังช่วยป้องกันการเข้าทำลายในทางอ้อม ดังที่กล่าวไว้ในบทก่อนหน้าว่าราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทำให้พืชมีการดูดซับธาตุอาหารดีขึ้นทำให้พืชมีการเจริญโตและแข็งแรงมากขึ้น จึงทำให้เชื้อไม่สามารถเข้าทำลายได้ ยกตัวอย่าง งานวิจัยของ Karagiannidis et al. (2002) พบว่า ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทำให้พืชแข็งแรงและให้ผลผลิตดีกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา อย่างไรก็ตาม การเข้าป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซานั้นมีความแตกต่างกันเนื่องมาจากความเร็วของการเข้าอาศัย การแพร่เข้าสู่รากพืช และความทนทานต่อการทำลายของศัตรูพืช และยังมีปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อการเข้าอาศัยของราที่เป็นประโยชน์นี้ (Martinez-Medina et al., 2009)

2.2.6 ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซากับการอนุรักษ์ดิน

ปัญหาของพื้นที่เกษตรส่วนใหญ่ที่สำคัญอย่างหนึ่ง คือ ปัญหาการกร่อนของหน้าดิน ซึ่งทำให้หน้าดินและโครงสร้างดินถูกทำลาย ทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ ก่อให้เกิด

ความไม่ยั่งยืนของทรัพยากรดินทางการเกษตร การแก้ปัญหาสามารถทำได้โดยใช้การปลูกหญ้าแฝก การทำชั้นบนดิน ซึ่งช่วยให้โครงสร้างมีความแข็งแรง ทนทานต่อการกัดกร่อน นอกจากนี้ การใช้ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซายังสามารถช่วยแก้ไขปัญหากลากที่กร่อนได้ โดยเส้นใยนอกรากพืชจะมีการแพร่กระจายออกไปอย่างหนาแน่นในดินจึงทำให้เกิดยึดแน่น รักษาโครงสร้างดินไว้ได้ ซึ่งจากการวิจัยของ Rillig et al. (2002) พบว่า เมื่อเส้นใยนอกรากพืชของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีการเจริญแพร่กระจายทั่วไปในดินอย่างสมบูรณ์แล้ว จะมีความหนาแน่นของเส้นใยได้มากถึง 50 เปอร์เซ็นต์ของเส้นใยทั้งหมดในดิน ทั้งหมดจึงทำหน้าที่เหมือนโครงข่ายเชื่อมอนุภาคเม็ดดินให้เกิดการรวมตัวเป็นเม็ดดิน และงานวิจัยของ Siddiky et al. (2012) พบว่า การปลูกพืชร่วมกับการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสามารถช่วยเพิ่มเม็ดดินได้มากถึง 40-50 เปอร์เซ็นต์ โดยประมาณ เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา จึงทำให้เห็นได้ว่า ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาช่วยให้มีการเกิดเม็ดดินได้ดีมาก นอกจากนี้ เส้นใยนอกรากพืชของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ยังสามารถผลิต glycoprotein ที่เรียกว่า glomalin ที่ทำหน้าที่เสมือนกาวที่เชื่อมเส้นใยรากกับอนุภาคดินให้ติดกันอย่างหนาแน่น จากรายงานการวิจัยของ Wright and Upadhyaya (1998) พบว่า glomalin และเส้นใยนอกรากพืชทำให้ความแข็งแรงและคงทนของเม็ดดินมีมากขึ้น แต่หากมีการทำเกษตรกรรมด้วยวิธีสมัยใหม่ คือ ปลูกพืชเชิงเดี่ยว ไถพรวน และการใส่ปุ๋ยในอัตราสูง มักส่งผลให้ประชากรของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินมีจำนวนลดลง ทำให้ประสิทธิภาพในการอนุรักษ์ดินลดลงด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Wright et al. (2007) พบว่า การไม่ไถพรวนมีการสะสม soil carbon มากที่สุด เนื่องจากการไม่รบกวนชั้นดิน ทำให้ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสามารถผลิตเส้นใย ทำให้เกิดการรวมตัวของเม็ดดิน เมื่อมีการเกิดเม็ดดินแล้วจะส่งผลต่อการดูดซับน้ำและธาตุอาหารได้ดีขึ้น ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจึงถือเป็นตัวช่วยในการฟื้นฟูและอนุรักษ์ที่มีการใช้งานเพื่อเกษตรกรรมอย่างหนัก ให้มีความสมบูรณ์ได้อย่างดีเยี่ยม

2.2.7 ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซากับการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินสู่ชั้นบรรยากาศ

จุลินทรีย์ดินกับวัฏจักรคาร์บอนหลายคนอาจคิดว่าไม่เกี่ยวข้องกัน แต่ที่จริงแล้วทั้งเกี่ยวข้องกันโดยตรง กล่าวคือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากชั้นบรรยากาศถูกนำมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช เมื่อพืชกลายเป็นซากพืช จะเกิดกิจกรรมของจุลินทรีย์ทำให้สารประกอบคาร์บอนที่ได้จากการย่อยสลายมาอยู่ในดิน จากนั้นสารประกอบคาร์บอนที่อยู่ในเซลล์ของจุลินทรีย์ที่ตายแล้วจะเปลี่ยนเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กลับสู่ชั้นบรรยากาศต่อไป จากที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่าจุลินทรีย์เป็นตัวแปรสำคัญในการเกิดการหมุนเวียนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินสู่บรรยากาศ

จากการศึกษาพบว่า ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีบทบาทในการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์จากชั้นบรรยากาศผ่านกลไกการดำรงชีวิตแบบพึ่งพาอาศัย โดยราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซากับพืชไม่ได้แลกเปลี่ยนเพียงแค่ธาตุอาหารเท่านั้นแต่ยังมีการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากชั้นบรรยากาศมาสังเคราะห์แสงในพืชและส่งมายังราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ซึ่ง Johnson et al. (2002) พบว่า ระยะเวลาในการลำเลียงคาร์บอนในการสังเคราะห์แสงของพืช มาส่งให้กับราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว นอกจากนั้น Miller et al. (2002) ยังได้พบอีกว่า พืชที่มีราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเข้าอาศัยจะมีอัตราการสังเคราะห์แสงที่เพิ่มมากขึ้น และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ยังได้ถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของอินทรีย์คาร์บอนในเส้นใยราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีการผลิต glomalin เป็นโปรตีนที่มีความคงทนต่อการสลายตัวและไม่ละลายน้ำ ซึ่งหากเปรียบเทียบกับเส้นใยนอกรากพืชนั้นพบว่า glomalin มีความคงทนกว่ามาก สามารถคงสภาพอยู่ในดินได้ถึง 6-42 ปี และ GRSP (glomalin-related soil protein) ยังเกี่ยวข้องโดยตรงกับ soil carbon และ carbon storage (Wu et al., 2014) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wright et al. (2007) พบว่า ปริมาณ glomalin มีความสัมพันธ์กับปริมาณคาร์บอนในดิน โดยถ้าหากในดินมี glomalin เพิ่มขึ้น จะมีผลให้ปริมาณคาร์บอนในดินเพิ่มขึ้นไปด้วย และยังมีการทดลองของ Zhang et al. (2015) ได้ทำการทดลองฉีดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ให้แก่ต้นไม้ในบริเวณ South China Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou, China เพื่อดูผลของการเกิด glomalin ในดินหลังจากเริ่มทดลองเป็นเวลา 5 ปี ผลปรากฏว่า สิ่งทดลองที่มีการให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ มีปริมาณ glomalin มากกว่าสิ่งทดลองที่ได้รับแก๊ส CO₂ ในระดับปกติ นอกจากนี้ในสิ่งทดลองดังกล่าวยังพบว่า ที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตรพบ soil organic carbon (SOC) ในปริมาณที่สูงกว่า ทำให้เห็นได้ว่าราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาได้ช่วยในการเพิ่มการสะสมคาร์บอนในดินซึ่งเป็นผลให้การหมุนเวียนสู่บรรยากาศลดลง และในอนาคตอาจมีการส่งเสริมให้มีการใช้ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในเขตที่มีการปลดปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อเป็นการบรรเทาปัญหาภาวะโลกร้อนจากแก๊สเรือนกระจกได้อีกด้วย

2.3 การศึกษาราดอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซากับข้าวโพด

มีการศึกษาทดลองใช้ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซากับพืชหลายชนิดทั่วโลกและเป็นที่ยอมรับว่าสายพันธุ์ของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่แตกต่างกันมีความจำเพาะเจาะจงกับพืชแต่ละชนิดที่แตกต่างกันออกไป สำหรับข้าวโพดนั้นว่าเป็นพืชที่มีการใช้ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิต รวมถึงลดการสูญเสียผลจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ดังงาน

ทดลองของ Krishnamoorthy et al. (2016) ที่ได้ศึกษา การใช้ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา (*Rhizophagus intraradices*) ร่วมกับการใช้แบคทีเรีย (*Massilia sp. RK4*) ในการแก้ปัญหาและเพิ่มความทนทานของการปลูกข้าวโพดในพื้นที่ดินเค็ม พบว่า เมื่อมีการใช้ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา ร่วมกับแบคทีเรีย ทำให้พืชได้รับผลของความเค็มต่อการเจริญเติบโตของพืชลดลง มีการสะสมธาตุอาหารมากขึ้นและมีการสะสมโพสเฟอรัสลดลง เมื่อเทียบกับสิ่งทดลองควบคุม และการใช้ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา ร่วมกับแบคทีเรียนี้ยังส่งผลให้มีการเข้าอาศัยมากกว่าการใช้ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาเพียงเดียว ซึ่งทำให้เห็นว่าเมื่อมีการใช้ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา ร่วมกับแบคทีเรียทำให้ข้าวโพดสามารถทนทานต่อความเค็มจากดินเค็มได้มากขึ้น นอกจากนี้ยังมีการทดลองปลูกข้าวโพด ในสภาวะขาดน้ำโดยมีการใช้ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา เพื่อลดผลกระทบ พบว่า เมื่อมีการลดปริมาณน้ำลงเหลือ 60 เปอร์เซ็นต์ของความต้องการน้ำของข้าวโพด พบว่า ข้าวโพดที่มีการเข้าอาศัยของราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซามีน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินสูงกว่า 66 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับสิ่งทดลองที่ไม่ใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา (Zhao et al., 2015) ยังมีการทดลองปลูกข้าวโพด และข้าวฟ่าง (*Sorghum bicolor* L. Moench) บนชุดดินที่มาจากเหมืองแร่ซึ่งมีปัญหาจากมลพิษและความเป็นพิษจากโลหะหนักต่างๆ โดยใช้ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาสายพันธุ์ *Glomus mosseae* และ *Glomus versiforme* พบว่า ทั้งข้าวโพดและข้าวฟ่างที่มีการใช้ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาสายพันธุ์ *G. versiforme* มีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าการใช้สายพันธุ์ *G. mosseae* และการไม่ใช้เชื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและนอกจากนี้การใช้ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซายังส่งผลให้ข้าวโพดและข้าวฟ่างมีการดูดธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ (N, P, K, C) เพิ่มมากขึ้นกว่าการไม่ใช้เชื้อ ขณะเดียวกันการใช้เชื้อยังลดการดูดซับธาตุที่พิษจากเหมืองแร่ (lanthanum (La), cerium (Ce), praseodymium (Pr) และ neodymium (Nd)) ซึ่งทำให้ข้าวโพดและข้าวฟ่างเจริญเติบโตได้ดีขึ้นแม้อยู่ในสภาวะมลพิษจากเหมืองแร่ (Guo et al., 2015) และมิงงานวิจัยของ Celebi et al. (2015) ได้ทดลองใช้ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา *Glomus intraradice* ในข้าวโพด ที่จะนำไปทำเป็นหญ้าหมักสำหรับอาหารสัตว์ที่ได้รับน้ำที่แตกต่างกัน การใช้ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาส่งผลให้ ความสูงลำต้น ผลผลิตส่วนที่เป็นสีเขียว น้ำหนักแห้งผลผลิต ใบ และฝัก มากกว่าสิ่งทดลองที่ไม่ใช้ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.4 อิทธิพลของฟอสฟอรัสในดินต่อราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา

ดินที่พบทั่วไปมักมีธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำเพราะ ฟอสฟอรัสมักถูกตรึงอยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์คือรูป $H_2PO_4^-$ หรือ HPO_4^{2-} จะเป็นประโยชน์กับพืชและละลายได้ง่ายที่สุด ซึ่งอยู่ในช่วงของความเป็นกรด-ด่างของดินเท่ากับ 6.8-7.2 และหากความเป็นกรด-ด่างน้อยกว่า 5.5 ฟอสฟอรัสจะถูกตรึง ด้วยเหล็กและอลูมิเนียม หากเกิน 7.5

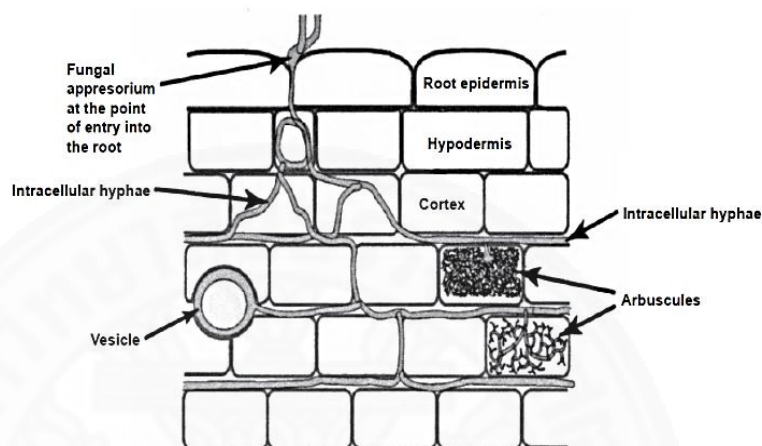
จะถูกตรึงด้วยแคลเซียม จึงทำให้พืชปลูกมักขาดฟอสฟอรัสจนส่งผลกระทบต่ออาการเจริญเติบโตและผลผลิต เนื่องจากฟอสฟอรัสมีความสำคัญต่อพืชหลักๆ 4 ประการคือ 1) เป็นองค์ประกอบในสารอินทรีย์พวกแมโครโมเลกุล เช่น กรดดีออกซีไรโบนิวคลีอิก (DNA) กรดไรโบนิวคลีอิก (RNA) และฟอสโฟลิพิดในเยื่อ 2) เป็นองค์ประกอบของสารอินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญในเมแทบอลิซึม เช่น กลูโคสฟอสเฟต โคเอนไซม์และอะดีโนซีนไตรฟอสเฟต (ATP) 3) เป็นองค์ประกอบของสารอินทรีย์ซึ่งทำหน้าที่ส่งสัญญาณในเซลล์ เช่น อินโนซิทอล ไตรฟอสเฟต และ 4) เนื่องจากกิจกรรมด้านปฏิกิริยาของโปรตีนเกิดขึ้นได้ดีเมื่อถูกกระตุ้นด้วยการเติมหมู่ฟอสเฟตหรือจากปฏิกิริยาฟอสฟอรีเลชัน ฟอสฟอรัสจึงทำหน้าที่ปรับสภาพของโปรตีนโดย ATP เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเพื่อเพิ่มหมู่ฟอสเฟตที่หมู่ไฮดรอกซิลของโปรตีน พืชต้องการฟอสฟอรัส 0.3-0.5 เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนักแห้ง) เพื่อให้การเจริญเติบโตแบบไม่อาศัยเพศเป็นไปตามปกติ พืชจะแสดงอาการเมื่อได้รับฟอสฟอรัสไม่เพียงพอ คือ ใบขยายขนาดช้าลงและจำนวนใบลดลง เนื่องจากการขยายตัวของเซลล์พืชมีน้อยลง ทำให้ขนาดใบลดลงแต่คลอโรฟิลล์ลดน้อยกว่าเป็นผลให้ระยะแรกใบจะเขียวเข้มขึ้น แต่อัตราการสังเคราะห์แสงลดลง ทำให้การเจริญเติบโตลดลงตามไปด้วย นอกจากนี้การขาดฟอสฟอรัสนี้ยังมีผลต่อการเจริญพันธุ์อย่างมาก เช่น ออกดอกช้า จำนวนดอก ผลและเมล็ดน้อยลง

เมื่อพืชขาดฟอสฟอรัสพืชจะตอบสนองทางด้านสัญญาณลักษณะ โดยเพิ่มสัดส่วน ราก: ส่วนเหนือดิน โดยเคลื่อนย้ายสารประกอบคาร์บอนมาสะสมในราก เร่งการเพิ่มพื้นที่ผิวของรากเพื่อดูดฟอสฟอรัสจากดิน โดยเพิ่มจำนวนและความยาวรากแขนง เพิ่มความยาวของขนราก และเร่งกระบวนการที่เอื้อต่อการเข้าอาศัยของอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในสภาวะที่ขาดฟอสฟอรัสอีกด้วย

โดยการเข้าอาศัยของไมคอร์ไรซา เราจะได้รับคาร์โบไฮเดรตจากราก พืชจะได้รับฟอสฟอรัสและธาตุอื่นๆที่เส้นใยรา (hypha) ดูดได้ ซึ่งมีการส่งผ่านโครงสร้างการแลกเปลี่ยนอาหารคือ อาร์บัส-คูล (arbuscule) และ เวซิเคิล (vesicle) ไมคอร์ไรซามีประสิทธิภาพการดูดฟอสฟอรัสมากกว่าพืชเพราะ เส้นใยของไมคอร์ไรซาเล็กกว่ารากพืชถึง 2-5 เท่า จึงมีอัตราส่วนพื้นที่ผิว:ปริมาตรสูงกว่า และพื้นที่ผิวสัมผัสกับดินสูงกว่ารากอย่างมาก อีกทั้งยังสามารถขนานในในพื้นที่รากไม่สามารถเข้าถึงได้ และไมคอร์ไรซายังมีความสามารถเพิ่มความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสดิน เนื่องจากไมคอร์ไรซาจะปล่อยกรดหรือเอนไซม์ฟอสฟาเทสกรดออกมาย่อยสารประกอบอินทรีย์ของฟอสเฟต และช่วยกระตุ้นให้รากพืชตอบสนองต่อการขาดฟอสฟอรัสดีขึ้นเพื่อเพิ่มความเป็นประโยชน์อีกทาง เมื่อพืชมีการเข้าอาศัยของไมคอร์ไรซาจะเพิ่มความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส 3-5 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับรากที่ไม่มีไมคอร์ไรซา เพียงแต่พืชต้องลำเลียงน้ำตาลทางโพเอ็ม ให้เพียงพอต่อความต้องการของไมคอร์ไรซาเพื่อสนับสนุนกิจกรรมให้เป็นไปอย่างต่อเนื่อง (ยงยุทธ 2552)

กลไกการดูดซับธาตุฟอสฟอรัสของราไมคอร์ไรซา พืชได้รับฟอสเฟตไอออนเข้าสู่คอร์เทกซ์ของราก ภาพที่ 2.3 แสดงการสอดแทรกของเส้นใยราเข้าไประหว่างเซลล์รากซึ่งเป็น วิถีอะโพพ

ลาสต์ ไยราบางส่วนในคอร์เทกซ์ได้แทรกเข้าไปในเซลล์และสร้าง vesicle หรือ arbuscule ส่วนเยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์พืชก็ปรับโครงสร้างให้สอดคล้องกับกิ่งก้านของอาร์บัสคูล จึงทำให้ภายในเซลล์รากมีพื้นที่ผิวอันเกิดจากเยื่อที่ล้อม arbuscule เพิ่มขึ้นอย่างมาก ลักษณะของเซลล์จึงมีความคล้ายคลึงกับเซลล์ถ่ายโอน (transfer cells) (Toth and Miller, 1984)



ภาพที่ 2.3 ลักษณะการเข้าอยู่ของราไมคอร์ไรซาในรากพืช
ที่มา : Brundrett (1994)

2.5 อิทธิพลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดินต่อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

ความเป็นกรด-ด่างของดินหรือปฏิกิริยาดิน โดยทั่วไปจะประเมินในรูปของค่า pH ขอบเขตการอ่านค่า pH อยู่ในช่วง 0-14 ในช่วง 0-7 จัดอยู่ในช่วงดินกรด และช่วง 7-14 จัดอยู่ในช่วงดินด่าง และค่า pH จะส่งต่อปัจจัยความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร (Rowell, 1994) ในสภาพทั่วไป ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมักอยู่ในรูปของเกลือที่ละลายง่ายในน้ำ ซึ่งมีรูปแบบแตกต่างกัน ยกเว้นธาตุบางชนิด (C, H และ O) ที่ไม่ได้อยู่ในรูปของเกลือ นอกจากนี้ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดินยังขึ้นอยู่กับระดับความเป็นกรด-ด่าง ธาตุอาหารส่วนใหญ่อยู่ในรูปที่ประโยชน์ต่อพืชเมื่อดินเป็นกรดเล็กน้อย แต่มีบางชนิด เช่น แมงกานีสและสังกะสีจะอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์เมื่อดินมีความเป็นกรดจัด (ลิลลี่และคณะ, 2556) ระดับความเป็นกรด-ด่างนอกจากส่งผลโดยตรงกับความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส จากการศึกษาของ Guo et al. (2010) ที่ได้ศึกษาการใช้ไมคอร์ไรซากับไรโซเปียมและปูน ในชุดดินที่เป็นกรดในประเทศจีน มีการปรับความเป็นกรด-ด่าง (pH) เป็น 5.45 และ 6.54 ปรากฏว่ามีการเข้าอาศัยของไมคอร์ไรซาที่ไม่แตกต่างกัน และส่วนเหนือดิน pH 6.54 มีมากกว่า 5.45 ในขณะที่เดียวกันส่วนราก pH 5.45 มีมากกว่า จึงสรุปได้ว่าระดับ pH ที่แตกต่างกัน

อาจส่งผลที่ต่างออกไปจึงควรมีการทดสอบในหลายพื้นที่ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Ouzounidou et al. (2015) ที่ได้ทดลองให้ระดับ pH ที่แตกต่างกับ *Salvia hispanica* L. ที่ระดับ pH 5.1 , 7.1 และ 8.2 มีค่าการเข้าอาศัยที่ต่างกัน โดยที่ pH 7.1 มีการเข้าอาศัยมากที่สุดและที่ pH 5.1 มีการเข้าอาศัยน้อยที่สุด จึงทำให้ต้องยิ่งทดลองหาระดับ pH ที่เหมาะสมกับประสิทธิภาพของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ Carrenho et al. (2007) ที่ได้ศึกษาปฏิสัมพันธ์ ระหว่างการปรับ ระดับความเป็นกรด-ด่างของดินด้วยปูนกับฟอสฟอรัส ในข้าวโพดโดยใช้ร่วมกับราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ปรากฏว่า การใช้ปูนเพื่อปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน ฟอสฟอรัสและพืชปลูก มีปฏิสัมพันธ์กัน ทำให้ทราบว่าความเป็นกรดต่างมีผลต่อฟอสฟอรัสและมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ดังนั้น จะเห็นได้ว่าระดับความเป็นกรด-ด่างของดินจึงนับว่าเป็นคุณสมบัติพื้นฐานทางเคมีที่สำคัญสำหรับความเป็นประโยชน์ของธาตุพืชและนอกจากนั้นยังมีผลต่อการเจริญเติบโตของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา



บทที่ 3 วิธีการวิจัย

3.1 วิธีการวิจัยและขั้นตอนการศึกษา

3.1.1 แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 4x2x2 Factorial in Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 3 ปัจจัย ได้แก่

ปัจจัยที่ 1 ระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) ได้แก่

- (1) ไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน (NL)
- (2) ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินให้เป็น 5.0 (L5.0)
- (3) ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินให้เป็น 6.0 (L6.0)
- (4) ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินให้เป็น 7.0 (L7.0)

ปัจจัยที่ 2 การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส ได้แก่

- (1) ไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (NP)
- (2) ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสตามคำแนะนำของโปรแกรมปุ๋ยสั่งตัด (P100)

ปัจจัยที่ 3 ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ได้แก่

- (1) การไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (NM)
- (2) การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (AM)

3.1.2 การเตรียมดิน

ชุดดินโคราชเป็นดินลิก ดินบนเป็นดินทรายปนดินร่วนหรือดินร่วนปนทราย สีน้ำตาลเข้มหรือน้ำตาล ดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย ส่วนใหญ่มีอนุภาคดินเหนียวไม่เกิน 35 เปอร์เซ็นต์ สี อาจพบก้อนเหล็กสะสมในดินล่าง โดยมีสมบัติทางเคมีของดินบางประการดังแสดงในตารางที่ 3.1

เก็บตัวอย่างชุดดินโคราช ที่ระดับความลึก 0 – 20 เซนติเมตร ผึ่งให้แห้งในที่ร่ม แยกเศษพืชออก ย่อยดินให้มีขนาดเล็กลงและสม่ำเสมอ คลุกเคล้าให้เข้ากัน แบ่งชั่ง 6 กิโลกรัม อบดินที่อุณหภูมิ 100 °C เป็นเวลา 8 ชั่วโมง สลับกับทิ้งให้เย็น 8 ชั่วโมง เพื่อทำลายสปอร์ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในธรรมชาติ นำดินมาคลุกกับปูนแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO₃) โดยการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินตามแผนการทดลองให้เป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 จะต้องใส่ปูนแคลเซียมคาร์บอเนต อัตรา 1,333 1,464 และ 1,521 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งเป็นอัตราที่ได้จากความต้องการปูนของ

ดินตามวิธีการ Woodruff's buffer solution จากนั้นนำปูนมาผสมลงในตัวอย่างดินที่เตรียมไว้ เติมน้ำให้ความชื้นของดินอยู่ในระดับความจุความชื้นสนาม ทิ้งไว้เป็นเวลา 2 สัปดาห์ เพื่อเตรียมไว้ใช้ในการทดลองต่อไป โดยหลังจากการบ่มปูนแล้ว ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน และปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ เป็นดังที่แสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 สมบัติทางเคมีบางประการของชุดดินโคราช

สมบัติดิน	ผลวิเคราะห์
เนื้อดิน ¹	Sandy loam
สัดส่วนอนุภาคดินเหนียว (เปอร์เซ็นต์)	13
สัดส่วนอนุภาคทรายแป้ง (เปอร์เซ็นต์)	13
สัดส่วนอนุภาคทราย (เปอร์เซ็นต์)	74
ค่าความเป็นกรด-ด่าง ²	4.3
ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (เปอร์เซ็นต์) ³	0.34
ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดิน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ⁴	69.50
ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ⁵	5
ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ⁶	10
ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ⁶	130
ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ⁶	21
ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (เซนติโมลต่อกิโลกรัม) ⁷	4.63

¹ pipette method ² 1:1, Soil:H₂O ³ Walkley and black method ⁴ Vanadate-Molybdate method ⁵ Bray II, Ascorbic method ⁶ KH₄OAc, pH 7.0 ⁷ 1M NH₄OAc pH 7.0 method

ตารางที่ 3.2 ความเป็นกรด-ด่างของดินและปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินหลังการใส่ปูน

การใส่ปูนเพื่อปรับระดับ ความเป็นกรด-ด่างของดิน	ความเป็นกรด-ด่างของดิน	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
NL	4.3	5.0
L5.0	5.1	4.8
L6.0	6.2	5.5
L7.0	7.3	5.2

3.1.3 การเตรียมปุ๋ยฟอสฟอรัส

นำค่าวิเคราะห์ดินในตารางที่ 3.1 มาคำนวณหาอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ต้องการสำหรับการปลูกข้าวโพดในชุดดินโคราช โดยใช้โปรแกรมปุ๋ยสั่งตัด ซึ่งพบว่าต้องใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 8 กิโลกรัม (P_2O_5) ต่อไร่ แต่ในการทดลองนี้จะใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในรูปของปุ๋ย triple superphosphate (0-46-0) ดังนั้น ตามแผนการทดลองจะใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตรา 17.4 กิโลกรัมต่อไร่

3.1.4 การเตรียมราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา *Glomus intraradices*

คัดแยกสปอร์ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา *Glomus intraradices* ออกจากดิน โดยนำดิน 20 กรัม ใส่ลงขวดพลาสติกขนาด 120 มิลลิลิตร พร้อมเติมน้ำปริมาตร 30 มิลลิลิตร ปิดฝา และเขย่าเพื่อทำลายโครงสร้างของดิน จากนั้นนำมาผ่านตะแกรงขนาด 250, 100, และ 50 ไมครอน ซึ่งวางซ้อนกัน แล้วใช้ขวดฉีดน้ำ ฉีดไล่สปอร์ให้ลอยขึ้นข้างตะแกรงแล้วจึงเทใส่ในหลอดทดลอง นำของเหลวพร้อมหลอดทดลองที่ได้ไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 2000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นเทสารละลายใส่ด้านบนทิ้งและเติมสารละลาย sucrose 50 เปอร์เซ็นต์ 30 มิลลิลิตร ต่อมา นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 2000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นนำของเหลวที่ได้ใส่ลงใน suction funnel ที่มีกระดาษกรองวางอยู่ เพื่อแยกของเหลวกับสปอร์ออกจากกัน จากนั้นนำกระดาษกรองที่มีสปอร์ติดอยู่มาตรวจหาสปอร์ใต้กล้อง stereo microscope เพื่อแยกสปอร์ย้ายลงในต้นข้าว ฟาง ดูแลข้าวฟางจนอายุครบ 10 สัปดาห์

3.1.5 การจัดหน่วยทดลองและการปฏิบัติดูแล

นำดินที่เตรียมไว้ในกระถางใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 500 กรัมต่อกระถาง ตามแผนการทดลองทั้งหมด 32 กระถาง (AM) โดยชุดหลุมกลางกระถางแล้วใส่ผงราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่เตรียมไว้ลงไป ส่วนอีก 32 กระถางที่เหลือจะเป็นดินที่ไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (NM) ซึ่งจะใส่ดินที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อเช่นกัน ทั้งนี้เพื่อไม่ให้เกิดความแตกต่างด้านปริมาณธาตุอาหารในแต่ละกระถาง นำเมล็ดข้าวโพด (พันธุ์สุวรรณ 4452 จากศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ) ที่เพาะไว้มาใส่ลงไปบริเวณที่มีการใส่หัวราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 4 เมล็ดต่อกระถาง และเมื่อเจริญเติบโตเป็นต้นกล้าหรือออกได้ประมาณ 7 วัน ถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อกระถาง จากนั้นใส่ปุ๋ยยูเรีย 25 กิโลกรัมต่อไร่ โดยแบ่งใส่ 3 ครั้ง ที่อายุข้าวโพด 7, 28 และ 42 วันหลังปลูก และปุ๋ยโพแทสเซียม-คลอไรด์ 10 กิโลกรัมต่อไร่ ที่อายุข้าวโพด 7 วันหลังปลูก เนื่องจากทั้งไนโตรเจนและโพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารที่จำกัดการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นจึงต้องใส่ให้เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืชและทำให้เห็นประสิทธิภาพของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในการดูดฟอสฟอรัสให้กับพืชได้อย่างชัดเจน ส่วนฟอสฟอรัสจะใส่ตามแผนการทดลองที่ได้อธิบายไว้ข้างต้น โดยจะใส่ 1 ครั้ง เมื่ออายุ 7 วันหลังปลูก จากนั้นจัดเรียงกระถางในโรงเรือนทดลอง ให้น้ำในระดับที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต กำจัดแมลง และวัชพืชโดยวิธีกล

3.1.6 การเก็บบันทึกผลการทดลอง

3.1.6.1 การเจริญเติบโต ได้แก่ เส้นผ่านศูนย์กลางและความสูง เมื่อข้าวโพดมีอายุ 30 45 60 และ 90 วันหลังปลูก จำนวนวันออกดอกตัวผู้ 50 เปอร์เซ็นต์ วันออกไหม 50 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน และ น้ำหนักแห้งราก

3.1.6.2 ผลผลิต ได้แก่ น้ำหนัก 100 เมล็ด น้ำหนักแห้งเมล็ด น้ำหนักแห้งฝัก และ ผลผลิตต่อไร่ (คำนวณจากระยะปลูก 75x20 เซนติเมตร 10,666 ต้นต่อไร่)

3.1.6.3 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด เมื่อตัวอย่างพืชแห้งดีแล้ว นำไปบดให้ละเอียดให้ ร่อนตัวอย่างผ่านตะแกรง 0.2 มิลลิเมตร จากนั้นนำมาวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในพืชโดยวิธี vanadate – molybdate (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2542) ดังนี้

การย่อยตัวอย่างพืช ชั่งตัวอย่างพืช 1 กรัม ใส่ลงใน kjeldahl tube แล้วเติม digestion mixture 5 มิลลิลิตร (เตรียม Blank ควบคู่ไปด้วย) จากนั้นนำ kjeldahl tube ใส่ลงใน block digestion (ภายใต้ fume hood) โดยตั้งอุณหภูมิเริ่มต้นที่ 150 องศาเซลเซียส แล้วจึงปรับเพิ่มเรื่อยๆ ครั้งละ 50 องศาเซลเซียส จนถึงเป็น 350 องศาเซลเซียส ภายใน 2 ชั่วโมง เมื่อได้สารละลายใส และวางทิ้งจนเย็นตัวลงแล้วจึงปรับปริมาตรด้วยน้ำกรองเป็น 50 มิลลิลิตร เขย่าให้สารละลายใน หลอดและน้ำกรองรวมเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 เก็บ aliquot ที่ได้ใส่ในขวดพลาสติก การทำตัวอย่าง เริ่มจากปิเปต aliquot 3 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองขนาด 25 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 3 มิลลิลิตร เติม 5% ammonium molybdate 1 มิลลิลิตร และ 0.25% ammonium vanadate 1 มิลลิลิตร จากนั้นเขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ประมาณ 20 นาที เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาโดยสมบูรณ์ แล้วจึงนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วย spectrophotometer ที่ 400 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 หลังจากนั้น เติมน้ำกลั่น 3.0, 2.6, 2.2, 1.8, 1.4, 1.0 และ 0.6 มิลลิลิตร ลงใน แต่ละ series เพื่อปรับปริมาตรให้ครบ 3 มิลลิลิตร แล้วเติม blank อีก 3 มิลลิลิตร จากนั้น เติม 5 % ammonium molybdate 1 มิลลิลิตร และ 0.25% ammonium vanadate 1 มิลลิลิตร จากนั้น เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ประมาณ 20 นาที เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาโดยสมบูรณ์ แล้วจึงนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วย spectrophotometer ที่ 400 นาโนเมตร ทำการบันทึกค่าการดูดกลืน (absorbance) ของแต่ละ series เพื่อนำข้อมูลไป plot graph เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกับตัวอย่างต่อไป

การคำนวณ ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส (P ppm) ในตัวอย่างได้มาจากการนำค่า absorbance ของตัวอย่างมาเปรียบเทียบกับกราฟฟอสฟอรัสมาตรฐาน เมื่อทราบค่า P

ppm ของตัวอย่างแล้วนำมาคูณกับน้ำหนักแห้ง จะได้ค่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัสทั้งหมด (P content, มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

3.1.6.4 การประเมินการเข้าอยู่อาศัยของราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาในราก

โดยนำตัวอย่างรากมาย้อมสีตามวิธีของ Philips and Hayman (1970) เก็บตัวอย่างรากมาล้างให้สะอาด ใส่ขวดแก้วที่มีฝาปิดสนิท ย้อมสีรากโดยเติมสารละลาย KOH ความเข้มข้น 10 % ให้ท่วมราก แช่จนสารละลายท่วมราก แล้วเทสารละลายทิ้งให้หมด จากนั้นล้างรากด้วยน้ำให้สะอาด 2-3 ครั้ง เติม alkaline H₂O₂ solution ให้ท่วมรากทั้งหมด นาน 60 นาที จากนั้นเทสารละลายดังกล่าวทิ้ง ล้างรากด้วยน้ำให้สะอาด 2-3 ครั้ง แช่รากด้วย HCl solution นาน 15 นาที จากนั้นเท HCl solution ทิ้ง แล้วเติม trypan blue solution ประมาณ 8 ชั่วโมง หรือจนกว่าจะติดสี จึงเท trypan blue solution ออก แล้วเก็บรากที่ย้อมสีแล้วไว้ใน lactic acid solution นำรากที่ย้อมสีแล้วมาประเมินการเข้าอยู่อาศัยในรากของราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา (AM colonization) ตามวิธีการของ McGonigle et al. (1990) และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยของราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาในราก ตามวิธีการของ Trouvelet et al. (1985) ดังนี้

$$\% \text{ AM colonization} = [(95 \times n5) + (70 \times n4) + (30 \times n3) + (5 \times n2) + (1 \times n1)] / N$$

% AM colonization = เปอร์เซ็นต์การเข้าสู่รากของราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา

n5 = จำนวนรากที่มีการเข้าอยู่อาศัยในรากมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์

n4 = จำนวนรากที่มีการเข้าอยู่อาศัยในราก 51-90 เปอร์เซ็นต์

n3 = จำนวนรากที่มีการเข้าอยู่อาศัยในราก 11-50 เปอร์เซ็นต์

n2 = จำนวนรากที่มีการเข้าอยู่อาศัยในรำน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์

n1 = จำนวนรากที่ไม่มีการเข้าอยู่อาศัยในราก

N = จำนวนรากทั้งหมดที่ใช้ในการประเมินการเข้าอยู่อาศัยในราก

3.1.6.5 การประเมินจำนวนสปอร์ของราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา เก็บ

ตัวอย่างดิน จากสิ่งทดลองที่มีการใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา โดยนำดินมาแยกสปอร์ตามวิธี Wet sieving and sucrose centrifugation โดยนำตัวอย่างดิน 20 กรัม ใส่ลงขวดพลาสติกขนาด 120 มิลลิลิตร พร้อมเติมน้ำปริมาตร 30 มิลลิลิตร ปิดฝาและเขย่าเพื่อทำลายโครงสร้างของดิน จากนั้นนำมาผ่านตะแกรงขนาด 250, 100, และ 50 ไมครอน ซึ่งวางซ้อนกัน แล้วใช้ขวดฉีดน้ำ ฉีดไล่สปอร์ให้ลอยขึ้นข้างตะแกรงแล้วจึงเทใส่ในหลอดทดลอง นำของเหลวพร้อมหลอดทดลองที่ได้ไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 2,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นเทสารละลายใสด้านบนทิ้งและเติมสารละลาย sucrose 50 เปอร์เซ็นต์ 30 มิลลิลิตร ต่อมานำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 2000 รอบต่อ

นาที่ เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นนำของเหลวที่ได้ใส่ลงใน suction funnel ที่มีกระดาษกรองวางอยู่ เพื่อแยกของเหลวกับสปอร์ออกจากกัน จากนั้นนำกระดาษกรองที่มีสปอร์ติดอยู่มาตรวจหาสปอร์ได้ กล้อง stereo microscope เพื่อประเมินจำนวนประชากรของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทั้งหมด (Daniels and Skipper, 1982)

3.1.6.6 การประเมินการพึ่งพารอาอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (AM dependency) จาก การคำนวณปริมาณฟอสฟอรัสในพืชที่ไม่ใส่เปรียบเทียบกับพืชที่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

3.1.7 การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนตามวิธี 4x2x2 Factorial in Completely Randomized Design (CRD) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรม SPSS

3.1.8 สถานที่ทำการทดลอง

โรงเรียนปลูกพืชทดลองและห้องปฏิบัติการทางปฐพีวิทยา ภาควิชา เทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

3.1.9 ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มทำการทดลองเมื่อเดือนมกราคม 2560 เสร็จสิ้นการทดลองเมื่อเดือน กันยายน 2560

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 ผลการวิจัย

4.1.1 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก

อิทธิพลร่วมระหว่างระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก (P value <0.001) กล่าวคือ การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพดที่อายุ 30 วัน เพิ่มขึ้นกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ทั้งเมื่อไม่ใส่หรือใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในทุกระดับของความเป็นกรด-ด่างของดิน โดยพบว่า เมื่อไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (11.1 ± 1.5 มิลลิเมตร) เพิ่มขึ้นกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (7.3 ± 1.0 มิลลิเมตร) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (10.7 ± 1.3 มิลลิเมตร) เพิ่มขึ้นกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (8.2 ± 1.2 มิลลิเมตร) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินให้เป็น 5.0 การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (10.2 ± 1.1 มิลลิเมตร) เพิ่มขึ้นกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (5.9 ± 0.5 มิลลิเมตร) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (11.2 ± 1.0 มิลลิเมตร) เพิ่มขึ้นกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (6.2 ± 0.4 มิลลิเมตร) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินให้เป็น 6.0 การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (9.6 ± 0.3 มิลลิเมตร) เพิ่มขึ้นกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (5.1 ± 0.3 มิลลิเมตร) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (9.5 ± 1.5 มิลลิเมตร) เพิ่มขึ้นกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (7.5 ± 2.7 มิลลิเมตร) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินให้เป็น 7.0 การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (9.4 ± 0.6 มิลลิเมตร) เพิ่มขึ้นกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (6.8 ± 1.4 มิลลิเมตร) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (11.1 ± 2.5 มิลลิเมตร) เพิ่มขึ้นกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (7.0 ± 0.7 มิลลิเมตร) (ตารางที่ 4.1)

อิทธิพลร่วมของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินไม่มีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก (P value = 0.658) พบว่า เมื่อไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส พบว่า การไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 พบว่า ข้าวโพดที่มีอายุ 30 วันมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 9.2 ± 2.4 , 8.1 ± 2.4 , 7.3 ± 2.4 และ 8.1 ± 1.7 มิลลิเมตร ตามลำดับ เช่นเดียวกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสตามคำแนะนำ พบว่า เมื่อไม่มีการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินข้าวโพดอายุ 30 วัน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 9.5 ± 1.8 มิลลิเมตร และเมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 พบว่ามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 8.7 ± 2.8 , 8.5 ± 2.3 และ 9.1 ± 2.8 มิลลิเมตร ตามลำดับ

อิทธิพลร่วมของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก (P value <0.001) กล่าวคือ การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพียงอย่างเดียวและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ร่วมกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากที่สุด คือ 10.1 ± 1.1 และ 10.6 ± 1.6 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาและการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (6.3 ± 1.2 และ 7.2 ± 1.6 มิลลิเมตร ตามลำดับ)

อิทธิพลร่วมของการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก (P value <0.001) โดยพบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ร่วมกับการไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างและปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 มีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (10.9 ± 1.3 , 10.7 ± 1.1 , 9.6 ± 1.0 และ 10.3 ± 1.9 มิลลิเมตร ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ร่วมกับการไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างและปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 (7.7 ± 1.2 , 6.0 ± 0.4 , 6.3 ± 2.2 และ 6.9 ± 1.1 มิลลิเมตร ตามลำดับ)

อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก (P value = 0.025) โดยพบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส มีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (8.9 ± 2.3 มิลลิเมตร) มากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (8.2 ± 2.3 มิลลิเมตร) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับอิทธิพลของการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินมีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก (P value = 0.034) โดยพบว่า การไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน มีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (9.3 ± 2.0 มิลลิเมตร) มากกว่าการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินให้เป็น 6.0 (7.9 ± 2.4 มิลลิเมตร) การปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0 (8.4 ± 2.5 มิลลิเมตร) และ 7.0 (8.6 ± 2.3 มิลลิเมตร) นอกจากนี้ อิทธิพลของการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง

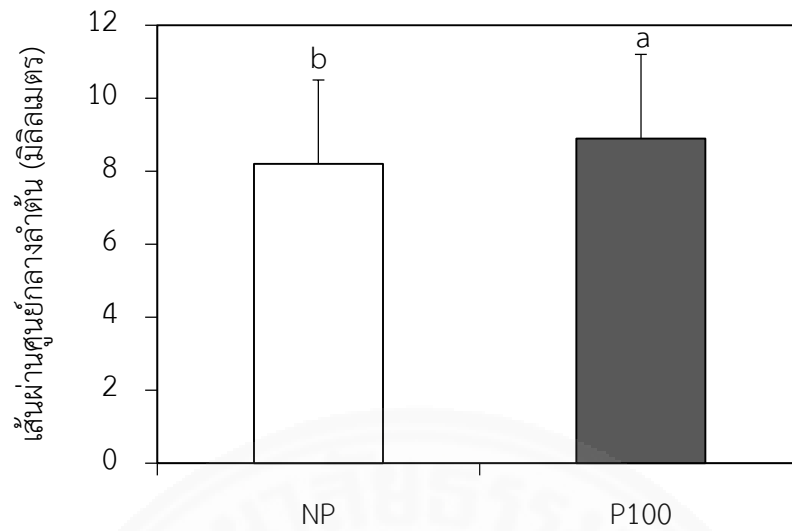
ลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก (P value <0.001) โดยพบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (10.4 ± 1.4 มิลลิเมตร) มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (6.8 ± 1.5 มิลลิเมตร) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



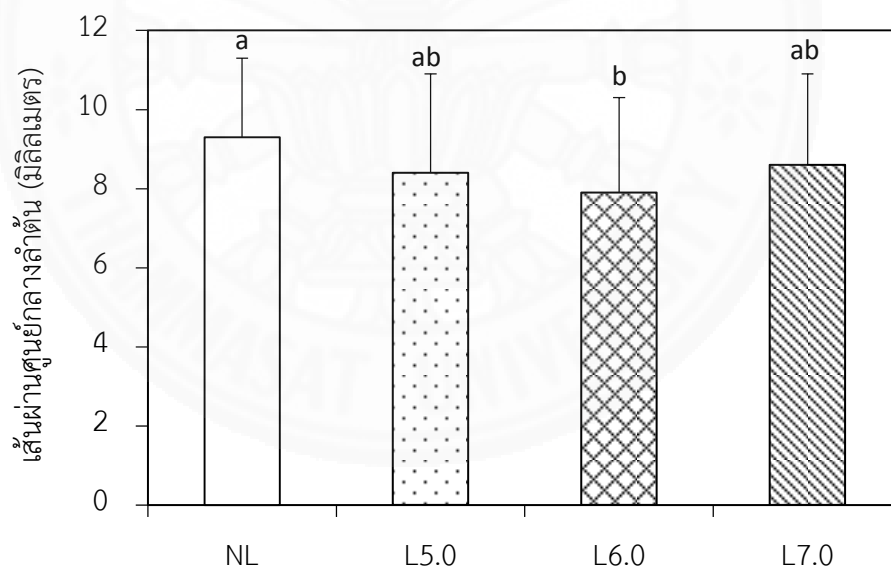
ตารางที่ 4.1 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก

ระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน	ปุ๋ยฟอสฟอรัส	ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (มิลลิเมตร)
NL	NP	NM	7.3±1.0 ^{de 1/}
		AM	11.1±1.5 ^a
	P100	NM	8.2±1.2 ^{bcd}
		AM	10.7±1.3 ^a
L5.0	NP	NM	5.9±0.5 ^{ef}
		AM	10.2±1.1 ^{ab}
	P100	NM	6.2±0.4 ^{def}
		AM	11.2±1.0 ^a
L6.0	NP	NM	5.1±0.3 ^f
		AM	9.6±0.3 ^{abc}
	P100	NM	7.5±2.7 ^{cde}
		AM	9.5±1.5 ^{abc}
L7.0	NP	NM	6.8±1.4 ^{def}
		AM	9.4±0.6 ^{abc}
	P100	NM	7.0±0.7 ^{def}
		AM	11.1±2.5 ^a
P value			
ปุ๋ยฟอสฟอรัส			0.025
ระดับความเป็นกรด-ด่าง			0.034
ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ระดับความเป็นกรด-ด่าง			0.658
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001
ระดับความเป็นกรด-ด่าง x ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ระดับความเป็นกรด-ด่าง x ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001

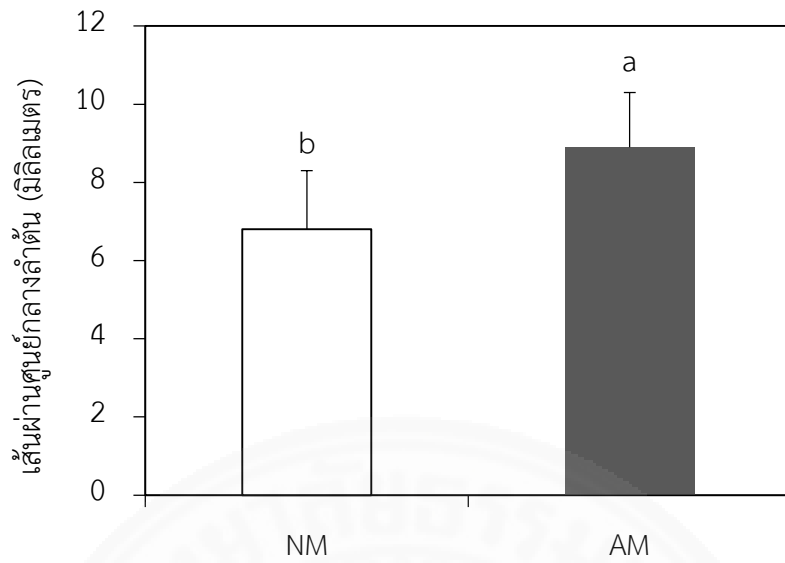
^{1/} ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P<0.05 โดยวิธี DMRT



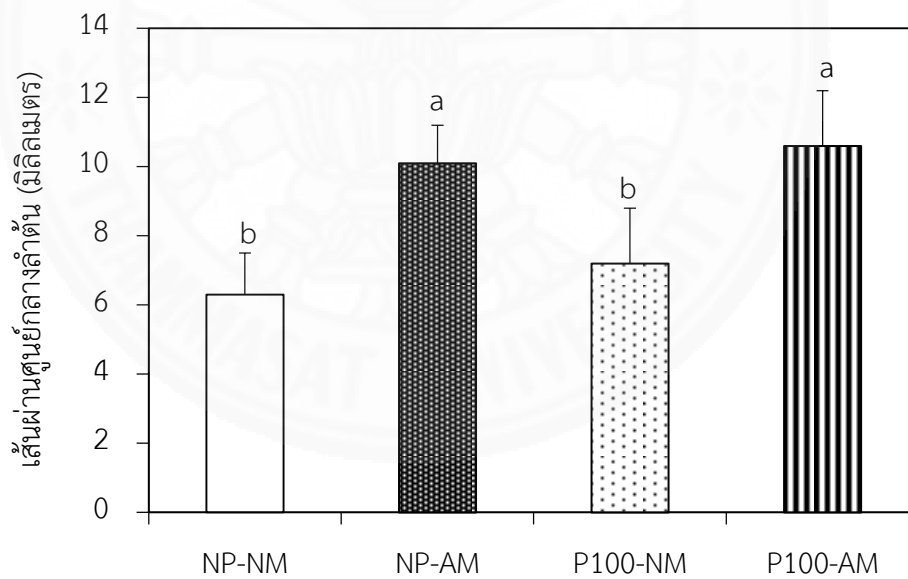
ภาพที่ 4.1 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก



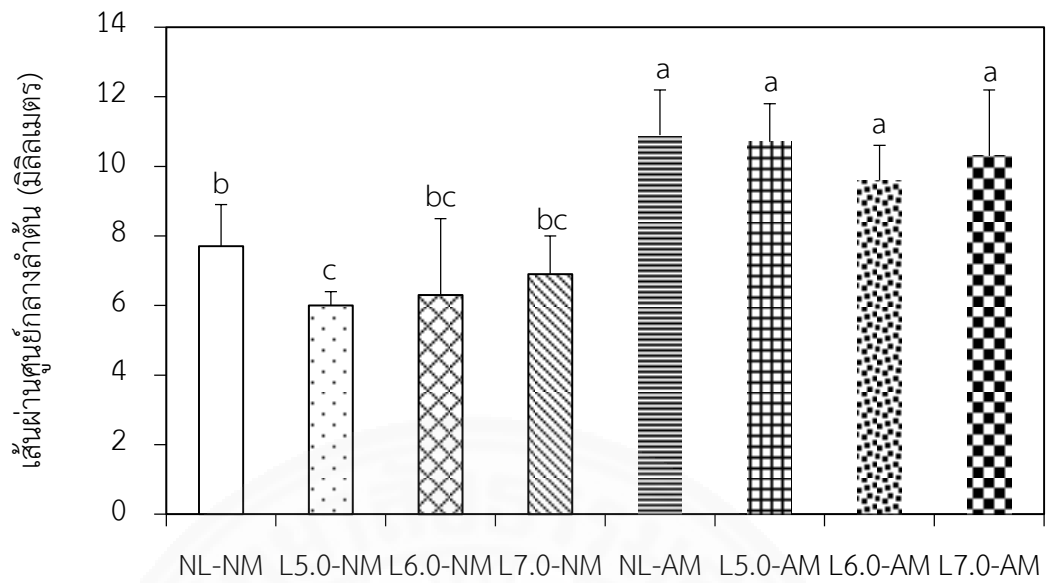
ภาพที่ 4.2 อิทธิพลของการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินมีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก



ภาพที่ 4.3 อิทธิพลของการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก



ภาพที่ 4.4 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก



ภาพที่ 4.5 อิทธิพลของระดับความเป็นกรด-ด่างและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก

4.1.2 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก

อิทธิพลร่วมระหว่างระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา มีผลต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก (P value < 0.001) กล่าวคือ การใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซามีผลทำให้ความสูงของข้าวโพด ที่อายุ 30 วัน เพิ่มขึ้นกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา ทั้งเมื่อไม่ใส่หรือใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในทุกระดับของความเป็นกรด-ต่างของดิน โดยพบว่า เมื่อไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน การใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซามีผลทำให้ความสูงของข้าวโพด (27.7 ± 4.8 เซนติเมตร) เพิ่มกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา (18.1 ± 1.8 เซนติเมตร) และการใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ความสูงของข้าวโพด (26.4 ± 4.5 เซนติเมตร) เพิ่มกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (19.2 ± 3.0 เซนติเมตร) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินให้เป็น 5.0 การใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซามีผลทำให้ความสูงของข้าวโพด (26.4 ± 2.7 เซนติเมตร) เพิ่มกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา (10.7 ± 1.1 เซนติเมตร) และการใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ความสูงของข้าวโพด (25.1 ± 1.4 เซนติเมตร) เพิ่มกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (13.4 ± 1.9 เซนติเมตร) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินให้เป็น 6.0 การใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซามีผลทำให้ความสูงของข้าวโพด (26.1 ± 2.5 เซนติเมตร) เพิ่มกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา (12.3 ± 0.9 เซนติเมตร) และการใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ความสูงของข้าวโพด (26.8 ± 2.2 เซนติเมตร) เพิ่มกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (15.8 ± 6.8 เซนติเมตร) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินให้เป็น 7.0 การใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซามีผลทำให้ความสูงของข้าวโพด (25.2 ± 3.6 เซนติเมตร) เพิ่มกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา (13.1 ± 3.6 เซนติเมตร) และการใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลให้ความสูง (29.00 ± 3.3 เซนติเมตร) เพิ่มกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (16.4 ± 3.0 เซนติเมตร) (ตารางที่ 4.2)

อิทธิพลร่วมของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินไม่มีผลต่อความสูงลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก (P value = 0.430) กล่าวคือ เมื่อไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส พบว่า การไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินและการปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 มีผลทำให้ความสูงเท่ากับ 22.9 ± 6.1 , 18.5 ± 8.6 , 19.2 ± 7.5 และ 19.2 ± 7.3 เซนติเมตร ตามลำดับ เช่นเดียวกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสตามคำแนะนำ พบว่า โดยเมื่อไม่มีการปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินข้าวโพดอายุ 30 วัน มีความสูงเท่ากับ 22.8 ± 5.2 เซนติเมตร และเมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 พบว่ามีความสูงเท่ากับ 19.2 ± 6.5 , 21.3 ± 7.5 และ 22.7 ± 7.3 เซนติเมตร ตามลำดับ

อิทธิพลร่วมของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก (P value < 0.001) กล่าวคือ การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพียงอย่างเดียวและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาพร้อมกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ความสูงมากที่สุด คือ 26.3 ± 3.3 และ 26.8 ± 3.1 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาและการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (16.2 ± 4.3 และ 13.6 ± 3.4 เซนติเมตรตามลำดับ)

อิทธิพลร่วมของการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก (P value < 0.001) โดยพบว่าการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินที่ไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างและปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 มีผลทำให้ความสูง (27.0 ± 4.3 , 25.7 ± 2.1 , 26.4 ± 2.2 และ 27.1 ± 3.8 เซนติเมตร ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินที่ไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างและปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 (11.2 ± 1.2 , 12.0 ± 2.0 , 14.1 ± 4.9 และ 14.8 ± 3.6 เซนติเมตร ตามลำดับ)

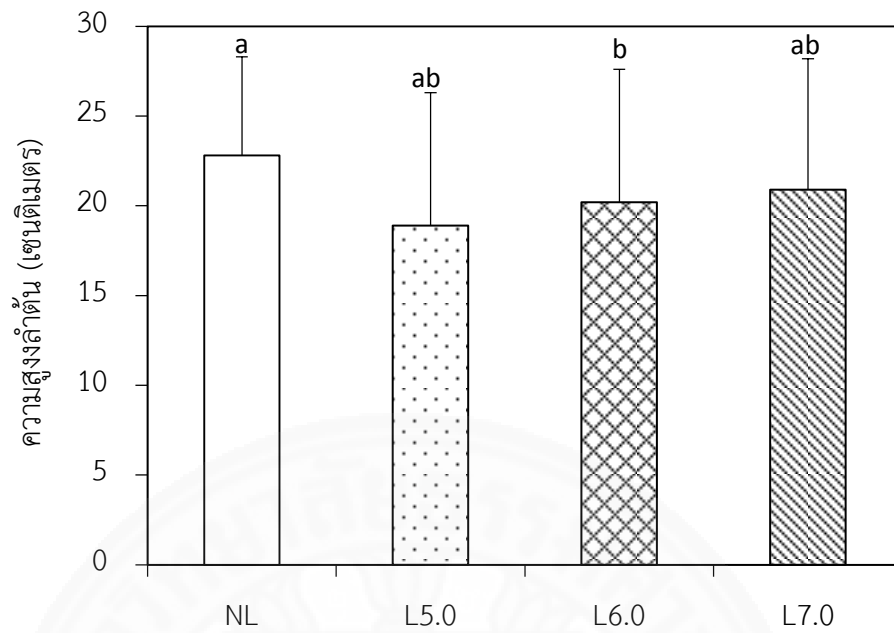
อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสไม่มีผลต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก (P value = 0.156) โดยพบว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ความสูง เท่ากับ 21.5 ± 6.5 เซนติเมตร และการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีความสูง เท่ากับ 19.9 ± 6.9 เซนติเมตร) อย่างไรก็ตาม อิทธิพลของการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินมีผลต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก (P value = 0.047) โดยพบว่าการไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน และการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 7.0 (22.8 ± 5.5 และ 20.9 ± 7.3 เซนติเมตร ตามลำดับ) มีผลทำให้ความสูงมากกว่าการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0 และ 6.0 ซึ่งมีความสูงเท่ากับ 18.9 ± 7.4 และ 20.2 ± 7.4 เซนติเมตร ตามลำดับ และอิทธิพลของการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อความสูง ลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก (P value < 0.001) เช่นเดียวกัน โดยพบว่าการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีผลทำให้ความสูง (26.6 ± 3.1 เซนติเมตร) มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (14.9 ± 4.1 เซนติเมตร) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.2 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก

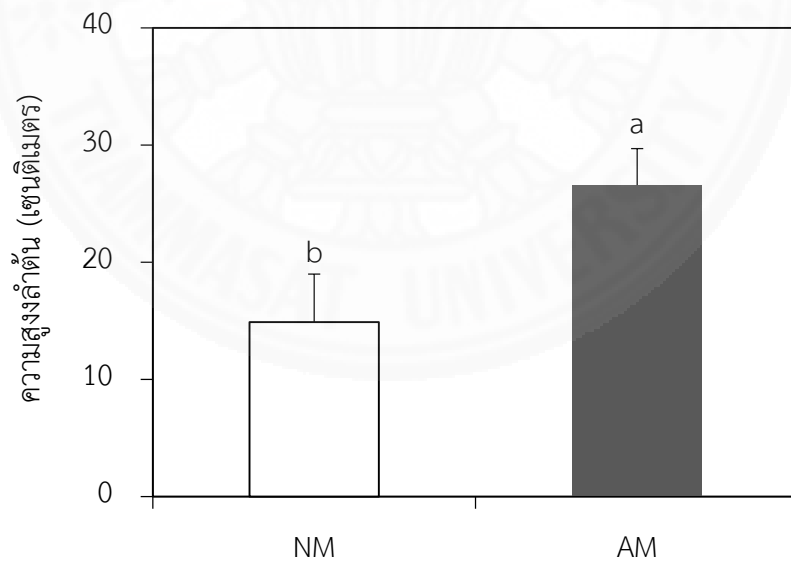
ระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน	ปุ๋ยฟอสฟอรัส	ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา	ความสูงของข้าวโพด (เซนติเมตร)
NL	NP	NM	18.1±1.8 ^{bc 1/}
		AM	27.7±4.8 ^a
	P100	NM	19.2±3.0 ^b
		AM	26.4±4.5 ^a
L5.0	NP	NM	10.7±1.1 ^e
		AM	26.4±2.7 ^a
	P100	NM	13.4±1.9 ^{cde}
		AM	25.1±1.4 ^a
L6.0	NP	NM	12.3±0.9 ^{de}
		AM	26.1±2.5 ^a
	P100	NM	15.8±6.8 ^{bcde}
		AM	26.8±2.2 ^a
L7.0	NP	NM	13.1±3.6 ^{cde}
		AM	25.2±3.6 ^a
	P100	NM	16.4±3.0 ^{bcd}
		AM	29.0±3.3 ^a
P value			
ปุ๋ยฟอสฟอรัส			0.156
ระดับความเป็นกรด-ต่าง			0.047
ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ระดับความเป็นกรด-ต่าง			0.775
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001
ระดับความเป็นกรด-ต่าง x ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ระดับความเป็นกรด-ต่าง x ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001

^{1/} ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P<0.05 โดยวิธี

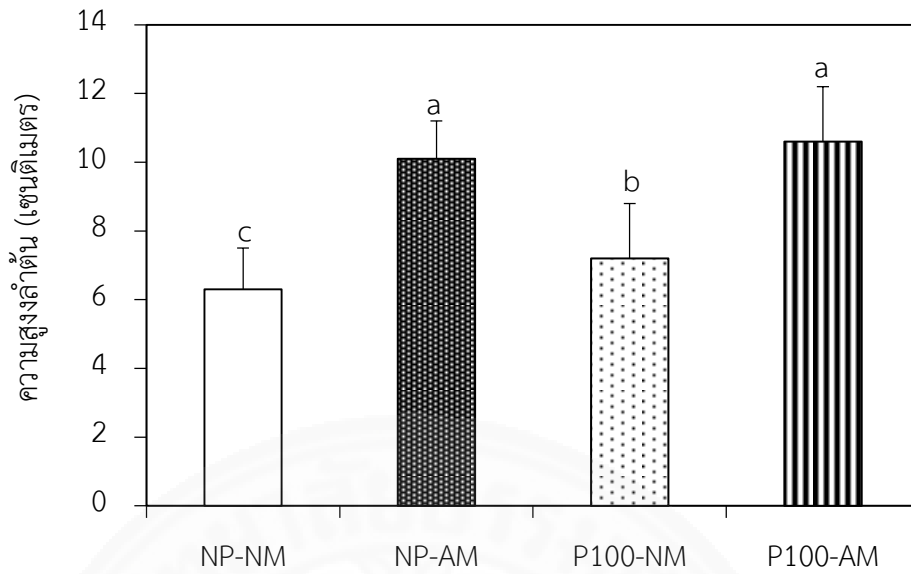
DMRT



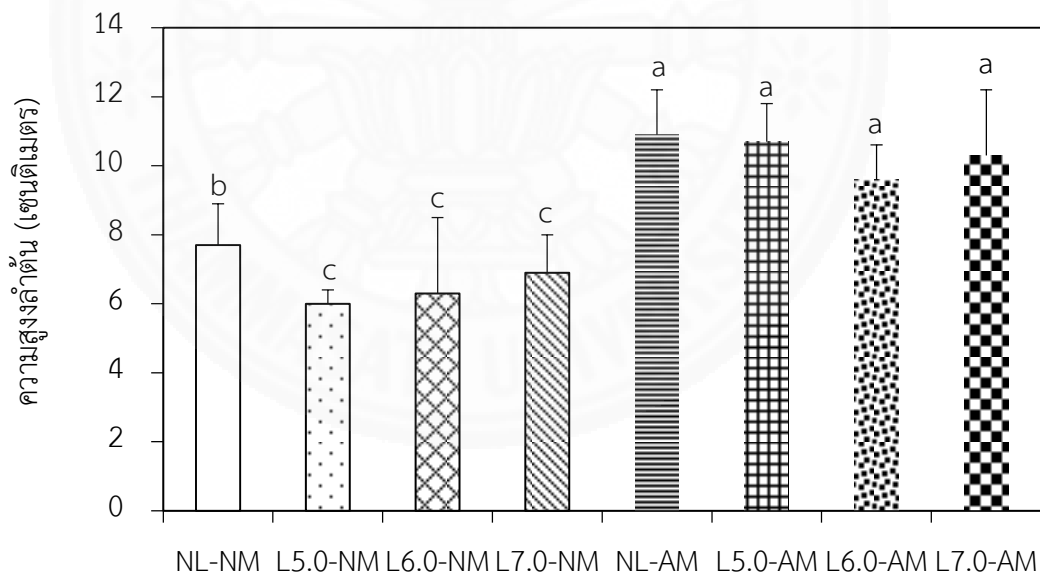
ภาพที่ 4.6 อิทธิพลของการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินมีผลต่อความสูงลำต้นของข้าวโพดเมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก



ภาพที่ 4.7 อิทธิพลของการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อความสูงลำต้นของข้าวโพดเมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก



ภาพที่ 4.8 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อความสูงลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก



ภาพที่ 4.9 อิทธิพลของระดับความเป็นกรด-ด่างและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อความสูงลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก

4.1.3 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 45 วันหลังปลูก

อิทธิพลร่วมระหว่างระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซามีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 45 วันหลังปลูก (P value < 0.001) โดยพบว่า เมื่อไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน การใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซามีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (12.3 ± 0.3 มิลลิเมตร) ไม่แตกต่างกับการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา (10.9 ± 2.8 มิลลิเมตร) และการใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (12.9 ± 0.9 มิลลิเมตร) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (10.8 ± 1.1 มิลลิเมตร) แต่เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินให้เป็น 5.0 พบว่าการใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซามีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (13.2 ± 2.7 มิลลิเมตร) เพิ่มกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา (7.2 ± 1.2 มิลลิเมตร) และการใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (12.5 ± 1.3 มิลลิเมตร) เพิ่มกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (8.5 ± 1.3 มิลลิเมตร) เชยเดียวกับเมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินให้เป็น 6.0 พบว่าการใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซามีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (11.9 ± 1.5 มิลลิเมตร) เพิ่มกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา (7.7 ± 2.0 มิลลิเมตร) และการใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (11.7 ± 1.5 มิลลิเมตร) เพิ่มกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (9.1 ± 1.9 มิลลิเมตร) และเมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินให้เป็น 7.0 การใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซามีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (13.0 ± 2.6 มิลลิเมตร) เพิ่มกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา (8.7 ± 1.5 มิลลิเมตร) แต่การใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (12.8 ± 2.3 มิลลิเมตร) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (10.5 ± 3.1 มิลลิเมตร) (ตารางที่ 4.3)

อิทธิพลร่วมของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินไม่มีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 45 วันหลังปลูก (P value = 0.708) พบว่า เมื่อไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส พบว่า การไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินและการปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 พบว่า ข้าวโพดที่มีอายุ 45 วันมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 11.6 ± 2.0 , 10.2 ± 3.7 , 9.8 ± 2.8 และ 10.8 ± 3.0 มิลลิเมตร ตามลำดับ เช่นเดียวกับ การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสตามคำแนะนำ พบว่า เมื่อไม่มีการปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินข้าวโพดอายุ 30 วัน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 11.8 ± 1.4 มิลลิเมตร และเมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 พบว่ามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 8.1 ± 2.5 , 10.4 ± 2.1 และ 11.7 ± 2.8 มิลลิเมตร ตามลำดับ

อิทธิพลร่วมของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 45 วันหลังปลูก (P value <0.001) กล่าวคือ การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพียงอย่างเดียวและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ร่วมกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากที่สุด คือ 12.6 ± 1.9 และ 12.5 ± 1.5 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาและการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (8.6 ± 2.3 และ 9.7 ± 2.1 มิลลิเมตร ตามลำดับ)

อิทธิพลร่วมของการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 45 วันหลังปลูก (P value <0.001) โดยพบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ร่วมกับการไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างและปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 มีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (12.6 ± 0.7 , 12.9 ± 2.0 , 11.8 ± 1.4 และ 12.9 ± 2.3 มิลลิเมตร ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ร่วมกับการไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างและปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 (10.8 ± 2.0 , 7.9 ± 1.4 , 8.4 ± 1.9 และ 9.6 ± 2.4 มิลลิเมตร ตามลำดับ)

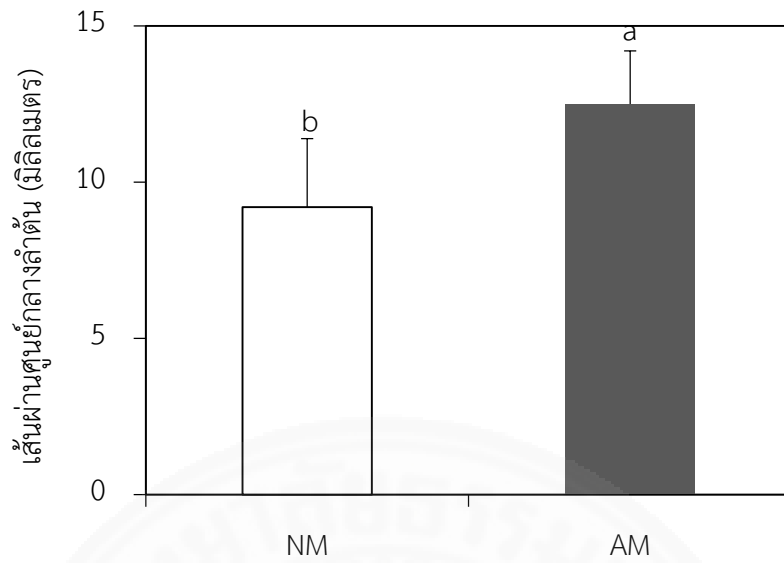
อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 45 วันหลังปลูก (P value = 0.552) โดยพบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส มีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (11.1 ± 2.3 มิลลิเมตร) ไม่แตกต่างทางสถิติกับการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (10.6 ± 2.6 มิลลิเมตร) อิทธิพลของการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินไม่มีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 45 วันหลังปลูก (P value = 0.293) โดยพบว่า การไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน มีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (11.7 ± 1.7 มิลลิเมตร) ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับ การปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินให้เป็น 5.0 (10.4 ± 3.1 มิลลิเมตร) การปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 6.0 (10.1 ± 2.4 มิลลิเมตร) และ 7.0 (11.2 ± 2.8 มิลลิเมตร) อย่างไรก็ตาม อิทธิพลของการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 45 วันหลังปลูก (P value <0.001) โดยพบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (12.5 ± 1.7 มิลลิเมตร) มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (9.2 ± 2.2 มิลลิเมตร) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.3 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 45 วันหลังปลูก

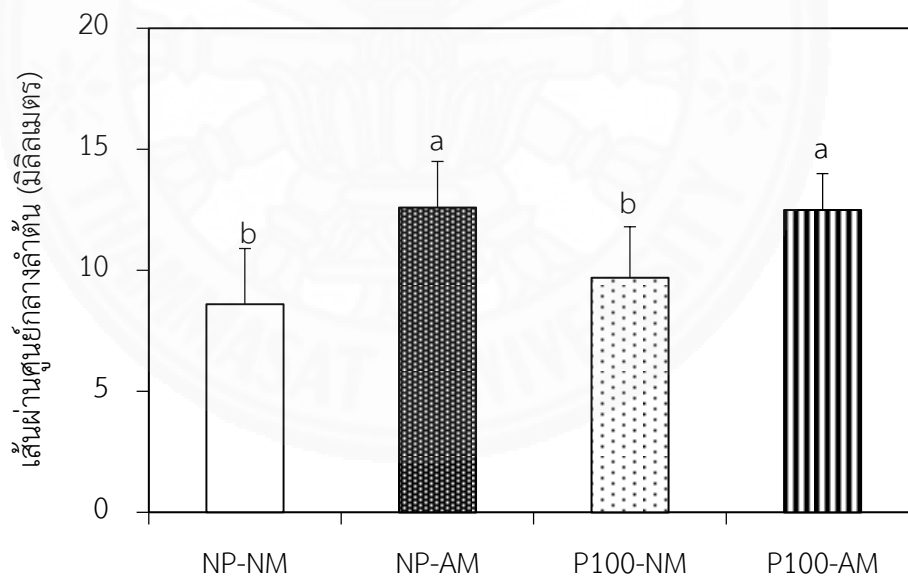
ระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน	ปุ๋ยฟอสฟอรัส	ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (มิลลิเมตร)
NL	NP	NM	10.9±2.8 ^{abc 1/}
		AM	12.3±0.3 ^a
	P100	NM	10.8±1.1 ^{abc}
		AM	12.9±0.9 ^a
L5.0	NP	NM	7.2±1.2 ^e
		AM	13.2±2.7 ^a
	P100	NM	8.5±1.3 ^{cde}
		AM	12.5±1.3 ^a
L6.0	NP	NM	7.7±2.0 ^{de}
		AM	11.9±1.5 ^{ab}
	P100	NM	9.1±1.9 ^{bcde}
		AM	11.7±1.5 ^{ab}
L7.0	NP	NM	8.7±1.5 ^{cde}
		AM	13.0±2.6 ^a
	P100	NM	10.5±3.1 ^{abcd}
		AM	12.8±2.3 ^a
P value			
ปุ๋ยฟอสฟอรัส			0.552
ระดับความเป็นกรด-ต่าง			0.293
ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ระดับความเป็นกรด-ต่าง			0.708
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001
ระดับความเป็นกรด-ต่าง x ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ระดับความเป็นกรด-ต่าง x ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001

^{1/} ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P<0.05 โดยวิธี

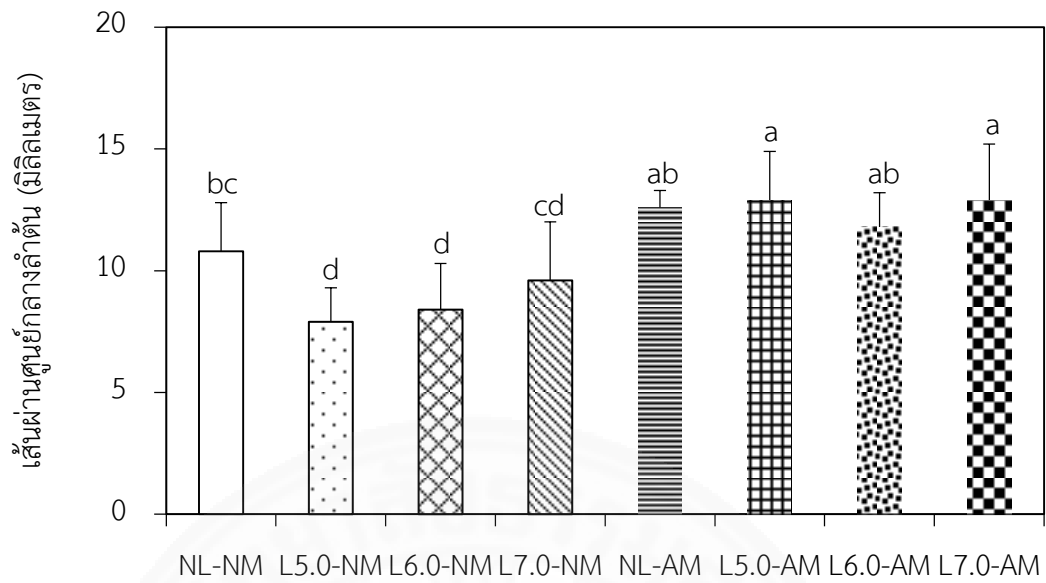
DMRT



ภาพที่ 4.10 อิทธิพลของการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 45 วันหลังปลูก



ภาพที่ 4.11 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 45 วันหลังปลูก



ภาพที่ 4.12 อิทธิพลของระดับความเป็นกรด-ด่างและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 45 วันหลังปลูก

4.1.4 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 45 วันหลังปลูก

อิทธิพลร่วมระหว่างระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา มีผลต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 45 วันหลังปลูก (P value < 0.001) กล่าวคือ การใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซามีผลทำให้ความสูงของข้าวโพดเพิ่มขึ้นกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา ทั้งเมื่อไม่ใส่หรือใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในทุกกระดับของความเป็นกรด-ต่างของดิน โดยพบว่า เมื่อไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน การใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซามีผลทำให้ความสูงของข้าวโพด (55.0 ± 5.4 เซนติเมตร) เพิ่มกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา (33.8 ± 6.0 เซนติเมตร) และการใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ความสูงของข้าวโพด (58.8 ± 9.0 เซนติเมตร) เพิ่มกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (31.4 ± 2.1 เซนติเมตร) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินให้เป็น 5.0 การใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซามีผลทำให้ความสูงของข้าวโพด (53.8 ± 4.9 เซนติเมตร) เพิ่มกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา (16.9 ± 6.3 เซนติเมตร) และการใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ความสูงของข้าวโพด (56.0 ± 5.4 เซนติเมตร) เพิ่มกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (24.4 ± 6.2 เซนติเมตร) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินให้เป็น 6.0 การใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซามีผลทำให้ความสูงของข้าวโพด (49.5 ± 3.4 เซนติเมตร) เพิ่มกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา (19.8 ± 9.3 เซนติเมตร) และการใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ความสูงของข้าวโพด (58.5 ± 2.4 เซนติเมตร) เพิ่มกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (28.4 ± 6.8 เซนติเมตร) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินให้เป็น 7.0 การใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซามีผลทำให้ความสูงของข้าวโพด (50.5 ± 5.0 เซนติเมตร) เพิ่มกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา (24.3 ± 6.3 เซนติเมตร) และการใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลให้ความสูง (64.3 ± 7.5 เซนติเมตร) เพิ่มกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (32.9 ± 5.8 เซนติเมตร) (ตารางที่ 4.4)

อิทธิพลร่วมของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินไม่มีผลต่อความสูงลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 45 วันหลังปลูก (P -value = 0.656) กล่าวคือ เมื่อไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส พบว่า การไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินและการปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 มีผลทำให้ความสูงเท่ากับ 44.4 ± 12.5 , 35.3 ± 20.4 , 34.6 ± 17.2 และ 37.4 ± 15.0 เซนติเมตร ตามลำดับ เช่นเดียวกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสตามคำแนะนำ พบว่า โดยเมื่อไม่มีการปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินข้าวโพดอายุ 30 วัน มีความสูงเท่ากับ 45.1 ± 15.8 เซนติเมตร และเมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 พบว่ามีความสูงเท่ากับ 40.2 ± 17.7 , 43.3 ± 16.8 และ 48.6 ± 17.9 เซนติเมตร ตามลำดับ

อิทธิพลร่วมของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 45 วันหลังปลูก (P-value < 0.001) กล่าวคือ การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพียงอย่างเดียวและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาพร้อมกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ความสูงมากที่สุด คือ 52.2 ± 4.8 และ 59.4 ± 6.6 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาและการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (29.3 ± 6.0 และ 23.7 ± 9.2 เซนติเมตรตามลำดับ)

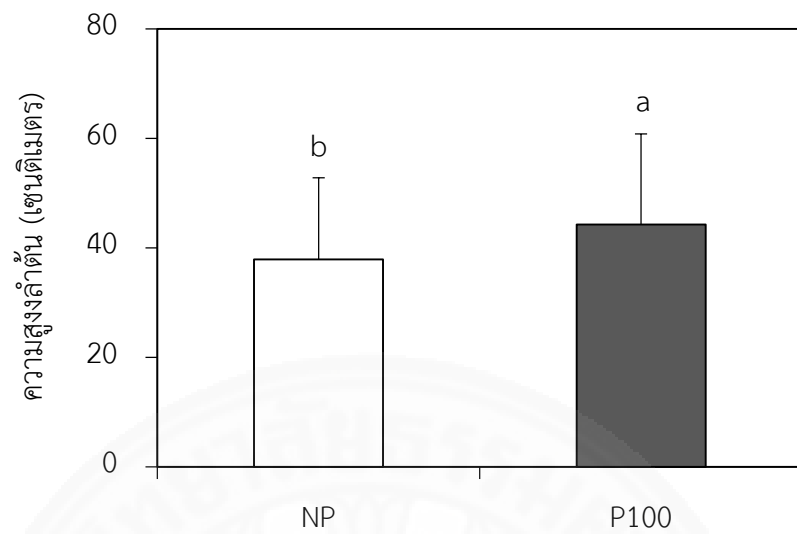
อิทธิพลร่วมของการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 45 วันหลังปลูก (P value < 0.001) โดยพบว่าการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินที่ไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างและปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 มีผลทำให้ความสูง (56.9 ± 7.1 , 54.9 ± 4.9 , 54.0 ± 5.5 และ 57.4 ± 9.4 เซนติเมตร ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินที่ไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างและปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 (32.6 ± 4.3 , 28.6 ± 7.2 , 24.1 ± 8.8 และ 20.6 ± 7.0 เซนติเมตร ตามลำดับ)

อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 45 วันหลังปลูก (P value = 0.002) โดยพบว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ความสูง เท่ากับ 44.3 ± 16.5 เซนติเมตร ซึ่งมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีความสูง เท่ากับ 37.9 ± 14.9 เซนติเมตร อย่างไรก็ตาม อิทธิพลของการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินไม่มีผลต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 45 วันหลังปลูก (P value = 0.100) โดยพบว่าการไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินมีความสูงลำต้น เท่ากับ 44.7 ± 13.8 เซนติเมตร การปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 มีความสูงลำต้นเท่ากับ 37.8 ± 18.6 , 39.0 ± 17.0 และ 43.0 ± 17.0 เซนติเมตร ตามลำดับ และอิทธิพลของการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อความสูงลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 45 วันหลังปลูก (P value < 0.001) เช่นเดียวกัน โดยพบว่าการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีผลทำให้ความสูง (55.8 ± 6.8 เซนติเมตร) มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (26.5 ± 8.1 เซนติเมตร) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

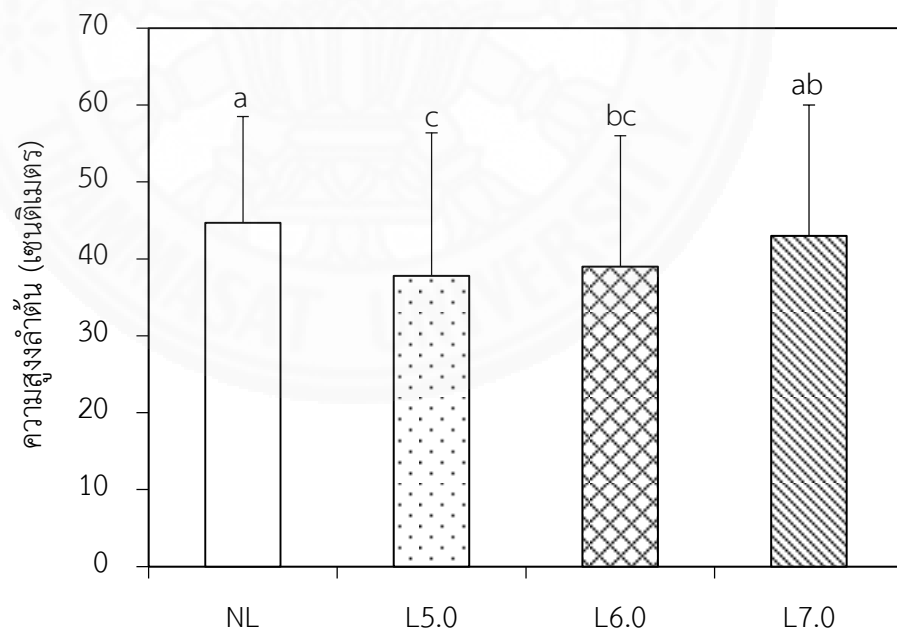
ตารางที่ 4.4 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 45 วันหลังปลูก

ระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน	ปุ๋ยฟอสฟอรัส	ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา	ความสูงของข้าวโพด (เซนติเมตร)
NL	NP	NM	33.8±6.0 ^{c 1/}
		AM	55.0±5.4 ^{ab}
	P100	NM	31.4±2.1 ^c
		AM	58.8±9.0 ^{ab}
L5.0	NP	NM	16.9±6.3 ^e
		AM	53.8±4.9 ^b
	P100	NM	24.4±6.2 ^{cde}
		AM	56.0±5.4 ^{ab}
L6.0	NP	NM	19.8±9.3 ^{de}
		AM	49.5±3.4 ^b
	P100	NM	28.4±6.8 ^{cd}
		AM	58.5±2.4 ^{ab}
L7.0	NP	NM	24.3±6.3 ^{cde}
		AM	50.5±5.0 ^b
	P100	NM	32.9±5.8 ^c
		AM	64.3±7.5 ^a
P value			
ปุ๋ยฟอสฟอรัส			0.002
ระดับความเป็นกรด-ต่าง			0.100
ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ระดับความเป็นกรด-ต่าง			0.656
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001
ระดับความเป็นกรด-ต่าง x ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ระดับความเป็นกรด-ต่าง x ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001

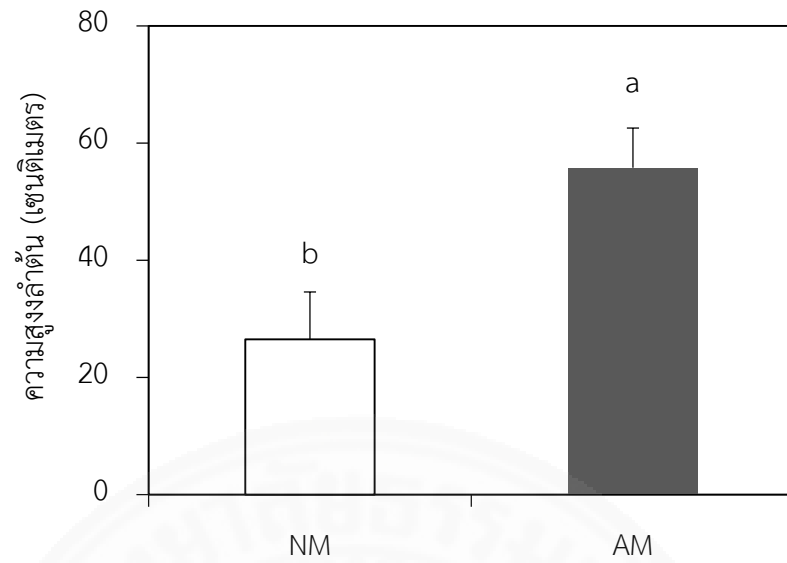
^{1/} ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ P<0.05 โดยวิธี DMRT



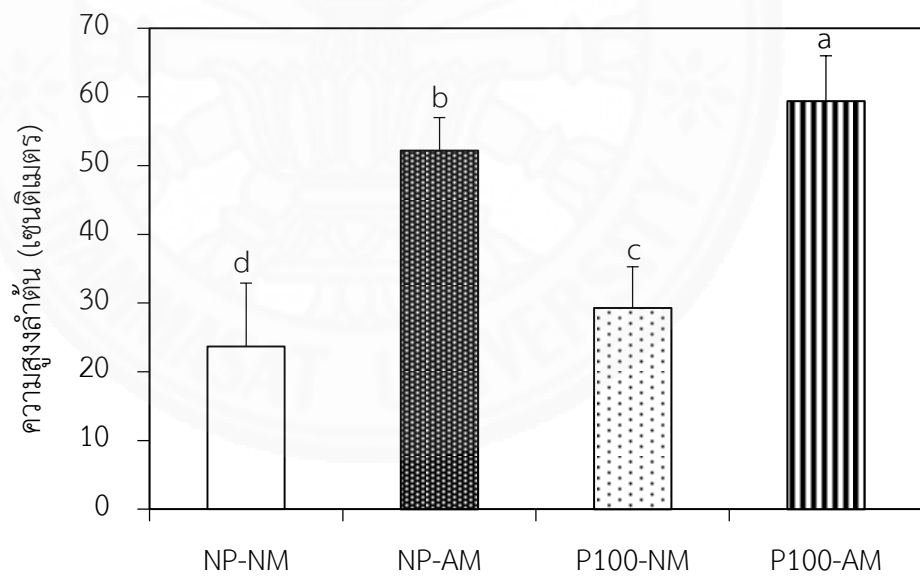
ภาพที่ 4.13 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลต่อความสูงลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 45 วันหลังปลูก



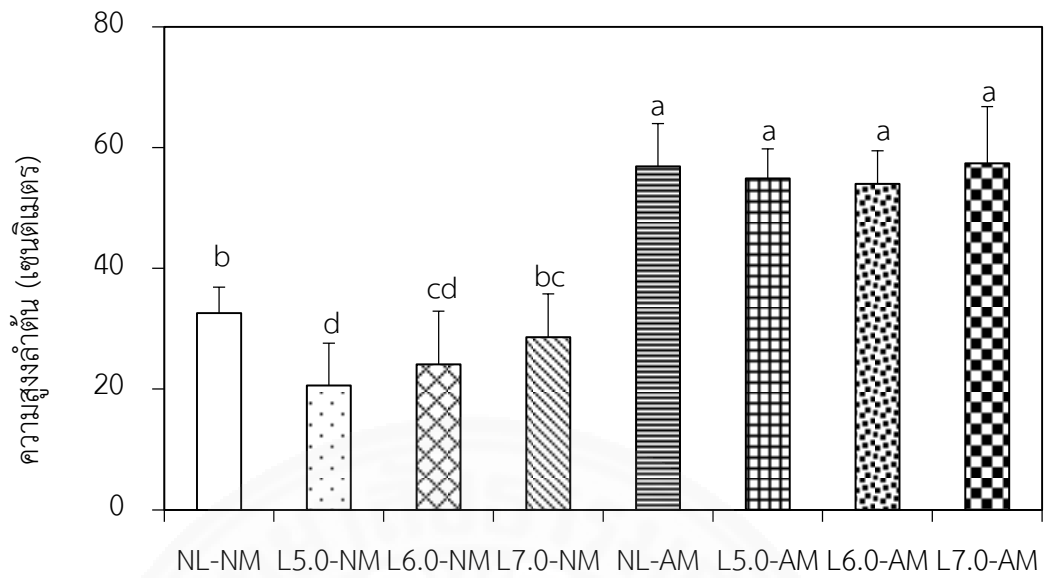
ภาพที่ 4.14 อิทธิพลของการปรับระดับความชื้นดินเป็นกรด-ด่างของดินมีผลต่อความสูงลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 45 วันหลังปลูก



ภาพที่ 4.15 อิทธิพลของการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อความสูงลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 45 วันหลังปลูก



ภาพที่ 4.16 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อความสูงลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 45 วันหลังปลูก



ภาพที่ 4.17 อิทธิพลของระดับความเป็นกรด-ด่างและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อความสูงลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 45 วันหลังปลูก

4.1.5 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และ ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก

อิทธิพลร่วมระหว่างระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก (P value < 0.001) โดยพบว่า เมื่อไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (11.1 ± 2.0 มิลลิเมตร) ไม่แตกต่างกับการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (11.9 ± 0.2 มิลลิเมตร) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัส มีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (12.3 ± 1.2 มิลลิเมตร) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส เพียงอย่างเดียว (10.3 ± 0.5 มิลลิเมตร) แต่เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ให้เป็น 5.0 พบว่าการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (11.6 ± 0.6 มิลลิเมตร) เพิ่มกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (8.5 ± 2.5 มิลลิเมตร) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัส มีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (11.8 ± 0.4 มิลลิเมตร) เพิ่มกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส เพียงอย่างเดียว (8.9 ± 2.4 มิลลิเมตร) เช่นเดียวกับเมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ให้เป็น 6.0 พบว่าการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (12.2 ± 0.8 มิลลิเมตร) เพิ่มกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (7.7 ± 1.7 มิลลิเมตร) แต่การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัส มีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (11.7 ± 1.2 มิลลิเมตร) ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส เพียงอย่างเดียว (10.2 ± 1.8 มิลลิเมตร) และเมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ให้เป็น 7.0 พบว่าการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (12.6 ± 1.1 มิลลิเมตร) เพิ่มกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (9.4 ± 2.5 มิลลิเมตร) แต่การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัส มีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (12.2 ± 1.4 มิลลิเมตร) ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส เพียงอย่างเดียว (10.2 ± 0.6 มิลลิเมตร) (ตารางที่ 4.5)

อิทธิพลร่วมของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส และการปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ไม่มีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก (P value = 0.668) พบว่า เมื่อไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส พบว่า การไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน และการปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน เป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 พบว่า ข้าวโพด มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 11.5 ± 1.4 , 10.1 ± 2.3 , 11.0 ± 1.6 และ 11.0 ± 2.5 มิลลิเมตร ตามลำดับ เช่นเดียวกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส ตามคำแนะนำ พบว่า เมื่อไม่มีการปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ข้าวโพด มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 11.3 ± 1.4 มิลลิเมตร และเมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน เป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 พบว่า มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 10.3 ± 2.2 , 11.0 ± 1.6 และ 11.2 ± 1.5 มิลลิเมตร ตามลำดับ

อิทธิพลร่วมของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก (P value <0.001) กล่าวคือ การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพียงอย่างเดียวและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ร่วมกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากที่สุด คือ 12.0 ± 1.0 และ 12.1 ± 0.8 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาและการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (9.2 ± 2.3 และ 9.9 ± 1.5 มิลลิเมตร ตามลำดับ)

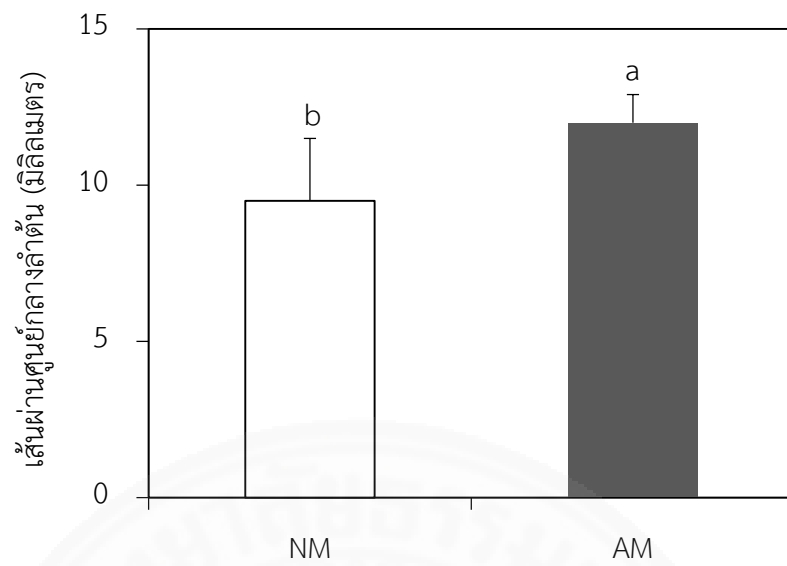
อิทธิพลร่วมของการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก (P value <0.001) โดยพบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ร่วมกับการไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างและปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 มีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (12.1 ± 0.8 , 11.7 ± 0.4 , 11.9 ± 1.0 และ 12.4 ± 1.2 มิลลิเมตร ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ร่วมกับการไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างและปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 (10.7 ± 1.4 , 8.7 ± 2.2 , 8.9 ± 2.1 และ 9.8 ± 1.7 มิลลิเมตร ตามลำดับ)

อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสไม่มีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก (P value = 0.862) โดยพบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส มีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (10.9 ± 1.7 มิลลิเมตร) ไม่แตกต่างทางสถิติกับการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (10.6 ± 2.3 มิลลิเมตร) อิทธิพลของการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินไม่มีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก (P value = 0.541) โดยพบว่า การไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน มีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (11.4 ± 1.3 มิลลิเมตร) ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับ การปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินให้เป็น 5.0 (10.2 ± 2.2 มิลลิเมตร) การปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 6.0 (10.4 ± 2.2 มิลลิเมตร) และ 7.0 (11.1 ± 2.0 มิลลิเมตร) อย่างไรก็ตาม อิทธิพลของการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก (P value <0.001) โดยพบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (12.0 ± 0.9 มิลลิเมตร) มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (9.5 ± 2.0 มิลลิเมตร) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

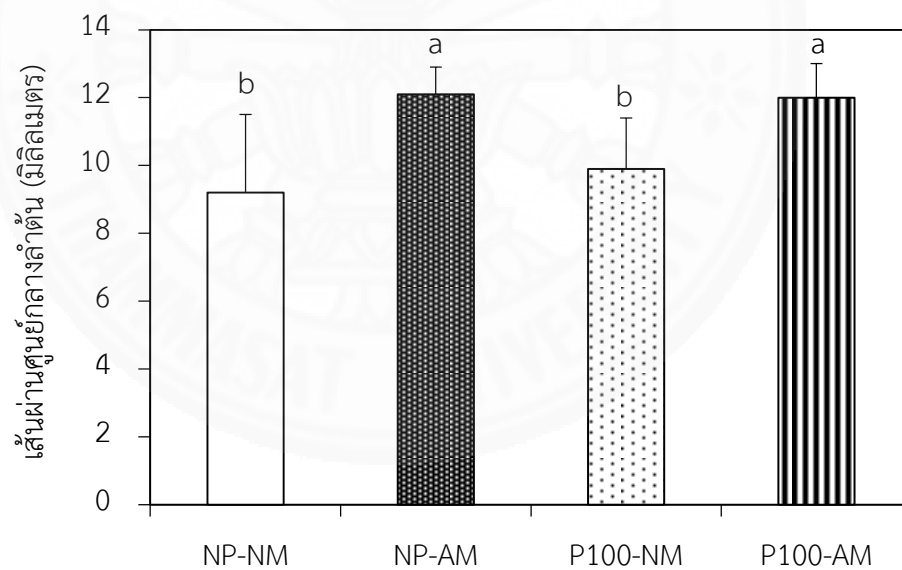
ตารางที่ 4.5 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก

ระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน	ปุ๋ยฟอสฟอรัส	ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (มิลลิเมตร)
NL	NP	NM	11.1±2.0 ^{abc 1/}
		AM	11.9±0.2 ^a
	P100	NM	10.3±0.5 ^{abcd}
		AM	12.3±1.2 ^a
L5.0	NP	NM	8.5±2.5 ^{de}
		AM	11.6±0.6 ^{ab}
	P100	NM	8.9±2.4 ^{cde}
		AM	11.8±0.4 ^{ab}
L6.0	NP	NM	7.7±1.7 ^e
		AM	12.2±0.8 ^a
	P100	NM	10.2±1.8 ^{abcd}
		AM	11.7±1.2 ^{ab}
L7.0	NP	NM	9.4±2.5 ^{bcde}
		AM	12.6±1.1 ^a
	P100	NM	10.2±0.6 ^{abcd}
		AM	12.2±1.4 ^a
P value			
ปุ๋ยฟอสฟอรัส			0.862
ระดับความเป็นกรด-ต่าง			0.541
ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ระดับความเป็นกรด-ต่าง			0.668
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001
ระดับความเป็นกรด-ต่าง x ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ระดับความเป็นกรด-ต่าง x ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001

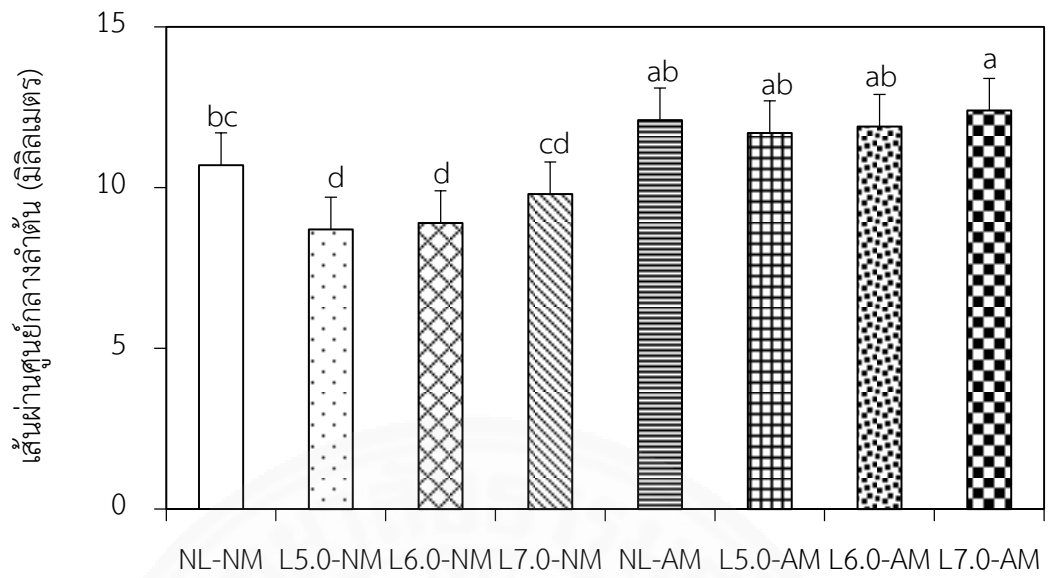
^{1/} ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ P<0.05 โดยวิธี DMRT



ภาพที่ 4.18 อิทธิพลของการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของข้าวโพดเมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก



ภาพที่ 4.19 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของข้าวโพด เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก



ภาพที่ 4.20 อิทธิพลของระดับความเป็นกรด-ด่างและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของข้าวโพด เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก

4.1.6 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และ ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก

อิทธิพลร่วมระหว่างระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีผลต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก (P value < 0.001) กล่าวคือ การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้ความสูงของข้าวโพดเพิ่มขึ้นกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ทั้งเมื่อไม่ใส่หรือใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในทุกกระดับของความเป็นกรด-ต่างของดิน โดยพบว่า เมื่อไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้ความสูงของข้าวโพด (117.8 ± 6.7 เซนติเมตร) เพิ่มกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (70.3 ± 10.6 เซนติเมตร) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ความสูงของข้าวโพด (115.3 ± 6.4 เซนติเมตร) เพิ่มกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (66.0 ± 12.7 เซนติเมตร) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินให้เป็น 5.0 การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้ความสูงของข้าวโพด (105.3 ± 3.8 เซนติเมตร) เพิ่มกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (31.0 ± 15.1 เซนติเมตร) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ความสูงของข้าวโพด (109.5 ± 10.6 เซนติเมตร) เพิ่มกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (54.8 ± 18.6 เซนติเมตร) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินให้เป็น 6.0 การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้ความสูงของข้าวโพด (104.5 ± 9.0 เซนติเมตร) เพิ่มกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (40.9 ± 22.6 เซนติเมตร) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ความสูงของข้าวโพด (114.3 ± 5.9 เซนติเมตร) เพิ่มกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (66.0 ± 8.2 เซนติเมตร) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินให้เป็น 7.0 การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้ความสูงของข้าวโพด (104.5 ± 11.9 เซนติเมตร) เพิ่มกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (48.0 ± 11.6 เซนติเมตร) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลให้ความสูง (118.5 ± 6.6 เซนติเมตร) เพิ่มกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (77.0 ± 15.0 เซนติเมตร) (ตารางที่ 4.6)

อิทธิพลร่วมของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินไม่มีผลต่อความสูงลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก (P -value = 0.489) กล่าวคือ เมื่อไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส พบว่า การไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินและการปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 มีผลทำให้ความสูงเท่ากับ 94.0 ± 26.7 , 68.1 ± 41.0 , 72.7 ± 37.6 และ 76.3 ± 32.1 เซนติเมตร ตามลำดับ เช่นเดียวกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสตามคำแนะนำ พบว่า โดยเมื่อไม่มีการปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินข้าวโพดอายุ 60 วัน มีความสูงเท่ากับ 90.6 ± 27.9 เซนติเมตร และเมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 พบว่า มีความสูงเท่ากับ 82.1 ± 32.5 , 90.1 ± 26.6 และ 97.8 ± 24.6 เซนติเมตร ตามลำดับ

อิทธิพลร่วมของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซามีผลต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก (P-value < 0.001) กล่าวคือ การใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาเพียงอย่างเดียวและการใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา ร่วมกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ความสูงมากที่สุด คือ 108.0 ± 9.5 และ 114.4 ± 7.6 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาและการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (47.5 ± 20.5 และ 65.9 ± 15.0 เซนติเมตร ตามลำดับ)

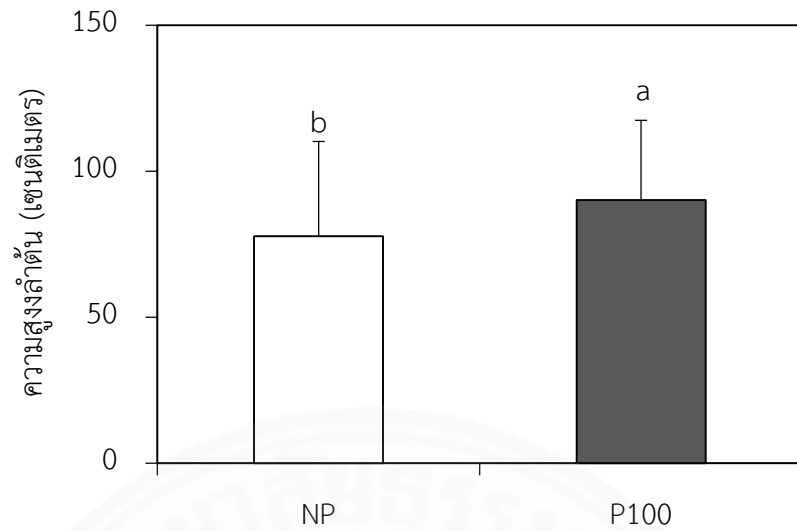
อิทธิพลร่วมของการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซามีผลต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก (P value < 0.001) โดยพบว่าการใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาในดินที่ไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างและปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 มีผลทำให้ความสูง (116.5 ± 6.2 , 107.4 ± 7.7 , 109.4 ± 8.7 และ 111.5 ± 11.6 เซนติเมตร ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาในดินที่ไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างและปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 (68.1 ± 11.1 , 62.5 ± 19.9 , 53.4 ± 20.7 และ 42.9 ± 20.2 เซนติเมตร ตามลำดับ)

อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก (P value = 0.001) โดยพบว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ความสูง เท่ากับ 90.2 ± 27.3 และ 44.3 ± 16.5 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีความสูง เท่ากับ 77.8 ± 32.4 และ 37.9 ± 14.9 เซนติเมตร ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม อิทธิพลของการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินมีผลต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก (P value = 0.029) โดยพบว่าการไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินมีผลทำให้ความสูงมากที่สุด เท่ากับ 92.3 ± 26.4 เซนติเมตร รองลงมาคือการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 7.0, 6.0 และ 5.0 มีความสูงลำดับ เท่ากับ 87.0 ± 29.8 , 81.4 ± 32.7 และ 75.1 ± 36.4 เซนติเมตร ตามลำดับ และอิทธิพลของการใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซามีผลต่อความสูงลำดับต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก (P value < 0.001) เช่นเดียวกัน โดยพบว่าการใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา มีผลทำให้ความสูง (111.2 ± 9.1 เซนติเมตร) มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา (56.7 ± 20.0 เซนติเมตร) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

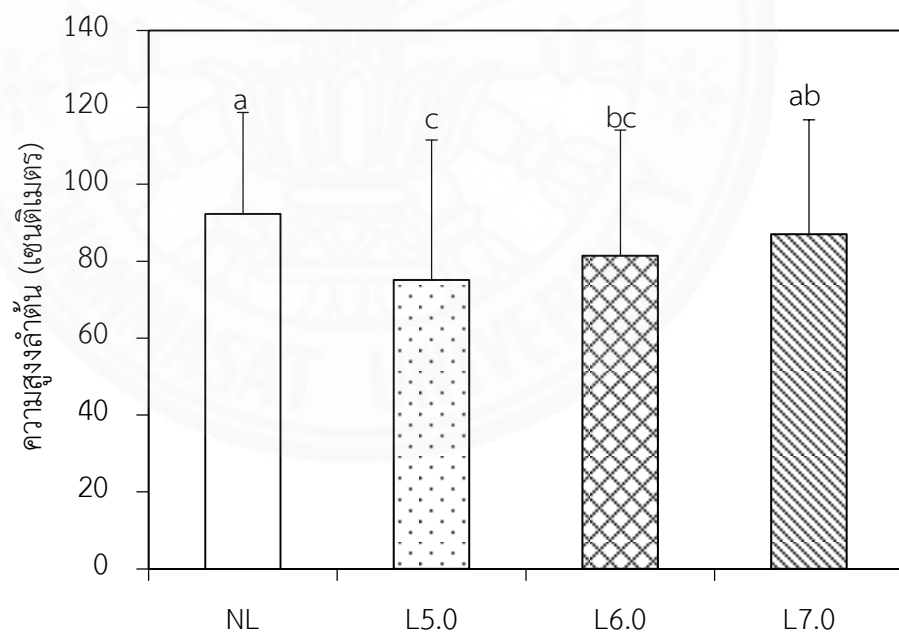
ตารางที่ 4.6 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก

ระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน	ปุ๋ยฟอสฟอรัส	ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา	ความสูงของข้าวโพด (เซนติเมตร)
NL	NP	NM	70.3±10.6 ^{bc 1/}
		AM	117.8±6.7 ^a
	P100	NM	66.0±12.7 ^{bcd}
		AM	115.3±6.4 ^a
L5.0	NP	NM	31.0±15.1 ^f
		AM	105.3±3.8 ^a
	P100	NM	54.8±18.6 ^{cde}
		AM	109.5±10.6 ^a
L6.0	NP	NM	40.9±22.6 ^{ef}
		AM	104.5±9.0 ^a
	P100	NM	66.0±8.2 ^{bcd}
		AM	114.3±5.9 ^a
L7.0	NP	NM	48.0±11.6 ^{def}
		AM	104.5±11.9 ^a
	P100	NM	77.0±15.0 ^b
		AM	118.5±6.6 ^a
P value			
ปุ๋ยฟอสฟอรัส			0.001
ระดับความเป็นกรด-ต่าง			0.029
ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ระดับความเป็นกรด-ต่าง			0.489
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001
ระดับความเป็นกรด-ต่าง x ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ระดับความเป็นกรด-ต่าง x ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001

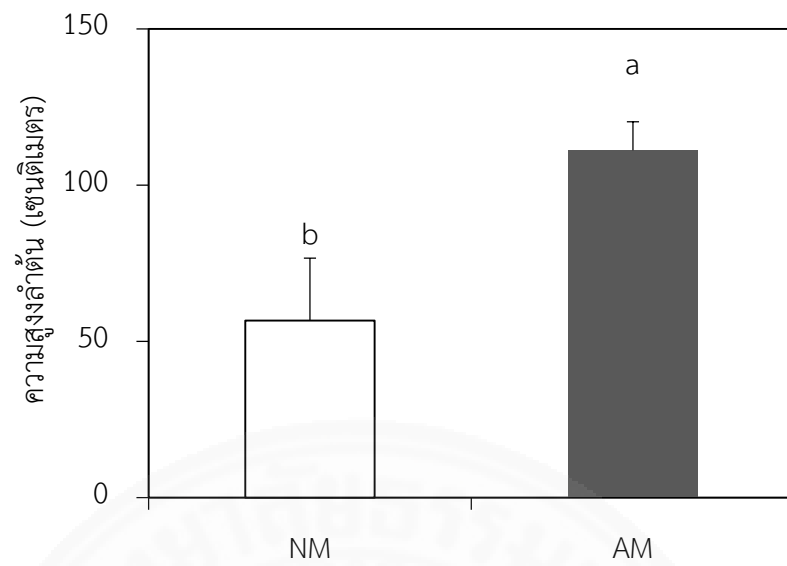
^{1/} ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ P<0.05 โดยวิธี DMRT



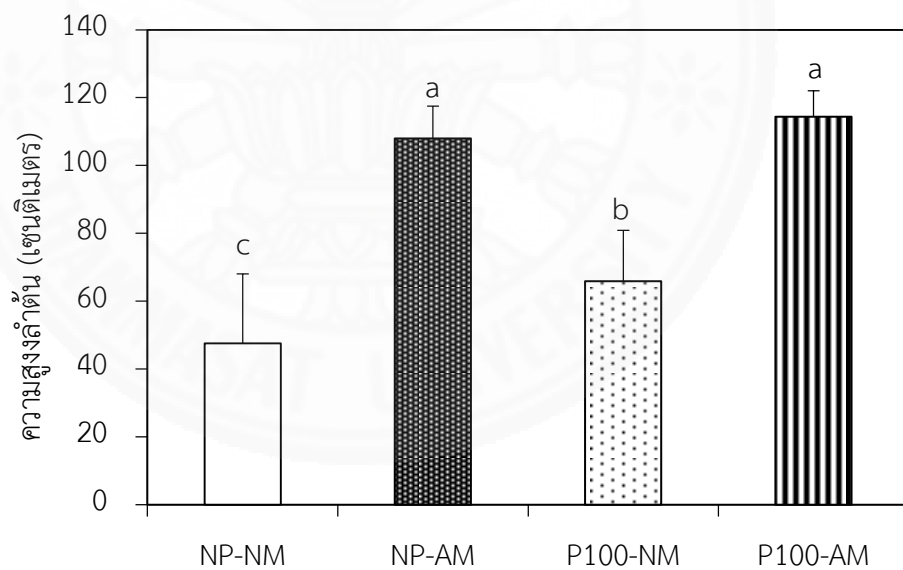
ภาพที่ 4.21 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลต่อความสูงลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก



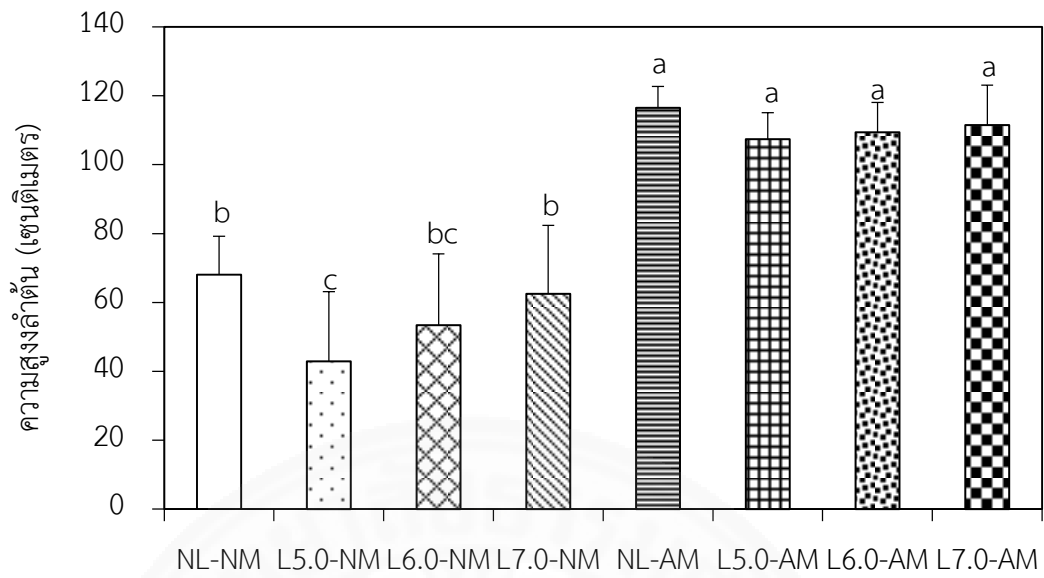
ภาพที่ 4.22 อิทธิพลของการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินมีผลต่อความสูงลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก



ภาพที่ 4.23 อิทธิพลของการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อความสูงลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก



ภาพที่ 4.24 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อความสูงลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก



ภาพที่ 4.25 อิทธิพลของระดับความเป็นกรด-ด่างและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อความสูงลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก

4.1.7 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และ ราอาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซาต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 90 วันหลังปลูก

อิทธิพลร่วมระหว่างระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 90 วันหลังปลูก (P value < 0.001) โดยพบว่า เมื่อไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (11.5 ± 0.8 มิลลิเมตร) มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (9.4 ± 1.4 มิลลิเมตร) แต่การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (11.5 ± 1.2 มิลลิเมตร) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (9.8 ± 0.8 มิลลิเมตร) เช่นเดียวกับเมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน 6.0 การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (11.0 ± 1.5 มิลลิเมตร) มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (7.5 ± 1.1 มิลลิเมตร) แต่การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (10.9 ± 1.3 มิลลิเมตร) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (9.8 ± 0.8 มิลลิเมตร) แต่เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินให้เป็น 5.0 พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (11.5 ± 0.6 มิลลิเมตร) มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (7.2 ± 2.3 มิลลิเมตร) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (12.0 ± 0.9 มิลลิเมตร) เพิ่มมากกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (7.4 ± 1.7 มิลลิเมตร) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินให้เป็น 7.0 พบว่าการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (10.8 ± 0.7 มิลลิเมตร) มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (8.9 ± 1.3 มิลลิเมตร) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (12.4 ± 1.3 มิลลิเมตร) มากกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (9.6 ± 0.5 มิลลิเมตร) (ตารางที่ 4.7)

อิทธิพลร่วมของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินไม่มีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 90 วันหลังปลูก (P value = 0.585) พบว่า เมื่อไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส พบว่า การไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 พบว่า ข้าวโพดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 10.4 ± 1.6 , 9.4 ± 2.8 , 9.3 ± 2.3 และ 9.8 ± 1.4 มิลลิเมตร ตามลำดับ เช่นเดียวกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสตามคำแนะนำ พบว่า เมื่อไม่มีการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน ข้าวโพดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 10.7 ± 1.3 มิลลิเมตร และเมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 พบว่ามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 9.7 ± 2.8 , 10.3 ± 1.2 และ 11.0 ± 1.7 มิลลิเมตร ตามลำดับ

อิทธิพลร่วมของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 90 วันหลังปลูก (P value <0.001) กล่าวคือ การใส่ ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพียงอย่างเดียวและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ร่วมกับ การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากที่สุด คือ 11.2 ± 0.9 และ 11.7 ± 1.2 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาและการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (8.2 ± 1.7 และ 9.2 ± 1.4 มิลลิเมตร ตามลำดับ)

อิทธิพลร่วมของการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 90 วันหลังปลูก (P value <0.001) โดยพบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ร่วมกับ การไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างและปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 มีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (11.5 ± 1.0 , 11.8 ± 0.7 , 11.0 ± 1.3 และ 11.6 ± 1.3 มิลลิเมตร ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ร่วมกับ การไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างและปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 (9.6 ± 1.1 , 7.3 ± 1.9 , 8.6 ± 1.5 และ 9.3 ± 1.0 มิลลิเมตร ตามลำดับ)

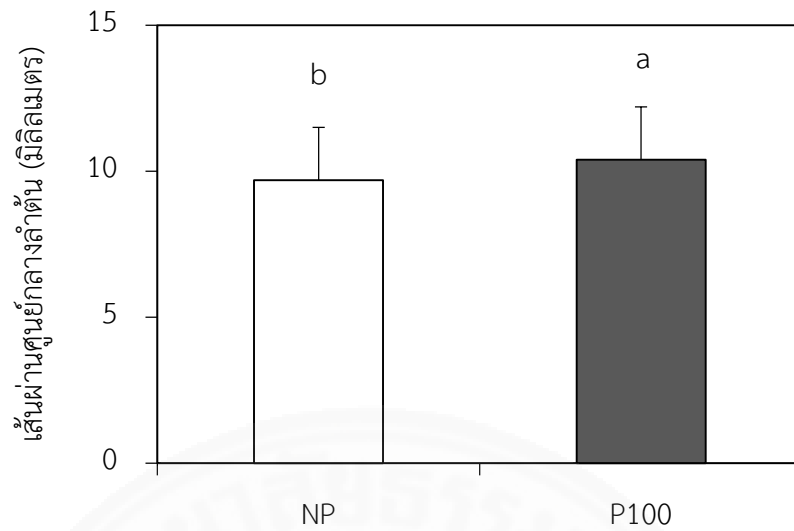
อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสไม่มีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 90 วันหลังปลูก (P value = 0.083) โดยพบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส มีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (10.4 ± 1.8 มิลลิเมตร) ไม่แตกต่างทางสถิติกับการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (9.7 ± 1.8 มิลลิเมตร) อิทธิพลของการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินไม่มีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 90 วันหลังปลูก (P value = 0.559) โดยพบว่า การไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินให้เป็น 5.0 6.0 และ 7.0 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเท่ากับ 10.5 ± 1.4 , 9.6 ± 2.7 , 9.8 ± 1.8 และ 10.4 ± 1.6 มิลลิเมตร ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม อิทธิพลของการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 90 วันหลังปลูก (P value <0.001) โดยพบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (11.5 ± 1.1 มิลลิเมตร) มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (8.7 ± 1.6 มิลลิเมตร) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.7 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 90 วันหลังปลูก

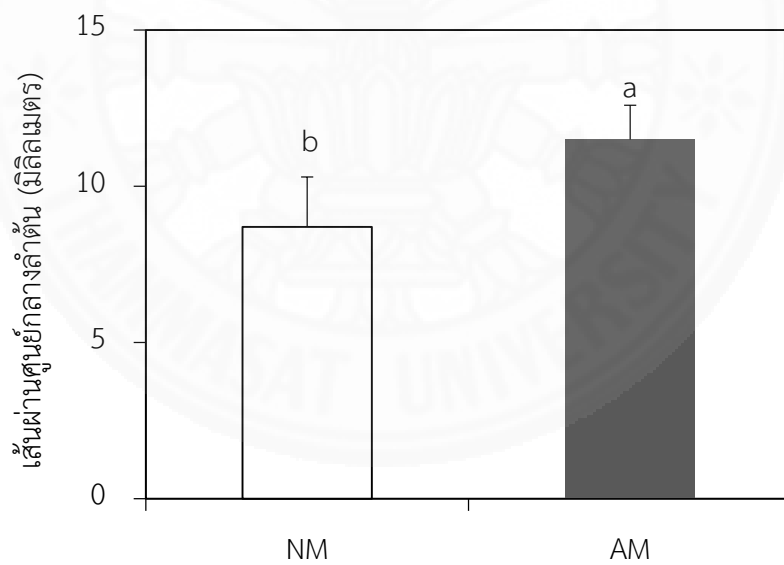
ระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน	ปุ๋ยฟอสฟอรัส	ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (มิลลิเมตร)
NL	NP	NM	9.4±1.4 ^{cd 1/}
		AM	11.5±0.8 ^{ab}
	P100	NM	9.8±0.8 ^{bcd}
		AM	11.5±1.2 ^{ab}
L5.0	NP	NM	7.2±2.3 ^e
		AM	11.5±0.6 ^{ab}
	P100	NM	7.4±1.7 ^e
		AM	12.0±0.9 ^a
L6.0	NP	NM	7.5±1.1 ^e
		AM	11.0±1.5 ^{abc}
	P100	NM	9.8±0.8 ^{bcd}
		AM	10.9±1.3 ^{abc}
L7.0	NP	NM	8.9±1.3 ^{de}
		AM	10.8±0.7 ^{abc}
	P100	NM	9.6±0.5 ^{bcd}
		AM	12.4±1.3 ^a
P value			
ปุ๋ยฟอสฟอรัส			0.083
ระดับความเป็นกรด-ด่าง			0.559
ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ระดับความเป็นกรด-ด่าง			0.585
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001
ระดับความเป็นกรด-ด่าง x ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ระดับความเป็นกรด-ด่าง x ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001

^{1/} ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

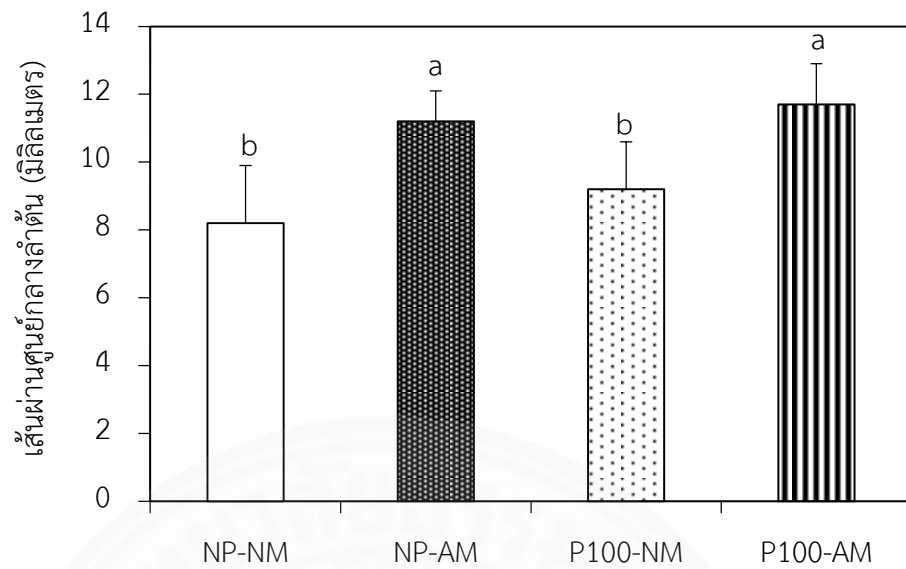
P<0.05 โดยวิธี DMRT



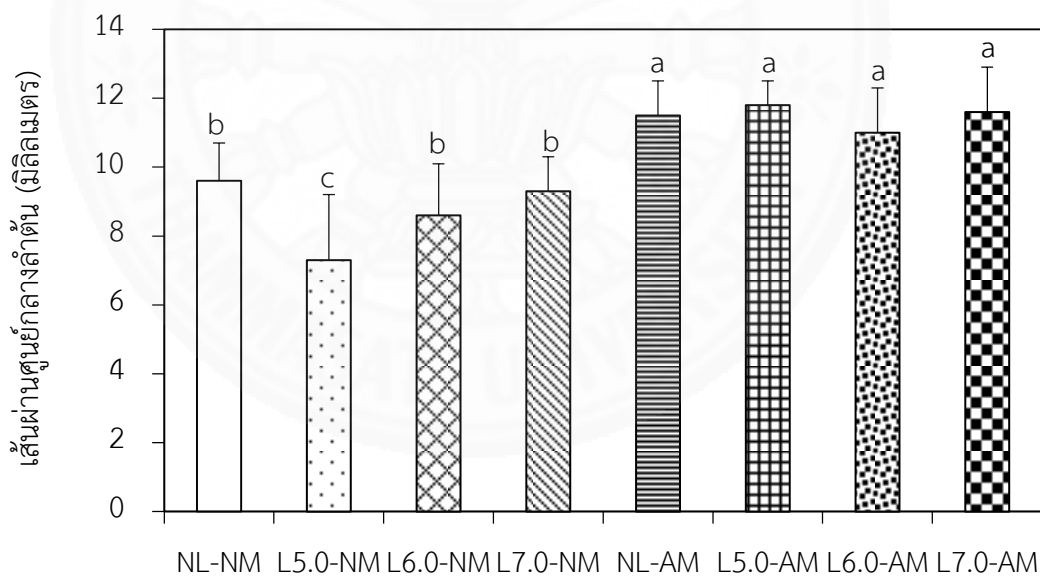
ภาพที่ 4.26 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 90 วันหลังปลูก



ภาพที่ 4.27 อิทธิพลของการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 90 วันหลังปลูก



ภาพที่ 4.28 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อความสูงลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก



ภาพที่ 4.29 อิทธิพลของระดับความเป็นกรด-ด่างและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อความสูงลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก

4.1.8 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 90 วันหลังปลูก

อิทธิพลร่วมระหว่างระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีผลต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 90 วันหลังปลูก (P value < 0.001) กล่าวคือ การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้ความสูงของข้าวโพดเพิ่มขึ้นกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ทั้งเมื่อไม่ใส่หรือใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในทุกกระดับของความเป็นกรด-ด่างของดิน โดยเมื่อไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้ความสูงของข้าวโพด (123.5 ± 3.9 เซนติเมตร) เพิ่มกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (93.8 ± 3.6 เซนติเมตร) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ความสูงของข้าวโพด (117.8 ± 6.9 เซนติเมตร) เพิ่มกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (95.8 ± 7.1 เซนติเมตร) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินให้เป็น 5.0 พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้ความสูงของข้าวโพด (110.8 ± 1.5 เซนติเมตร) เพิ่มกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (70.5 ± 10.3 เซนติเมตร) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ความสูงของข้าวโพด (116.3 ± 6.2 เซนติเมตร) เพิ่มกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (85.3 ± 13.7 เซนติเมตร) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินให้เป็น 6.0 พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้ความสูงของข้าวโพด (108.3 ± 4.6 เซนติเมตร) เพิ่มกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (84.8 ± 14.5 เซนติเมตร) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ความสูงของข้าวโพด (117.3 ± 2.2 เซนติเมตร) เพิ่มกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (89.6 ± 5.7 เซนติเมตร) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินให้เป็น 7.0 พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้ความสูงของข้าวโพด (115.3 ± 9.1 เซนติเมตร) เพิ่มกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (91.5 ± 7.3 เซนติเมตร) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลให้ความสูง (122.8 ± 9.5 เซนติเมตร) เพิ่มกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (98.0 ± 7.6 เซนติเมตร) (ตารางที่ 4.8)

อิทธิพลร่วมของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินไม่มีผลต่อความสูงลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 90 วันหลังปลูก (P value = 0.413) กล่าวคือ เมื่อไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส พบว่า การไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 มีผลทำให้ความสูงเท่ากับ 108.6 ± 16.3 , 90.6 ± 29.3 , 96.5 ± 16.0 และ 103.4 ± 14.8 เซนติเมตร ตามลำดับ เช่นเดียวกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสตามคำแนะนำ พบว่า โดยเมื่อไม่มีการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินข้าวโพดอายุ 90 วัน มีความสูงเท่ากับ 106.8 ± 13.4 เซนติเมตร และเมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 พบว่า มีความสูงเท่ากับ 100.8 ± 19.3 , 103.4 ± 15.3 และ 110.4 ± 15.5 เซนติเมตร ตามลำดับ

อิทธิพลร่วมของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 90 วันหลังปลูก (P-value < 0.001) กล่าวคือ การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพียงอย่างเดียวและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ความสูงมากที่สุด คือ 114.4 ± 7.8 และ 118.5 ± 6.6 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาและการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (85.1 ± 18.1 และ 92.2 ± 9.6 เซนติเมตร ตามลำดับ)

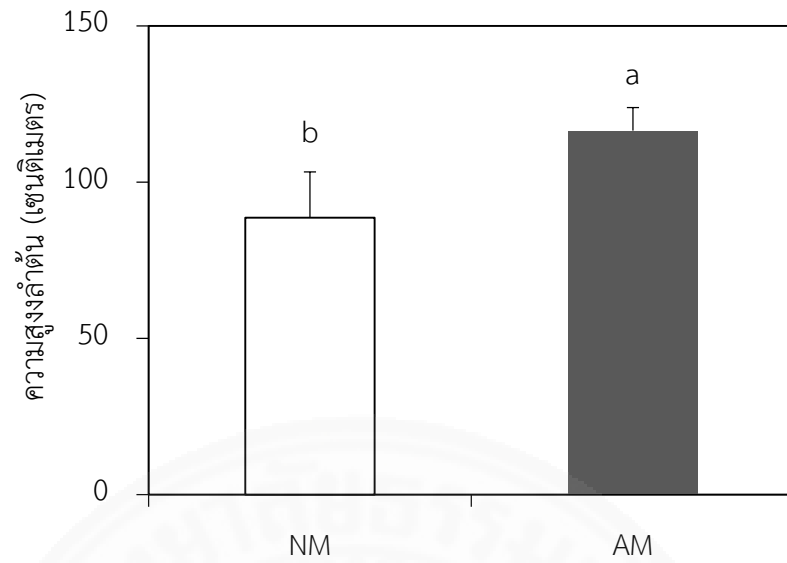
อิทธิพลร่วมของการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 90 วันหลังปลูก (P value < 0.001) โดยพบว่าการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินที่ไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างและปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 มีผลทำให้ความสูง (120.6 ± 6.0 , 113.5 ± 5.1 , 112.8 ± 5.8 และ 119.0 ± 9.5 เซนติเมตร ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินที่ไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างและปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 (94.8 ± 5.3 , 94.8 ± 7.7 , 87.2 ± 10.5 , 77.9 ± 23.2 เซนติเมตร ตามลำดับ)

อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสไม่มีผลต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 90 วันหลังปลูก (P value = 0.226) โดยพบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสตามคำแนะนำมีความสูงลำต้นเท่ากับ 105.3 ± 15.7 เซนติเมตร ส่วนการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่มีความสูงลำต้นเท่ากับ 99.8 ± 32.4 เซนติเมตร และ อิทธิพลของการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินไม่มีผลต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 90 วันหลังปลูก (P value = 0.134) โดยพบว่า การไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินมีความสูงลำต้นเท่ากับ 107.7 ± 14.5 เซนติเมตร ส่วนการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 7.0, 6.0 และ 5.0 มีความสูงลำต้นเท่ากับ 106.9 ± 15.1 , 100.0 ± 15.6 และ 95.7 ± 24.5 เซนติเมตร ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม อิทธิพลของการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อความสูงลำต้นของข้าวโพด เมื่ออายุ 90 วันหลังปลูก (P value < 0.001) โดยพบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีผลทำให้ความสูง (116.5 ± 7.4 เซนติเมตร) มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (88.6 ± 14.7 เซนติเมตร) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

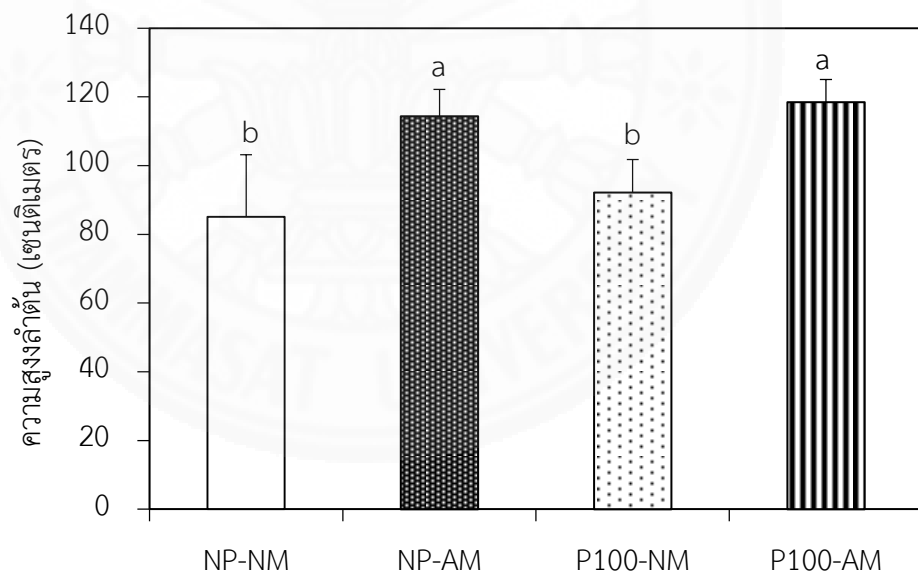
ตารางที่ 4.8 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 90 วันหลังปลูก

ระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน	ปุ๋ยฟอสฟอรัส	ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา	ความสูงของข้าวโพด (เซนติเมตร)
NL	NP	NM	93.8±3.6 ^{cd 1/}
		AM	123.5±3.9 ^a
	P100	NM	95.8±7.1 ^{bcd}
		AM	117.8±6.9 ^a
L5.0	NP	NM	70.5±10.3 ^e
		AM	110.8±1.5 ^{ab}
	P100	NM	85.3±13.7 ^{de}
		AM	116.3±6.2 ^a
L6.0	NP	NM	84.8±14.5 ^{de}
		AM	108.3±4.6 ^{abc}
	P100	NM	89.6±5.7 ^d
		AM	117.3±2.2 ^a
L7.0	NP	NM	91.5±7.3 ^{cd}
		AM	115.3±9.1 ^a
	P100	NM	98.0±7.6 ^{bcd}
		AM	122.8±9.5 ^a
P value			
ปุ๋ยฟอสฟอรัส			0.226
ระดับความเป็นกรด-ต่าง			0.134
ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ระดับความเป็นกรด-ต่าง			0.413
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001
ระดับความเป็นกรด-ต่าง x ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ระดับความเป็นกรด-ต่าง x ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001

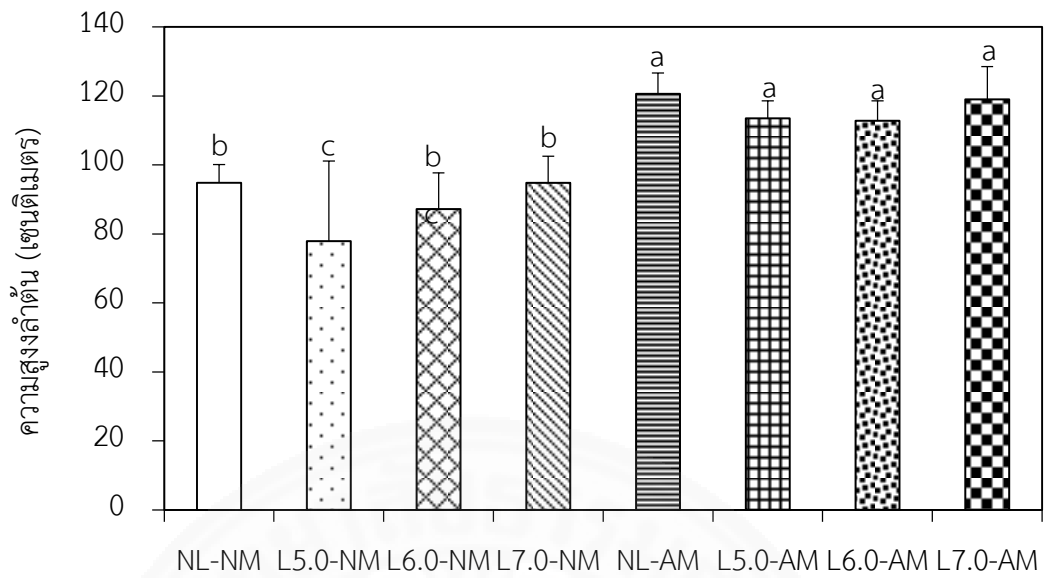
^{1/} ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ P<0.05 โดยวิธี DMRT



ภาพที่ 4.30 อิทธิพลของการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 90 วันหลังปลูก



ภาพที่ 4.31 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 90 วันหลังปลูก



ภาพที่ 4.32 อิทธิพลของระดับความเป็นกรด-ด่างและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อความสูงของข้าวโพด เมื่ออายุ 90 วันหลังปลูก

4.1.9 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อจำนวนวันออกดอกตัวผู้ 50 เพอร์เซ็นต์

อิทธิพลร่วมระหว่างระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีผลต่อจำนวนวันออกดอกตัวผู้ 50 เพอร์เซ็นต์ (P value < 0.001) กล่าวคือ การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้จำนวนวันออกดอกตัวผู้ 50 เพอร์เซ็นต์เร็วกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ทั้งเมื่อไม่ใส่หรือใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในทุกระดับของความเป็นกรด-ต่างของดิน โดยเมื่อไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้จำนวนวันออกดอกตัวผู้ 50 เพอร์เซ็นต์ (58.3 ± 1.0 วัน) เร็วกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (64.0 ± 0.8 วัน) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้จำนวนวันออกดอกตัวผู้ 50 เพอร์เซ็นต์ (58.3 ± 1.3 วัน) เร็วกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (64.8 ± 2.5 วัน) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินให้เป็น 5.0 พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้จำนวนวันออกดอกตัวผู้ 50 เพอร์เซ็นต์ (59.0 ± 1.4 วัน) เร็วกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (70.5 ± 3.3 วัน) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้จำนวนวันออกดอกตัวผู้ 50 เพอร์เซ็นต์ (57.8 ± 1.5 วัน) เร็วกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (66.8 ± 2.9 วัน) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินให้เป็น 6.0 พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้จำนวนวันออกดอกตัวผู้ 50 เพอร์เซ็นต์ (59.3 ± 1.5 วัน) เร็วกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (69.5 ± 5.2 วัน) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้จำนวนวันออกดอกตัวผู้ 50 เพอร์เซ็นต์ (57.3 ± 1.0 วัน) เร็วกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (64.0 ± 3.1 วัน) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินให้เป็น 7.0 พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้จำนวนวันออกดอกตัวผู้ 50 เพอร์เซ็นต์ (58.8 ± 1.7 วัน) เร็วกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (69.3 ± 4.6 วัน) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลให้จำนวนวันออกดอกตัวผู้ 50 เพอร์เซ็นต์ (57.0 ± 1.8 วัน) เร็วกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (63.0 ± 1.2 วัน) (ตารางที่ 4.9)

อิทธิพลร่วมของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินไม่มีผลต่อจำนวนวันออกดอกตัวผู้ 50 เพอร์เซ็นต์ (P value = 0.624) กล่าวคือ เมื่อไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส พบว่า การไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินและการปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 พบว่า ข้าวโพดมีจำนวนวันออกดอกตัวผู้ 50 เพอร์เซ็นต์เท่ากับ 64.4 ± 1.8 , 62.7 ± 5.8 , 64.4 ± 6.5 และ 64.0 ± 6.5 วัน ตามลำดับ เช่นเดียวกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสตามคำแนะนำ พบว่า โดยเมื่อไม่มีการปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินข้าวโพดมีจำนวนวันออกดอกตัวผู้ 50 เพอร์เซ็นต์เท่ากับ 61.5 ± 3.9 วัน และเมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินเป็น 5.0, 6.0

และ 7.0 พบว่ามีจำนวนวันออกดอกตัวผู้ 50 เปอร์เซ็นต์เท่ากับ 62.3 ± 5.3 , 62.3 ± 5.3 และ 60.0 ± 3.5 วัน ตามลำดับ

อิทธิพลร่วมของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อจำนวนวันออกดอกตัวผู้ 50 เปอร์เซ็นต์ (P value <0.001) กล่าวคือ การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพียงอย่างเดียวและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้จำนวนวันออกดอกตัวผู้ 50 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 58.8 ± 1.3 และ 57.6 ± 1.4 วัน ซึ่งเร็วกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาและการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (67.9 ± 4.3 และ 64.7 ± 2.7 วัน ตามลำดับ)

อิทธิพลร่วมของการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อจำนวนวันออกดอกตัวผู้ 50 เปอร์เซ็นต์ (P value <0.001) โดยพบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับการไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างและปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 มีผลทำให้จำนวนวันออกดอกตัวผู้ 50 เปอร์เซ็นต์ (58.3 ± 1.0 , 58.4 ± 1.5 , 58.3 ± 1.6 และ 57.9 ± 1.9 วัน ตามลำดับ) เร็วกว่าการไม่มีการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับการไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างและปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 (64.5 ± 1.2 , 7.8 ± 2.9 , 66.9 ± 4.9 และ 66.1 ± 4.6 วัน)

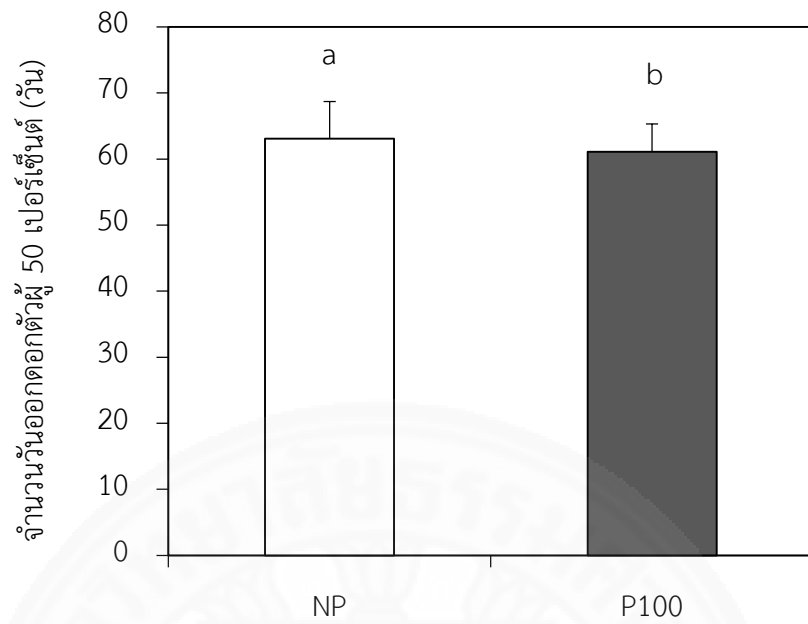
อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลต่อจำนวนวันออกดอกตัวผู้ 50 เปอร์เซ็นต์ (P value = 0.001) โดยพบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้จำนวนวันออกดอกตัวผู้ 50 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 61.1 ± 4.2 วัน ซึ่งเร็วกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่มีจำนวนวันออกดอกตัวผู้ 50 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 63.1 ± 5.6 วัน อย่างไรก็ตาม อิทธิพลของการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินไม่มีผลต่อจำนวนวันออกดอกตัวผู้ 50 เปอร์เซ็นต์ (P value = 0.158) โดยพบว่า การไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินมีผลทำให้วันออกดอกตัวผู้ 50 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 61.3 ± 3.5 วัน การปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 7.0, 6.0 และ 5.0 มีผลทำให้จำนวนวันออกดอกตัวผู้ 50 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 62.0 ± 5.4 , 62.6 ± 5.7 และ 62.4 ± 5.3 วัน ตามลำดับ และอิทธิพลของการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อจำนวนวันออกดอกตัวผู้ 50 เปอร์เซ็นต์ (P value <0.001) โดยพบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีผลทำให้จำนวนวันออกดอกตัวผู้ 50 เปอร์เซ็นต์ (58.2 ± 1.5 วัน) เร็วกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (66.2 ± 3.8 วัน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.9 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ต่อจำนวนวันออกดอกตัวผู้ 50 เปอร์เซ็นต์

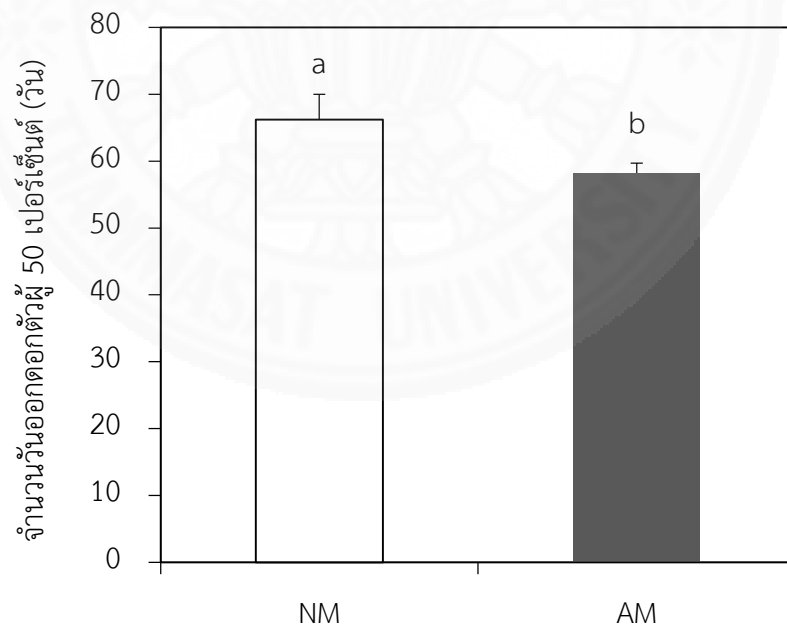
ระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน	ปุ๋ยฟอสฟอรัส	ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา	จำนวนวันออกดอกตัวผู้ 50 เปอร์เซ็นต์ (วัน)
NL	NP	NM	64.0±0.8 ^{b 1/}
		AM	58.3±1.0 ^c
	P100	NM	64.8±2.5 ^b
		AM	58.3±1.3 ^c
L5.0	NP	NM	70.5±3.3 ^a
		AM	59.0±1.4 ^c
	P100	NM	66.8±2.9 ^{ab}
		AM	57.8±1.5 ^c
L6.0	NP	NM	69.5±5.2 ^a
		AM	59.3±1.5 ^c
	P100	NM	64.0 ±3.1 ^b
		AM	57.3±1.0 ^c
L7.0	NP	NM	69.3±4.6 ^a
		AM	58.8±1.7 ^c
	P100	NM	63.0±1.2 ^b
		AM	57.0±1.8 ^c
P value			
ปุ๋ยฟอสฟอรัส			0.001
ระดับความเป็นกรด-ด่าง			0.158
ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ระดับความเป็นกรด-ด่าง			0.624
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001
ระดับความเป็นกรด-ด่าง x ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ระดับความเป็นกรด-ด่าง x ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001

^{1/} ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

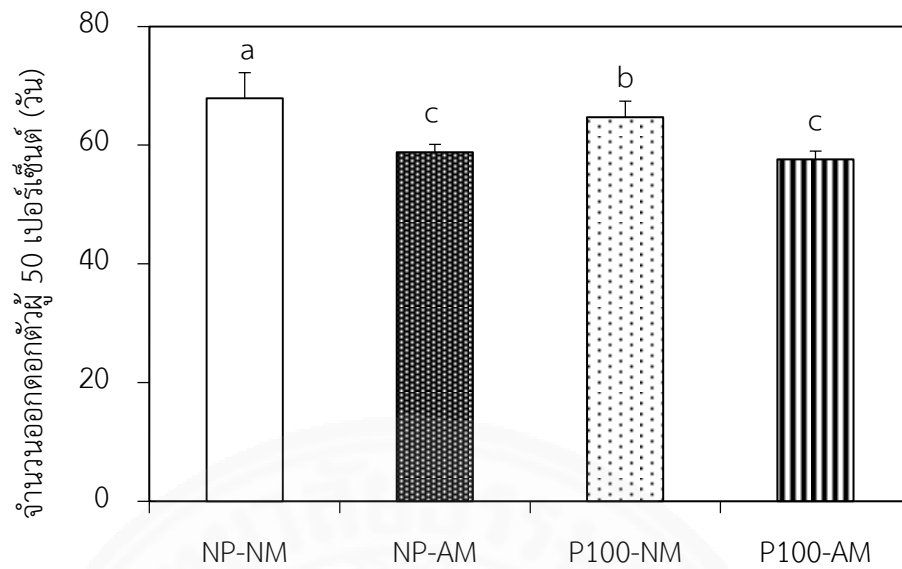
P<0.05 โดยวิธี DMRT



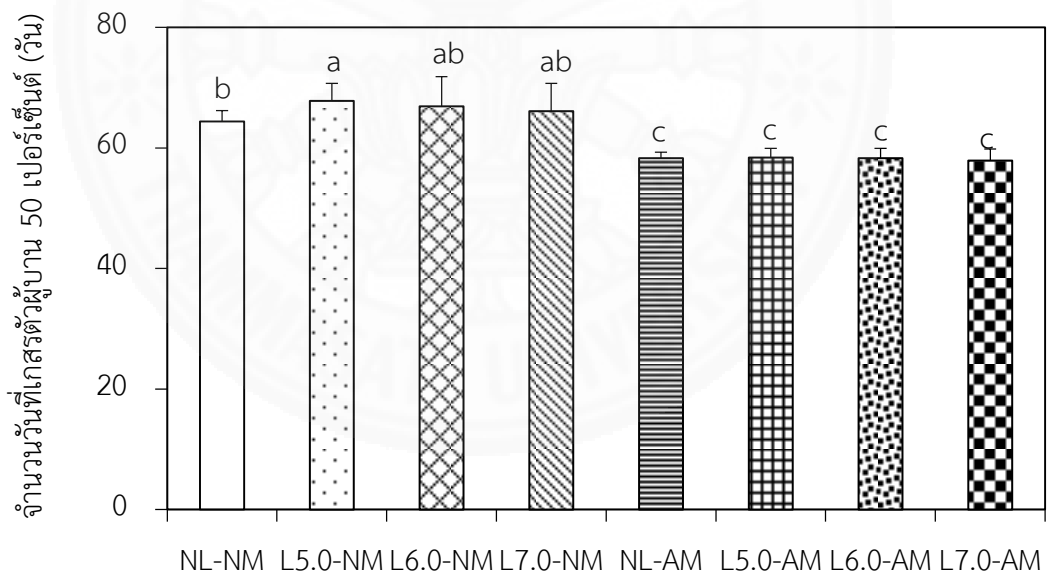
ภาพที่ 4.33 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลต่อจำนวนวันออกดอกต่อตัวผู้ 50 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 4.34 อิทธิพลของการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อจำนวนวันออกดอกต่อตัวผู้ 50 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 4.35 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อจำนวนวันออกดอกต่อตัวผู้ 50 เพลอร์เซ็นต์



ภาพที่ 4.36 อิทธิพลของระดับความเป็นกรด-ด่างและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อจำนวนวันออกดอกต่อตัวผู้ 50 เพลอร์เซ็นต์

4.1.10 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อจำนวนวันออกไหมของข้าวโพด

อิทธิพลร่วมระหว่างระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีผลต่อจำนวนวันออกไหมของข้าวโพด (P value < 0.001) กล่าวคือ การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีผลทำให้จำนวนวันออกไหมของข้าวโพดเร็วกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ทั้งเมื่อไม่ใส่หรือใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในทุกระดับของความเป็นกรด-ต่างของดิน โดยเมื่อไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีผลทำให้จำนวนวันออกไหมของข้าวโพด (60.3 ± 2.6 วัน) เร็วกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (68.5 ± 0.6 วัน) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัส มีผลทำให้จำนวนวันออกไหมของข้าวโพด (60.3 ± 1.3 วัน) เร็วกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (69.5 ± 1.7 วัน) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ให้เป็น 5.0 พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีผลทำให้จำนวนวันออกไหมของข้าวโพด (61.8 ± 1.9 วัน) เร็วกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (71.5 ± 2.1 วัน) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัส มีผลทำให้จำนวนวันออกไหมของข้าวโพด (60.3 ± 2.6 วัน) เร็วกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (69.8 ± 4.1 วัน) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ให้เป็น 6.0 พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีผลทำให้จำนวนวันออกไหมของข้าวโพด (62.5 ± 2.4 วัน) เร็วกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (72.8 ± 4.1 วัน) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัส มีผลทำให้จำนวนวันออกไหมของข้าวโพด (59.5 ± 1.0 วัน) เร็วกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (67.3 ± 3.3 วัน) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ให้เป็น 7.0 พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีผลทำให้จำนวนวันออกไหมของข้าวโพด (60.5 ± 1.7 วัน) เร็วกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (72.8 ± 2.9 วัน) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัส มีผลให้จำนวนวันออกไหมของข้าวโพด (58.5 ± 0.6 วัน) เร็วกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (66.8 ± 2.9 วัน) (ตารางที่ 4.10)

อิทธิพลร่วมของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ไม่มีผลต่อจำนวนวันออกไหมของข้าวโพด (P value = 0.693) กล่าวคือ เมื่อไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส พบว่า การไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินและการปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 พบว่า ข้าวโพดมีจำนวนวันออกไหมของข้าวโพด เท่ากับ 64.4 ± 4.7 , 65.0 ± 5.3 , 67.6 ± 6.3 และ 66.6 ± 6.9 วัน ตามลำดับ เช่นเดียวกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสตามคำแนะนำ พบว่า โดยเมื่อไม่มีการปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ข้าวโพดมีจำนวนวันออกไหมของข้าวโพด เท่ากับ 64.9 ± 5.1 วัน และเมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 พบว่ามีจำนวนวันที่เกสรดอกตัวผู้บาน 50 เปอร์เซ็นต์เท่ากับ 65.0 ± 6.0 , 63.4 ± 4.7 และ 62.6 ± 4.8 วัน ตามลำดับ

อิทธิพลร่วมของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อจำนวนจำนวนวันออกไหมของข้าวโพด (P value <0.001) กล่าวคือ การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพียงอย่างเดียวและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้จำนวนวันออกไหมของข้าวโพด เท่ากับ 61.3 ± 2.2 และ 59.6 ± 1.6 วัน ตามลำดับ ซึ่งเร็วกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาและการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (68.3 ± 3.1 และ 71.4 ± 3.2 วัน ตามลำดับ)

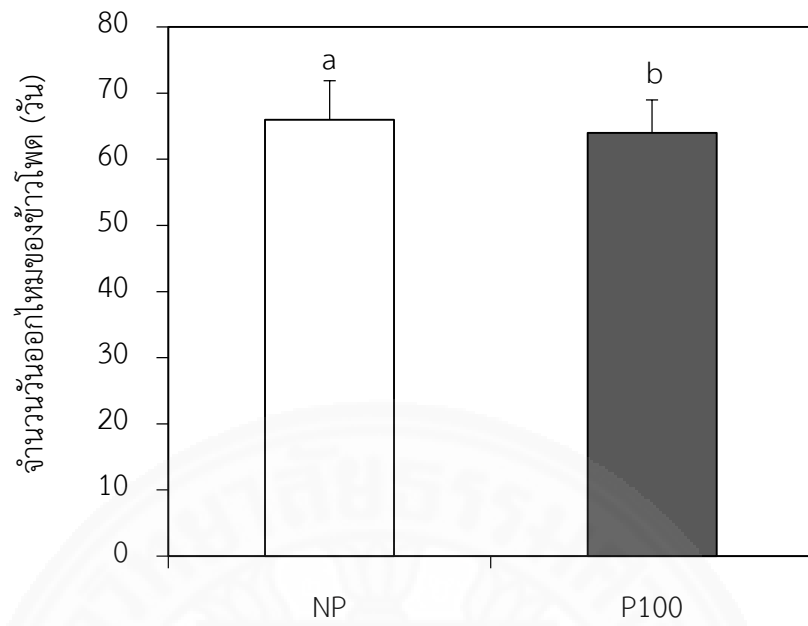
อิทธิพลร่วมของการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อจำนวนวันออกไหมของข้าวโพด (P value <0.001) โดยพบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับการไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างและปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 มีผลทำให้จำนวนวันออกไหมของข้าวโพด (60.3 ± 1.9 , 61.0 ± 2.3 , 61.0 ± 2.3 และ 59.5 ± 1.6 วัน ตามลำดับ) เร็วกว่าการไม่มีการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับการไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างและปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 (69.0 ± 1.3 , 70.3 ± 3.4 , 70.0 ± 4.5 และ 69.8 ± 4.2 วัน ตามลำดับ)

อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลต่อจำนวนวันออกไหมของข้าวโพด (P value = 0.001) โดยพบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้จำนวนวันออกไหมของข้าวโพด เท่ากับ 64.0 ± 5.0 วัน ซึ่งเร็วกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่มีจำนวนวันออกไหมของข้าวโพด เท่ากับ 66.0 ± 5.9 วัน อย่างไรก็ตาม อิทธิพลของการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินไม่มีผลต่อจำนวนวันออกไหมของข้าวโพด (P value = 0.705) โดยพบว่า การไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินมีผลทำให้จำนวนวันออกไหมของข้าวโพด เท่ากับ 61.3 ± 3.5 วัน การปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 7.0, 6.0 และ 5.0 มีผลทำให้จำนวนวันออกไหมของข้าวโพด เท่ากับ 64.6 ± 6.1 , 65.5 ± 5.8 และ 65.0 ± 5.5 วัน ตามลำดับ และอิทธิพลของการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อจำนวนวันออกไหมของข้าวโพด (P value <0.001) โดยพบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีผลทำให้จำนวนวันออกไหมของข้าวโพด (60.4 ± 2.0 วัน) เร็วกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (69.7 ± 3.4 วัน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

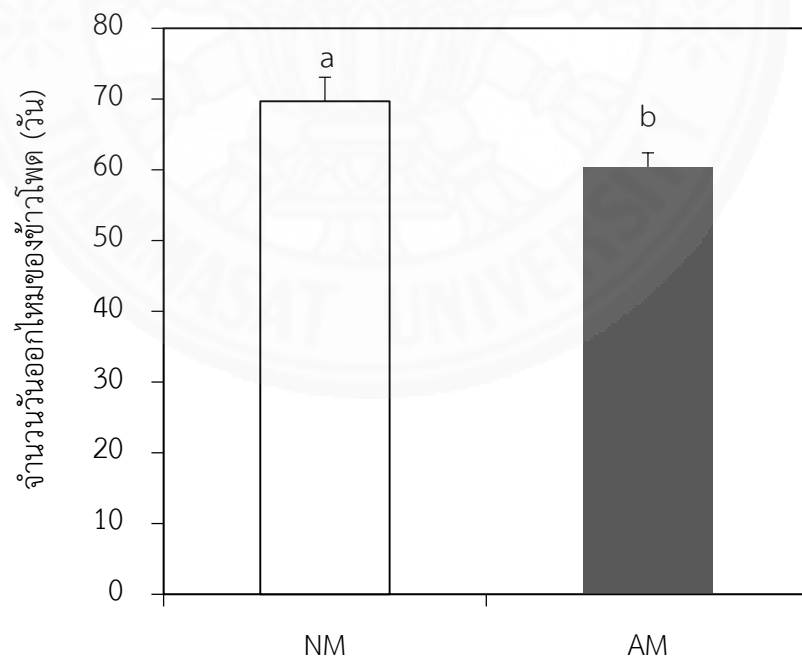
ตารางที่ 4.10 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ต่อจำนวนวันออกไหมของข้าวโพด

ระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน	ปุ๋ยฟอสฟอรัส	ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา	จำนวนวันออกไหมของข้าวโพด (วัน)
NL	NP	NM	68.5±0.6 ^{bc 1/}
		AM	60.3±2.6 ^d
	P100	NM	69.5±1.7 ^{abc}
		AM	60.3±1.3 ^d
L5.0	NP	NM	71.5±2.1 ^{ab}
		AM	61.8±1.9 ^d
	P100	NM	69.8±4.1 ^{abc}
		AM	60.3±2.6 ^d
L6.0	NP	NM	72.8±4.1 ^a
		AM	62.5±2.4 ^d
	P100	NM	67.3±3.3 ^c
		AM	59.5±1.0 ^d
L7.0	NP	NM	72.8±2.9 ^a
		AM	60.5±1.7 ^d
	P100	NM	66.8±2.9 ^c
		AM	58.5±0.6 ^d
P value			
ปุ๋ยฟอสฟอรัส			0.001
ระดับความเป็นกรด-ต่าง			0.705
ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ระดับความเป็นกรด-ต่าง			0.693
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001
ระดับความเป็นกรด-ต่าง x ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ระดับความเป็นกรด-ต่าง x ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001

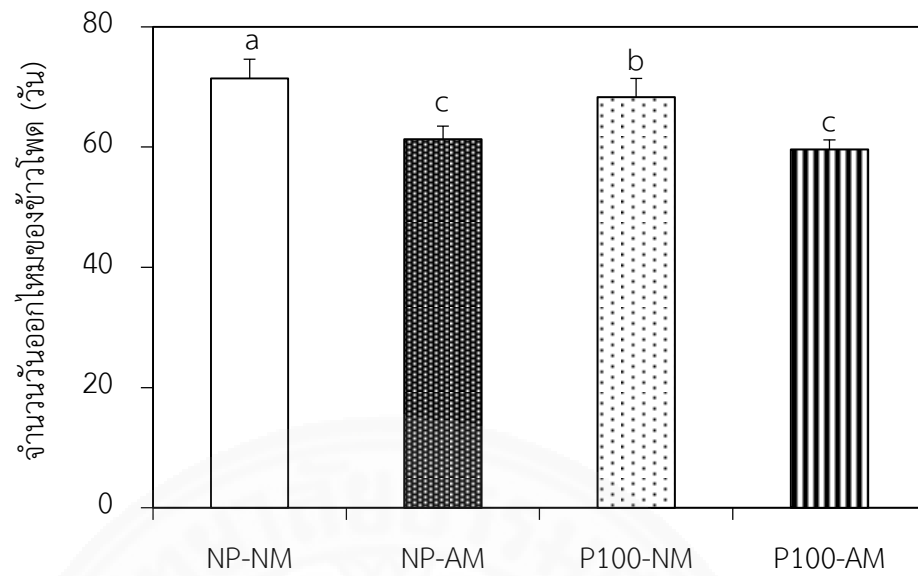
^{1/} ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ P<0.05 โดยวิธี DMRT



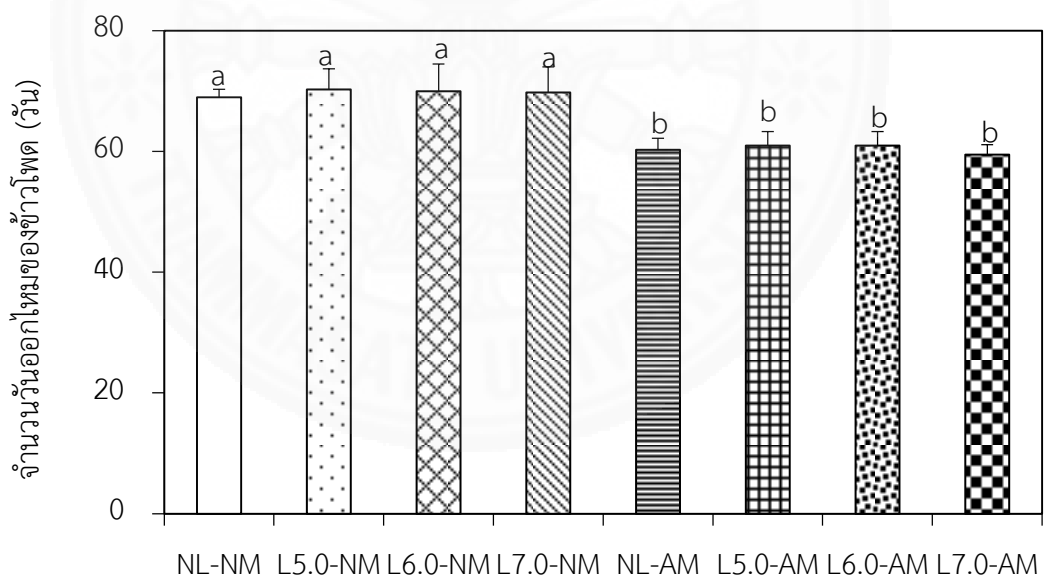
ภาพที่ 4.37 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลต่อจำนวนวันออกไหมของข้าวโพด



ภาพที่ 4.38 อิทธิพลของการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อจำนวนวันออกไหมของข้าวโพด



ภาพที่ 4.39 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อจำนวนวันออกใหม่ของข้าวโพด



ภาพที่ 4.40 อิทธิพลของระดับความเป็นกรด-ด่างและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อจำนวนวันออกใหม่ของข้าวโพด

4.1.11 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซาต่อน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของข้าวโพด

อิทธิพลร่วมระหว่างระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไม-คอร์ไรซา มีผลต่อน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของข้าวโพด (P value <0.001) กล่าวคือ การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของข้าวโพดมากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ทั้งเมื่อไม่ใส่หรือใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในทุกระดับของความเป็นกรด-ต่างของดิน โดยเมื่อไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของข้าวโพด (42.1 ± 3.6 กรัมต่อต้น) มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (29.2 ± 4.9 กรัมต่อต้น) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของข้าวโพด (43.2 ± 3.0 กรัมต่อต้น) มากกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (27.5 ± 4.4 กรัมต่อต้น) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินให้เป็น 5.0 พบว่า การใส่ราอาร์บัสคู-ลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของข้าวโพด (39.9 ± 2.8 กรัมต่อต้น) มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (19.3 ± 2.1 กรัมต่อต้น) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของข้าวโพด (39.5 ± 5.2 กรัมต่อต้น) มากกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (23.4 ± 5.1 กรัมต่อต้น) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินให้เป็น 6.0 พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของข้าวโพด (39.2 ± 6.3 กรัมต่อต้น) มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (21.5 ± 6.2 กรัมต่อต้น) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของข้าวโพด (44.1 ± 1.5 กรัมต่อต้น) มากกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (25.6 ± 3.9 กรัมต่อต้น) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินให้เป็น 7.0 พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของข้าวโพด (35.5 ± 2.3 กรัมต่อต้น) มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคู-ลาร์ไมคอร์ไรซา (23.7 ± 4.9 กรัมต่อต้น) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของข้าวโพด (46.00 ± 2.8 กรัมต่อต้น) มากกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (30.0 ± 3.6 กรัมต่อต้น) (ตารางที่ 4.11)

อิทธิพลร่วมของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของข้าวโพด (P value = 0.553) กล่าวคือ เมื่อไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส พบว่า การไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินและการปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 พบว่า น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของข้าวโพดเท่ากับ 35.6 ± 8.0 , 29.6 ± 13.7 , 30.4 ± 11.1 และ 29.6 ± 7.2 กรัมต่อต้น ตามลำดับ เช่นเดียวกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสตามคำแนะนำ พบว่า โดยเมื่อไม่มีการปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของข้าวโพดเท่ากับ 35.3 ± 9.1 กรัมและเมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0

พบว่ามึ้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของข้าวโพดเท่ากับ 31.4 ± 9.8 , 34.8 ± 10.3 และ 38.0 ± 9.1 กรัมต่อต้น ตามลำดับ

อิทธิพลร่วมของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อจำนวนน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของข้าวโพด (P value <0.001) กล่าวคือ การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพียงอย่างเดียวและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของข้าวโพด เท่ากับ 39.2 ± 4.4 และ 43.2 ± 3.9 กรัมต่อต้น ซึ่งมากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาและการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (26.6 ± 4.6 และ 23.4 ± 7.8 กรัมต่อต้น ตามลำดับ)

อิทธิพลร่วมของการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของข้าวโพด (P value <0.001) โดยพบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับการไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างและปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 มีผลทำให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของข้าวโพด (42.6 ± 3.1 , 39.7 ± 3.9 , 41.6 ± 5.0 และ 40.8 ± 6.1 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) มากกว่าการไม่มีการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับการไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างและปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 (28.3 ± 4.4 , 21.4 ± 8.9 , 23.6 ± 5.3 และ 26.9 ± 5.2 กรัมต่อต้น ตามลำดับ)

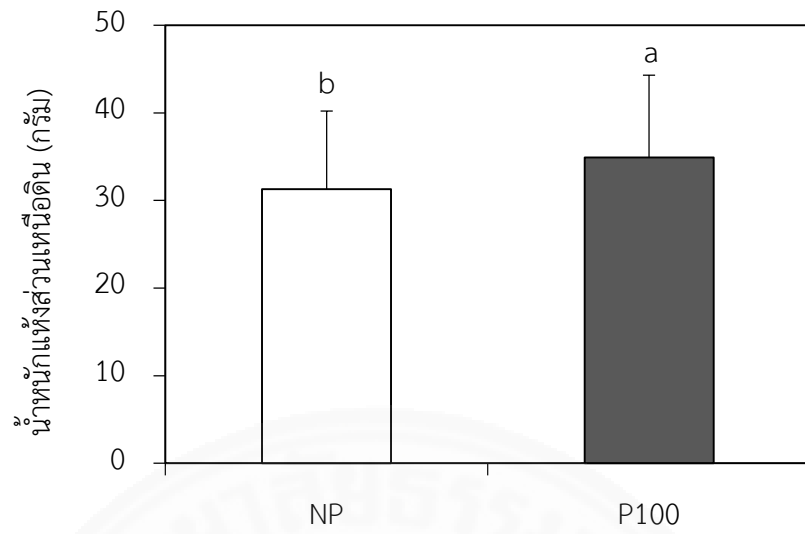
อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลต่อน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของข้าวโพด (P value = 0.029) โดยพบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของข้าวโพด เท่ากับ 34.9 ± 9.4 กรัมต่อต้น ซึ่งมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่มีน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของข้าวโพด เท่ากับ 31.3 ± 8.9 กรัมต่อต้น อย่างไรก็ตาม อิทธิพลของการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของข้าวโพด (P value = 0.345) โดยพบว่า การไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินมีผลทำให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของข้าวโพด เท่ากับ 35.5 ± 8.3 กรัมต่อต้น การปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 มีผลทำให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของข้าวโพด เท่ากับ 30.5 ± 11 , 32.6 ± 10.6 และ 33.8 ± 9.0 กรัมต่อต้น ตามลำดับ และอิทธิพลของการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของข้าวโพด (P value <0.001) โดยพบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีผลทำให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของข้าวโพด (41.2 ± 4.6 กรัมต่อต้น) มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (25.0 ± 6.5 กรัมต่อต้น) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.11 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา
ต่อน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของข้าวโพด

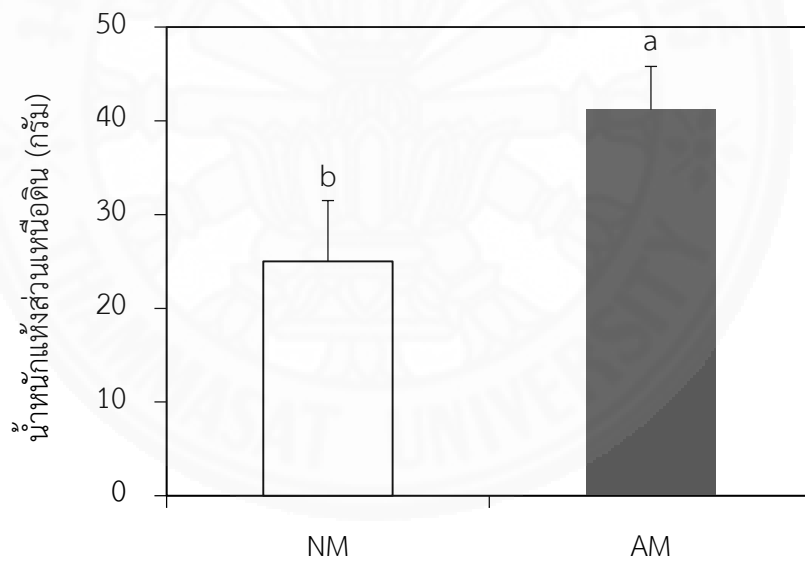
ระดับความเป็น กรด-ด่างของดิน	ปุ๋ยฟอสฟอรัส	ราอาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซา	น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของ ข้าวโพด (กรัม/ต้น)
NL	NP	NM	29.2±4.9 ^{cde 1/}
		AM	42.1±3.6 ^{ab}
	P100	NM	27.5±4.4 ^{def}
		AM	43.2±3.0 ^{ab}
L5.0	NP	NM	19.3±2.1 ^f
		AM	39.9±2.8 ^{ab}
	P100	NM	23.4±5.1 ^{def}
		AM	39.5±5.2 ^{ab}
L6.0	NP	NM	21.5±6.2 ^{ef}
		AM	39.2±6.3 ^{ab}
	P100	NM	25.6±3.9 ^{def}
		AM	44.1±1.5 ^a
L7.0	NP	NM	23.7±4.9 ^{def}
		AM	35.5±2.3 ^{bc}
	P100	NM	30.0±3.6 ^{cd}
		AM	46.00±2.8 ^a
P value			
ปุ๋ยฟอสฟอรัส			0.029
ระดับความเป็นกรด-ด่าง			0.345
ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ระดับความเป็นกรด-ด่าง			0.553
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001
ระดับความเป็นกรด-ด่าง x ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ระดับความเป็นกรด-ด่าง x ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001

^{1/} ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

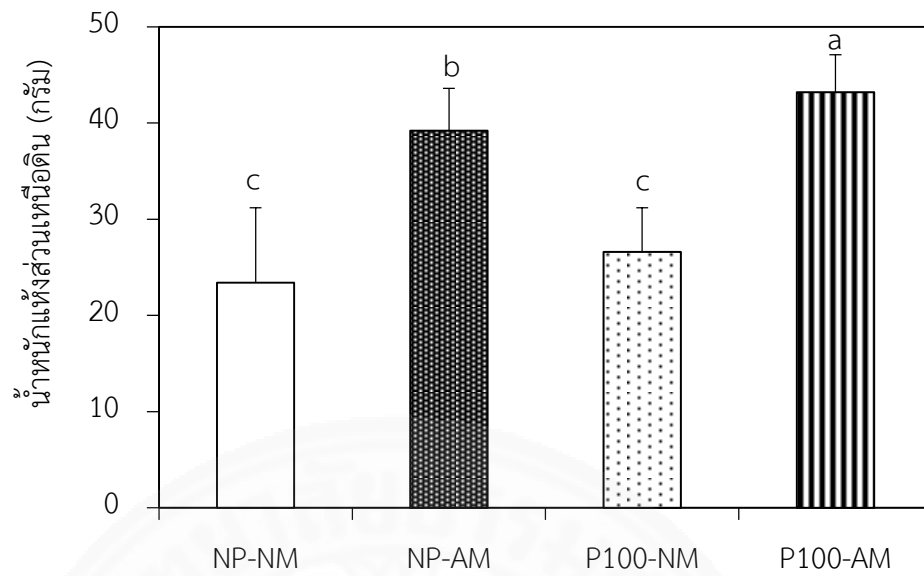
P<0.05 โดยวิธี DMRT



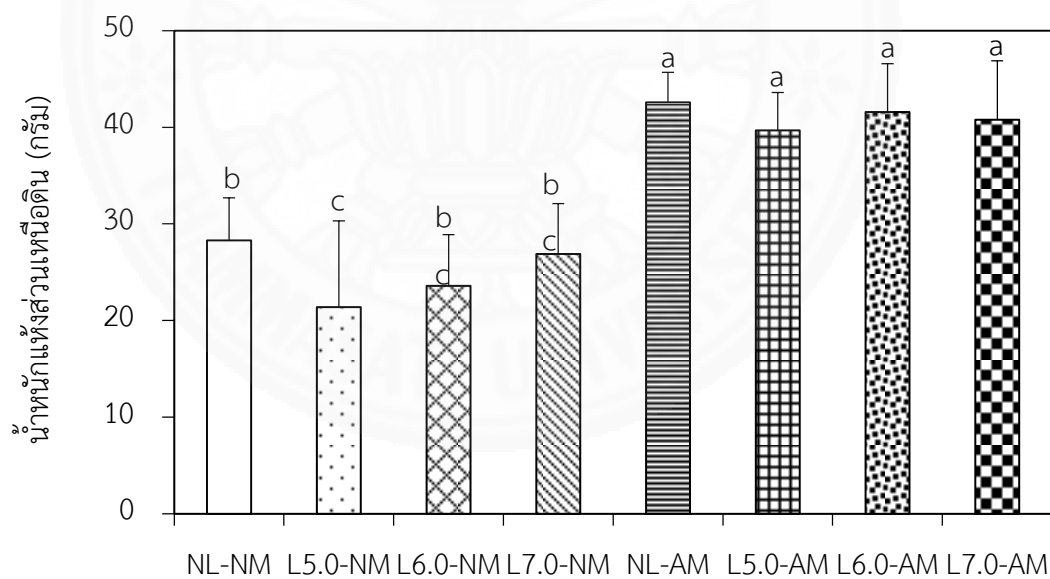
ภาพที่ 4.41 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลต่อน้ำหนักแห้งส่วนเหนื่อดินของข้าวโพด



ภาพที่ 4.42 อิทธิพลของการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อน้ำหนักแห้งส่วนเหนื่อดินของข้าวโพด



ภาพที่ 4.43 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อน้ำหนักแห้งส่วนเหน็ดดินของข้าวโพด



ภาพที่ 4.44 อิทธิพลของระดับความเป็นกรด-ด่าง และการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อน้ำหนักแห้งส่วนเหน็ดดินของข้าวโพด

4.1.12 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อน้ำหนักแห้งรากของข้าวโพด

อิทธิพลร่วมระหว่างระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีผลต่อน้ำหนักแห้งรากของข้าวโพด ($P \text{ value} < 0.001$) กล่าวคือ การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้น้ำหนักแห้งรากของข้าวโพดมากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ทั้งเมื่อไม่ใส่หรือใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในทุกระดับของความเป็นกรด-ต่างของดิน โดยเมื่อไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้น้ำหนักแห้งรากของข้าวโพด (10.4 ± 1.8 กรัมต่อต้น) ไม่แตกต่างทางสถิติกับการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (6.8 ± 2.0 กรัมต่อต้น) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาพร้อมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้น้ำหนักแห้งรากของข้าวโพด (11.6 ± 0.8 กรัมต่อต้น) ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (8.5 ± 3.2 กรัมต่อต้น) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินให้เป็น 5.0 พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้น้ำหนักแห้งรากของข้าวโพด (12.1 ± 2.3 กรัมต่อต้น) มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (5.5 ± 1.6 กรัมต่อต้น) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาพร้อมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้น้ำหนักแห้งรากของข้าวโพด (11.3 ± 3.6 กรัมต่อต้น) มากกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (5.4 ± 2.5 กรัมต่อต้น) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินให้เป็น 6.0 พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้น้ำหนักแห้งรากของข้าวโพด (14.9 ± 1.4 กรัมต่อต้น) มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (5.1 ± 1.8 กรัมต่อต้น) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาพร้อมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้น้ำหนักแห้งรากของข้าวโพด (14.0 ± 2.4 กรัมต่อต้น) มากกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (6.6 ± 0.8 กรัมต่อต้น) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินให้เป็น 7.0 พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้น้ำหนักแห้งรากของข้าวโพด (12.2 ± 2.7 กรัมต่อต้น) มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (5.9 ± 2.1 กรัมต่อต้น) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาพร้อมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้น้ำหนักแห้งรากของข้าวโพด (11.5 ± 1.2 กรัมต่อต้น) มากกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (8.0 ± 0.9 กรัมต่อต้น) (ตารางที่ 4.12)

อิทธิพลร่วมของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งรากของข้าวโพด ($P \text{ value} = 0.996$) กล่าวคือ เมื่อไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส พบว่า การไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินและการปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 พบว่า น้ำหนักแห้งรากของข้าวโพดเท่ากับ 8.6 ± 2.6 , 8.8 ± 5.3 , 10.0 ± 6.4 และ 9.1 ± 4.1 กรัมต่อต้น ตามลำดับ เช่นเดียวกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสตามคำแนะนำ พบว่า โดยเมื่อไม่มีการปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน น้ำหนักแห้งรากของข้าวโพดเท่ากับ 10.0 ± 2.7 กรัมและเมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 พบว่ามีน้ำหนักแห้งรากของข้าวโพดเท่ากับ 8.4 ± 4.3 , 10.3 ± 4.3 และ 9.8 ± 2.2 กรัมต่อต้น ตามลำดับ

อิทธิพลร่วมของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อจำนวนน้ำหนักแห้งรากของข้าวโพด (P value <0.001) กล่าวคือ การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพียงอย่างเดียวและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ร่วมกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้น้ำหนักแห้งรากของข้าวโพด เท่ากับ 12.4 ± 3.4 และ 12.1 ± 2.3 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าการไม่ใส่รา อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาและการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (7.1 ± 2.3 และ 5.8 ± 3.0 กรัมต่อต้น ตามลำดับ)

อิทธิพลร่วมของการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อน้ำหนักแห้งรากของข้าวโพด (P value <0.001) โดยพบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ร่วมกับการไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างและปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 มีผลทำให้น้ำหนักแห้งรากของข้าวโพด (11.0 ± 1.4 , 11.7 ± 2.8 , 14.5 ± 3.9 และ 11.9 ± 2.0 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) มากกว่าการไม่มีการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ร่วมกับการไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างและปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 (7.6 ± 2.6 , 5.4 ± 4.0 , 5.9 ± 1.5 และ 6.9 ± 1.9 กรัมต่อต้น ตามลำดับ)

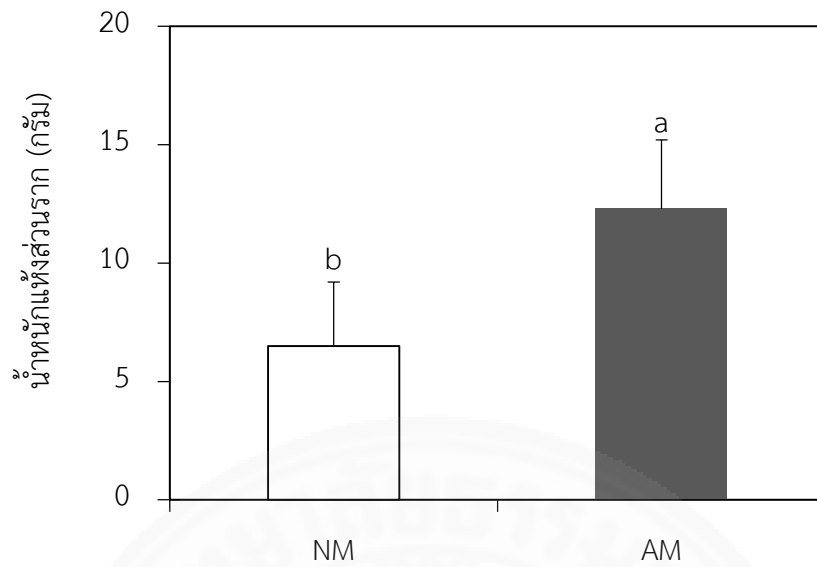
อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งรากของข้าวโพด (P value = 0.903) โดยพบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้น้ำหนักแห้งรากของข้าวโพด เท่ากับ 9.6 ± 3.4 กรัมต่อต้น ส่วนการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้น้ำหนักแห้งรากของข้าวโพด เท่ากับ 9.1 ± 4.5 กรัมต่อต้น อย่างไรก็ตาม อิทธิพลของการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งรากของข้าวโพด (P value = 0.574) โดยพบว่า การไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินมีผลทำให้น้ำหนักแห้งรากของข้าวโพด เท่ากับ 9.3 ± 2.7 กรัมต่อต้น การปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 มีผลทำให้น้ำหนักแห้งรากของข้าวโพด เท่ากับ 8.6 ± 4.6 , 10.2 ± 5.3 และ 9.4 ± 3.2 กรัมต่อต้น อย่างไรก็ตาม อิทธิพลของการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อน้ำหนักแห้งรากของข้าวโพด (P value <0.001) โดยพบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีผลทำให้น้ำหนักแห้งรากของข้าวโพด (12.3 ± 2.9 กรัมต่อต้น) มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (6.5 ± 2.7 กรัมต่อต้น) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.12 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา
ต่อน้ำหนักแห้งรากของข้าวโพด

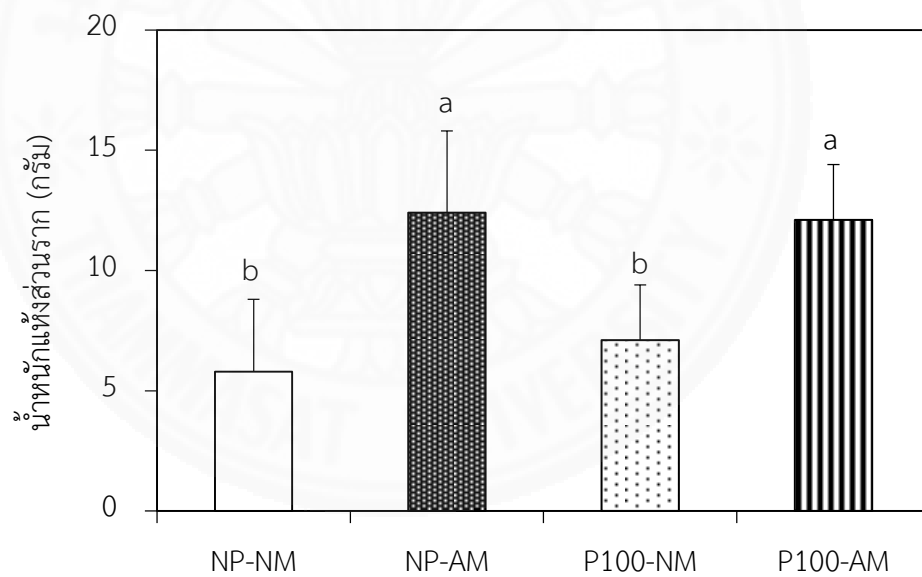
ระดับความเป็น กรด-ด่างของดิน	ปุ๋ยฟอสฟอรัส	ราอาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซา	น้ำหนักแห้งรากของข้าวโพด (กรัม/ต้น)
NL	NP	NM	6.8±2.0 ^{cd 1/}
		AM	10.4±1.8 ^{abc}
	P100	NM	8.5±3.2 ^{bcd}
		AM	11.6±0.8 ^{ab}
L5.0	NP	NM	5.5±1.6 ^d
		AM	12.1±2.3 ^{ab}
	P100	NM	5.4±2.5 ^d
		AM	11.3±3.6 ^{ab}
L6.0	NP	NM	5.1±1.8 ^d
		AM	14.9±1.4 ^a
	P100	NM	6.6±0.8 ^{cd}
		AM	14.0±2.4 ^a
L7.0	NP	NM	5.9±2.1 ^d
		AM	12.2±2.7 ^{ab}
	P100	NM	8.0±0.9 ^{cd}
		AM	11.5±1.2 ^{ab}
P value			
ปุ๋ยฟอสฟอรัส			0.903
ระดับความเป็นกรด-ด่าง			0.574
ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001
ปุ๋ยฟอสฟอรัส × ระดับความเป็นกรด-ด่าง			0.966
ปุ๋ยฟอสฟอรัส × ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001
ระดับความเป็นกรด-ด่าง × ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001
ปุ๋ยฟอสฟอรัส × ระดับความเป็นกรด-ด่าง × ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			<0.001

^{1/} ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

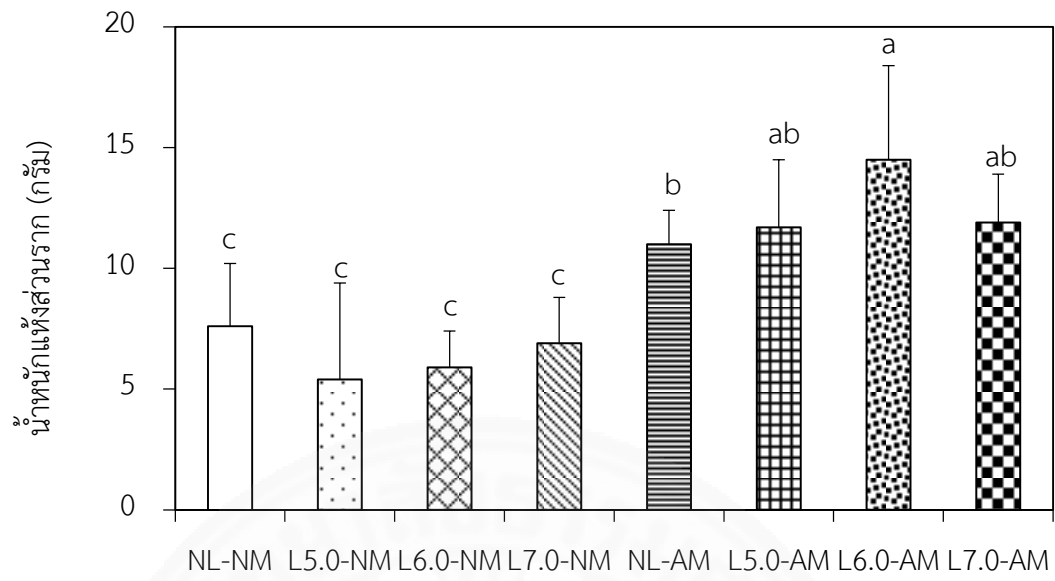
P<0.05 โดยวิธี DMRT



ภาพที่ 4.45 อิทธิพลของการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อน้ำหนักแห้งส่วนรากของข้าวโพด



ภาพที่ 4.46 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อน้ำหนักแห้งส่วนรากของข้าวโพด



ภาพที่ 4.47 อิทธิพลของระดับความเป็นกรด-ด่างและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อน้ำหนักแห้งส่วนรากของข้าวโพด

4.1.13 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อน้ำหนักแห้งฝักข้าวโพด

อิทธิพลร่วมระหว่างระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีผลต่อน้ำหนักแห้งฝักข้าวโพด (P value < 0.001) กล่าวคือ การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้น้ำหนักแห้งฝักข้าวโพดมากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ทั้งเมื่อไม่ใส่หรือใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในทุกระดับของความเป็นกรด-ต่างของดิน โดยเมื่อไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้น้ำหนักแห้งฝักข้าวโพด (46.4 ± 1.6 กรัมต่อต้น) มากกว่ากับการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (29.5 ± 2.7 กรัมต่อต้น) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้น้ำหนักแห้งฝักข้าวโพด (49.5 ± 2.6 กรัมต่อต้น) มากกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (39.0 ± 2.5 กรัมต่อต้น) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินให้เป็น 5.0 พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้น้ำหนักแห้งฝักข้าวโพด (42.4 ± 2.4 กรัมต่อต้น) มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (24.6 ± 3.9 กรัมต่อต้น) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้น้ำหนักแห้งฝักข้าวโพด (45.8 ± 2.7 กรัมต่อต้น) มากกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (37.0 ± 2.0 กรัมต่อต้น) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินให้เป็น 6.0 พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้น้ำหนักแห้งฝักข้าวโพด (43.6 ± 2.4 กรัมต่อต้น) มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (26.4 ± 2.8 กรัมต่อต้น) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้น้ำหนักแห้งฝักข้าวโพด (43.6 ± 1.7 กรัมต่อต้น) มากกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (31.2 ± 1.3 กรัมต่อต้น) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินให้เป็น 7.0 พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้น้ำหนักแห้งฝักข้าวโพด (42.3 ± 2.0 กรัมต่อต้น) มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (30.9 ± 1.7 กรัมต่อต้น) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้น้ำหนักแห้งฝักข้าวโพด (47.9 ± 2.3 กรัมต่อต้น) มากกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (37.1 ± 2.3 กรัมต่อต้น) (ตารางที่ 4.13)

อิทธิพลร่วมของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งฝักข้าวโพด (P value = 0.076) กล่าวคือ เมื่อไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส พบว่า การไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินและการปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 พบว่า น้ำหนักแห้งฝักข้าวโพดเท่ากับ 38.0 ± 9.2 , 33.5 ± 10.0 , 35.0 ± 9.5 และ 36.6 ± 6.3 กรัมต่อต้น ตามลำดับ เช่นเดียวกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสตามคำแนะนำ พบว่า โดยเมื่อไม่มีการปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน น้ำหนักแห้งฝักข้าวโพดเท่ากับ 44.3 ± 6.1 กรัมและเมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 พบว่ามีน้ำหนักแห้งฝักข้าวโพดเท่ากับ 41.4 ± 5.2 , 37.4 ± 6.8 และ 42.5 ± 6.2 กรัมต่อต้น ตามลำดับ

อิทธิพลร่วมของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อจำนวนน้ำหนักแห้งฝักข้าวโพด (P value <0.001) กล่าวคือ การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพียงอย่างเดียวและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ร่วมกับ การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้น้ำหนักแห้งฝักข้าวโพด เท่ากับ 43.7 ± 2.6 และ 46.7 ± 3.1 กรัมต่อต้น ซึ่งมากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาและการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (30.2 ± 6.3 และ 33.7 ± 4.1 กรัมต่อต้น ตามลำดับ)

อิทธิพลร่วมของการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งฝักข้าวโพด (P value =0.184) โดยพบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ร่วมกับ การไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างและปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 มีผลทำให้น้ำหนักแห้งฝักข้าวโพด (48.0 ± 2.6 , 44.1 ± 3.0 , 37.4 ± 6.8 และ 42.5 ± 6.2 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับ การไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ร่วมกับ การไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างและปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 (34.3 ± 5.6 , 30.8 ± 7.2 , 35.0 ± 9.5 และ 36.6 ± 6.3 กรัมต่อต้น ตามลำดับ)

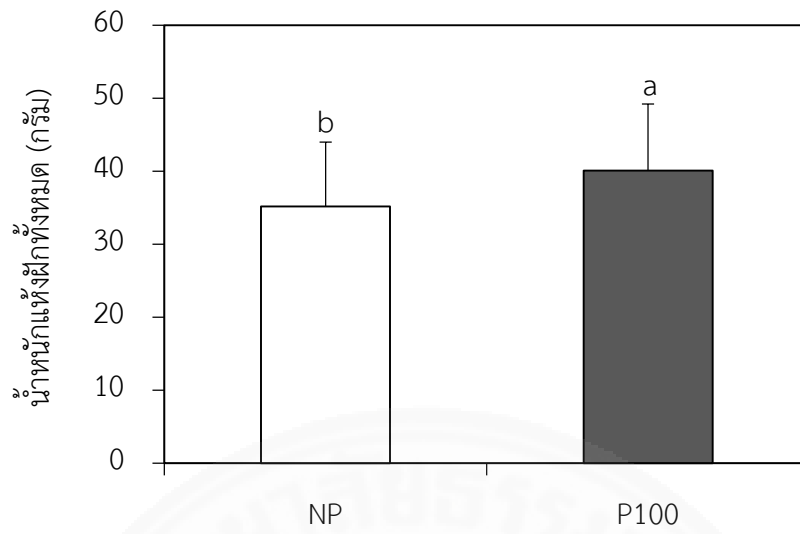
อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลต่อน้ำหนักแห้งฝักข้าวโพด (P value < 0.001) โดยพบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้น้ำหนักแห้งฝักข้าวโพด เท่ากับ 41.4 ± 6.3 กรัมต่อต้น มากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้น้ำหนักแห้งฝักข้าวโพด เท่ากับ 35.8 ± 8.2 กรัมต่อต้น นอกจากนี้ อิทธิพลของการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินมีผลต่อน้ำหนักแห้งฝักข้าวโพด (P value < 0.001) ด้วยเช่นกัน โดยพบว่า การไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 7.0 มีผลทำให้น้ำหนักแห้งฝักข้าวโพด เท่ากับ 45.0 ± 5.0 และ 39.5 ± 6.8 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0 และ 6.0 ซึ่งมีผลทำให้น้ำหนักแห้งฝักข้าวโพด เท่ากับ 37.5 ± 8.7 และ 36.2 ± 8.1 กรัมต่อต้น และ อิทธิพลของการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อน้ำหนักแห้งฝักข้าวโพด (P value < 0.001) โดยพบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีผลทำให้น้ำหนักแห้งฝักข้าวโพด (45.2 ± 3.2 กรัมต่อต้น) มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (32.0 ± 5.5 กรัมต่อต้น) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.13 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา
ต่อน้ำหนักแห้งฝักข้าวโพด

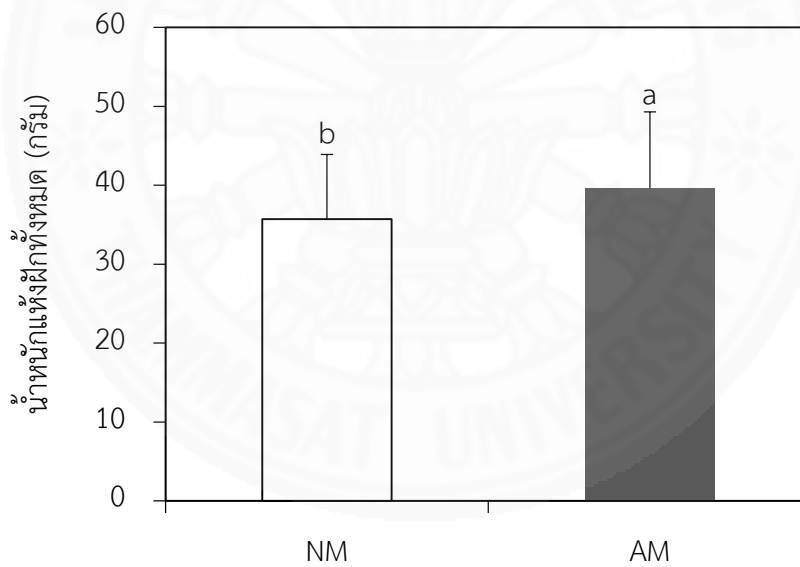
ระดับความเป็น กรด-ด่างของดิน	ปุ๋ยฟอสฟอรัส	ราอาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซา	น้ำหนักแห้งฝักข้าวโพด (กรัม)
NL	NP	NM	29.5±2.7 ^{gh 1/}
		AM	46.4±1.6 ^{abc}
	P100	NM	39.0±2.5 ^{ef}
		AM	49.5±2.6 ^a
L5.0	NP	NM	24.6±3.9 ⁱ
		AM	42.4±2.4 ^{de}
	P100	NM	37.0±2.0 ^f
		AM	45.8±2.7 ^{bcd}
L6.0	NP	NM	26.4±2.8 ^{hi}
		AM	43.6±2.4 ^{cd}
	P100	NM	31.2±1.3 ^s
		AM	43.6±1.7 ^{cd}
L7.0	NP	NM	30.9±1.7 ^s
		AM	42.3±2.0 ^{de}
	P100	NM	37.1±2.8 ^f
		AM	47.9±2.3 ^{ab}
P value			
ปุ๋ยฟอสฟอรัส			0.016
ระดับความเป็นกรด-ด่าง			0.127
ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			0.047
ปุ๋ยฟอสฟอรัส × ระดับความเป็นกรด-ด่าง			0.034
ปุ๋ยฟอสฟอรัส × ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			0.019
ระดับความเป็นกรด-ด่าง × ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			0.022
ปุ๋ยฟอสฟอรัส × ระดับความเป็นกรด-ด่าง × ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			0.005

^{1/} ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P<0.05 โดยวิธี

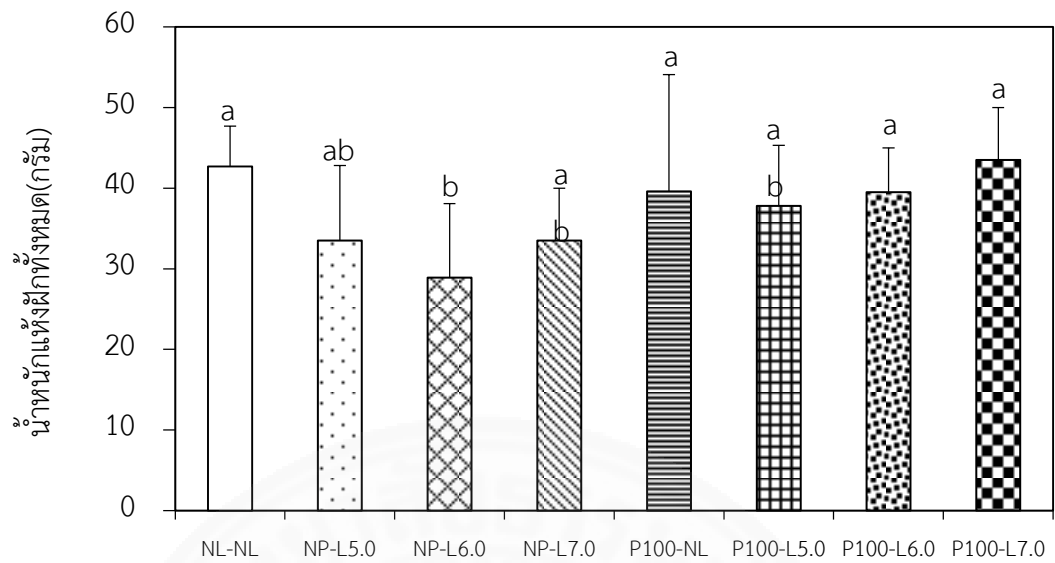
DMRT



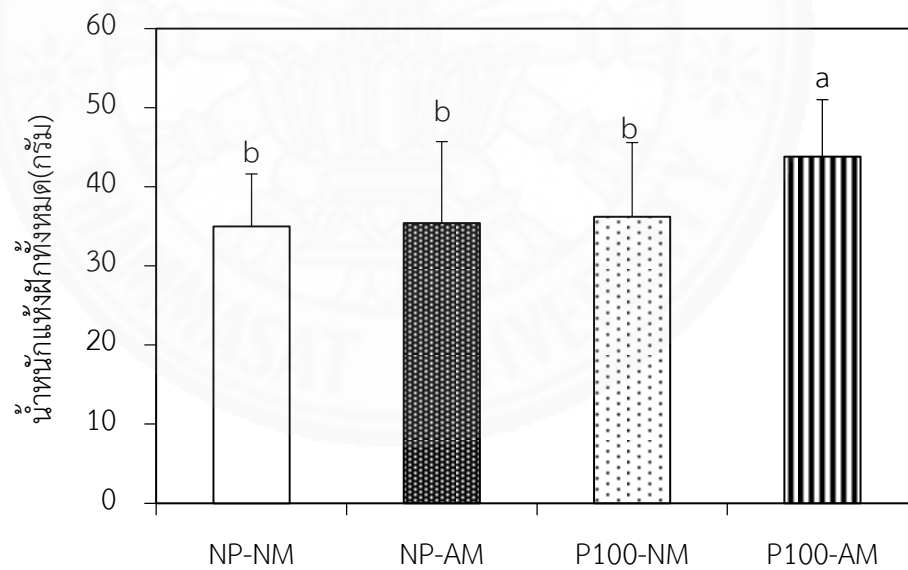
ภาพที่ 4.48 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลต่อน้ำหนักแห้งฝักทั้งหมดของข้าวโพด



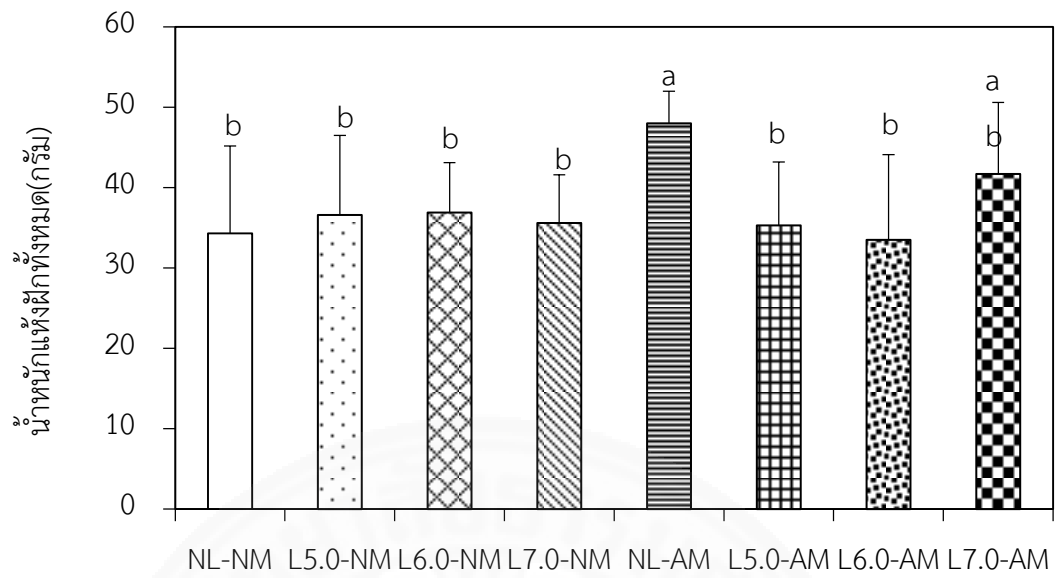
ภาพที่ 4.49 อิทธิพลของการใส่เชื้ออาร์บิโนแกลคตันไคโตซานไมโครแคปซูลมีผลต่อน้ำหนักแห้งฝักทั้งหมดของข้าวโพด



ภาพที่ 4.50 อิทธิพลร่วมของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส และการปรับระดับความเป็นกรดต่างต่อน้ำหนักแห้งฝักทั้งหมดของข้าวโพด



ภาพที่ 4.51 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส และการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อน้ำหนักแห้งฝักทั้งหมดของข้าวโพด



ภาพที่ 4.52 อิทธิพลของระดับความเป็นกรด-ด่าง และการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อน้ำหนักแห้งฝักทั้งหมดของข้าวโพด

4.1.14 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อน้ำหนักแห้งเมล็ด

อิทธิพลร่วมระหว่างระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีผลต่อน้ำหนักแห้งเมล็ด (P value < 0.001) กล่าวคือ การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้น้ำหนักแห้งเมล็ดมากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ทั้งไม่ใส่หรือใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในทุกุกระดับของความเป็นกรด-ด่างของดิน โดยเมื่อไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินพบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้น้ำหนักแห้งเมล็ด (39.2 ± 1.7 กรัมต่อต้น) มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (25.0 ± 3.3 กรัมต่อต้น) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้น้ำหนักแห้งเมล็ด (42.3 ± 2.2 กรัมต่อต้น) มากกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (23.2 ± 1.6 กรัมต่อต้น) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินให้เป็น 5.0 พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้น้ำหนักแห้งเมล็ด (33.5 ± 2.1 กรัมต่อต้น) มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (24.8 ± 2.4 กรัมต่อต้น) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้น้ำหนักแห้งเมล็ด (33.2 ± 2.3 กรัมต่อต้น) มากกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (24.1 ± 2.1 กรัมต่อต้น) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินให้เป็น 6.0 พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้น้ำหนักแห้งเมล็ด (31.5 ± 1.7 กรัมต่อต้น) มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (22.5 ± 1.9 กรัมต่อต้น) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้น้ำหนักแห้งเมล็ด (35.4 ± 1.2 กรัมต่อต้น) มากกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (27.0 ± 2.0 กรัมต่อต้น) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินให้เป็น 7.0 พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้น้ำหนักแห้งเมล็ด (31.9 ± 2.7 กรัมต่อต้น) มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (25.6 ± 2.7 กรัมต่อต้น) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้น้ำหนักแห้งเมล็ด (40.1 ± 1.7 กรัมต่อต้น) มากกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (32.5 ± 2.2 กรัมต่อต้น) (ตารางที่ 4.14)

อิทธิพลร่วมของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งเมล็ด (P value = 0.156) กล่าวคือ เมื่อไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส พบว่า การไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 พบว่า น้ำหนักแห้งเมล็ดเท่ากับ 32.1 ± 8.0 , 29.1 ± 5.1 , 27.0 ± 5.1 และ 28.8 ± 4.2 กรัมต่อต้น ตามลำดับ เช่นเดียวกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสตามคำแนะนำ พบว่า โดยเมื่อไม่มีการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและเมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 พบว่ามีน้ำหนักแห้งเมล็ดเท่ากับ 32.8 ± 10.3 , 28.7 ± 5.3 , 31.2 ± 4.8 และ 36.3 ± 4.5 กรัมต่อต้น ตามลำดับ

อิทธิพลร่วมของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อจำนวนน้ำหนักแห้งเมล็ด (P value < 0.001) กล่าวคือ การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพียง

อย่างเดียวและการใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาร่วมกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้น้ำหนักแห้งเมล็ด เท่ากับ 34.0 ± 3.7 และ 37.7 ± 4.1 กรัมต่อต้น ซึ่งมากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา และการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (24.5 ± 2.6 และ 26.7 ± 4.1 กรัมต่อต้น ตามลำดับ)

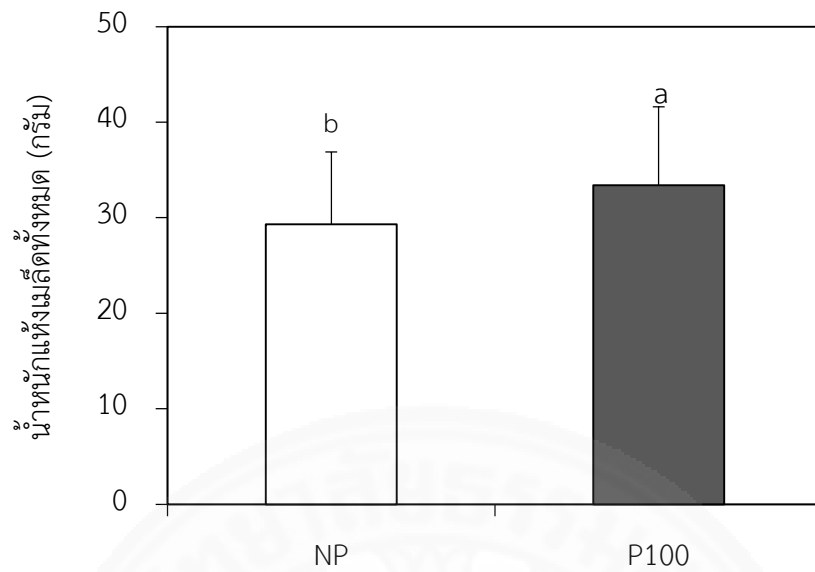
อิทธิพลร่วมของการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา-ไรซามีผลต่อน้ำหนักแห้งเมล็ด (P value < 0.001) โดยพบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาร่วมกับการไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างและปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 มีผลทำให้น้ำหนักแห้งเมล็ด (40.7 ± 2.5 , 33.4 ± 2.0 , 33.5 ± 2.5 และ 36.0 ± 4.8 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาร่วมกับการไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างและปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 (24.1 ± 2.6 , 24.5 ± 2.1 , 24.7 ± 3.0 และ 29.0 ± 4.3 กรัมต่อต้น ตามลำดับ)

อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งเมล็ด (P value = 0.552) โดยพบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้น้ำหนักแห้งเมล็ด เท่ากับ 32.2 ± 6.9 กรัมต่อต้น ไม่แตกต่างทางสถิติกับการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้น้ำหนักแห้งเมล็ด เท่ากับ 29.2 ± 6.1 กรัมต่อต้น เช่นเดียวกับ อิทธิพลของการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งเมล็ด (P value = 0.432) โดยพบว่า การไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 มีผลทำให้น้ำหนักแห้งเมล็ด เท่ากับ 32.4 ± 6.9 , 28.9 ± 5.0 , 29.1 ± 5.2 และ 32.5 ± 5.7 กรัมต่อต้น ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม อิทธิพลของการใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซามีผลต่อน้ำหนักแห้งเมล็ด (P value < 0.001) โดยพบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซามีผลทำให้น้ำหนักแห้งเมล็ด (35.9 ± 4.3 กรัมต่อต้น) มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา (25.6 ± 3.6 กรัมต่อต้น) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

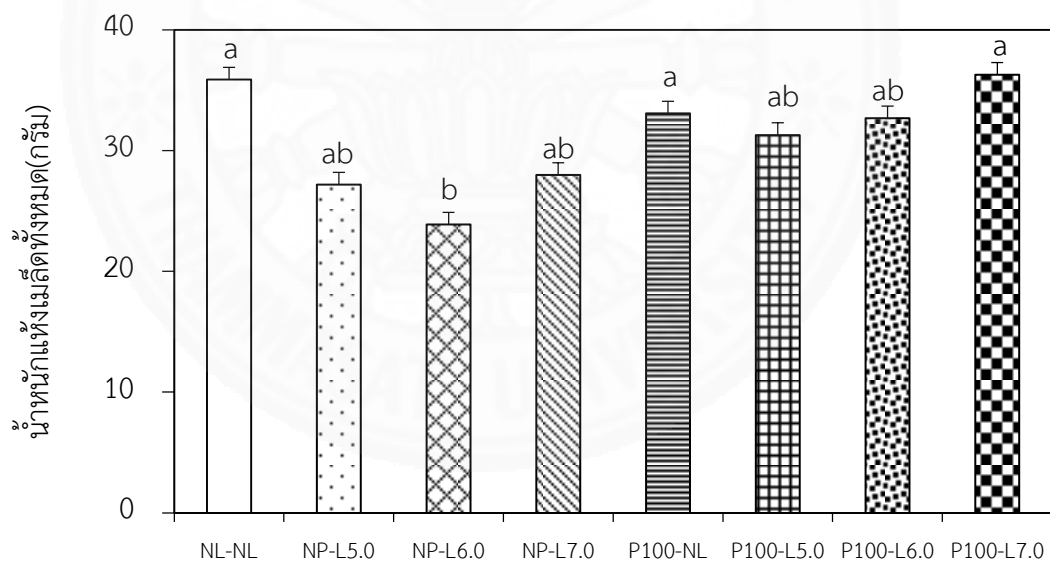
ตารางที่ 4.14 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา
ต่อน้ำหนักแห้งเมล็ด

ระดับความเป็น กรด-ด่างของดิน	ปุ๋ยฟอสฟอรัส	ราอาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซา	น้ำหนักแห้งเมล็ด (กรัม)
NL	NP	NM	25.0±3.3 ^{de 1/}
		AM	39.2±1.7 ^a
	P100	NM	23.2±1.6 ^e
		AM	42.3±2.2 ^a
L5.0	NP	NM	24.8±2.4 ^{de}
		AM	33.5±2.1 ^{bc}
	P100	NM	24.1±2.1 ^{def}
		AM	33.2±2.3 ^{bc}
L6.0	NP	NM	22.5±1.9 ^e
		AM	31.5±1.7 ^c
	P100	NM	27.0±2.0 ^d
		AM	35.4±1.2 ^b
L7.0	NP	NM	25.6±2.7 ^{de}
		AM	31.9±2.7 ^c
	P100	NM	32.5±2.2 ^{bc}
		AM	40.1±1.7 ^a
P value			
ปุ๋ยฟอสฟอรัส			0.022
ระดับความเป็นกรด-ด่าง			0.111
ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			0.070
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ระดับความเป็นกรด-ด่าง			0.044
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			0.033
ระดับความเป็นกรด-ด่าง x ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			0.012
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ระดับความเป็นกรด-ด่าง x ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			0.004

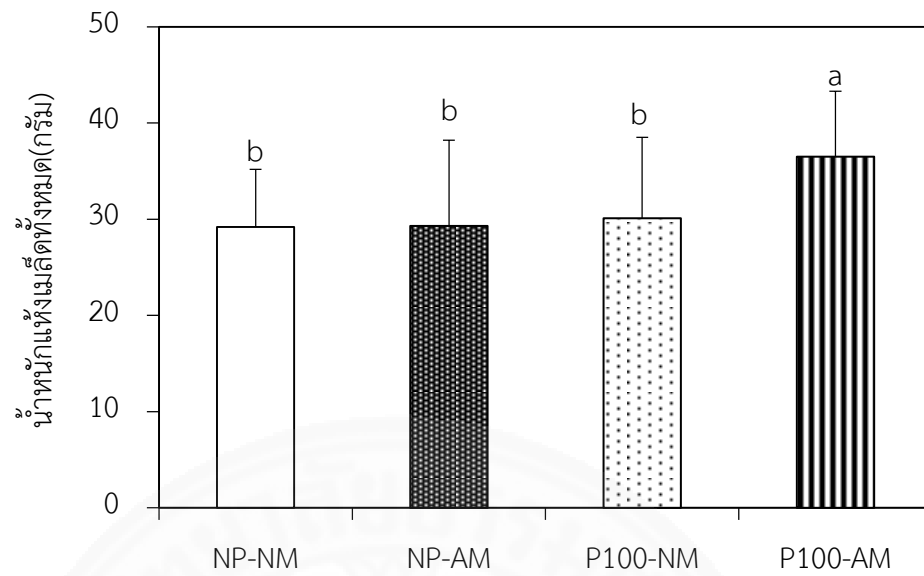
^{1/} ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ P<0.05 โดยวิธี DMRT



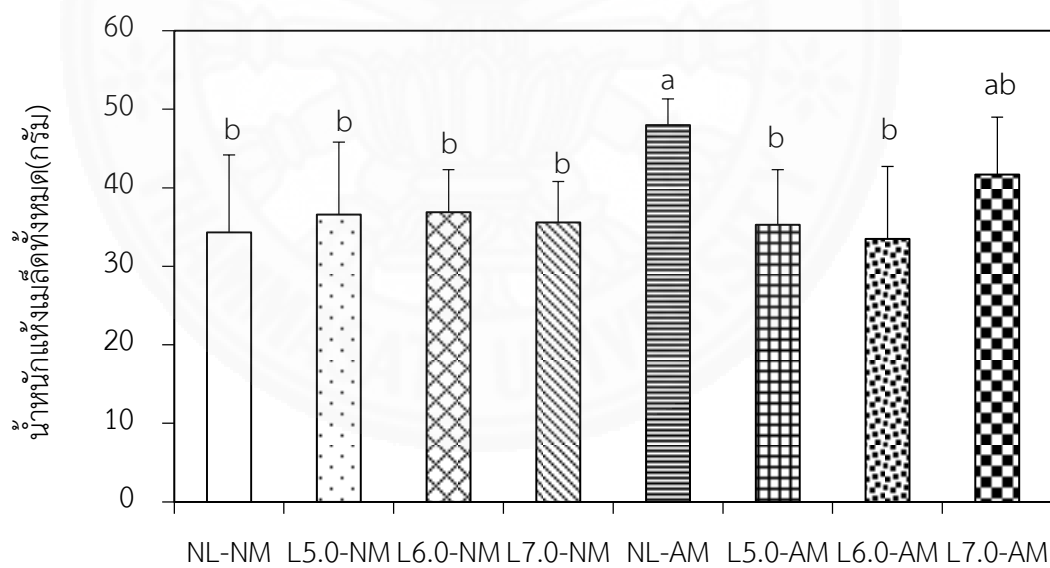
ภาพที่ 4.53 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลต่อน้ำหนักแป้งละลายทั้งหมดของข้าวโพด



ภาพที่ 4.54 อิทธิพลร่วมของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส และการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างต่อน้ำหนักแป้งละลายทั้งหมดของข้าวโพด



ภาพที่ 4.55 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อน้ำหนักแห้งเมล็ดทั้งหมดของข้าวโพด



ภาพที่ 4.56 อิทธิพลของระดับความเป็นกรด-ด่าง และการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อน้ำหนักแห้งเมล็ดทั้งหมดของข้าวโพด

4.1.15 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และการใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาต่อน้ำหนัก 100 เมล็ดของข้าวโพด

อิทธิพลร่วมระหว่างระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และ การใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด (P value = 0.228) กล่าวคือ โดยเมื่อไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซามีผลทำให้น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด (18.5 ± 3.7 กรัมต่อต้น) ไม่แตกต่างทางสถิติกับการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา (20.5 ± 1.3 กรัมต่อต้น) และการใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด (19.6 ± 1.8 กรัมต่อต้น) ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (21.6 ± 1.6 กรัมต่อต้น) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน 5.0 พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซามีผลทำให้น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด (24.6 ± 3.8 กรัมต่อต้น) ไม่แตกต่างทางสถิติกับการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา (22.9 ± 3.4 กรัมต่อต้น) และการใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด (23.0 ± 4.4 กรัมต่อต้น) ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (21.7 ± 3.9 กรัมต่อต้น) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน 6.0 พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซามีผลทำให้น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด (22.3 ± 4.0 กรัมต่อต้น) ไม่แตกต่างทางสถิติกับการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา (19.9 ± 3.8 กรัมต่อต้น) และการใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด (23.1 ± 3.4 กรัมต่อต้น) ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (24.8 ± 2.0 กรัมต่อต้น) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน 7.0 พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซามีผลทำให้น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด (22.1 ± 4.0 กรัมต่อต้น) ไม่แตกต่างทางสถิติกับการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา (22.8 ± 2.3 กรัมต่อต้น) และการใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด (20.0 ± 1.4 กรัมต่อต้น) ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (23.3 ± 1.3 กรัมต่อต้น) (ตารางที่ 4.15)

อิทธิพลร่วมของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด (P value = 0.075) กล่าวคือ เมื่อไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส พบว่า การไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินและการปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 พบว่า น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดเท่ากับ 19.5 ± 2.8 , 24.0 ± 3.5 , 21.5 ± 3.8 และ 22.4 ± 3.2 กรัมต่อต้น ตามลำดับ เช่นเดียวกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสตามคำแนะนำ พบว่า โดยเมื่อไม่มีการปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินและเมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 พบว่า มีน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ดเท่ากับ 20.6 ± 1.9 , 22.5 ± 3.9 , 23.9 ± 2.7 และ 21.7 ± 2.2 ตามลำดับ

อิทธิพลร่วมของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซามีผลต่อจำนวนน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด (P value = 0.190) กล่าวคือ การใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา

เพียงอย่างเดียวและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด เท่ากับ 21.9 ± 4.2 และ 21.9 ± 3.2 กรัมต่อต้น ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการไม่ใส่ราอาร์บัสคู-ลาร์ไมคอร์ไรซาและการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (22.5 ± 2.5 และ 21.5 ± 2.4 กรัมต่อต้น ตามลำดับ)

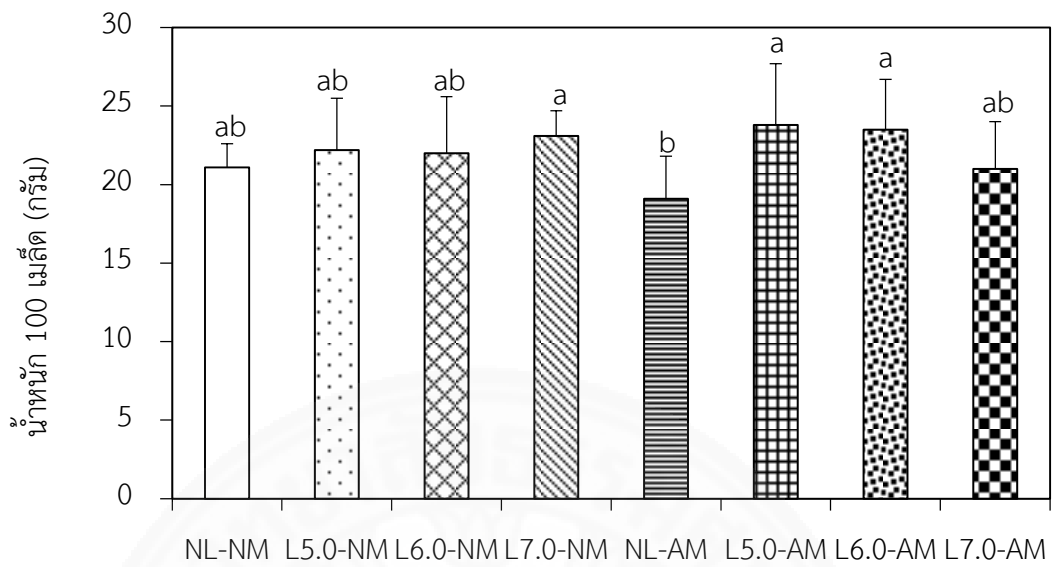
อิทธิพลร่วมของการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา-ชา มีผลต่อน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด (P value = 0.044) โดยพบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับการไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างและปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 มีผลทำให้น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด (19.1 ± 2.7 23.8 ± 3.9 , 23.5 ± 3.2 และ 21.0 ± 3.0 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับการไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างและปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 (21.1 ± 1.5 22.2 ± 3.3 , 22.0 ± 3.6 และ 23.1 ± 1.6 กรัมต่อต้น ตามลำดับ)

อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด (P value = 0.594) โดยพบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด เท่ากับ 22.2 ± 2.9 กรัมต่อต้น ไม่แตกต่างทางสถิติกับการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด เท่ากับ 21.7 ± 3.3 กรัมต่อต้น เช่นเดียวกับ อิทธิพลของการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด (P value=0.058) โดยพบว่า การไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 มีผลทำให้น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด เท่ากับ 20.1 ± 2.4 , 22.0 ± 2.6 , 22.9 ± 3.3 และ 23.2 ± 3.6 กรัมต่อต้น ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม อิทธิพลของการใส่รา อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด (P value = 0.886) โดยพบว่า การใส่รา อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีผลทำให้น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด (21.9 ± 3.7 กรัมต่อต้น) มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (22.1 ± 2.5 กรัมต่อต้น) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.15 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา
ต่อน้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด

ระดับความเป็น กรด-ต่างของดิน	ปุ๋ยฟอสฟอรัส	ราอาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซา	น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด (กรัม)
NL	NP	NM	20.5±1.3 ^{1/}
		AM	18.5±3.7
	P100	NM	21.6±1.6
		AM	19.6±1.8
L5.0	NP	NM	22.9±3.4
		AM	24.6±3.8
	P100	NM	21.7±3.9
		AM	23.0±4.4
L6.0	NP	NM	19.9±3.8
		AM	22.3±4.0
	P100	NM	23.1±3.4
		AM	24.8±2.0
L7.0	NP	NM	22.8±2.3
		AM	22.1±4.0
	P100	NM	23.3±1.3
		AM	20.0±1.4
P value			
ปุ๋ยฟอสฟอรัส			0.594
ระดับความเป็นกรด-ต่าง			0.058
ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			0.886
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ระดับความเป็นกรด-ต่าง			0.075
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			0.879
ระดับความเป็นกรด-ต่าง x ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			0.044
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ระดับความเป็นกรด-ต่าง x ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา			0.228

^{1/} ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน



ภาพที่ 4.57 อิทธิพลของระดับความเป็นกรด-ด่าง และการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อน้ำหนัก 100 เมล็ดของข้าวโพด

4.1.16 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อผลผลิตของข้าวโพดต่อไร่

อิทธิพลร่วมระหว่างระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีผลต่อผลผลิตต่อไร่ (P value < 0.001) กล่าวคือ การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้ผลผลิตต่อไร่มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ทั้งเมื่อไม่ใส่หรือใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในทุกระดับของความเป็นกรด-ด่างของดิน โดยเมื่อไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้ผลผลิตต่อไร่ (495 ± 17 กิโลกรัมต่อไร่) มากกว่ากับการไม่ใส่รา อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (315 ± 29 กิโลกรัมต่อไร่) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ผลผลิตต่อไร่ (528 ± 27 กิโลกรัมต่อไร่) มากกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (416 ± 27 กิโลกรัมต่อไร่) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินให้เป็น 5.0 พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้ผลผลิตต่อไร่ (453 ± 25 กิโลกรัมต่อไร่) มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (262 ± 42 กิโลกรัมต่อไร่) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ผลผลิตต่อไร่ (488 ± 29 กิโลกรัมต่อไร่) มากกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (395 ± 21 กิโลกรัมต่อไร่) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินให้เป็น 6.0 พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้ผลผลิตต่อไร่ (465 ± 19 กิโลกรัมต่อไร่) มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (281 ± 30 กิโลกรัมต่อไร่) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ผลผลิตต่อไร่ (451 ± 22 กิโลกรัมต่อไร่) มากกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (333 ± 17 กิโลกรัมต่อไร่) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินให้เป็น 7.0 พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้ผลผลิตต่อไร่ (478 ± 24 กิโลกรัมต่อไร่) มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (329 ± 18 กิโลกรัมต่อไร่) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลให้ผลผลิตต่อไร่ (511 ± 24 กิโลกรัมต่อไร่) มากกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (396 ± 29 กิโลกรัมต่อไร่) (ตารางที่ 4.16)

อิทธิพลร่วมของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินไม่มีผลต่อผลผลิตต่อไร่ (P value = 0.156) กล่าวคือ เมื่อไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส พบว่า การไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 พบว่า ผลผลิตต่อไร่เท่ากับ 405 ± 66 , 357 ± 47 , 373 ± 62 และ 392 ± 64 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ เช่นเดียวกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสตามคำแนะนำ พบว่า โดยเมื่อไม่มีการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน ผลผลิตต่อไร่เท่ากับ 472 ± 65 กรัมและเมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 พบว่ามีผลผลิตต่อไร่เท่ากับ 442 ± 55 , 399 ± 72 และ 453 ± 46 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

อิทธิพลร่วมของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อจำนวนผลผลิตต่อไร่ (P value < 0.001) กล่าวคือ การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเพียงอย่าง

เดี่ยวและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ผลผลิตต่อไร่ เท่ากับ 466 ± 27 และ 498 ± 33 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาและการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (298 ± 40 และ 385 ± 39 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ)

อิทธิพลร่วมของการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาไม่มีผลต่อผลผลิตต่อไร่ (P value < 0.001) โดยพบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับการไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างและปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 มีผลทำให้ผลผลิตต่อไร่ (512 ± 28 , 470 ± 32 , 465 ± 21 และ 481 ± 38 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ) มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ การไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับการไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างและปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 (365 ± 60 , 329 ± 77 , 307 ± 35 และ 364 ± 41 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ)

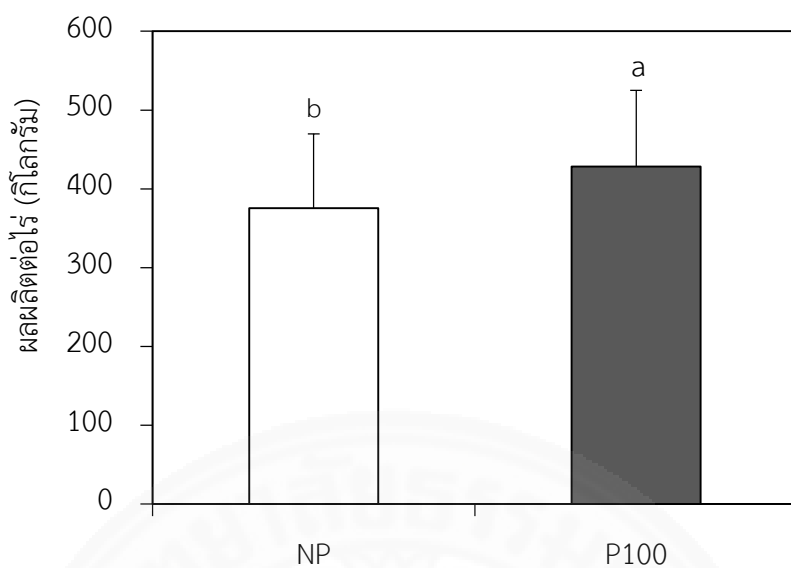
อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสไม่มีผลต่อผลผลิตต่อไร่ (P value = 0.365) โดยพบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ผลผลิตต่อไร่ เท่ากับ 441 ± 68 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างเมื่อเปรียบเทียบกับ การไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ผลผลิตต่อไร่ เท่ากับ 382 ± 87 กิโลกรัมต่อไร่ นอกจากนี้ อิทธิพลของการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินไม่มีผลต่อผลผลิตต่อไร่ (P value = 0.427) ด้วยเช่นกัน โดยพบว่า การไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0 6.0 และ 7.0 มีผลทำให้ผลผลิตต่อไร่ เท่ากับ 438 ± 88 , 399 ± 93 , 386 ± 86 และ 423 ± 71 กิโลกรัมต่อไร่ อย่างไรก็ตาม อิทธิพลของการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อผลผลิตต่อไร่ (P value < 0.001) โดยพบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีผลทำให้ผลผลิตต่อไร่ (482 ± 34 กิโลกรัมต่อไร่) มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (341 ± 59 กิโลกรัมต่อไร่) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.16 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา
ต่อน้ำผลผลิตต่อไร่

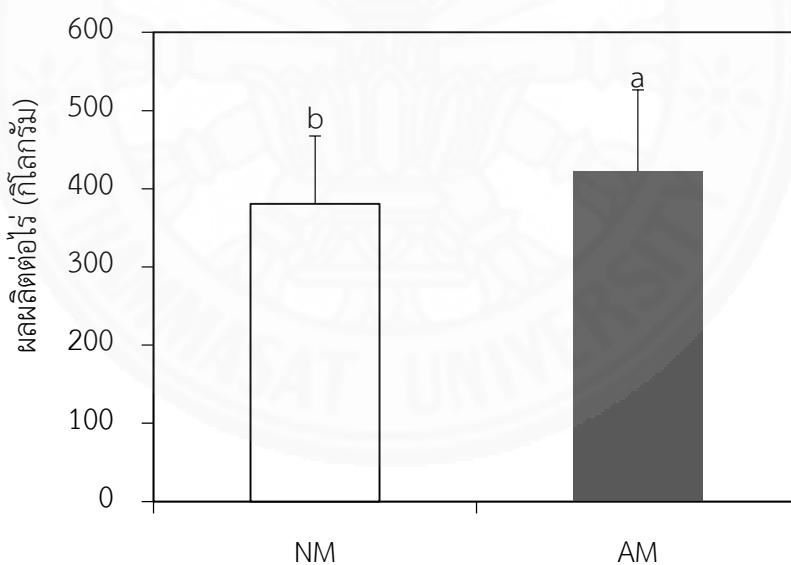
ระดับความเป็น กรด-ต่างของดิน	ปุ๋ย ฟอสฟอรัส	ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา	ผลผลิตต่อไร่ (กิโลกรัมต่อไร่)
NL	NP	NM	315±29 ^{cd}
		AM	495±17 ^a
	P100	NM	416±27 ^b
		AM	528±27 ^a
L5.0	NP	NM	262±42 ^d
		AM	453±25 ^{ab}
	P100	NM	395±21 ^b
		AM	488±29 ^a
L6.0	NP	NM	281±30 ^d
		AM	465±19 ^{ab}
	P100	NM	333±17 ^c
		AM	451±22 ^{ab}
L7.0	NP	NM	329±18 ^c
		AM	478±24 ^{ab}
	P100	NM	396±29 ^b
		AM	511±24 ^a
P value			
ปุ๋ยฟอสฟอรัส			0.016
ระดับความเป็นกรด-ต่าง			0.127
ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา			0.047
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ระดับความเป็นกรด-ต่าง			0.034
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา			0.019
ระดับความเป็นกรด-ต่าง x ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา			0.022
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ระดับความเป็นกรด-ต่าง x ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา			0.005

^{1/} ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

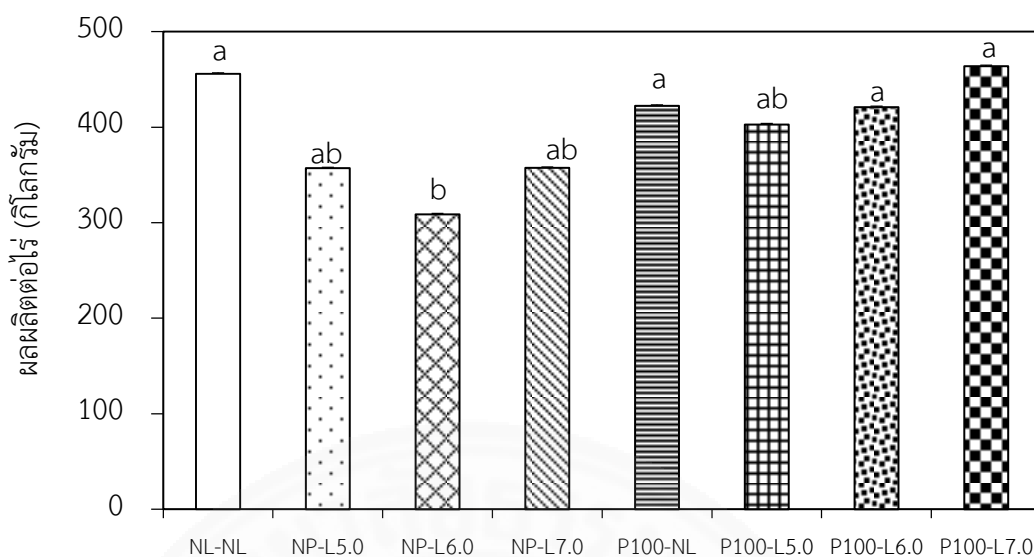
P<0.05 โดยวิธี DMRT



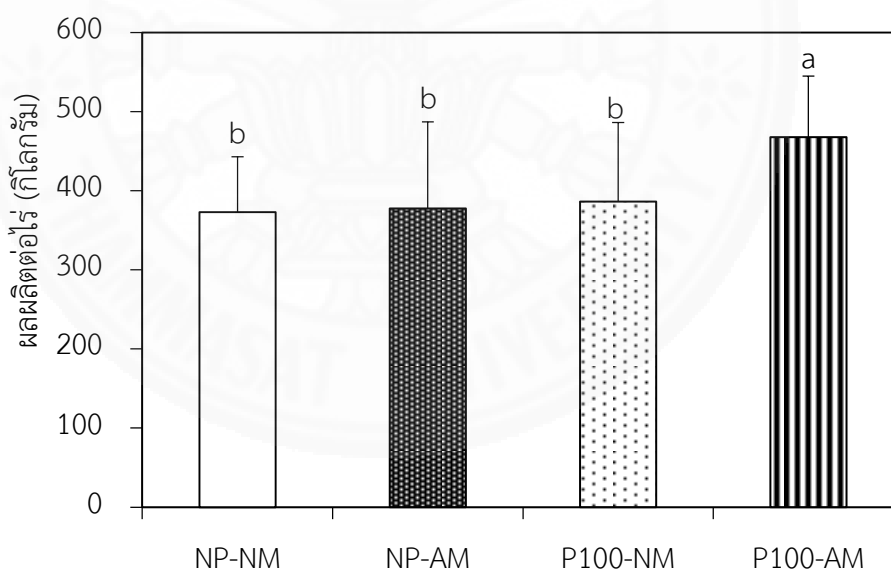
ภาพที่ 4.58 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลต่อผลผลิตต่อไร่ของข้าวโพด



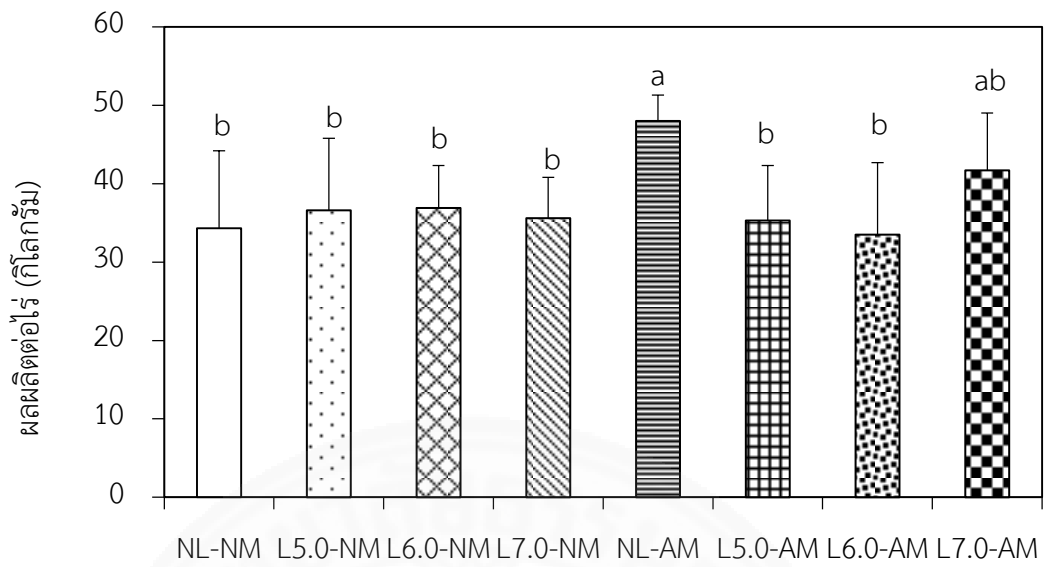
ภาพที่ 4.59 อิทธิพลของการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อผลผลิตต่อไร่ของข้าวโพด



ภาพที่ 4.60 อิทธิพลร่วมของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างต่อผลผลิตต่อไร่ของข้าวโพด



ภาพที่ 4.61 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อผลผลิตต่อไร่ของข้าวโพด



ภาพที่ 4.62 อิทธิพลของระดับความเป็นกรด-ด่างและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อผลผลิตต่อไร่ของข้าวโพด

4.1.17 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของข้าวโพด

อิทธิพลร่วมระหว่างระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (P value < 0.001) กล่าวคือ การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดมากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ทั้งเมื่อไม่ใส่หรือใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในทุกระดับของความเป็นกรด-ต่างของดิน โดยเมื่อไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (0.64 ± 0.05 มิลลิกรัมต่อต้น) มากกว่ากับการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (0.47 ± 0.08 มิลลิกรัมต่อต้น) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (0.73 ± 0.04 มิลลิกรัมต่อต้น) มากกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (0.56 ± 0.12 มิลลิกรัมต่อต้น) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินให้เป็น 5.0 พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (0.67 ± 0.08 มิลลิกรัมต่อต้น) มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (0.45 ± 0.10 มิลลิกรัมต่อต้น) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (0.69 ± 0.05 มิลลิกรัมต่อต้น) มากกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (0.53 ± 0.03 มิลลิกรัมต่อต้น) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินให้เป็น 6.0 พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (0.74 ± 0.13 มิลลิกรัมต่อต้น) มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (0.46 ± 0.08 มิลลิกรัมต่อต้น) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (0.75 ± 0.07 มิลลิกรัมต่อต้น) มากกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (0.52 ± 0.07 มิลลิกรัมต่อต้น) เมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินให้เป็น 7.0 พบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (0.67 ± 0.09 มิลลิกรัมต่อต้น) มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (0.47 ± 0.04 มิลลิกรัมต่อต้น) และการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (0.73 ± 0.03 มิลลิกรัมต่อต้น) มากกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (0.51 ± 0.10 มิลลิกรัมต่อต้น) (ตารางที่ 4.17)

อิทธิพลร่วมของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินไม่มีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (P value = 0.683) กล่าวคือ เมื่อไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส พบว่า การไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินและการปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดินเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 0.55 ± 0.11 , 0.57 ± 0.20 , 0.60 ± 0.12 และ 0.57 ± 0.13 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ เช่นเดียวกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสตามคำแนะนำ พบว่า โดยเมื่อไม่มีการปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 0.66 ± 0.11 กรัม

และเมื่อปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 พบว่ามีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด เท่ากับ 0.60 ± 0.10 , 0.63 ± 0.14 และ 0.62 ± 0.14 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ

อิทธิพลร่วมของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผล ต่อจำนวนปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (P value < 0.001) กล่าวคือ การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เพียงอย่างเดียวและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ปริมาณ ฟอสฟอรัสทั้งหมด เท่ากับ 0.69 ± 0.15 และ 0.72 ± 0.06 มิลลิกรัมต่อต้น ซึ่งมากกว่าการไม่ใส่ราอาร์ บัสคูลาร์ไม-คอร์ไรซาและการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว (0.46 ± 0.07 และ 0.54 ± 0.08 มิลลิกรัม ต่อต้น ตามลำดับ)

อิทธิพลร่วมของการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินและการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไร-ซามีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (P value < 0.001) โดยพบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับการไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างและปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 มีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (0.68 ± 0.07 , 0.68 ± 0.15 , 0.74 ± 0.16 และ 0.70 ± 0.07 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไร ซาร่วมกับการไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างและปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0, 6.0 และ 7.0 (0.53 ± 0.12 , 0.49 ± 0.08 , 0.49 ± 0.07 และ 0.49 ± 0.07 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ)

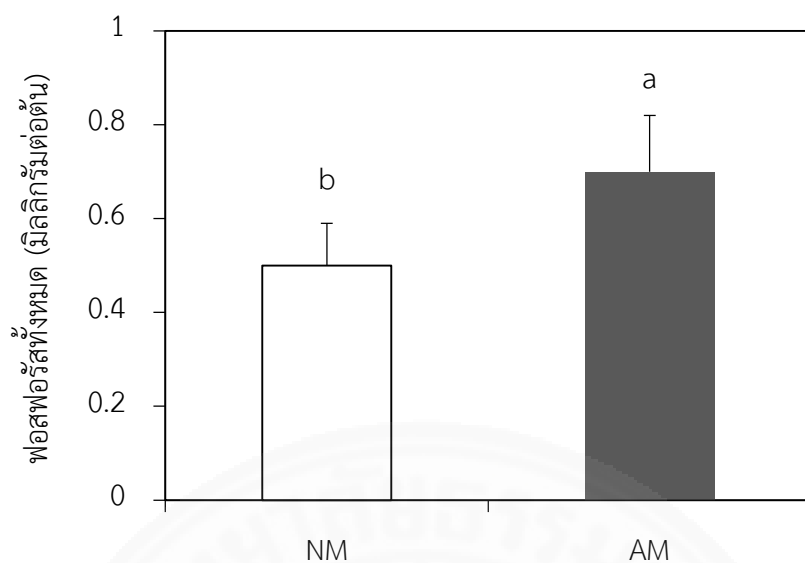
อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสไม่มีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (P value = 0.441) โดยพบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด เท่ากับ 0.63 ± 0.12 มิลลิกรัมต่อต้น ไม่แตกต่างเมื่อเปรียบเทียบกับ การไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัส ทั้งหมด เท่ากับ 0.57 ± 0.15 มิลลิกรัมต่อต้น อย่างไรก็ตาม อิทธิพลของการปรับระดับความเป็นกรด- ด่างของดินไม่มีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (P value = 0.847) โดยพบว่า การไม่ปรับระดับความ เป็นกรด-ด่างของดินและการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.0 6.0 และ 7.0 มีผลทำให้ปริมาณ ฟอสฟอรัสทั้งหมด เท่ากับ 0.61 ± 0.12 , 0.59 ± 0.15 , 0.62 ± 0.18 และ 0.60 ± 0.13 มิลลิกรัมต่อต้น และ อิทธิพลของการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (P value < 0.001) โดยพบว่า การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (0.70 ± 0.12 มิลลิกรัมต่อต้น) มากกว่าการไม่ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (0.50 ± 0.09 มิลลิกรัมต่อต้น) อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.17 ผลของระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน ปุ๋ยฟอสฟอรัส และการใส่ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาต่อปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของข้าวโพด

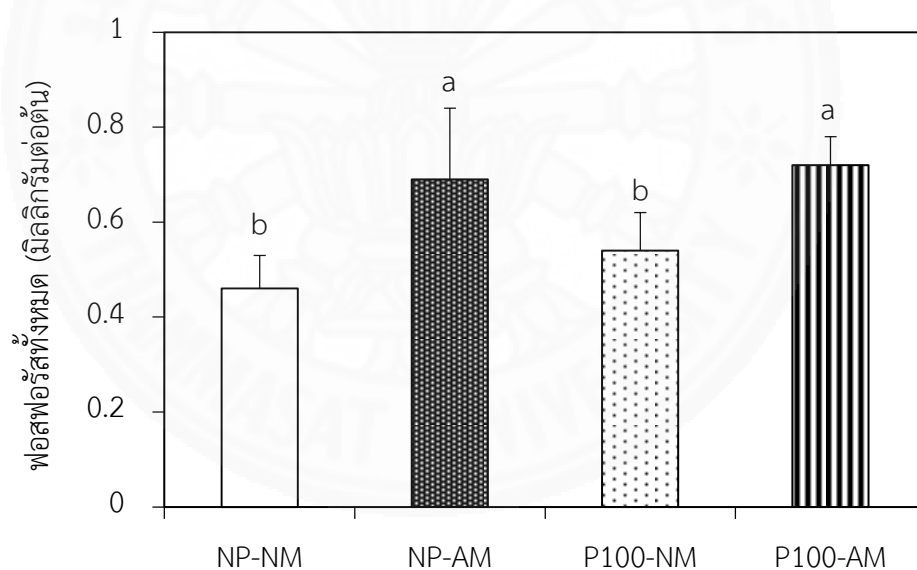
ระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน	ปุ๋ยฟอสฟอรัส	ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา	ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของข้าวโพด (มิลลิกรัมต่อต้น)
NL	NP	NM	0.47±0.08 ^{de 1/}
		AM	0.64±0.05 ^{abcd}
	P100	NM	0.56±0.12 ^{bcde}
		AM	0.73±0.04 ^a
L5.0	NP	NM	0.45±0.10 ^f
		AM	0.67±0.08 ^{ab}
	P100	NM	0.53±0.03 ^{cde}
		AM	0.69±0.05 ^{ab}
L6.0	NP	NM	0.46±0.08 ^e
		AM	0.74±0.13 ^a
	P100	NM	0.52±0.07 ^{cde}
		AM	0.75±0.07 ^a
L7.0	NP	NM	0.47±0.04 ^{de}
		AM	0.70±0.09 ^{abc}
	P100	NM	0.51±0.10 ^{cd}
		AM	0.69±0.03 ^a
P value			
ปุ๋ยฟอสฟอรัส			0.441
ระดับความเป็นกรด-ด่าง			0.847
ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา			<0.001
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ระดับความเป็นกรด-ด่าง			0.683
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา			<0.001
ระดับความเป็นกรด-ด่าง x ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา			<0.001
ปุ๋ยฟอสฟอรัส x ระดับความเป็นกรด-ด่าง x ราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซา			<0.001

^{1/} ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

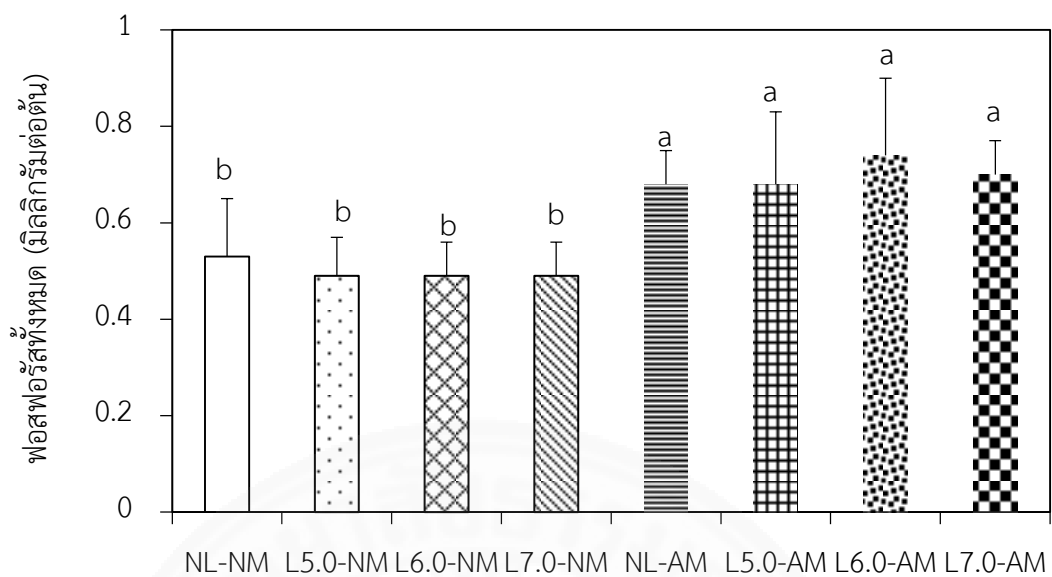
P<0.05 โดยวิธี DMRT



ภาพที่ 4.63 อิทธิพลของการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของข้าวโพด



ภาพที่ 4.64 อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของข้าวโพด



ภาพที่ 4.65 อิทธิพลของระดับความเป็นกรด-ด่างและการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของข้าวโพด

4.1.18 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน และปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อประสิทธิภาพของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด

อิทธิพลร่วมของระดับความเป็นกรด-ต่างของดินและปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลต่อประสิทธิภาพของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด (P value < 0.001) กล่าวคือ ประสิทธิภาพของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดเมื่อไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส สูงกว่าเมื่อใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในทุกระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน โดยพบว่า ประสิทธิภาพของรา อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดเมื่อไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในแต่ละระดับของความเป็นกรด-ต่างของดิน เท่ากับ 112 ± 8 , 108 ± 6 , 112 ± 10 และ 93 ± 5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าประสิทธิภาพของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดเมื่อใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในแต่ละระดับของความเป็นกรด-ต่างของดิน เท่ากับ 54 ± 5 , 82 ± 4 , 77 ± 3 และ 53 ± 4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.18)

ตารางที่ 4.18 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน และปุ๋ยฟอสฟอรัส ต่อประสิทธิภาพของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด

ระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน	ปุ๋ยฟอสฟอรัส	ประสิทธิภาพของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด (เปอร์เซ็นต์)
NL	NP	112 ± 8 ^{a 1/}
	P100	54 ± 5 ^d
L5.0	NP	108 ± 6 ^a
	P100	82 ± 4 ^b
L6.0	NP	112 ± 10 ^a
	P100	77 ± 3 ^c
L7.0	NP	93 ± 5 ^a
	P100	53 ± 4 ^d

^{1/} ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ โดยวิธี DMRT

4.1.19 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน และปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อประสิทธิภาพของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อผลผลิตต่อไร่ของข้าวโพด

อิทธิพลร่วมของระดับความเป็นกรด-ต่างของดินและปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลต่อประสิทธิภาพของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อผลผลิตต่อไร่ของข้าวโพด (P value < 0.001) กล่าวคือ ประสิทธิภาพของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อผลผลิตต่อไร่ของข้าวโพดเมื่อไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส สูงกว่าเมื่อใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในทุกๆระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน โดยพบว่า ประสิทธิภาพของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดเมื่อไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในแต่ละระดับของความเป็นกรด-ต่างของดิน เท่ากับ 57 ± 3 , 73 ± 7 , 65 ± 4 และ 45 ± 5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่า ประสิทธิภาพของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อผลผลิตต่อไร่ของข้าวโพดเมื่อใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในแต่ละระดับของความเป็นกรด-ต่างของดิน เท่ากับ 27 ± 3 , 24 ± 6 , 35 ± 4 และ 29 ± 5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อผลผลิตต่อไร่ของข้าวโพดสูงที่สุด เมื่อไม่ใส่ปุ๋ยที่ระดับความเป็นกรด-ต่าง 5.0 และ 6.0 (ตารางที่ 4.19)

ตารางที่ 4.19 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน และปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อประสิทธิภาพของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อผลผลิตของข้าวโพด

ระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน	ปุ๋ยฟอสฟอรัส	ประสิทธิภาพของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อผลผลิตของข้าวโพด (เปอร์เซ็นต์)
NL	NP	57 ± 3 ^{b 1/}
	P100	27 ± 3 ^c
L5.0	NP	73 ± 7 ^a
	P100	24 ± 6 ^d
L6.0	NP	65 ± 4 ^a
	P100	35 ± 4 ^c
L7.0	NP	45 ± 5 ^b
	P100	29 ± 5 ^c

^{1/} ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ โดยวิธี DMRT

4.1.20 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน และปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อประสิทธิภาพของราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาต่อการดูดซับฟอสฟอรัสของข้าวโพด

อิทธิพลร่วมของระดับความเป็นกรด-ต่างของดินและปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลต่อประสิทธิภาพของราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาต่อการดูดซับฟอสฟอรัสของข้าวโพด (P value < 0.001) กล่าวคือ ประสิทธิภาพของราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาต่อการดูดซับฟอสฟอรัสของข้าวโพดเมื่อไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส สูงกว่าเมื่อใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในทุกระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน โดยพบว่า ประสิทธิภาพของราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาต่อการดูดซับฟอสฟอรัสของข้าวโพดเมื่อไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในแต่ละระดับของความเป็นกรด-ต่างของดิน เท่ากับ 36 ± 2 , 49 ± 7 , 61 ± 5 และ 49 ± 6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าประสิทธิภาพของราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาต่อการดูดซับฟอสฟอรัสของข้าวโพดเมื่อใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในแต่ละระดับของความเป็นกรด-ต่างของดิน เท่ากับ 30 ± 3 , 30 ± 4 , 44 ± 7 และ 35 ± 3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.20)

ตารางที่ 4.20 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน และปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อประสิทธิภาพของราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาต่อการดูดซับฟอสฟอรัสของข้าวโพด

ระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน	ปุ๋ยฟอสฟอรัส	ประสิทธิภาพของราอาร์บัสคูลารีไมคอร์ไรซาต่อการดูดซับฟอสฟอรัสของข้าวโพด (เปอร์เซ็นต์)
NL	NP	36 ± 2 ^{c 1/}
	P100	30 ± 3 ^d
L5.0	NP	49 ± 7 ^b
	P100	30 ± 4 ^d
L6.0	NP	61 ± 5 ^a
	P100	44 ± 7 ^{bc}
L7.0	NP	49 ± 6 ^b
	P100	35 ± 3 ^c

^{1/} ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P<0.05 โดยวิธี DMRT

4.1.21 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน และปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อการเข้าอยู่อาศัยของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากข้าวโพด

อิทธิพลร่วมของระดับความเป็นกรด-ต่างของดินและปุ๋ยฟอสฟอรัสไม่มีผลต่อการเข้าอยู่อาศัยของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากข้าวโพด (P value =0.744) กล่าวคือ การเข้าอยู่อาศัยของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากข้าวโพดเมื่อไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในแต่ละระดับของความเป็นกรด-ต่างของดิน เท่ากับ 41.0 ± 10.2 , 38.4 ± 12.1 , 45.6 ± 6.7 และ 48.7 ± 12.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การเข้าอยู่อาศัยของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากข้าวโพดเมื่อใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในแต่ละระดับของความเป็นกรด-ต่างของดิน เท่ากับ 45.0 ± 12.1 , 41.0 ± 5.5 , 52.0 ± 6.8 และ 44.3 ± 6.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.21)

ตารางที่ 4.21 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน และปุ๋ยฟอสฟอรัส ต่อการเข้าอยู่อาศัยของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากข้าวโพด

ระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน	ปุ๋ยฟอสฟอรัส	การเข้าอยู่อาศัยของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (เปอร์เซ็นต์)
NL	NP	41.0 ± 10.2 ^{1/}
	P100	45.0 ± 12.1
L5.0	NP	38.4 ± 12.1
	P100	41.0 ± 5.5
L6.0	NP	45.6 ± 6.7
	P100	52.0 ± 6.8
L7.0	NP	48.7 ± 12.9
	P100	44.3 ± 6.8

^{1/} ค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.1.22 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน และปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อจำนวนสปอร์ของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดิน

อิทธิพลร่วมของระดับความเป็นกรด-ต่างของดินและปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลต่อจำนวนสปอร์ของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดิน (P value < 0.001) กล่าวคือ ที่ระดับความเป็นกรด-ต่าง 5.0 และ 6.0 พบว่า เมื่อมีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้จำนวนสปอร์ของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดิน (476 ± 30 และ 566 ± 74 สปอร์ต่อดิน 100 กรัม ตามลำดับ) มากกว่าเมื่อมีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (476 ± 30 และ 566 ± 74 สปอร์ต่อดิน 100 กรัม ตามลำดับ) แต่ที่ระดับความเป็นกรด-ต่าง 7.0 และการไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน พบว่า พบว่า เมื่อมีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้จำนวนสปอร์ของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดิน (411 ± 70 และ 155 ± 32 สปอร์ต่อดิน 100 กรัม ตามลำดับ) น้อยกว่าเมื่อมีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (487 ± 51 และ 294 ± 42 สปอร์ต่อดิน 100 กรัม ตามลำดับ) (ตารางที่ 4.22)

ตารางที่ 4.22 ผลของระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน และปุ๋ยฟอสฟอรัส ต่อจำนวนสปอร์ของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดิน

ระดับความเป็นกรด-ต่างของดิน	ปุ๋ยฟอสฟอรัส	จำนวนสปอร์ของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดิน (สปอร์ต่อดิน 100 กรัม)
NL	NP	$155 \pm 32^{e \ 1/}$
	P100	294 ± 42^d
L5.0	NP	476 ± 30^{bc}
	P100	341 ± 22^d
L6.0	NP	566 ± 74^a
	P100	533 ± 26^{ab}
L7.0	NP	411 ± 70^c
	P100	487 ± 51^b

^{1/} ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ โดยวิธี DMRT

4.2 อภิปรายผลการทดลอง

จากผลการทดลองจะเห็นว่า การใช้ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ทำให้ข้าวโพดมีการเจริญเติบโตทางลำต้น มากกว่าการไม่ใช้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รวมถึงจำนวนวันออกไหมและวันที่เกสรตัวผู้บาน 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะเห็นว่าการใช้ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาให้ผลที่ดีกว่าเช่นกัน แม้ว่าจะมีการปรับและไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดินรวมถึงการใส่หรือไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสก็ตาม ทั้งนี้เนื่องจาก ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซานั้นมีการแตกเส้นใยราออกไปในดินจึงมีพื้นที่ผิวในการดูดซับธาตุอาหาร จึงมีประสิทธิภาพในการดูดซับและลำเลียงธาตุอาหารให้แก่พืชที่มีการเข้าอาศัยได้มากกว่าพืชที่ไม่มีการเข้าอาศัย นอกจากนี้ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซายังมีการปล่อยกรดอินทรีย์อ่อนๆ เพื่อละลายธาตุอาหารบางชนิดที่อยู่ในรูปไม่เหมาะสมให้อยู่ในรูปที่พืชใช้ได้ พืชจึงสามารถดูดธาตุอาหารเหล่านั้นไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ดีมากขึ้นกว่าการไม่มีการเข้าอาศัย สอดคล้องกับงานทดลองของ Shantanu et al. (2013) ได้ศึกษาการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาให้กับ *Stevia rebaudiana* (Bertoni) ซึ่งเป็นพืชสมุนไพรช่วยลดโรคเบาหวาน พบว่า ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทำให้พืชได้รับธาตุอาหารได้เพิ่มขึ้น โดยได้รับธาตุฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น 74 เปอร์เซ็นต์ ธาตุโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น 32 เปอร์เซ็นต์ ธาตุทองแดงเพิ่ม 81 เปอร์เซ็นต์ และธาตุสังกะสีเพิ่มขึ้นถึง 41 เปอร์เซ็นต์ และยังสอดคล้องกับงานทดลองของ Miransari et al. (2009) ที่ได้ศึกษาการดูดซับธาตุอาหารของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซากับข้าวโพด ซึ่งพบว่า พืชที่มีราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเข้าอยู่อาศัยในรากได้รับธาตุอาหารมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยได้รับธาตุฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น 60 เปอร์เซ็นต์ และธาตุเหล็กเพิ่มขึ้น 58 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในสภาวะปกติธาตุอาหารพืชในดินจะมีการถูกชะล้างหรือสูญเสียไปโดยพืชไม่สามารถดูดใช้ได้ทัน ฉะนั้นการใช้ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเข้าอาศัยในรากพืชจะส่งผลให้พืชได้รับธาตุฟอสฟอรัสและธาตุอาหารอื่นๆ ได้มากขึ้นผ่านทางกลไกการดำรงชีวิตแบบพึ่งพาอาศัย เนื่องจากมีเส้นใยราที่กระจายอย่างหนาแน่นในดิน จึงมีประสิทธิภาพในการดูดซับธาตุฟอสฟอรัสและลำเลียงอื่นๆ มาให้แก่พืชได้มากกว่าการดูดซับของระบบรากพืชหลายเท่า (Drew et al., 2003) นอกจากนี้ยังมีงานทดลองของ Pinochet et al. (1997) ได้พบว่าเมื่อมีการใช้ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา *G. intraradices* กับ ต้นกล้วย ต้นกล้วยมีการเจริญเติบโตมากกว่าการไม่ใช้ราอย่างมีนัยสำคัญ และยังมีงานทดลองของ Sarabia et al. (2017) ซึ่งการทดลองนี้ได้ทดลองปลูกข้าวโพดในดินที่มีธาตุฟอสฟอรัสต่ำ โดยการใช้ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา *R. irregularis* ร่วมกับยีสต์ ปรากฏว่าสิ่งทดลองที่มีการใช้ราส่งผลให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของข้าวโพดเพิ่มขึ้นมากถึง 237 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับการใช้ และสิ่งทดลองที่มีการใช้ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา *R. irregularis* ร่วมกับยีสต์ *C. flavus* และ *C. railenensis* ปรากฏว่าน้ำหนักแห้งรากมีมากกว่าการไม่ใช้เชื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อีกทั้งยังสอดคล้องกับการทดลองของ Liu et al. (2018) ที่ได้ทดลองปลูกข้าวโพดในดินที่มีการปนเปื้อน

ของ cadmium (Cd) และการใช้ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา *G. intraradices* ร่วมกับการใช้ Biochar เมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองควบคุม พบว่าการใช้ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตได้มากถึง 24 เปอร์เซ็นต์ และน้ำหนักสดของข้าวโพดมีมากกว่าการไม่ใช้ถึง 52 เปอร์เซ็นต์

อย่างไรก็ตาม ในสิ่งทดลองที่มีการปรับและไม่ปรับระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันในทุกระดับความเป็นกรด-ด่าง ทั้งนี้เนื่องมาจากราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (*Glomus intraradices*) สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้ในช่วงความเป็นกรด-ด่างของดินที่กว้าง ซึ่งมีการทดลองของ Wang et al. (1993) ทำการทดลองในข้าวโอ๊ตและมะเขือเทศ ในดินที่มีความเป็นกรด-ด่างต่างกัน พบว่า ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสายพันธุ์ *Glomus albidum*, *Glomus caledonium*, *Glomus etuncatum*, *Glomus fasciculatum*, *Glomus macrocarpum*, *Glomus* sp. (hyaline, reticulate) และ *Glomus* sp. (multiple-walled) มีการเข้าอาศัยของเชื้อที่ความเป็นกรด-ด่างที่ 5.5-7.5 นอกจากนี้ยังพบว่าที่ระดับความเป็นกรด-ด่าง 7.5 นั้นไม่มีการเข้าอาศัยของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Abbott and Robson (1985) ซึ่งพบว่า ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสายพันธุ์ *Glomus fasciculatum* มีการเข้าอาศัยในรากพืชในช่วงความเป็นกรด-ด่าง 5.3-7.5 นอกจากนี้ยังมีการทดลองของ Plenchette and Duponnois (2005) ที่ได้ทดลองปลูก *Atriplex nummularia* ในดินที่มีฟอสฟอรัสต่ำ (4.3 ppm Olsen) และมี pH 5.6 ปรากฏว่า *A. nummularia* มีการพึ่งพาราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเป็นอย่างมาก โดยพบว่า มวลชีวภาพของสิ่งทดลองที่มีการใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา *G. intraradices* มีค่ามากกว่าการไม่ใส่เชื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในส่วนของรากมีค่ามากกว่าถึง 42.7 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับการไม่ใช้ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา *G. intraradices*

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ระดับความเป็นกรด-ด่างของดินไม่มีผลต่อประสิทธิภาพของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา *Glomus intraradices* แต่การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลทำให้ประสิทธิภาพของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ลดลง อย่างไรก็ตาม การใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสามารถเพิ่มการเจริญเติบโต ผลผลิต และ ปริมาณฟอสฟอรัสของข้าวโพดได้ในทุกระดับของความเป็นกรด-ด่างของดิน โดยไม่ต้องใส่ปุ๋ย ฟอสฟอรัส

5.2 ข้อเสนอแนะ

ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสามารถใช้ได้กับดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำในทุกระดับของ ความเป็นกรด-ด่างของดิน โดยไม่ต้องใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส

รายการอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2553. คู่มือการปฏิบัติงาน กระบวนการวิเคราะห์ตรวจสอบดินทางเคมี. แหล่งที่มา: <http://www.ddd.go.th/PMQA/2553/Manual/OSD-03.pdf>, 9 ตุลาคม 2560.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2553. แผ่นพับเรื่อง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ กลุ่มสื่อส่งเสริมการเกษตร ฝ่ายโรงพิมพ์ สำนักพัฒนาการถ่ายทอดเทคโนโลยี กรมส่งเสริมการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- กิตติมา ด้วงแค. 2548. ไมคอร์ไรซา: ความหลากหลาย และแนวทางการพัฒนา. รายงานการประชุม ความหลากหลายทางชีวภาพด้านป่าไม้และสัตว์ป่า “ความก้าวหน้าของผลงานและกิจกรรมปี 2548”. วันที่ 21-24 สิงหาคม 2548. โรงแรมริเจนท์, เพชรบุรี.
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 10. ภาควิชาปฐพีวิทยา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 547 หน้า.
- คลังปัญญามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 2002. วิธีการวิจัย. แหล่งที่มา: http://kb.psu.ac.th/psukb/bitstream/2553/2016/7/242646_ch2.pdf, 30 กันยายน 2560.
- ทัศนีย์ อัดตะนันท์ และจรงค์ จันท์เจริญสุข. 2542. แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน และพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 108 หน้า.
- นวรรตน์ อุดมประเสริฐ. 2558. สรีรวิทยาของพืชภายใต้สภาวะเครียด. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- พัทตร์เพ็ญ ภูมิพันธ์. 2557. การทดแทนปุ๋ยฟอสฟอรัสโดยราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินที่มีการตรึงฟอสฟอรัส. Thai Journal of Science and Technology 3: 173-181.
- สายัณห์ สดุดี. 2537. สภาวะการขาดน้ำในการผลิตพืช. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ .
- ยงยุทธ โอสดสภา. 2552. ธาตุอาหารพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 529 หน้า.
- ยงยุทธ โอสดสภา อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชวลิต ฮงประยูร. 2554. ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 519 หน้า.
- สมชาย ชดตระกูลการ. 2546. พืชเศรษฐกิจ. ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปทุมธานี. 239 หน้า.

- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2560. ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร. แหล่งที่มา:
<http://www.oae.go.th/download/prcai/DryCrop/amphoe/maize-amphoe56.pdf>, 29 กันยายน 2560.
- Abd Allah, E. F., Hashem, A., Alqarawi, A. A., Bahkali, A. H., and Alwhibi, M. S. 2015. Enhancing growth performance and systemic acquired resistance of medicinal plant *Sesbania sesban* (L.) Merr using arbuscular mycorrhizal fungi under salt stress. *Saudi J Biol Sci.* 22: 274-283.
- Abbott, L. K. and Robson, A. D. 1985. Formation of external hyphae in soil by four species of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *New Phytol.* 99: 245-255.
- Abdel-Fattah, G. M., Asrar, A. A., Al-Amri, S. M. and Abdel-Salam, E. M. 2014. Influence of arbuscular mycorrhiza and phosphorus fertilization on the gas exchange, growth and phosphatase activity of soybean (*Glycine max* L.) plants. *Photosynthetica* 52: 581-588.
- Alberton, O., Kuyper, T.W. 2009. Ectomycorrhizal fungi associated with *Pinus sylvestris* seedlings respond differently to increased carbon and nitrogen availability: implications for ecosystem responses to global change. *Global Change Biology* 15: 166-175.
- Al-Karaki, G. N. 2000. Growth of mycorrhizal tomato and mineral acquisition under salt stress. *Mycorrhiza*. 10: 51-54.
- Bai, J., Lin, X., Yin, R., Zhang, H., Junhua, W., Xueming, C. and Yongming, L. 2008. The influence of arbuscular mycorrhizal fungi on As and P uptake by maize (*Zea mays* L.) from As-contaminated soils. *Appl. Soil. Ecol.* 38: 137-145.
- Bethlenfalvay, G. J. and Barea, J.M. 1994. Mycorrhizae in sustainable agriculture. I. effects on seed yield and soil aggregation. *Am. J. Altern. Agric.* 9: 157-161.
- Boehm, M. M. and Anderson, D. W. 1997. A landscape-scale study of soil quality in three prairie farming systems. *Soil. Sci. Soc. Am. J.* 61: 1147-1159.
- 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.
- Bonfante, P. and Genre, A. 2010. Mechanisms underlying beneficial plant-fungus interactions in mycorrhizal symbiosis. *Nat. Commun.* 1: 48-48.

- Borowicz, V.A., 2001. Do arbuscular mycorrhizal fungi alter plant-pathogen relations. *Ecology* 82: 3057–3068.
- Bucher, M. 2007. Functional biology of plant phosphate uptake at root and mycorrhiza interfaces. *New Phytol.* 173: 11-26.
- Chang, D. C. N. 1996. The Use of Arbuscular Mycorrhiza (AM) Fungi for Horticultural Crops. FFTC., Taipei City. 144 p.
- Chen, Y. Y., Hu, C. Y. and Xiao, J. X. 2017. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on the growth and zinc uptake of trifoliolate orange (*Poncirus trifoliata*) seedlings grown in low-zinc soil. *J. Plant Nutr.* 40: 324-331.
- Clark, R. B. 1997. Arbuscular mycorrhizal adaptation, spore germination, root colonization, and host plant growth and mineral acquisition at low pH. *Plant Soil* 192: 15-35.
- Clark, R. B., Zeto, S. K. and Zobel, R. W. 1999. Arbuscular mycorrhizal fungal isolate effectiveness on growth and root colonization of *Panicum virgatum* in acidic soil. *Soil. Biol. Biochem.* 31: 1757-1763.
- Daniels, B. A. and Skipper, H. D. 1982. Methods for the recovery and quantitative Estimation of propagules from soil. pp. 29-36. *In*: Schenck, N.C. (ed.). *Methods and Principles of Mycorrhizal Research*. APS., St. Paul, Minnesota.
- David Moore. 2012. Nutrient exchange. Available Source: http://www.davidmoore.org.uk/assets/mostly_myecology/diane_howarth/nutrients.htm, 5 April 2016.
- 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.
- Giri, B., Kapoor, R. and Mukerji, K.G., 2003., Influence of arbuscular mycorrhizal fungi and salinity on growth, biomass and mineral nutrition of *Acacia auriculiformis*, *Biol. Fertil. Soils* 38: 170-175.
- Jakobsen, I. 2004. Hyphal fusion to plant species connections-giant mycelia and community nutrient flow. *New Phytol.* 164: 4-7.

- 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. Ecol.* 55: 45-53.
- Johnson, D., Leake, J. R. and Read, D. J. 2002. Transfer of recent photosynthate into mycorrhizal mycelium of an upland grassland: short-term respiratory losses and accumulation of ^{14}C . *Soil Biol. Biochem.* 34: 1521-1524.
- Johnson, N. C., Caroline Angelard, I. R. S. and Kiers, E. T. 2013. Predicting community and ecosystem outcomes of mycorrhizal responses to global change. *Ecology Letters* 16: 140-153.
- Karagiannidis, N., Bletsos, F. and Stavropoulos, N. 2002. Effect of *Verticillium* wilt (*Verticillium dahliae* Kleb.) and mycorrhiza (*Glomus mosseae*) on root colonization, growth and nutrient uptake in tomato and eggplant seedlings. *Scientia Horticulturae* 94: 145-156.
- Kasiamdari, R. S., Smith, S. E., Smith, F. A. and Scott, E. S. 2002. Influence of the mycorrhizal fungus, *Glomus coronatum*, and soil phosphorus on infection and disease caused by binucleate *Rhizoctonia* and *Rhizoctonia solani* on mung bean (*Vigna radiata*). *Plant Soil* 238: 235-244.
- Krishnamoorthy, R., Kim, K., Subramanian, P., Senthilkumar, M., Anandham, R., and Sa, T. 2016. Arbuscular mycorrhizal fungi and associated bacteria isolated from salt-affected soil enhances the tolerance of maize to salinity in coastal reclamation soil. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 231: 233-239.
- Lin, J., Wang, Y., Sun, S., Mu, C., and Yan, X. 2016. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on the growth, photosynthesis and photosynthetic pigments of *Leymus chinensis* seedlings under salt-alkali stress and nitrogen deposition. *Sci. Total Environ.* 576: 234-241.
- Liu, L., Li, J., Yue, F., Yan, X., Wang, F., Bloszies, S. and Wang, Y. 2018. Effects of arbuscular mycorrhizal inoculation and biochar amendment on maize growth, cadmium uptake and soil cadmium speciation in Cd-contaminated soil. *Chemosphere* 194: 495-503.

- Mandal, S., Evelin, H., Giri, B., Singh, V. P. and Kapoor, R. 2013. Arbuscular mycorrhiza enhances the production of stevioside and rebaudioside-A in *Stevia rebaudiana* via nutritional and non-nutritional mechanisms. *Applied Soil Ecology* 72: 187-194.
- Mark, G. L. and Cassells, A. C. 1996. Genotype-dependence in the interaction between *Glomus fistulosum*, *Phytophthora fragariae* and the wild strawberry (*Fragaria vesca*). *Plant and soil* 185: 233-239.
- 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. *Sci. Food Agric.* 89: 1843-1850.
- Miransari, M., Bahrami, H. A., Rejali, F., and Malakouti, M. J. 2009. Effects of arbuscular mycorrhiza, soil sterilization, and soil compaction on wheat (*Triticum aestivum* L.) nutrients uptake. *Soil and Tillage Research* 104: 48-55.
- Miller, R. M., Miller, S. P., Jastrow, J. D. and Rivetta, C. B. 2002. Mycorrhizal mediated feedbacks influence net carbon gain and nutrient uptake in *Andropogon gerardii*. *New Phytol.* 155: 149-162.
- Ouzounidou, G., Skiada, V., Papadopoulou, K. K., Stamatis, N., Kavvadias, V., Eleftheriadis, E., and Gaitis, F. 2015. Effects of soil pH and arbuscular mycorrhiza (AM) inoculation on growth and chemical composition of chia (*Salvia hispanica* L.) leaves. *Brazilian Journal of Botany* 38: 487-495.
- Plenchette, C. and Duponnois, R. 2005. Growth response of the saltbush *Atriplex nummularia* L. to inoculation with the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices*. *Journal of Arid Environments* 61(4): 535-540.
- Poomipan, P., Suwanarit, A., Suwanarit, P., Nopamornbodi, O. and Dell, B. 2011. Reintroduction of a native *Glomus* to a tropical Ultisol promoted grain yield in maize after fallow restored the density of arbuscular mycorrhizal fungal spores. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 174: 257-268.
- Wu, Q. S., Cao, M. Q., Zou, Y. N. and He, X. H. 2014. Direct and indirect effects of glomalin, mycorrhizal hyphae, and roots on aggregate stability in rhizosphere of trifoliolate orange. *Scientific Reports* 4: 4287.

- 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.
- Rosilaine, C., Sandra, F. B. T., Vera, L. R. B. and Eraldo, S. S. 2007. The effect of different soil properties on arbuscular mycorrhizal colonization of peanuts, sorghum and maize. *Acta. bot. bras.* 21(3): 723-730.
- Ruiz-Lozano, J. M., Azcón, R. and Gómez, M. 1995. Effects of arbuscular mycorrhizal *Glomus* species on drought tolerance: physiological and nutritional plant responses. *Appl. Environ. Microbiol.* 61: 456-460.
- 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.
- Sarabia, M., Jakobsen, I., Grønlund, M., Carreon-Abud, Y., & Larsen, J. 2018. Rhizosphere yeasts improve P uptake of a maize arbuscular mycorrhizal association. *Applied Soil Ecology* 125: 18-25.
- Schnepf, A., Leitner, D., Klepsch, S., Pellerin, S. and Mollier, A. 2011. Modelling Phosphorus Dynamics in the Soil-Plant System. pp. 113-133. *In: Bünemann, E.K., Oberson, A. and Frossard, E., Phosphorus in Action: Biological Processes in Soil Phosphorus Cycling.* Springer. Heidelberg.
- Siddiky, M. R. K., Schaller, J., Caruso, T. and Rillig, M. C. 2012. Arbuscular mycorrhizal fungi and collembola non-additively increase soil aggregation. *Soil Biology and Biochemistry* 47: 93-99.
- Sharifi, M., Ghorbanli, M. and Ebrahimzadeh, H. 2007. Improved growth of salinity-stressed soybean after inoculation with pre-treated mycorrhizal fungi. *J. Plant Physio.* 164: 1144-1151.
- Sharma, D., Kapoor, R. and Bhatnagar, A. K. 2009. Differential growth response of *Curculigo orchioides* to native arbuscular mycorrhizal fungal (AMF) communities varying in number and fungal components. *European Journal of Soil Biology* 45: 328-333.

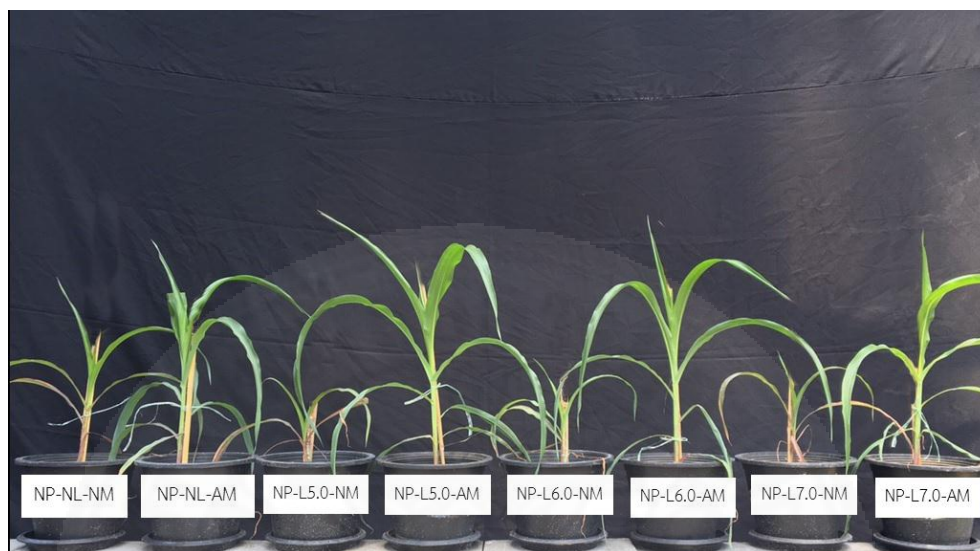
- Sukhada, M., Manjula, R. and Rawal, R. D. 2011. Evaluation of arbuscular mycorrhiza and other biocontrol agents against *Phytophthora parasitica* var. *nicotianae* infecting papaya (*Carica papaya* cv. Surya) and enumeration of pathogen population using immunotechniques. *Biological Control* 58: 22-29.
- Toth, R. and Miller, R. M. 1984. Dynamics of arbuscule development and degeneration in a *Zea mays* mycorrhiza Maize inoculated with the fungus *Glomus fasciculatus*, cytology. *American Journal of Botany* (USA). 449.
- Trotta, A., Varese, G. C., Gnani, E., Fusconi, A., Sampo, S. and Berta, G. 1996. Interactions between the soilborne root pathogen *phytophthora nicotinae* var. *parasitica* and the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* in tomato plants. *Plant and soil* 185: 199-209.
- 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., Green, V., and Cavigelli, M. 2007. Glomalin in aggregate size classes from three different farming systems. *Soil and Tillage Research* 94: 546-549.
- Wright, S. F. and Upadhyaya, A. 1998. A survey of soils for aggregate stability and glomalin, a glycoprotein produced by hyphae of AM fungi. *Plant Soil* 198: 97-107.
- Guo, Y., Ni, Y. and Huang, J. 2010. Effects of rhizobium, arbuscular mycorrhiza and lime on nodulation, growth and nutrient uptake of lucerne in acid purplish soil in China. *Tropical Grasslands* 44: 109–114.
- Zarik, L., Meddich, A., Hijri, M., Hafidi, M., Ouahmane, A., Ouahmane, L., Duponnois, R. and Boumezzough, A. 2016. Use of arbuscular mycorrhizal fungi to improve the drought tolerance of *Cupressus atlantica* G. C. R. *Biol.* 339: 185-96.
- Zhang, J., Tang, X., He, X., and Liu, J. 2015. Glomalin-related soil protein responses to elevated CO₂ and nitrogen addition in a subtropical forest: Potential consequences for soil carbon accumulation. *Soil Biology and Biochemistry* 83: 142-149.

Zhao, R., Guo, W., Bi, N., Guo, J., Wang, L., Zhao, J. and Zhang, J. 2015. Arbuscular mycorrhizal fungi affect the growth, nutrient uptake and water status of maize (*Zea mays* L.) grown in two types of coal mine spoils under drought stress. *Applied soil ecology* 88: 41-49.





ภาคผนวก ก
การเจริญเติบโตของข้าวโพดไร่ลูกผสม



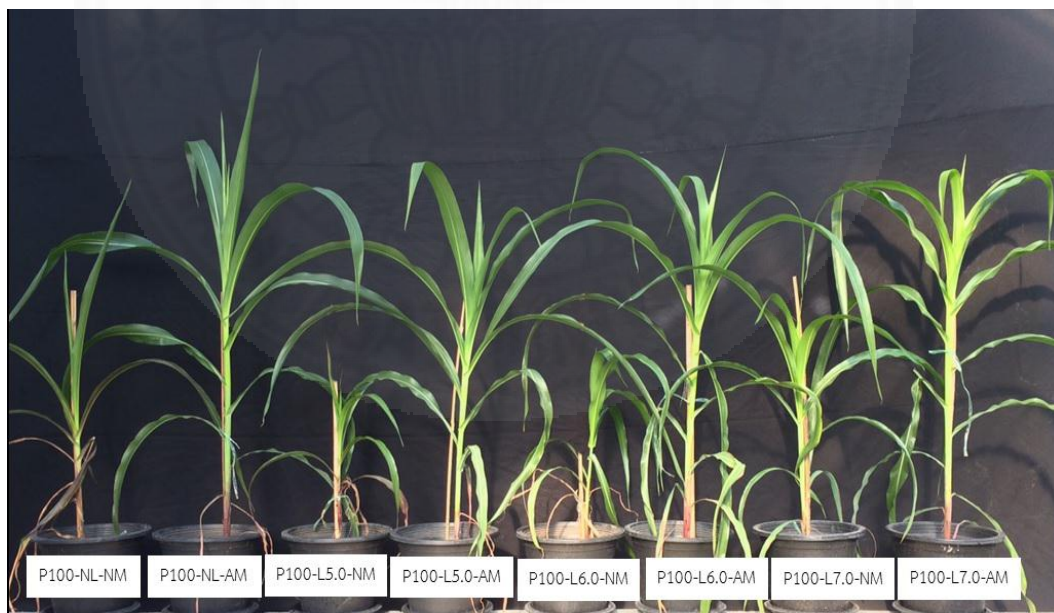
ภาพที่ ก.1 การเจริญเติบโตของข้าวโพดที่ไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับการปรับความเป็นกรด-ด่างของดินที่ระดับต่าง ๆ และการไม่ใส่/ใส่สารอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก



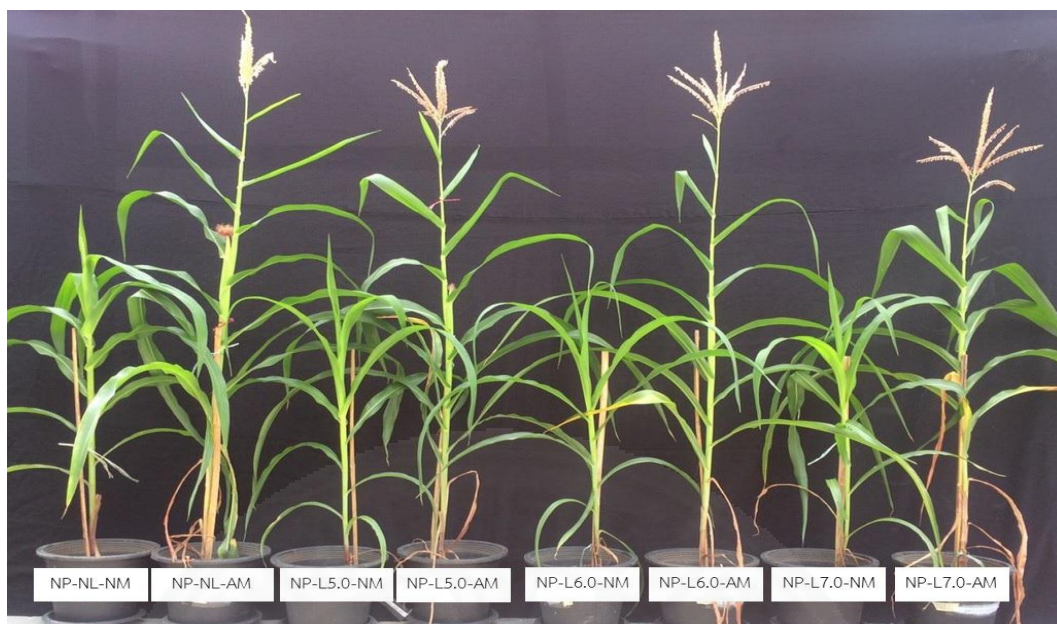
ภาพที่ ก.2 การเจริญเติบโตของข้าวโพดที่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับการปรับความเป็นกรด-ด่างของดินที่ระดับต่าง ๆ และการไม่ใส่/ใส่สารอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก



ภาพที่ ก.3 การเจริญเติบโตของข้าวโพดที่ไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับการปรับความเป็นกรด-ด่างของดินที่ระดับต่าง ๆ และการไม่ใส่/ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เมื่ออายุ 45 วันหลังปลูก



ภาพที่ ก.4 การเจริญเติบโตของข้าวโพดที่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับการปรับความเป็นกรด-ด่างของดินที่ระดับต่าง ๆ และการไม่ใส่/ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เมื่ออายุ 45 วันหลังปลูก



ภาพที่ ก.5 การเจริญเติบโตของข้าวโพดที่ไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับการปรับความเป็นกรด-ด่างของดินที่ระดับต่าง ๆ และการไม่ใส่/ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก



ภาพที่ ก.6 การเจริญเติบโตของข้าวโพดที่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วมกับการปรับความเป็นกรด-ด่างของดินที่ระดับต่าง ๆ และการไม่ใส่/ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เมื่ออายุ 60 วันหลังปลูก

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายประสพโชค รื่นสุข
วันเดือนปีเกิด	20 ตุลาคม 2535
วุฒิการศึกษา	ปีการศึกษา 2557: วิทยาศาสตร์บัณฑิต (สาขาเทคโนโลยีการเกษตร) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ทุนการศึกษา	ปีงบประมาณ 2560: ทุนสนับสนุนการวิจัย ประเภทวิจัยทั่วไป สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ตามสัญญาเลขที่ ทน 65/2560 กองทุนวิจัย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ผลงานทางวิชาการ

ฉัญพิสิษฐ์ พวงจิก ประสพโชค รื่นสุข และเยาวพา จิระเกียรติกุล. 2558. การศึกษาการเจริญเติบโตของใผ่ 4 สายพันธุ์. Thai Journal of Science and Technology. 4: 302-309.