



เรื่อง

อิทธิพลจากเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซา

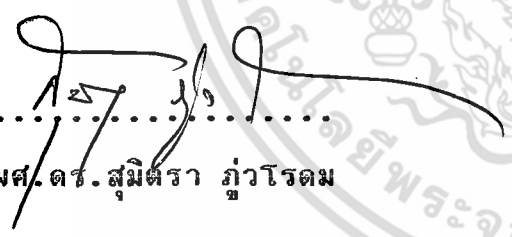
ต่อการดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัสของข้าวโพดฝักอ่อนที่ปลูกในดินชุดสัตตหีบ

Effect of VA-mycorrhizal fungi on phosphorus uptake by baby corn growth in Sattahip soil series.

โดย

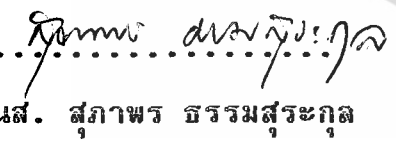
นางวิรัช จิรฤกษ์มงคล

ได้รับพิจารณาเห็นชอบจาก



.....
 ผศ.ดร. สุมิตรา กุ้วโรตม

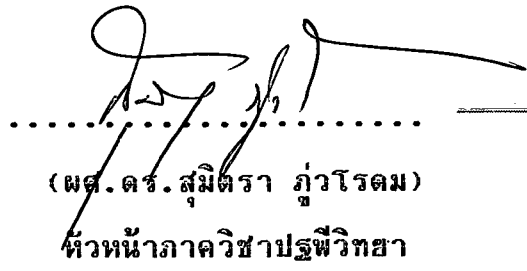
อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ



.....
 นส. สุภาพร ธรรมสุระกุล

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

ภาควิชารับรองแล้ว



.....
 (ผศ.ดร. สุมิตรา กุ้วโรตม)
 หัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยา

พ.ศ. ๒๕๑๑



เรื่อง

อิทธิพลจากเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซ่า

ต่อการดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัสของข้าวโพดฝักอ่อนที่ปลูกในดินชุดสัตหีบ

Effect of VA-mycorrhizal fungi on phosphorus uptake by baby corn growth in Sattahip soil series.



T099654

โดย

นางสาววิรัช จิรฤกษ์มงคล

พ.ศ.
๒๕๑๐
๒๕๓๔

เลขที่.....
เลขทะเบียน... 99654
วันเดือนปี... 176 JUN 2003

เสนอ

ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร (เกษตรศาสตร์)

พุทธศักราช ๒๕๓๔

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ข้าพเจ้ารู้สึกภาคภูมิใจในสิ่งที่ได้ทำมาตลอดในการที่ปัญหาพิเศษฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไป จากเบื้องหลังแห่งความสำเร็จนี้ ข้าพเจ้าได้รับความอนุเคราะห์ และอุปการะคุณจาก บุคคลที่ทรงเกียรติหลาย ๆ ท่านผู้ให้การสนับสนุน เอื้อเฟื้อ ช่วยเหลือ และให้คำปรึกษา แนะนำในทุก ๆ ด้าน หากขาดบุคคลเหล่านี้แล้วปัญหาพิเศษฉบับนี้ก็อาจสำเร็จลงได้

ข้าพเจ้ารู้สึกสำนึกในบุญคุณ ของบุคคลเหล่านี้ อันได้แก่

1. คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัวของข้าพเจ้า ที่ให้ความอุปการะสนับสนุน และให้กำลังใจเสมอมา
2. ผศ.ดร. สุมิตรา ภู่วโรดม หัวหน้าภาควิชา ปรุฬพีวิทยา คณะเทคโนโลยี การเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความสนับสนุน คำปรึกษา และข้อแนะนำต่าง ๆ
3. นางสาว สุภาพร ธรรมสุระกุล นักวิชาการเกษตร 5 กลุ่มงานวิจัย จุลินทรีย์ดิน กองปรุฬพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่ให้ความ รู้ทั้งทางทฤษฎี และปฏิบัติในการทำปัญหาพิเศษนี้
4. เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการปรุฬพีวิทยา ภาควิชาปรุฬพีวิทยา คณะเทคโนโลยี การเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
5. เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการงานไมโครไรซา กองปรุฬพีวิทยา กรมวิชาการ เกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
6. นางสาว จันทนา พนาสันติภาพ และเพื่อนๆ นักศึกษาคณะเทคโนโลยี การเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ทุก ๆ ท่าน

วินัย จิรฤกษ์มงคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : อิทธิพลจากเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซาต่อการดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัสของข้าวโพด
ฝักอ่อนที่ปลูกในดินชุดสีดหีบ

โดย : นายวินัย จิรฤกษ์มงคล

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

ภาควิชา : ปลูกพืช

อาจารย์ที่ปรึกษา :

ผศ.ดร. สมิตรา ภู่วโรดม

.....

นส. สุภาพร ธรรมสุระกุล

การทดลองในกระถาง เพื่อศึกษาอิทธิพลจากเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซาต่อการดูดใช้
ธาตุฟอสฟอรัสของข้าวโพดฝักอ่อนที่ปลูกในดินชุดสีดหีบ ทำการทดลองที่ เรือนปลูกพืชคณะ
เทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
ระหว่างเดือน สิงหาคม 2534 ถึงเดือน พฤศจิกายน 2534 วางแผนการทดลองแบบ
Randomize Complete Block Design (RCB) 4 ตำรับการทดลอง 6 ซ้ำ ผล
การทดลองพบว่า การใส่เชื้อรา วีเอ-ไมโคไรซา ช่วยเพิ่มปริมาณธาตุฟอสฟอรัสให้แก่
ข้าวโพดฝักอ่อน ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (ทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต)
16 กิโลกรัม P_2O_5 /ไร่ การใส่เชื้อราวีเอ-ไมโคไรซามีอิทธิพลต่อน้ำหนักสดและน้ำหนัก
แห้ง ไม่แตกต่าง จากการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัส แต่แตกต่าง จากการไม่ใส่ทั้งเชื้อรา วีเอ-
ไมโคไรซาและปุ๋ยฟอสฟอรัส ในตำรับที่มีการใส่เชื้อราวีเอ-ไมโคไรซา จะพบการติด
เชื้อสูง ซึ่งต่างจากตำรับที่ไม่มีเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซา ซึ่งไม่พบการติดเชื้อเลย
ส่วนปริมาณของสปอร์เชื้อราวีเอ-ไมโคไรซาที่พบในดินนั้น ปรากฏว่า ในตำรับที่มีการใส่
เชื้อราวีเอ-ไมโคไรซา มีปริมาณสูงมาก เมื่อเทียบกับตำรับที่ไม่มีเชื้อราวีเอ-
ไมโคไรซา เหตุที่มีการพบปริมาณสปอร์ของเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซาในตำรับที่ไม่มีเชื้อราวีเอ-
ไมโคไรซาอยู่บ้างนั้น เนื่องจากในสภาพธรรมชาติที่ต่างๆไป จะพบเชื้อราวีเอ-
ไมโคไรซาอยู่บ้าง แต่สปอร์ที่พบนั้น เป็นสปอร์ที่ไม่มีประสิทธิภาพ

Abstract

Title : Effect of VA-mycorrhizal fungi on phosphorus uptake by baby corn growth in Sattahip soil series.

By : Mr. Winai Jiraruekmongkol

Degree : Bachelor of Science (Agriculture)

Major : Soil Science

Advisor:*Sumitra P.*.....

(Dr. Sumitra Poovarodom)

.....*Supaporn Thamsurakul*.....

(Miss Supaporn Thamsurakul)

Pot experiment was carried out to study the effect of VA-mycorrhizal fungi on phosphorus uptake by baby corn growth in Sattahip soil series at greenhouse in Faculty of Agriculture Technology King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, during August, 1991 - November, 1991 . The design was Randomize Complete Block Design (RCD) consist of 4 treatments with 6 replications. It was found that available phosphorus uptake by VA-mycorrhizal fungi was not significantly in phosphorus different from application (triple super phosphate) of 16 Kg.P₂O₅/rai. VA-mycorrhizal fungi also enhanced fresh weight and dry weight similar to phosphorus application. These two treatments are significantly different from control. Percentage of root colonization in baby corn root VA-Mycorrhizal fungi was high in treatments inoculated with in uninoculated treatments, percentage of root colonization was zero.

In addition , number of spore per 100 g of soil in treatments inoculation with VA-mycorrhizal was very high compared to uninoculated treatment where the number was very small.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	4
การตรวจเอกสาร	5
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	
- อุปกรณ์	13
- วิธีการทดลอง	15
ผลการทดลอง	21
วิจารณ์ผลการทดลอง	27
สรุปผลการทดลอง	29
เอกสารอ้างอิง	30
ภาคผนวก	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

การใช้ประโยชน์ของข้าวโพดในรูปของข้าวโพดฝักอ่อน ได้เริ่มจากการใช้ฝักสดของข้าวโพดที่ปลูกเพื่อเอาเมล็ดมาประกอบอาหารของข้าวโพดทั่ว ๆ ไป ต่อมามีการทดลองใช้ข้าวโพดหวานและข้าวโพดเทียน ก็ปรากฏว่ามีรสชาติและลักษณะของฝักโดยทั่วไปดีกว่าข้าวโพดไร่ จึงทำให้มีผู้นิยมบริโภคข้าวโพดฝักอ่อนเพิ่มสูงขึ้น

ในแง่เศรษฐกิจแล้วข้าวโพดฝักอ่อนนับได้ว่าเป็นพืชที่มีความสำคัญในวงการวัตถุดิบด้านอุตสาหกรรมอาหาร สามารถนำมาแปรรูปได้ทั้งอาหารกึ่งสำเร็จรูป และอาหารสำเร็จรูปในลักษณะต่าง ๆ กัน ข้าวโพดฝักอ่อนบรรจุกระป๋องสามารถผลิตเพื่อส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศได้ และนอกจากนี้ยังสามารถส่งข้าวโพดฝักอ่อนในลักษณะของฝักสด โดยทำการเปลือกเปลือกแล้วบรรจุในถุงพลาสติกขนาด 1 กิโลกรัม ส่งไปจำหน่ายยังประเทศในแถบเอเชียอีกด้วย

ข้าวโพดเป็นพืชในสกุลเดียวกับพวงหอย้า มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays L.* อยู่ในวงศ์ (Family) GRAMINEAE ลักษณะทางพฤกษศาสตร์เป็นพืชที่มีระบบรากฝอย ไม่มีรากแก้ว มีลำต้นแข็ง ใสนั่นไม่กลวง ลำต้นสูงตั้งแต่ 60 เซนติเมตรขึ้นไป แล้วแต่ชนิดของพันธุ์ ชื่อของข้าวโพดเป็นที่เกิดของราก ลำต้นใหม่ และฝัก ปล้องส่วนที่อยู่โคนต้นจะสั้นและหนา ใบประกอบด้วยกาบใบและหูใบซึ่งในแต่ละพันธุ์จะแตกต่างกันออกไป ลักษณะของดอกจะมีดอกตัวผู้และดอกตัวเมียแยกกันอยู่คนละดอกแต่อยู่ในต้นเดียวกัน ดอกตัวผู้จะรวมอยู่กันเป็นช่อเรียกว่า ช่อดอกตัวผู้ อยู่ตอนบนสุดของลำต้น หรือที่เกษตรกรรมมักเรียกกันว่า ดอกหัว ดอกตัวเมียจะมีลักษณะเป็นช่อมักจะอยู่ที่ฝักบริเวณข้อกลาง ๆ ของลำต้น ดอกตัวเมียแต่ละดอกประกอบด้วย รังไข่และเส้นไหม และจะขึ้นปลายโพล่งออกไปรวมกันเป็นกระจุกตรงปลายช่อดอกที่มีเปลือกหุ้มอยู่ และพร้อมที่จะผสมพันธุ์ได้ทันทีที่ไหมงอกพันเปลือก และไหมจะแห้งไปเมื่อรังไข่ได้รับการผสมจากละอองเกสร จากนั้นรังไข่ก็จะเติบโตเป็นเมล็ด ส่วนช่อดอกตัวเมียที่ได้รับการผสมแล้วเรียกว่า "ฝัก" แกนกลางของฝักเรียกว่า "ซัง"

คุณค่าทางโภชนาการ

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของข้าวโพดฝักอ่อน พบว่าในส่วนของข้าวโพดฝักอ่อนที่บริโภคได้ 100 กรัม นั้น มีความชื้นอยู่สูงถึง 84.10 กรัม อุดมไปด้วยคาร์โบไฮเดรต นอกจากนี้ยังมีแคลเซียม ฟอสฟอรัส และวิตามินเอ อยู่ในปริมาณสูง นับได้ว่ามีคุณค่าอาหารใกล้เคียงกะหล่ำปลีและกะหล่ำดอก (เกียรติเกษตร, 2532)

คุณค่าทางโภชนาการของข้าวโพดฝักอ่อน

ส่วนประกอบแร่ธาตุอาหาร	ข้าวโพดฝักอ่อน 100 กรัม
ความชื้น (กรัม)	84.10
ไขมัน (กรัม)	0.20
โปรตีน (กรัม)	1.90
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	8.20
เถ้า (กรัม)	0.60
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	28.00
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	86.00
เหล็ก (มิลลิกรัม)	0.10
วิตามินเอ (ไอ.ยู.)	64.00
โซเดียม (มิลลิกรัม)	0.05
ไรโบฟลาวิน (มิลลิกรัม)	0.08
กรดแอสคอร์บิก (มิลลิกรัม)	11.00
ไนอาซิน (มิลลิกรัม)	0.30

ที่มา : ไฉน ยอดเพชร, STUDIES ON SWEET CORN AS POTENTIAL YOUNG COB CORN (*ZEA MAYS L.*), PH.D. THESIS UNIVERSITY OF PHILIP PINES, 1979.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา -2- และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในแถบภาคตะวันออกเฉียงของไทย สภาพดินในบริเวณนี้มักจะเป็นดินกรดซึ่งมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสต่ำ เนื่องจากดินกรดสามารถดูดตรึงธาตุฟอสฟอรัสได้สูง หากจะทำการปลูกข้าวโพดฝักอ่อนในบริเวณนี้ จะต้องเพิ่มปริมาณธาตุฟอสฟอรัสและธาตุอื่น ๆ ในรูปของปุ๋ยเคมี (Olsen & Watanabe, 1957) ได้ศึกษาการดูดตรึงฟอสเฟตโดยใช้ทฤษฎีของ Langmuir พบว่าค่าการดูดตรึงฟอสเฟตสูงสุดของดิน จะมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับ Specific surface ของดิน และยังพบว่าดินกรดจะสามารถดูดตรึงฟอสเฟตได้สูง และด้วยแรงยึดที่ สูงกว่าดินด่าง (Uzo และ Uzu, 1972) พบว่าดินกรดในเขตร้อนจะดูดตรึงฟอสเฟตสูงตาม ปริมาณฟอสเฟตที่ใส่ลงไป และการดูดตรึงจะเพิ่มขึ้นถ้า pH ของดินลดลง

ดังนั้น นอกเหนือไปจากการใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อนแล้ว เรา สามารถจะใช้เชื้อราวิเอ-ไมโคไรซาเจ้าไปช่วยในการเพิ่มปริมาณธาตุฟอสฟอรัสและธาตุอื่น ๆ ให้แก่พืชแทนการใช้ปุ๋ยเคมีได้ เพราะสภาพดินเช่นนี้ เชื้อราวิเอ-ไมโคไรซาหลาย ชนิดสามารถเจริญเติบโตได้ดี (ออมทรัพย์ และคณะ, 2524) พบว่าเชื้อราวิเอ-ไมโคไรซา สามารถช่วยดูดธาตุอาหารต่าง ๆ เช่น ฟอสฟอรัส โบตัสเซียม แคลเซียม จากดินที่มีอยู่ แต่พืชนำไปใช้ไม่ได้ ให้พืชนำไปใช้ได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอิทธิพลจากเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซาต่อการดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัสของข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์ เชียงใหม่ สายพันธุ์ CMB 8704 ที่ปลูกในดินชุดสีตึ๋บ
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของการใส่เชื้อราวีเอ-ไมโคไรซาเพียงอย่างเดียว การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว การใส่เชื้อราวีเอ-ไมโคไรซา ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัส และการไม่ใส่ทั้งเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซา และปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อการเจริญเติบโต และการดูดธาตุฟอสฟอรัสของข้าวโพดฝักอ่อน พันธุ์ เชียงใหม่ สายพันธุ์ CMB 8704



การตรวจเอกสาร

เชื้อจุลินทรีย์ดินหลายชนิดเป็นจำนวนมาก ที่อาศัยอยู่ใกล้กับรากพืช บริเวณที่เรียก Rhizosphere และมีหลายชนิดที่มีบทบาทสำคัญต่อพืชในขบวนการทางสรีระวิทยา พวกนี้จะมีทั้ง saprophyte pathogen และ symbiosis พวก symbiosis ซึ่งเป็นพวกที่อาศัยซึ่งกัน และกันที่มีอยู่มากมาย ได้แก่ การอยู่ร่วมกันระหว่างเชื้อราไมโคไรซากับรากพืช ส่วนมากแล้วต้นไม้ที่ขึ้นอยู่ตามธรรมชาติในดินมักจะมีเชื้อราไมโคไรซาอาศัยร่วมอยู่ด้วย อาจจะเป็นพวกเอ็คโตไมโคไรซา หรือ เอ็นโดไมโคไรซา หรือ ทั้งสองชนิด (ออมทรัพย์ และคณะ, 2526)

ไมโคไรซา (Mycorrhiza) มาจากภาษากรีก mykes = รา และ rhiza = ราก หมายถึง เชื้อราซึ่งอาศัยอยู่ที่บริเวณรากของพืช หรือเข้าไปในรากพืช มีลักษณะคล้ายเป็นกาฝาก (parasite) แต่ในกรณีนี้ เชื้อราจะไม่ทำอันตรายแก่พืช ในทางตรงกันข้าม ทั้งพืชและเชื้อราต่างพึ่งพาอาศัย และได้รับประโยชน์ร่วมกัน (สุมิตรรา, 2532) ซึ่งสามารถแบ่งลักษณะของการเข้าอยู่อาศัยในรากพืชเป็น 3 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

1 เอ็คโตไมโคไรซา (Ectomycorrhiza)

เชื้อราชนิดนี้จะปรากฏอยู่ตามธรรมชาติของไม้ป่าที่สำคัญทั่วโลก ในพืชพวก gymnosperm - Pinaceae เช่น สน เฟอ์ พวก angio sperm เช่น ยูคาลิป ไม้ดอก ที่รากของพืชพวกนี้มักจะมีลักษณะของไมโคไรซา ถ้าเป็นลักษณะของเอ็คโตไมโคไรซาก็สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

เส้นใยเชื้อรา จะเจริญอัดแน่นเป็นแผ่น ๆ (sheath) อยู่รอบ ๆ ราก อาศัยอาหารจาก root exudate และเจริญขึ้นเรื่อย ๆ จนเกิดเป็น fungus mantle และมีเส้นใยบางส่วนเจริญเข้าไปในรากระหว่างเซลล์ในชั้นคอร์เทกซ์ (cortex) ทำให้เกิดลักษณะคล้ายร่างแห เรียกว่า ร่างแหฮาร์ทิก (hartig net) เชื้อราในกลุ่มนี้มักเป็นราในกลุ่ม Basidiomycetes เจริญอยู่บริเวณรากของไม้ป่า ซึ่งสร้าง fruiting body เป็นพวกเห็ด หรือ puffball มีบางชนิดอยู่ในพวก Ascomycetes เช่น พวก truffles เชื้อพวกนี้จะอาศัยพืชอยู่จนเจริญเติบโตให้ครบ life cycle โดยใช้ carbohydrates, amino acid, vitamin และสารอื่น ๆ จากพืชในเวลาเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา -5- และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอ็ดโตไมโคไรซาก็จะช่วยการเจริญเติบโตของต้นไม้ให้เพิ่มมากขึ้นสำหรับต้นไม้บางชนิด เช่น สน จะเจริญเติบโตได้ดีมากถ้ามีเชื้อนี้ทั้งนี้เพราะเอ็ดโตไมโคไรซาจะช่วยเพิ่มเนื้อที่ในการดูดธาตุอาหาร และน้ำจากดินให้พืชได้เพิ่มขึ้น การเพิ่มเนื้อที่ก็เนื่องมาจากการสร้าง และแตกแขนงของเชื้อรานี้มารอบ ๆ ราก เชื้อรานี้สามารถดูดซับ และเก็บธาตุอาหารพวก N P K และ Ca ไว้ใน fungus mantle ได้อย่างรวดเร็ว และเก็บไว้ได้เป็นเวลานานกว่ารากที่ไม่มีเอ็ดโตไมโคไรซา นอกจากนี้เอ็ดโตไมโคไรซายังสามารถป้องกันรากพืชจากการเข้าทำลายของโรคบางอย่าง เช่น Phythium หรือ Phytophthora ได้ด้วย

2 เอ็นโดไมโคไรซา (Endomycorrhiza)

ไมโคไรซาชนิดนี้จะพบอยู่ในพืชไร่ทั่ว ๆ ไป รวมทั้งไม้ผล และไม้ยืนต้นอื่น เช่น ต้น elm, maple, gum, walnut และยาง

เชื้อเอ็นโดไมโคไรซาจะไม่สร้างเส้นใยหนารอบ ๆ รากแต่เส้นใยเชื้อราจะสานกันอย่างหลวม ๆ อยู่รอบ ๆ ราก และสปอร์ที่อยู่ในดินจะงอกเส้นใยแทงผ่านผนังเซลล์ของรากเข้าไปในชั้น cortical cell และเจริญเติบโตอยู่ในเซลล์ของราก สร้างเวสิเคิล (vesicle) และอาร์บัสคูล (arbuscule) ซึ่งเป็นที่เก็บอาหารของเชื้อรา และแลกเปลี่ยนอาหารระหว่างเชื้อราและเซลล์พืช เชื้อราพวกนี้มีชื่อ เรียกว่า เวสิคูล่า-อาร์บัสคูล่า ไมโคไรซา (vesicular-arbuscular mycorrhiza) เชื้อราเหล่านี้จะเจริญเติบโตจากรากหนึ่งไปยังอีกรากหนึ่ง และขยายพันธุ์โดยสร้างสปอร์เพิ่มจำนวนมากในดิน และแพร่กระจายไปโดยน้ำ ลม แมลง และสัตว์อื่น ๆ ส่วนมากแล้วในดินตามธรรมชาติก็จะพบเชื้อราเอ็นโดไมโคไรซาน้อยู่ทั่วไป มีรายงานไว้ว่าไม้เนื้อแข็งบางชนิดต้องการเอ็นโดไมโคไรซา ในการเจริญเติบโต เช่นเดียวกับ สน ต้องการเอ็ดโตไมโคไรซา เช่น ต้น sweetgum boxelder และ redmanple

3 เอ็คเทนโดไมโคไรซา (Ectendomycorrhiza)

เป็นพวกที่อยู่ก้ำกึ่งกันระหว่างเอ็ดโต และเอ็นโดไมโคไรซา โดยมีลักษณะคล้ายคลึงกับชนิดแรก แต่ส่วนของเส้นใยที่แทงเข้าไปในราก จะมีทั้งที่เข้าไปอยู่ระหว่างเซลล์ และที่อยู่ภายในเซลล์ของราก

ลักษณะทั่วไป การเข้าสู่รากพืชของ เชื้อรา วิเอ-ไมโคไรซา

พืชที่ปลูกในดินที่มีธาตุฟอสฟอรัสในรูปที่พืชจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ในระดับต่ำ จะทำให้เซลล์ของพืชที่มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสต่ำ และมีการสร้างเอ็นไซม์ phosphatase สูงขึ้นซึ่งเอ็นไซม์นี้ไม่พบในเซลล์พืชที่มีฟอสฟอรัสมากพอ เอ็นไซม์นี้จะไม่ถูกปล่อยออกสู่ดิน เอ็นไซม์ phosphatase ที่สร้างในสภาวะที่เซลล์พืชที่มีธาตุฟอสฟอรัสต่ำนี้จะไปทำให้เซลล์พืชสังเคราะห์ lectin ได้น้อยซึ่ง lectin เป็นสารที่มีคุณสมบัติทำให้เม็ดเลือดขาว ตกตะกอนและสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย และเชื้อรา เมื่อมีเอ็นไซม์ phosphatase สูงในพืชจะทำให้ lectin น้อยลงไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราซึ่งเข้าสู่เซลล์พืชได้ (ออมทรัพย์, 2532)

เชื้อราวิเอ-ไมโคไรซาเข้าสู่รากพืชได้ 3 ทางคือ รากขน (root hairs) เซลล์ชั้น epidermis หรือชั้น exodermis ในรากซึ่งแก่ หรือเซลล์ชั้น epidermis ที่ฉีกขาด (Nicolson, 1959)

ในขั้นแรกของการเข้าสู่รากพืชเชื้อราจะสร้าง appressorium เจริญเข้าไปอยู่ระหว่างเซลล์ หรือภายในเซลล์ในชั้น exodermis ที่งอขึ้นกับชนิดของพืชอาศัย appressorium 1 อัน สามารถให้กำเนิดแขนงของเส้นใยเข้าสู่รากได้หลายแขนง เส้นใยพวกนี้ไม่มีผนังกัน โดยทั่วไปเส้นใยจะมีลักษณะขดเป็นวง (coil) อยู่ในชั้น exodermis และจะคอดเมื่อผ่านผนังเซลล์ ในบางครั้งก็ไม่พบระยะที่เส้นใยเชื้อรามีการขดม้วน (coiling stage) เส้นใยจะไม่เจริญเข้าไปในชั้น endodermis, stele, roottip และเซลล์ที่มี chloroplast ภายหลังที่เส้นใยเจริญผ่านชั้น exodermis เข้าไปในเซลล์ก็จะมีการเจริญทั้งทางด้านกว้างและด้านยาว ที่ปลายเส้นใยจะมีโครงสร้างที่ เรียกว่า ออบัสคูล (arbuscules) อาจนับว่าเป็น haustoria ชนิดหนึ่ง มักพบในชั้นคอร์เท็กซ์ชั้นใน (inner cortex) หรือตลอดทั้งคอร์เท็กซ์ ในพืชบางชนิดจะพบออบัสคูลเกิดทางด้านข้างของเส้นใย การเกิดออบัสคูลเกิดโดยที่ปลายของเส้นใยมีการแตกแขนงแบบ dichotomous branching ไปเรื่อย ๆ จนมีลักษณะคล้ายพุ่มไม้เล็ก ๆ ปลายสุดของแขนงจะแคบและแหลม จากนั้นส่วนปลายของออบัสคูลก็จะถูกย่อยสลายโดยเซลล์พืชจนเหลือแต่ส่วนที่เป็น

ก้านของเส้นใย ทำให้พวก granular material ไหลออกมาสู่เซลล์พืช ในขณะที่เกิด อับสปอร์จะมีการเปลี่ยนแปลงภายในเซลล์พืชเช่น ตรวจไม่พบแป้ง นิวเคลียสขนาดใหญ่ขึ้น แต่ภายหลังที่อับสปอร์ถูกทำลายไปก็จะพบแห้งอยู่ภายในเซลล์ และนิวเคลียสจะกลับมีขนาด เท่าเดิม โครงสร้างเวสสิเคิลถูกสร้างขึ้น ที่ปลายสุดของเส้นใยในชั้นคอร์เท็กซ์ชั้นนอก (outer cortex) ของรากพืช รูปร่างรีกลม หรือมีรูปร่างเหมือนกับเซลล์ที่มันอยู่ เวสสิเคิลอยู่ภายในหรือระหว่างเซลล์ชั้นกับชนิดของพืช โดยปกติเวสสิเคิลยังคงมีช่องเปิด เชื่อมต่อกับเส้นใยที่ให้กำเนิด แต่บ่อยครั้งมีผนังกันจึงทำให้เหมือนกับ chlamyospore ในขณะที่สร้างเวสสิเคิล ทำให้เซลล์ในชั้นคอร์เท็กซ์แตกออกถ้ามีการสร้างมาก ๆ อาจ ทำให้ชั้นคอร์เท็กซ์ถูกทำลายไป (Nicolson, 1959)

เชื้อราเอ็นโดไมโคไรซ่า สามารถจำแนกได้ดังนี้ (Mosse and Bowen, 1968)

Class Zygomycetes
 Order Endogonales
 Family Endogonaceae
 Genus Endogone

Endogone ซึ่งถ้าเป็น species ที่สร้าง zygosporangium จะไม่เป็นวีเอ-ไมโคไรซ่า ส่วนไมโคไรซ่าที่เป็นวีเอ-ไมโคไรซ่าสามารถแบ่งเป็น 6 genera คือ

1. *Acaulospora*
2. *Entrophosphora*
3. *Gigaspora*
4. *Glomus*
5. *Sclerocystis*
6. *Scutellospora*

เชื้อรา ไมโคไรซา มีความสำคัญและมีประโยชน์ต่อพืช อันได้แก่
การเพิ่มพื้นที่ผิวในการดูดซึมธาตุอาหาร

การเพิ่มพื้นที่ผิวในการดูดซึมธาตุอาหารของพืช เกิดขึ้นจากการที่เชื้อรา ไมโคไรซา ประกอบด้วย กลุ่มของเส้นใยที่เจริญอยู่ในดินภายนอกรากพืช และส่วนของเส้นใยที่เจริญเข้าไปในเซลล์ราก เส้นใยที่เจริญอยู่ภายนอกรากพืชจะอยู่กันอย่างหลวม ๆ (net work) เปรียบเสมือนเป็นส่วนหนึ่งของพืชทำให้เกิดพื้นที่ผิวเพิ่มขึ้น ซึ่งช่วยให้พืชสามารถดูดซึมธาตุอาหารได้เพิ่มขึ้น

(Owusu-Bennoah and Wild, 1980) ได้ทดลองปลูกผักกาด หัวหอมและ red clover ในดินที่มีสภาวะขาดธาตุฟอสฟอรัส (phosphorus depletion zone) และในสภาวะที่ไม่ขาดธาตุฟอสฟอรัส (non phosphorus depletion zone) ปรากฏว่าพืชที่มีเชื้อรา วิเอ-ไมโคไรซา มีปริมาณฟอสฟอรัส มากกว่าพืชที่ไม่มีเชื้อรา วิเอ-ไมโคไรซา ในดินทั้งสองสภาวะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชที่มีเชื้อรา วิเอ-ไมโคไรซา จะตอบสนองกับดินที่มีสภาวะขาดธาตุฟอสฟอรัส

การเพิ่มธาตุอาหารให้กับพืช

พืชที่มีเชื้อรา วิเอ-ไมโคไรซา จะพบว่ามีปริมาณธาตุอาหารมากกว่า พืชที่ไม่มีเชื้อรา วิเอ-ไมโคไรซา เนื่องจากการที่เชื้อรา วิเอ-ไมโคไรซา เจริญอยู่รอบ ๆ รากพืช เสมือนเป็นส่วนหนึ่งของพืชนั้น เป็นเหตุให้พืชสามารถดูดซึมธาตุอาหารได้เพิ่มขึ้น เป็นผลให้มีธาตุอาหารเพิ่มขึ้นในพืช

(Ross, 1971) รายงานว่าถั่วเหลืองที่ไม่มีเชื้อรา วิเอ-ไมโคไรซา ไม่มีประสิทธิภาพในการดูดธาตุฟอสฟอรัส ส่วนถั่วเหลืองที่มีเชื้อรา วิเอ-ไมโคไรซา จะมีประสิทธิภาพในการดูดธาตุฟอสฟอรัส

(Gerdemann, 1964) ได้ศึกษาอิทธิพลของเชื้อรา วิเอ-ไมโคไรซา ต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดปรากฏว่าต้นข้าวโพดที่ใส่เชื้อรา วิเอ-ไมโคไรซา เจริญเติบโตได้ดีกว่า และสามารถดูดซึมธาตุฟอสฟอรัสจากดินได้มากกว่าข้าวโพดที่ไม่มีเชื้อรา วิเอ-ไมโคไรซา นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณการเข้าสู่รากมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มการเจริญเติบโตของข้าวโพดด้วย

(ออมทรัพย์ และ เย็นใจ, 2520) ศึกษาผลของเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซาต่อการเจริญเติบโต และการดูดธาตุอาหารได้ดีกว่าข้าวโพดที่ไม่ใส่เชื้อราวีเอ-ไมโคไรซา โดยทำการทดลองที่ใส่ทั้งสปอร์และรากที่มีเชื้อรา วีเอ-ไมโคไรซา มีเปอร์เซ็นต์การดูดธาตุอาหารได้ดีที่สุด

(ออมทรัพย์ และ คณะ 2525, Abbott & Robson 1978, Johnson 1977, Mosse 1972, Ramirez, et al, 1975) พบว่ามีเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซาหลายชนิดที่สามารถกระตุ้นพืชให้ดูดธาตุฟอสฟอรัสจากดินได้เพิ่มขึ้น

(Harley and Smith, 1983) รายงานว่าพืชที่มีเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซาสามารถดูดและสะสมธาตุฟอสฟอรัสได้มากกว่าพืชที่ไม่มีเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซา และอัตราการดูดธาตุฟอสฟอรัสของพืชที่มีเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซา เกิดได้เร็วกว่าพืชที่ไม่มีเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซาอาศัยอยู่

(Gerdemann, 1964) ได้ศึกษาอิทธิพลของเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซา ต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด ปรากฏว่าข้าวโพดที่มีเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซา นอกจากดูดธาตุฟอสฟอรัสแล้ว ยังพบว่าในต้นข้าวโพดมีธาตุโพแทสเซียม (K), แคลเซียม (Ca), เหล็ก (Fe), และทองแดง (Cu) สูงกว่าต้นข้าวโพดปกติ ส่วนธาตุแมงกานีส (Mn) มีน้อยกว่า

(ออมทรัพย์ และคณะ, 2524) ศึกษาอิทธิพลของเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซาต่อการดูดธาตุอาหารในข้าวโพด ปรากฏว่าต้นข้าวโพดที่มีเชื้อรา วีเอ-ไมโคไรซา ช่วยดูดธาตุอาหารอื่น ๆ คือธาตุโพแทสเซียม (K), แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) ได้มากขึ้น

การเพิ่มผลผลิตและการเจริญเติบโตของพืช

เชื้อราวีเอ-ไมโคไรซามีประโยชน์ต่อการมีชีวิตรอยู่ และการเจริญเติบโตของต้นไม้หลายทางคือ ทำให้รากเพิ่มเนื้อที่ในการดูดธาตุอาหารจากดินเมื่อมีไมโคไรซาเกิดขึ้นที่ราก ซึ่งเนื้อที่ที่เกิดขึ้นนี้เกิดจากเส้นใยที่เจริญอยู่รอบ ๆ ราก เจริญเข้าไปในดินบริเวณรอบ ๆ ราก ทำให้สามารถดูดน้ำ และธาตุอาหารพวก ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแคลเซียม ได้มากกว่ารากที่ไม่มีเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซา

(ออมทรัพย์, 2532) อ้างจากการทดลองของ U.S.D.A. ซึ่งทำการทดลองกับเลมอน (Lemon) และส้ม (Sour orange) ซึ่งเป็นพืชตระกูลส้มพบว่า ส้มที่รากมีเอ็นโดไมโคไรซ่า จะเจริญเติบโตทั้งความสูงและน้ำหนักสด น้ำหนักแห้งของต้น และใบมากกว่าต้นที่รากไม่มีไมโคไรซ่า ผลการทดลองทำนองเดียวกันนี้ก็พบใน ข้าวโพด ถั่วเหลือง หอม มันสำปะหลัง มะละกอ และพืชอื่น ๆ อีกหลายชนิด

(ออมทรัพย์ และคณะ, 2528) รายงานว่า ถั่วเขียวที่ใส่เชื้อรา วิเอ-ไมโคไรซ่า *Glomus mosseae* มีน้ำหนักแห้งของต้นมากที่สุด และถั่วเขียวที่ใส่เชื้อรา วิเอ-ไมโคไรซ่า *Gigaspora margarita* มีน้ำหนักแห้งของฝักมากที่สุด

(ออมทรัพย์ และคณะ, 2526) รายงานว่า ถั่วลิสงที่ใส่เชื้อรา วิเอ-ไมโคไรซ่า *Glomus mosseae* มีน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของฝักมากที่สุด

(ออมทรัพย์ และเย็นใจ, 2524) ศึกษาอิทธิพลของเชื้อราวิเอ-ไมโคไรซ่าต่อการเจริญเติบโตและของข้าวโพดที่ปลูกในดินชุดต่าง ๆ ในประเทศไทยคือ ชุดดินเชียงใหม่ ปากช่อง ร้อยเอ็ด โคราช กาฬสินธุ์ หัวหิน และท่าแพ ปรากฏว่า ชุดดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมีค่าความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสต่ำกว่า 15 ppm ผลผลิตของข้าวโพดที่มีเชื้อรา วิเอ-ไมโคไรซ่า สูงกว่าข้าวโพดที่ไม่มีเชื้อรา วิเอ-ไมโคไรซ่า แต่ชุดดินเชียงใหม่ มีค่า available phosphorus สูงกว่า 15 ppm การเจริญเติบโตของข้าวโพดที่มีเชื้อรา วิเอ-ไมโคไรซ่า ก็ยังสูงกว่าข้าวโพดที่ไม่มีเชื้อรา วิเอ-ไมโคไรซ่า

การลดการเข้าทำลายของโรคพืชและการเพิ่มความทนทานต่อความแห้งแล้งให้กับพืช

เชื้อราวิเอ-ไมโคไรซ่า สามารถช่วยดูดน้ำให้กับพืช โดย (Safir et al., 1972) ได้ศึกษาการส่งเสริมของเชื้อราวิเอ-ไมโคไรซ่าต่อการถ่ายเทน้ำในถั่วเหลือง ปรากฏว่าถั่วเหลืองที่มีเชื้อราวิเอ-ไมโคไรซ่า จะมีอัตราการดูดน้ำ เพื่อคืนตัวจากอาการเหี่ยวชั่วคราว (temporary wilting) ได้เร็วกว่าถั่วเหลือง ที่ไม่มีเชื้อรา วิเอ-ไมโคไรซ่า เป็นเพราะการเพิ่มพื้นที่ผิวของราก และการเพิ่มการดูดซึมธาตุอาหารของเชื้อรา วิเอ-ไมโคไรซ่า ทำให้การดูดซึมน้ำได้มาก และมีความต้านทานต่อการถ่ายเทน้ำ (water transport) ออกจากพืช

(สุมิตรา, 2532) เชื้อราเอ็นโดไมโคไรซ่า ซึ่งห่อหุ้มผิวรากอยู่จะทำหน้าที่เป็นเกราะขัดขวางการเข้าทำลายของโรคพืช

(Hegde and Rai, 1984) ศึกษาอิทธิพลของเชื้อรา วิเอ-ไมโคไรซ่า *Glomus fasciculatum* ต่อการเกิดโรคโคนรากเน่า (damping off) ของมะเขือเทศ ปรากฏว่าเชื้อรา วิเอ-ไมโคไรซ่า *Glomus fasciculatum* สามารถลดการเกิดโรคโคนรากเน่าของมะเขือเทศที่เกิดจากเชื้อ *Pythium aphanidermatum* ได้

(Graham and Syvertsen, 1984) ศึกษาอิทธิพลของ เชื้อรา วิเอ-ไมโคไรซ่า ต่อการนำน้ำในรากต้นส้ม ปรากฏว่าการนำน้ำในรากต้นส้มที่มีเชื้อรา วิเอ-ไมโคไรซ่า *Glomus intraradices* มีค่าการนำน้ำในรากต่อหน่วยความยาวของรากมากกว่ารากต้นส้มที่ไม่มีเชื้อรา วิเอ-ไมโคไรซ่า

(Krishna and Bagyaraj, 1983) รายงานว่าถั่วลิสงที่มีเชื้อราวิเอ-ไมโคไรซ่า *Glomus fasciculatum* มีผลต่อการติดเชื้อที่รากของเชื้อ *Sclerotium rolfsii* ลดลง

(ออมทรัพย์, 2532) เอ็นโดไมโคซ่ามีความสำคัญกับพืชเศรษฐกิจหลายชนิด ทั้งพืชไร่ พืชสวนและพืชผัก จากการทดลองของกองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการ เกษตร พบว่าเมื่อใส่เชื้อราเอ็นโดไมโคไรซ่าจะสามารถช่วยเพิ่มน้ำหนักให้กับพืชม ข้าวโพด และถั่วเหลือง ได้มากกว่าต้นที่ไม่ใส่ไมโคไรซ่า และจากการสำรวจตามท้องที่ที่มีการปลูกพืชเศรษฐกิจต่าง ๆ ก็พบว่าต้นพืชที่มีเชื้อราไมโคไรซ่ามีความเจริญเติบโตดีกว่าต้นอื่น ๆ

ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ

ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ ของเชื้อราไมโคไรซ่า ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตและความแข็งแรงของพืชโดยทางอ้อม ได้แก่ การสร้างฮอร์โมน และสารเร่งการเจริญเติบโตต่าง ๆ เช่น ออกซิน จิบเบอเรลลิน ไซโตไคนิน ซึ่งมีผลต่อรูปร่าง สรีรวิทยา และการเจริญเติบโตของพืช (สุมิตรา, 2532)

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์

1. ดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ชุดดินสัดหีบ กระจายละ 10 กิโลกรัม
ค่าวิเคราะห์ ดิน

$$\text{pH (ดิน : น้ำ 1:1)} = 4.6$$

$$\text{available phosphorus} = 18.0 \text{ ppm}$$

2. กระจาย และจานรอง ขนาด 12 นิ้ว จำนวน 24 ชุด

3. ปุ๋ยเคมี โดยใช้ปุ๋ย ดังนี้

ปุ๋ยยูเรีย (46% N)

ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (46% P_2O_5)

ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (60% K)

4. เชื้อรา วิเอ-ไมโครไรซ่า (Mix Species) ซึ่งอยู่ในรูปของ soil inoculum

5. เมล็ดพันธุ์ ข้าวโพดฝักอ่อน พันธุ์เชียงใหม่ สายพันธุ์ CMB 8704

6. เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

- หม้อนึ่งไอน้ำ (autoclave)
- เครื่องวัด pH ของดิน
- เครื่องชั่งละเอียด และเครื่องชั่งธรรมดา
- ตู้อบ (hot air oven)
- ตะแกรงร่อนดิน ขนาด 420 , 250 และ 63 ไมครอน
- เตาความร้อน (hot plate)
- กล้องสเตอริโอไมโครสโคป และกระจกสไลด์
- เครื่องบดตัวอย่างดิน
- เครื่องย่อยสลายตัวอย่างพืช (digestion apparatus)
- เครื่อง spectrophotometer
- เครื่องนับจำนวน (Counter)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงแก้ไข และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อุปกรณ์เครื่องแก้ว
 - Kjeldahl flask
 - Cylinder
 - Volumetric flask
 - Erlenmeyer flask

7. สารเคมีต่าง ๆ ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

สารละลาย โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) 10%

น้ำยาย้อมราก lacto glycerol trypanblue ซึ่งมีสี trypanblue 0.05%

สารละลาย Bray II

Reagent A

- ammonium molybdate
- antimony potassium tartrate
- sulfuric acid

Reagent B

- ascorbic acid

Standard phosphate solution 40 , 50 ppm

- KH_2PO_4 (A.R.)

สารละลาย Vanado-molybdate yellow color

สารละลาย HNO_3 - H_2SO_4 - HClO_4 acid mixture

วิธีการทดลอง

1. แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ (RANDOMIZED COMPLETE BLOCK DESIGN)

มีจำนวน 6 ซ้ำ 4 ตำรับการทดลอง

ตำรับการทดลองที่ 1 (CM)

- ใส่เชื้อรา วีเอ-ไมโคไรซ่า เพียงอย่างเดียว

ตำรับการทดลองที่ 2 (CP)

- ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส เพียงอย่างเดียว

ตำรับการทดลองที่ 3 (CMP)

- ใส่เชื้อรา วีเอ-ไมโคไรซ่า ร่วมกับ ปุ๋ยฟอสฟอรัส

ตำรับการทดลองที่ 4 Control (C)

- ไม่ใส่ทั้งเชื้อรา วีเอ-ไมโคไรซ่า และปุ๋ยฟอสฟอรัส

2. วิธีการทดลอง

2.1 เตรียมเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซ่าจาก soil inoculum ซึ่งได้จากห้องปฏิบัติการงานไมโคไรซ่า กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ใส่ถุงพลาสติก จำนวน 12 ถุง ใส่ถุงละ 10 กรัม

2.2 เตรียมวัสดุปลูก โดยนำดิน 10 กิโลกรัม นำใส่ถุง เป็นจำนวนทั้งหมด 24 ถุง นำไปนึ่งฆ่าเชื้อครั้งที่ 1 แล้วพักไว้ 1 คืน และทำการนึ่งฆ่าเชื้ออีก 2 ครั้งแล้วให้พักไว้ 1 สัปดาห์ก่อนนำไปใช้

2.3 เพาะกล้าต้นข้าวโพดโดยนำเมล็ดข้าวโพดมาฆ่าเชื้อที่ผิว (แช่คลอโรกซ์ 3-5 นาที ล้างด้วยน้ำที่ฆ่าเชื้อ และผ่านด้วยแอลกอฮอล์ 70% อย่างรวดเร็ว ล้างด้วยน้ำที่ฆ่าเชื้ออีก 2-3 ครั้ง) และแช่น้ำที่ฆ่าเชื้อเป็นเวลา 12 ชั่วโมง นำไปปลูกในถ้วยกระดาษที่มีวัสดุปลูก คือ ทรายนึ่งฆ่าเชื้อ จำนวน 200 กรัม ปลูกข้าวโพด 3 ต้น/ถ้วย เมื่ออายุปลูก 5 วัน ทำการถอนแยกโดยเหลือต้นที่สมบูรณ์แข็งแรงไว้ 1 ต้นเมื่ออายุปลูก 7 วัน ทำการย้ายลงกระถางโดยฉีกถ้วยกระดาษออก

2.4 นำวัสดุปลูกมาทำการปรับ pH ให้ได้ 6.5 โดยใช้ วิธี Incubation method ของ Dunn ดังนี้

- ซึ่งตัวอย่างดินที่กรด ลงใน beaker ขนาด 100 ml. ที่เตรียมไว้ 6 ใบ หนักตัวอย่างละ 10 กรัม เติมน้ำยา Ca(OH)_2 0.05 N ลงใน beaker เป็นจำนวนต่าง ๆ ตามลำดับจากน้อยไปหามากคือ 0, 5, 10, 20, 30 และ 40 ml หลังจากเติม Ca(OH)_2 ลงไปเป็นจำนวนต่าง ๆ ดังกล่าวแล้ว ก็เติมน้ำกลั่นลงไปเพื่อให้ปริมาตรของ suspension ในแต่ละ beaker เท่ากันที่ 50 ml. ตั้งทิ้งไว้ 4 วัน หยด chloroform ลงไปใน beaker สัก 3 หยด เพื่อป้องกันไม่ให้เกิด microbial activity ขึ้นใน suspension คนดินใน beaker เหล่านี้เป็นครั้งคราว อย่างน้อยวันละ 2 ครั้ง เมื่อครบวันที่ 4 วัด pH ของ suspension ด้วย pH meter จดบันทึกค่าของ pH ไว้ในตาราง Lime requirement เขียน titration curve ลงในกระดาษกราฟ ให้ค่าของ pH อยู่บนแกน ordinate ส่วน ml. ของ Ca(OH)_2 0.05 N อยู่ที่แกน abscissa

- จาก curve ที่ได้ พบว่า จะต้องใช้ ปริมาณปูนขาว 4.59 กรัม/กระถาง ในการยกระดับ pH จาก 4.6 เป็น 6.5

2.5 นำวัสดุปลูกมาคลุกปุ๋ยตามตำรับการทดลองดังนี้

ตำรับการทดลองที่ 1 และ 4

- ปุ๋ยยูเรีย 1.08 กรัม (32 กิโลกรัม N/ไร่)
- ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ 0.83 กรัม (25 กิโลกรัม K_2O /ไร่)

ตำรับการทดลองที่ 2 และ 3

- ปุ๋ยยูเรีย 1.08 กรัม
- ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต 0.54 กรัม (16 กิโลกรัม P_2O_5 /ไร่)
- ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ 0.83 กรัม

นำใส่กระถางขนาด 12 นิ้ว โดยแต่ละตำรับการทดลองมี 6 กระถาง ดังนั้นรวมทั้งหมด 24 กระถาง

2.6 ขณะที่ย้ายต้นกล้าลงกระถางในตำรับการทดลองที่ 1 และ 3 ใส่เชื้อรา วิเอ-ไมโคไรซ่า ในรูป soil inoculum จำนวน 10 กรัม/กระถาง รองก้นหลุม และข้าง ๆ หลุม

เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อ-16-จะต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การปฏิบัติดูแลรักษา

- การให้น้ำ ให้น้ำอย่างเพียงพอ ไม่ให้น้ำแห้งหรือน้ำขังเกินไป
- การพรวนดิน พรวนดินเดือนละ 2 ครั้ง
- ทำการกลบโคนต้น เมื่อข้าวโพดฝักอ่อนมีอายุประมาณ 2 สัปดาห์

3. การบันทึกข้อมูลการทดลอง

3.1 การเก็บตัวอย่างดิน

3.1.1 เก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกกระถางละ 10 กรัม โดยสุ่มเก็บกระถางละ 5 จุด แล้วนำมาคลุกเคล้าให้ทั่วแล้ว จึงเก็บมาเพียง 1 กรัม เพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณ Phosphorus ในดินก่อนปลูก

3.1.2 เก็บตัวอย่างดินหลังปลูก กระถางละ 10 กรัม

3.2 การเก็บตัวอย่างพืช เก็บทุกส่วนของพืช

3.2.1 ชั่งน้ำหนักสดและแห้งของส่วนต้นและรากข้าวโพด สำหรับน้ำหนักแห้ง อบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนกระทั่งตัวอย่างพืชแห้ง

3.2.2 รากข้าวโพด ตรวจสอบเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อ (% root colonization)

- นำตัวอย่างรากพืชที่ต้องการตรวจหาเชื้อไมโครไรซาล้างน้ำให้สะอาด ตัดเป็นชิ้นขนาด 10 ซม.

- จากนั้นก็นำไปต้มในน้ำยาโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ประมาณ 5-10 นาที ต้มในอุณหภูมิประมาณ 80-90 องศาเซลเซียส จนรากใส

- นำรากที่ต้มในน้ำยาแล้วมาล้างด้วยน้ำจนไม่มีน้ำยาติดอยู่

- นำไปย้อมสีด้วยน้ำยา lacto glycerol trypanblue ซึ่งมีสี trypanblue 0.05% ทิ้งไว้ให้รากติดสีประมาณ 1 คืน เทสีย้อมทิ้ง นำรากมาตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ยาวประมาณชิ้นละ 1 ซม. วางบนสไลด์ ส่องดูใต้กล้องสเตอริโอ ไมโครสโคป และคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อในราก รากที่มีไมโครไรซาจะพบว่าเชื้อราชนิดสีน้ำเงินที่ย้อมโดยจะตรวจพบลักษณะเวสสิเคิล ซึ่งมีลักษณะเป็นรูปกลม หรือรูปรีที่ปลายของเส้นใยติดสีน้ำเงิน และลักษณะของออบัสคูล ซึ่งมีลักษณะแตกแขนงเป็นเหมือนกิ่งไม้เล็ก ๆ อยู่ในเซลล์พืช

สงวนไว้สำหรับการใช้ 9965/๕๖๓๓๓๓ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อ-17-จะต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 วิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

3.2.3.1 วิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน

ด้วยวิธีของ Bray II

1. การสกัด

- ซึ่งตัวอย่างดิน 1 กรัม ลงใน erlenmeyer flask ขนาด 125 ml. ใส่สารละลาย Bray II จำนวน 10 ml. เขย่าอย่างแรงเป็นเวลา 60 วินาที

- เมื่อเขย่าครบกำหนดแล้ว กรองเอาแต่น้ำที่สกัดได้ ออกใส่ในขวดพลาสติกขนาด 100 ml. เพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณ phosphorus ในน้ำสกัดต่อไป

2. การวิเคราะห์หาปริมาณ P ในน้ำสกัด

- การทำ standard curve ของ P โดย เตรียมน้ำยา standard phosphate solution ให้มีความเข้มข้น 5 ppm P โดยใช้ standard phosphate solution 50 ppm P มาทำให้เจือจางลง 10 เท่า

- ชักเอา aliquot 0, 1, 2, 3, 4, และ 5 ml. บรรจุลงใน volumetric flask ขนาด 25 ml. เติมน้ำลงไปจนมีปริมาตรประมาณ 20 ml. เขย่าให้เข้ากัน เติม reagent B ลงไป 4 ml. เขย่าให้เข้ากัน แล้วเติมน้ำกลั่นลงใน flask จนมีปริมาตรครบ 25 ml. เขย่าให้เข้ากัน วางทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที แล้วเริ่มอ่าน %transmittance ของน้ำยานี้ด้วย spectrophotometer wavelength 882 nm.

- การวิเคราะห์หาปริมาณ P ใน unknown sample ใช้ aliquot 10 ml. ของ unknown sample

3. คำนวณหาปริมาณของ P ที่วิเคราะห์ได้เป็น ppm P ของดิน ได้ดังนี้

- ให้ ratio ของ solution : soil = Y

- ppm P ที่อ่านได้จาก standard curve = Z

$$\text{ppm P ของดิน} = \frac{Z \times Y \times \text{final vol. (ml)}}{\text{aliquot used (ml)}}$$

3.2.3.2 วิเคราะห์หาปริมาณ phosphorus ในพีช ด้วยวิธี Vanado-molybdate solution yellow color

1. การย่อยสลายตัวอย่างพีช (wet ashing)

- ซึ่งตัวอย่างพีช 1 กรัม ลงในหลอด digest เติม mixed acid (conc ของ HNO_3 : H_2SO_4 : HClO_4 อัตราส่วน 10 : 1 : 2) พักไว้ 1 คืน และนำไป digest เมื่อตัวอย่างพีชได้สารละลายใส จึงตั้งทิ้งไว้ให้เย็น เติมน้ำกลั่นเล็กน้อย ปรับปริมาตรเป็น 50 ml. นำไปกรอง และเก็บไว้ในขวดพลาสติก ขนาด 100 ml

2. การวิเคราะห์

ไปเปิดสารละลายใส (aliquot) 2 ml ลงใน test tube เติม ammonium vanadate และ ammonium molybdate อย่างละ 1 ml เติมน้ำกลั่นให้ครบ 8 ml เขย่าแล้วตั้งไว้ 15-20 นาที นำไปวัดความเข้มของสีที่เกิดขึ้น ด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ wave length 440 nm โดยเปรียบเทียบกับ standard curve ของ 0, 2.5, 5, 7.5, 10, และ 12.5 ppm คำนวณผลดังนี้

$$\% \text{ P ในตัวอย่างพีช} = \frac{\text{ppm from std. curve} \times 8 \times 50 \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง} \times \text{จำนวน aliquot} \times 10^6}$$

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ข้อมูลที่ได้ นำมาวิเคราะห์ผล โดยการวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of variance)

4.2 หาลำดับความแตกต่าง ระหว่างตัวรับการทดลอง โดยวิธี Least Significant Difference (LSD) และวิธี Duncan's Multiple Range test (DMRT)

5. สถานที่ ที่ใช้ในการทดลอง

- เรือนปลูกพืชคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง กรุงเทพฯ ฯ

6. ระยะเวลาที่ใช้ทำการทดลอง

- ทำการทดลองตั้งแต่ สิงหาคม 2534 ถึง พฤศจิกายน 2534

ผลการทดลอง1. ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส (ppm P) ในดินก่อนปลูก

ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส (ppm P) ในดินก่อนปลูก ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 จากตาราง จะพบว่าตำรับการทดลองที่ไม่ใส่ทั้งเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซ่าและปุ๋ยฟอสฟอรัส มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสเฉลี่ยมากที่สุด คือ 19.67 ppm P รองลงมาคือตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอย่างเดี่ยว ซึ่งมีปริมาณฟอสฟอรัส 19.08 ppm P และตำรับการทดลองที่ใส่เชื้อราวีเอ-ไมโคไรซ่าอย่างเดี่ยว มีปริมาณฟอสฟอรัส 19.04 ppm P และตำรับการทดลองที่ใส่ทั้งเชื้อรา วีเอ-ไมโคไรซ่าร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัส มีปริมาณฟอสฟอรัสต่ำที่สุดคือ 18.63 ppm P แต่ทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

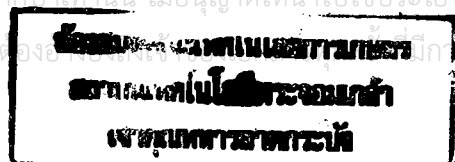
2. ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส (ppm P) ในดินหลังปลูก

ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส (ppm P) ในดินหลังปลูก ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 จากตาราง จะพบว่าตำรับการทดลองที่ใส่เชื้อราวีเอ-ไมโคไรซ่ามีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสเฉลี่ยมากที่สุด คือ 15.29 ppm P รองลงมา คือ ตำรับการทดลองที่ใส่เชื้อรา วีเอ-ไมโคไรซ่า ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัส คือ 15.27 ppm P ทั้งสองตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติแต่อย่างใด แต่การทดลองที่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส และการทดลองที่ไม่ใส่ทั้งเชื้อรา วีเอ-ไมโคไรซ่า และปุ๋ยฟอสฟอรัส ซึ่งมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัส คือ 12.54 ppm P และ 11.21 ppm P ตามลำดับ ทั้งสองตำรับการทดลองนี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีความแตกต่างจากทั้งสองตำรับการทดลองแรก

3. ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส (ppm P) ในต้นข้าวโพดฝักอ่อน

ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส (ppm P) ในต้นข้าวโพดฝักอ่อนนั้น ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 จากตาราง จะพบว่า ตำรับการทดลองที่ใส่ทั้งเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซ่า และปุ๋ยฟอสฟอรัส มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัส เฉลี่ยสูงที่สุด คือ 0.32 ppm P และไม่แตกต่างจากทุกตำรับการทดลอง ยกเว้นตำรับการทดลองที่ไม่ใส่ทั้งเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซ่า และปุ๋ยฟอสฟอรัส ซึ่งมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสต่ำที่สุด คือ 0.22 ppm P ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติกับทุกตำรับการทดลอง และตำรับการทดลองที่ใส่เชื้อราวีเอ-ไมโคไรซ่าเพียงอย่างเดียวมีค่าใกล้เคียงกับตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อ-21- และต้องอ้างอิงถึงที่มาของเอกสารนี้ทุกครั้ง



4. น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของข้าวโพดฝักอ่อน

น้ำหนักสดของข้าวโพดฝักอ่อนได้แสดงไว้ในตารางที่ 2 จากตาราง จะพบว่าตำรับการทดลองที่ใส่เชื้อราวีเอ-ไมโคไรซ่าเพียงอย่างเดียว มีน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 92.65 กรัม แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส และตำรับการทดลองที่ใส่เชื้อราวีเอ-ไมโคไรซ่าร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสซึ่งมีน้ำหนักสด 79.17 กรัม และ 74.84 กรัม ตามลำดับ ทั้งสามตำรับการทดลองมีความแตกต่างทางสถิติ กับตำรับการทดลองที่ไม่ใส่ทั้ง เชื้อราวีเอ-ไมโคไรซ่า และปุ๋ยฟอสฟอรัส ซึ่งมีน้ำหนักสด 47.76 กรัม

สำหรับน้ำหนักแห้งของข้าวโพดฝักอ่อนจะพบว่าตำรับการทดลองที่ใส่เชื้อราวีเอ-ไมโคไรซ่าเพียงอย่างเดียว มีน้ำหนักแห้งมากที่สุดคือ 20.01 กรัม รองลงมา คือตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว ซึ่งมีน้ำหนักแห้ง 17.23 กรัม และตำรับการทดลอง ที่ใส่ทั้งเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซ่า ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัส ซึ่งมีน้ำหนักแห้ง 15.74 กรัม ตามลำดับ ทั้งสามตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่แตกต่างจากตำรับการทดลองที่ไม่ใส่ทั้ง เชื้อราวีเอ-ไมโคไรซ่าและปุ๋ยฟอสฟอรัส ซึ่งมีน้ำหนักแห้ง 10.09 กรัม และตำรับการทดลองที่ใส่ทั้งเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซ่า ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสนี้มีค่าใกล้เคียงกับน้ำหนักแห้งของตำรับที่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว

5. เปอร์เซ็นต์การติดเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซ่าในรากข้าวโพดฝักอ่อน

เปอร์เซ็นต์การติดเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซ่าในรากข้าวโพดฝักอ่อนได้แสดงไว้ในตารางที่ 3 จากตารางจะพบว่า ตำรับการทดลองที่ใส่เชื้อราวีเอ-ไมโคไรซ่าอย่างเดียวนั้น มีเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อมากที่สุด คือ 50.11% ซึ่งมีค่ามากกว่าตำรับการทดลองที่ใส่เชื้อราวีเอ-ไมโคไรซ่า ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัส ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อ 15.74% สำหรับตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว และที่ไม่ใส่ทั้งเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซ่า และปุ๋ยฟอสฟอรัส ไม่มีเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อแต่อย่างใด

6. ปริมาณสปอร์เฉลี่ยของเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซ่าที่พบในดิน 100 กรัม

ปริมาณสปอร์ของเชื้อรา วีเอ-ไมโคไรซ่าที่พบในดินนั้นแสดงไว้ ในตารางที่ 3 จากตาราง พบว่าตำรับการทดลองที่ใส่เชื้อราวีเอ-ไมโคไรซ่าเพียงอย่างเดียว และตำรับการทดลองที่ใส่ทั้งเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซ่า ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัส ซึ่งมีปริมาณสปอร์เฉลี่ย คือ 252.00 และ 245.83 สปอร์ต่อดิน 100 กรัม ตามลำดับ และไม่มี ความแตกต่างกัน สำหรับตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว และตำรับ การทดลองที่ไม่ใส่ทั้งเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซ่าและปุ๋ยฟอสฟอรัสไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่ง มีปริมาณสปอร์เฉลี่ย คือ 7.67 และ 2.33 สปอร์ต่อดิน 100 กรัม ตามลำดับ ซึ่งทั้ง สองตำรับการทดลองนี้แตกต่างกันทางสถิติ กับสองตำรับการทดลองแรกอย่างมีนัยสำคัญ ยิ่งทางสถิติ



ตารางที่ 1 แสดงปริมาณธาตุฟอสฟอรัส (ppm P) เฉลี่ยในดิน 1 กรัม ก่อนและหลัง
ปลูกข้าวโพดฝักอ่อน และปริมาณที่พบในต้นข้าวโพดฝักอ่อน

ตำรับการทดลอง	ปริมาณฟอสฟอรัส (ppm P/g. of soil)		
	ก่อนปลูก	หลังปลูก	ในต้น
CM	19.04 a	15.29 a	0.27 ab
CP	19.08 a	11.21 b	0.31 a
CMP	18.63 a	15.27 a	0.32 a
C	19.67 a	12.54 b	0.22 b
CV (%)	4.87	10.84	20.46
LSD 0.05	1.15	1.81	0.07

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

- CM = ใส่เชื้อรา วิเอ-ไมโคไรซ่า เพียงอย่างเดียว
 CP = ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว
 CMP = ใส่เชื้อรา วิเอ-ไมโคไรซ่า ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัส
 C = ไม่ใส่ทั้งเชื้อรา วิเอ-ไมโคไรซ่า และปุ๋ยฟอสฟอรัส

ตารางที่ 2 แสดงอิทธิพลของเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซา และการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัส ต่อ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดฝักอ่อน

ตัวรับการทดลอง	น้ำหนักสด (g)	น้ำหนักแห้ง (g)
CM	92.65 a	20.01 a
CP	79.18 a	17.23 a
CMP	74.84 a	15.74 ab
C	47.76 b	10.09 b
CV (%)	19.62	22.68
LSD 0.01	24.58	6.08

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

- CM = ใส่เชื้อรา วีเอ-ไมโคไรซา เพียงอย่างเดียว
- CP = ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว
- CMP = ใส่เชื้อรา วีเอ-ไมโคไรซา ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัส
- C = ไม่ใส่ทั้งเชื้อรา วีเอ-ไมโคไรซา และปุ๋ยฟอสฟอรัส

ตารางที่ 3 แสดงอิทธิพลของเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซาต่อเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซาและปริมาณสปอร์ที่พบในดินของรากข้าวโพดฝักอ่อนต่อดิน 100 กรัม

ตำรับการทดลอง	เปอร์เซ็นต์การติดเชื้อ ในราก (%)	จำนวนสปอร์ ต่อดิน 100 กรัม
CM	50.11 a	252.00 a
CP	0.00 b	7.67 b
CMP	15.74 b	245.83 a
C	0.00 b	2.33 b
CV (%)	81.14	46.84
LSD 0.05	16.43	73.17

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

- CM = ใส่เชื้อรา วีเอ-ไมโคไรซา เพียงอย่างเดียว
- CP = ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว
- CMP = ใส่เชื้อรา วีเอ-ไมโคไรซา ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัส
- C = ไม่ใส่ทั้งเชื้อรา วีเอ-ไมโคไรซา และปุ๋ยฟอสฟอรัส

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลอง จะพบว่า การใส่เชื้อราวีเอ-ไมโคไรซา เพียงอย่างเดียว และการใส่เชื้อราวีเอ-ไมโคไรซา ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัส ทำให้ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส (ppm P) เฉลี่ยในดินหลังปลูกข้าวโพดฝักอ่อนมากกว่าการไม่ใส่ทั้งเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซา และปุ๋ยฟอสฟอรัส และการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส เพียงอย่างเดียวอย่างเห็นได้ชัดเจน ส่วนการใส่ทั้งเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซา ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัส และการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส เพียงอย่างเดียว และการใส่เชื้อราวีเอ-ไมโคไรซา เพียงอย่างเดียว นั้นพบว่า มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสเฉลี่ยในต้นข้าวโพดฝักอ่อน มากกว่าการที่ไม่ใส่ทั้งเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซา และปุ๋ยฟอสฟอรัส นอกจากนี้ ยังพบว่า ดินในตำรับที่มีการใส่เชื้อราวีเอ-ไมโคไรซา นั้นมีปริมาณฟอสฟอรัสหลงเหลืออยู่มากกว่าตำรับที่ไม่มีการใส่เชื้อราวีเอ-ไมโคไรซา แสดงให้เห็นว่า เชื้อราวีเอ-ไมโคไรซา ช่วยพืชเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดธาตุฟอสฟอรัสจากดิน และพบว่า ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในต้นข้าวโพดฝักอ่อนในตำรับที่มีการใส่เชื้อราวีเอ-ไมโคไรซา มีมากกว่าตำรับที่ไม่ใส่ทั้งเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซา และปุ๋ยฟอสฟอรัส จึงกล่าวได้ว่าการใส่เชื้อราวีเอ-ไมโคไรซา ให้ผลตอบสนองใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส และช่วยในการดูดซับธาตุฟอสฟอรัส (available phosphorus) ผลการทดลองนี้ มีแนวโน้มสอดคล้องกับรายงานของ (Harley and Smith, 1983) ซึ่งพบว่า พืชที่มีเชื้อราไมโคไรซา สามารถดูดและสะสมธาตุฟอสฟอรัสได้มากกว่าพืชที่ไม่มีเชื้อราไมโคไรซา (Gerdemann, 1964) (ออมทรัพย์ และ เข็นใจ, 2520) พบว่า ข้าวโพดที่ใส่เชื้อราวีเอ-ไมโคไรซา มีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าข้าวโพดที่ไม่ใส่เชื้อราวีเอ-ไมโคไรซา

การใส่เชื้อราวีเอ-ไมโคไรซา เพียงอย่างเดียว และการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส เพียงอย่างเดียว รวมทั้งการใส่ทั้งเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซา ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัส มีผลทำให้น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของข้าวโพดฝักอ่อน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการไม่ใส่ทั้งเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซา และปุ๋ยฟอสฟอรัส ที่เป็นเช่นนี้ เพราะเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซามีอิทธิพลต่อการดูดซับความชื้นให้กับพืชอาศัย ซึ่งในดินที่แห้งแล้งอย่างดินชุดสีตื้นนี้ จะทำให้ดินสูญเสียความชื้นไปได้อย่างรวดเร็ว การที่ดินมีความร่วนละเอียดย

มาก ทำให้เกิดขึ้นแข็งที่หน้าดิน เป็นเหตุให้หน้าไม่สามารถซึมลงสู่ชั้นดินได้ และอัตราการซึมลงสู่ชั้นดินจะช้ากว่าอัตราการระเหยไปในอากาศ จึงเป็นเหตุให้พืชส่วนใหญ่ขาดความชื้นได้ พืชที่มีเชื้อราไมโคไรซาจึงมีอัตราการรอดสูงกว่า พืชที่ไม่มีเชื้อราไมโคไรซา ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ รายงานของ ออมทรีพย์ ที่อ้างถึง (Mosser, 1967; Mikola, 1970) ในเขตหนาวและอบอุ่นเชื้อราไมโคไรซาเป็นส่วนหนึ่งในระบบนิเวศน์ของพืช และเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืชโดยเฉพาะในช่วงแรกของการเจริญเติบโตของต้นไม้ เชื้อราไมโคไรซาจะช่วยดูดซับความชื้นให้แก่กล้าไม้ และจะช่วยให้กล้าไม้มีชีวิตรอดได้ในช่วงวิกฤติการณ์จากความแห้งแล้ง การอยู่ร่วมกับของเชื้อราไมโคไรซากับรากของต้นไม้ช่วยให้ต้นไม้ได้รับน้ำอย่างเพียงพอ ที่จะต้านทานความแห้งแล้งได้

เมื่อพิจารณาถึงเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อพบว่ามีเพียง 2 ตำรับการทดลองเท่านั้นที่มีเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อ คือ ตำรับการทดลองที่ใส่เชื้อราวีเอ-ไมโคไรซา เพียงอย่างเดียวมีเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อถึง 50.11% และตำรับการทดลองที่ใส่ทั้งเชื้อรา วีเอ-ไมโคไรซา และปุ๋ยฟอสฟอรัสมีเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อ 15.74% ซึ่งทำให้การเจริญเติบโตด้านต่าง ๆ ของข้าวโพดฝักอ่อนนี้ใกล้เคียงหรือดีกว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว หรือไม่ใส่ทั้งเชื้อรา วีเอ-ไมโคไรซาและปุ๋ยฟอสฟอรัส ทั้งนี้เป็นอิทธิพลจากการที่เส้นใยเชื้อรา วีเอ-ไมโคไรซา ที่อยู่ภายในเซลล์ของรากพืชพัฒนาเป็นโครงสร้างดูดอาหาร (haustoria) 2 รูปแบบ คือ vesicle และ arbuscule และสลายสารอาหารให้แก่พืช รวมทั้งยังขยายพันธุ์เพิ่มจำนวนสปอร์มากขึ้น แต่จากการทดลองนี้ในตำรับที่ไม่มีการใส่เชื้อรา วีเอ-ไมโคไรซาแต่กลับพบจำนวนสปอร์จำนวนหนึ่ง เนื่องจากว่าจะพบเชื้อราไมโคไรซาได้ในสภาพธรรมชาติทั่ว ๆ ไปแม้แต่ในน้ำหรือในอากาศซึ่งเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซามีสปอร์ขนาดเล็กสามารถปลิวไปกับลมได้ แต่สปอร์ที่พบนั้นเป็นสปอร์ที่ไม่มีประสิทธิภาพ หรือเป็นซากของสปอร์ที่อยู่ในดินหลังจากการฆ่าเชื้อในดินแล้ว จึงไม่พบเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อในรากข้าวโพดฝักอ่อนเลย

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลอง สรุปได้ว่าเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซ่ามีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดฝักอ่อน เพราะการใส่เชื้อราวีเอ-ไมโคไรซ่า ทำให้น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของตำรับการทดลองที่ใส่เชื้อราวีเอ-ไมโคไรซ่าเพียงอย่างเดียว มีมากกว่าตำรับการทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส และการใส่เชื้อราวีเอ-ไมโคไรซ่าเพียงอย่างเดียวทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส แสดงให้เห็นว่าการใส่เชื้อราวีเอ-ไมโคไรซ่า มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดฝักอ่อนใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัส ซึ่งจากการทดลองนี้แสดงว่าเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซ่า สามารถนำมาใช้แทน หรือใช้ร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสได้ จะทำให้ข้าวโพดฝักอ่อนให้ผลผลิตตอบแทนดีขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียวหรือไม่ใส่ทั้งเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซ่า และปุ๋ยฟอสฟอรัส ดังนั้นเกษตรกรสามารถ เพิ่มผลผลิตได้ในพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เช่นเดียวกับดินชุดลี้ดที่บ่งให้สูงขึ้นในขณะที่ใช้ดินทุนเท่าเดิม หรือต่ำลง เนื่องจากเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซ่า ช่วยให้พืชเพิ่มประสิทธิภาพ ในการดูดธาตุฟอสฟอรัสจากดิน ทำให้ประหยัดในการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสได้เป็นอย่างมาก

เอกสารอ้างอิง

- เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธ์. ข้าวโพดฝักอ่อน 2532. พิมพ์ครั้งที่ 3 ศูนย์ผลิตตำราเกษตรเพื่อชนบท.
- สมิตรา ภู่วโรดม 2532. ปุ๋ยชีวภาพเพื่อการเกษตร ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 131-150.
- ออมทรัพย์ นพอมรบดี และเย็นใจ วสุวัต 2520. การศึกษาผลของเชื้อราเอ็นโดไมโคไรซ่าต่อการเจริญเติบโตและการดูดธาตุอาหารของข้าวโพด. รายงานผลการค้นคว้าวิจัยปี 2520. สาขาบัณฑิตและจุลินทรีย์ดิน กองวิจัยโรคพืช กรมวิชาการเกษตร.
- ออมทรัพย์ นพอมรบดี สุภาพร ธรรมสุระกุล พวงผกา บุตรเนียร และเย็นใจ วสุวัต 2525. การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเชื้อชนิดต่าง ๆ ของเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซ่าต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตถั่วลิสง รายงานค้นคว้าวิจัย กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กองปฐพีวิทยา.
- ออมทรัพย์ นพอมรบดี สุภาพร ธรรมสุระกุล วรวิษฐ์ รุ่งรัตนกลิน และพวงผกา บุตรเนียร 2526. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเชื้อราเอ็นโดไมโคไรซ่าต่อการเจริญเติบโตของถั่วลิสงในแปลงทดลอง. รายงานผลการค้นคว้าวิจัยปี 2526. กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร.
- ออมทรัพย์ นพอมรบดี สุภาพร ธรรมสุระกุล พวงผกา บุตรเนียร และเย็นใจ วสุวัต 2528. การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเชื้อราเอ็นโดไมโคไรซ่าต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเขียว. รายงานผลการค้นคว้าวิจัยปี 2528. กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร.
- ออมทรัพย์ นพอมรบดี 2532. เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตร ปุ๋ยชีวภาพ รุ่นที่ 6 ระหว่าง วันที่ 14-18 สิงหาคม 2532. กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร

- Abbott, L.K. and Kodson, A.D. 1978. Growth of subterranean clover in relation to the formation of endomycorrhizas by introduced and indigenous fungi in a field soil. *New Phytol.* 81: 575-585
- Gerdemann, J.W. 1964. The effect of mycorrhiza on the growth of maize. *Mycologia.* 56 : 587-590.
- Graham, J.H. and J.P. Syvertsen. 1984. Influence of vesicular arbuscular mycorrhiza on the hydraulic conductivity of root of two citrus root stocks. *New Phytol.* 97(2) : 277-284.
- Harley, J.H, and J.P. Syvertsen. 1984. Influence of vesicular arbuscular mycorrhiza on the hydraulic conductivity of root of two citrus root stocks. *New Phytol.* 97(2) : 277-284.
- Hegde, S.V. and P.V. Rai. 1984. Influence of *Glomus fasciculatum* on damping-off of tomato. *Current Sci.* 53(11) : 588-589.
- Johnson, P.N. 1977. Mycorrhizal endogonaceae in a New Zealand forest. *New Phytol.* 78 : 161-170.
- Krishna, K.R, and D.J. Bagyaraj, 1983. Interaction between *Glomus fasciculatum* and *Sclerotium rolfsii* in peanut. *Can. J. Bot.* 61(9) : 2349-2351.
- Mosse, B. and G.D, Bowen. 1968. A key to the recognition of some Endogone spore type. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 51 L 469-483.
- Nicolson, T.H. 1959. Vesicular arbuscular endophytes with special reference to the external phase. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 42(4): 421-438. อ้างโดย ออมทรัพย์ นพอมรบดี 2532. เอกสารทางวิชาการประกอบคำบรรยายการฝึกอบรมหลักสูตร "ปุ๋ยชีวภาพ" 2532. กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กรมวิชาการเกษตร.

Olen, S.R and F.B. Watanabe. 1957. A method to determine a phosphorus adsorption maximum of soils as measured by the Langmuir isotherm. Soil Sci. Soc. Amer. Proc, 21: 144-149.

อ้างโดย ประพิศ แสงทอง นิลประไพ จันทนภาพ วิศิษฐ์ โชลิตกุล กลุ่มงานวิจัยเคมีและความอุดมสมบูรณ์ของดิน กองปฐพีวิทยา. การศึกษาการดูดตรึงฟอสเฟตสูงสุดของดินชุดต่าง ๆ เอกสารวิชาการด้านปฐพีวิทยา เล่มที่ 1 การประชุมวิชาการ ประจำปี 2528 กองปฐพีวิทยา. กรมวิชาการเกษตร.

Ramirez, B. N. mitchell, D.J. and Schenk, N.C. 1975. Establishment and growth effects of three vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on papaya. Mycologia 67 : 1039-1044.

Safir, G.R. J.S. Boyer and J.W. Gerdemann. 1972. Nutrient Status and mycorrhizal enhancement of water transport in soybean. Plant Physiol. 49 : 700-703.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อ**33** และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ

ตารางที่ 1 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส (ppm P) ในดินก่อนปลูก

	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 4	Rep 5	Rep 6
CM	19.50	18.00	19.75	21.00	19.00	17.25
CP	20.00	17.50	19.75	20.00	19.00	18.00
CMP	19.00	17.75	19.50	18.00	17.50	20.00
C	20.50	18.50	20.00	21.25	17.75	20.00

ANALYSIS OF VARIANCE FOR BEFOR POTTING SOIL (ppm. P)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	5	15.302	3.060	3.528 *	2.90	4.56
Treat.	3	3.302	1.101	1.269 ^{ns}	3.29	5.42
Ex.Error	15	13.010	0.867			
Total	23	31.615	1.375			

ns = not significant

* = significant at 5% level

GRAND MEAN = 19.104167

CV = 4.87 %

LSD .05 = 1.145837

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อ-34- และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2. ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส (ppm P) ในดินหลังปลูก

	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 4	Rep 5	Rep 6
CM	13.000	11.000	10.500	10.750	11.000	11.000
CP	15.250	15.375	15.250	15.375	15.375	15.000
CMP	12.500	11.000	13.000	12.500	10.500	15.750
C	15.375	15.625	14.750	17.750	15.750	12.500

ANALYSIS OF VARIANCE FOR AFTER POTTING SOIL (ppm. P)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	5	3.193	0.639	0.295 ^{ns}	2.90	4.56
Treat.	3	74.950	24.983	11.539 ^{**}	3.29	5.42
Ex.Error	15	32.476	2.165			
Total	23	110.619	4.810			

ns = not significant

** = significant at 1% level

GRAND MEAN = 13.578125

CV = 10.84 %

LSD .05 = 1.810331

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อ-35-และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3. ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส (ppm P) ในต้นข้าวโพดฝักอ่อน

	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 4	Rep 5	Rep 6
CM	0.250	0.210	0.220	0.330	0.360	0.260
CP	0.320	0.260	0.390	0.350	0.280	0.250
CMP	0.430	0.370	0.280	0.330	0.240	0.280
C	0.260	0.210	0.230	0.190	0.230	0.220

ANALYSIS OF VARIANCE FOR PLANT (ppm. P)

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	5	0.011	0.002	0.649 ^{ns}	2.90	4.56
Treat.	3	0.035	0.012	3.513 [*]	3.29	5.42
Ex.Error	15	0.050	0.003			
Total	23	0.095	0.004			

ns = not significant

* = significant at 5% level

GRAND MEAN = 0.2815

CV = 20.46 %

LSD .05 = 0.07813

ตารางที่ 4. น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของข้าวโพดฝักอ่อน

FRESH WEIGHT

	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 4	Rep 5	Rep 6
CM	102.29	104.61	105.39	56.10	95.60	91.92
CP	84.45	71.31	87.09	84.13	69.94	78.14
CMP	67.29	71.26	82.71	46.31	96.27	85.17
C	22.61	54.25	41.21	44.68	68.17	55.65

ANALYSIS OF VARIANCE FOR FRESH WEIGHT

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	5	1594.518	318.904	1.528 ^{ns}	2.90	4.56
Treat.	3	6379.259	2126.420	10.192 ^{**}	3.29	5.42
Ex.Error	15	3129.655	208.644			
Total	23	11103.437	482.758			

ns = not significant

** = significant at 1% level

GRAND MEAN = 73.60625

CV = 19.62 %

LSD .01 = 24.57662

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อ-37- และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DRY WEIGHT

	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 4	Rep 5	Rep 6
CM	23.13	21.43	22.86	12.94	19.76	19.91
CP	12.31	14.39	18.59	8.81	22.57	17.75
CMP	18.29	14.83	19.07	19.58	16.85	14.76
C	3.60	12.16	9.98	9.41	14.81	10.56

ANALYSIS OF VARIANCE FOR DRY WEIGHT

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	5	89.847	17.969	1.405 ^{ns}	2.90	4.56
Treat.	3	314.095	104.698	8.188 ^{**}	3.29	5.42
Ex.Error	15	191.793	12.786			
Total	23	595.735	25.902			

ns = not significant

** = significant at 1% level

GRAND MEAN = 15.765

CV = 22.68 %

LSD .01 = 6.084021

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5. เปอร์เซนต์การติดเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซาในรากข้าวโพดฝักอ่อน

	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 4	Rep 5	Rep 6
CM	34.07	45.75	46.15	98.08	52.75	23.86
CP	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
CMP	19.48	19.23	15.13	9.30	21.98	9.30
C	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00

ANALYSIS OF VARIANCE FOR %ROOT COLONIZATION

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	5	761.291	152.258	0.853 ns	2.90	4.56
Treat.	3	10048.253	3349.418	18.773 **	3.29	5.42
Ex.Error	15	2676.260	178.417			
Total	23	13485.804	586.339			

ns = not significant

** = significant at 1% level

GRAND MEAN = 16.46167

CV = 81.14 %

LSD .05 = 16.43393

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อเรื่อง และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6. ปริมาณสปอร์เฉลี่ยของเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซ่าที่พบในดิน 100 กรัม

	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 4	Rep 5	Rep 6
CM	191.00	405.00	145.00	168.00	356.00	247.00
CP	13.00	15.00	5.00	8.00	3.00	2.00
CMP	274.00	245.00	166.00	210.00	388.00	192.00
C	6.00	3.00	0.00	1.00	3.00	1.00

ANALYSIS OF VARIANCE FOR %ROOT COLONIZATION

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	5	35150.208	7030.042	1.988 ns	2.90	4.56
Treat.	3	357171.458	119057.1531	33.662 **	3.29	5.42
Ex.Error	15	53053.292	3536.886			
Total	23	445374.958	19364.129			

ns = not significant

** = significant at 1% level

GRAND MEAN = 126.95833

CV = 46.84 %

LSD .05 = 101.1882



ภาพที่ 1. แสดงอิทธิพลของการใส่เชื้อราวีเอ-ไมโคไรซ่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส การใส่ทั้งเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซ่าร่วมกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส และการไม่ใส่ทั้งเชื้อราวีเอ-ไมโคไรซ่าและปุ๋ยฟอสฟอรัส ในข้าวโพดฝักอ่อน พันธุ์เชียงใหม่ สายพันธุ์ CMB 8704 ที่ปลูกในดินชุดสัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2. แสดงลักษณะรูปร่างของสปอร์เชื้อราวีเอ-ไมโคไรซ่า (100x)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3. แสดงลักษณะรูปร่างของสปอร์เชื้อราวีเอ-ไมโคไรซ่า (100x)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4. แสดงลักษณะรูปร่างอับสคูล (arbuscule) ของเชื้อราวิเอ-
ไมโคไรซ่า (400x) ในรากข้าวโพดฝักอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

