

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

อิทธิพลของเชื้อวี-เอ ไมคอร์ไรซา ต่อการดูดกินธาตุฟอสฟอรัส
ของถั่วเหลืองบนชุดดินเขาย้อย

Effect of VA-Mycorrhiza Fungi on Phosphorus Uptake in Soybean
on Khao Yoi Soil Series



T099813

โดย

นางสาวแก้วตา เข้มเจริญ

นางสาวศศิพิมพ์ พิมพ์สาร

เสนอ

รฟ.
ก 8920
2538

ภาควิชาปฐพีวิทยา

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 99813
วันเดือนปี.....

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต(เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2538

รฟ.
ก 8920
2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จังหวัดสมุทรปราการ พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาปฐพีวิทยา



เรื่อง

อิทธิพลของเชื้อวี-เอ ไมคอร์ไรซา ต่อการดูดกินธาตุฟอสฟอรัส
ของถั่วเหลืองบนชุดดินเขาย้อย

Effect of VA-Mycorrhiza Fungi on Phosphorus Uptake in Soybean
on Khao Yoi Soil Series

โดย

นางสาวแก้วตา เข้มเจริญ
นางสาวศศิพิมพ์ พิมพ์สาร

(อาจารย์ไพรัตน์ พิมพ์ศิริกุล)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

(รศ.ดร.สุมิตร กว่โรคม)

หัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยา

วันที่ 19 เดือน 12 พ.ศ. 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เฉพาะในชั้นเรียนเท่านั้น ไม่ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณรศ.ดร.สมิตรา ภู่วโรดม หัวหน้าภาควิชาปรัชญาพิทยาศาสตร์ อาจารย์ไพรัตน์ พิมพ์ศิริกุล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยตรวจและแก้ไขปัญหาพิเศษ ขอขอบคุณคุณสุภาพร ชรรมะสุระกุล เจ้าหน้าที่ตึกไรโซเบียม ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการจัดหาเชื้อไมคอไรซา และขอบคุณคุณนงรี บุญแปลง ที่ได้คำแนะนำ ด้านการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ รวมทั้งป้าสำราญ ช่างน้อย และพี่ทองม้วน สุนทร

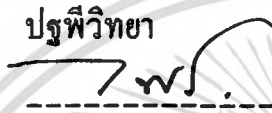
ขอบคุณ พี่ เพื่อน และน้อง คณะเทคโนโลยีการเกษตร ภาควิชาปรัชญาพิทยาศาสตร์ และภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช ทุกคนที่ช่วยในการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ และช่วยให้กำลังใจในการทำปัญหาพิเศษมาโดยตลอดและทำให้การทำปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จ ลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้กำลังใจและสนับสนุนในการศึกษา และทำให้การทำปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

แก้วตา เข้มเจริญ
ศศิพิมพ์ พิมพ์สาร
เมษายน 2539



บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : อิทธิพลของเชื้อวี-เอ ไมคอไรซา ต่อการดูดกินธาตุฟอสฟอรัส
ของถั่วเหลืองบนชุดดินเขาย้อย
โดย : นางสาวแก้วตา เข้มเจริญ
นางสาวศศิพิม พิมสาร
ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์(เกษตรศาสตร์)
ภาควิชา : ปฐพีวิทยา
อาจารย์ที่ปรึกษา : 
(อาจารย์ไพรัตน์ พิมพ์ศิริกุล)

การศึกษอิทธิพลของเชื้อวี-เอ ไมคอไรซา ต่อการดูดกินธาตุฟอสฟอรัสของถั่วเหลืองบนชุดดินเขาย้อย เพื่อผลของการใช้เชื้อวี-เอ ไมคอไรซา ที่มีต่อการเจริญและการดูดกิน ธาตุฟอสฟอรัสของถั่วเหลืองบนชุดดินเขาย้อย และผลของการใช้เชื้อวี-เอ ไมคอไรซาร่วมกับ ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสต่อการเจริญเติบโต และดูดกินฟอสฟอรัสของถั่วเหลือง โดยวางแผนการ ทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) มีจำนวน 6 คำรับการทดลอง 4 ซ้ำ ดังนี้ คำรับควบคุมไม่ใส่ทั้งเชื้อไมคอไรซาและปุ๋ยฟอสเฟต (Ck) , ใส่เชื้อไมคอไรซาเพียงอย่างเดียว (M) , ใส่ปุ๋ยฟอสเฟตอัตรา 9 กิโลกรัม(P_2O_5)ต่อไร่ , ใส่เชื้อไมคอไรซาร่วมกับ ปุ๋ยฟอสเฟตอัตรา 9 กิโลกรัม(P_2O_5)ต่อไร่ (M+P9) , ใส่ปุ๋ยฟอสเฟตอัตรา 18 กิโลกรัม(P_2O_5)ต่อไร่ (P18) , ใส่เชื้อไมคอไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสเฟตอัตรา 18 กิโลกรัม(P_2O_5)ต่อไร่ (M+P18) ผลการทดลองพบว่าการใช้เชื้อวี-เอ ไมคอไรซาร่วมกับปุ๋ยฟอสเฟตอัตรา 9 กิโลกรัม(P_2O_5)ต่อไร่ มีแนวโน้มให้น้ำหนักแห้งของต้นถั่ว , ปริมาณฟอสฟอรัสในต้นถั่วและปริมาณการดูดกิน ฟอสฟอรัสสูงกว่าคำรับอื่นๆโดยเฉพาะในต้นถั่วที่มีอายุ 60 วัน ยกเว้น เปอร์เซ็นต์การติดเชื้อ พบว่ามีค่าสูงรองจากคำรับที่มีการปลูกเชื้อร่วมกับปุ๋ยฟอสเฟตอัตรา 18 กิโลกรัม(P_2O_5)ต่อไร่

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
สารบัญตาราง	ก
สารบัญภาพ	ข
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	13
ผลการทดลอง	16
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	26
เอกสารอ้างอิง	27
ภาคผนวก	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงสมบัติบางประการของชุดดินเขาย้อย	14
ตารางที่ 2 แสดงอิทธิพลของการใช้เชื้อวี-เอ ไมคอไรซาที่มีต่อน้ำหนักแห้งในดินพีชอายุ 30 60 และ 90 วัน(กรัม)	17
ตารางที่ 3 แสดงอิทธิพลของการใช้เชื้อวี-เอ ไมคอไรซาที่มีต่อปริมาณฟอสฟอรัสในพีชอายุ 30 60 และ 90 วัน(ppm.)	19
ตารางที่ 4 แสดงอิทธิพลของการใช้เชื้อวี-เอ ไมคอไรซาที่มีต่อปริมาณการดูดกินฟอสฟอรัสของพีชอายุ 30 60 และ 90 วัน($\mu\text{g}(\text{P}_2\text{O}_5)$ ต่อต้น)	21
ตารางที่ 5 แสดงอิทธิพลของการใช้เชื้อวี-เอ ไมคอไรซาที่มีต่อปริมาณการติดเชื้อในรากอายุ 30 60 และ 90 วัน(%)	23
ตารางที่ 6 แสดงอิทธิพลของการใช้เชื้อวี-เอ ไมคอไรซาที่มีต่อปริมาณฟอสฟอรัสในดินหลังปลูกพีช(ppm.)	25
ตารางภาคผนวก	หน้า
ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งในดินพีชอายุ 30 วัน(กรัม)	33
ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งในดินพีชอายุ 60 วัน(กรัม)	33
ตารางภาคผนวกที่ 3 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักแห้งในดินพีชอายุ 90 วัน(กรัม)	33
ตารางภาคผนวกที่ 4 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณฟอสฟอรัสในพีชอายุ 30 วัน(ppm.)	34
ตารางภาคผนวกที่ 5 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณฟอสฟอรัสในพีชอายุ 60 วัน(ppm.)	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางภาคผนวก	หน้า
ตารางภาคผนวกที่ 6 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของปริมาณฟอสฟอรัสในพืชอายุ 90 วัน(ppm.)	34
ตารางภาคผนวกที่ 7 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของปริมาณการดูดกินธาตุฟอสฟอรัสของพืช อายุ 30 วัน($\mu\text{g}(\text{P}_2\text{O}_5)$ ต่อต้น)	35
ตารางภาคผนวกที่ 8 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของปริมาณการดูดกินธาตุฟอสฟอรัสของพืช อายุ 60 วัน($\mu\text{g}(\text{P}_2\text{O}_5)$ ต่อต้น)	35
ตารางภาคผนวกที่ 9 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของปริมาณการดูดกินธาตุฟอสฟอรัสของพืช อายุ 90 วัน($\mu\text{g}(\text{P}_2\text{O}_5)$ ต่อต้น)	35
ตารางภาคผนวกที่ 10 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของปริมาณการติดเชื้อในรากอายุ 30 วัน(%)	36
ตารางภาคผนวกที่ 11 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของปริมาณการติดเชื้อในรากอายุ 60 วัน(%)	36
ตารางภาคผนวกที่ 12 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของปริมาณการติดเชื้อในรากอายุ 90 วัน(%)	36
ตารางภาคผนวกที่ 13 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของปริมาณฟอสฟอรัสในดินหลังปลูกพืช(ppm.)	37

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
ภาพที่ 1	แสดงอิทธิพลของการใช้เชื้อวี-เอ ไมคอไรซาที่มีต่อ น้ำหนักแห้ง	17
ภาพที่ 2	แสดงอิทธิพลของการใช้เชื้อวี-เอ ไมคอไรซาที่มีต่อ ปริมาณฟอสฟอรัสในพืช	19
ภาพที่ 3	แสดงอิทธิพลของการใช้เชื้อวี-เอ ไมคอไรซาที่มีต่อ ปริมาณการดูดกินฟอสฟอรัสของพืช	21
ภาพที่ 4	แสดงอิทธิพลของการใช้เชื้อวี-เอ ไมคอไรซาที่มีต่อ ปริมาณการคิดเชื้อในรากพืช	23
ภาพที่ 5	เส้นใยของเชื้อวี-เอ ไมคอไรซา ในเซลล์รากพืช(X10)	38
ภาพที่ 6	อาร์บัสคูลและเส้นใยของเชื้อวี-เอ ไมคอไรซา ในเซลล์รากพืช(X10)	39
ภาพที่ 7	อาร์บัสคูลของเชื้อวี-เอ ไมคอไรซา ในเซลล์รากพืช(X40)	40
ภาพที่ 8	อาร์บัสคูลและเส้นใยของเชื้อวี-เอ ไมคอไรซา ในเซลล์รากพืช(X10)	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ถั่วเหลือง (Soybean, *Glycine max* (L.) Merrill) เป็นพืชที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทยและมีประโยชน์หลายด้านด้วยกัน มีคุณค่าทางโภชนาการสูงสามารถใช้บริโภคโดยตรง และใช้เป็นวัตถุดิบที่สำคัญทางอุตสาหกรรมน้ำมันพืช นอกจากนี้ กากถั่วเหลืองยังใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์ จากสถิติการเพาะปลูก ปี 2529/30-2533/34 พบว่ามีการขยายพื้นที่เพาะปลูกและผลผลิตรวมเพิ่มขึ้น คือ พื้นที่เพาะปลูกเพิ่มขึ้นจาก 1.7 ล้านไร่ เป็น 2.6 ล้านไร่ และผลผลิตรวมเพิ่มขึ้นจาก 356,484 ตัน เป็น 530,112 ตัน ตามลำดับ แต่อัตราการเพิ่มผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยคือ ผลผลิตเพิ่มจากเดิม 198 กิโลกรัม/ไร่ เป็น 200 กิโลกรัม/ไร่ (กองวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2535) ซึ่งก็ยังจัดว่าอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำสาเหตุหนึ่ง อาจเนื่องมาจากมีปริมาณฟอสฟอรัสในดินต่ำ หรือมีอยู่ปริมาณมากแต่อยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช จึงทำให้การดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัส จากดินของถั่วเหลืองเป็นไปได้น้อย ดังนั้น จึงได้มีการนำเอาเชื้อวี-เอ ไมคอไรซา มาใช้ร่วมกับการปลูกถั่วเหลืองเพื่อเพิ่มผลผลิตให้ ถั่วเหลือง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินที่มี ฟอสฟอรัสอยู่ในรูปที่ถูกตรึงเอาไว้ โดยซึมผ่านจาก เซลล์ของเชื้อราไปสู่เซลล์ของรากพืช ทำให้พืชนำไปใช้ได้ให้เป็นประโยชน์ในการเจริญเติบโต ได้ (ออมทรัพย์, 2535)

สำหรับการศึกษาเรื่องอิทธิพลของเชื้อวี-เอ ไมคอไรซาในการดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัส ของถั่วเหลืองบนชุดดินเขาย้อยครั้งนี้ เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลือง ตลอดจนได้ข้อมูลพื้นฐานเพื่อนำไปทำการศึกษากการเพิ่มผลผลิตในสภาพไร่นาเกษตรกรต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของการใช้เชื้อวี-เอ ไมคอไรซาที่มีต่อการเจริญและการดูดกินธาตุฟอสฟอรัสของถั่วเหลืองบนชุดดินเขาช้อย
2. เพื่อศึกษาถึงผลของการใช้เชื้อวี-เอ ไมคอไรซาร่วมกับปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสต่อการเจริญเติบโตและดูดกินฟอสฟอรัสของถั่วเหลือง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

1. เชื้อวิ-เอ ไมคอไรซา

เชื้อจุลินทรีย์ดินหลายชนิดเป็นจำนวนมากที่อาศัยอยู่ใกล้กับรากพืชบริเวณที่เรียกว่า Rhizosphere และมีหลายชนิดที่มีบทบาทสำคัญต่อพืชในขบวนการทางสรีรวิทยา พวกนี้จะมีทั้ง saprophyte pathogen และ symbiosis พวก symbiosis ซึ่งเป็นพวกที่อาศัยซึ่งกันและกัน ที่มีอยู่มากมายได้รวมการอยู่ร่วมกันระหว่างเชื้อราไมคอไรซากับพืชอาศัยเข้าไปด้วย อาจจะเป็นพวกเอ็คโตไมคอไรซา (Ectomycorrhiza) หรือ เอ็นโดไมคอไรซา (Endomycorrhiza) หรือ ทั้งสองชนิด(ออมทรัฟ และคณะ, 2526)

ไมคอไรซา(Mycorrhiza) มาจากภาษากรีก mukos= รา และ rhiza= ราก หมายถึง เชื้อราซึ่งอาศัยอยู่ที่บริเวณรากของพืช หรือเข้าไปในรากพืช มีลักษณะคล้ายเป็นกาฝาก(parasite) แต่ในกรณีนี้ เชื้อราจะไม่ทำอันตรายแก่พืช ในทางตรงกันข้าม ทั้งพืชและเชื้อราต่างพึ่งพาอาศัย และได้รับประโยชน์ร่วมกัน(สมิตรา, 2532)

ในบรรดาอินทรีย์สารที่มีอยู่ในดินเป็นจำนวนมากมาย เชื้อราไมคอไรซาก็มีคนรู้จักกัน อย่างแพร่หลาย มากกว่า 90% ของพืชทุกพันธุ์สามารถมีเชื้อราไมคอไรซาเข้าอยู่ด้วยได้แบบ symbiosis (Harley และSmith, 1983)

เราอาจจำแนกชนิดของไมคอไรซาโดยใช้ลักษณะของการเข้าอยู่อาศัยในรากพืชเป็น 3 ชนิดด้วยกันคือ

1. เอ็คโตไมคอไรซา(Ectomycorrhiza)

เชื้อราชนิดนี้จะปรากฏอยู่ตามธรรมชาติของไม้ป่าที่สำคัญทั่วโลก ในพืชพวก Gymnosperm-Pinaceae เช่น สน , เฟอร์ , พวก angiosperm เช่น ยูคาลิปตัส , โอ๊ค ที่รากพืชพวกนี้มักจะมีลักษณะของไมคอไรซา ถ้าเป็นลักษณะของเอ็คโตไมคอไรซาก็สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

เส้นใยเชื้อราจะเจริญอัดแน่นเป็นแผ่นๆ (sheath) อยู่รอบๆราก อาศัยอาหารจากสารละลาย ที่รากขับออกมาภายนอก (root exudate) และเจริญขึ้นเรื่อยๆ จนเกิดเป็น fungus mantle และมีเส้นใยบางส่วนเจริญเข้าไปในรากระหว่างเซลล์ในชั้นคอร์เท็กซ์ ทำให้เกิดลักษณะคล้าย ร่างแห เรียกว่า ร่างแฮร์ติก (Hartig net) เชื้อราพวกนี้มักเป็นราในกลุ่ม Basidiomycetes เจริญอยู่บริเวณรากของไม้ป่า ซึ่งสร้าง fruiting body เป็นพวกเห็ด หรือ truffball (ก้อนขี้ควาย) มีบางชนิดอยู่ในพวก Ascomycetes เช่น พวก truffles เชื้อราพวกนี้จะอาศัยพืชอยู่จนเจริญเติบโตให้ครบวงจรชีวิต โดยใช้คาร์โบไฮเดรต , กรดอะมิโน , วิตามิน และสารอื่นๆ

จากพืชในเวลาเดียวกัน เอ็คโตไมคอไรซาก็จะช่วยการเจริญเติบโตของต้นไม้ให้เพิ่มมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับต้นไม้บางชนิด เช่น สน จะเจริญเติบโตได้ดีมากถ้ามีเชื้อนี้ ทั้งนี้เพราะเชื้อโคโมคอร์ไรซาจะช่วยเพิ่มเนื้อที่ที่เนื่องมาจากการสร้างและแตกแขนงของเชื้อรานี้มารอบๆราก เชื้อรานี้สามารถดูดซับและเก็บธาตุอาหารพวก ไนโตรเจน , โพแทสเซียม , ฟอสฟอรัส และแคลเซียม ไว้ใน fungus mantle ได้อย่างรวดเร็วและเก็บไว้ได้เป็นเวลานานกว่ารากที่ไม่มีเชื้อโคโมคอร์ไรซา นอกจากนี้ เชื้อโคโมคอร์ไรซายังสามารถป้องกันรากพืชจากการเข้าทำลายของโรคบางอย่างเช่น Phythium หรือ Phytopthora ได้ด้วย

พันธุ์ต่างๆของเชื้อราไมคอร์ไรซาในสภาพป่าไม้ มีการผสมผสานกันอย่างเหมาะสม การประเมินความสัมพันธ์ของต้นไม้และ fruiting bodies [เห็ด (mushrooms) , toadstools หรือ truffles] ของเชื้อราเชื้อโคโมคอร์ไรซาซึ่งแสดงให้เห็นถึงรูปร่างและสถานที่ที่มีการแพร่กระจาย (ASTAG. Technical, Paper, 1992)

2. เอ็นโดไมคอร์ไรซา (Endomycorrhiza)

ไมคอร์ไรซานชนิดนี้จะพบอยู่ในพืชไร่ต่างๆไปรวมทั้งไม้ผล และไม้ยืนต้นอื่นๆ เช่น คีโนเอลม , maple , gum , walnut และยาง

เชื้อเอ็นโดไมคอร์ไรซาจะไม่สร้างเส้นใยหนารอบๆรากแต่เส้นใยเชื้อราจะสานกันอย่างหลวมๆอยู่รอบๆราก และสปอร์ที่อยู่ในดินจะงอกเส้นใยแทงผ่านผนังเซลล์ของรากเข้าไปในชั้นคอร์ติเคิล (corticle cell) และเจริญเติบโตอยู่ในเซลล์ของราก สร้างเวสสิเคิล (vesicle) และอาร์บัสคูล (arbuscule) ซึ่งเป็นที่เก็บอาหารของเชื้อรา และแลกเปลี่ยนอาหารระหว่างเชื้อราและเซลล์พืช เชื้อราพวกนี้มีชื่อเรียกว่า เวสสิคูลา-อาร์บัสคูลา ไมคอร์ไรซา (vesicular- arbuscular mycorrhiza) เชื้อราเหล่านี้จะเจริญเติบโตจากรากหนึ่ง ไปยังอีกรากหนึ่ง และขยายพันธุ์โดยสร้างสปอร์เพิ่มจำนวนมากในดิน และแพร่กระจายไปโดยน้ำ ลม แมลง และ สัตว์อื่นๆ ส่วนมากแล้วในดินตามธรรมชาติก็จะพบเชื้อราเอ็นโดไมคอร์ไรซาอยู่ทั่วไป มีรายงานว่า ไม้เนื้อแข็งบางชนิดต้องการเอ็นโดไมคอร์ไรซา ในการเจริญเติบโตเช่นเดียวกับสนต้องการเชื้อโคโมคอร์ไรซา เช่นต้น sweetgum , boxelder และ redmaple

เวสสิคูลา-อาร์บัสคูลา ไมคอร์ไรซา ประกอบไปด้วย 3 ส่วนสำคัญดังนี้คือ

1. Arbuscule Mosse(1981) กล่าวว่าโครงสร้างนี้จะอยู่ในเซลล์รากพืช จะแตกแขนงจากหนึ่งเป็นสองไปเรื่อยๆ (dichotomus branching) แขนงของเส้นใยแทรกเข้าไปในเซลล์พืชอาศัยขนาดของปลายกิ่งแขนงสุดท้ายเท่ากับขนาดของไมโทคอนเดรียของพืชอาศัยและไม่สามารถมองเห็นได้โดยการใช้กล้องจุลทรรศน์แบบธรรมดา

2. Vesicle

มีรูปร่างคล้ายถุงที่โป่งพองออกบริเวณส่วนปลายเส้นใยภายในประกอบด้วยหยดไขมัน และเป็นโครงสร้างที่เก็บสะสมอาหารของเชื้อรา จะพบในรากฝอยมากกว่ารากอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. External mycelium ส่วนที่สำคัญของไมคอไรซา คือ เส้นใยที่อยู่ภายนอกราก สามารถสร้างเป็นร่างแหในการเพิ่มพื้นที่การดูดอาหาร ซึ่งช่วยให้พืชดูดยึดฟอสฟอรัส ทำหน้าที่ดูดอาหารเมื่อพบอาหารที่เหมาะสม เส้นใยเหล่านี้ก็จะแทรกซึมเข้าไปในอนุภาคของอินทรีย์วัตถุ

3. เอ็กเทินโดไมคอไรซา(Ectendomycorrhiza)

เป็นพวกที่อยู่ก้ำกักรหว่างเอ็คโตและเอ็นโดไมคอไรซา โดยมีลักษณะคล้ายคลึงกับชนิดแรก แต่ส่วนของเส้นใยที่แทงเข้าไปในราก จะมีทั้งที่เข้าไปอยู่ระหว่างเซลล์และที่อยู่ภายในเซลล์ของรากพืช

2. การเข้าสู่รากพืชของเชื้อวี-เอ ไมคอไรซา

ปกติพืชที่ปลูกในดินที่มีฟอสฟอรัสในรูปที่พืชจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ในระดับต่ำจะทำให้เซลล์ของพืชมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสต่ำและมีการสร้างเอนไซม์ฟอสฟาเตส (Phosphatase enzyme) สูงขึ้น ซึ่งเอนไซม์นี้ไม่พบในเซลล์พืชที่มีฟอสฟอรัสมากพอ เอนไซม์นี้จะไม่ถูกปลดปล่อยออกสู่ดิน เอนไซม์ฟอสฟาเตสที่พืชสร้างขึ้นในสภาวะที่เซลล์พืชมีธาตุฟอสฟอรัสต่ำนี้จะไปทำให้เซลล์พืชสังเคราะห์แลกตินได้ต่ำ เมื่อมีเอนไซม์ฟอสฟาเตสสูงในพืชจะทำให้แลกตินน้อยลงไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราซึ่งเข้าสู่เซลล์พืชได้ (Sander และคณะ, 1975)

เชื้อวี-เอ ไมคอไรซาเข้าสู่รากพืชได้ 3 ทางคือ รากขน เซลล์ชั้นอีพิเดอมิส (epidermis) หรือ ชั้นเอ็กโซเดอมิส (exodermis) ในรากซึ่งแก่หรือเซลล์ชั้นอีพิเดอมิสที่ฉีกขาด เริ่มจากเชื้อราจะสร้าง appressorium เจริญเข้าไปอยู่ระหว่างเซลล์ หรือ ภายในเซลล์ในชั้นเอ็กโซเดอมิส ขึ้นกับชนิดของพืชอาศัย appressorium 1 อัน สามารถให้กำเนิดแขนงของเส้นใยเข้าสู่รากได้หลายแขนง เส้นใยจะไม่เจริญเข้าไปในชั้นเอ็นโดเดอมิส , state , root tip และเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์ ภายหลังจากที่เส้นใยเจริญผ่านชั้นเอ็กโซเดอมิสเข้าไปในเซลล์ก็จะมีการเจริญทั้งทางด้านกว้างและด้านยาวที่ปลายเส้นใยจะมีโครงสร้างที่เรียกว่า อาร์บัสคูล มักพบในคอร์เท็กซ์ชั้นในหรือตลอดทั้งชั้นคอร์เท็กซ์ การเกิดอาร์บัสคูลเกิดโดยที่ปลายของเส้นใยมีการแตกแขนงแบบหนึ่งเป็นสองไปเรื่อยๆ(dichotomus branching) จนมีลักษณะคล้ายพุ่มไม้เล็กๆ ปลายสุดของแขนงจะแคบและแหลมจากนั้นส่วนปลายของอาร์บัสคูลก็จะถูกย่อยสลายโดยเซลล์พืชจนเหลือแต่ส่วนที่เป็นก้านของเส้นใยทำให้พวก granular material ไหลออกมาสู่เซลล์พืช ในขณะที่เกิดอาร์บัสคูลจะมีการเปลี่ยนแปลงภายในเซลล์พืช เช่น ตรวจไม่พบแป้ง นิวเคลียสขนาดใหญ่ขึ้น แต่ภายหลังจากที่อาร์บัสคูลถูกทำลายไปก็จะพบแป้งอยู่ภายในเซลล์และนิวเคลียสก็จะกลับมามีขนาดเท่าเดิม โครงสร้างของเวสติเคิลถูกสร้างขึ้นที่ปลายสุดของเส้นใยในชั้นคอร์เท็กซ์ชั้นนอกของรากพืช รูปร่างริกลม หรือมีรูปร่างเหมือนกับเซลล์ที่มันอยู่ เวสติเคิลอยู่ภายในหรือระหว่างเซลล์เอ็กสอรันเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้าไมวารมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีผนังกันจึงทำให้เหมือนกับ Chlamydospore ในขณะที่สัร้าวเวสสิเคิลทำให้เซลล์ในชั้น คอร์เท็กซ์ แตกออก ถ้ามีการสร้างมากๆอาจทำให้ชั้นคอร์เท็กซ์ถูกทำลายไป (Nicolson, 1959)

การที่เชื้อราพวกเชื้อวี-เอ ไมคอไรซา เจริญเข้าสู่รากพืชไม่ทำให้รูปร่างของรากเปลี่ยนแปลงไป หรืออาจมีการเปลี่ยนแปลงไปบ้างในพืชหลายชนิด เช่น ข้าวโพด ถั่ว ต้นหอม มะเขือเทศ และพืชในตระกูล Solanaceae หลายชนิด จะพบว่ารากข้าวโพดซึ่งมีเชื้อรานี้อาศัยอยู่ จะมีสีเหลืองอ่อน และจะไม่มีรากขน ส่วนรากที่ไม่มีเชื้อรานี้จะมีสีขาว สีเหลืองนี้จะจางหายไป เมื่อถูกแสงสว่าง ความหนาแน่นของสีขึ้นอยู่กับปริมาณของการเข้าสู่ราก ส่วนในข้าวสาลีการมีเชื้อรานี้เข้าสู่รากไม่ทำให้ลักษณะและสีเปลี่ยนแปลงไป (Gerdemann, 1961,1964;Barrett, 1961; Krushcheva, 1961)

การเข้าไปในเซลล์พืชของเชื้อวี-เอ ไมคอไรซา ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในต่างๆ ได้แก่

1. การเพิ่มกิจกรรมของไซโตพลาสซึม
2. การสร้าง organelle ใหม่ๆเพิ่มขึ้นในเซลล์เช่น ไมโทคอนเดรีย , เอ็นโดพลาสมิกเรติคูลัม , กรดไรโบนิวคลีอิก และอื่นๆ
3. การโป่งพองออกของนิวเคลียสซึ่งอาจจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางเพิ่มขึ้น 2-3 เท่า
4. การสลายตัวของแป้งที่เก็บไว้ซึ่งจะไม่พบเม็ดแป้งในเซลล์ที่เชื้อราเข้าไปเจริญอยู่
5. อัตรการหายใจและกิจกรรมของเอนไซม์เพิ่มขึ้น (Mosse, 1981)

3. การเข้าสู่รากพืชของฟอสฟอรัสโดยเชื้อวี-เอ ไมคอไรซา

ฟอสฟอรัสเคลื่อนที่จากดินเข้าสู่เส้นใยของเชื้อราโดยขบวนการ active carrier ตรงส่วนพลาสมาเมมเบรน ของเส้นใย จากนั้นจะมีการเคลื่อนย้ายของสารพวกฟอสเฟตโดยอยู่ในรูปของ โพลีฟอสเฟตภายในเส้นใย เคลื่อนเข้าสู่ส่วนอาร์บัสคูล และจะเคลื่อนย้ายผ่าน พลาสมาเมมเบรนของอาร์บัสคูลโดยขบวนการ passive phosphate carrier เข้าสู่เซลล์พืชโดย active mediated phosphate transport system

นอกจากนี้การที่เซลล์พืชสามารถย่อยสลายอาร์บัสคูลของเชื้อราทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายของสารพวกฟอสเฟต และสารอินทรีย์อื่นๆจากเชื้อราเข้าสู่เซลล์พืชโดยตรง(Sander และTinker 1973;Sander et al., 1974)

ขบวนการดูดธาตุจะเกิดได้มากหรือน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่างๆ คือ

1. ชนิดของพืชแต่ละชนิด ซึ่งมีความต้องการธาตุฟอสฟอรัสในการเจริญเติบโตและความสามารถเฉพาะของพืชแต่ละชนิดในการดูดธาตุฟอสฟอรัสออกมาจากดินได้มากน้อยต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ยูเซ่เห็นประโยชน์ประการใดไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ปริมาณของธาตุฟอสฟอรัสและรูปของฟอสฟอรัสในดินได้แก่
 - 2.1 รูปของฟอสเฟตไอออนที่ละลายอยู่ในสารละลายดินหรือฟอสเฟตไอออนที่ดูดซับอยู่ที่ผิวของสารคอลลอยด์ดิน
 - 2.2 รูปของธาตุฟอสเฟต(mineral phosphate) เป็นผลึกของแข็งอยู่ในดิน
 - 2.3 รูปของสารประกอบอินทรีย์ (organic compounds) รากพืชดึงดูดไปใช้ทันทีไม่ได้
3. ประสิทธิภาพของเชื้อราแต่ละชนิดที่อยู่ร่วมที่ส่วนของรากพืชซึ่งแต่ละชนิดมีความทนทานต่อสิ่งแวดล้อมต่างๆและความเหมาะสมที่จะอยู่ร่วมกับพืชแต่ละชนิดที่แตกต่างกันไป (สาลี, 2527)

วิธีการเคลื่อนย้ายธาตุฟอสฟอรัสจากดินสู่ต้นพืชที่มีไมคอร์ไรซา

โดยเส้นใยของเชื้อราจะขั้บสารพวกกรดอินทรีย์ (organic acids) ชนิดต่างๆและเอนไซม์ฟอสฟาเตสออกมาย่อย และละลายสารประกอบอินทรีย์ฟอสเฟต และสารประกอบอินทรีย์ฟอสฟอรัสในอาณาบริเวณของรากพืช ต่อมาส่วนของเส้นใยจะทำการดูดธาตุฟอสฟอรัสโดยเส้นใยของเชื้อราไมคอร์ไรซาสามารถเจริญงอกงามไปยังแหล่งของธาตุอาหารในดินได้ดีกว่าส่วนราก และรากขนอ่อนของพืช เนื่องจากเส้นใยของรามีนขนาดเล็ก มีความยาวมากกว่าและมีการเจริญแตกแขนงออกไปได้มากมาย ส่วนของเส้นใยจึงมีประสิทธิภาพในการดูดธาตุอาหารต่างๆได้ดีกว่าส่วนรากและรากขนอ่อน

ส่วนของสารละลายฟอสฟอรัส(Soluble phosphorus) ที่ถูกดูดโดยเส้นใยรามีนทั้งเป็นอนุภาคเดี่ยวและที่จับกันเป็นสายยาว (poly phosphorus) และจะถูกเก็บสะสมไว้ในแวคคิวโอล (vacuole) ของเส้นใยราในรูปของ granules นอกจากฟอสฟอรัสแล้วยังมีธาตุอื่นรวมอยู่ด้วย คือ แคลเซียม , เหล็ก , คลอรีน , กำมะถัน , แมงกานีส และโพแทสเซียม ต่อมา แวคคิวโอลที่บรรจุธาตุอาหารชนิดต่างๆจะถูกเคลื่อนย้ายไปเก็บไว้ในส่วนของเวสสิเคิลเพียงชั่วคราว แล้วจึงเคลื่อนย้ายเข้าไปในส่วนที่เก็บอาร์บัสคูล หรือ ถูกเคลื่อนย้ายเข้าไปเก็บในอาร์บัสคูลโดยตรงโดยอาศัยกระแสของการคายน้ำ ในที่สุดจะมีแวคคิวโอลสะสมอยู่เต็มอาร์บัสคูล โดยเข้าไปอยู่แทนที่ส่วนของไซโตพลาสซึมที่ถูกไล่ออกไปอยู่ในส่วนของเส้นใยราต่อมาในแวคคิวโอลมีเอนไซม์ฟอสฟาเตสเกิดขึ้นในปริมาณมากมายย่อยโพลีฟอสฟอรัสแล้ว ส่วนของแวคคิวโอลสลายไปและปลดปล่อยธาตุฟอสฟอรัส และธาตุอาหารอื่นออกมาและเคลื่อนที่เข้าสู่เซลล์พืชโดยผ่านทางพลาสมาเมมเบรน ต่อจากนั้นก็นำเอาธาตุฟอสฟอรัสและธาตุอื่นไปใช้ในกิจกรรมการเจริญเติบโตต่อไป

อาจกล่าวสรุปได้ว่า ขบวนการดูดธาตุอาหารของไมคอร์ไรซาในรากพืชจะมีขั้นตอนทั้งหมด 3 ขั้นตอนคือ

1. การดูดธาตุฟอสฟอรัส และธาตุอาหารอื่นโดยเส้นใยของราที่เจริญอยู่ในดิน
2. ขบวนการส่งธาตุฟอสฟอรัส และธาตุอาหารอื่นเข้าไปในส่วน of เส้นใยราที่อยู่ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไรวากรณ์ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การปลดปล่อยธาตุฟอสฟอรัส และธาตุอื่นๆออกสู่เซลล์พืช

4. ผลของปริมาณฟอสฟอรัสที่มีต่อเชื้อวี-เอ ไมคอไรซา

Powell(1976) ได้ทำการทดลองใส่เชื้อวี-เอ ไมคอไรซานิคต่างๆให้แก่ต้นถั่ว white cover เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต และการใช้ธาตุฟอสฟอรัสของพืชพบว่า เชื้อวี-เอ ไมคอไรซา ช่วยให้พืชมีน้ำหนักแห้งและปริมาณฟอสฟอรัสในลำต้นมากขึ้น แต่เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของถั่ว white cover ที่ปลูกในดินที่มีปริมาณฟอสฟอรัสต่างๆกัน พบว่า เมื่อระดับปริมาณฟอสฟอรัสในดินเพิ่มขึ้นจะทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดีขึ้น แต่เมื่อพิจารณากับประสิทธิภาพในการช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตแล้ว การใส่เชื้อวี-เอ ไมคอไรซาที่ระดับดินที่มีฟอสฟอรัสต่ำๆ จะให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่า ส่วนที่ระดับปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่เพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์ของการเพิ่มน้ำหนักแห้งเมื่อใส่เชื้อราจะค่อยๆลดลงตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเชื้อวี-เอ ไมคอไรซาจะมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืช เมื่อปลูกในดินที่มีปริมาณฟอสฟอรัสต่ำๆ และเชื้อราแต่ละสายพันธุ์มีประสิทธิภาพต่างกัน ในดินที่มีปริมาณฟอสฟอรัสต่างกัน

ในทำนองเดียวกันจากรายงานของ Sander และ Timker(1973) ซึ่งทดลองในดินหอมพบว่า การเพิ่มระดับปริมาณฟอสฟอรัสในดินจะมีผลทำให้การเจริญเติบโตของเชื้อวี-เอ ไมคอไรซา ในรากพืชลดลงโดยการสร้างอาร์บัสคูลจะน้อยลง และถ้าปลูกในดินที่ขาดฟอสฟอรัสก็จะมีผลทำให้ลดการสร้างฮอว์โมนไซโตไคนินในพืชแต่จะมีผลทำให้เพิ่มไซโตไคนินในเชื้อราซึ่งจะมีผลทำให้การเคลื่อนย้ายแลกเปลี่ยนสารอาหารฟอสเฟตจากเชื้อรากับสารคาร์โบไฮเดรตจากพืชให้แก่กันได้ดียิ่งขึ้น แสดงให้เห็นว่าการเจริญเติบโตของพืชจะตอบสนองต่อการเจริญร่วมกับเชื้อวี-เอ ไมคอไรซา ได้ดียิ่งขึ้นเมื่อพืชนั้นเจริญในดินที่มีธาตุฟอสฟอรัสต่ำ การทดลองของ Deniels และ Trappe(1980) โดยการเติมปุ๋ยไนโตรเจน , ฟอสฟอรัส , โพแทสเซียม ในรูป NH_4NO_3 , $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ และ K_2SO_4 ในอัตราส่วน 0 , 25 , 50 , 100 และ 200 ppm. ลงในดินทิ้งไว้ 1 สัปดาห์แล้วเพาะสปอร์ของ *Glomus epigaeus* เพื่อหาเปอร์เซ็นต์การงอก พบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและโพแทสเซียมในระดับต่างๆ จะไม่มีผลต่อการงอกของสปอร์ แต่การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ความเข้มข้น 100 ppm. ทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ถ้าสูงถึง 200 ppm. จะทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกลดลง

Ross(1971) ทดลองปลูกถั่วเหลืองซึ่งปลูกเชื้อวี-เอ ไมคอไรซาและไม่ปลูกเชื้อวี-เอ ไมคอไรซาในดินซึ่งอบฆ่าเชื้อแล้ว และใส่ปุ๋ยฟอสเฟตที่ระดับต่างๆคือ 0 , 44 และ 170 กิโลกรัม/เฮกตาร์ จากผลการทดลองพบว่าพืชที่ไม่ปลูกเชื้อวี-เอ ไมคอไรซาและไม่เพิ่มปุ๋ยฟอสเฟตมีการเจริญเติบโตน้อยที่สุด พืชมีการตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสเฟตในด้านการเจริญในพืชที่ไม่มีการปลูกเชื้อวี-เอ ไมคอไรซามากกว่าพืชที่ปลูกเชื้อวี-เอ ไมคอไรซา พืชที่ปลูกเชื้อรานี้ และมีฟอสเฟตที่พืชใช้ประโยชน์ในระดับที่ต่ำที่สุดให้การเจริญเติบโตมากที่สุด ถั่วเหลืองซึ่งปลูก

เชื้อวี-เอ ไมคอไรซาร่วมกับการใส่ปุ๋ยฟอสเฟต 0 , 44 และ 170 กิโลกรัม/เฮกตาร์ ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 122 , 67 และ 12% ตามลำดับ การวิเคราะห์ในถั่วเหลืองที่ปลูกในดินที่มีฟอสเฟตต่ำที่สุดร่วมกับเชื้อวี-เอ ไมคอไรซา พบว่ามีปริมาณของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แคลเซียม และ ทองแดงมากกว่าในใบของถั่วเหลืองที่ปลูกในดินซึ่งมีระดับฟอสเฟตสูงแต่ไม่มีเชื้อวี-เอ ไมคอไรซา แสดงว่าพืชที่มีเชื้อวี-เอ ไมคอไรซามีประสิทธิภาพในการดูดซึมธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารย่อยจากดิน ถั่วเหลืองที่ปลูกเชื้อวี-เอ ไมคอไรซาให้น้ำหนักเมล็ดมากกว่าที่ไม่ปลูกเชื้อรา และจากการตรวจนับปริมาณ Chlamydospore ในตัวอย่างดินที่มีการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตที่ระดับต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น จะมีปริมาณของสปอร์ดังนี้คือ 50,000 , 49,500 และ 4,000 สปอร์ต่อน้ำหนัก ราก 1 กรัม ตามลำดับ ปริมาณสปอร์ลดลงเมื่อระดับปุ๋ยฟอสเฟตเพิ่มขึ้นในการเติมสปอร์เริ่มต้น (inoculum size) 44,000 สปอร์ต่อดิน 800 กรัม แต่จำนวนสปอร์ที่ลดลงเมื่อระดับปุ๋ยฟอสเฟตเพิ่มขึ้นนี้ ไม่มีนัยสำคัญในทางสถิติ Hayman(1970), Mosse และ Janes(1968) พบว่าการพัฒนาของเชื้อวี-เอ ไมคอไรซามีแนวโน้มที่น้อยลงเมื่อความเข้มข้นปุ๋ยฟอสเฟตเพิ่มขึ้น

5. ประโยชน์ของเชื้อวี-เอ ไมคอไรซาทางการเกษตร

การเพิ่มพื้นที่ผิวในการดูดซึมธาตุอาหาร

การเพิ่มพื้นที่ผิวในการดูดซึมธาตุอาหารของพืช เกิดขึ้นจากการที่เชื้อวี-เอ ไมคอไรซา ประกอบด้วยกลุ่มของเส้นใยที่เจริญอยู่ในดินภายนอกรากพืชและส่วนของเส้นใยที่เจริญเข้าไปในเซลล์ราก เส้นใยที่เจริญอยู่ภายนอกรากพืชจะอยู่กันอย่างหลวมๆ และสานกันเป็นตาข่ายเปรียบเสมือนเป็นส่วนหนึ่งของพืชทำให้เกิดพื้นที่ผิวเพิ่มขึ้น ซึ่งช่วยให้พืชสามารถดูดซึมธาตุอาหารได้เพิ่มขึ้น

โดยเฉพาะธาตุฟอสฟอรัสซึ่งเคลื่อนที่ได้ช้ามาก การดูดซึมธาตุอาหารของรากพืชมักเกิดเร็วกว่าการเคลื่อนที่ของธาตุฟอสฟอรัสในดินเสมอ เส้นใยจึงช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวในการดูดซึมธาตุอาหารได้ดี(เกรียงไกร, 2533; สาลี, 2527)

การเพิ่มธาตุอาหารให้กับพืช

พืชที่มีเชื้อวี-เอ ไมคอไรซาเส้นใยของเชื้อราจะดูดเอาสารละลายธาตุอาหารต่างๆ เช่น โพแทสเซียม แคลเซียม เหล็ก คลอรีน กำมะถัน แมงกานีส และอื่นๆ ไว้ในแวคคิวโอลของเส้นใยแล้วส่งต่อไปยังอาร์บัสคูลซึ่งอยู่ภายในรากพืชทำให้พืชได้รับธาตุต่างๆเพิ่มขึ้น

Ross และ Happer(1970) ได้ทดลองปลูกเชื้อวี-เอ ไมคอไรซาเข้าไปในรากของถั่วเหลือง พบว่า เชื้อวี-เอ ไมคอไรซาทำให้การเจริญ และผลผลิตเพิ่มขึ้น 30-40 % ในดินซึ่งฆ่าเชื้อแล้ว นอกจากนั้น พืชที่มีไมคอไรซายังสะสมธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม ทองแดง และแมงกานีส ในใบในปริมาณสูงกว่าพืชที่ไม่มีไมคอไรซาอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sreenivasa(1991) พบว่า เชื้อวี-เอ ไมคอไรซาช่วยเพิ่มการดูดใช้ธาตุอาหารเช่น สังกะสี ทองแดง และแมงกานีส ในพืชหลายชนิด

Ross(1971) รายงานว่า ถั่วเหลืองที่ไม่มีเชื้อวี-เอ ไมคอไรซา แทนจะไม่มีประสิทธิภาพ ในการดูดธาตุฟอสฟอรัสเมื่อเทียบกับถั่วเหลืองที่มีเชื้อวี-เอ ไมคอไรซา ซึ่งจะมีประสิทธิภาพใน การดูดธาตุฟอสฟอรัส

ออมทรัพย์(2525) พบว่ามีเชื้อวี-เอ ไมคอไรซา หลายชนิดที่สามารถกระตุ้นพืชให้ดูด ธาตุ ฟอสฟอรัสจากดินได้เพิ่มขึ้น

การเพิ่มผลผลิตและการเจริญเติบโตของพืช

เชื้อวี-เอ ไมคอไรซา มีประโยชน์ต่อการมีชีวิตอยู่ และการเจริญเติบโตของต้นไม้ หลาย ทางคือ ทำให้รากเพิ่มเนื้อที่ในการดูดธาตุอาหารจากดินเมื่อมีไมคอไรซาเกิดขึ้นที่ราก ซึ่งเนื้อที่ เกิดขึ้นนี้เกิดจากเส้นใยที่เจริญอยู่รอบๆรากเจริญเข้าไปในดินบริเวณรอบๆราก ทำให้สามารถดูด น้ำและธาตุอาหารพวก ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแคลเซียม ได้มากกว่ารากที่ ไม่มีเชื้อวี-เอ ไมคอไรซา

ออมทรัพย์ และคณะ(2528) รายงานว่า ถั่วเขียวที่ใส่เชื้อวี-เอ ไมคอไรซา

Glomus mosseae มีน้ำหนักแห้งของดินมากที่สุดและถั่วเขียวที่ใส่เชื้อวี-เอ ไมคอไรซา

Gigaspora margaritaece มีน้ำหนักแห้งของฝักมากที่สุด

การป้องกันโรคพืชและการเพิ่มความทนทานต่อความแห้งแล้งให้กับพืช

เชื้อวี-เอ ไมคอไรซาสามารถช่วยดูดน้ำให้กับพืช โดย Safir(1972) ได้ศึกษาการ ส่งเสริม ของเชื้อวี-เอ ไมคอไรซาต่อการถ่ายเทน้ำในถั่วเหลืองปรากฏว่าถั่วเหลืองที่มีเชื้อวี-เอ ไมคอไรซาจะ มีอัตราการดูดน้ำเพื่อคืนตัวจากอาการเหี่ยวชั่วคราว (temporary wilting) ได้เร็วกว่าถั่วเหลืองที่ไม่มี เชื้อวี-เอ ไมคอไรซา เป็นเพราะการเพิ่มพื้นที่ผิวของราก และการเพิ่ม การดูดซึมธาตุอาหารของ เชื้อวี-เอ ไมคอไรซา ทำให้การดูดซึมน้ำได้มาก และมีความต้านทานต่อ การถ่ายเทน้ำ(water transport) ออกจากพืช

เอ็นโดไมคอไรซามีความสำคัญกับพืชเศรษฐกิจหลายชนิดทั้งพืชไร่ พืชสวน และพืชผัก จากการทดลองของกองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร พบว่าเมื่อใส่ เชื้อวี-เอ ไมคอไรซาจะสามารถช่วยเพิ่มน้ำหนักให้หอม ข้าวโพด และ ถั่วเหลือง ได้มากกว่า ดันที่ ไม่ใส่เชื้อวี-เอ ไมคอไรซา และจากการสำรวจตามท้องที่ที่มีการปลูกพืชเศรษฐกิจต่างๆ ก็พบ ว่า ดันพืชที่มีเชื้อวี-เอ ไมคอไรซามีความเจริญเติบโตดีกว่าดันอื่นๆ (สุมิตรา, 2532) เนื่องจาก เมื่อเชื้อวี-เอ ไมคอไรซาเข้าสู่รากพืช รากจะสร้างสาร lignin vascular และ Poly Saccharide เพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณธาตุอาหารและการไหลผ่านของน้ำในเซลล์เพิ่มมากขึ้น และทำให้มีปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Phytoalexin เพิ่มขึ้นขณะที่ปริมาณน้ำตาล และ โคตินีสลลดลง ซึ่งจะช่วยยับยั้งการเจริญเติบโต และการเข้าทำลายของจุลินทรีย์สาเหตุของโรคพืชได้ (ออมทรัพย์, 2535)

6. ประโยชน์ในด้านอื่นๆ

ประโยชน์ในด้านอื่นๆของเชื้อวี-เอ ไมคอไรซา ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตและความแข็งแรงของพืชโดยทางอ้อม ได้แก่การสร้างฮอร์โมนและสารเร่งการเจริญเติบโตต่างๆ เช่น ออกซิน จิบเบอเรลลิน ไซโตไคนิน ซึ่งมีผลต่อรูปร่าง สรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของพืช (สุมิตรา, 2532)

7. ลักษณะทั่วไปของถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองจัดอยู่ใน Family leguminasae และ Subfamily Papilionoideae มีชื่อวิทยาศาสตร์ที่ใช้เป็นทางการในปัจจุบันคือ *Glycine max(L) Merrill* ส่วนชื่อสามัญก็เรียกกันต่างๆไปเป็น soja bean , Soya bean , chinese pea , Manchurian bean และ soybean เป็นที่ยอมรับกันมากที่สุด ถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีระบบรากแบบรากแก้ว ลำต้นตั้งตรงเป็นพุ่ม มีความสูงประมาณ 50-75 เซนติเมตร ส่วนต่างๆบนต้นถั่วเหลืองจะมีขนปกคลุมอยู่ทั่วไปเว้นแต่ ใบเลี้ยง และกลีบดอกเท่านั้นที่ไม่มีขน ขนมักมีสีน้ำตาลและสีเทา ใบของถั่วเหลืองเป็นใบ ประกอบ มีใบย่อย 3 ใบแต่ใบเลี้ยงและใบจริงคู่แรกจะเป็นใบเดี่ยว ดอกเกิดตามมุมใบ และปลายยอดโดยมีช่อดอกแบบ raceme ช่อละ 3-15 ดอก ดอกมีสีขาวหรือสีม่วงเป็นดอก สมบูรณ์เพศ ฝักเกิดเป็นกลุ่ม มีลักษณะตรงหรือโค้งเล็กน้อย เมล็ดส่วนมากจะมีรูปร่างกลมรี มีขนาด และน้ำหนักแตกต่างกันไปตามพันธุ์ และในการทดลองครั้งนี้ได้เลือกใช้ถั่วเหลือง พันธุ์เชียงใหม่ 60 ซึ่งมีลักษณะเด่นของพันธุ์คือ มีดอกสีขาว สามารถปลูกได้ทั้งฤดูแล้งและฤดูฝน ทนทานต่อโรคราสนิม โรคแอนแทรกคโนส โรคราน้ำค้าง และยังให้ผลผลิตสูงกว่า พันธุ์สง.4 และ สง.5

8. ดินที่เหมาะสมสำหรับการปลูกถั่วเหลือง

ผลผลิตของถั่วเหลืองจะมีความแปรปรวนเป็นอย่างมาก เมื่อปลูกในสภาพของดินที่มีเนื้อดินแตกต่างกัน การปลูกถั่วเหลืองในสภาพของดินที่ไม่เหมาะสม ผลผลิตของจะต่ำ และให้ผลไม่คุ้มค่าถึงแม้ว่าจะได้ทำการปรับปรุงดินโดยการไถปุ๋ยแล้วก็ตาม การเลือกดินที่มีความเหมาะสมสำหรับถั่วเหลืองจึงมีความสำคัญมาก ชนิดของดินที่มีความเหมาะสมสำหรับ ถั่วเหลืองได้แก่ ดินร่วนเหนียว หรือ ดินร่วนที่มีการระบายน้ำได้ดี

9. ความต้องการฟอสฟอรัสของถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองมีความต้องการฟอสฟอรัสน้อย จากการศึกษาการดูการใช้ธาตุอาหารฟอสฟอรัสของถั่วเหลืองพบว่า ถ้าจะให้ได้ผลผลิตของถั่วเหลือง 300 กิโลกรัมต่อไร่ ถั่วเหลืองจะดูใช้ธาตุฟอสฟอรัสคิดเป็นฟอสฟอริก(P_2O_5) ประมาณ 3-4 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งนับว่าน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับไนโตรเจน อย่างไรก็ตามแหล่งที่ได้มาของฟอสฟอรัสได้มาจากดินเพียงอย่างเดียวซึ่งมักไม่เพียงพอ การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสจึงมักจะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเสมอ จากผลการทดลองพบว่า ถ้าดินมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ต่ำกว่า 8-9 ppm ถั่วเหลืองจะมีผลตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสเฟตอย่างเห็นได้ชัด ในขบวนการอาหารธาตุไนโตรเจน-ฟอสฟอรัส-โพแทสเซียม ฟอสฟอรัสจึงเป็นปุ๋ยชนิดเดียวที่มักพบว่า ถั่วเหลืองมีผลตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ย จากผลการวิเคราะห์ดินปรากฏว่ามีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้สูงกว่า 8 ppm. ไม่ควรใส่ปุ๋ย ถ้าได้ค่าวิเคราะห์ระหว่าง 5-8 ppm. ควรใส่ปุ๋ยอัตรา 4 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อ ไร่ และค่าวิเคราะห์ ระหว่าง 1-5 ppm. ควรใส่ปุ๋ยอัตรา 6-7 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อ ไร่

10. ฟอสฟอรัสและอาการเป็นพิษต่อพืช

ดินที่มีระดับฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในระดับที่ต่ำแล้วเมื่อใส่ฟอสฟอรัสจะทำให้ผลผลิตของถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และดินที่มีฟอสฟอรัสอยู่ในระดับปานกลางคือประมาณ 30 ปอนด์/เอเคอร์ (Bray, 1961) ผลผลิตถั่วเหลืองจะไม่ตอบสนองต่อฟอสฟอรัสที่ใส่ลงไปไม่ว่าจะใส่ในอัตราเท่าใด แต่ถ้าถั่วเหลืองได้รับฟอสฟอรัสเกิน 135 ppm. ขึ้นไปแล้วจะถูกยับยั้งการเจริญเติบโตซึ่ง Mederski(1950) สรุปว่า เนื่องจากฟอสฟอรัสในอัตราที่สูง เป็นพิษต่อพืช และอาการที่แสดงออกคือลำต้นสูง และหนา ใบใหญ่ และเกิด chlorosis ระหว่างเส้นใบด้วย (de Mooy และJohn, 1969)

การตอบสนองต่อฟอสฟอรัสของถั่วเหลืองยังขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของถั่วนั้นๆด้วย Howell และBernard(1961) ได้จำแนกพันธุ์ถั่วเหลืองออกเป็นพวกใหญ่ๆตามผลการตอบสนองที่มีต่อฟอสฟอรัสคือ พวก Tolerant , Slightly sensitive , Intermediate , Sensitive และ Very sensitive โดยที่ถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์นั้นมีความทนทานต่อระดับฟอสฟอรัสแตกต่างกัน ฟอสฟอรัสที่ใส่ในระดับที่พอเหมาะกับพันธุ์นั้นๆแล้ว จะทำให้ถั่วไม่แคระแกรน การเจริญเติบโตจะเพิ่มขึ้นเช่น ถ้าใส่ฟอสฟอรัสในระดับ 2,620 ปอนด์ หรือมากกว่าต่อเอเคอร์ จะทำให้ถั่วเหลืองพันธุ์ Lincoln เกิดอาการขอบใบไหม้ chlorosis ใบตก และเกิดการแคระแกรนอย่างรุนแรง ในขณะที่พันธุ์ Chief จะมีการเจริญเติบโตอย่างปกติ (Fletcher และKurtz, 1964) ดังนั้น พันธุ์ที่มีความทนทานกว่า จะต้องได้รับฟอสฟอรัสในอัตราที่สูงกว่าพันธุ์ที่ไม่มีความทนทานต่อฟอสฟอรัส จึงจะทำให้ แสดงอาการผิดปกติอันเกิดจากความเป็นพิษของฟอสฟอรัส (de Mooy และJohn,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ในการค้า

ไม่รับผิดชอบใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์

1. ตัวอย่างดินชุดดินเขาย้อยจากจังหวัดราชบุรี ที่นิ่งฆ่าเชื้อแล้ว
2. กระถางดินเผาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว และจานรอง
3. ปุ๋ยเคมี Triple superphosphate (TSP)
4. เชื้อวี-เอ ไมคอไรซาสายพันธุ์ *Glomus intraradices*
5. เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง พันธุ์เชียงใหม่ 60
6. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา และการวิเคราะห์ดินและพืช

วิธีการทดลอง

1. แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD)

มีจำนวน 6 ดำรับการทดลอง 4 ซ้ำ ดังนี้

- | | |
|----------------------------|---|
| ดำรับการทดลองที่ 1 (Ck) | - ดำรับควบคุมไม่ใส่ปุ๋ย TSP และเชื้อวี-เอ ไมคอไรซา |
| ดำรับการทดลองที่ 2 (M) | - ปลูกเชื้อวี-เอ ไมคอไรซาเพียงอย่างเดียว |
| ดำรับการทดลองที่ 3 (P9) | - ใส่ปุ๋ย TSP ในอัตรา 9 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ |
| ดำรับการทดลองที่ 4 (M+P9) | - ปลูกเชื้อวี-เอ ไมคอไรซาร่วมกับใส่ปุ๋ย TSP ในอัตรา 9 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ |
| ดำรับการทดลองที่ 5 (P18) | - ใส่ปุ๋ย TSP ในอัตรา 18 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ |
| ดำรับการทดลองที่ 6 (M+P18) | - ปลูกเชื้อวี-เอ ไมคอไรซาร่วมกับใส่ปุ๋ย TSP ในอัตรา 18 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ |

2. วิธีการทดลอง

2.1 เตรียมเชื้อวี-เอ ไมคอไรซาจาก soil inoculum ซึ่งได้จากห้องปฏิบัติการงานไมคอไรซา กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ใส่ถุงพลาสติกจำนวน 30 ถุง ใส่ถุงละ 10 กรัม (มีจำนวนสปอร์ 200 สปอร์ต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 เตรียมวัสดุปลูก โดยนำดินซุดดินเขาย้อย 10 กิโลกรัม นำใส่ถุงเป็นจำนวนทั้งหมด 24 ถุง นำไปนึ่งฆ่าเชื้อก่อนการปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ดินชนิดอื่นด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำ (autoclave) แล้วพักไว้ 1 สัปดาห์ก่อนนำไปใช้

2.3 นำวัสดุปลูกมาใส่ปุ๋ย TSP และ/หรือ ปลูกเชื้อวี-เอ ไมคอไรซา ตามตำรับการทดลองดังนี้

ตำรับที่มีการปลูกเชื้อวี-เอ ไมคอไรซา ให้ใช้เชื้อราจำนวน 10 กรัม/น้ำหนักดิน 10 กิโลกรัม

ตำรับ P9 มีการใส่ปุ๋ย TSP จำนวน 0.0629 กรัมต่อดิน 10 กิโลกรัม

ตำรับ P18 มีการใส่ปุ๋ย TSP จำนวน 0.1258 กรัมต่อดิน 10 กิโลกรัม

2.4 หยอดเมล็ดถั่วเหลือง 8 เมล็ดต่อกระถาง แบ่งออกเป็น 4 หลุมๆละ 2 เมล็ด เมื่อต้นถั่วออกจามีใบแท้ 1 คู่ ถอนให้เหลือต้นสมบูรณ์ 1 ต้นต่อหลุม(กระถางละ 4 ต้น) โดยแยกปลูกไว้เป็น 4 มุมของกระถาง เพื่อสะดวกในการแยกเก็บส่วนเหนือดิน และรากพืช เพื่อการวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดิน และการตรวจหาเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อในรากพืช ตามลำดับ

3. การเก็บข้อมูล

1. สมบัติบางประการของซุดดินเขาย้อยก่อนการปลูกพืชซึ่งผลการวิเคราะห์ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1
2. ปริมาณการดูดกินฟอสฟอรัสของถั่วเหลืองที่ระยะ 30 60 และ 90 วัน
3. น้ำหนักแห้งของพืชส่วนเหนือดินที่ระยะ 30 60 และ 90 วัน
4. ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในพืชที่ระยะ 30 60 และ 90 วัน
5. ปริมาณการติดเชื้อในราก (%) โดยวิธี visual ที่ระยะ 30 60 และ 90 วัน
6. ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินหลังปลูกโดยสกัดด้วยน้ำยา Bray II

ตารางที่ 1 แสดงสมบัติบางประการของซุดดินเขาย้อย

สมบัติบางประการ	ค่าวิเคราะห์
C.E.C. (meq/ดินแห้ง 100 กรัม)	8.30
O.M. (%)	1.4497
pH	6.45
P (ppm.)	12.5
K (ppm.)	1.473
Ca (ppm.)	22.913
Mg (ppm.)	4.173
Texture ของดิน	Silty clay loam

4. ค่าการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

4.1 ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ผลโดยการวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance)

4.2 หากค่ามีความแตกต่างระหว่างตำรับการทดลองโดยวิธี Duncan's New Multiple-Range Test (DMRT)

5. สถานที่ใช้ในการทดลอง

คาคฟ้าชั้น 5 ตึก L คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

6. ระยะเวลาที่ใช้ทำการทดลอง

ตุลาคม 2538 ถึง กุมภาพันธ์ 2539



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

น้ำหนักแห้งของพืช

จากตารางที่ 2 และภาพที่ 1 พบว่า น้ำหนักแห้งของถั่วเหลืองทุกตำรับการทดลอง เมื่ออายุ 30 วัน ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ คือ มีค่าระหว่าง 1.10 ถึง 1.40 กรัมต่อต้น แต่เมื่ออายุ 60 และ 90 วัน พบว่า ตำรับที่มีการปลูกเชื้อไมคอร์ไรซา จะให้น้ำหนักแห้งสูงกว่า ตำรับที่ไม่มีการปลูกเชื้อ โดยเฉพาะเมื่ออายุ 90 วัน การปลูกเชื้อจะให้น้ำหนักแห้งสูงกว่า ตำรับที่ไม่ปลูกเชื้ออย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กล่าวคือ ตำรับที่มีการปลูกเชื้อจะให้น้ำหนักแห้งระหว่าง 5.09 ถึง 5.64 กรัมต่อต้น ขณะที่ไม่ปลูกเชื้อให้น้ำหนักแห้งระหว่าง 2.40 ถึง 3.06 กรัมต่อต้น

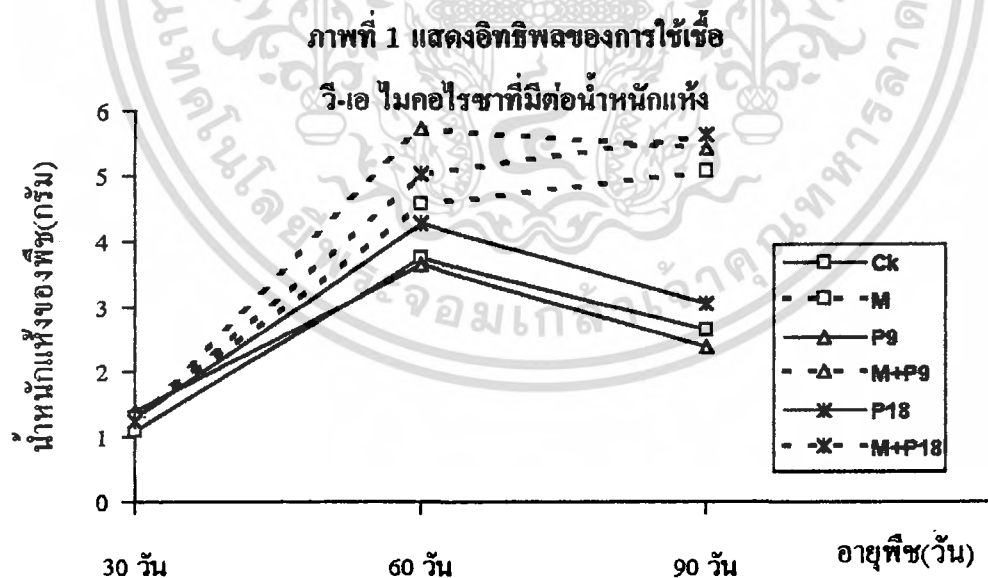


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงอิทธิพลของการใช้เชื้อวี-เอ ไมคอไรซาที่มีต่อน้ำหนักแห้ง
ในต้นพืชอายุ 30 , 60 , 90 วัน(กรัมต่อต้น)

ตำรับการทดลอง	น้ำหนักแห้งในต้นพืช(กรัมต่อต้น)		
	30 วัน	60 วัน	90 วัน
Ck	1.10 a	3.75 c	2.66 b
M	1.30 a	4.57 abc	5.09 a
P9	1.40 a	3.65 c	2.40 b
M+P9	1.27 a	5.73 a	5.43 a
P18	1.30 a	4.28 bc	3.06 b
M+P18	1.25 a	5.04 ab	5.64 a
ระดับความเชื่อมั่น(%)	ns	95	99
C.V. (%)	13.69	17.99	23.09

หมายเหตุ : อักษร ในคอลัมน์ที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ
โดยวิธี DMRT



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณฟอสฟอรัสในพืช

จากตารางที่ 3 และภาพที่ 2 ที่อายุ 30 วัน พบว่า ทุกคำรับการทดลองมีปริมาณฟอสฟอรัสในพืช ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และคำรับที่มีการปลูกเชื้อจะพบปริมาณฟอสฟอรัสในพืชสูงกว่าคำรับที่ไม่ได้ปลูกเชื้อที่อายุ 60 และ 90 วัน ยกเว้น คำรับที่มีการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตอัตรา 18 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ เพียงอย่างเดียวที่อายุ 60 วัน มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงถึง 1,175 ppm. ซึ่งไม่แตกต่างจากคำรับที่มีการปลูกเชื้อในทางสถิติ

สำหรับการปลูกเชื้อร่วมกับการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตในอัตรา 9 และ 18 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสในพืชไม่แตกต่างกันในทางสถิติทั้งเมื่ออายุ 60 และ 90 วัน

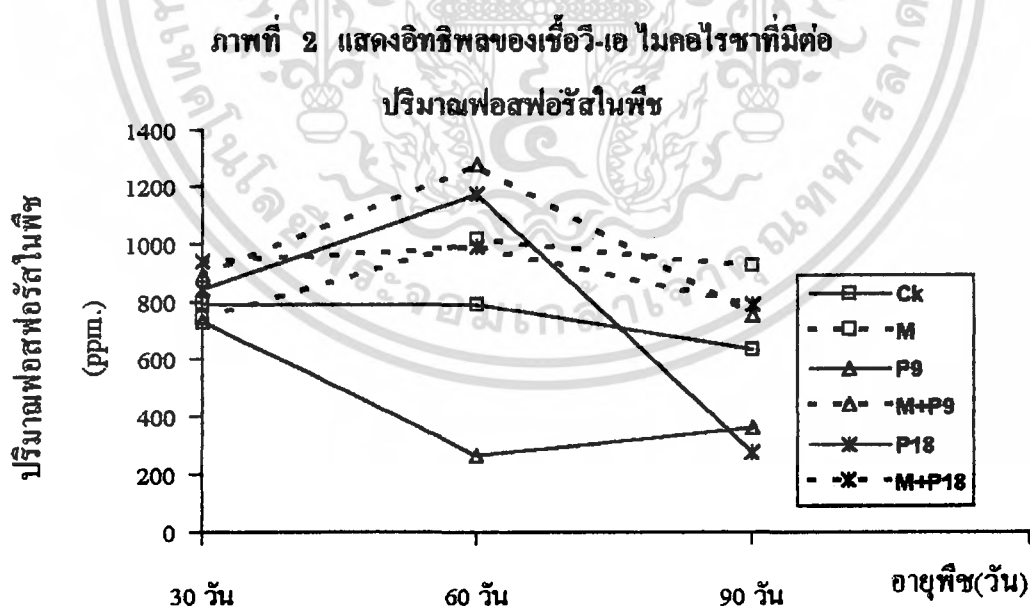


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงอิทธิพลของการใช้เชื้อวี-เอ ไมคอไรซาที่มีต่อปริมาณฟอสฟอรัสในพืชอายุ 30 , 60 , 90 วัน(ppm.)

ตัวรับการทดลอง	ปริมาณฟอสฟอรัสในพืช(ppm.)		
	30 วัน	60 วัน	90 วัน
Ck	796.00 a	790.00 a	636.00 b
M	744.00 a	1019.00 a	926.00 a
P9	733.00 a	269.00 b	364.00 c
M+P9	891.00 a	1278.00 a	752.00 ab
P18	844.00 a	1175.00 a	280.00 c
M+P18	941.00 a	993.00 a	792.00 ab
ระดับความเชื่อมั่น(%)	ns	99	99
C.V. (%)	14.03	33.90	21.99

หมายเหตุ : อักษรในคอลัมน์ที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี DMRT



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณการดูดกินฟอสฟอรัสของพืช

จากตารางที่ 4 และภาพที่ 3 พบว่า ปริมาณการดูดกินฟอสฟอรัสในทุกคำรับ การทดลองที่อายุ 30 วัน มีค่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติโดยมีค่าระหว่าง 8.74 ถึง 11.61 $\mu\text{g}(\text{P}_2\text{O}_5)$ ต่อต้น สำหรับปริมาณการดูดกินฟอสฟอรัสเมื่ออายุ 60 และ 90 วัน พบว่า ทุกคำรับที่มีการปลูกเชื้อจะมีค่าสูงกว่าทุกคำรับที่ไม่ได้ปลูกเชื้อ โดยเฉพาะที่อายุ 60 วัน พบว่า การปลูกเชื้อ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตอัตรา 9 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ จะมีการดูดกินฟอสฟอรัสสูงต่างจากคำรับ ที่ปลูกเชื้อร่วมกับปุ๋ยอัตรา 18 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ และคำรับที่มีการปลูกเชื้ออย่างเดียวอย่างมี นัยสำคัญยิ่งทางสถิติ คือมีค่า 77.82 52.80 และ 46.91 $\mu\text{g}(\text{P}_2\text{O}_5)$ ต่อต้น ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ที่อายุ 90 วัน ปริมาณการดูดกินฟอสฟอรัสของพืช สามคำรับนี้พบว่า ไม่แตกต่างกันมากนัก คือ มีค่าระหว่าง 41.80 ถึง 47.67 $\mu\text{g}(\text{P}_2\text{O}_5)$ ต่อต้น

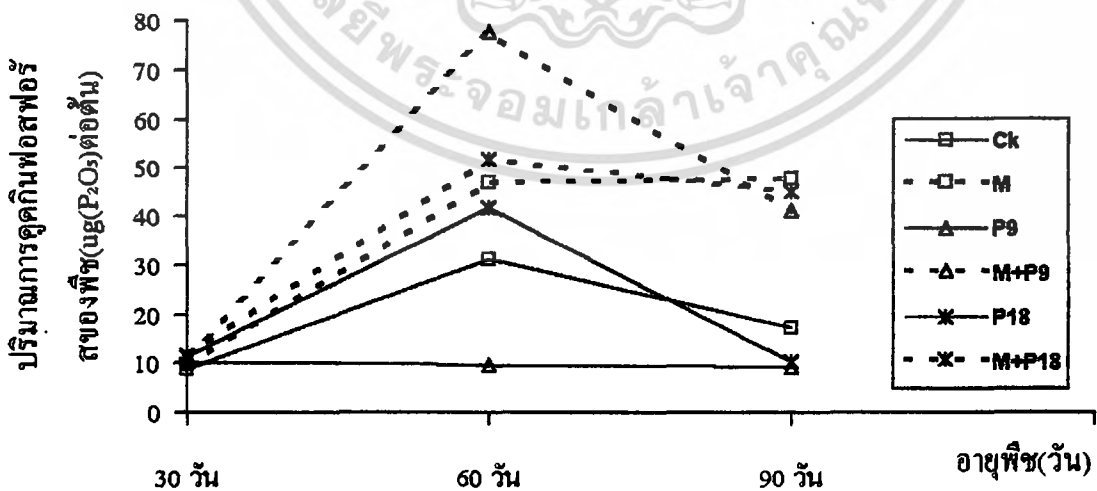


ตารางที่ 4 แสดงอิทธิพลของการใช้เชื้อวี-เอ ไมคอไรซาที่มีต่อ ปริมาณการดูดกินฟอสฟอรัสของพืชอายุ 30 , 60 , 90 วัน ($\mu\text{g}(\text{P}_2\text{O}_5)$ ต่อต้น)

ตำรับการทดลอง	ปริมาณการดูดกินฟอสฟอรัสของพืช($\mu\text{g}(\text{P}_2\text{O}_5)$ ต่อต้น)		
	30 วัน	60 วัน	90 วัน
Ck	8.74 a	31.26 bc	17.37 b
M	9.71 a	46.91 b	47.67 a
P9	10.25 a	9.70 c	9.20 b
M+P9	11.35 a	77.82 a	41.08 a
P18	11.43 a	41.75 b	10.19 b
M+P18	11.61 a	51.80 b	44.94 a
ระดับความเชื่อมั่น(%)	ns	99	99
C.V. (%)	16.67	37.30	36.92

หมายเหตุ : อักษรในคอลัมน์ที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธี DMRT

ภาพที่ 3 แสดงอิทธิพลของการใช้เชื้อวี-เอ ไมคอไรซาที่มีต่อปริมาณการดูดกินฟอสฟอรัสของพืช



นี้คือสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปริมาณการติดเชื้อในรากพืช

จากตารางที่ 5 และภาพที่ 4 เมื่อเปรียบเทียบในตำรับที่มีการปลูกเชื้อพบว่า การปลูกเชื้อร่วมกับปุ๋ยฟอสเฟตอัตรา 18 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ มีปริมาณการติดเชื้อสูงสุด รองลงมาคือ ตำรับที่ปลูกเชื้อร่วมกับปุ๋ยอัตรา 9 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ และ ตำรับที่ปลูกเชื้อเพียงอย่างเดียว คือมีค่า 51.98 42.74 และ 32.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับที่อายุ 30 วัน และ ที่อายุ 60 วัน มีค่า 77.79 50.95 และ 36.83 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ที่อายุ 90 วัน พบว่า ตำรับที่ปลูกเชื้อเพียงอย่างเดียว มีปริมาณการติดเชื้อสูงสุด รองลงมาคือ ตำรับที่ปลูกเชื้อร่วมกับปุ๋ยฟอสเฟตอัตรา 9 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ ซึ่งมีค่า 56.66 48.74 และ 32.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ



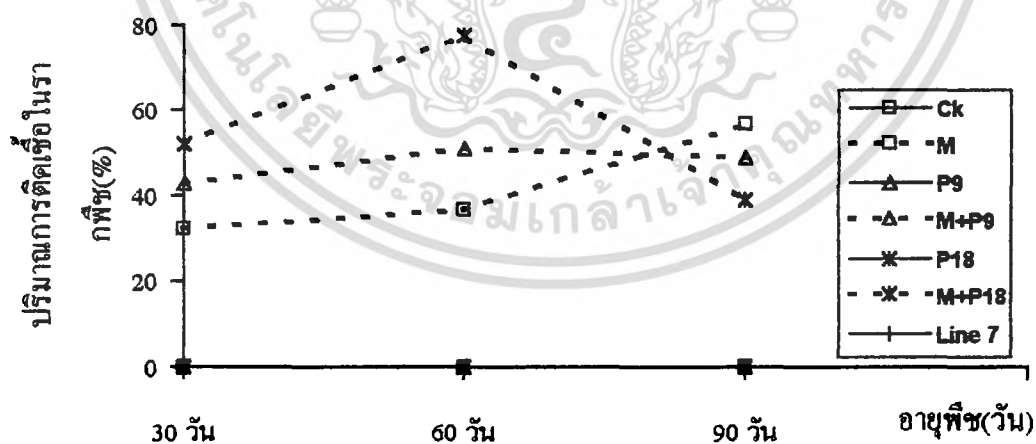
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงอิทธิพลของการใช้เชื้อวี-เอ ไมคอไรซาที่มีต่อ
ปริมาณการติดเชื้อในรากพืชอายุ 30 , 60 , 90 วัน (%)

ตำรับการทดลอง	ปริมาณการติดเชื้อในรากพืช(%)		
	30 วัน	60 วัน	90 วัน
Ck	0.00 c	0.00 d	0.00 c
M	32.25 b	36.83 c	56.66 a
P9	0.00 c	0.00 d	0.00 c
M+P9	42.74 ab	50.95 b	48.74 ab
P18	0.00 c	0.00 d	0.00 c
M+P18	51.98 a	77.79 a	39.10 b
ระดับความเชื่อมั่น(%)	99	99	99
C.V. (%)	34.92	14.58	35.08

หมายเหตุ : อักษรในคอลัมน์ที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ
โดยวิธี DMRT

ภาพที่ 4 แสดงอิทธิพลของเชื้อวี-เอ ไมคอไรซาที่มีต่อ
ปริมาณการติดเชื้อในรากพืช



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณฟอสฟอรัสในดินหลังปลูกพืช

จากตารางที่ 6 จะเห็นได้ว่าปริมาณฟอสฟอรัสในดินหลังปลูกของทุกตำรับการทดลอง มีค่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติโดยมีค่าระหว่าง 296.25 ถึง 307.50 ppm.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 แสดงอิทธิพลของการใช้เชื้อวี-เอ ไมคอไรซาที่มีต่อปริมาณฟอสฟอรัส
ในดินหลังปลูก(ppm.)

ตัวรับการทดลอง	ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน(ppm.)
Ck	304.06 a
M	300.00 a
P9	300.00 a
M+P9	296.25 a
P18	296.25 a
M+P18	307.50 a
ระดับความเชื่อมั่น(%)	ns
C.V. (%)	10.94

หมายเหตุ : อักษรในคอลัมน์ที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ
โดยวิธี DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

สรุป

จากผลการศึกษาอิทธิพลของเชื้อวี-เอ ไมคอไรซาต่อการดูดกินธาตุฟอสฟอรัสของ ถั่วเหลืองบนชุดดินเขาช้อย พบว่า การใช้เชื้อวี-เอ ไมคอไรซาร่วมกับการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตในอัตรา 9 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ มีแนวโน้มให้น้ำหนักแห้งของต้นถั่ว ปริมาณฟอสฟอรัสในต้นถั่ว และปริมาณการดูดกินฟอสฟอรัสสูงกว่าค่ารับอื่นๆ โดยเฉพาะในต้นถั่วที่มีอายุ 60 วัน ยกเว้น เปอร์เซ็นต์การติดเชื้อ พบว่ามีค่าสูงรองจากค่ารับที่มีการปลูกเชื้อร่วมกับปุ๋ยฟอสเฟตอัตรา 18 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ นอกจากนี้ ยังพบว่าค่าวิเคราะห์ต่างๆ ที่ศึกษามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ในระหว่างต้นถั่วอายุ 30 ถึง 60 วัน และมีแนวโน้มลดลงในช่วงอายุ 60 ถึง 90 วัน

วิจารณ์

ค่ารับการทดลองที่มีการปลูกเชื้อ ไมคอไรซาร่วมกับการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตในอัตรา กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ มีแนวโน้มสูงขึ้นในช่วง 30 ถึง 60 วัน เนื่องจากในช่วงนี้ถั่วเหลืองมีการออกดอก และติดฝัก ซึ่งต้องมีการใช้ฟอสฟอรัสสูงในการเจริญเติบโต และค่ารับการทดลองที่ปลูก เชื้อไมคอไรซาร่วมกับการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตในอัตรา 18 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ จะให้ค่าการวิเคราะห์ มีแนวโน้มลดลง โดย Mosse และ James (1968) พบว่า การพัฒนาของเชื้อวี-เอ ไมคอไรซามีแนวโน้มที่น้อยลง เมื่อความเข้มข้นปุ๋ยฟอสเฟตต่ำ เมื่อเพิ่มอัตราปุ๋ยฟอสเฟตเกิน 9.6 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ จะมีผลทำให้การเข้าสู่รากพืชของไมคอไรซาลดลง การสะสมน้ำหนักรากแห้ง และผลผลิต ของพืชลดลงได้ ซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกับการทดลองของ Ross (1971)

นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยฟอสเฟตหรือการใช้เชื้อวี-เอ ไมคอไรซาจะช่วยให้ปริมาณการสร้าง ปมของไรโซเบียมสูงขึ้นด้วย

เอกสารอ้างอิง

- เกรียงไกร อัมสมโภช. 2533. อิทธิพลของเชื้อวี-เอ ไมคอไรซา (*Glomus mopsseeae*) ต่อการเจริญเติบโตและการดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัสของข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 1. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.
- กองวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2535. เป้าหมายการผลิตสินค้าเกษตรที่สำคัญปี 2535 อ้างโดย พรรณรัตน์ รัตนโชติ และพันธ์ทิพย์ พิชมงคล. 2538. การศึกษาการใช้เชื้อจุลินทรีย์ละลายหินฟอสเฟตและเชื้อไรโซเบียมในการเพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองบนชุดดินเชิงใหม่และชุดดินสรรพยา. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.
- ฉัฐวรางค์มณี สวงนราชทรัพย์. 2530. ชนิดและผลของเชื้อวี-เอ ไมคอไรซาต่อการเจริญเติบโตของกล้าไม้บางชนิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- มานิตย์ ตั้งตระกูล. 2517. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์สง. 2 ที่ปลูกในดิน U.soi และดินแม่สาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 75 น.
- เย็นใจ วสุวัต และคณะ. 2531. ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้เชื้อวี-เอ ไมคอไรซากับเชื้อไรโซเบียมถั่วเหลืองพันธุ์สง. 5. ข่าวสารปฐพีวิทยา. 4(1): 39-47, 2531.
- ระพีพรรณ ชีวะธนรักษ์. 2528. ชนิดและการแพร่กระจายของเชื้อวี-เอ ไมคอไรซาในดินต่างๆ และผลที่มีต่อการเจริญของข้าวโพด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วินัย จิรฤกษ์มงคล. 2534. อิทธิพลจากเชื้อวี-เอ ไมคอไรซาต่อการดึงดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัสของข้าวโพดฝักอ่อนในดินชุดลัดหีบ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.
- สาตี ชินสถิต. 2527. อิทธิพลของระดับฟอสฟอรัสในดินที่มีบทบาทของเชื้อวี-เอ ไมคอไรซากับไรโซเบียมในถั่วเขียว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สุมิตรา ภู่วโรคม. 2532. ปุ๋ยชีวภาพเพื่อการเกษตร. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.
- สุเทพ พูนสวัสดิ์. การจำแนกชนิดของเชื้อวี-เอ ไมคอไรซาของถั่วลิสงและผลของเชื้อราต่อการเจริญเติบโตของ ถั่วลิสงในเรือนทดลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สมศักดิ์ ไชยมงคล. 2529. การศึกษาเบื้องต้นเพื่อการใช้เชื้อวี-เอ ไมคอไรซาช่วยเพิ่มผลผลิตถั่วเขียว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อร วัลลีนวัฒน์. การจำแนกชนิดของเชื้อวี-เอ ไมคอไรซาของดินส้มและผบของเชื้อราต่อการเจริญของต้นกล้าส้มในเรือนปลูกพืชทดลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อมทรัพย์ นพอมรบดี. 2535. บทบาทของเชื้อวี-เอ ไมคอไรซา. วารสารดินและปุ๋ย. 14(1):36-31.
- อมทรัพย์ นพอมรบดี. สุภาพร ชรรมะสุระกุล, วรวิชญ์ รุ่งรัตนกสิน และ พวงผกา บุตรเนียน. 2526. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเชื้อราเอ็นโดไมคอไรซาต่อการเจริญเติบโตของถั่วลิสงในแปลงทดลอง. รายงานค้นคว้าวิจัย, กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน, กองปฐพีวิทยา, กรมวิชาการ, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- อมทรัพย์ นพอมรบดี, สุภาพร ชรรมะสุระกุล, พวงผกา บุตรเนียน และเย็นใจ วสุวัต. 2528. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเชื้อราเอ็นโดไมคอไรซา ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเขียว. รายงานผลการค้นคว้าวิจัยปี 2528. กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน, กองปฐพีวิทยา, กรมวิชาการ, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- อมทรัพย์ นพอมรบดี, สุภาพร ชรรมะสุระกุล, พวงผกา บุตรเนียน และเย็นใจ วสุวัต. 2525. การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเชื้อชนิดต่างๆของเชื้อวี-เอ ไมคอไรซาต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตถั่วลิสง. รายงานค้นคว้าวิจัย, กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน, กองปฐพีวิทยา, กรมวิชาการ, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- Barrett, J.T. 1961. Isolation culture and host relation of the phycomycetoid vesicular arbuscular endophyte. อ้างโดย ระพีพรรณ ชีวะธนรักษ์. 2528. ชนิดและการแพร่กระจายของเชื้อวี-เอ ไมคอไรซาในดินต่างๆและผลที่มีต่อการเจริญของข้าวโพด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Bray, R.H. 1961. Better Crops with Plant Food. อ้างโดย มานิตย์ ตั้งตระกูล. 2517. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์ สจ. 2 ที่ปลูกในดิน U.soil และดินแม่สาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 75 น.
- Danieles, B.A. and J.M. Trappe. 1980. Factors affecting spore germination of the vesicular arbuscular mycorrhizal fungi, Glomus epigeans. อ้างโดย ระพีพรรณ ชีวะธนรักษ์. 2528. ชนิดและการแพร่กระจายของเชื้อวี-เอ ไมคอไรซาในดินต่างๆ และผลที่มีต่อการเจริญของข้าวโพด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

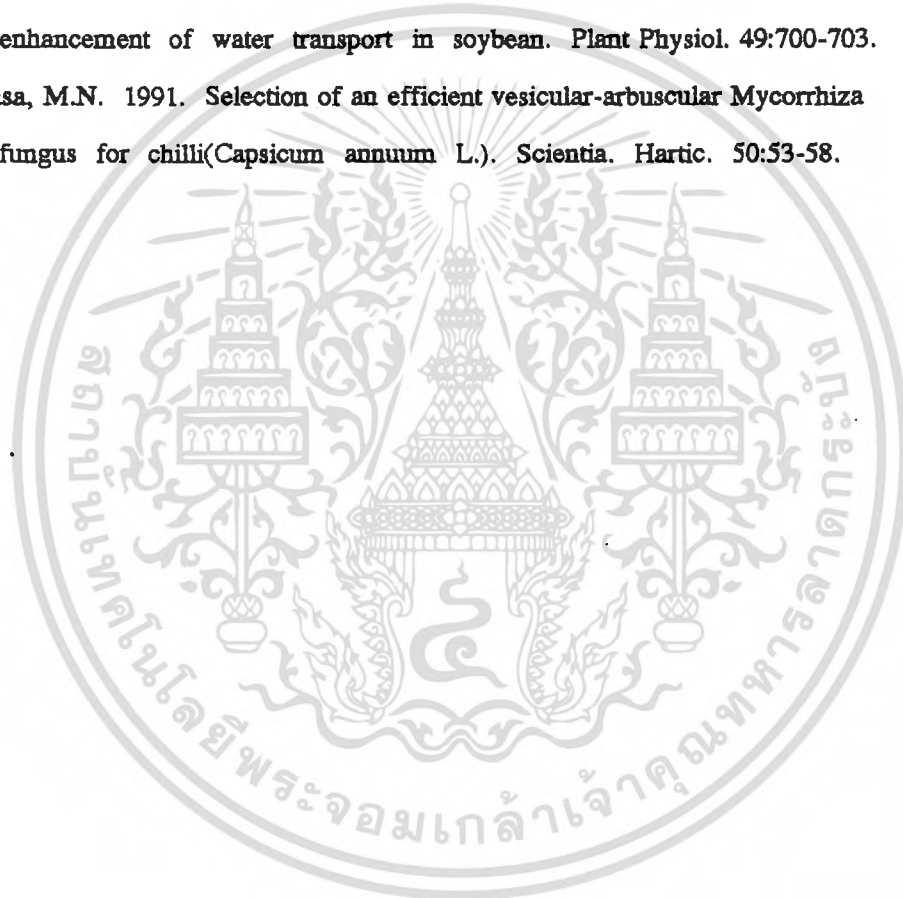
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- de Mooy, C.J. and P. John. 1969. Growth and Yield of soybean lines in relation to phosphorus toxicity and phosphorus, potassium and calcium requirements. อ้างโดย มานิตย์ ตั้งตระกูล. 2517. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์สง. 2 ที่ปลูกในดิน U.soil และดินแม่สาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 75 น.
- Fletcher, H.F. and L.T. Kurtz. 1964. Differential effects of phosphorus fertility on soybean varieties. อ้างโดย มานิตย์ ตั้งตระกูล. 2517. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์สง. 2 ที่ปลูกในดิน U.soil และดินแม่สาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 75 น.
- Gerdemann, J.W. 1961. A species of Endogone from corn causing vesicular arbuscular mycorrhiza. อ้างโดย ระพีพรรณ ชีวะธนรักษ์. 2528. ชนิดและการแพร่กระจายของเชื้อวี-เอ ไมคอร์ไรซาในดินต่างๆและผลที่มีต่อการเจริญของข้าวโพด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- _____ 1964. The effect of mycorrhiza on the growth of maize. อ้างโดย ระพีพรรณ ชีวะธนรักษ์. 2528. ชนิดและการแพร่กระจายของเชื้อวี-เอ ไมคอร์ไรซาในดินต่างๆและผลที่มีต่อการเจริญของข้าวโพด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Harly, J.L. and S.E. Smith. 1983. Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press, Toronto.
- Howell, R.W. and R.L. Bernard. 1961 Phosphorus of soybeans. อ้างโดย มานิตย์ ตั้งตระกูล. 2517. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์สง. 2 ที่ปลูกในดิน U.soil และดินแม่สาย. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 75 น.
- Krushcheva, E.P. 1961. On some morphological properties maize mycorrhiza (Russian). อ้างโดย ระพีพรรณ ชีวะธนรักษ์. 2528. ชนิดและการแพร่กระจายของเชื้อวี-เอ ไมคอร์ไรซาในดินต่างๆและผลที่มีต่อการเจริญของข้าวโพด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Mederski, H.J. 1950. Ph.D. Thesis, Ohio State Univ., Columbus, Ohio.(Cited in Advance Agron. 12:230-263. 1960). อ้างโดย มานิตย์ ตั้งตระกูล. 2517. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์สง. 2 ที่ปลูกในดิน U.soil และดินแม่สาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 75 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Mosse, B. 1981. Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza Reserch for Tropical Agriculture. อ้างโดย สมศักดิ์ ไชยมงคล. 2529. การศึกษาเบื้องต้นเพื่อการใช้เชื้อวี-เอ ไมคอร์ไรซาช่วยเพิ่มผลผลิตถั่วเขียว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Mosse, B. and G.W.Janes. 1968. Seperation of *Endogone* spores from organic soil debris by differential sedimentation in gelation columns. อ้างโดย ระพีพรรณ ชีวะชนรักษ์. 2528. ชนิดและการแพร่กระจายของเชื้อวี-เอ ไมคอร์ไรซาในดินต่างๆและผลที่มีต่อการเจริญของข้าวโพด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Mosse, b. and J.M. Philips. 1971. The influence of phosphorus and other nutrients on the development of V-A Mycorrhiza in culture. J. Can. Microbiol. 69:157-166. อ้างโดย สุเทพ พูนสวัสดิ์. การจำแนกชนิดของเชื้อวี-เอ ไมคอร์ไรซาของถั่วลิสงและผลของเชื้อราต่อการเจริญเติบโตของถั่วลิสงในเรือนทดลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Nicolson, T.H. 1959. Vesicular arbuscular endophytes with special reference to the external phase. อ้างโดย ระพีพรรณ ชีวะชนรักษ์. 2528. ชนิดและการแพร่กระจายของเชื้อวี-เอ ไมคอร์ไรซาในดินต่างๆและผลที่มีต่อการเจริญของข้าวโพด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Nicholas, M.C., N. Jones and C.T. Neely. 1992. The Importance of Mycorrhiza to Forest Trees. Land Resources Series-NO.2, ASTAG Technical Paper.
- Ross, J.P. 1971. Effect of phosphate fertilization on yield of mycorrhizal and non mycorrhizal soybeans. อ้างโดย ระพีพรรณ ชีวะชนรักษ์. 2528. ชนิดและการแพร่กระจายของเชื้อวี-เอ ไมคอร์ไรซาในดินต่างๆและผลที่มีต่อการเจริญของข้าวโพด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Ross J.P. and J.A. Happer. 1970 Effect of endogone mycorrhiza on soybean yields. อ้างโดย ระพีพรรณ ชีวะชนรักษ์. 2528. ชนิดและการแพร่กระจายของเชื้อวี-เอ ไมคอร์ไรซาในดินต่างๆและผลที่มีต่อการเจริญของข้าวโพด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Sanders, F.E., B. Mosse and P.B. Tinker. 1974. Endomycorrhiza. อ้างโดย อร วัลลีวัฒน์. การจำแนกชนิดของเชื้อวี-เอ ไมคอร์ไรซาของต้นส้มและผลของเชื้อราต่อการเจริญของต้นกล้าส้มในเรือนปลูกพืชทดลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- Sanders, F.E., B. Mosse and F.B. Tinker. 1975. VA-Mycorrhiza. อ้างโดย
 ระพีพรรณ ชีวะชนรัมย์. 2528. ชนิดและการแพร่กระจายของเชื้อวี-เอ ไมคอร์ไรซา ใน
 ดินต่างๆและผลที่มีต่อการเจริญของข้าวโพด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัย
 เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Sanders, F.E. and P.B. Tinker. 1973. Phosphatate flow into mycorrhizal roots. อ้างโดย
 สมศักดิ์ ไชยมงคล. 2529. การศึกษาเบื้องต้นเพื่อการใช้เชื้อวี-เอ ไมคอร์ไรซาช่วยเพิ่ม
 ผลผลิตถั่วเขียว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- 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.
- Sreenivasa, M.N. 1991. Selection of an efficient vesicular-arbuscular Mycorrhiza
 fungus for chilli(*Capsicum annuum* L.). *Scientia. Hartic.* 50:53-58.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ตรวจลักษณะการติดเชื้อ โดยดูการเกิดเวสสิเคิล และอาร์บัสคูลในรากพืช

การตรวจหาเชื้อในราก

1. นำตัวอย่างรากพืชที่ต้องการตรวจหาเชื้อไมคอไรซา มาล้างน้ำให้สะอาด ตัดเป็นชิ้นขนาด 10 เซนติเมตร
2. จากนั้นก็นำไปต้มในน้ำยา KOH ประมาณ 10 นาที แล้วแต่ชนิดของพืช ถ้าตัวอย่างพืชเป็นรากชนิดค่อนข้างใหญ่และแข็ง ก็อาจจะต้มนานถึง 20 นาที แต่ถ้าเป็นรากพืชที่อ่อน เช่น รากหอม ก็ใช้เวลาต้มสั้นลงประมาณ 5 นาที ต้มในอุณหภูมิประมาณ 80-90 องศาเซลเซียส
3. นำรากที่ต้มน้ำยาแล้วมาล้างน้ำจนไม่มีน้ำยาดูดอยู่
4. นำไปย้อมด้วยน้ำยาแลคโตฟีนอลทริปเปนบลู ทิ้งไว้ให้รากติดสีย้อมประมาณ 5 นาที เทสีย้อมทิ้ง นำรากมาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ยาวประมาณชิ้นละ 1 เซนติเมตร วางบนสไลด์ไปส่องดูในกล้องจุลทรรศน์ รากที่มีเชื้อราที่อยู่จะติดสีน้ำเงินที่ย้อม โดยจะตรวจพบลักษณะของเวสสิเคิลซึ่งมีลักษณะเป็นรูปกลมหรือรูปรี ที่ปลายของเส้นใยติดสีน้ำเงินที่บวมและลักษณะของอาร์บัสคูลซึ่งมีลักษณะแตกแขนงเป็นเหมือนกิ่งไม้เล็กๆอยู่ในเซลล์พืช

การวัดปริมาณการติดเชื้อในราก

วัดความยาวรากโดยการนำเอารากที่ย้อมสีแล้วมาตัดให้ยาวประมาณ 1 เซนติเมตร เรียงบนสไลด์ จำนวน 10 ชิ้นต่อ 1 สไลด์ วัดความยาวของรากที่ติดเชื้อแล้วนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อกับความยาวของรากทั้งหมด

ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักแห้ง
ในต้นพืชอายุ 30 วัน(กรัมต่อต้น)

Source	df	SS	MS	F
Treatment	5	0.1935	0.0387	1.2746 ns
Error	18	0.5464	0.0304	
Total	23	0.7399		

GRAND MEAN = 1.2729

CV(%) = 13.69

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักแห้ง
ในต้นพืชอายุ 60 วัน(กรัมต่อต้น)

Source	df	SS	MS	F
Treatment	5	12.4792	2.4958	3.9375*
Error	18	11.4096	0.6339	
Total	23	23.8887		

GRAND MEAN = 4.5075

CV(%) = 17.99

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางภาคผนวกที่ 3 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักแห้ง
ในต้นพืชอายุ 90 วัน(กรัมต่อต้น)

Source	df	SS	MS	F
Treatment	5	44.5313	8.9063	10.1804 **
Error	18	115.7471	0.8748	
Total	23	60.2784		

GRAND MEAN = 4.0508

CV(%) = 23.09

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 4 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณฟอสฟอรัส
ในพีชอายุ 30 วัน(ppm.)

Source	df	SS	MS	F
Treatment	5	0.0014	0.0003	2.0412 ns
Error	18	0.0024	0.0001	
Total	23	0.0038		

GRAND MEAN = 0.0825

CV(%) = 14.03

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 5 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณฟอสฟอรัส
ในพีชอายุ 60 วัน(ppm.)

Source	df	SS	MS	F
Treatment	5	0.0260	0.0052	5.3354 **
Error	18	0.0175	0.0010	
Total	23	0.0435		

GRAND MEAN = 0.0921

CV(%) = 33.90

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางภาคผนวกที่ 6 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณฟอสฟอรัส
ในพีชอายุ 90 วัน(ppm.)

Source	df	SS	MS	F
Treatment	5	0.0129	0.00260	13.6304 **
Error	18	0.0034	0.0002	
Total	23	0.0163		

GRAND MEAN = 0.0625

CV(%) = 21.99

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 7 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการดูดกินฟอสฟอรัส
ของพืชอายุ 30 วัน ($\mu\text{g}(p_2 O_5)$ ต่อต้น)

Source	df	SS	MS	F
Treatment	5	26.4858	5.2972	1.7232 ns
Error	18	55.3318	3.0740	
Total	23	81.8176		

GRAND MEAN = 10.70
CV(%) = 16.67
ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 8 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการดูดกินฟอสฟอรัส
ของพืชอายุ 60 วัน ($\mu\text{g}(p_2 O_5)$ ต่อต้น)

Source	df	SS	MS	F
Treatment	5	10212.6094	2042.5219	7.8622 **
Error	18	4676.2148	259.7897	
Total	23	14888.8242		

GRAND MEAN = 43.21
CV(%) = 37.30
** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางภาคผนวกที่ 9 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการดูดกินฟอสฟอรัส
ของพืชอายุ 90 วัน ($\mu\text{g}(p_2 O_5)$ ต่อต้น)

Source	df	SS	MS	F
Treatment	5	6511.4277	1302.2855	12.0268 **
Error	18	1949.0820	108.2823	
Total	23	8460.5098		

GRAND MEAN = 28.41
CV(%) = 36.62
** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 10 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณการติดเชื้อ
ในรากพืชอายุ 30 วัน(%)

Source	df	SS	MS	F
Treatment	5	11529.5283	2305.9058	421.2208 **
Error	18	983.0781	54.6155	
Total	23	12512.6064		

GRAND MEAN = 21.1642
 CV(%) = 34.92
 ** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางภาคผนวกที่ 11 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณการติดเชื้อ
ในรากพืชอายุ 60 วัน(%)

Source	df	SS	MS	F
Treatment	5	21742.5879	4328.5176	268.4543 **
Error	18	291.5703	16.1984	
Total	23	22034.1582		

GRAND MEAN = 27.5971
 CV(%) = 14.58
 ** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางภาคผนวกที่ 12 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณการติดเชื้อ
ในรากพืชอายุ 90 วัน(%)

Source	df	SS	MS	F
Treatment	5	14536.0117	2907.2024	40.7352 **
Error	18	1284.6289	71.3683	
Total	23	15820.6406		

GRAND MEAN = 24.0808
 CV(%) = 35.08
 ** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 13 แสดงค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณฟอสฟอรัส
ในดินหลังปลูก(ppm.)

Source	df	SS	MS	F
Treatment	5	392.50000	78.5000	0.0726 ns
Error	18	13463.2500	1081.2916	
Total	23	19855.7500		

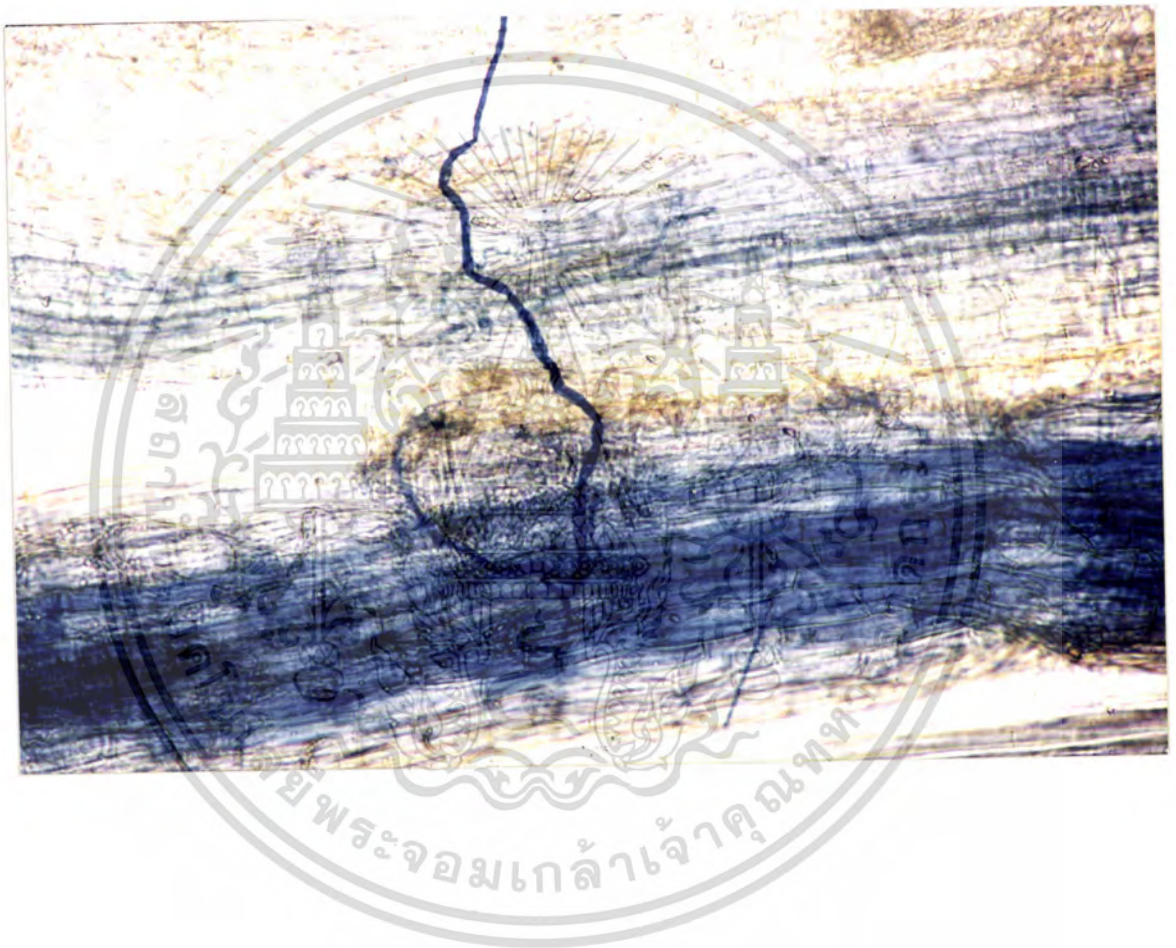
GRAND MEAN = 300.3771

CV(%) = 10.94

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

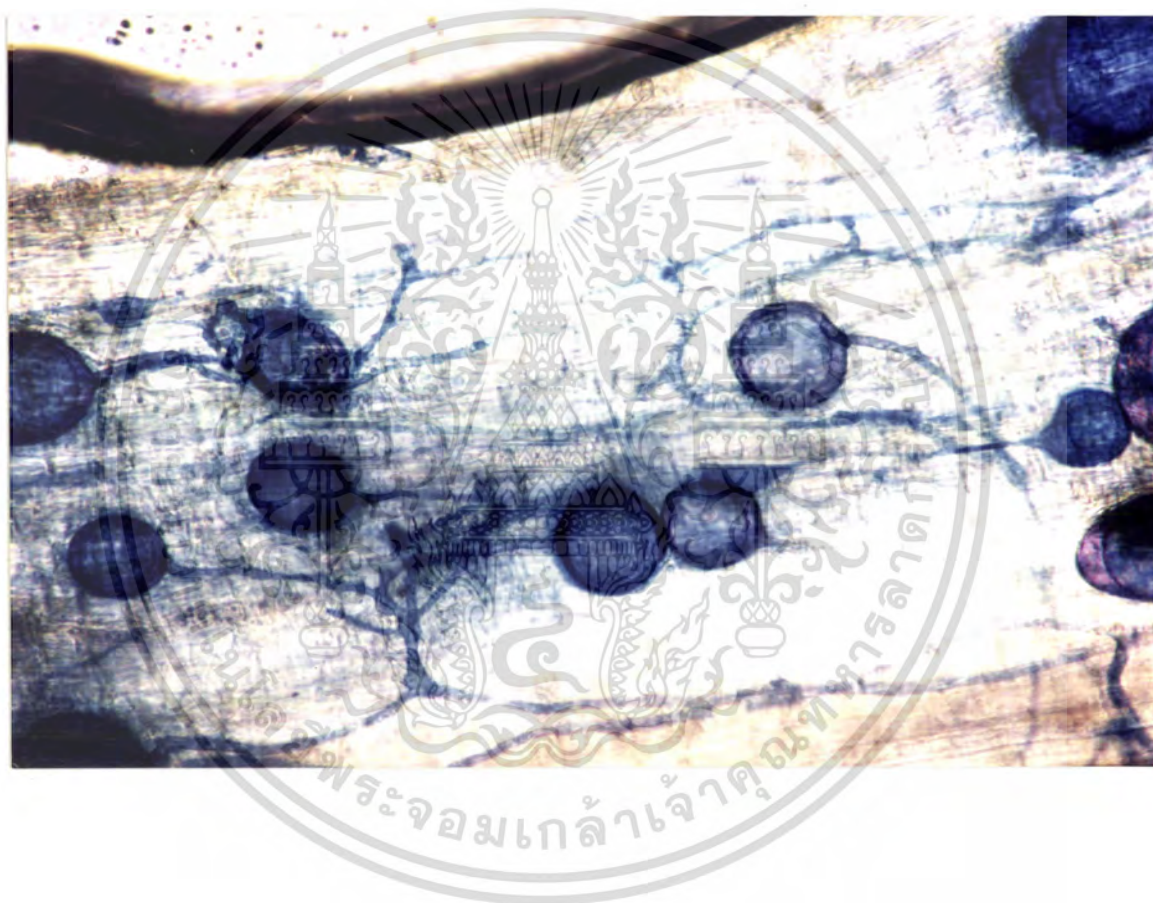


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



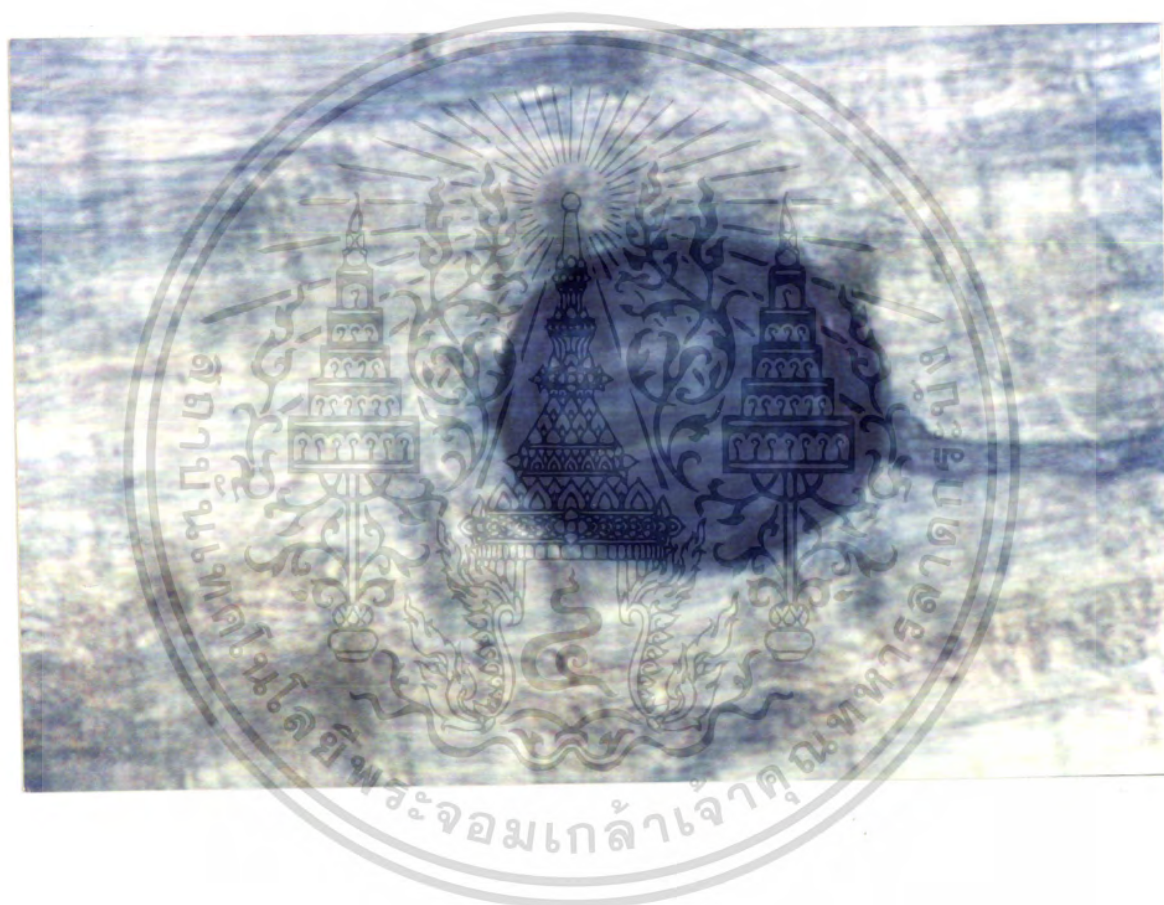
ภาพที่ 5 เส้นใยของเชื้อวี-เอ ไมคอไรซา ในเซลล์รากพืช(X10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



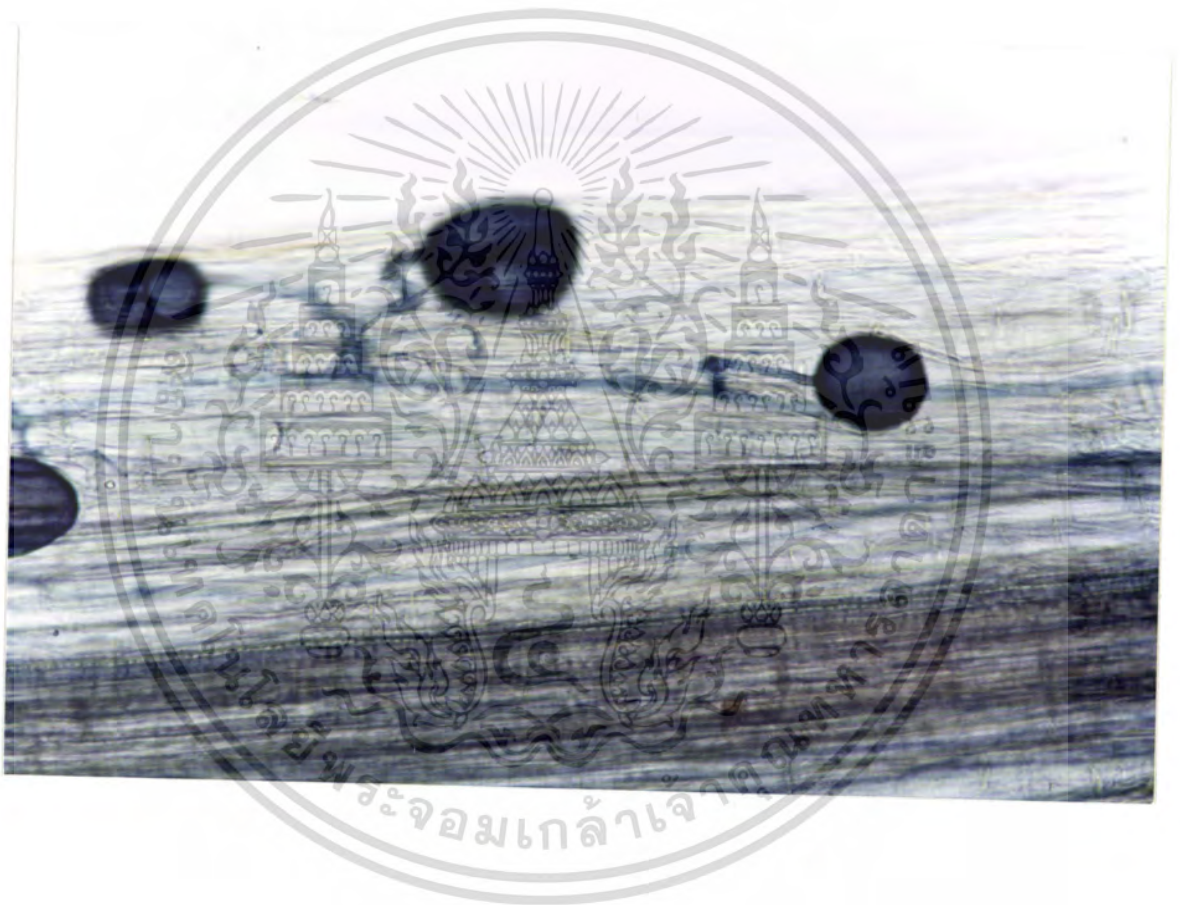
ภาพที่ 6 อาร์บัสคูลและเส้นใยของเชื้อวี-เอ ไมคอไรซาในเซลล์รากพืช(X10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 อาร์บัสคูลของเชื้อวี-เอ ไมคอไรซา ในเซลล์รากพืช(X40)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 อาร์บัสทูลและเส้นใยของเชื้อวี-เอ ไมคอไรซาในเซลล์รากพืช(X10)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้