1180

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาค

การศึกษาชนิดพืชอาศัยและวัสดุเพาะกล้า
ที่มีผลต่อการติดเชื้อรา V-A Mycorrhiza ในระบบ NFT

Effect of Hosts and Substrate Blocks
on V-A Mycorrhizal Infection in NFT System.

โดย

นาย รุ่งโรจน์ พิทักษ์ด่านธรรม

ACC. NO.....
Date Received 17 ส.ค. 2537
Call No.....

ได้รับพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 12 / พ.ค. / 37 อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ
(ผศ.ดร. อิทธิสุนทร นันทกิจ)

..... 12 / พ.ค. / 37 อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ
(รศ.ดร. สุมิตรา ภู่วโรดม)

..... 12 / พ.ค. / 37 อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ
(นางสาว สุภาพร ธรรมสุระกุล)

14385
6 ส.ค. 2541

ส.พ.
ร636ท
2536

ภาควิชารับรองแล้ว

.....
(รศ.ดร. สุมิตรา ภู่วโรดม)
หัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยา
วันที่ 12 เดือน พ.ค. พ.ศ 37

14385

การศึกษาชนิดพืชอาศัยและวัสดุเพาะกล้า ที่มีผลต่อการติดเชื้อรา V-A Mycorrhiza ในระบบ NFT

Effect of Hosts and Substrate Blocks on V-A Mycorrhizal Infection in NFT System.

T099765

โดย

นาย รุ่งโรจน์ พิทักษ์ด่านธรรม

เสนอ

วพ.
ร636ก
2536

เลขทะเบียน 99765
วัน,เดือน,ปี

ภาควิชาปฐพีวิทยา

คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์ (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2536

คณะเทคโนโลยีการเกษตร ห้องสมุด สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อเรื่อง : การศึกษาชนิดพืชอาศัยและวัสดุเพาะกล้าที่มีผลต่อการติดเชื้อรา V-A Mycorrhiza ในระบบ NFT

: Effect of hosts and substrate blocks on V-A mycorrhizal infection in NFT system.

โดย : นาย รุ่งโรจน์ พิทักษ์ด่านธรรม

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

สาขาวิชา : ปฐพีวิทยา

อาจารย์ที่ปรึกษา : ..... 12 / ค.ค. / 37

(ผศ.ดร.อิทธิสุนทร นันทกิจ)

..... 12 / พ.ค. / 37

(รศ.ดร.สุมิตรา ภู่วโรดม)

..... 12 / พ.ค. / 37

(นางสาว สุภาพร ธรรมสุระกุล)

บทคัดย่อ

การศึกษาชนิดพืชอาศัยและวัสดุเพาะกล้าที่มีผลต่อการติดเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา ในระบบ NFT โดยทำการทดลองในเรือนทดลองของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และแบ่งเป็น 2 การทดลองคือ 1)การทดลองหาชนิดพืชอาศัยที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มปริมาณเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา ที่ปลูกในระบบ NFT ระหว่างเดือน ตุลาคม ถึง ธันวาคม 2536 วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 4 ซ้ำ โดยศึกษาทดลองกับพืช 6 ชนิด ได้แก่ ถั่วเหลือง, ถั่วเขียว, ถั่วฝรั่งเศส, ดาวเรืองหม้อ, ดาวกระจาย และ บานชื่น เมื่อพืชมีอายุ 73 วัน พบว่า ไม่มีการติดเชื้อในรากของพืชทุกชนิดในราง NFT แต่พบการติดเชื้อในรากที่อยู่ในก้อน rockwool โดยดาวกระจาย, ถั่วเหลือง และ บานชื่น มีการติดเชื้อ 24.01, 20.83 และ 12.33 เปอร์เซนต์ตามลำดับ ส่วน ถั่วเขียว และ ถั่วฝรั่ง

เศส มีเปอร์เซนต์การติดเชื้อต่ำ ในขณะที่ ดาวเรืองหม้อ ไม่พบการติดเชื้อ แต่เมื่อประเมินการเจริญเติบโตโดยการให้คะแนน พบว่า บานชื่น และ ถั่วเหลือง มีการเจริญเติบโตทางลำต้นและราก ดีกว่า ดาวกระจาย 2)การศึกษาผลของวัสดุเพาะกล้าต่อการติดเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา ในรากข้าวโพดที่ปลูกในระบบ NFT ระหว่างเดือน มกราคม ถึง กุมภาพันธ์ 2537 วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 4 ซ้ำ จากการทดลองพบว่า เมื่อข้าวโพดอายุ 14 วัน ก่อนย้ายลงราง NFT รากของต้นข้าวโพดที่ปลูกใน ดิน:ทราย (1:1) มีเปอร์เซนต์การติดเชื้อสูงที่สุด รองลงมาคือรากของต้นที่ปลูกบนก้อน rockwool ส่วนรากของต้นที่ปลูกบนแท่งเพาะชำขุยมะพร้าวไม่พบการติดเชื้อ เมื่อข้าวโพดอายุ 28 วัน รากที่อยู่ในราง NFT ของต้นที่ปลูกบน rockwool มีเปอร์เซนต์การติดเชื้อมากกว่ารากของต้นที่ไม่มีวัสดุเพาะกล้า แต่ที่อายุ 49 วัน ไม่พบการติดเชื้อของรากที่อยู่ในราง ส่วนการโรย soil inoculum ให้แก่รากในราง ทำให้มีการติดเชื้อในรากได้

Abstract

Effect of hosts and substrate blocks on V-A mycorrhizal infection in NFT system were evaluated at Faculty of Agriculture Technology Ladkrabang. 1)The study on appropriate host for V-A mycorrhizal inoculum production in NFT system was carried out during October to December,1983. Selected hosts were soybean, mungbean, bean, calendula, cosmos and zinnia. It was found that at 73 days after planting, there was no infection of root in NFT channels whereas in rockwool blocks 24.01 percent of cosmos, 20.83 percent of soybean and 12.33 percent of zinnia were infected. In addition it was found that root of mungbean and bean have a few infection percentage but calendula has no infection. When plant growth was evaluated by eye, zinnia and soybean were superior to cosmos. 2)The effect of substrates on V-A mycorrhizal infection in root of corn was carried out during January to Febuary, 1994. It was shown that roots in mixture of sterized soil:sand(1:1) in

pot at 14 days have higher infection percentage than in rockwool. There was no infection in root in block of coir dust. At 28 days, the root of corn grew out of rockwool block in NFT channels have more infection percentage than root of corn that have no substrate block but both were not sinificantly difference. However at 49 days, there was no infection of corn root in NFT channels. Nevertheless, spreading of soil inoculum on root in channels increased infection in root.

คำนิยม

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.อิทธิสุนทร นันทกิจ และ รศ.ดร.สุมิตรา ภู่วโรดม อาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และนางสาว สุภาพร ธรรมสุระกุล นักวิชาการเกษตร 6 กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ และให้ความช่วยเหลือด้านต่างๆ จนปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จบริบูรณ์

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการไมคอไรซา กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา , เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการโรคพืช ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช และ เจ้าหน้าที่ห้องโสตทัศนูปกรณ์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้คำแนะนำและอนุเคราะห์อุปกรณ์ในการทำปัญหาพิเศษ

ขอขอบคุณ นางสาว วิภารัตน์ รัตนะ , เพื่อนๆ และ น้องๆ นักศึกษาปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง น้าๆ และ น้องชาย ที่ได้ให้กำลังใจ และมีส่วนช่วยเหลือในการทดลอง

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ และ คุณแม่ ที่ให้กำลังใจ และสนับสนุนทุนการศึกษามาโดยตลอด ทำให้ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

รุ่งโรจน์ พิทักษ์ด่านธรรม

เมษายน 2537

สารบาญ

	หน้า
สารบาญตาราง	(1)
สารบาญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
ตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	17
วิธีการทำการทดลอง	19
ผลการทดลอง	22
วิจารณ์ผลการทดลอง	32
สรุปผลการทดลอง	35
ข้อเสนอแนะ	36
เอกสารอ้างอิง	37
ภาคผนวก	42

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงเปอร์เซนต์การติดเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาในรากพืชชนิดต่างๆ ใน rockwool ที่อายุ 73 วัน	22
2	แสดงคะแนนการเจริญเติบโตทางลำต้นที่อายุ 73 วัน	23
3	แสดงคะแนนการเจริญเติบโตของรากที่อายุ 73 วัน	24
4	แสดงน้ำหนักสดของรากที่อายุ 73 วัน	25
5	แสดงเปอร์เซนต์การติดเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาในรากข้าวโพด ซึ่งถูกเพาะเชื้อในวัสดุเพาะกล้าชนิดต่างๆ ที่อายุ 14 วัน	26
6	แสดงเปอร์เซนต์การติดเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาในรากข้าวโพดในราง NFT ที่อายุ 28 วัน	27
7	แสดงเปอร์เซนต์การติดเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาในรากข้าวโพดในราง NFT ที่อายุ 49 วัน	28
8	แสดงน้ำหนักสดของรากข้าวโพดในราง NFT ที่อายุ 28 วัน	29
9	แสดงน้ำหนักรากสดของข้าวโพดในราง NFT ที่อายุ 49 วัน	30
10	แสดงน้ำหนักรากแห้งของข้าวโพดในราง NFT ที่อายุ 49 วัน	31

ตารางผนวกที่		
1	แสดงเปอร์เซนต์การติดเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาในรากพืชชนิดต่างๆ ที่อายุ 73 วัน	43
2	แสดงการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนทางสถิติของเปอร์เซนต์การติดเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาในรากพืชชนิดต่างๆ ที่อายุ 73 วัน	43
3	แสดงคะแนนการเจริญเติบโตทางลำต้นของพืชชนิดต่างๆ ที่อายุ 73 วัน	44
4	แสดงการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนการเจริญเติบโตทางลำต้นของพืชชนิดต่างๆ ที่อายุ 73 วัน	44

ตารางผนวกที่ (ต่อ) หน้า

5 แสดงคะแนนการเจริญเติบโตของรากพืชชนิดต่างๆ ที่อายุ 73 วัน 45

6 แสดงการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนการเจริญเติบโตของรากพืชชนิดต่างๆ ที่อายุ 73 วัน 45

7 แสดงน้ำหนักสดของรากพืชชนิดต่างๆ ที่อายุ 73 วัน 46

8 แสดงการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักสดของรากพืชชนิดต่างๆ ที่อายุ 73 วัน 46

9 แสดงเปอร์เซนต์การติดเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาในรากข้าวโพดซึ่งถูกเพาะเชื้อในวัสดุเพาะกล้าชนิดต่างๆ ที่อายุ 14 วัน 47

10 แสดงการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนทางสถิติของเปอร์เซนต์การติดเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาในรากข้าวโพดซึ่งถูกเพาะเชื้อในวัสดุเพาะกล้าชนิดต่างๆ ที่อายุ 14 วัน 47

11 แสดงเปอร์เซนต์การติดเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาในรากข้าวโพดในราง NFT ซึ่งถูกเพาะเชื้อในวัสดุเพาะกล้าชนิดต่างๆ ที่อายุ 28 วัน 48

12 แสดงการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนทางสถิติของเปอร์เซนต์การติดเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาในรากข้าวโพดในราง NFT ที่ถูกเพาะเชื้อในวัสดุเพาะกล้าชนิดต่างๆ ที่อายุ 28 วัน 48

13 แสดงเปอร์เซนต์การติดเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาในรากข้าวโพดซึ่งถูกเพาะเชื้อครั้งที่ 2 ให้แก่รากในราง NFT ของต้นที่ปลูกในวัสดุเพาะกล้าชนิดต่างๆ ที่อายุ 49 วัน 49

14 แสดงการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนทางสถิติของเปอร์เซนต์การติดเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาในรากข้าวโพด ซึ่งถูกเพาะเชื้อครั้งที่ 2 ให้แก่รากในราง NFT ของต้นที่ปลูกในวัสดุเพาะกล้าชนิดต่างๆ ที่อายุ 49 วัน 49

15 แสดงของน้ำหนักสดของรากข้าวโพดที่ปลูกบนวัสดุเพาะกล้าชนิดต่างๆ ในราง NFT ที่อายุ 28 วัน 50

16 แสดงการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักสดของรากข้าวโพดที่ปลูกบนวัสดุเพาะกล้าชนิดต่างๆ ในราง NFT ที่อายุ 28 วัน 50

ตารางผนวกที่ (ต่อ) หน้า

17 แสดงของน้ำหนักสดของรากข้าวโพดที่ปลูกบนวัสดุเพาะกล้าชนิดต่างๆ ที่อายุ 49 วัน 51

18 แสดงการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักสดของราก ข้าวโพดที่ปลูกบนวัสดุเพาะกล้าชนิดต่างๆ ที่อายุ 49 วัน 51

19 แสดงของน้ำหนักแห้งของรากข้าวโพดที่ปลูกบนวัสดุเพาะกล้าชนิดต่างๆ ที่อายุ 49 วัน 52

20 แสดงการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งของราก ข้าวโพดที่ปลูกบนวัสดุเพาะกล้าชนิดต่างๆ ที่อายุ 49 วัน 52

21 แสดงสูตรสารละลายธาตุอาหาร Coic-Leasint 54

สารบาญภาพ

ภาพผนวกที่		หน้า
1	แสดงแผนผังระบบปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบ NFT	55
2	แสดงลักษณะราง(Channel)สังกะสีที่ใช้ปลูกพืชในระบบ NFT	55
3	แสดงระบบการจ่ายสารละลายธาตุอาหาร	56
4	แสดงชุดอุปกรณ์ควบคุมการให้สารละลายอัตโนมัติ	56
5	แสดงรากของพืชที่ปลูกในราง	57
6	แสดงความหนาแน่นและลักษณะของรากถั่วเหลืองในราง ที่อายุ 73 วัน	57
7	แสดงความหนาแน่นและลักษณะของรากถั่วเขียวในราง ที่อายุ 73 วัน	58
8	แสดงความหนาแน่นและลักษณะของรากถั่วฝรั่งเศสในราง ที่อายุ 73 วัน	58
9	แสดงความหนาแน่นและลักษณะของรากดาวเรืองหม้อในราง ที่อายุ 73 วัน	59
10	แสดงความหนาแน่นและลักษณะของรากดาวกระจายในราง ที่อายุ 73 วัน	59
11	แสดงความหนาแน่นและลักษณะของรากบานชื่นในราง ที่อายุ 73 วัน	60
12	แสดงลักษณะอาร์บัสคูล(arbuscule)ของเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา (400x)	60
13	แสดงลักษณะเวสสิเคิล(vesicle)ของเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา (100x)	61
14	แสดงลักษณะสปอร์(spore)ของเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา (100x)	61

กราฟที่		
1	แสดงอุณหภูมิ ณ จุดต่างๆในราง NFT เปรียบเทียบอุณหภูมิของอากาศ	62

คำนำ

ไมคอไรซาเป็นเชื้อรากลุ่มหนึ่งซึ่งอยู่ในดิน อาศัยอยู่ตามรากพืช โดยไม่ทำอันตรายให้กับพืช ทั้งนี้พืชและเชื้อราต่างอาศัยซึ่งกันและกันและได้รับผลประโยชน์ร่วมกัน เซลของรากพืชและเชื้อราสามารถถ่ายทอดอาหารให้กันและกันได้ สปอร์ของไมคอไรซาจะมีอยู่ทั่วไปในดินเป็น soil borne fungi

ไมคอไรซาชนิด วี-เอ ไมคอไรซา (vesicular-arbuscular mycorrhiza) มีความสำคัญกับพืชเศรษฐกิจหลายชนิด ทั้งพืชไร่ พืชสวน จากการทดลองและสำรวจตามท้องที่ ที่มีการปลูกพืชเศรษฐกิจต่างๆ พบว่าต้นที่มีไมคอไรซาอยู่ร่วมกับรากพืชจะมีการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตดีกว่าต้นที่ไม่มีไมคอไรซา

จึงเห็นได้ว่าเราสามารถจะนำไมคอไรซามาใช้ร่วมกับพืช เพื่อเพิ่มผลผลิตให้กับต้นพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินที่มีคุณสมบัติตริงธาตุอาหารฟอสฟอรัสได้ดี หรือดินที่มีธาตุฟอสฟอรัสต่ำ ซึ่งพืชไม่สามารถดูดธาตุอาหารโดยเฉพาะฟอสฟอรัสจากดินมาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้ ทั้งๆที่ในดินยังมีธาตุอาหารอยู่ แต่อยู่ในสภาพที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ไม่ได้ (unavailable form) ไมคอไรซาจะช่วยดูดธาตุอาหารเหล่านั้นให้กับพืชนำไปใช้ได้ โดยซึมผ่านจากเซลของเชื้อราไปสู่เซลของรากพืช ทำให้พืชนำไปใช้ต่อให้เป็นประโยชน์ในการเจริญเติบโตได้ (ออมทรัพย์, 2536) จึงมีผู้เรียกเชื้อราน้ำว่า "biotic fertilizer" แต่ความรู้หรืองานวิจัยพื้นฐานเกี่ยวกับระบบการผลิตเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา ยังมีไม่เพียงพอต่อการนำไปใช้ในด้านการค้า

เนื่องจากเชื้อไม่สามารถเจริญเติบโตบนอาหารวุ้นได้แต่ต้องอาศัยอยู่ร่วมกับรากพืชจึงจะเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณสปอร์ได้ การผลิต inoculum โดยทั่วไปจะใช้วิธีการเพิ่มปริมาณเชื้อใน pot culture โดยใช้สปอร์ที่คัดเลือกมาผสมกับดินและทรายที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้วและปลูกพืชเพื่อให้เชื้อเข้าสู่รากและเพิ่มปริมาณเส้นใยในรากหรือในดินเป็นเวลานาน 3-4เดือนจึงนำ soil inoculum ที่ประกอบด้วย spore ,รากในรูป soil inoculum เหล่านั้นมาใช้งานได้ แต่มักเกิดปัญหาการปนเปื้อนจากเชื้อที่เป็นสาเหตุโรคพืชและแมลงซึ่งต่อมามีการทดลองเพิ่มปริมาณเชื้อรา วี-เอไมคอไรซาในรากพืชที่เลี้ยงบนอาหารวุ้นในสภาพปลอดเชื้อได้แต่ทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูงมาก (พรพิมล, 2531) ดังนั้นการนำระบบปลูกพืชไม่ใช้ดิน มาใช้เพิ่มปริมาณเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา จึงเป็นทางเลี่ยงหนึ่งของปัญหาการปนเปื้อนของเชื้อโรค,แมลงจากดิน และลงทุนต่ำกว่าการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อราก นอกจากจะได้ปริมาณรากมากขึ้นแล้ว ยังสามารถขยายอัตรา

และลงทุนต่ำกว่าการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อราก นอกจากจะได้ปริมาณรากมากขึ้นแล้ว ยังสามารถขยายอัตราการผลิตให้เป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ได้ง่าย ซึ่งมีข้อดีอีกมากคือ ประหยัดเวลาและแรงงานคนในการลดขั้นตอนการเตรียมวัสดุปลูกที่ต้องฆ่าเชื้อ สามารถทำการผลิตได้อย่างต่อเนื่อง รากที่ได้มีปริมาณมากไม่มีเศษวัสดุปลูกปะปนทำให้เก็บเกี่ยวง่าย และเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้น้ำ การทดลองครั้งนี้เป็นเพียงจุดเริ่มต้นของการศึกษาแนวทาง และความเป็นไปได้ในการผลิตเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา ในระบบปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน(NFT)ในประเทศไทยเป็นครั้งแรก

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาชนิดพืชอาศัยที่เหมาะสมในการเพิ่มปริมาณเชื้อรา วี-เอไมคอไรซา ในรากพืช ในระบบ NFT
2. เพื่อศึกษาความสำคัญของวัสดุเพาะกล้าที่มีผลต่อการติดเชื้อในรากพืชของเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา ในระบบ NFT
3. เพื่อศึกษาปัญหาและแนวทางแก้ไขในการผลิตเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา ในระบบ NFT

ตรวจเอกสาร

ไมคอไรซา

ไมคอไรซา (mycorrhiza ; พหูพจน์ : mycorrhizas หรือ mycorrhizae) มาจากภาษากรีก mukes = รา และ rhiza = ราก หมายถึง เชื้อราซึ่งอาศัยอยู่ที่บริเวณราก ของพืช หรือเข้าไปในรากพืช การอยู่ร่วมกันระหว่างเชื้อราและรากพืชมีความสัมพันธ์แบบต่าง ฝ่ายต่างได้รับประโยชน์ (mutualistic symbiosis) เชื้อรานี้ไม่ทำอันตรายต่อรากพืชแต่จะ ทำให้เซลของรากพืชเจริญเติบโตได้ดีและมีขนาดใหญ่แข็งแรง ทำให้รากพืชสามารถดูดอาหารได้ มากขึ้น ขณะเดียวกันเชื้อราก็เจริญเติบโตโดยได้รับสารประกอบอินทรีย์จากรากพืชเป็นอาหาร (สาลี่, 2528)

ในปี ค.ศ.1887 Frank เป็นผู้ตั้งชื่อไมคอไรซา และจำแนกไมคอไรซาออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ตามลักษณะการเจริญของเชื้อราบริเวณรากพืชได้แก่ ectotrophic mycorrhiza, endotrophic mycorrhiza และ ectendotrophic mycorrhiza ต่อมาในปี ค.ศ.1969 Peyronel ได้เปลี่ยนชื่อไมคอไรซาทั้ง 3 กลุ่ม เป็น ectomycorrhiza, endomycorrhiza และ ectendomycorrhiza

Harley และ Smith (1983) ได้จัดแบ่ง ไมคอไรซาออกเป็น 7 กลุ่ม ได้แก่ ectomycorrhiza, endomycorrhiza, ectendomycorrhiza, arbutoid mycorrhiza , ericoid mycorrhiza, monotropoid mycorrhiza, orchid mycorrhiza และ vesicular-arbuscular mycorrhiza ซึ่งไมคอไรซาแต่ละกลุ่มมีลักษณะที่แตกต่างกันทั้งทาง ด้านโครงสร้าง, ลักษณะการเจริญในรากพืชและความจำเพาะเจาะจงกับชนิดของพืชอาศัย

เชื้อรา เวสสิคูลาร์-อาบัสคูลาร์ ไมคอไรซา (vesicular-arbuscular mycorrhiza)

การเจริญเติบโตของเชื้อรากลุ่มนี้จะอยู่ภายในรากพืช โดยสร้างเส้นใยสานกันอย่าง หลวมๆอยู่รอบๆรากและเจริญเติบโตอยู่ในเนื้อเยื่อชั้น cortex ของราก สามารถอาศัยอยู่กับพืช หลายชนิดทั้งไม้ป่า,พืชไร่,พืชสวน,ไม้ผล รวมทั้งพืชเศรษฐกิจ เช่น พืชตระกูลหญ้า(Gramineae) และพืชตระกูลถั่ว(Leguminoseae) และสามารถเจริญเติบโตได้ในทุกสภาพอากาศ (สุมิตรา, 2532) เชื้อรากลุ่มนี้มีลักษณะเฉพาะคือ มีการสร้างโครงสร้างพิเศษ 2 ชนิด ภายในรากพืชคือ

arbuscule และ vesicle (ณัฐวรางคณ์, 2530)

ลักษณะทางสัณฐานของเชื้อรา เวสสิคูลาร์-อาบัสคูลาร์ ไมคอไรซา

1. Arbuscule โครงสร้างนี้อยู่ในเซลรากพืช มีลักษณะคล้ายโครงสร้างดูดอาหาร (haustoria)ซึ่งแตกแขนงจากหนึ่งเป็นสองต่อไปเรื่อยๆ ส่วนปลายสุดของแขนงจะแคบและแหลม บางครั้งส่วนปลายสุดพองออกเป็นกะเปาะกลมๆ เรียกว่า Sporangiotes จากนั้นส่วนปลายของ arbuscule มักจะสลายตัว และปล่อยสารพวกน้ำมันออกสู่เซลพืช (ออมทรัพย์, 2526) ส่วนของ arbuscule ทั้งหมดจะมีอายุประมาณ 4-10 วัน จากนั้นจะถูกเซลพืชย่อยสลายไป(Paul,1989)

2. Vesicle มีรูปร่างคล้ายถุงที่โป่งพองออกมาจากบริเวณปลายเส้นใย มีรูปร่างรี หรือกลม ผนังหนา มีหยดน้ำมันสีเหลืองอยู่ภายในเวสสิเคิล ซึ่งอยู่ระหว่างเซล หรืออยู่ภายในเซล ชั้นอยู่กับชนิดพืช (ออมทรัพย์, 2525 และ สุเทพ, 2531) เวสสิเคิลจะเปลี่ยนแปลงเป็นสปอร์ได้ เมื่อหลุดออกจากราก ส่วนมากเป็นสปอร์ชนิด Chlamydospores (Paul, 1989)

3. External mycelium/hyphae เส้นใยที่อยู่ภายนอกรากเจริญเกาะกันหลวมๆ คล้ายร่างแหอยู่รอบ ๆ ราก และแตกกิ่งก้านเจริญในดินเป็นการเพิ่มพื้นที่การดูดอาหารของรากพืช (สุเทพ, 2531) ภายในเส้นใยจะมี vacuole granule ซึ่งมีปริมาณ P, Ca มาก เมื่อเปรียบเทียบปริมาณธาตุทั้งสองใน organelle ของเซลพืช และระดับ P ใน vacuole granule จะมากกว่าในส่วนของ cytoplasm ของเชื้อรา (ลาวัลย์, 2528)

การจำแนกชนิดของเชื้อรา เวสสิคูลาร์-อาร์บัสคูลาร์ ไมคอไรซา

เชื้อรา vesicular-arbuscular mycorrhiza ถูกจัดอยู่ใน Division Zygomycotina , Order Endogonales , Family Endogonaceae ซึ่งแบ่งออกเป็น 9 genera ได้แก่ Acaulospora , Endogone , Glaziella , Glomus , Modicella , Sclerocystis , Complexipes และ Entrophospora (สุเทพ, 2531) ลักษณะสำคัญที่ใช้ในการจำแนกเป็น genera ต่าง ๆ ได้แก่ รูปร่างของ spore-attachment, ผนังสปอร์, สีของสปอร์, ขนาดรูปร่างของสปอร์ (ออมทรัพย์,2536)

พบว่ามีเชื้อรา vesicular-arbuscular mycorrhiza เพียง 4 genus เท่านั้น ที่มีความสัมพันธ์ที่แน่นอนกับรากพืช ได้แก่ Acaulospora , Gigaspora , Glomus และ Sclerocystis (ณัฐวรางคณ์,2530) ส่วน species ที่สร้าง Zygospore จะไม่เป็นเชื้อรา

vesicular-arbuscular mycorrhiza (ออมทรัพย์, 2536)

ความสำคัญของเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา (เวสิคูลาร์-อาบัสคูลาร์ ไมคอไรซา)

1. การเพิ่มพื้นที่ผิวในการดูดซึมอาหาร

ขณะที่เชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา มีการสร้าง internal mycelium ในราก ก็จะมีการสร้าง external mycelium ในดินด้วย ซึ่งเจริญต่อกันเป็นร่างแหขยายออกมาจากราก ประมาณ 8 เซ็นติเมตร ในขณะที่มีการเจริญในรากพืชเพียง 1 เซนติเมตรเท่านั้น ทำให้พืชที่มีไมคอไรซา มีระบบรากสัมผัสกับดินได้มากขึ้น เนื่องจากเส้นใยบริเวณรากทำให้พื้นที่ผิวในการดูดซึมธาตุอาหารเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะธาตุที่เคลื่อนที่ได้ช้า (immobile) เช่น P, Zn, Cu เช่นในกรณีของ P มักพบเสมอว่า พืชมีอาการขาดธาตุฟอสฟอรัสในดินทั้งที่ดินยังมีฟอสฟอรัสอยู่ ซึ่งเกิดจากการดูดซึมธาตุฟอสฟอรัสของรากพืชมักเกิดเร็วกว่าการเคลื่อนที่ของธาตุฟอสฟอรัสในดิน ทำให้ดินรอบๆรากพืชเกิดการขาดธาตุฟอสฟอรัส (phosphorus depletion zone) ซึ่งเส้นใยที่อยู่รอบรากพืชสามารถเจริญได้รวดเร็วและไกลกว่า 1 เมตรจากราก จะช่วยดูด P จากดิน และเคลื่อนย้ายเข้าสู่พืชได้ปริมาณมากและรวดเร็วขึ้น (พรพิมล,2531 ; เกรียงไกร,2533 ; สุมิตรา,2532 และ ออมทรัพย์, 2527)

2. การเพิ่มธาตุอาหารให้กับพืช

2.1 ธาตุฟอสฟอรัส

เชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา เมื่อเข้าไปอาศัยในรากพืชแล้วจะช่วยดูดธาตุฟอสฟอรัสให้กับพืช เกรียงไกร (2533) ศึกษาอิทธิพลของเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา (Glomus mosseae) ต่อการเจริญเติบโตและการดูดธาตุฟอสฟอรัสของข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 1 พบว่า ตำรับการทดลองที่ใส่เชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา มีน้ำหนักสดของต้นและน้ำหนักแห้งของรากข้าวโพด ความเข้มข้นและปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในต้นและรากข้าวโพดที่อายุ 60 วัน มากกว่าตำรับการทดลองที่ไม่ใส่ทั้งเชื้อราวี-เอ ไมคอไรซา และปุ๋ยฟอสฟอรัส

วินัย (2534) ศึกษาอิทธิพลของเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา ต่อการดูดใช้ P ของข้าวโพดฝักอ่อนในดินชุดสัตหีบ(available P 18 ppm) พบว่า การใส่เชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา ทำให้ได้น้ำหนักสดรวมกับน้ำหนักแห้งไม่แตกต่างจากตำรับการทดลองที่ใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัส

2.2 ธาตุอื่น ๆ

ออมทรัพย์ และคณะ (2524) ศึกษาผลของเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา ต่อการดูดธาตุ

อาหารในข้าวโพด พบว่าต้นข้าวโพดที่มีเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาช่วยดูดธาตุ K, Ca, Mgได้มากขึ้น และ Sreenivasa (1991) พบว่าเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา ช่วยเพิ่มการดูดใช้ธาตุอาหาร เช่น Zn, Cu, Mn ในพืชหลายชนิด

3. การเพิ่มความทนทานต่อความแห้งแล้งให้กับพืช

เชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา สามารถช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้ในสภาพที่แห้งแล้ง และทำให้พืชฟื้นตัวภายหลังการขาดน้ำได้ดีกว่าพืชที่ไม่มีเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา เนื่องจากการที่รากมีพื้นที่ผิวมากขึ้นจากเส้นใยของราและการเพิ่มการดูดซึมธาตุอาหาร ทำให้ความต้านทานต่อการถ่ายเทน้ำ(water transport)ในพืชลดลงยังผลให้มีน้ำเคลื่อนเข้าสู่รากมากขึ้น(สุมิตรา,2532)

George และคณะ (1992) พบว่า พืช Couchgrass (Agropyron repens) ที่มีเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา (Glomus mosseae) สามารถดูดน้ำจากดินได้มากกว่าต้นที่ไม่ได้ใส่เชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา ที่อายุ 76 วัน หลังปลูก

4. การป้องกันโรคพืช

กลไกการป้องกันโรคพืชของพืชที่มีเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาอาศัยอยู่ก่อนรากพืชจะถูกโรคพืชเข้าทำลาย เนื่องจากเมื่อเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาเข้าสู่พืช รากจะสร้างสาร lignin, vascular และ polysaccharidesเพิ่มขึ้น ทำให้เพิ่มปริมาณธาตุอาหารและการไหลผ่านของน้ำในเซลมากขึ้น และทำให้มีปริมาณ phytoalexinเพิ่มมากขึ้น ขณะที่ปริมาณน้ำตาลและไคติเนส (kitinase)ลดลง ซึ่งจะช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตและการเข้าทำลายของจุลินทรีย์สาเหตุของโรคพืชได้ (ออมทรัพย์, 2535)

5. การเจริญเติบโตของพืช

ในพืชบางชนิดพบว่า การเข้าอาศัยอยู่ของเชื้อราไมคอไรซา เป็นสิ่งจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง โดยเฉพาะพืชที่มีรากอวบและรากขนอ่อนน้อยเช่นไม้ยืนต้น,ไม้ประดับ, ส้ม, องุ่น, ปาล์ม, มันสำปะหลัง และหอมหัวใหญ่ เป็นต้น (สุมิตรา, 2532) และพืชส่วนใหญ่ที่มีไมคอไรซา จะเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดีกว่าพืชที่ไม่มีไมคอไรซา

<u>ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา</u>

1. อุณหภูมิ

Schenck และคณะ (1975) ศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิต่อการงอกของสปอร์ พบว่าสปอร์ของเชื้อ Glomus mosseae งอกได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสในอาหาร soil

extract agar และ Green (1976) พบว่าสปอร์ของ Glomus mosseae งอกได้ดีที่อุณหภูมิปานกลาง

Smith และ Bowen (1979)ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการเข้าสู่รากของเชื้อ Glomus mosseae ใน Trifolium subterraneum และ Medicago truncatula พบว่า ที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส และ 16 องศาเซลเซียส พืชทั้ง 2 ชนิดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วน ออมทรัพย์ และคณะ (2528) พบว่าสปอร์ของ Glomus mosseae ใน water agar งอกได้ดีที่สุดที่ 30 องศาเซลเซียส

2. ความเป็นกรด - ด่าง (pH)

ความเป็นกรด-ด่าง หรือ pH มีผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการงอกของสปอร์ โดยมีผลต่อการละลายของสารอาหารหรือสารพิษในดิน ซึ่งสารเหล่านี้มีผลโดยตรงต่อการเจริญของเชื้อราไมคอไรซา

Mosse และ Hepper (1975)พบว่าที่ pH 4.9 เหมาะสมต่อการงอกของสปอร์และการเข้าสู่รากของ Clover ของเชื้อ Glomus mosseae ในอาหารวุ้น

Green และคณะ(1976)พบว่า Glomus mosseaeงอกได้ดีใน pH ที่เป็นด่าง(7-9) แต่งอกได้ดีที่สุดที่ pH 7 และจะไม่งอกเลยที่ pH 4.0 ใน soil extract agar

3. แสง

เชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา จะได้อาหารจากการสังเคราะห์แสงจากพืช ซึ่งต้องการคาร์โบไฮเดรต 1-17 % เพื่อการเจริญเติบโตและสร้างสปอร์ (ออมทรัพย์, 2535) ถ้าพืชไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้เต็มที่ เช่นความเข้มของแสงต่ำกว่า 20% ของแสงอาทิตย์(ออมทรัพย์, 2527) เชื้อราอาจก่อผลเสียโดยแย่งคาร์โบไฮเดรตจากพืช ทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโตได้ (สุมิตรา, 2532)

Daft และ El-Giahmi (1978) พบว่า ระยะเวลากลางวันสั้นและกลางคืนยาวมีผลไปลดการเข้าสู่รากของ Glomus mosseae ในพืชหลายชนิด และลดการสร้าง Secondary chlamydospore โดยเส้นใยที่อยู่นอกราก

Hayman (1974) พบว่า เชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา จะมีเปอร์เซนต์การติดเชื้อสูงในพืชที่ปลูกในที่มีความเข้มของแสงสูง แต่ต้องสัมพันธ์กับระดับความเข้มข้นของน้ำตาลในรากของพืชด้วย

4. ธาตุอาหาร

Hepper และ Smith (1976) ศึกษาการงอกของสปอร์ Endogone mosseae ในอาหารสำหรับเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช พบว่า Zn^{2+} และ Mn^{2+} ที่ระดับความเข้มข้น 0.70 ppm และ 0.136 ppm จะยับยั้งการงอกของสปอร์ แต่ thiamine-HCl, glycine และกรด nicotinic จะกระตุ้นการงอกของสปอร์

McIlveen และ Cole (1979) พบว่าธาตุสังกะสี 0.1-1.0 mg/ml ในอาหารวุ้นจะกระตุ้นการงอกของสปอร์ Glomus mosseae แต่ถ้ามีปริมาณ Zn สูงกว่า 1.0 mg/ml จะมีผลยับยั้งการงอกของสปอร์

Mosse และ Philips(1971)พบว่าธาตุ Na จะทำให้การเจริญเติบโตและการเข้าสู่รากของเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา ลดลง

Russel(1973)พบว่าเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาจะเจริญเข้าสู่รากพืชเมื่อดินมีธาตุ P Na, Mn และ Zn ในปริมาณต่ำ

5. สารเคมีกำจัดศัตรูพืช

ออมทรัพย์ และคณะ (2527) พบว่า azodrin, benlate, captan, furadan, maneb และ terrachlor ที่ใช้คลุกเมล็ดถั่วเหลืองไม่มีผลต่อการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อ Glomus mosseae

Systemic fungicide เช่น methylbromide ที่ระดับ 12,000 ppm ทำให้เชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา ตายภายใน 7 ชั่วโมง (ลาวัลย์, 2528)

การเพิ่มปริมาณเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา

เชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา จัดเป็นพวก Obligate Symbiont ไม่สามารถเจริญเติบโตในอาหารเลี้ยงเชื้อ จึงจำเป็นที่จะต้องเพิ่มปริมาณในรากพืชอาศัยหรือในดินปลูกพืช ซึ่งยากแก่การทำให้เชื้อบริสุทธิ์ได้ เนื่องจากต้องอาศัยความละเอียด ความรู้ความชำนาญ การเอาใจใส่ที่ดี จึงจะได้เชื้อที่ปราศจากการปนเปื้อน พืชที่นิยมใช้ในการผลิต inoculum ได้แก่ พืชตระกูลถั่ว และ ข้าวโพด (พรพิมล, 2531 ; พงศ์พันธุ์ และ อภิรัตน์, 2536 และ Paul and Clark, 1989)

การผลิตหัวเชื้อ ควรทำในพืชอาศัยซึ่งไม่มีโรคชนิดเดียวกันกับพืชเศรษฐกิจที่จะปลูก เช่น หัวเชื้อสำหรับส้มก็จะผลิตในต้นหญ้าซูดาน แต่ไม่ผลิตในรากส้ม เพื่อป้องกันการเพิ่มปริมาณ

ของเชื้อโรคทางระบบรากที่เกิดจากเชื้อ Phytophthora parasitica และ Rhizoctonia spp (พรพิมล, 2531)

ออมทรัพย์ และคณะ (2525)ศึกษาหาชนิดของพืชอาศัยของเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา Glomus fasciculatum เพื่อผลิตเชื้อเป็น inoculum พบว่า ที่ระยะเวลา 60 วัน หอมแบ่งเหมาะสมที่จะใช้ในการผลิตเชื้อใกล้เคียงกับถั่วเหลือง ซึ่งต่างสามารถสร้างสปอร์ในดินและมีการติดเชื้อสูง และระยะ 90 วันขึ้นไป ถั่วเหลืองเป็นพืชที่สามารถสร้างสปอร์ในดินและมีการติดเชื้อมากที่สุด อันดับรองลงมาคือ หอมแบ่ง, ข้าวโพด และ ข้าวฟ่าง

Struble และ Skipper (1988) ศึกษาอิทธิพลของชนิดพืชอาศัยต่อการผลิตสปอร์ของเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา พบว่าที่ระยะ 14 วันหลังปลูก ถั่วเหลืองไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นพืชอาศัยเพื่อเพิ่มปริมาณสปอร์ของเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา ขณะที่หญ้าบาเฮีย เหมาะสมที่สุด รองลงมาคือ ข้าวโพด, หญ้าซูดาน และถั่วเหลือง

ออมทรัพย์ (2528) ศึกษาการใช้เชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา เพิ่มผลผลิตพืชตระกูลถั่ว พบว่า ถั่วเหลืองที่เพาะด้วยเชื้อ Glomus mosseae มีผลผลิตมากกว่าที่ไม่ได้ใส่เชื้อประมาณ 1.3 เท่า และดีกว่าเชื้อราชนิดอื่นๆ และถั่วลิสงที่เพาะด้วยเชื้อ Glomus mosseae มีผลผลิตมากกว่าพวกที่ไม่ได้ใส่เชื้อ 0.8-1.0 เท่า และเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา บางชนิดไม่มีผลในการเพิ่มการเจริญเติบโตหรือผลผลิตถั่วเลย ดังนั้นจึงควรเลือกใช้เชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาที่มีประสิทธิภาพดี และเหมาะสมกับชนิดของถั่วด้วย

Gerdemann และ Trappe (1974) พบว่าเชื้อ Glomus mosseae สามารถเพิ่มปริมาณได้ในกระถางทดลองปลูกพืช Allium cepa, Fragaria vesda L., Sombucuo caerulea Raf., Triticum aestivum และ Zea mays

ออมทรัพย์ และคณะ (2526) ทำการทดลองหาชนิดของวัสดุที่เหมาะสมในการขยายเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา Glomus mosseae ในถั่วลิสงเพื่อใช้เป็น inoculum พบว่าวัสดุพีทสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุในการขยายเชื้อราวี-เอ ไมคอไรซาได้ดีกว่า ทรายผสมดินเหนียว และขุยมะพร้าว

กรรมวิธีการผลิตเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา

1.การใช้ดินเป็นหัวเชื้อ(soil inoculum) โดยนำดินที่มีเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา ในปริมาณมาก มาผสมลงบนผิวดินในแปลงเพาะให้ทั่วก่อนเพาะเมล็ดพืช หรือนำดินหัวเชื้อใส่ลงดิน

รอบ ๆ ต้นพืชที่เริ่มงอก ปัญหาที่สำคัญคือ การปนเปื้อนเชื้อซึ่งเป็นสาเหตุของโรคพืชในดิน และเสียค่าใช้จ่ายในการขนย้ายสูง(พูนพิไล และโกวิทย์, 2528)

2.การใช้รากของพืชอาศัย (infected roots) โดยการเพาะ เชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา ในรากพืชอาศัยหลังจากเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว นำมาตัดรากออกเป็นชิ้นๆ ฆ่าเชื้อที่ผิวนอกของรากก่อนนำมาเป็นหัวเชื้อ ซึ่งค่อนข้างยุ่งยาก มักพบเชื้อราอื่นที่เป็น parasite ปนอยู่ในรากและต้องใช้รากนั้นทันทีเมื่อนำออกมาจากดินแล้ว (พูนพิไล และโกวิทย์, 2528)

พรพิมล (2531) ศึกษาการเพิ่มปริมาณเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา ในข้าวโพดเพื่อใช้ทำเป็น inoculum ให้แก่ส้มโดยวิธี root culture พบว่า การปลูกเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา โดยใช้สปอร์ และ infected root เป็น inoculum ใส่ลงไปพร้อมกับเมล็ดข้าวโพดจะมีเปอร์เซนต์การเข้าสู่รากและจำนวนสปอร์ในดินมากกว่าปลูกเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา ลงไปหลังเพาะเมล็ดให้เป็นต้นกล้าแล้วและเชื้อ Glomus mosseae มีประสิทธิภาพดีกว่าเชื้อ Glomus etunicatum ในการเข้าอยู่อาศัยในรากข้าวโพด

3.การใช้สปอร์ที่อยู่ในดิน (pure spore)โดยการร่อนสปอร์จากดิน ด้วยวิธีการร่อนแบบเปียก แล้วนำมาฆ่าเชื้อที่ผิวของสปอร์ก่อนใช้ซึ่งใช้ได้ผลดีมาก แต่มีปัญหาคือไม่สามารถเก็บสปอร์ไว้ในปริมาณมาก ๆ ได้เพียงพอในการทดลองแปลงใหญ่ ๆ วิธีนี้เหมาะสำหรับการศึกษาวิจัย แต่ยังไม่สามารถผลิตในปริมาณมาก ๆ ได้ (พรพิมล, 2531)

4.การเพิ่มปริมาณหัวเชื้อในกระถาง(pot culture) นิยมใช้มากในการเพิ่มปริมาณเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาก่อนที่จะนำไปใช้ในการทดลอง ซึ่งจะได้ทั้งปริมาณรากที่ติดเชื้อ และปริมาณสปอร์เพิ่มขึ้น โดยการนำสปอร์มาเพิ่มจำนวนในรากพืชอาศัย (host plants) เช่น หญ้าซูดาน มะเขือเทศ ถั่วเหลือง ข้าวโพดและถั่วลิสง ในดินที่มีธาตุอาหารต่ำและปราศจากเชื้ออื่นปนเปื้อน แต่มีปัญหาคือการปะปนของเชื้อโรคและแมลงอีกทั้งใช้เวลานานถึง 3 เดือน

5.การเพาะเลี้ยงในเนื้อเยื่อรากในสภาพปลอดเชื้อโดยการเพาะเลี้ยงรากในอาหารเลี้ยงเชื้อ แล้วนำเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซามาเพาะบนเนื้อเยื่อรากนั้น จะได้เชื้อบริสุทธิ์แต่มีสปอร์น้อยและค่าใช้จ่ายสูงมาก (พรพิมล, 2531)

6.การผลิต inoculum ในระบบปลูกพืชไม่ใช้ดินเป็นวิธีการในการเพิ่มปริมาณเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาแบบใหม่ที่ไม่ประสบปัญหาจากการปนเปื้อนของเชื้อโรคพืชและแมลงในดิน

Mosse และ Thompson (1984) ศึกษาการผลิตเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา โดยใช้ถั่วแขก (Phaseolus vulgaris) เป็นพืชอาศัยในระบบ nutrient film technique

(NFT) โดยเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร และศึกษาชนิดและระดับของปุ๋ยฟอสฟอรัสในการผลิต เมื่อนำ infected root ที่ได้มาตรวจสอบประสิทธิภาพในการเข้าสู่พืช (infectivity) ในต้นกล้าของข้าวโพดและถั่วเหลือง พบว่ามีการติดเชื้อในรากดีและเชื้อสามารถเจริญต่อไปได้ในดิน

Elmes และ Mosse (1984) ทดลองผลิต inoculum เพิ่มปริมาณเชื้อรา Glomus mosseae ในรากข้าวโพด (Zea mays) และพืชอาศัยอื่นๆ ในระบบ NFT พบว่า ที่ระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในสารละลายธาตุอาหาร 0.5 mg/l มีการติดเชื้อในราก 50 % ถ้าความเข้มข้นของ P มากกว่า 0.5 mg/l หรือต่ำกว่า 0.3 mg/l ทำให้การติดเชื้อลดลง ในขณะที่ถั่วแขก (Phaseolus vulgaris) ที่มีเชื้อ Glomus fasciculatum สามารถใช้ P ที่ระดับความเข้มข้นต่ำกว่า 0.3 mg/l ได้ ส่วนระดับ Ca ที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดคือ 15 mg/l แต่ในถั่วอาจสูงกว่านี้

Elmes และคณะ (1984) ประสบความสำเร็จในการใช้ infected root ของเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาในรากถั่วที่ได้จากระบบ NFT เป็น inoculum ของ red clover ในดินที่ไม่มีการฆ่าเชื้อที่สภาพไร่นา

Thompson (1985) ศึกษาชนิดพืชอาศัยที่เหมาะสมในการเพิ่มปริมาณ เชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาและชนิดของไนโตรเจน(N)ในการผลิต infected root ในข้าวโพดที่ปลูกใน ระบบ NFT พบว่า ที่ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารเจือจาง 1/10 เท่า โดยใช้ ไนเตรต-ไนโตรเจน และ rock phosphate ที่ pH 7.0-7.4 มีการติดเชื้อในรากสูงถึง 30 %

<u>วิธีการทำการทดลองการผลิตเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาในระบบ NFT</u>

(Mosse and Thompson,1984 และ Mosse and Elmes,1984)

1.เตรียมวัสดุเพาะเมล็ด โดยใช้ส่วนผสมของทราย:กรวด(1:1)หรือ ทราย:กรวด:ดิน(1:1:1) ทำการฆ่าเชื้อทรายและกรวดด้วยการนึ่งด้วยไอน้ำ (autoclave) ส่วนดินทำการฆ่าเชื้อโดยผ่านผ่านรังสีแกมมา

2.ใส่ soil inoculum ในถุงตาข่ายตาถี่แล้วนำไปวางไว้ใต้เมล็ดให้ระยะห่างจากเมล็ด 2 เซนติเมตร

3.เมื่อต้นกล้ามีเปอร์เซนต์การติดเชื้อ 10-15 % นำต้นกล้าออกจากกระถาง แล้วทำการล้างรากให้สะอาดอย่างระมัดระวัง ก่อนนำไปปลูกในราง NFT ซึ่งทำจาก polyvinyl

chloride (PVC)ชนิดแข็ง ขนาด (ก x ย x ส) 19 x 100 x 8 เซนติเมตร ซึ่งฆ่าเชื้อโดยใช้คลอรอกซ์ 5 % และปรับอัตราการไหลของ ของเหลวในรางเป็น 1 ลิตรต่อนาที

4.เทคนิคการเพาะเชื้อแก่รากพืชในราง NFT มี 2 วิธี คือ

4.1 การใช้รากที่ติดเชื้อ (infected root) ที่ได้จาก pot culture นำมาล้างให้สะอาดแล้วหว่านลงบนรากพืชที่อยู่ในราง NFT

4.2 การนำถุงตาข่ายที่มีตาถี่มาก (sachet of capillary matting)มาบรรจุสปอร์ของเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาประมาณ 30-50 สปอร์ แล้วนำไปวางบนรากพืชที่อยู่ในราง NFT จำนวน 10 ถุงต่อความยาวราง 1 เมตร

5.การปฏิบัติดูแลรักษา

5.1 เปลี่ยนสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้น เป็น 1/4 เท่า ของ สูตร Hoagland และ Arnon (1938) ทุก 4-6 สัปดาห์

5.2 ปรับ pH ของสารละลายธาตุอาหารให้เท่ากับ 7.0 ทุก 2-3 วัน ด้วย KOH และ H_2SO_4

5.3 ฉีดพ่นปุ๋ยทางใบเมื่อพืชแสดงอาการขาดธาตุอาหาร

6.ตรวจวัดเปอร์เซนต์การติดเชื้อโดยสุ่มตัดรากจากราง NFT ให้ยาวชิ้นละ 1 เซนติเมตร หรือตัดรากในพื้นที่สุ่ม 2.5 ตารางเซนติเมตร นำรากที่ได้มาต้มใน KOH 10 % แล้วย้อมสีด้วย lactophenol trypan blue แล้วนำมาตรวจหาเปอร์เซนต์การติดเชื้อ โดยวิธี grid-intersect method.

<u>การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน</u> (soilless culture)

เมื่อ คศ.1929 ดร.วิลเลี่ยม เอฟ เกริค แห่งมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนียได้ปลูกไม้ผลและไม้ดอก ด้วยระบบปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินเป็นผลสำเร็จ และตั้งชื่อระบบปลูกนี้ว่า Hydroponic ซึ่งมาจากรากศัพท์ภาษากรีก 2 คำ คือ Hydro แปลว่า น้ำ และ Ponus แปลว่า การทำงาน ซึ่งหมายถึงการทำงานด้วยน้ำ (เอกสารเผยแพร่(แผ่นพับ) : การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน, 2536) (อิทธิสุนทร, 2535)

การปลูกพืชในระบบ NFT (Nutrient Film Technique)

เป็นการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินระบบหนึ่ง ซึ่งพัฒนาโดยนักวิจัยชาวอังกฤษ โดยให้สารละลายธาตุอาหารไหลหมุนเวียนในรางปลูกพืชจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง ตามทิศทางความลาดเทของรางในลักษณะของกระแสน้ำไหลตื้นๆ ประมาณ 2-3 มิลลิเมตร ผ่านไปยังรากพืชอย่างช้าๆ เพื่อที่จะให้น้ำ แร่ธาตุอาหาร และอากาศแก่พืชที่ปลูก แล้วหมุนเวียนเอาสารละลายเดิมกลับมาใช้ใหม่ รากพืชจะได้รับออกซิเจนโดยตรงจากอากาศและบางส่วนจากสารละลาย ความลาดชันจะอยู่ในช่วง 1/50-1/75 ความกว้างของรางปลูกพืช(channel) ประมาณ 25-30 เซนติเมตร และความยาวไม่เกิน 20 เมตร (ชัยฤกษ์, 2529 ; ถวัลย์, 2534 ; ทัศนีย์และสรสิทธ์,2531 และ รัชดาและขวัญเนตร, 2536)

ข้อดีข้อเสียของการปลูกพืชในระบบ NFT

ข้อดี
1. สามารถควบคุมสิ่งแวดล้อมของรากพืชได้โดยใช้ computer
2. ให้น้ำง่าย โดยไม่ต้องวัดความต้องการน้ำของพืชต่อวัน
3. สามารถให้ธาตุอาหารที่เหมาะสมในแต่ละระยะของการเจริญเติบโตได้อย่างสม่ำเสมอ
4. การหมุนเวียนของสารละลายอาจจะให้เป็นช่วงเวลาที่กำหนด หรือต่อเนื่องตลอดเวลา
5. สามารถปลูกพืชได้ตลอดทั้งปี และเพิ่มจำนวนต้นต่อพื้นที่ได้มากขึ้น
6. ให้ผลผลิตรวดเร็วกว่าปลูกในดิน
7. ใช้เวลาเตรียมการเพาะปลูกระหว่างฤดูการปลูกสั้น
8. สามารถใช้สารเคมีป้องกันเชื้อราและแมลงผสมลงในสารละลายได้
9. ประหยัดน้ำ และสามารถใช้น้ำและสารเคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพ
10. ไม่มีวัชพืช

ข้อเสีย
1. ต้องอาศัยผู้มีความรู้ทางเคมีและมีความชำนาญ
2. ถ้าเกิดโรคทางระบบรากก็จะแพร่ระบาดไปได้อย่างรวดเร็ว
3. กรณีไฟฟ้าดับจะทำให้รากพืชแห้งตายเนื่องจากปั๊มน้ำไม่ทำงาน

(ทัศนีย์และสรสิทธ์, 2531 ; รัชดาและขวัญเนตร, 2536 และ Howard M. Resh, 1981)

วัสดุปลูกที่ใช้ในระบบ NFT

1.Rockwool หรือ ใยหิน

เป็นวัสดุที่ผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม โดยการหลอมส่วนผสมของถ่านโค้ก,basalt, limestone และ slag ที่ได้จากการผลิตเหล็กที่อุณหภูมิ 2,900 ฟาเรนไฮต์ (1,600 องศาเซลเซียส) ในเตาเผา ได้เป็นของเหลวซึ่งถูกพ่นลงบนแผ่นไฟเบอร์(fiber)ที่เคลื่อนบนสายพาน แล้วเติมสารพวกเลซิน 4-5 % โดยน้ำหนักเพื่อทำให้อ่อนตัว ก่อนจะถูกอัดด้วยแรงอัด 70 kg/m^3 เพื่อให้ได้ขนาดสม่ำเสมอ มีส่วนของช่องว่าง 97% ของแข็ง 3% ทำให้มีลักษณะพรุนคล้ายฟองน้ำ มีส่วนประกอบทางเคมี ได้แก่ Ca, Mg, Fe, Mn, Cu และ Zn ซึ่งสามารถปลดปล่อยออกมาให้แก่พืชได้เล็กน้อย pH ประมาณ 7.0-8.5 (ส่วนมากเป็น 8.0) แต่ไม่มีคุณสมบัติเป็น buffer น้ำหนักเบา (หากเปิดออกจากห่อพลาสติกอาจเป็นผงฝุ่นฟุ้งกระจาย เมื่อหายใจเข้าไปอาจเกิดอาการหอบได้) มีราคาแพง อายุการใช้งาน ตั้งแต่ 2-6 ครั้ง(1 ปี) ระบายน้ำ และอากาศดี (ระพี สาคริก, 2533 ; อิทธิสุนทร, 2535 ; Nelson และ Paul V.,1991 และ อุศณา, 2533)

2.แท่งเพาะชำขุยมะพร้าว

ขุยมะพร้าว (coir dust, coir waste) เป็นผลผลิตพลอยได้จากการผลิตเส้นใยกาบมะพร้าว คือ เมื่อทุบกาบมะพร้าวเอาเส้นใยออกจะเหลือขุยมะพร้าว ซึ่งเป็นส่วนของ pith และ binding material ในขุยมะพร้าวประกอบด้วยความชื้น 11.9 % ,ขี้เถ้า 8.7 % ,fat และ rasin 1.9 % ,cellulose 35.1 % ,lignin 25.2 % ,N 11.1% ,Ca 0.34 % , Mg 0.21 % ส่วนองค์ประกอบของขุยมะพร้าวที่ทำให้แห้งในร่มประกอบด้วย ความชื้น 11.7 % , N 0.41 % ,P 0.31 %, Mg 0.45% และขี้เถ้า 6.6 % ส่วนขุยมะพร้าวที่ได้จากขบวนการแผนเส้นใยแบบแห้งมีความชื้น 11.7% ,N 0.18 % ,P 0.076 % ,K 1.41 % ,Ca 0.21 %, Mg 0.26 % ,lignin 3.3 % และ pentosan 10.4 % ในขุยมะพร้าวสดมีปริมาณคาร์บอนสูงถึง 45 % และมีออกซิเจนเพียงเล็กน้อย โดยมีสารพิษพวก phytotoxic compound สะสมอยู่ ซึ่งจะยับยั้งการงอกของเมล็ดและยับยั้งการเจริญของต้นกล้า และต้องใช้เวลาอย่างน้อย 4 เดือน สารพิษนี้จึงจะเสื่อมสภาพไป (กนกพร 2534 ; เริงนาถ 2534 และ ธวัชชัย 2531)

แท่งเพาะชำที่ผลิตจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย ผลิตจากขุยมะพร้าวผสมกับสารเคมีบางชนิด เช่น KCl, K_2HPO_4 , $CaSO_4.2H_2O$, $MgSO_4.7H_2O$,

$ZnSO_4.7H_2O$, $(NH_4)_6.MoO_{24}.4H_2O$, $MnSO_4.4H_2O$, H_3BO_3, $FeSO_4.7H_2O$, ยูเรีย และ citric acid ในอัตราที่เหมาะสม แล้วนำไปอัดเป็นแท่งและอบฆ่าเชื้อ ก็จะได้เป็นแท่งเพาะชำกล้าไม้ (ศรีอุตรา, 2519)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1.ชุดปลูกพืชในระบบ NFT ประกอบด้วย

1.1 รางสังกะสีขนาด (กxยxส) 22 x 500 x 7 เซนติเมตร

1.2 แท่นวางรางคู่รูปตัวที (T)

1.3 ท่อ PVC

1.4 กรวยพลาสติก

1.5 ท่อ PE

1.6 พลาสติกสีดำและสีขาว

1.7 แผ่นโฟม

1.8 เชือกฟาง

1.9 เข็มหมุด

2.ชุดควบคุมการให้สารละลายธาตุอาหาร

2.1 pH meter และ ปั๊มสำหรับดูดกรด HNO_3

2.2 electroconductivity meter และปั๊มสำหรับดูด stock solution

2.3 timer

2.4 ปั๊มสำหรับดูดสารละลายเข้าสู่ระบบ NFT

2.5 ลูกลอย

2.6 filter

2.7 วาล์วควบคุมอัตราการไหลของน้ำ

2.8 ถังเก็บ stock สารละลายธาตุอาหาร, ถังใส่กรด HNO_3 และ ถังสารละลายธาตุอาหาร

3.สารเคมีที่ใช้

3.1 สารเคมีตามสูตรสารละลายธาตุอาหารของ Coic-Lesaint

3.2 HNO_3

3.3 lacto glycerol trypan blue ซึ่งมีสี trypan blue 0.04 %

3.4 KOH 10 %

99765

4.วัสดุเพาะเมล็ดและวัสดุเพาะกล้า

4.1 petri-dish และ กระดาษทิชชู สำหรับเพาะเมล็ด

4.2 ดินะทราย (1:1)

4.3 ก้อน rockwool

4.4 แท่งเพาะชำขุยมะพร้าว

5.เชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา Glomus mosseae และ Glomus manihotis ในรูป soil inoculum

6.เมล็ดพันธุ์พืช

6.1 ถั่วเหลือง

6.2 ถั่วเขียว

6.3 ถั่วฝรั่งเศส

6.4 ดาวเรืองหม้อ

6.5 ดาวกระจาย

6.6 บานชื่น

6.7 ข้าวโพดพันธุ์ นครสวรรค์

7.เครื่องมือวิทยาศาสตร์

7.1 หม้อนึ่งไอน้ำ (autoclave)

7.2 เครื่องชั่งหยาบ และละเอียด

7.3 ตู้อบ (hot air oven)

7.4 เตาความร้อน (hot plate)

7.5 กล้องจุลทรรศน์ และ stereo microscope

7.6 กระจกสไลด์

7.7 ตะแกรง 63 ไมครอน

7.8 เครื่องวัดและบันทึกค่าอุณหภูมิ

7.9 อุปกรณ์เครื่องแก้ว

8.สารป้องกันกำจัดแมลง

8.1 โมโนโครโตฟอส(monocrotophos) 0.05%

วิธีการทำการทดลอง

1.แผนการทดลอง

1.1 การทดลองที่ 1 ศึกษาชนิดพืชอาศัยที่เหมาะสมในการเพิ่มปริมาณเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาในระบบ NFT

วางแผนการทดลองแบบCRD (Completely Randomized Design)จำนวน 4 ซ้ำ 6 ตำรับการทดลอง(ชนิดพืช)ได้แก่ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วฝรั่งเศส ดาวเรืองหม้อ ดาวกระจาย บานชื่น โดยเพาะเชื้อและย้ายปลูกบนก้อน rockwool ในระบบ NFT ทุกตำรับการทดลอง

1.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาความสำคัญของวัสดุเพาะกล้าแต่ละชนิด ที่มีผลต่อ การติดเชื้อของเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา ในรากข้าวโพดที่ปลูกในระบบ NFT

วางแผนการทดลองแบบCRD (Completely Randomized Design)จำนวน 4 ซ้ำ 3 ตำรับการทดลอง(ชนิดวัสดุเพาะกล้า)ดังนี้คือ

ตำรับการทดลองที่ 1 (S)

เพาะเชื้อในถ้วยกระดาษที่บรรจุ ดิน:ทราย (1:1) และล้างรากก่อนย้ายปลูกลงในราง NFT

ตำรับการทดลองที่ 2 (R)

เพาะเชื้อในก้อน rockwool และย้ายปลูกลงในราง NFT ทั้งก้อน

ตำรับการทดลองที่ 3 (H)

เพาะเชื้อในแท่งเพาะซ่าขุยมะพร้าว และย้ายปลูกลงในราง NFT ทั้งแท่ง

เมื่อข้าวโพดมีอายุ 35 วันหลังปลูก ทำการเพิ่มตำรับการทดลองที่มีการเพาะเชื้อครั้งที่ 2 และตำรับการทดลองที่โรยดินผสมทราย ให้แก่รากในราง NFT

2.วิธีการทดลอง

2.1 เตรียมวัสดุเพาะกล้า โดยนำดินผสมทราย อัตราส่วน 1:1 แล้วนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งไอน้ำ(autoclave) 2 ครั้งๆละ 1 ชั่วโมง (พักไว้ 2 คืนก่อนนึ่งฆ่าเชื้อครั้งที่ 2)

2.2 ฟอกฆ่าเชื้อที่ผิวของเมล็ดพืช และเพาะเมล็ดใน petri-dish ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้วให้งอกที่อุณหภูมิห้อง

2.3 โรย soil inoculum ให้มีระยะห่างจากใต้เมล็ดพืชประมาณ 2 เซนติเมตร นำเมล็ดที่งอกรากที่มีความยาวรากไม่เกิน 1 เซนติเมตร วางบนวัสดุเพาะกล้าที่ต้องการศึกษา

แล้วกลบเมล็ดด้วยดินะทราย โดยใช้ soil inoculum 5-6 กรัมต่อเมล็ดต่อหน่วยวัสดุเพาะกล้า

2.4 การย้ายต้นกล้าลงในราง NFT ภายหลังการตรวจเปอร์เซนต์การติดเชื้อ

2.4.1 ตำรับการทดลองที่ 1 ล้างรากให้วัสดุเพาะกล้า คือ ดินและทรายหลุดออกไปจากรากก่อนย้ายลงในราง NFT โดยการฉีกถ้วยกระดาษออก แล้วจุ่มและเขย่ารากในน้ำอย่างระมัดระวัง

2.4.2 ตำรับกจรทดลองที่ 2 และ 3 ย้ายต้นกล้าและวัสดุเพาะกล้าลงในราง NFT

2.5 การให้สารละลายธาตุอาหาร

2.5.1 การทดลองที่ 1 ให้สารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นเป็น 1/2 เท่าของสูตร Coic-Lesaint

2.5.2 การทดลองที่ 2 ให้สารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นเป็น 1/4 เท่าของสูตร Coic-Lesaint

ทั้ง 2 การทดลองจะควบคุมค่า pH และ ค่าความนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหาร ในช่วงอายุการเจริญเติบโตของพืชดังนี้

อายุของพืช (สัปดาห์)	ค่า pH	ค่าความนำไฟฟ้า (mS/m)
1-2	6.5	1.5
2-4	6.2	2.0
4-6	6.0	2.5
> 6	5.8	3.0

และใช้เครื่องตั้งเวลา(Interrupter) ควบคุมการให้สารละลายธาตุอาหาร โดยตั้งเวลาเปิดนาน 1 นาที สลับกับการหยุดพัก 3-5 นาที

2.6 การปฏิบัติดูแลรักษา

2.6.1 เปลี่ยนสารละลายใหม่ทุก 3 สัปดาห์

2.6.2 ฉีดยาป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชทุก 2 สัปดาห์ (การทดลองที่ 1)

3. การบันทึกข้อมูลการทดลอง

3.1 การทดลองที่ 1

3.1.1 ตรวจวัดเปอร์เซนต์การติดเชื้อในรากพืชชนิดต่างๆ เมื่ออายุ 73 วัน ตัวอย่างรากที่จะนำมาหาเปอร์เซนต์การติดเชื้อ ให้นำมาล้างด้วยน้ำ

แล้วนำไปต้มใน 10% KOH ที่อุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5-10 นาที แล้วล้างน้ำจนไม่มีสารละลายติดอยู่ จากนั้นนำไปย้อมสีรากด้วย lacto glycerol trypan blue แช่ทิ้งไว้ค้างคืน นำรากมาเรียงบนสไลด์ ตรวจหาการติดเชื้อของรากผ่านกล้องจุลทรรศน์ ด้วยวิธี slide +/- technique โดยนับความยาวรากที่ติดเชื้อเป็นเซ็นติเมตร คำนวนหาเปอร์เซนต์การติดเชื้อต่อความยาวของรากทั้งหมด

3.1.2 ให้คะแนนการเจริญเติบโตของต้นและราก เมื่ออายุ 73 วัน

3.1.3 ชั่งหาน้ำหนักสดของราก (กรัมต่อต้น) เมื่ออายุ 73 วัน

3.2 การทดลองที่ 2

3.2.1 ตรวจวัดเปอร์เซนต์การติดเชื้อในรากข้าวโพด เมื่ออายุ 14,28 และ 49 วัน

3.2.2 ชั่งหาน้ำหนักสดของราก เมื่ออายุ 28 และ 49 วัน

3.2.3 ชั่งหาน้ำหนักแห้งของราก เมื่ออายุ 49 วัน

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance)

4.2 ตรวจสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ย แบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

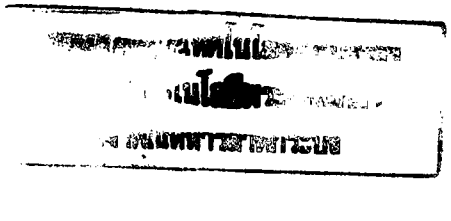
5. สถานที่ทำการทดลอง

เรือนปลูกพืชบริเวณติกคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

6. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

6.1 การทดลองที่ 1 ตั้งแต่ 28 ตุลาคม ถึง 9 ธันวาคม พ.ศ.2536

6.2 การทดลองที่ 2 ตั้งแต่ 4 มกราคม ถึง 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2537



ผลการทดลอง

1.การทดลองที่ 1 ศึกษาชนิดพืชอาศัยที่เหมาะสมในการเพิ่มปริมาณเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา ในระบบ NFT

1.1 เปอร์เซนต์การติดเชื้อ ราวี-เอ ไมคอไรซาในรากพืชชนิดต่างๆ

จากตารางที่ 1 แสดงเปอร์เซนต์การติดเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา ในรากพืชชนิดต่างๆ ที่อายุ 73 วัน พบว่า รากในราง NFT ไม่มีการติดเชื้อ แต่พบการติดเชื้อในรากที่อยู่ในก้อน rockwool เท่านั้น โดย ดาวกระจาย มีเปอร์เซนต์การติดเชื้อมากที่สุด คือ 24.01 % ตำรับการทดลองที่มีเปอร์เซนต์การติดเชื้อรองลงมาคือ ถั่วเหลือง 20.83% ,บานชื่น 12.33% , ถั่วเขียว 5.63% ,ถั่วฝรั่งเศส 4.42% และดาวเรืองหม้อไม่พบการติดเชื้อ

ตารางที่ 1 แสดงเปอร์เซนต์การติดเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาในรากพืชชนิดต่างๆใน rockwool ที่อายุ 73 วัน

ตำรับการทดลอง	เปอร์เซนต์การติดเชื้อ (%) **	
ถั่วเหลือง	20.83	ab
ถั่วเขียว	5.63	cd
ถั่วฝรั่งเศส	4.42	cd
ดาวเรืองหม้อ	0.00	d
ดาวกระจาย	24.01	a
บานชื่น	12.33	bc

CV (%) ที่อายุ 73 วัน = 46.55

** = ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซนต์การติดเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา ที่กำกับด้วยตัวอักษรเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%

1.2 คะแนนการเจริญเติบโตทางลำต้นที่อายุ 73 วัน

คะแนนการเจริญเติบโตทางลำต้นที่อายุ 73 วันได้แสดงไว้ในตารางที่ 2 จากตารางพบว่า ถั่วฝรั่งเศส มีคะแนนการเจริญเติบโตทางลำต้นมากที่สุดคือ 5 คะแนน รองลงมาคือ ดาวเรืองหม้อ 4 คะแนน , บานชื่น 3.5 คะแนน , ถั่วเขียว 2.5 คะแนน , ถั่วเหลือง 1.75 คะแนน และ ดาวกระจาย 1 คะแนน

ตารางที่ 2 แสดงคะแนนการเจริญเติบโตทางลำต้นที่อายุ 73 วัน

ตำรับการทดลอง	คะแนนการเจริญเติบโตทางลำต้น **	
ถั่วเหลือง	1.75	cd
ถั่วเขียว	2.50	c
ถั่วฝรั่งเศส	5.00	a
ดาวเรืองหม้อ	4.00	b
ดาวกระจาย	1.00	d
บานชื่น	3.50	b

CV (%) = 13.21

** = ค่าเฉลี่ยของ คะแนนการเจริญเติบโตทางลำต้นที่กำกับด้วยตัวอักษรเดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%

1.3 คะแนนการเจริญเติบโตของรากที่อายุ 73 วัน

คะแนนการเจริญเติบโตของรากที่อายุ 73 วัน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3 จากตารางพบว่า ถั่วฝรั่งเศส มีคะแนนการเจริญเติบโตของรากมากที่สุดคือ 5 คะแนน รองลงมาคือ บานชื่น 3.75 คะแนน , ดาวเรืองหม้อ 3.50 คะแนน , ถั่วเหลือง 2.75 คะแนน , ถั่วเขียว 2.00 คะแนน และ ดาวกระจาย 1 คะแนน

ตารางที่ 3 แสดงคะแนนการเจริญเติบโตของรากที่อายุ 73 วัน

สำรับการทดลอง	คะแนนการเจริญเติบโตของราก **	
ถั่วเหลือง	2.75	cd
ถั่วเขียว	2.00	d
ถั่วฝรั่งเศส	5.00	a
ดาวเรืองหม้อ	3.50	bc
ดาวกระจาย	1.00	e
บานชื่น	3.75	b

CV (%) = 12.42

** = ค่าเฉลี่ยของ คะแนนการเจริญเติบโตของรากที่กำกับด้วยตัวอักษรเดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%

1.4 น้ำหนักสดของรากที่อายุ 73 วัน

น้ำหนักสดของรากที่อายุ 73 วัน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4 จากตาราง พบว่า ถั่วฝรั่งเศส มีน้ำหนักสดของรากมากที่สุดคือ 74.82 กรัม รองลงมาคือ บานชื่น 13.97 กรัม , ดาวเรืองหม้อ 11.24 กรัม , ถั่วเหลือง 9.46 กรัม , ถั่วเขียว 5.37 กรัม และ ดาวกระจาย 1.93 กรัม

ตารางที่ 4 แสดงน้ำหนักสดของรากที่อายุ 73 วัน

ตำรับการทดลอง	น้ำหนักสดของราก (กรัม) **
ถั่วเหลือง	9.46 b
ถั่วเขียว	5.37 b
ถั่วฝรั่งเศส	74.82 a
ดาวเรืองหม้อ	11.24 b
ดาวกระจาย	1.93 b
บานชื่น	13.97 b

CV (%) = 36.42

** = ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสดของรากที่กำกับด้วยตัวอักษรเดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%

2.การทดลองที่ 2 ศึกษาความสำคัญของวัสดุเพาะกล้าที่มีผลต่อการติดเชื้อของเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา

2.1 เปอร์เซนต์การติดเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาในรากข้าวโพด ซึ่งถูกเพาะเชื้อในวัสดุเพาะกล้าชนิดต่างๆ ที่อายุ 14 วัน (ก่อนย้ายลงราง NFT)

เปอร์เซนต์การติดเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาในรากข้าวโพดซึ่งถูกเพาะเชื้อในวัสดุเพาะกล้าชนิดต่างๆ ที่อายุ 14 วัน แสดงไว้ในตารางที่ 5 จากตารางพบว่าตำรับการทดลองที่ปลูกข้าวโพดในดิน:ทราย(1:1) มีเปอร์เซนต์การติดเชื้อมากที่สุด คือ 42.11% ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ปลูกข้าวโพดบนก้อน rockwool คือ 8.9% แต่ตำรับการทดลองที่ปลูกข้าวโพดบนแท่งเพาะชำขุยมะพร้าวไม่พบการติดเชื้อ ส่วนตำรับการทดลองที่ปลูกข้าวโพดบนก้อน rockwool และตำรับการทดลองที่ปลูกข้าวโพดบนแท่งเพาะชำขุยมะพร้าวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%

ตารางที่ 5 แสดงเปอร์เซนต์การติดเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาในรากข้าวโพดซึ่งถูกเพาะเชื้อในวัสดุเพาะกล้าชนิดต่างๆ ที่อายุ 14 วัน (ก่อนย้ายลงราง NFT)

ตำรับการทดลอง	เปอร์เซนต์การติดเชื้อ (%) **	
S	42.11	a
R	8.90	b
H	0.00	b

CV (%) = 25.49

** = ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซนต์การติดเชื้อที่กำกับด้วยตัวอักษรเดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%

2.2 เปอร์เซนต์การติดเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาในรากข้าวโพดในราง NFT ที่อายุ 28 วัน

เปอร์เซนต์การติดเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาในรากข้าวโพดอายุ 28 วัน ภายหลังย้ายปลูกไปไว้ในราง NFT ได้แสดงไว้ในตารางที่ 6 จากตารางพบว่า มีเปอร์เซนต์การติดเชื้อในรากข้าวโพดที่อายุ 28 วันของตำรับการทดลองที่ปลูกข้าวโพดบนก้อน rockwool (R) คือ 19.52% ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ปลูกข้าวโพดโดยไม่มีวัสดุปลูก (S)คือ 8.73% ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ตารางที่ 6 แสดงเปอร์เซนต์การติดเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาในรากข้าวโพดในราง NFT ที่อายุ 28 วัน

ตำรับการทดลอง	เปอร์เซนต์การติดเชื้อ (%) *
S	8.73 b
R	19.52 a

CV (%) = 39.87

* = ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซนต์การติดเชื้อที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

2.3 เปอร์เซนต์การติดเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาในรากข้าวโพดในราง NFT ที่อายุ 49 วัน

เปอร์เซนต์การติดเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาในรากข้าวโพดในราง NFT อายุ 49 วัน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 7 จากตารางพบว่า ตำรับการทดลองของต้นที่ปลูกโดยจุ่มรากลงในสารละลายโดยตรงและมีการเพาะเชื้อครั้งที่ 2 มีเปอร์เซนต์การติดเชื้อ 4.28 เปอร์เซนต์ รองลงมาได้แก่ รากในรางที่ได้จากต้นที่ปลูกบนก้อน rockwool ในตำรับการทดลองที่มีการเพาะเชื้อครั้งที่ 2 โดยการโรย soil inoculum 40 กรัม ให้แก่รากบนราง NFT มีเปอร์เซนต์การติดเชื้อ คือ 1.08 เปอร์เซนต์ และ ตำรับการทดลองที่ปลูกโดยจุ่มรากลงในสารละลายโดยตรงและโรยดินผสมทราย 40 กรัม มีเปอร์เซนต์การติดเชื้อ 1.08 เปอร์เซนต์ ส่วนตำรับการทดลองที่โรยดิน:ทราย(1:1) 40 กรัม ให้แก่รากบนรางของต้นที่ปลูกบน rockwool ,ตำรับการทดลองที่ปลูกข้าวโพดบน rockwool และ ตำรับการทดลองที่ปลูกโดยจุ่มรากลงในสารละลายโดยตรงไม่พบการติดเชื้อ

ตารางที่ 7 แสดงเปอร์เซนต์การติดเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาในรากข้าวโพดในราง NFT ที่อายุ 49 วัน

ตำรับการทดลอง	เปอร์เซนต์การติดเชื้อ (%) **
So	0.00 b
Sni	1.08 b
Si	4.28 a
Ro	0.00 b
Rni	0.00 b
Ri	1.08 b

CV (%) = 101.50

** = ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซนต์การติดเชื้อที่กำกับด้วยตัวอักษรเดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%

2.4 น้ำหนักสดของรากที่อายุ 28 วัน

น้ำหนักสดของรากที่อายุ 28 วัน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 8 จากตารางพบว่าตำรับการทดลองที่ปลูกข้าวโพดบนก้อน rockwool (R) มีน้ำหนักสดของรากคือ 7.08 กรัม ส่วนน้ำหนักสดของรากของตำรับการทดลองที่ปลูกข้าวโพดโดยไม่มีวัสดุปลูก (S) คือ 6.35 กรัม แต่น้ำหนักสดของรากของทั้งสองตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 8 แสดงน้ำหนักสดของรากที่อายุ 28 วัน

ตำรับการทดลอง	น้ำหนักสดของราก (กรัม) ^{NS}
S	6.35
R	7.08

CV (%) น้ำหนักสดของราก = 28.53

^{NS} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

2.5 น้ำหนักรากสดของข้าวโพดในราง NFT ที่อายุ 49 วัน

น้ำหนักรากสดของข้าวโพดในราง NFT ที่อายุ 49 วัน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 9 จากตารางพบว่า รากในรางที่ได้จากต้นที่ปลูกบนก้อน rockwool ในตำรับการทดลองที่มีการเพาะเชื้อครั้งที่ 2 โดยการโรย soil inoculum 40 กรัม ให้แก่รากบนราง NFT มีน้ำหนักสดของรากมากที่สุด คือ 32.65 กรัม รองลงมาได้แก่ ตำรับการทดลองที่โรยดินะทราย(1:1) 40 กรัม ให้แก่รากบนรางของต้นที่ปลูกบน rockwool มีน้ำหนักสดของราก 31.94 กรัม , ตำรับการทดลองของต้นที่ปลูกโดยจุ่มรากลงในสารละลายโดยตรงและมีการเพาะเชื้อครั้งที่ 2 มีน้ำหนักสดของราก 16.32 กรัม , ตำรับการทดลองที่ปลูกข้าวโพดบน rockwool มีน้ำหนักสดของราก 16.12 กรัม , ตำรับการทดลองที่ปลูกโดยจุ่มรากลงในสารละลายโดยตรงและ โรยดินผสมทราย 40 กรัม มีน้ำหนักสดของราก 12.58 กรัม และ ตำรับการทดลองที่ปลูกโดยจุ่มรากลงในสารละลายโดยตรงมีน้ำหนักสดของรากน้อยที่สุดคือ 7.87 กรัม

ตารางที่ 9 แสดงน้ำหนักรากสดของข้าวโพดในราง NFT ที่อายุ 49 วัน

ตำรับการทดลอง	น้ำหนักสด (กรัม) *
So	7.87 b
Sni	12.58 b
Si	16.32 ab
Ro	16.12 ab
Rni	31.94 a
Ri	32.65 a

CV (%) = 60.40

* = ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซนต์การติดเชื้อที่กำกับด้วยตัวอักษรเดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

2.6 น้ำหนักรากแห้งของข้าวโพดในราง NFT ที่อายุ 49 วัน

น้ำหนักรากแห้งของข้าวโพดในราง NFT ที่อายุ 49 วัน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 10 จากตารางพบว่า รากในรางที่ได้จากต้นที่ปลูกบนก้อน rockwool ในตำรับการทดลองที่มีการเพาะเชื้อครั้งที่ 2 โดยการโรย soil inoculum 40 กรัมให้แก่รากบนราง NFT มีน้ำหนักแห้งของรากมากที่สุด คือ 1.53 กรัม รองลงมาได้แก่ ตำรับการทดลองที่โรยดิน:ทราย (1:1) 40 กรัม ให้แก่รากบนรางของต้นที่ปลูกบน rockwool มีน้ำหนักแห้งของราก 1.49 กรัม ,ตำรับการทดลองที่ปลูกข้าวโพดบน rockwool มีน้ำหนักแห้งของราก 0.78 กรัม , ตำรับการทดลองของต้นที่ปลูกโดยจุ่มรากลงในสารละลายโดยตรงและมีการเพาะเชื้อครั้งที่ 2 มีน้ำหนักแห้งของราก 0.75 กรัม , ตำรับการทดลองที่ปลูกโดยจุ่มรากลงในสารละลายโดยตรง และ โรยดินผสมทราย 40 กรัม มีน้ำหนักแห้งของราก 0.61 กรัม และ ตำรับการทดลองที่ปลูกโดยจุ่มรากลงในสารละลายโดยตรงมีน้ำหนักแห้งของรากน้อยที่สุดคือ 0.36 กรัม

ตารางที่ 10 แสดงน้ำหนักรากแห้งของข้าวโพดในราง NFT ที่อายุ 49 วัน

ตำรับการทดลอง	น้ำหนักแห้ง (กรัม) *	
So	0.36	b
Sni	0.61	b
Si	0.75	ab
Ro	0.78	ab
Rni	1.49	a
Ri	1.53	a

CV (%) = 59.89

* = ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซนต์การติดเชื้อที่กำกับด้วยตัวอักษรเดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

วิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาชนิดพืชอาศัยที่เหมาะสมในการเพิ่มปริมาณเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา ในระบบ NFT

จากผลการทดลองพบว่า รากที่ถูกสารละลายไหลผ่านบนราง NFT ของพืชทุกชนิดไม่มีการติดเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา ซึ่งอาจมีสาเหตุจากภายในรางมีความร้อนสูงเกินไป หรือการขาดออกซิเจน หรือมีความไม่เหมาะสมของสิ่งแวดล้อมรอบๆรากในส่วนที่จมอยู่ในสารละลายโดยตรงซึ่งทำให้เชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ขณะที่รากที่อยู่ใน rockwool นั้นสามารถตรวจพบการติดเชื้อ ส่วนชนิดพืชที่มีความเหมาะสมในการเพิ่มปริมาณเชื้อราชนิดนี้ในระบบ NFT ได้พิจารณาจากเปอร์เซนต์การติดเชื้อในราก, น้ำหนักสดของราก และการเจริญเติบโตทางลำต้นของพืชชนิดต่างๆที่อายุ 73 วัน โดย บานชื่นมีการติดเชื้อ 12.33 เปอร์เซนต์, มีน้ำหนักสดของราก 13.97 กรัม และมีการเจริญเติบโตทางลำต้นและยังให้ผลผลิตบ้างเล็กน้อย ส่วนถั่วเหลืองมีการติดเชื้อ 20.83 เปอร์เซนต์, น้ำหนักสดของราก 9.46 กรัม แต่ต้นเริ่มโทรมมากใกล้หมดอายุ ในขณะที่ดาวกระจายมีการติดเชื้อสูงที่สุดคือ 24.01 เปอร์เซนต์ แต่น้ำหนักสดของรากน้อยที่สุดคือ 1.93 กรัมและต้นใกล้ตาย ส่วนถั่วฝรั่งเศสมีการติดเชื้อ 4.42 เปอร์เซนต์ แต่น้ำหนักสดของรากมากที่สุด คือ 74.82 กรัม และมีการเจริญเติบโตทางลำต้นและกำลังให้ผลผลิต ในถั่วเขียวมีการติดเชื้อ 5.63 เปอร์เซนต์, มีน้ำหนักสดของราก 5.37 กรัม และไม่มีการเจริญเติบโตทางลำต้นแต่ให้ผลผลิตบ้าง ส่วนดาวเรืองหม้อไม่มีการติดเชื้อ, น้ำหนักสดของราก 11.24 กรัม และมีการเจริญเติบโตทางลำต้นน้อยแต่กำลังให้ผลผลิต

จะเห็นได้ว่า บานชื่น น่าจะเป็นพืชที่เหมาะสมในการใช้เป็นพืชอาศัย เพื่อผลิตเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา ในระบบ NFT มากที่สุด เนื่องจากมีเปอร์เซนต์การติดเชื้อในรากรองลงมาจากดาวกระจายและถั่วเหลือง แต่สามารถเพิ่มปริมาณรากจนมีน้ำหนักสดรองลงมาจากถั่วฝรั่งเศส และยังสามารถมีชีวิตอยู่ได้นาน พืชอาศัยที่มีความเหมาะสมรองลงมาคือ ถั่วเหลืองเนื่องจากมีการติดเชื้อรองลงมาจากดาวกระจายเล็กน้อย แต่มีน้ำหนักสดของรากค่อนข้างน้อยและต้นกำลังจะตาย ส่วนพืชอื่นๆ นั้นยังไม่เหมาะสมในการผลิตเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา เช่น ถั่วฝรั่งเศส มีการติดเชื้อน้อยและไม่สามารถหาเมล็ดพันธุ์ได้ภายในประเทศ แต่มีความเหมาะสมในการเพิ่มปริมาณรากดีที่สุด ส่วนดาวกระจายไม่เหมาะสมในการเพิ่มปริมาณราก แม้ว่าจะมีการติดเชื้อสูง ถั่วเขียวมีการติดเชื้อ, น้ำหนักสดของรากและการเจริญเติบโตทางลำต้นในเกณฑ์ต่ำ และดาวเรืองหม้อไม่

เหมาะสมเนื่องจากไม่พบการติดเชื้อในราก

การทดลองที่ 2 ศึกษาความสำคัญของวัสดุเพาะกล้าแต่ละชนิดที่มีผลต่อการติดเชื้อของเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา ในรากข้าวโพดที่ปลูกในระบบ NFT

จากผลการทดลอง พบว่า รากของข้าวโพดที่ปลูกในถ้วยกระดาษ ที่บรรจุดินะทราย (1:1) ที่อายุ 14 วัน ก่อนการย้ายลงราง NFT มีเปอร์เซนต์การติดเชื้อรามากกว่ารากข้าวโพดที่ปลูกโดยใช้ก้อน rockwool อาจเกิดจากรากข้าวโพดที่อยู่ในก้อน rockwool สามารถชอนไชออกไปจากจุดที่โรย soil inoculum ได้ง่ายก่อนที่รากจะทะลุออกไปนอกก้อน rockwool ซึ่งจะไม่มีโอกาสในการติดเชื้อได้อีก ส่วนรากข้าวโพดที่อยู่ในถ้วยกระดาษเมื่อชอนไชลงไปด้านล่างจะผ่านจุดที่โรย soil inoculum ได้มาก แต่ไม่สามารถเจริญเติบโตทะลุออกจากถ้วยกระดาษได้ จึงมีโอกาสติดเชื้อได้มากกว่า ส่วนรากข้าวโพดที่ปลูกในแท่งเพาะชำขุยมะพร้าวไม่พบการติดเชื้อ เนื่องมาจากภายในแท่งเพาะชำขุยมะพร้าว มีสารกำจัดเชื้อราที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา จึงไม่นำตำรับการทดลองนี้ไปทำการทดลองต่อไป

เมื่อข้าวโพดอายุ 28 วัน ภายหลังปลูกอยู่ในระบบ NFT นาน 14 วัน พบว่ารากข้าวโพดที่ผ่านการล้างรากจากตำรับการทดลองที่ปลูกในถ้วยกระดาษที่บรรจุดินะทราย(1:1) แล้วย้ายปลูกโดยจุ่มรากลงในสารละลายโดยตรง มีการติดเชื้อ 8.73 เปอร์เซนต์ ซึ่งน้อยกว่าการติดเชื้อในรากข้าวโพดที่อยู่ในราง NFT ของต้นที่ปลูกในก้อน rockwool ที่มี 19.52 เปอร์เซนต์ อาจเนื่องมาจาก รากที่เกิดใหม่จากต้นที่ปลูกบนก้อน rockwool สามารถติดเชื้อได้เมื่อเจริญผ่านจุดที่มี soil inoculum ที่ยังมีอยู่ในก้อน rockwool นั้นทำให้มีการติดเชื้อเพิ่มขึ้น ในขณะที่ต้นที่ผ่านการล้างรากจะไม่มีวัสดุเพาะกล้าและ soil inoculum มีการติดเชื้อลดลง อาจเกิดจากรากที่มีการติดเชื้อเดิมนั้นได้ตายหลังการย้ายปลูก รากที่เกิดใหม่ไม่สามารถมีโอกาสติดเชื้อได้อีก

เมื่อข้าวโพดอายุ 49 วัน ไม่พบการติดเชื้อในรากที่อยู่ในราง NFT ของข้าวโพด ทั้งสองตำรับการทดลอง อาจเกิดจากสภาพแวดล้อมภายในรางไม่เอื้ออำนวยต่อการกระจายของเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาในรากพืช เช่น การสะสมความร้อนสูงภายในราง ในขณะที่การปลูกข้าวโพดทั้งสองตำรับการทดลองลงในถังพลาสติก เมื่อนำรากส่วนที่อยู่นอกวัสดุเพาะกล้ามาตรวจการติดเชื้อ พบว่ามีการติดเชื้อในรากมากกว่า 50 เปอร์เซนต์ ทั้งสองตำรับการทดลอง ทั้งๆ ที่รากส่วนนั้นเป็นส่วนที่จมอยู่ในสารละลายเกือบตลอดเวลาจึงทำให้มั่นใจได้ว่าความสามารถในการติดเชื้อของรากนอกวัสดุเพาะกล้าในระบบ NFT นั้น ขึ้นอยู่กับ ชนิดของวัสดุที่นำมาใช้ทำเป็นราง

ซึ่งมีผลต่ออุณหภูมิ เนื่องจากอุณหภูมิในถังพลาสติกต่ำกว่าอุณหภูมิในรางสังกะสี

การโรย soil inoculum บนรากภายหลังการเพิ่มปริมาณรากในราง NFT ทำให้รากในรางติดเชื้อได้และการปลูกโดยใช้วัสดุเพาะกล้าข้าวโพดทำให้มีน้ำหนักสดของราก และ น้ำหนักแห้งของรากโดยเฉลี่ยมากกว่าต้นที่ปลูกโดยไม่มีวัสดุเพาะกล้า

จากการตรวจวัดการติดเชื้อในรากพบว่ามีการปะปนของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นที่อาจเกิดจากน้ำที่ใช้ไม่สะอาด, soil inoculum ไม่บริสุทธิ์, สัตว์และแมลงที่หลบอยู่ในราง , รากที่ตายหลังการย้ายปลูก และ เชื้อที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์พืช

สรุปผลการทดลอง

การทดลองที่ 1

จากผลการทดลองศึกษาชนิดพืชอาศัยที่เหมาะสม ในการเพิ่มปริมาณของเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาเป็นเวลา 73 วัน จากการทดลองไม่พบการติดเชื้อในรากที่อยู่ในราง NFT ของพืชทุกชนิด ส่วนเปอร์เซนต์การติดเชื้อราที่ได้จากการทดลองนั้นตรวจผลได้ในส่วนของรากที่อยู่ในก้อน rockwool เท่านั้น ซึ่งพบว่า บานชื่น ให้ผลในด้านการเพิ่มปริมาณรากในราง NFT และมีเปอร์เซนต์การติดเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาค่อนข้างดีซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับถั่วเหลือง ส่วนดาวกระจายมีเปอร์เซนต์การติดเชื้อรามากที่สุด แต่มีปริมาณรากในรางน้อยมาก ขณะที่ถั่วฝรั่งเศสมีปริมาณรากในรางมากที่สุด แต่มีเปอร์เซนต์การติดเชื้อราน้อย ส่วนถั่วเขียวให้เปอร์เซนต์การติดเชื้อราและมีปริมาณรากน้อย ขณะที่ดาวเรืองหม้อไม่พบการติดเชื้อ

ดังนั้น บานชื่น จึงน่าจะเป็นพืชที่มีความเหมาะสมในการเพิ่มปริมาณของเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซามากที่สุด รองลงมาคือ ถั่วเหลือง

การทดลองที่ 2

จากผลการทดลอง ศึกษาอิทธิพลของชนิดวัสดุเพาะกล้า ที่มีผลต่อการติดเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาในรากข้าวโพดที่ปลูกในระบบ NFT พบว่า ที่อายุ 14 วัน (ก่อนย้ายลงราง NFT) รากของต้นข้าวโพดที่ปลูกในถ้วยกระดาษที่บรรจุ ดินะทราย(1:1) มีเปอร์เซนต์การติดเชื้อรามากที่สุดคือ 42.11% รองลงมาคือรากของต้นข้าวโพดที่ปลูกบนก้อน rockwool มีเปอร์เซนต์การติดเชื้อรา 8.90% ส่วนรากของต้นข้าวโพดที่ปลูกบนแท่งเพาะชำขุยมะพร้าวไม่พบเปอร์เซนต์การติดเชื้อ จึงไม่นำไปทำการทดลองในขั้นต่อไป

เมื่อข้าวโพดอายุ 28 วัน ภายหลังปลูกอยู่ในระบบ NFT นาน 14 วัน ได้นำรากที่อยู่ในรางมาตรวจเปอร์เซนต์การติดเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา พบว่า รากของต้นข้าวโพดที่จุ่มลงในสารละลายโดยตรงจากตำรับการทดลองที่ทำการล้างรากขณะย้ายปลูกนั้น มีเปอร์เซนต์การติดเชื้อ 8.73% ส่วนรากในรางที่ได้จากต้นข้าวโพดที่ปลูกบนก้อน rockwool มีเปอร์เซนต์การติดเชื้อ 19.52% แต่ทั้งสองตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อนำรากในรางที่อายุ 49 วัน ภายหลังจากการเพิ่มตำรับการทดลองที่เพาะเชื้อให้แก่รากครั้งที่ 2 แล้ว 7 วัน มาตรวจวัดเปอร์เซนต์การติดเชื้อ พบว่า ตำรับการทดลองที่ไม่มีการ

เพาะเชื้อให้แก่รากในรางเป็นครั้งที่ 2 ไม่มีการติดเชื้อ เช่นเดียวกันกับตำรับการทดลองที่ได้โรยดินะทราย(1:1)ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้วบนรากในรางของต้นที่ปลูกบนก้อน rockwool และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ได้โรยดินะทราย(1:1)ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว บนรากในรางของต้นที่ผ่านการล้างรากแล้วนำมาจุ่มลงในสารละลายโดยตรง ซึ่งมีเปอร์เซนต์การติดเชื้อในรากคือ 1.08% และตำรับการทดลองที่เพาะเชื้อครั้งที่ 2 โดยการโรย soil inoculum แก่รากในรางของต้นที่ปลูกบน ก้อน rockwool ซึ่งมีเปอร์เซนต์การติดเชื้อคือ 1.08% แต่ทุกตำรับการทดลอง มีความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับการทดลองที่เพาะเชื้อครั้งที่ 2 ให้แก่รากในรางของต้นที่ปลูกโดยจุ่มรากลงในสารละลายโดยตรงหลังจากผ่านการล้างราก ซึ่งมีเปอร์เซนต์การติดเชื้อคือ 4.28%

ข้อเสนอแนะ

เพื่อลดปัญหาที่อาจเกิดขึ้น ในการเพิ่มปริมาณเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา โดยใช้ระบบ NFT ควรกระทำดังนี้

1.ควรใช้วัสดุที่ไม่เป็นตัวนำความร้อนทำเป็นราง(channel) เช่น พลาสติกชนิดแข็ง (PVC) ,ไฟเบอร์ กลาส(fiber glass) ,ไม้ ,โฟม เป็นต้น เพื่อช่วยลดการสะสมความร้อนภายในราง

2.ควรใช้อุปกรณ์ที่ช่วยรักษาระดับอุณหภูมิในรางปลูกพืช ไม่ให้เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิของอากาศ

3.ควรใช้น้ำที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของเชื้ออื่นที่อาจมาจากน้ำ

4.ควรใช้วัสดุค้ำจุนต้น เนื่องจากมีส่วนช่วยในการเพิ่มปริมาณรากในราง

5.ควรใช้สปอร์ที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อแล้วเป็น source of inoculum เท่านั้น

6.สามารถเพาะเชื้อภายหลังการเพิ่มปริมาณรากในรางได้ ถ้าพืชอาศัยมีอายุยาวต่อไปอีกอย่างน้อย 60-90 วัน

7.ควรศึกษาการใช้ยาฆ่าเชื้อราที่ไม่มีผลต่อการเจริญของ เชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา ในระดับราก

8.ควรเลือกชนิดของเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา ที่มีประสิทธิภาพดี และ เหมาะสมกับชนิดพืชอาศัยซึ่งสามารถเพิ่มปริมาณรากในราง NFT ได้มาก

เอกสารอ้างอิง

ดนกพร สมพรไพลิน. 2534. การทดสอบพันธุ์แคลตาลูปในระบบปลูกพืชไร้ดิน โดยปลูกในส่วนผสมขุยมะพร้าวและแกลบดำและการเปรียบเทียบกับการปลูกในสารละลายธาตุอาหาร. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

เกรียงไกร อิ่มสมโภช. 2533. อิทธิพลของเชื้อราวี-เอ ไมโคไรซา(Glomus mosseae) ต่อการเจริญเติบโตและการดูดธาตุฟอสฟอรัสของข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 1. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

โกวิทย์ ยันตศาสตร์ และพูนพิไล สุวรรณฤทธิ์. 2528. การศึกษาและวิเคราะห์สถานภาพและความต้องการในงานวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับจุลินทรีย์ไมคอไรซาในเชิงธุรกิจ. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ. 72หน้า.

ชัยฤกษ์ สงวนทรัพยากร. 2529. การปลูกพืชในน้ำยา. วารสารพืชสวน 20(3):10-14.

ณัฐวรางคณ์ สงวนราชทรัพย์. 2530. ชนิดและผลของเชื้อราเวสิคูลาร์อาบัสคูล่าร์ไมคอไรซาต่อการเจริญเติบโตของกล้าไม้บางชนิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ.

ถวัลย์ พัฒนเสถียรพงศ์. 2534. ปลูกพืชไม่ใช้ดิน. พรานนกการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 127หน้า.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์ และสรสิทธ์ วัชโรทยาน. 2531. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. วารสารดินและปุ๋ย 10:59-66.

ธวัชชัย รังกูล. 2531. การศึกษาวัสดุปลูกมะเขือเทศนอกฤดูการโดยไม่ใช้ดิน. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

พรพิมล อธิปัญญาคม. 2531. ชนิดและการเพิ่มปริมาณเชื้อราเวสิคูลาร์ อาบัสคูลาร์ไมคอไรซา และผลของเชื้อราต่อการเจริญเติบโตของส้ม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

รัชดา เรืองวรบูรณ์ และ ขวัญเนตร ตันติฤทธิศักดิ์. 2536. การปลูกแกลดิโอลัสในระบบ NFT และ Aeroponic. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

ระพี สาคริก. 2533. การปลูกต้นไม้โดยระบบที่ไม่ใช้ดิน ในสภาพแวดล้อมธรรมชาติและ วัฒนธรรมของกลุ่มประเทศตะวันตก. วารสารพัฒนาที่ดิน 27:296-307.

ปริงนาถ ริยาพันธ์.2534.ผลของวัสดุปลูกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของแตงแคนตาลูปในระบบปลูกพืชไร้ดิน.ปัญหาพิเศษปริญญาตรี.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

ลาวัลย์ ฟุ้งขจร.2528.การคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพสูงในการตรึงไนโตรเจนโดยอิสระในสภาพมีอากาศและผลร่วมระหว่างเชื้อแบคทีเรียกับเชื้อรา Vesicular-Arbuscular Mycoriza ต่อการเจริญเติบโตของกล้าสมพง.วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพฯ.

วินัย จิรฤกษ์มงคล.2534.อิทธิพลของเชื้อราเวสิคูลา อาบัสคูลา ไมคอไรซาต่อการดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัสของข้าวโพดฝักอ่อนที่ปลูกในดินชุดสัตหีบ.ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,กรุงเทพฯ.

ศรีอุตรา.2520.แท่งเพาะชำดินใหม่ใช้เพาะพันธุ์.วารสารต้นไม้ใบหญ้า 2(6):37-39.

สาลี่ ชินสถิต.2528.อิทธิพลของระดับฟอสฟอรัสในดินที่มีต่อบทบาทของเชื้อรา Vesicular-Arbuscula กับไรโซเบียมในถั่วเขียว.วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพฯ.

สุมิตรา ภู่วโรดม.2532.ปุ๋ยชีวภาพเพื่อการเกษตร.ภาควิชาปฐพีวิทยา.คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดการบัง,กรุงเทพฯ.

สุเทพ พูนสวัสดิ์.2531.การจำแนกชนิดของเชื้อราเวสิคูลาร์ อาบัสคูลา ไมคอไรซา ของถั่วลิสงและผลของเชื้อราต่อการเจริญเติบโตของถั่วลิสงในเรือนทดลอง.วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพฯ.

ออมทรัพย์ นพอมรบดี,สุภาพร ธรรมสุระกุล,และพวงผกา บุตรเนียร.2524.การศึกษาอิทธิพลของเชื้อราเอ็นโดไมโคไรซาต่อการดูดธาตุฟอสฟอรัส โปตัสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมในข้าวโพด.รายงานผลการวิจัยปี 2524 สาขาบัคเตรี และจุลินทรีย์ดิน กองวิจัยโรคพืช กรมวิชาการเกษตร(,กรุงเทพฯ).8 หน้า.

ออมทรัพย์ นพอมรบดี,สุภาพร ธรรมสุระกุล,พวงผกา บุตรเนียร และเย็นใจ วัสุวัต.2525. การศึกษาหาพืชอาศัยที่ดีของเชื้อรา วี-เอ ไมโคไรซาเพื่อผลิตเชื้อเป็นinoculum.รายงานผลการค้นคว้าวิจัยปี 2525 สาขาจุลินทรีย์ดิน.กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร.14หน้า.

ออมทรัพย์ นพอมรบดี,สุภาพร ธรรมสุระกุล,สมเพชร เจริญสุข และเย็นใจ วัสุวัต.2526.การหาชนิดของวัสดุที่จะใช้ในการขยายเชื้อไมคอไรซาเพื่อใช้เป็น inoculum. รายงานสาขา

จุลินทรีย์ดิน.กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร.14หน้า.

ออมทรัพย์ นพอมรบดี.2527. การใช้ไมคอไรซาในระบบปลูกพืช. รายงานการสัมนาทางวิชาการ เรื่องเทคโนโลยีชีวภาพะปัจจุบันและอนาคต 15-16 พฤศจิกายน 2527 ณ. ห้องประชุม กรมวิชาการเกษตร,กรุงเทพฯ.หน้า247-253.

ออมทรัพย์ นพอมรบดี,สุภาพร ธรรมสุระกุล และ เย็นใจ วัสุวัต.2528. ศึกษาการงอก และการเจริญการเจริญเติบโตของเชื้อวีเอไมคอไรซา Glomus mosseae ในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดต่างๆ.กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร,กรุงเทพฯ.

ออมทรัพย์ นพอมรบดี.2535.บทบาทของเชื้อวีเอไมคอไรซา.วารสารดินและปุ๋ย.14(1):36-39

อภิรัตน์ สมผดุง และ พงพันธุ์ สิทธิพันธ์.2536.ไมคอไรซา.ข่าวสารเกษตรศาสตร์.38(3):9-15

อิทธิสุนทร นันทกิจ.2535.การปลูกไม่ใช้ดิน(โรเนียา).ภาคปฐพีวิทยา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,กรุงเทพฯ.

อุศณา รุ่งรัชกานนท์.2533.การศึกษาผลของวัสดุปลูกที่มีต่อการเจริญเติบโตของดารเรืองที่ปลูกในระบบ NFT.ปัญหาพิเศษปริญญาตรี.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,กรุงเทพฯ.

Daft,M.J.and A.A.El-Giahmi.1978.Effect of Vesicular-arbuscular mycorrhizal infections in root organ culture.Physiol.Pl.Path. 5:215-223.

Elmes,R.P.,C.M.Hepper,D.S.Hayman and J.O'shea.1984.The use of vesicular abuscular mycorrhizal roots grown by the nutrient film technique as inoculum for field sites.Annals of Applied Biology 104(3):437 -441.

George,E.,K.-U.Haussler,D.Vetterlein,E.Gogus and H.Marschner.1992.Water and nutrient translocation by hyphae of Glomus mosseae.Can.J.Bot. 70:2130-2137.

Gerdemann,J.W. and J.M.trappe.1974.The Endogonaceae in the Pacific North West.Mycologia Memoir (New York Botanical Garden)5:1-76.

Green,N.E.,S.O.Graham. and N.C.Schenck.1976.The influence of pH on the germination of V.A mycorrhizal spores.Mycologia.68:929-934.

Hayman,D.S.1974.Plant growth response to vesicular abuscular mycorrhiza. VI.Effect of light and temperature.New Phytol.73:71-80.

Hepper,M.C. and G.A.Smith.1976.Observation's on the germination of Endogone spores.Trans.Brit.Mycol.Soc.66(2):189-194.

McIlveen,W.D. and H.cole.1979.Influence of the endomycorrhizal fungus Glomus mosseae. and its mediation of phosphorus uptake by Glycine max."Amsoy 71".Agric.Environ.4(4):245-256.

Mosse,B.,and R.P.Elmes.1984.Vesicular-arbuscular mycorrhizal inoculum production.II.Experiments with maize (Zea mays) and other hosts in nutrient flow culture.Can.J.Bot.62:1531-1536.

Mosse,B.and C.M.Hepper.1975.Vesicular-abuscular mycorrhizal infections in root organ culture.Physiol.Pl.Path.5:215-223.

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.

Mosse,B.,and J.P.Thompson.1984.Vesicular-arbuscular endomycorrhizal inoculum production.I.Exploratory experiments with beans (Phaseolus vulgalis) in nutrient flow culture.Can.J.Bot.62: 1523-1530.

Nelson,P.V.1991.Greenhouse operation and management.Prentice-Hall,Inc., New Jersey.4 th ed.612 p.

Paul.E.A. and F.E.Clark.1989.Soil microbiology and biochemistry. Acadamic Press,Inc.273 p.

Resh,H.M.1981.Hydroponic food production.Woodbridge Press Publishing Company,California.2 th ed.355 p.

Russel,E.W.1973.Soil condition and plant growth.London:Willium clover and son limited.

Schenck,N.C.and G.smith.1982.Additional new and an reported species

of mycorrhizal fungi (Endogone) from Florida.Mycologia.74(1): 77-92.

Schenck,N.C.;S.O.Graham.and N.E.Green.1975.Temperature and light effect on contamination and spore germination of vesicular-abuscular mycorrhizal fungi.Mycologia.67:1189-1193.

Smith.S.E.and G.D.Bowen.1979.Soil temperture,mycorrhizal infection and nodulation of Medicago trunculata and Trifolium subterraneum. Soil.Biol.Biochem.11:469-473.

Sreenivasa,M.N.1991.Selection of an efficient vesicular-abuscular mycorrhizal fungus for chilli(Capsicum annuum L.).Scientia. Hortic.50:53-58.

Struble,J.E.,Skipper.1988.VAM spore production as influenced by plant species.Plant soil.109(2):277-280.

Thompson,J.P.1985.Soilless culture of vesicular-abuscular mycorrhizae of cereals:effect of nutrient concentration and nitrogen source. Can.J.Bot.64:2282-2294.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 แสดงเปอร์เซนต์การติดเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาในรากพืชชนิดต่างๆ ที่อายุ 73 วัน

ตำรับการทดลอง	จำนวนซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	(%)
ถั่วเหลือง	21.93	16.67	27.19	17.54	20.83
ถั่วเขียว	4.17	8.33	7.50	2.50	5.63
ถั่วฝรั่งเศส	3.13	9.34	5.21	0.00	4.42
ดาวเรืองหม้อ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ดาวกระจาย	22.22	28.57	11.11	34.13	24.01
บานชื่น	12.00	17.33	6.67	13.33	12.33

ตารางผนวกที่ 2 แสดงการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนทางสถิติของเปอร์เซนต์การติดเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาในรากพืชชนิดต่างๆ ที่อายุ 73 วัน

Source of variation	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	1842.355	368.471	13.549**	2.77	4.25
Error	18	489.502	27.195			
Total	23	2331.857	101.385			

CV (%) = 46.55

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางผนวกที่ 3 แสดงคะแนนการเจริญเติบโตทางลำต้นของพืชชนิดต่างๆ ที่อายุ 73 วัน

ตำรับการทดลอง	จำนวนซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	(คะแนน)
ถั่วเหลือง	2.00	2.00	1.00	2.00	1.75
ถั่วเขียว	3.00	2.00	2.00	3.00	2.50
ถั่วฝรั่งเศส	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
ดาวเรืองหม้อ	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
ดาวกระจาย	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
บานชื่น	4.00	4.00	3.00	3.00	3.50

ตารางผนวกที่ 4 แสดงการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนการเจริญเติบโตทางลำต้นของพืชชนิดต่างๆ ที่อายุ 73 วัน

Source of variation	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	44.208	8.842	57.873**	2.77	4.25
Error	18	2.750	0.153			
Total	23	46.958	2.042			

CV (%) = 13.21

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางผนวกที่ 5 แสดงคะแนนการเจริญเติบโตของรากพืชชนิดต่างๆ ที่อายุ 73 วัน

ตำรับการทดลอง	จำนวนซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	(คะแนน)
ถั่วเหลือง	3.00	3.00	2.00	3.00	2.75
ถั่วเขียว	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
ถั่วฝรั่งเศส	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
ดาวเรืองหม้อ	4.00	3.00	4.00	3.00	3.50
ดาวกระจาย	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
บานชื่น	4.00	4.00	3.00	4.00	3.75

ตารางผนวกที่ 6 แสดงการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนการเจริญเติบโตของรากพืชชนิดต่างๆ ที่อายุ 73 วัน

Source of variation	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	39.500	7.900	56.880**	2.77	4.25
Error	18	2.500	0.139			
Total	23	42.000	1.826			

CV (%) = 12.42

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางผนวกที่ 7 แสดงน้ำหนักสดของรากพืชชนิดต่างๆ ที่อายุ 73 วัน

ตำรับการทดลอง	จำนวนซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	(กรัม)
ถั่วเหลือง	13.79	6.54	10.25	7.25	9.46
ถั่วเขียว	7.12	4.87	2.94	6.54	5.37
ถั่วฝรั่งเศส	95.21	63.66	59.02	81.39	74.82
ดาวเรืองหม้อ	11.27	13.82	7.38	12.50	11.24
ดาวกระจาย	1.02	1.96	2.51	2.23	1.93
บานชื่น	12.95	15.47	13.82	13.63	13.97

ตารางผนวกที่ 8 แสดงการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักสดของรากพืชชนิดต่างๆ ที่อายุ 73 วัน

Source of variation	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	15073.495	3014.699	60.007**	2.77	4.25
Error	18	904.301	50.239			
Total	23	15977.796	694.687			

CV (%) = 36.42

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางผนวกที่ 9 แสดงเปอร์เซนต์การติดเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาในรากข้าวโพดซึ่งถูกเพาะเชื้อในวัสดุเพาะกล้าชนิดต่างๆ ที่อายุ 14 วัน (ก่อนย้ายปลูกลงในราง NFT)

ตำรับการทดลอง	จำนวนซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	(%)
S	50.00	35.00	45.45	38.00	42.11
R	5.13	7.69	11.11	11.67	8.90
H	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตารางผนวกที่ 10 แสดงการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนทางสถิติของเปอร์เซนต์การติดเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาในรากข้าวโพดซึ่งถูกเพาะเชื้อในวัสดุเพาะกล้าชนิดต่างๆ ที่อายุ 14 วัน (ก่อนย้ายลงในราง NFT)

Source of variation	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	2	3940.990	1970.495	104.884**	4.26	8.02
Error	9	169.086	18.787			
Total	11	4110.076	373.643			

CV (%) = 25.49

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางผนวกที่ 11 แสดงเปอร์เซนต์การติดเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาในรากข้าวโพดในราง NFT ซึ่งถูกเพาะเชื้อในวัสดุเพาะกล้าชนิดต่างๆ ที่อายุ 28 วัน

ตำรับการทดลอง	จำนวนซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	(%)
S	12.78	9.85	3.94	8.34	8.73
R	28.47	21.86	14.29	13.47	19.52

ตารางผนวกที่ 12 แสดงการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนทางสถิติของเปอร์เซนต์การติดเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาในรากข้าวโพดในราง NFT ที่ถูกเพาะเชื้อในวัสดุเพาะกล้าชนิดต่างๆ ที่อายุ 28 วัน

Source of variation	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	1	233.064	233.064	7.349*	5.99	13.75
Error	6	190.287	31.714			
Total	7	423.351	60.479			

CV (%) = 39.87

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 13 แสดงเปอร์เซนต์การติดเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาในรากข้าวโพด ซึ่งถูกเพาะเชื้อครั้งที่ 2 ให้แก่รากในราง NFT ของต้นที่ปลูกในวัสดุเพาะกล้าชนิดต่างๆ ที่อายุ 49 วัน

ตำรับการทดลอง	จำนวนซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	(%)
So	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sni	0.00	0.00	1.28	3.03	1.08
Si	5.56	3.03	2.56	5.95	4.28
Ro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ri	1.28	0.00	3.03	0.00	1.08

ตารางผนวกที่ 14 แสดงการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนทางสถิติของเปอร์เซนต์การติดเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซาในรากข้าวโพด ซึ่งถูกเพาะเชื้อครั้งที่ 2 ให้แก่รากในราง NFT ของต้นที่ปลูกในวัสดุเพาะกล้าชนิดต่างๆ ที่อายุ 49 วัน

Source of variation	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	54.827	10.965	9.267**	2.77	4.25
Error	18	21.299	1.183			
Total	23	76.126	3.310			

CV (%) = 101.50

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางผนวกที่ 15 แสดงของน้ำหนักสดของรากข้าวโพดที่ปลูกบนวัสดุเพาะกล้าชนิดต่างๆ ในราง NFT ที่อายุ 28 วัน

ตำรับการทดลอง	จำนวนซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	(กรัม)
S	4.50	7.90	6.90	6.10	6.35
R	7.30	4.30	9.90	6.80	7.08

ตารางผนวกที่ 16 แสดงการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักสดของราก ข้าวโพดที่ปลูกบนวัสดุเพาะกล้าชนิดต่างๆ ในราง NFT ที่อายุ 28 วัน

Source of variation	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	1	1.051	1.051	0.287^{NS}	5.99	13.75
Error	6	21.997	3.666			
Total	7	23.049	3.293			

CV (%) = 28.53

^{NS} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 17 แสดงของน้ำหนักสดของรากข้าวโพดที่ปลูกบนวัสดุเพาะกล้าชนิดต่างๆ ที่อายุ 49 วัน

ตำรับการทดลอง	จำนวนซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	(กรัม)
So	5.70	8.16	5.14	12.46	7.87
Sni	16.37	16.03	12.34	5.58	12.58
Si	6.76	23.68	24.83	10.00	16.32
Ro	6.51	18.96	14.74	24.28	16.12
Rni	46.30	33.78	23.95	23.71	31.94
Ri	8.76	25.08	64.46	32.29	32.65

ตารางผนวกที่ 18 แสดงการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักสดของรากข้าวโพดที่ปลูกบนวัสดุเพาะกล้าชนิดต่างๆ ที่อายุ 49 วัน

Source of variation	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	2128.980	425.796	3.045*	2.77	4.25
Error	18	2516.682	139.816			
Total	23	4645.662	201.985			

CV (%) = 60.40

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางผนวกที่ 19 แสดงของน้ำหนักแห้งของรากข้าวโพดที่ปลูกบนวัสดุเพาะกล้าชนิดต่างๆ ที่อายุ 49 วัน

ตำรับการทดลอง	จำนวนซ้ำ				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	(กรัม)
So	0.26	0.38	0.24	0.57	0.36
Sni	0.79	0.79	0.59	0.25	0.61
Si	0.31	1.07	1.14	0.46	0.75
Ro	0.30	0.92	0.71	1.17	0.78
Rni	2.15	1.54	1.15	1.13	1.49
Ri	0.40	1.19	3.00	1.52	1.53

ตารางผนวกที่ 20 แสดงการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนทางสถิติของน้ำหนักแห้งของรากข้าวโพดที่ปลูกบนวัสดุเพาะกล้าชนิดต่างๆ ที่อายุ 49 วัน

Source of variation	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	4.634	0.927	3.067*	2.77	4.25
Error	18	5.439	0.302			
Total	23	10.073	0.438			

CV (%) = 59.89

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

หมายเหตุ : การให้คะแนนการเจริญเติบโตของต้น พิจารณาจากความสมบูรณ์และความสามารถในการให้ผลผลิตของต้น

คะแนน 5 = มีการเจริญเติบโตทางลำต้นและกำลังให้ผลผลิต

4 = ไม่มีการเจริญเติบโตทางลำต้นและกำลังให้ผลผลิต

3 = ต้นโทรมบ้าง แต่ยังให้ผลผลิต

2 = ต้นโทรมปานกลาง และไม่ให้ผลผลิต

1 = ต้นโทรมมากและหมดอายุ

การให้คะแนนการเจริญเติบโตของราก พิจารณาจากความหนาแน่นของรากในราง

คะแนน 5 = รากมีความหนาแน่นมากที่สุด

4 = รากมีความหนาแน่นมาก

3 = รากมีความหนาแน่นปานกลาง

2 = รากมีความหนาแน่นน้อย

1 = รากมีความหนาแน่นน้อยมาก

ความหมายของตำรับการทดลอง

S = ตำรับการทดลองที่ปลูกข้าวโพดใน ดิน:ทราย (1:1)แล้วย้ายปลูกโดยจุ่มรากในสารละลายโดยตรง (ล้างราก)

R = ตำรับการทดลองที่ปลูกข้าวโพดบนก้อน rockwool

H = ตำรับการทดลองที่ปลูกข้าวโพดบนแท่งเพาะชำขุยมะพร้าว

So = ตำรับการทดลองของข้าวโพดล้างรากที่ไม่มีการเพาะเชื้อครั้งที่ 2

Sni= ตำรับการทดลองของข้าวโพดล้างรากที่ไม่มีการเพาะเชื้อครั้งที่ 2 แต่โรยดิน:ทราย (1:1) 40 กรัม บนรากในราง NFT

Si = ตำรับการทดลองของข้าวโพดล้างรากที่มีการเพาะเชื้อครั้งที่ 2 โดยโรย soil inoculum 40 กรัม บนรากในราง NFT

Ro = ตำรับการทดลองข้าวโพดบนก้อนrockwoolที่ไม่มีการเพาะเชื้อครั้งที่ 2

Rni= ตำรับการทดลองข้าวโพดบนก้อนrockwoolที่ไม่มีการเพาะเชื้อครั้งที่ 2 แต่โรยดิน:ทราย (1:1) 40 กรัม บนรากในราง NFT

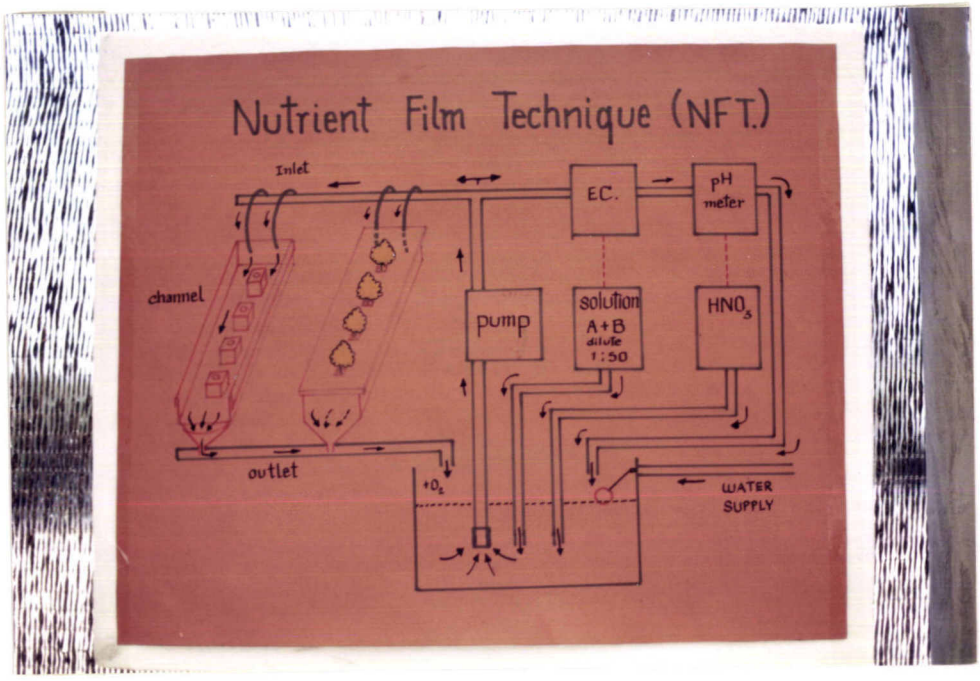
Ri = ตำรับการทดลองข้าวโพดบนก้อนrockwoolที่มีการเพาะเชื้อครั้งที่ 2 โดยโรย soil inoculum 40 กรัม บนรากในราง NFT

ตารางผนวกที่ 21 สูตรสารละลายธาตุอาหาร Coic-Lesaint

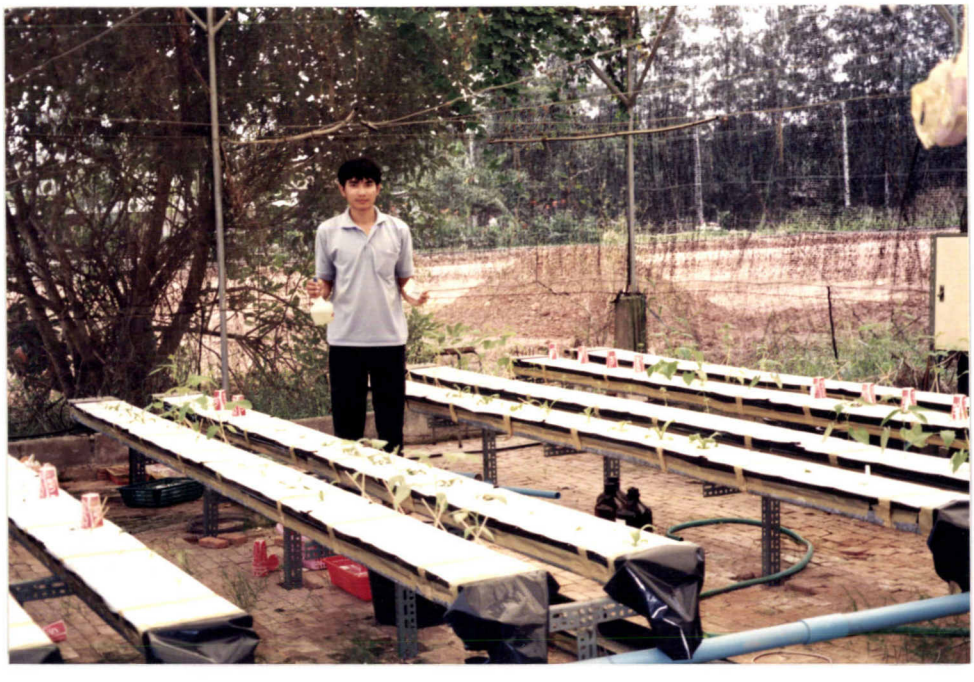
Stock Solution เตรียมสารละลาย 25 ลิตร		
Solution A ใส่ตามลำดับดังนี้		
1.ใส่น้ำ	10	ลิตร
2.ใส่กรด HNO_3	866.5	ml
3.ใส่กรด H_3PO_4	456.5	ml
4.ใส่ KNO_3 (ละลายในน้ำ 10 ลิตร ก่อน)	2333	กรัม
5.ใส่ $MgSO_4$	471.9	กรัม
6.ใส่ $(NH_4)MoO_4$ (45% Mo)	0.25	กรัม
7.ใส่ H_3BO_3 (17% B)	7.5	กรัม
8.ใส่ $MnSO_4.4H_2O$ (24% Mn)	17	กรัม
9.ใส่ $ZnSO_4.7H_2O$ (22% Zn)	5	กรัม
10.ใส่ $CuSO_4.5H_2O$ (25% Cu)	1.25	กรัม
11.ใส่น้ำให้ครบ	25	ลิตร
* รายการที่ 5 ถึง 9 ให้ละลายในน้ำก่อน 5 ลิตร pH ใน Solution A ต้อง < 2		
Solution B ใส่ตามลำดับต่อไปนี้		
1.ใส่น้ำ	10	ลิตร
2.ใส่กรด HNO_3	8.7	ml
3.ใส่ $Ca(NO_3)_2$	2146	กรัม
4.ใส่ Fe-EDTA (6% Fe) โดยละลายในน้ำ 6 ลิตร ก่อน	100	กรัม
5.ใส่น้ำให้ครบ	25	ลิตร

เมื่อจะนำไปใช้ ทำให้เจือจางในอัตราส่วน 1:200

โดยใช้น้ำบาดาลที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

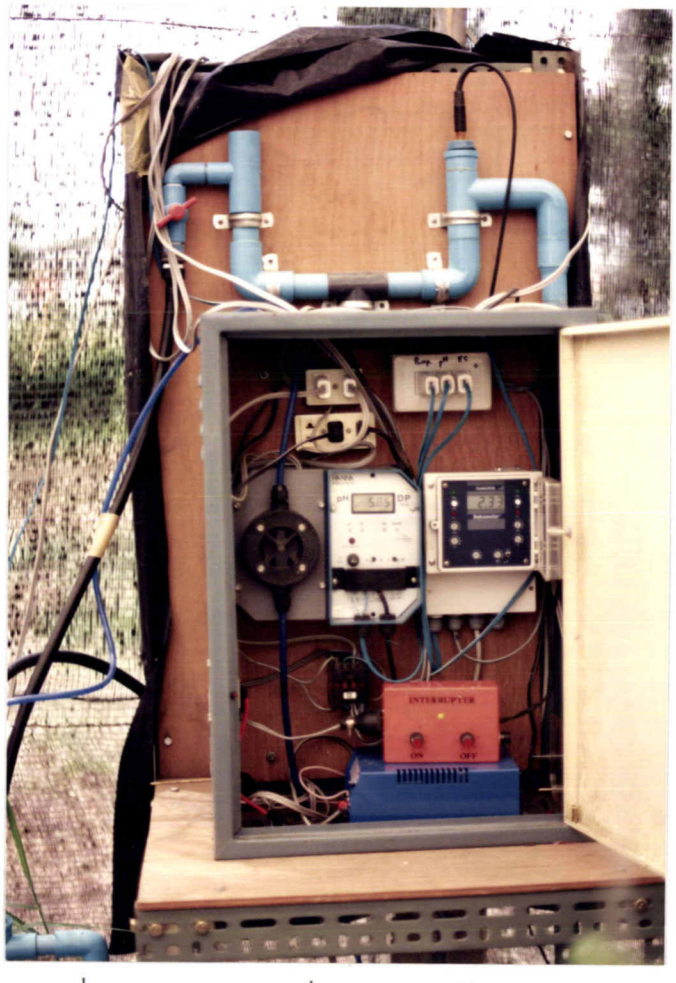


ภาพผนวกที่ 1 แสดงแผนผังระบบปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบ NFT



ภาพผนวกที่ 2 แสดงลักษณะราง(Channel)สังกะสีที่ใช้ปลูกพืชในระบบ NFT

ภาพผนวกที่ 3 แสดงระบบการจ่ายสารละลายธาตุอาหาร



ภาพผนวกที่ 4 แสดงชุดอุปกรณ์ควบคุมการให้สารละลายอัตโนมัติ

ภาพผนวกที่ 5 แสดงรากของพืชที่ปลูกในราง

ภาพผนวกที่ 6 แสดงความหนาแน่นและลักษณะของรากถั่วเหลืองในราง ที่อายุ 73 วัน

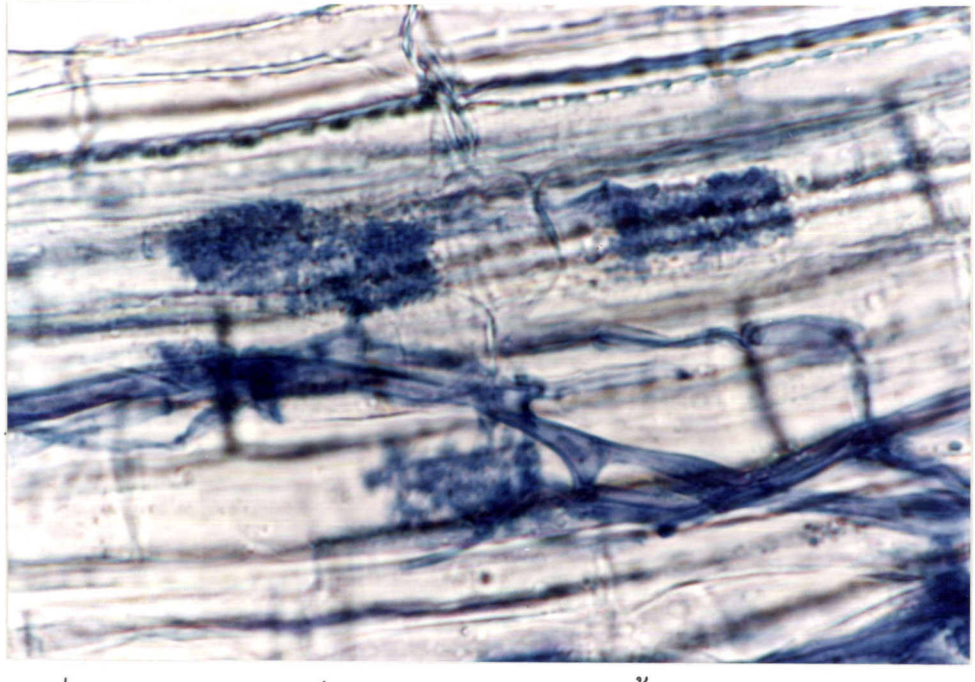
ภาพผนวกที่ 7 แสดงความหนาแน่นและลักษณะของรากถั่วเขียวในราง ที่อายุ 73 วัน

ภาพผนวกที่ 8 แสดงความหนาแน่นและลักษณะของรากถั่วฝรั่งเศสในราง ที่อายุ 73 วัน

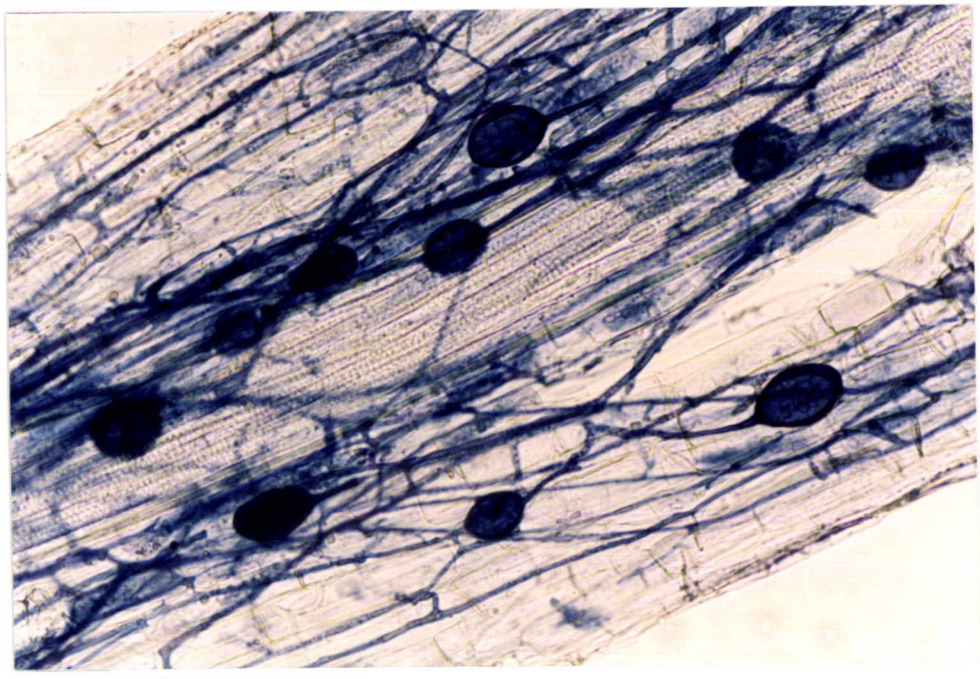
ภาพผนวกที่ 9 แสดงความหนาแน่นและลักษณะของรากดาวเรืองหม้อในราง ที่อายุ 73 วัน

ภาพผนวกที่ 10 แสดงความหนาแน่นและลักษณะของรากดาวกระจายในราง ที่อายุ 73 วัน

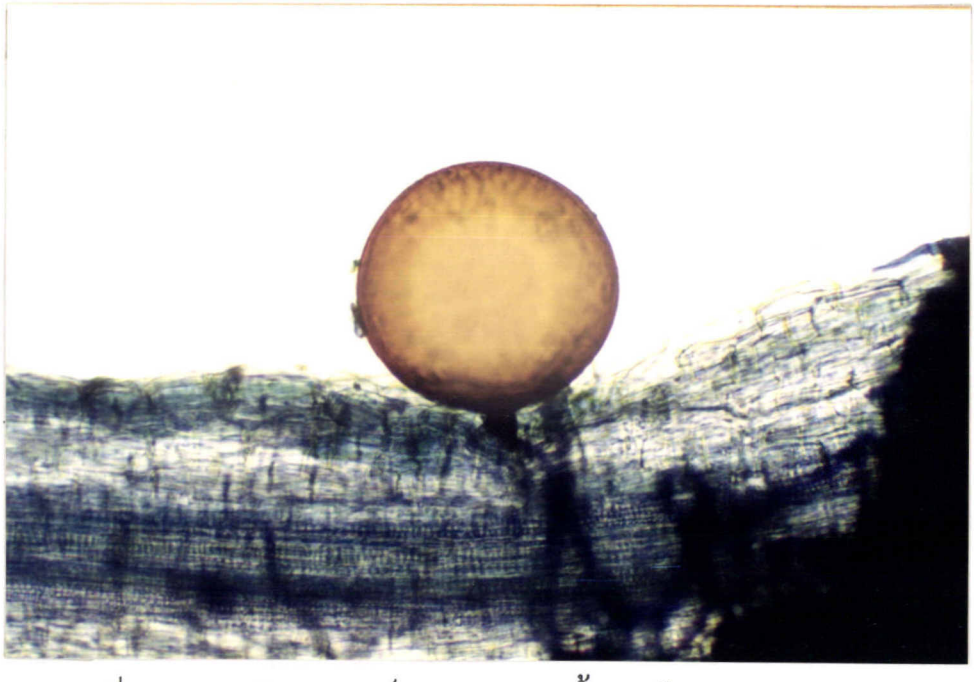
ภาพผนวกที่ 11 แสดงความหนาแน่นและลักษณะของรากบานชื่นในราง ที่อายุ 73 วัน



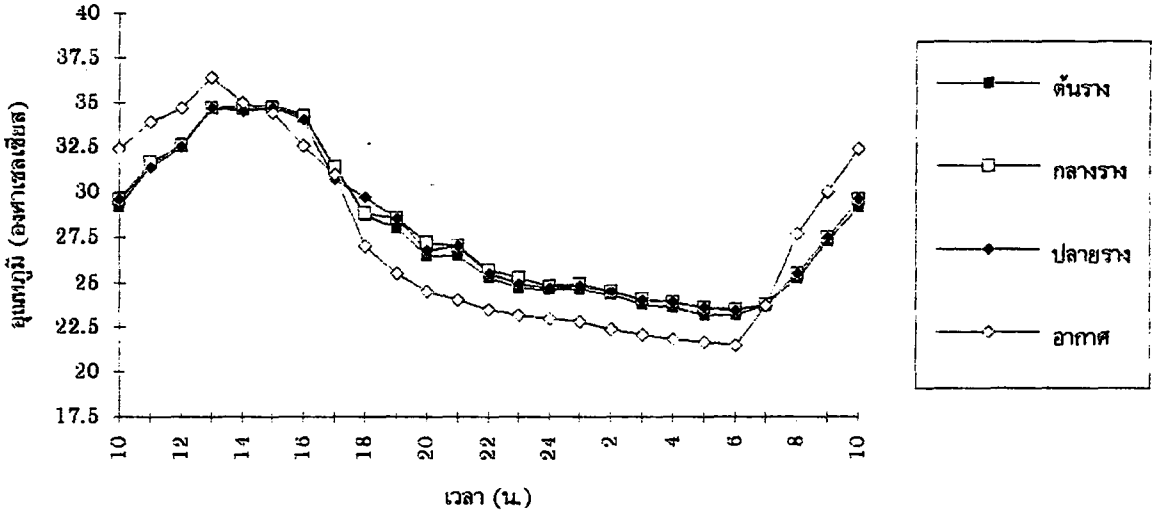
ภาพผนวกที่ 12 แสดงลักษณะอาร์บัสคูล(arbuscule)ของเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา (400x)



ภาพผนวกที่ 13 แสดงลักษณะเวสสิเคิล(vesicle)ของเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา (100x)



ภาพผนวกที่ 14 แสดงลักษณะสปอร์(spore)ของเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซา (100x)



กราฟที่ 1 แสดงอุณหภูมิ ณ จุดต่างๆในราง NFT เปรียบเทียบอุณหภูมิของอากาศ