ผลของไมคอร์ไรซาต่อการงอกและการเจริญของเมล็ดพืชป่าบางชนิด บริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ – ปุย และบริเวณมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

โดย

พัชชา อินคำสืบ 3305191

อาจารย์ที่ปรึกษา

Dr. Stephen D. Elliott

บัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
2537

ผลของไมคอร์ไรซาต่อการงอกและการเจริญของเมล็ดพืชป่าบางชนิดบริเวณอุทยาน
แห่งชาติดอยสุเทพ - ปุย และบริเวณมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

พัชชา อินคำสืบ 3305191

ปัญหาพิเศษนี้ได้รับการพิจารณาให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาชีววิทยา

คณะกรรมการตรวจสอบงานวิจัย

..... ประธานกรรมการ
(Dr. Stephen D. Elliott)

..... กรรมการ
(รศ.ดร. สายสมร ลำยอง)

..... กรรมการ
(ดร. อุราภรณ์ สอาดสุด)

วันที่ 12 ตุลาคม 2537

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ Dr. Stephen Elliott และ ผศ. อภิญญา ผลิโกมล เป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ ต่าง ๆ จนการวิจัยตรั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. สายสมร ลำยอง , ดร. อุราภรณ์ สอาดสุด และ อาจารย์ สกุณณี บวรสมบัติ ที่กรุณาตรวจสอบและให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการเขียนและทำงานวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณจันทรารักษ์ โตวรานนท์ , คุณปานมุก วัชรปิยะโสภณ , คุณปรัชญา ศรีสง่า , คุณสุกัญญา เปลี่ยมทรัพย์ , คุณมณธิดา กาวิชัย , คุณสุกัญญา บุญนำมา , คุณรัตนา ทองประเทือง , คุณ Abdule Manan และ เพื่อน ๆ ภาควิชาชีววิทยาที่มีส่วนช่วยเหลืองานวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างมาก

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ- คุณแม่ ที่ให้การอุปการะเลี้ยงดู เป็นกำลังใจ และให้การส่งเสริมสนับสนุนในการศึกษา จนข้าพเจ้าสามารถสำเร็จการศึกษาและทำงานวิจัยนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

พัชชา อินคำสืบ

12 ตุลาคม 2537

ชื่อเรื่อง ผลของไมคอร์ไรซาต่อการงอกและการเจริญของเมล็ดพืชป่าบางชนิด บริเวณ อุทยานแห่งชาติดอยสุเทย-ปุย และบริเวณมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ชื่อผู้เขียน นางสาวพัชชา อินคำสืบ

วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาชีววิทยา

คณะกรรมการตรวจสอบ

Dr. Stephen D. Elliott	ประธานกรรมการ
รศ.ดร. สายสมร ลำยอง	กรรมการ
ดร. อุราภรณ์ สอาดสุด	กรรมการ

บทคัดย่อ

จากการศึกษาผลของไมคอร์ไรซาต่อการงอกและการเจริญของเมล็ดพืชป่า โดยใช้เมล็ดจากต้นไม้ 5 ชนิด คือ ต้นเสี้ยวดอกแดง (*Bauhinia purpurea Linn.*) , ต้นยมหอม (*Toona ciliata M. Roen*) , ต้นอะราง (*Peltophorum dasyrachis (Miq) Kurz.*), ต้นมะกอกฟาน (*Turpinia pomifera DC.*) และต้นเลี่ยน (*Melia toosandra Sieb & Zucc*) โดยเมล็ดพืช 2 ชนิด คือ เมล็ดต้นเลี่ยน และ เมล็ดต้นมะกอกฟาน เก็บจากป่าบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ส่วนเมล็ดต้นเสี้ยวดอกแดง เก็บจากป่าบริเวณมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในการวิจัยได้แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุด ในพืชแต่ละชนิด ดังนี้ ชุดที่ 1 คือชุดซึ่งใช้ดินจากบริเวณรอบรากพืชแต่ละชนิดโดยไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ ชุดที่ 2 ใช้ดินบริเวณรอบรากพืชผ่านการฆ่าเชื้อ และ ชุดที่ 3 คือชุดดินบริเวณรอบรากพืชผ่านการฆ่าเชื้อ และผสมสปอร์ที่มีชีวิตของเชื้อวีเอไมคอร์ไรซา ซึ่งเชื้อที่ใช้คือ *Glomus microcarpus* ดินที่นำมาทดลองจะนำไปทดสอบหา สภาพที่ใช้ในการฆ่าเชื้อในดินที่เหมาะสม พบว่า เมื่อใช้ความดัน 15 ปอนด์ ต่อตารางนิ้วที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียศ เป็นเวลา 1 ชั่วโมงติดต่อกัน 3 ครั้ง กับดิน 0.5 กิโลกรัม สามารถฆ่าเชื้อได้อย่างสมบรูณ์ และจากการทดลอง เรื่องการงอกและอัตราการเจริญของพืชทั้ง 5 ชนิด พบว่าพืช 3 ชนิดเท่านั้นที่สามารถงอกและเจริญต่อไปได้ คือต้นเสี้ยวดอกแดง ต้นยมหอม และต้นมะกอกฟาน ซึ่งจากการทดลองไมคอร์ไรซาจะไม่มีผลต่อเปอร์เซนต์การงอก แต่ในดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อจะเพิ่มอัตราการงอกของต้นยมหอมมากกว่า ต้นยมหอมที่ปลูกในชุดการทดลองอื่น อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ส่วนการผสมเชื้อ *G. micropus* ลงไปในดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อนั้นไม่มีผลต่อทุกพารามิเตอร์ยกเว้นเพิ่มเปอร์เซ็นต์การเข้าสู่รากพืช (p = 0.05) สำหรับดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อสามารถเพิ่มประ

สิทธิภาพ ในการงอกของต้นยมหอม รวมทั้งเพิ่มอัตราการเจริญและความสูงของต้นยมหอม และต้นเสี้ยวดอกแดงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเนื่องมาจากการฆ่าเชื้อในดินสามารถกำจัดพาโทเจน (pathogen) ในดินได้

Research title Effect of Mycorrhyiza on Germination and Seeding Frowth Rate of Native Tree Species at Doi Suthep-Pui National Park and Chinag Mai University

Author Miss Patcha Incomserb

B.Sc. Biology

Examining committee

Dr. Stephen D. Elloitt	Chairman
Assoc. Prof. Dr. Saisamorn Lumyong	Member
Dr. Uraporn Sardsud	Member

Abstract

This study investigated the effects of vesicular - arbuscular mycorrhiza on germination and growth rate of 5 tree species : *Bauhinia purpurrea Linn.* , *Toona ciliata M. Roem* , *Peltophorum dasyrachis Miq. Kunz, Turpinia pomifera DC. and Melia toosandra Sieb&Zuee.*

Two species : *M. toosandra* and *T. pomifera* , were selected from Doi Suthep - pui National Park. *B. purpurea* , *T. ciliata* and *P. dasyrachis* seeds were collected in Chiang Mai University. In the experiment, 3 treatments were set up for each species : i) soil from around the roots of the adult trees was used. ; ii) Sterilized soil was prepared and iii) sterile soil was inoculate with the mycorrhizal fungus, *Glomus micropus* . A pilot study was carried out to determine the condition required to steriled soil. The most effective sterilization method was 1/2 kg of soil placed in a autoclave at 121 °c , 15 pound/inch^2 for 3 hr .

only Three species germinated and survived : *B. purpurea* , *T. ciliata and T. pomifera* . Mycorrhiza had no effect on the percent germination rate. But soil sterilization increased germination rate of *T. cilita* (p. = 0.05) . Inoculation of soil with *G. microcarpus* had no significant effect on any of the parameters measured , except percent root infection of seedlings at two end of experiment which was significantly increased ($p \leq 0.05$). Soil sterilization significantly increased germination of *T. ciliata* and increased height and growth rate of *B. purpurea* and *T. ciliata* . It is likely that sterilization had a significant effect by eradicating pathogens from the soil.

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อ	ง
Abstract	ฉ
รายการภาพประกอบ	ซ
รายการตารางประกอบภาคผนวก	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทบทวนเอกสาร	3
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	29
บทที่ 4 ผลการทดลอง	40
บทที่ 5 อภิปรายผลการทดลอง	53
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง	56
เอกสารอ้างอิง	57
ภาคผนวก	61
ภาคผนวก ก. สารเคมีที่ใช้	62
ภาคผนวก ข. ตารางวิเคราะห์ทางสถิติ	64
ประวัติผู้เขียน	77

รายการภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
1	ลำดับขั้นของการเข้าสู่รากของพืชโดยอาศัยเส้นใย	7
2	การเกิดอาร์บัสคูลและลักษณะไดโคโตมัส	7
3	การเข้าสู่รากพืชของวีเอไมคอร์ไรซา	8
4	ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิเฉลี่ยของดอยสุเทพในรอบปี 2535	22
5	ภาพลักษณะดอกและใบของต้นเสี้ยวดอกแดง	24
6	ภาพลักษณะใบและฝักของต้นอะราง	25
7	ภาพลักษณะใบและลำต้นของต้นยมหอม	26
8	สภาพการปลูกในกระบะของพืช	36
9	สภาพการปลูกพืช 1 ชนิด ชนิดละ 3 ชุดการทดลอง กั้นพลาสติก	39
10	สภาพยมหอมที่ปลูกในดินฆ่าเชื้อผสม *G. microcarpus* ซึ่งมีพลาสติกกั้นในแต่ละชุดการทดลอง	39
11	germination rate of *B. purpurea* in 3 treatment	41
12	germination rate of *T. ciliata* in 3 treatment	42
13	germination rate of *T. pomifera* in 3 treatment	43
14	เปอร์เซนต์การงอกของพืชทั้ง 3 ชนิด ในดินทั้ง 3 ชนิด	44
15	ภาพมะกอกฟานที่ปลูกในดินชุดที่ 1,2 และ 3 ตามลำดับ	45
16	ภาพรากมะกอกฟานที่ปลูกในดินทั้ง 3 ชนิด	46
17	ภาพรากยมหอมที่ปลูกในดินฆ่าเชื้อและดินฆ่าเชื้อผสม *G. microcarpus*	46
18	ความสูงเฉลี่ยสุดท้ายของพืชทั้ง 3 ชนิด ในดินทั้ง 3 ชนิด	47
19	ภาพต้นเสี้ยวที่ปลูกในดินทั้ง 3 ชนิด	48
20	จำนวนใบเฉลี่ยสุดท้ายของพืชทั้ง 3 ชนิดในดินทั้ง 3 ชนิด	49
21	น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของพืชทั้ง 3 ชนิดในดินทั้ง 3 ชนิด	51
22	ภาพรากต้นเสี้ยวที่ปลูกในดินทั้ง 3 ชนิด	52
23	ภาพรากยมหอมที่ปลูกในดินฆ่าเชื้อและดินฆ่าเชื้อผสม *G. microcarpus*	52

รายการตารางประกอบภาคผนวก

ตารางที่		หน้า
1	เปอร์เซนต์การงอกเฉลี่ยวันสุดท้ายของพืชทั้ง 3 ชนิด ในแต่ละชุดการทดลอง	65
2	ความสูงเฉลี่ยสุดท้ายของพืชทั้ง 3 ชนิดในแต่ละชุดการทดลอง	65
3	จำนวนใบเฉลี่ยสุดท้ายของพืชทั้ง 3 ชนิดในแต่ละชุดการทดลอง	66
4	น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของพืชแต่ละชนิดในแต่ละชุดการทดลอง	66
5	เปอร์เซนต์การเข้าสู่รากของพืชแต่ละชนิดในแต่ละชุดการทดลอง	67
6	การวิเคราะห์ Anova และ Scheffe ของต้นเสี้ยวถึงความแตกต่าง ในแต่ละชุดการทดลอง ในเรื่องความสูงเฉลี่ยสุดท้าย	68
7	การวิเคราะห์ Anova และ Scheffe ของต้นมะกอกฟานถึงความ แตกต่างในแต่ละชุดการทดลอง ในเรื่องความสูงเฉลี่ยสุดท้าย	69
8	การวิเคราะห์ Anova และ Scheffe ของต้นยมหอมถึงความแตกต่าง ในแต่ละชุดการทดลอง ในเรื่องความสูงเฉลี่ยสุดท้าย	70
9	การวิเคราะห์ Anova และ Scheffe ของต้นเสี้ยวถึงความแตกต่าง ในแต่ละชุดการทดลอง ในเรื่องจำนวนใบเฉลี่ยสุดท้าย	71
10	การวิเคราะห์ Anova และ Scheffe ของต้นมะกอกฟานถึงความ แตกต่างในแต่ละชุดการทดลอง ในเรื่องจำนวนใบเฉลี่ยสุดท้าย	72
11	การวิเคราะห์ Anova และ Scheffe ของต้นยมหอมถึงความแตกต่าง ในแต่ละชุดการทดลอง ในเรื่องจำนวนใบเฉลี่ยสุดท้าย	73
12	การวิเคราะห์ Anova และ Scheffe ของต้นเสี้ยวถึงความแตกต่าง ในแต่ละชุดการทดลอง ในเรื่องเปอร์เซนต์การเข้าสู่ราก	74
13	การวิเคราะห์ Anova และ Scheffe ของต้นมะกอกฟานถึงความ แตกต่างในแต่ละชุดการทดลอง ในเรื่องเปอรเซ็นต์การเข้าสู่ราก	75
14	การวิเคราะห์ Anova และ Scheffe ของต้นยมหอมถึงความแตกต่าง ในแต่ละชุดการทดลอง ในเรื่องเปอร์เซนต์การเข้าสู่ราก	76

บทที่ 1

บทนำ

จากการสำรวจป่าไม้ในประเทศไทย เมื่อปีพ.ศ. 2504 พบว่ามีเนื้อที่ป่าประมาณ 180 ล้านไร่ หรือ 57% ของประเทศ แต่ผลจากการสำรวจเมื่อปี พ.ศ. 2417 พบว่ามีเนื้อที่ป่าไม้เหลือเพียง 118 ล้านไร่ หรือประมาณ 37 % ของพื้นที่ประเทศไทย และในปัจจุบันมีพื้นที่ป่าไม้เหลือเพียง 89 ล้านไร่ หรือเพียง 28% เท่านั้น จะเห็นได้ว่าจำนวนพื้นที่ป่าไม้เหลือน้อยลงทุกที และมีแนวโน้มว่าจะลดลงไปเรื่อยๆ เนื่องจากการลักลอบตัดไม้ทำลายป่า การทำไร่เลื่อนลอยและภัยธรรมชาติต่างๆ ซึ่งมีผลทำให้เกิดภัยธรรมชาติต่างๆ ตามมา เช่น น้ำท่วม ฝนแล้ง ดังนั้นจึงมีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความสนใจในโครงการปลูกป่าทดแทน ซึ่งเป็นการทดแทนป่าไม้ที่ได้ถูกทำลายไป แต่การปลูกป่านี้ต้องใช้เวลามาก เนื่องจากต้นไม้ส่วนใหญ่มีการเจริญช้า ไม่ทันต่อความต้องการของประเทศ การใส่ปุ๋ยทำได้แต่เสียค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นการคิดค้นเกี่ยวกับการเจริญของจุลินทรีย์ที่มีผลต่อการเจริญการพัฒนา และการอยู่รอดของต้นไม้จะให้ผลดีกว่า

ในสภาพธรรมชาติ นอกจากพืชจะได้รับอาหารจากดินโดยผ่านทางรากแล้ว เชื้อราไมคอร์ไรซาที่อาศัยอยู่กับรากพืช โดยมีความสัมพันธ์แบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน (Mutualistic symbiosis) เป็นตัวหนึ่งที่มีบทบาทช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชโดยเชื้อราชนิดนี้จะช่วยในการดูดซึมแร่ธาตุอาหารต่างๆ ให้แก่รากพืช เช่น P, Ca, N, K, Ma, Mg ฯลฯ ซึ่งแร่ธาตุเหล่านี้พืชสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทันที และสามารถเร่งการเจริญเติบโตได้มากเป็น 3-4 เท่า

จากการศึกษาพบว่า ถ้าปลูกพืชในดินที่มีธาตุฟอสฟอรัสในรูปที่ละลายยาก ซึ่งพืชนำไปใช้ประโยชน์โดยลำพังได้น้อย เช่น ในรูป rock phosphate หรือ tricalcium phosphate จะทำให้พืชที่มีวีเอไมคอร์ไรซาเจริญได้ดีกว่าพืชที่ไม่มี วีเอไมคอร์ไรซาเป็นร้อยเท่า (Mosse,1973 และ Hattingh et al., 1973 อ้างโดย หัสนัย, 2530)

จากผลต่างๆของไมคอร์ไรซาที่เป็นประโยชน์โดยทางตรงและทางอ้อมแก่พืชมากมายนั้น จึงเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้มีการศึกษาผลของไมคอร์ไรซาต่อการงอกและการเจริญของเมล็ดพืชป่าบางชนิด เพื่อเป็นแนวทางในการส่งเสริมการปลูกป่าทดแทนต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของวีเอไมคอร์ไรซาต่อการงอกและการเจริญของเมล็ดพืชป่า 5 ชนิด ที่เก็บจากบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ- ปุย และบริเวณมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

บทที่ 2

ทบทวนเอกสาร

ไมคอร์ไรซา (mycorrhiza) เป็นกลุ่มฟังไจกลุ่มหนึ่ง ที่อยู่รวมกับรากพืชโดยต่างฝ่ายต่างได้รับประโยชน์ร่วมกัน เป็นการอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน (Mutualism) โดยเชื้อราจะเจริญอยู่บริเวณรอบ ๆรากพืช หรือเข้าไปในเนื้อเยื่อของรากพืช แล้วนำเอาสารละลายแร่ธาตุอาหารต่าง ๆ เช่น N, P, K, Ca, Na, Mg, Mn, Fe, Cu, Zn, Al ฯลฯ. เข้าสู่รากพืช ขณะเดียวกันเชื้อราจะได้รับน้ำและสารประกอบคาร์โบไฮเดรตต่าง ๆ จากพืช (Gerdemann, 1964:Power and Bagyraj,1984 อ้างโดย หัสนัย 2530)

ไมคอร์ไรซาสามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ตามลักษณะการเข้าอยู่อาศัยในรากพืช คือ Ectomycorrhiza, Ectendomycorrhiza และ Endomycorrhiza (หัสนัย, 2530)

Endomycorrhiza อาจแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มย่อย โดยพิจารณาจากผนังกั้นของเส้นใย (septum) คือ พวกที่เส้นใยมีผนังกั้น ได้แก่ เชื้อราพวก Basidiomycetes และ Ascomycetesซึ่งจัดเป็นพวกราชั้นสูง เป็นตัน ส่วนพวกที่ไม่มีผนังกั้น ส่วนใหญ่เป็นราในตระกูล Phycomycetes ซึ่งราพวกนี้สามารถสร้างโครงสร้างพิเศษ 2 อย่าง คือ เวสสิเกิล (Vesicles) และ อาบัสคูล (Arbuscules) ดังนั้นจึงอาจเรียกราชนิดนี้ว่า เวสสิคิวลา - อาบัสคิวลา ไมคอร์ไรซา (Vesicular - Arbuscular mycorrhiza) หรือเรียกย่อ ๆว่า วีเอไมคอร์ไรซา (VA mycorrhiza) ซึ่งมีรายงานว่า มีความสำคัญและมีประโยชน์ต่อการเติบโตของพืช โดยเฉพาะพืชเศรษฐกิจ เช่น ไม้ป่า, ข้าวโพด, ถั่วเหลือง, อ้อย, มันสำปะหลัง, ฝ้าย, หอม, กระเทียม, ยาสูบ, ส้ม, แอปเปิ้ล, และ มะละกอ เป็นต้น (ออมทรัพย์, 2525)

ลักษณะทั่วไปของ วีไมคอร์ไรซา

วีเอไมคอร์ไรซาเป็นฟังไจชนิด Endomycorrhiza และเติบโตเฉพาะภายในเซลล์ของรากพืช มีการสร้างเส้นใยเจริญอยู่ภายในดินภายนอกรากพืช (external mycelium) และเจริญเข้าไปในเซลล์ของรากพืช (internal mycelium) โดยเมื่อเส้นใยงอกออกจากสปอร์ในรูป germ tube ถ้าไม่มีรากพืชที่เหมาะสมอยู่ใกล้ๆ ไซโตพลาซึมภายใน germ tube จะถูกดึงกลับไปยังสปอร์ และมีการสร้างผนังขึ้นมากั้น ดังนั้นสปอร์จึงกลับไปอยู่ในสภาพพักตัวอีกครั้ง แต่ถ้าได้รับสิ่งกระตุ้นสปอร์จะงอกได้อีกครั้ง (Mosse,1956)

เส้นใยที่เจริญอยู่ในดินภายนอกรากพืช จะเจริญอย่างหลวมๆ ยื่นยาวสู่ดินประมาณ 1 เซ็นติเมตร เส้นใยมี 2 ลักษณะ คือ เส้นใยที่มีผนังกั้นเป็นเส้นใยเล็กละเอียด ผนังบาง มีการแตกแขนงมากเมื่อแก่เต็มที่ เส้นใยจะมีอายุสั้น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2-7 ไมโครเมตร เส้นใยที่อยู่รอบๆ รากพืชจะมีการสร้างสปอร์ที่มีผนังหนาขนาดใหญ่เรียก Chlamydospore ลักษณะของสปอร์จะมีรูปร่างกลมหรือรี มีหลายสี เช่น เหลือง น้ำตาล แดง และขาว มี Subtending hypha ซึ่งเป็นส่วนของเส้นใยที่ยื่นยาวออกมาลักษณะคล้ายหาง มีรูปร่างได้หลายแบบ เช่น แบบท่อตรงธรรมดา กระเปาะ หรือ กรวย โดยในพืชชนิดเดียวอาจจะพบลักษณะของสปอร์ได้หลายแบบ เส้นใยอีกชนิดหนึ่งคือ เส้นใยที่ไม่มีผนังกั้นตามขวาง มีผนังหนา มีหลายนิวเคลียส มีไซโตพลาซึมอยู่มาก รูปร่างไม่แน่นอน ขนาดเส้นผ่าศูยน์ประมาณ 20-27 ไมโครเมตร เป็นส่วนของเส้นใยที่จะเจริญเข้าไปในเซลล์ราก โดยจะเจริญอยู่บริเวณชั้นผิว(epidermis) รอบๆรากพืชและเจริญเข้าสู่รากพืชโดยการสร้าง appressorum แทงผ่านเซลล์ผิวโดยเข้าไปในระยะที่พืชยังอ่อนอยู่ และเข้าไปอยู่ระหว่างเซลล์ หรืออาจจะเจริญอยู่ภายในเซลล์รากพืช ซึ่งเส้นใยของเชื้อรานี้จะเจริญในส่วนที่เป็นชั้นคอร์เทกซ์ของรากเท่านั้น จะไม่เจริญเข้าไปถึงชั้น epidermis, stele และส่วนของเนื้อเยื่อจริง (meristem) ของรากพืช จะไม่เจริญเข้าสู่เซลล์ที่มีคลอโรพลาส์ด้วย (Harley,1972; Jackson and Mason, 1984, Gerdemann, 1968 อ้างโดยพรทิพย์ 2537) เส้นใยเมื่อแทงผ่านชั้นอิพิเดอร์มีส ของรากเข้าไปในชั้นคอร์เทกซ์แล้วนั้น จะมีการเจริญพัฒนาไปเป็นโครงสร้าง 2 อย่าง คือ อาบัสคลู และเวสสิเคิล ดังรูปที่ 1

อาร์บัสคลู

เป็นโครงสร้างที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ชั้นคอร์เทกซ์ เมื่อเส้นใยของฟังไจแทรกผ่านผนังเซลล์เข้าไปแล้วดันให้ผนังเซลล์บุ๋มลงไป เนื่องจากแรงดันออสโมซิสภายในเซลล์ของเส้นใยส่วนที่ดันเข้าไปนั้นสูงกว่ารากพืชบริเวณนั้น (หัสนัย , 2530) ซึ่งส่วนของเส้นใยที่บุ๋มเข้าไปนี้จะทำหน้าที่เป็นก้านใหญ่ของอาร์บัสคลูในการที่จะแตกแขนงแบบ dichotomous branching ตรงบริเวณปลายเส้นใยทำให้มีลักษณะคล้ายพุ่มไม้เล็กๆ ส่วนปลายสุดของแขนงจะแคบและแหลม บางครั้งส่วนปลายสุดจะพองออกเป็นกระเปาะกลมๆ เรียกว่า sporangiolespore

จากการศึกษาพบว่าในอาร์บัสคลู มีเม็ดของสารพวก โพลีฟอสเฟตเป็นจำนวนมาก โดยเป็นฟอสเฟตที่ได้มาจากดินซึ่งลำเลียงเข้ามาโดยอาศัยการไหลของไซโตพลาซึมจากกลุ่มเซลล์ตอนกลางของรากมายังอาร์บัสคลู นอกจากนี้ยังพบว่าในอาร์บัสคลูมีนิวเคลียส, ไมโตคอนเดรีย, ไกลโครเจน, เม็ดน้ำมัน (polyvesicular bodies) เป็นจำนวนมาก จากนี้นอาร์บัสคลูซึ่งมีอายุในช่วงจำกัดประมาณ 2-3 วัน จะถูกเอนไซม์ของพืชย่อยสลาย ไปเป็นรูป inorganic phosphate ที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ (Gerdemann, 1968: Schenck, 1981) และต่อมา Schenck (1982) พบว่ามีการเจริญของอาร์บัสคลูมากกว่าการเกิดอาร์บัสคลูใหม่ในเซลล์เดิม โดยอาร์บัสคลูใหม่จะเจริญขึ้นมาภายหลังจากอันเก่าเสื่อมสลายไปแล้ว และพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงในเซลล์พืชขณะที่มีการสร้างอาร์บัสคลู เช่น นิวเคลียสมีขนาดใหญ่ขึ้น ตรวจไม่พบแป้งในเซลล์พืช แต่พออาร์บัสคลูสลายตัวไป นิวเคลียสจะกลับมามีขนาดเท่าเดิมและพบแป้งเช่นเดิม (Cooke, 1977)

เวสสิเคิล

เวสสิเคิลจะเกิดขึ้นภายหลังจากที่อาร์บัสคลูถูกทำลายไป เวสสิเคิลเป็นส่วนหนึ่งของเส้นใยที่มีลักษณะเป็นก้อนกลม เป็นแอ่งหรือถุงที่ตอนกลางหรือตอนปลายสุดของเส้นใยเชื้อราวีเอไมคอร์ไรชา ซึ่งจะพบเวสสิเคิลได้ในเซลล์หรือระหว่างเซลล์ของรากพืชขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่แน่นอน อาจจะอยู่ในช่วง 30-50 ไมโครเมตร หรือ 80-100 ไมโครเมตร โครงสร้างของ

เวสสิเคิลจะมีผนังคล้าย Chlamydospore หรืออาจมีผนังบาง รูปร่าง ไม่แน่นอนคล้ายคลึงกับ Chlamydospore เล็กน้อย ไซโตพลาสซึมของเวสสิเคิลในระยะแรกจะมีความหนาแน่นปานกลาง มีนิวเคลียส เม็ดไขมันขนาดเล็กจำนวนมาก และมีไกลโคลเจนอยู่ภายใน เมื่อเวสสิเคิลโตเต็มที่ ไซไตพลาสซึมจะเพิ่มขึ้น โครงสร้างและส่วนประกอบสำคัญต่าง ๆภายในจะเห็นยากขึ้น เม็ดไขมันจะใหญ่ขึ้นและมีปริมาณมากจนเกือบเต็มเวสสิเคิล และเมื่อเวสสิเคิลโตเต็มที่จะมีการสร้างผนังขึ้นมากั้นช่องเปิดระหว่างเวสสิเคิลกับเส้นใยที่ให้กำเนิด ทำให้เจริญกลายเป็น Chlamydospore และหลุดออกจากเซลล์พืชสู่ดินได้ หรืออาจอยู่ในรากพืชที่ตายแล้วก็ได้ (Gerdermann , 1968; Harley, 1972 ; หัสนัย 2530)

<u>การจัดจำพวกของวีเอไมคอร์ไรซา</u>

Trappeand Schenck (1982) ได้จัดจำแนกเชื้อวีเอไมคอร์ไรซา ไว้ดังนี้

Kingdom : Myceteae

Division : Eumycota

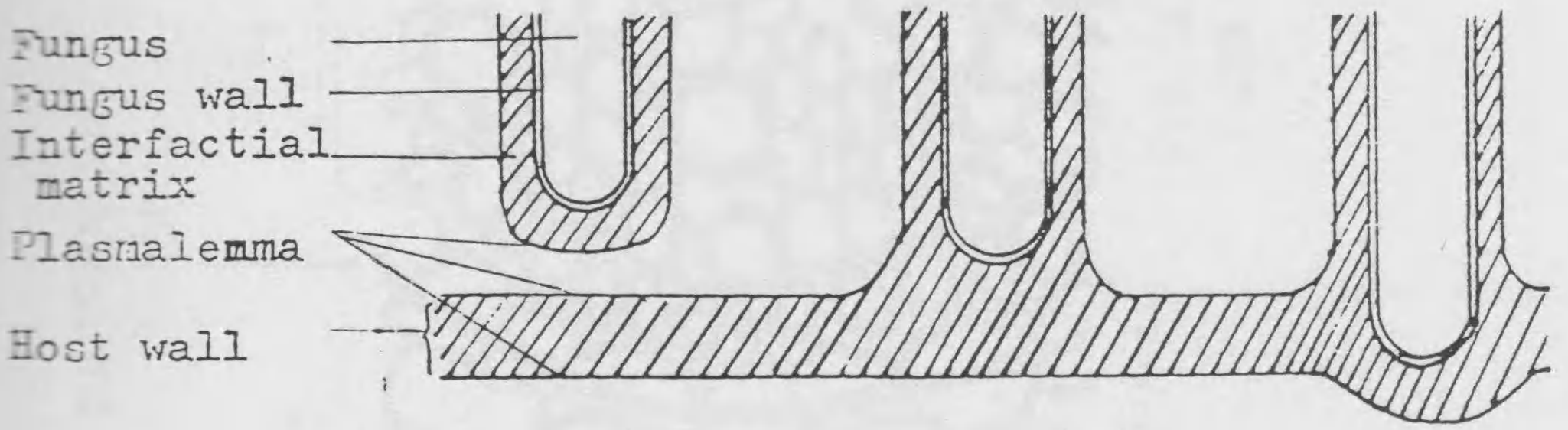
Class : Zygomycetes

Order : Endogonales

Family : Endogonaceae

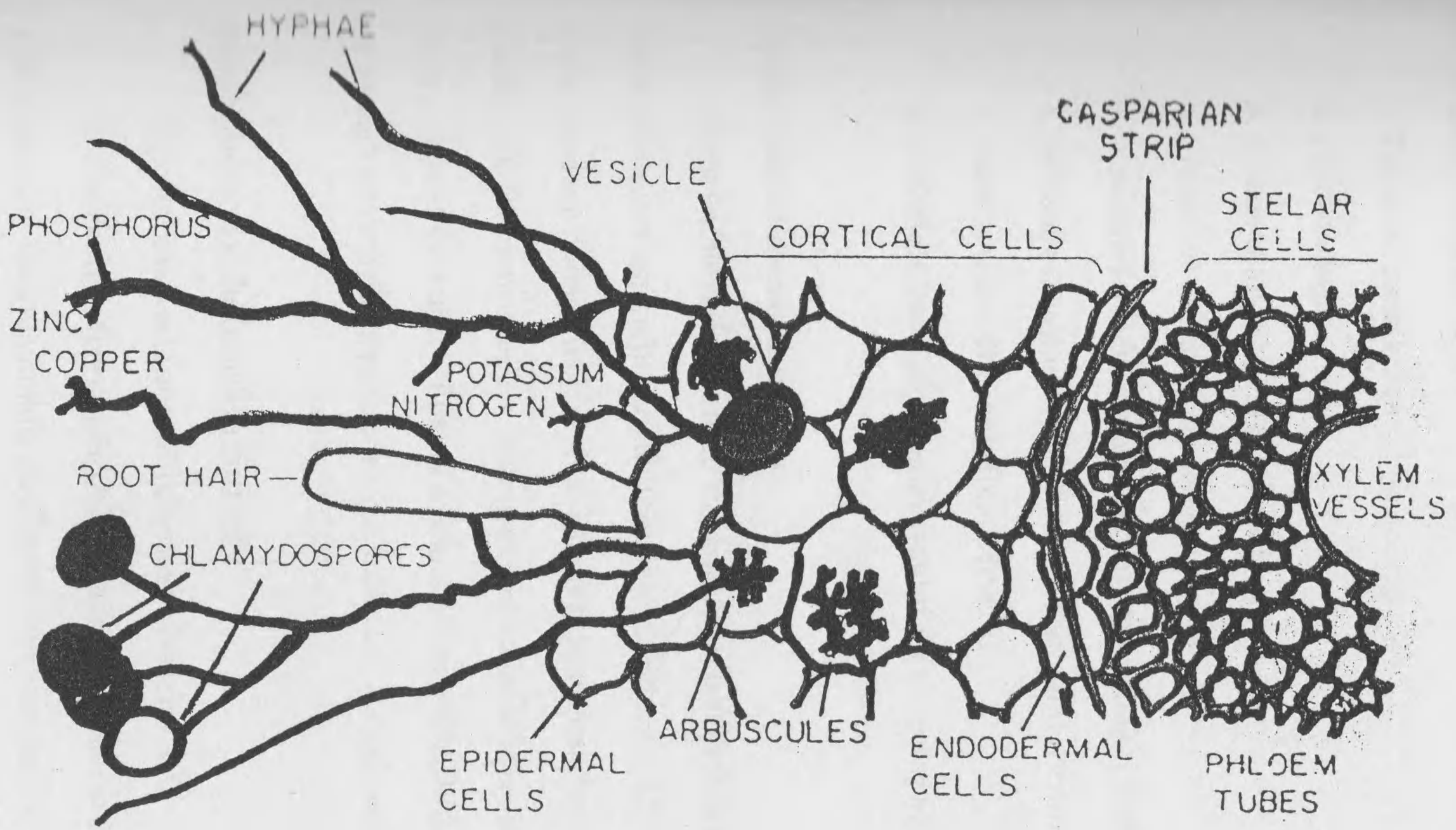
Genus : ประกอบด้วย 9 จีนัส คือ

Acaulospora, Endogone, Gigaspora, Glaziella, Glomus, Modicella, Scierocystis, Complexipes, และ Entrophospora



ภาพที่ 1 ลำดับขั้นตอนการเข้าสู่รากพืชของไมคอร์ไรซาโดยอาศัยเส้นใย

ภาพที่ 2 การเกิดอาร์บัสคลูแสดงลักษณะไดโคโตมัส



ภาพที่ 3 แสดงการเข้าสู่รากพืชของไมคอร์ไรซา

การจำแนกชนิดของวีเอไมคอร์ไรซา สามารถจัดจำแนกตามลักษณะต่อไปนี้ (Hall, 1984 อ้างโดย อภิญญา และคณะ, 2533)

1. สีของสปอร์ และสปอร์โรคาร์ป (sporocarp)

2. ชนิดของ subtending hypha

3. ขนาดของสปอร์ สปอร์โรคาร์ป และ subtending hypha

4. จำนวนชั้นของผนังสปอร์ และsubtending hypha

5. ผิวของสปอร์ สปอร์โรคาร์ป ลักษณะเรียบ ขรุขระ หรือมีปุ่ม มีเกล็ด หรือมีเส้นใย

6. รูปทรงของ subtending hypha เป็นแบบท่อตรงธรรมดา กระเปาะ หรือ กรวย

7. สปอร์โรคาร์ปและจำนวนสปอร์ในสปอร์โรคาร์ป

8. การมีหรือไม่มีผนังกั้นที่รอยต่อระหว่างสปอร์ กับ subtending hypha

<u>ลักษณะสำคัญของ *Glomus microcarpus*</u>

เชื้อราชนิดนี้มีการสร้างสปอร์แบบ Chlamydospore โดยสปอร์มีสีขาวถึงสีเหลือง ในระยะที่ยังอ่อนจะมีของเหลวใสอยู่ภายใน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 50-500 ไมโครเมตร บรรจุอยู่ภายใน sporocarp ที่มีขนาดใหญ่ราว 1-5 มิลลิเมตร รูปทรงกลมหรือแหลมหัวแหลมท้าย ผนังสปอร์มี 2 ชั้น มีความหนารวมกัน 7 ไมโครเมตร ผิวของสปอร์ไม่มีส่วนประดับใด ๆ มี subtending hypha เป็นแบบท่อธรรมดา ที่ปลายด้านที่เชื่อมต่อกับสปอร์มีรูแต่ไม่มีผนังปิดกั้น ขนาดของ subtending hypha กว้างที่สุดประมาณมากกว่า 3 ไมโครเมตร (อภิญญา และคณะ, 2533)

<u>ความสัมพันธ์ระหว่าง วีเอไมคอร์ไรซากับรากพืช</u>

เชื้อราวีเอไมคอร์ไรซาสามารถเข้าไปในรากพืชได้หลายทาง ดังนี้

1. เชื้อราวีเอไมคอร์ไรซาจะเจริญเข้าไปในรากโดยตรงทางขนราก หรือ epidermis cell ขึ้นอยู่กับอายุของราก โดยผ่านกลไกที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของเอนไซม์ จากการศึกษาภายในกล้องจุลทรรศน์ การแทงเส้นใยเข้าไปในรากพืชของ *Gigaspora margarita* และ *Glomus monosporum*

พบว่า ขณะที่เส้นใยมีการแทงทะลุผ่านผนัง เส้นใยจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลดลงแล้วจะกลับมามีเส้นผ่าศูนย์กลางเท่าเดิม และจะเปลี่ยนรูปร่างเป็นห่วง

2. เชื้อราวีเอไมคอร์ไรซาจะเจริญเข้าไปในรากโดยมีการสร้าง appressorium ผ่านช่องว่างระหว่างผิวชั้นนอกของราก และเข้าไปยังเซลล์บริเวณคอร์เทกซ์เป็นชุดแรกและมีรูปร่างเป็นรูปห่วงอยู่ภายในเซลล์

3. เชื้อราวีเอไมคอร์ไรซา จะเจริญเข้าไปในรากโดยการแทงเส้นใยเข้าไปในอิพิเดอร์มีสของรากพืชและแพร่กระจายไปสู่เซลล์อื่น (อ้างโดยเกศสุคนธ์ ,2535)

ในบางครั้งอาจมีพืชหลายชนิดที่ไม่พบวีเอไมคอร์ไรซาในรากแต่พบว่ามีสปอร์อยู่ในดิน ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากพืชดังกล่าวเป็นพืชที่วีเอไมคอร์ไรซาไม่สามารถอยู่ร่วมได้ซึ่งเรียกว่า nonmycorrhizal plants เช่น คะน้า แต่ในกรณีที่เป็นพืชที่มีวีเอไมคอร์ไรซา ซึ่งเรียกว่า mycorrhizal plants แต่ไม่พบวีเอไมคอร์ไรซาในราก อาจมีสาเหตุมาจากสภาพแวดล้อมและปัจจัยหลายประการที่ทำให้วีเอไมคอร์ไรซาเข้าสู่รากไม่ได้ เช่น การที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง, ความเข้มข้นของแร่ธาตุในดินมีมาก, จุดที่เส้นใยแทงเข้าไปในรากมีน้อยลง, อุณหภูมิสูงมาก, ค่าความเป็นกรดด่างที่ต่ำมากและผลจากการใช้สารพวก fungitoxicant เป็นต้น (ออมทรัพย์และคณะ , 2529)

นอกจากนี้การเข้าสู่รากพืชของวีเอไมคอร์ไรซา ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของรากพืช หรืออาจพบการเปลี่ยนแปลงของรากพืชน้อยมาก ซึ่งจะพบได้ในพืชบางชนิด เช่น อาจพบการเปลี่ยนแปลงของสีที่รากได้ ตัวอย่างเช่น การที่วีเอไมคอร์ไรซาเข้าสู่รากของหัวหอม ทำให้รากเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีเหลืองอ่อน โดยปกติความมากน้อยของสีจะขึ้นอยู่กับปริมาณการเข้าสู่รากพืชของวีเอไมคอร์ไรซา สีเหลืองนี้เมื่อถูกแสงอาทิตย์ก็จะสลายไป และสามารถละลายน้ำได้ จึงเป็นการยากในการแยกความเตกต่างระหว่างรากที่มีไมคอร์ไรซาและรากที่ไม่มีไมคอร์ไรซา (พรทิพย์, 2537)

การเพิ่มขึ้นของขนาดและจำนวนกิ่งก้านที่แตกสาขาของรากที่มีเชื้อราวีเอไมคอร์ไรซา จะสามารถพบการเปลี่ยนแปลงนี้ได้แต่ไม่ชัดเจนนัก ในรากพืชที่มีวีเอไมคอร์ไรซาส่วนใหญ่จะไม่พบขนราก แต่อย่างก็ตามในพืชบางชนิด อาจพบขนรากได้แต่ในจำนวนน้อยกว่ารากที่ไม่มีวีเอไมคอร์ไรซา (Jackson and Mason, 1984 : Gerdemann, 1968 อ้างโดย พรทิพย์ ,2537)

ผลของวีเอไมคอร์ไรซาที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช

1) วีเอไมคอร์ไรซาช่วยเพิ่มเนื้อที่ในการดูดซึมและสะสมแร่ธาตุอาหารต่าง ๆ

เนื่องจากสายใยของราไมคอร์ไรซาแพร่กระจายไปในดิน จึงทำหน้าที่เปรียบเสมือนเป็นส่วนหนึ่งของรากฝอย จึงช่วยเพิ่มพื้นที่ในการดูดซึมน้ำและแร่ธาตุต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ให้กับต้นไม้ (ประกิตติ์สิน, 2523)

วีเอไมคอร์ไรซามีส่วนช่วยอย่างมาก สำหรับพืชที่ปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีธาตุอาหารน้อยหรือไม่มีเลย โดยเฉพาะในดินที่มีปริมาณฟอสฟอรัสต่ำ (Mosse, 1973) ซึ่งปกติแล้วฟอสฟอรัสในดินจะถูกดูดซับติดกับอนุภาคของดินและจะสลายตัวออกอย่างช้า ๆทำให้เกิดขาดธาตุอาหารขึ้นบริเวณรอบรากพืช แต่เส้นใยของวีเอไมคอร์ไรซาที่เจริญออกไปจากรากพืชจะสามารถช่วยดูดธาตุฟอสฟอรัสให้พืชจากบริเวณรอบนอกออกไป เพื่อนำไปใช้ให้เพียงพอต่อความต้องการของพืช โดยซึมผ่านจากเซลล์ของเชื้อราเข้าสู่รากพืช ทำให้พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ (Hattingh et al., 1973)

ในกรณีถั่วเหลือง วีเอไมคอร์ไรซาสามารถเพิ่มการเจริญและผลผลิตของถั่วเหลืองประมาณ 30-40% สำหรับการเพิ่มปริมาณการดูด ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม แคลเซียม ทองแดงและแมงกานิส โดยพบว่าในพืชที่มีวีเอไมคอร์ไรซา สูงกว่าพืชที่ไม่มีวีเอไมคอร์ไรซา ซึ่งวีเอไมคอร์ไรซาสามารถดูดฟอสฟอรัสได้โดยตรง จากสภาพที่พืชไม่สามารถนำมาใช้ได้ (Allen et al., 1982 : Gianinazzi-pearson and Gianinazzi, 1981 อ้างโดย พรทิพย์ ,2537)

จากการรายงานของ Hall (1997) พบว่าเมื่อผสมเชื้อ *Glomus fasciculatus* ให้กับ white clover, ดอกบัว และ rye grass ในดินที่ไม่เติมฟอสฟอรัสและในดินที่เติมฟอสฟอรัสกับภาวะต่าง ๆ พบว่า วีเอไมคอร์ไรซาดังกล่าวมีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักแห้งของรากพืชทั้ง 3 ชนิดเฉพาะในดินทีไม่มีการเติมฟอสฟอรัส

ในการศึกษาผลของวีเอไมคอร์ไรซากับพืชสวน เช่นต้นสตรอเบอรี่ที่ได้รับการเพาะเชื้อ Glomus sp, , Acaulospora sp. , Glomus sp. ร่วมกับ Acaulospora sp. มีอัตราการเจริฐเติบโต น้ำหนักแห้ง ลำต้น ใบ ก้านใบและราก พื้นที่ใบและดัชนีพื้นที่ใบ มากกว่าต้นที่ไม่ได้เพาะเชื้อชนิด Acaulospora sp. จะมีการเจริญเข้าไปในรากมากที่สุด (เกศสุคนธ์, 2535๗

Sihamoth และ Todd ใช้เทคนิค Electron microbean พิสูจน์ว่าเซลล์ชั้นอิพิเดอร์มิส เซลล์ชั้นคอร์เทกซ์และเซลล์ของท่อนำน้ำและอาหารของรากสน Pinus taeda ที่ติดเชื้อราไมคอร์ไรซา *Cenococcum graniforme* และ *Pisolithus tinctorius* มีปริมาณของธาตุ แมกนีเซียม, ฟอสฟอรัส, กำมะถัน, โปแตสเซียมและแคลเซียม มากกว่ารากสนที่ไม่ติดเชื้อไมคอร์ไรซา นอกจากนี้ยังพบว่าธาตุเหล่านี้สะสมในแผ่นเส้นใยที่พันอยู่รอบ ๆรากพืช และเส้นใยที่แทงเข้าไปในเซลล์เป็นจำนวนมาก และมากกว่าเซลล์ของพืชที่ราอาศัยร่วมอยู่ด้วย จึงกล่าวได้ว่าราไมคอร์ไรซาทำหน้าที่ดูดซึมและสะสมแร่ธาตุต่าง ๆ ไว้ในสายใยของมันและจะถ่ายทอดธาตุอาหารต่าง ๆเหล่านี้ให้กับต้นไม้อีกทอดหนึ่ง (ประกิตติ์สิน, 2523)

2)ไมคอร์ไรซาสามารถเปลี่ยนแปลงแร่ธาตุอาหารจากสภาพที่พืชใช้ไม่ได้ให้อยู่ในสภาพที่พืชสามารถนำไปใช้ได้

รากพืชที่มีและไม่มีไมคอร์ไรซาอยู่ด้วยจะใช้ฟอสเฟตในดินเหมือนกัน และไม่สามารถใช้ฟอสเฟตในรูปที่ไม่ละลายน้ำได้เช่นกัน แต่สำหรับรากพืชที่มีไมคอร์ไรซาจะทำให้ฟอสเฟตละลายน้ำได้ในดินลดลงได้มากกว่ารากพืชที่ไม่มีไมคอร์ไรซา เป็นเหตุให้ระดับฟอสเฟตหรือความเข้มข้นของสารละลายฟอสเฟตลดลง เป็นผลให้มีการชักนำให้ฟอสเฟตที่อยู่ในรูปที่ไม่ละลายน้ำในดิน เปลี่ยนรูปกลายมาเป็นฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้อย่างช้า ๆเพื่อรักษาสมดุล (Mosse, 1981)

Daft and Nicolson, 1966 กล่าวว่า เมื่อเติมฟอสเฟตในรูปที่ละลายน้ำได้ยากให้แก่พืชที่มีวีเอไมคอร์ไรซาพบว่า ฟอสเฟตจะถูกดึงไปใช้ได้อย่างรวดเร็ว

เมื่อสารละลายฟอสเฟตถูกพืชนำไปใช้ ฟอสเฟตที่ถูยึดโดยอนุภาคของดินก็จะมีการละลายเข้าสู่สารละลาย เพื่อรักษาสมดุล จากการศึกษาพบว่า ฟอสเฟตจะมีความสามารถในการละลายน้ำมากที่สุดเมื่อ pH ประมาณ 6.3 (Mosse, 1981)

องค์ประกอบทางเคมีของฟอสเฟตในดิน ซึ่งมีผลต่อการเข้าอยู่อาศัยของวีเอไมคอร์ไรซาในรากพืช ซึ่ง Tinke (1975) ได้จัดจำพวกของแหล่งฟอสเฟตในดินไว้ดังนี้

1. Phosphate ion ในสารละลายหรือที่เกาะกับพื้นผิวของดิน สามารถเปลี่ยนแปลงและควบคุมสมดุลของฟอสเฟตในสารละลายในดินได้ง่าย

2. Phosphate ที่รวมตัวกันเป็นผลึก ที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงสมดุลของฟอสเฟตในสาร ละลายในดินได้อย่างรวดเร็ว

3. Phosphate ที่อยู่ในรูปสารประกอบอินทรีย์

ซึ่งแหล่งฟอสเฟตในข้อแรกเป็นแหล่งที่สามารถเปลี่ยนแปลงให้อยู่ในรูป ^{32}P ที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ง่าย ส่วนในข้อ 2 และ 3 เป็นแหล่งฟอสเฟตที่ไม่สามารถสลายตัวได้ง่ายในระยะเวลาอันสั้น และพืชไม่สามารถนำไปใช้ได้ แต่ว่าฟอสเฟตจากส่วนเหล่านี้ พืชอาจนำไปใช้ได้มากขึ้นเมื่อมีไมคอร์ไรซา เพราะจะสามารถชักนำให้ pH บริเวณ rhizosphere เข้าใกล้ 6.3 หรือว่า จะทำให้มี anion ออกมาบริเวณผิวรากเพื่อเป็นที่ยึดเกาะของฟอสเฟตไอออน หรือเพิ่ม activity ของฟอสเฟต และอาจเป็นไปได้ว่าไมคอร์ไรซา จะสร้างกรดอินทรีย์บางชนิด เช่น กรดอะซิติก หรือ กรดแลกติก มาละลายฟอสเฟตเหล่านั้น

กลไกการดูดซึมฟอสเฟตของวีเอไมคอร์ไรซาขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 3 อย่าง คือ ดิน พืช และฟังไจ ซึ่งสิ่งที่เป็นตัวกำหนดว่าไมคอร์ไรซา เพิ่มการดูฟอสเฟตของพืชได้หรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับ

1. ความต้องการฟอสเฟตของพืชแต่ละชนิด และความสามารถในการดึงฟอสเฟตของพืช แต่ละชนิด
2. ความเข้มข้นของฟอสเฟตในดิน
3. ระดับของสารอาหารในพืชและการปรับตัวของฟังไจให้เข้ากับดิน และสภาพแวดล้อมนั้น ๆ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการเข้าสู่รากพืชของไมคอร์ไรซา
4. ประสิทธิภาพในการดูดฟอสเฟตของพวก endophyte

นอกจากนี้ วีเอไมคอร์ไรซา ยังมีส่วนช่วยในการตรึงไนโตรเจนของพวกไรโซเบี่ยม โดยคาดว่ารากพืชที่มีวีเอไมคอร์ไรซาจะหลั่งสารที่มีฤทธิ์ไปกระตุ้นการตรึงไนโตรเจนจากอากาศของพวกจุลินทรีย์อิสระบริเวณรอบ ๆรากพืช และทำให้คุณสมบัติในการเป็นเยื่อเลือกผ่านของเยื่อหุ้มเซลล์เพิ่มขึ้นในระบบ symbiotic ต่าง ๆ และสารที่รากพืชที่มีและไม่มีไมคอร์ไรซาหลั่งออกมานั้น จะมีความแตกต่างกันอย่างมากทั้งทางด้านคุณภาพและปริมาณ (Mosse, 1981)

จากรายงานของ ประกอบ(2534) พบว่า การนำเมล็ดที่แก่จัดของเมล็ดพืชจากบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ- ปุย จำนวน 13 ชนิด พร้อมกับดินบริเวณรอบ ๆรากพืชโดยแบ่งการ

ทดลองเป็น 2 ชุด ชุดแรกใช้ดินที่ไม่ฆ่าเชื้อในการปลูก ชุดที่สองใช้ดินฆ่าเชื้อด้วนความดันไอในการปลูก แต่มีเมล็ดพืชเพียง 5 ชนิด ที่งอก และพบว่าต้นคางคาก (*Nyssa javanica*) และ ต้นมะดำดีควาย ที่ปลูกในดินที่ไม่ฆ่าเชื้อ(มีไมคอร์ไรซา)มีเปอร์เซนต์การงอกและการเข้าสู่รากสูงกว่าดินที่ฆ่าเชื้อ นอกจากนี้ยังมีรายงานของ Mannan(1994) เกี่ยวกับผลของไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของต้น *Albizia odoratissiam A. odoxatissima* ที่เก็บจากบริเวณอุทยานแห่งชาติ ดอยสุเทพ- ปุย เช่นกัน พบว่า วีเอไมคอร์ไรซามีผลต่อการเพิ่มการเจริญของเมล็ดพืชช่วง 1-3 เดือนหลังการเพาะเมล็ด นอกจากนั้นยังพบอีกว่าอัตราส่วนในการผสมดินเพื่อเตรียมการปลูกในอัตราส่วน ดินหัวเชื้อ 15 กรัม ต่อดินที่จะใช้ปลูก 1 กิโลกรัม มีผลทำให้น้ำหนักและความสูงของต้น *A. odoratissma* เพิ่มขึ้น จึงอาจกล่าวได้ว่า วีเอไมคอร์ไรซามีผลต่อการเพิ่มการเจริญเติบโตและการอยู่รอดของต้นไม้บริเวณ ป่าดิบชื้นในป่าเขตร้อน บริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ- ปุย

ในประเทศไทยพื้นที่ป่าโดยมากจะเป็นป่าจำพวก deciduous tropical forest ซึ่งป่าแบบนี้พบมากบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย โดยแบ่งได้เป็น 2 แบบใหญ่ๆ คือ ป่าแบบ deciduous forest (มักอยู่ในแถบพื้นที่ราบจนถึงป่าที่มีความสูง 950 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล และป่าแบบ evergreen forest ที่มักอยู่ในระดับความสูงตั้งแต่ 950 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลจนถึงยอดดอยปุยที่มีความสูง 1,685 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล (Manan,1994) นอกจากนี้ Khemnaxk(1980) ยังพบว่าไมคอร์ไรซามีบทบาทที่สำคัญในการเพิ่มการอยู่รอดของต้นไม้และยังช่วยในการปลูกป่าและระบบนิเวศน์ รวมถึงเพิ่มอัตราการเจริญของการเพาะเมล็ดในป่าเขตจังหวัดเชียงใหม่อีกด้วยอ้างโดย (Manan,1994)

3.ไมคอร์ไรซาช่วยป้องกันการติดเชื้อโรคบางชนิดที่จะเกิดกับรากต้นไม้

จากการที่ Professor F. Schonbeck แห่งมหาวิทยาลัย Hannover เยอรมันได้ทำการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่าไมคอร์ไรซา และ pathogen ในพืช เช่น ไวรัส, ฟังไจ และพวกหนอน ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 อย่างดังนี้

1. มีส่วนช่วยให้ pathogen เจริญได้ดีขึ้น และเปลี่ยนแปลงระดับของสารอาหาร

   - เพิ่มการพัฒนาของ pathogen

สามารถสกัดสารปฏิชีวนะ diatertyne nitrile และ diatratyne จากรากสนที่มีเชื้อราไมคอร์ไรซา Leucopaxilus cerealis var picenia ซึ่งต่อมาได้ทดลองพบว่า สารทั้งสองชนิดสามารถต้านทานเชื้อโรครา *P. cinnamomi* ได้

4. ไมคอร์ไรซากระตุ้นให้รากพืชสร้างสารปฏิชีวนะ ซึ่งสารปฏิชีวนะเหล่านี้สามารถฆ่าเชื้อโรคจากต้นไม้ซึ่งทำให้เกิดโรคกับรากของต้นไม้ สารอินทรีย์ระเหย ถูกระตุ้นให้สร้างมากขึ้นจากเซล์ชั้นคอร์เทกส์ของรากพืช เมื่อรากของพืชติดเชื้อราไมคอร์ไรซา (Krupa and Frics, 1971) และต่อมา Krupa et al. (1973) พบว่ารากของต้นสนที่มีเชื้อราไมคอร์ไรซา *P. tinctorius* และ *C. gxaniformie* มีปริมาณสารโมโนเทอร์ฟีน มากกว่ารากที่ไม่มีเชื้อไมคอร์ไรซา ประมาณ 40 และ 30 เท่าตามลำดับ พบว่าสารระเหยเหล่านี้ สามารถหยุดหรือยับยั้งการเจริญของเชื้อราชนิดอื่นๆ ที่ทำให้เกิดโรคได้อีกด้วย และนอกจากนี้เชื้อราไมคอร์ไรซายังสามารถช่วยยืดอายุรากแขนงของต้นไม้ให้ยาวขึ้นกว่าปกติ เพื่อช่วยเพิ่มความต้านทานของต้นไม้ต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความเป็นกรดด่างของดินอีกด้วย(ประกิตติ์สิน, 2523)

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของวีเอไมคอร์ไรซา

1. สภาพของดิน

ความแข็งและtexture ของดินมีผลอย่างมากต่อการตอบสนองของพืช ถ้าดินมีความแข็งมากจะทำให้การแผ่ขยายของรากไปยังแหล่งนำ้ได้ยาก และ texture ของดินมีผลต่ออัตราการไหลหรือการแพร่ของนำ้และสารอาหารไปยังผิวรากเพราะจะทำให้ mycelium ของไมคอร์ไรซาขนส่งสารอาหารและนำ้จากดินไปให้รากพืชได้จำนวนจำกัดด้วย (Mosse, 1981) แต่ Jasper et al. (1993) รายงานว่าเส้นใยของวีเอไมคอร์ไรซา ชนิด Scutellospora colospora จะสามารถใชีวิตอยู่ในดินที่แห้งจนกว่าจะถึงเวลาที่มีการสร้างสปอร์ โดยจะมีชีวิตอยู่รอดได้อย่างน้อย 11 สัปดาห์

2. ฟอสฟอรัส

ระดับของฟอสฟอรัส ในดินที่พืชสามารถนำไปให้ได้มีผลอย่างมากต่อการเข้าสู่รากและการเจริญของไมคอร์ไรซา โดยฟอสฟอรัสในดินอาจมีหลายรูปแบบ และมีอิทธิพลแตกต่างกันไปแล้วแต่

ความสามารถในการละลายเช่น rock phosphate, super phosphate, organic phosphate หรือฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้ ซึ่งระดับฟอสเฟตในดินมีผลอย่างมากต่อการเข้าสู่รากพืชของไมคอร์ไรซา หากระดับฟอสเฟตในดินสูงมาก ๆจะทำให้การเข้าสู่รากของไมคอร์ไรซาผิดปกติและตายไปในที่สุด พืชจะเกิดการต่อต้านการเข้าสู่รากพืชของไมคอร์ไรซา โดยจะลดการไหลซึมของฟอสเฟต เนื่องจากเซลล์เมมเบรนจะยอมให้ฟอสเฟตผ่านเข้าออกได้น้อยลง (Ratnayake,et al. 1978)

<u>3.ไนโตรเจน</u>

ระดับไนโตรเจนที่สูงมีผลยั้บยั้งการพัฒนาและการเติบโตของไมคอร์ไรซา แต่ถ้าระดับไนโตรเจนที่เหมาะสมจะเพิ่มการเข้าสู่รากของวีเอไมคอร์ไรซา โดยระดับไนโตรเจนขึ้นอยู่กับความสามารถในการละลายของไนโตรเจนในดินเริ่มต้น , ชนิดของดิน , การทำงานของจุลินทรีย์ในดินที่เกี่ยวข้องและความสามารถในการละลายของฟอสเฟต ความสามารถในการละลายของฟอสฟอรัสและไนโตรเจน เป็นปัจจัยที่ส่งเสริมซึ่งกันและกัน รวมทั้งเป็นปัจจัยที่ส่งเสริมและควบคุมการเข้าสู่รากของไมคอร์ไรซา (Mosse, 1981)

<u>4. pH</u>

ในการศึกษาผลของ pH ที่มีต่อการสร้างสปอร์ของวีเอไมคอร์ไรซาที่มีอยู่ในดินตามธรรมชาติที่เมือง Rothamsted และ Woburn หลังจากทำการปลูก spping oats (*Avena sativa L.*) 2 ฤดู ต่อด้วยการปลูกมันฝรั่ง ทำให้ดินมี pH ในช่วง 4.5-7.5 พบว่าสปอร์ของวีเอไมคอร์ไรซาที่ตรวจพบได้ถึง 9 สปีชีลส์ ในดินที่มี pH ตั้งแต่ 5.5 ขึ้นไป ส่วนใหญ่จะเป็น Glomus sp. แต่หาก มี pH ต่ำกว่า 5.5 ขึ้นไปจะไม่พบสปอร์ของวีเอไมคอร์ไรซาเลย (Wang et al., 1993 อ้างโดย นารีรัตน์, 2536) ความสามารถในการละลายของสารภายในดินและต้นพืชจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อ pH เปลี่ยนแปลง ซึ่งทำให้ความสามารถในการละลายของแร่ธาตุหรือสารอื่นที่รากพืชสามารถนำไปให้ได้เปลี่ยนแปลงไปอย่างเช่น เหล็ก, แมงกานีส, ทองแดง, สังกะสี ฯลฯ (Mosse,1971)

Schenck and Schroder (1974) พบว่าการตอบสนองต่ออุณหภูมิของ Endogone ในรากถั่วเหลืองในดินที่ฆ่าเชื้อแล้วจะเจริญได้ดีในช่วงอุณหภูมิประมาณ 17- 24 องศาเซลเซียส และการสร้างอาบัสคูลในรากพืชจะสร้างได้มากที่สุดที่อุณหภูมิประมาณ 30˚c เส้นใยของเชื้อราที่ผิวรากจะเจริญได้ดีที่สุดที่ 28˚ c และ 34˚ c เมื่อครบ 60 วันรากพืชที่มีไมคอร์ไรซาจะเจริญได้ดีกว่าที่ไม่มีไมคอร์ไรซา แต่ไมคอร์ไรซาไม่มีผลต่อการเจริญของลำต้นส่วนที่สร้างสปอต์และเวสสิเคิลในดินที่ปลูกถั่งเหลืองจะเกิดได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 35˚ c (อ้างโดยนารีรัตน์, 2536)

6. แสงสว่าง

Hackylo (1973) กล่าวว่าศักยภาพของการสังเคราะหแสง์มีผลต่อการเข้าสู่รากพืชของเชื้อรา เนื่องจากเชื้อราต้องอาศัยคาร์โบไฮเดรตจากพืชที่ได้จากากรสังเคราะห์แสงเป็นแหล่งของคาร์บอน อย่างไรก็ตาม Hetrick (1984) รายงานว่าการเพิ่มความเข้มข้นของแสงโดยทั่วไปจะช่วยเพิ่มเปอร์เซนต์ การเจริญของรากและเส้นใย และมีช่วงความยาวของวันมากขึ้น จะทำให้ความเจริญของรากดีขึ้น ซึ่งตามความจริงช่วงแสงที่ 12 ชั่วโมงหรือมากกว่านี้นับว่ามีความสำคัญมากกว่าระดับความเข้มข้นของแสงในการที่จะมีผลต่อการเจริญของราก (อ้างโดยหัสนัย,2530)

7. ปริมาณ O_2 และ CO_2

Tacon et al. (1983) ได้ทำการศึกษาถึง การงอกและการเจริญของเส้นใย *Glomus mosscae* ที่ทำการปลูกภายใต้สภาวะที่มี O_2 และ CO_2 พบว่า O2 ที่มีความเข้มข้นต่ำกว่า 0.4% สปอร์จะไม่งอก และที่ความเข้มข้น 3% การเจริญของเส้นใยจะลดลงอย่างมาก และ CO_2 ที่ความเข้มข้น 5% จะไม่มีผลต่อการงอกของสปอร์ แต่จะไปลดการเจริญของเส้นใย (อ้างโดย นารีรัตน์, 2536)

8. ปุ๋ย

Raj et al.(1981) เมื่อปลูกข้าวฟ่าง (Eleussine caracana) ร่วมกับวีเอไมคอร์ไรซา (Glomus fasiculatus) และแบคทีเรีย *Baccillus circulans* ที่สามารถย่อยสลาย tricalcium phosphate และ superphosphate โดยใช้ 30 mM. NH4-HCI extractable เลเบลปุ๋ยดังกล่างเพื่อ

ช่วยในการสังเกตการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวฟ่างและความสามารถมนการให้ P^{32} ไปช้ได้ดีกว่าต้นที่ไม่มีไมคอร์ไรซาและพบว่าต้นที่ปลูกเชื้อ *G. fasioulatus* กับ *B. circulans* สามารถใช้ฟอสฟอรัสจากปุ๋ยทั้งสองชนิดได้ดีที่สุด รองลงมาได้แก่ต้นที่ปลูกไมคอร์ไรซาอย่างเดียวนอกจากนี้ยังพบว่า *B. circulans* นี้ไม่ได้ผลิต IAA $(GA)^3$ อันเป็นสารเร่งการเจริญเติบโตให้แก่พืช ดังนั้นการเจริญเติบโตของรากจึงไม่ได้เกิดจากแบคทีเรียและจะเกิดจากเชื้อราวีเอไมคอร์ไรซามากกว่าอื่น ๆ (อ้างโดย หัสนัย, 2530)

9. น้ำ

สปอร์ของวีเอไมคอร์ไรซาชนิด Glomus sp จะงอกได้ในดินที่มีความชื้นสูง ส่วนสปอร์ของ Gigaspora sp. จะงอกได้แม้ในดินมีความชื้นต่ำ แต่การงอกจะเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ และเส้นใยที่งอกออกมาจะมีความยาวไม่มากนัก (Hetrick, 1984 อ้างโดย อลิส, 2535) Daniel และ Trappe พบว่าสปอร์ของ Glomus epigaeum จะงอกได้ดีที่สุดในที่ ๆมีความชื้นสูง ตั้งแต่ดินที่มีความชื้นอิ่มตัว จนกระทั่งมี field capacity สูงและถ้าต่ำกว่าจุดนี้ลงไปแล้ว พบว่าการลอกของเชื้อราจะลดลงจนไม่มีรการงอกเลย ถ้าต่ำกว่า-31 bars ซึ่งความสามารถในการงอกของสปอร์ในเชื้อราแต่ละชนิดมีประสิทธิภาพแตกต่างกันไปนอกจากนั้น Kiske ยังพบอีกว่ารที่ระดับ water potential นอกจากจะทำให้การงอกของสปอร์เชื้อราเกิดขึ้นได้ช้า แล้วยังทำให้ความยาวของเส้นใยที่งอกลดลงและเส้นใยอาจจะเจริญใหม่หรือสปอร์ใหม่ต่อไปไดด้อีกเมื่อมีพลังงานสะสมเพียงพอ(Hetredk, 1984 อ้างโดย หัสนัย, 2530)

10. ยาฆ่าฟังไจ (Fungicides)

Sukarno et al (1993) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของยาฆ่าฟังไจกับวีเอไมคอร์ไรซา ในต้นหอม (Allium cepal) พบว่ายาฆ่าฟังไจที่ใช้กำจัดพวก soil-borne, seed borne หรือ air borne จะมีผลทำให้การเจริญเติบโตของต้นหอมลดลง เนื่องจากยาฆ่าฟังไจเหล่านั้นอันได้แก่ Alliette และ Ridomil จะมีผลไปลดการเข้าสู่รากและการสร้างเส้นใยในดินของวีเอไมคอร์ไรซา (อ้างโดย นารีรัตน์ ,2536) Boatman et al. (1978) พบว่า เมื่อนำเชื้อตั้งต้นวีเอไมคอร์ไรซาไปจุ่มยาฆ่าเชื้อรา 2

ชนิด คือ benomyl และ thiophanate - methyl จะทำให้ความสามารถในการเข้าสู่รากของเชื้อราลด

ง และการดูดซึมฟอสเฟตลดลง(อ้างโดย หัสนัย,2530)

ประโยชน์ของป่าไม้

ก. ประโยชน์ทางตรง

1. ได้ผลิตผลจากป่า

1.1 ไม้ใช้ในการก่อสร้างบ้านเรือน ทำเครื่องเรือนและการสร้างอื่น ๆ

1.2 เชื้อเพลิง

1.3 วัตถุเคมี

1.4 อาหาร เช่น ดอก ผล เมล็ดพันธุ์ต่าง ๆ หน่อไม้

1.5 ยารักษาโรค

1.6 เส้นใย

1.7 ฝาดฟอกหนังและสี

1.8 อาหารสัตว์

1.9 หวายต่าง ๆ

1.10 ปอต่าง ๆ

2. ช่วยให้คนมีอาชีพ

ข. ประโยชน์ทางอ้อม

1. ช่วยให้การกสิกรรม ช่วยสร้างเสริมความอุดมสมบรูร์ให้แก่ดินใช้เป็นที่เลี้ยงสัตว์

2. ป่าไม้มีบทบาทต่อสภาพดินฟ้าอากาศ

2.1 ทำให้ฝนตกเพิ่มขึ้นอละมีความชุ่มชื้นในอากาศสม่ำเสมอ

2.2 อิทธิพลของฤดูการอากาศประจำถิ่น

2.3 บรรเทาความร้ายแรงของพายุ

3. ช่วยป้องกันด้านต่าง ๆ

3.1 ป้องกันการพังทลายของดิน

3.2 ป้องกันอุทกภัย

3.3 ทำให้มีน้ำไหลอยู่ตลอดปี

4. เป็นที่พักผ่อนหย่อนใจและเป็นที่อยู่สัตว์ป่า(ประกอบ, 2534)

การปลูกป่า

การปลูกป่าในที่นี้หมายถึงการปลูกพรรณไม้ป่าขึ้นเป็นส่วนหรือแปลงขนาดใหญ่ ซึ่งการปลูกป่านั้นอาจมีสาเหตุอยู่หลายประการ

1. ปลูกป่าเพื่อประโยชน์ในด้านเชื้อเพลิงหรือพลังงาน

2. ปลูกป่าเพื่อประโยชน์ในการมีอาหารขึ้นโดยธรรมชาติ

3. ปลูกป่าเพื่อความร่มรื่น

4. ปลูกป่าเพื่อให้เกิดคุณค่าทางเศรษฐกิจนอกเหนือไปจากเพื่อสิ่งแวดล้อมที่ดี แต่ทั้งนี้ที่ดินที่สมคสรจะปลูกป่านั้นมีปัญหาถกเถียงกันอย่างมากและมีข้อคิดอยู่ว่า

i) ที่จะปลูกป่าคือที่มีความต้องการใช้ป่า เพื่อประโยชน์โดยตรงและโดยอ้อมโดยถูกหลักเศรษฐกิจหรือไม่

ii) ที่ที่จะปลูกป่าคือที่ดินที่ไม่สามารถปลูกพืชอื่น ๆที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจหรือไม่

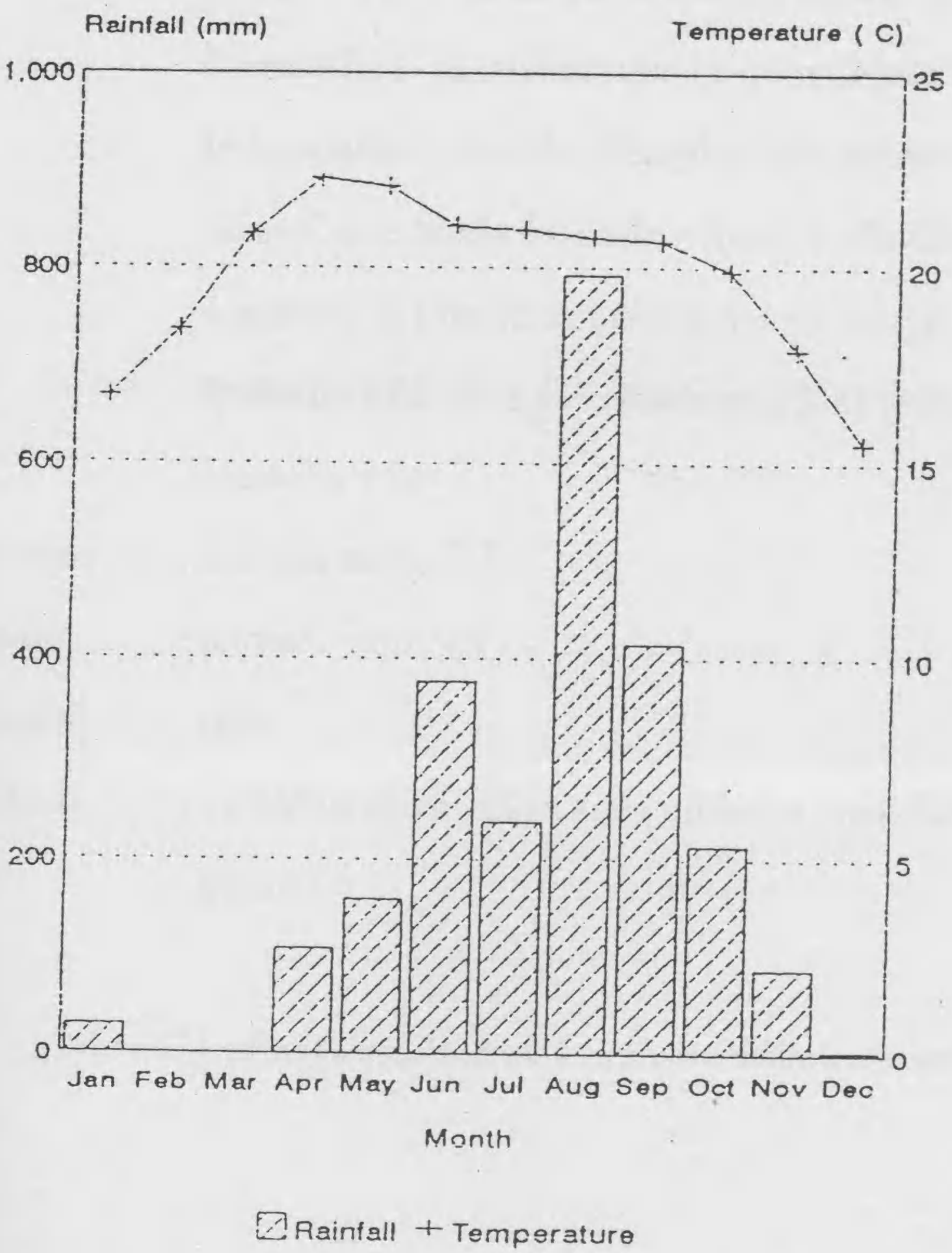
iii) เมื่อปลูกป่าแล้ว ผู้ลงทุนจะสามาระคำด้ผลประโยชน์มากน้อยกรือมีปัญหาหรือไม่

iv) ชนิดของต้นไม้ที่ปลูกนั้นจะให้ผลตอบแทนเป็นเงินพอชดเชยอัตราดอกเบี้ยและชดเชยการลงทุนได้เพียงใด (สะอาด,2529 อ้างโดย ประกอบ,2534)

ดอยสุเทพ

ดอยสุเทพอยู่ห่างไปทางตะวันออกของตัวเมืองเชียงใหม่เล็กน้อย อยู่ในละติจูดประมาณ 18 [illegible] N ลองจิจูดประมาณ 99˚ 0 E มีความสูงประมาณ 1,685 เมตร เหนือระดับนำ้ทะเลสภาพของ[illegible]ะเป็นพวกดินทรายสีเทาจนถึงดินร่วนสีน้ำตาล (Eiliott et al., 1989) ปริมาณฝนในรอบปีอาจ

อยู่ในช่วง 1,000 ถึง 2,000 มิลลิเมตร ตั้งแต่เชิงดอยจนถึงยอดดอย ช่วงที่ฝนตกมากที่สุดคือ 45 มิลลิเมตรในเดือนสิงหาคม แต่ช่วงเดือนธันวาคมและมกราคม ฝนจะขาดช่วง (Maxwell,1988) อุณหภูมิในเดือนธันวาคม ประมาณ 20 องศาเซลเซียส แต่ในช่วงเดือนเมษายนจะประมาณ 31°C พื้นที่ทั้งหมดของอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุยประมาณ 261 ตารางกิโลเมตร และอุทยานแห่งชาตินี้ยังเป็นแหล่งที่มีต้นไม้หลายชนิดและเป็นต้นไม้ที่หายาก ต้นไม้บางชนิดยังมีเฉพาะบนอุทยานแห่งชาติแห่งนี้เท่านั้น จึงเป็นแหล่งข้อมูลในการศึกษาต้นไม้และระบบนิเวศน์วิทยาของป่าเขตร้อนที่สำคัญ



ภาพที่ 4 แสดงปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิในแต่ละเดือนภายในปี พ.ศ. 2536

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพืชที่ใช้ในการทดลอง

1. ชงโค

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Bauhinia purpurea Linn.*

วงศ์ : LEGUMINOSAE

ชื่อสามัญ : Orchid Tree, Purple Bauhinia

ชื่ออื่น ๆ : เสี้ยวดอกแดง (ภาคเหนือ) เสี้ยวหวาน(แม่ฮ่องสอน)

ลักษณะ : ไม้ต้นผลัดใบ สูง 5-10 เมตร ใบเป็นใบเดี่ยว ออกสลับ รูปใบค่อน ข้างกลม กว้าง 8-16 เซนติเมตร ยาว 10-15 เซนติเมตร ปลายเว้าลึก โคนมนหรือเว่า ดอกมีตั้งแต่สีชมพูถึงม่วงเข้ม ออกดอกเป็นช่อตามซอกใบและปลายกิ่ง 6-10 ดอก กลีบดอก 5 กลีบ เมื่อบานเส้นผ่าศูนย์กลาง 6-8 เซนติเมตร เกสรตัวผู้ 8-9 อัน สมบรูณ์ 3 อัน ผลเป็นฝักแบน กว้าง 1.5-2.5 เซนติเมตร ยาว 20-25 เซนติเมตร เมื่อแก่แตกเป็น 2 ซีก

นิเวศวิทยา : ถิ่นกำเนิด เขตร้อนทั่วไป

ออกดอก : เมษายน - พฤษภาคม

ขยายพันธุ์ : เมล็ด

ประโยชน์ : รากใช้เป็นยาขับลม ,เปลือก แก้บิด แก้ท้องร่วง ,ดอกแก้ไข้และเป็นยาระบาย

(ไม้ดอกไม้ประดับเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิตพระบรมราชินีนาถ)

ภาพที่ 5 ลักษณะดอกและใบต้นเสี้ยวดอกแดง

2. <u>อะราง</u>

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Peltophorum dasyrachis (Mig.) Kurz*

วงศ์ : LEGUMINOSEA

ชื่ออื่น ๆ : กว่าเซก (เขมร- กาญจนบุรี) กางรุ้ง (พิษณุโลก) จ๊าขาม ช้าขาม (เลย) ตาเซก (เขมร-บุรีรัมย์) ราง ส่วย (สุรินทร์) อินทรี (จันทบุรี) ร้าง อะล้าง (นครรสชสีมา)

ลักษณะ : ไม้ต้นสูง 15-30 เมตร ลำต้นโปรง ตรง ยอดอ่อนสีน้ำตาลแดง ใบเป็นใบประกอบแบบขนนก ออกสลับ ใบย่อย 6-11 คู่ รูปขอบขนานกว้าง เว้าเล็กน้อย โคนเบี้ยว ดอกสีเหลือง ออกเป็นช่อตามกิ่งห้อยลงยาว 15-20 เซ็นติเมตร กลีบ 5 กลีบ เมื่อบานเส้นผ่าศูนย์กลาง 1-1.5 เซ็นติเมตร เกสรตัวผู้ 10 อัน ผลเป็นฝักแบน หว้าง 2-4 เซ็นติเมตร ยาว 10-15 เซ็นติเมตร มี 4-8 เมล็ด

นิเวศวิทยา : ขึ้นเป็นกลุ่ม ตามชายป่าดิบแล้ง มีมากทางภาคตะวันออก

ออกดอก : มกราคม - มีนาคม

ขยายพันธุ์ : เมล็ด

ประโยชน์ : เปลือก แก้ท้องร่วง ขับลม

(ไม้ดอกไม้ประดับเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิตพระบรมราชินีนาถ)

ภาพที่ 6 ลักษณะใบและฝักของต้นอะราง

3. <u>ยมหอม</u>

ชื่อวิทยาศาสตร์ : (*Toona ciliata M. Roem*)

วงศ์ : Meliaceae

ลักษณะ : ยมหอมเป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ ความสูง 10-20 เมตร เนื้อไม้มีสีออกแดง พืชที่อยู่ในวงศ์นี้ได้แก่ กระท้อน เลี่ยน มะฮอกกานี และตาเสือ ฯลฯ

นิเวศวิทยา : ขึ้นกระจายทั่วไปในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้จากอินเดีย พม่า ไทยลาว เขมร เวียดนามและมาเลียเซีย

ประโยชน์ : นิยมนำมาทำเฟอร์นิเจอร์และเครื่องเรือน เนื่องจากมีลวดลายสวยงามขัดชักเงาได้ดี นอกจากนี้ กาฝากที่ขึ้นบนต้นยมหอมยังนิยมนำไปทำพิธีเกี่ยวกับไสยศาสตร์อีกด้วย

4. <u>เลี่ยน</u>

ชื่อวิทยาศษสตร์ : *Melia toosandra Sieb. & Zucc.*

วงศ์ : Meliaceae

ชื่อสามัญ : White Ceder

ชื่ออื่น ๆ : เกวียน(ภาคกลาง) , เลี่ยน (ภาคเหนือ)

ลักษณะ : ไม้ต้นผลัดใบสูง 10-20 เมตร เป็นไม้โตเร็ว ใบเป็นใบประกอบแบบขนนก 2 ชั้น ออกเวียนสลับเป็นกลุ่มตามปลายกิ่ง ใบย่อยจำนวนมาก รูปรีแกมขนาน หรือคล้ายสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ปลายเรียวแหลม โคนสอบ และมักจะเบี้ยว ขอบหยักเป็นฟันเลื่อย ห่าง ๆดอกสีชมพูจาง กลิ่นหอมอ่อน ๆ ออกเป็นช่อ ตามซอกใบใกล้ปลายกิ่ง กลีบดอกมี 5-6 กลีบ ผลรูปรี กว้างประมาณ 2 เซ็นติเมตร ยาวประมาณ 2.5 เซ็นติเมตร ผลแก่สีเหลือง น้ำตาล

นิเวศวิทยา : ถิ่นกำเนิดเอเชีย ขึ้นทั่วไปตามชายป่าดงดิบและป่าเบญจพรรณ

ประโยชน์ : เนื้อไม้มีลายสวยงาม นำมาทำเครื่องเรือนได้

5. <u>มะกอกฟาน</u>

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Turpinia pomifera DC.*

วงศ์ : Staphyleaccae

ชื่ออื่น ๆ : ขาเปี๋ย (น่าน) , มะก้อย (ภาคเหนือ) , มะกอกฟาน (ภาคกลาง)

ลักษณะ : ไม้ต้นสูงประมาณ 10 เมตร ใบเป็นใบ ประกอบแบบ 3 ใบ ปลายแหลม ขอบใบหยักเป็นฟันเลื่อย แผ่นใบมัน หลังใบมีสีเขียวเข้ม ดอกขนาดเล็ก ออกเป็นช่อ กลีบดอก 5 กลีบ ผลรูปกลม กว้างประมาณ 3.5 เซ็นติเมตร ผลสีเขียว

นิเวศวิทยา : ถิ่นกำเนิดเอเชีย มักขึ้นตามชายป่าดงดิบ

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีทดลอง

1. <u>แหล่งของเชื้อราวีเอไมคอร์ไรซา</u>

ดินหัวเชื้อของเชื้อรา *Glomus microcarpus* จากห้องปฏิบัติการชีววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

2. <u>ดินสำหรับปลูกพืชทดลอง</u>

ดินจากบริเวณโคนต้นไม้ที่ทำการเก็บเมล็ด จากบริเวณป่าดิบชื้นในบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ- ปุย และจากบริเวณมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

3. <u>เมล็ดพืชที่ใช้ในการทดลอง</u>

เมล็ดต้นมะกอกฟาน (*Turpinis pomifera DC.*) จากอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย

เมล็ดต้นเลี่ยน (*Melia toosandra Sieb & Zucc.*) จากอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย

เมล็ดต้นยมหอม (*Toona ciliata M. Roem*) จากอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย

เมล็ดต้นเสี้ยวดอกแดง (*Bauhinia purpurea Linn.*) จากบริเวณมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เมล็ดต้นอะราง(Peltophorum dasyrachis(Miq)Kurz) จากบริเวณมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

4. <u>อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างดินและเมล็ด</u>

- ถุงพลาสติกขนาด 18 × 20 นิ้ว
- จอบและพลั่ว
- ยางรัด

5. <u>อุปกรณ์ในการตรวจหา ตรวจนับ เก็บรักษาและทดสอบการงอกของสปอร์ของวีเอไมคอร์ไร</u>

<u>ซา</u>

- ตู้ถ่ายเชื้อ
- ขวดรูปชมพู่ ขนาด 500 มิลลิลิตร
- เครื่องชั่งละเอียด
- แท่งแก้วคน
- ตะแกรงขนาด 500, 250,150 และ 63 ไมโครเมตร
- กระจกนาฬิกา
- แคปปิลารีปิเปต
- กล้องจุ ลทรรศน์แบบสามมิติ
- ตะเกียงบุนเสน
- จานอาหารเลี้ยงเชื้อ
- เครื่องเขย่า
- ตู้บ่มเชื้อ
- สำลี
- หลอดทดลอง
- ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร , 10 มิลลิลิตร
- หม้อนึ่งความดันไอ
- กระบอกตวงขนาด 5 , 10 , 50 , 100 และ 1,000 มิลลิลิตร

6. <u>อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจหาเปอร์เซนต์การเข้าสู่รากพืช</u>

- กล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบ
- ขวดไวแอล ขนาด 12 มิลลิลิตร
- หม้อนึ่งความดันไอ
- คีมคีบ

- กรรไกร

7. <u>อุปกรณ์ที่ใช้ในการเพาะเมล็ด</u>

- กระบะ ขนาด 46× 29 เซนติเมตร ซึ่งแบ่งเป็น 75 หลุม
- ท่อนไม้สำหรับทำเสาเพื่อกั้นพลาสติก
- ถังน้ำพร้อมฝาปิด ขนาด 150 ลิตร

8. <u>อุปกรณ์อื่น ๆ</u>

- ไม้บรรทัด
- มีด
- ปากกาเคมี
- ถุงพลาสติกขนาด 6 × 12 นิ้ว

9. <u>สารเคมี</u>

- เอทธิลอัลกอฮอล์ 70 %
- คลอรอกซ์ 10% และ 2%
- น้ำยา FAA (Formalin Acetic acid Alcohol)
- 10% KOH
- 1% Hcl
- alkaline H_2O_2
- lactic acid
- KH_4OH
- acid Fuchsin
- Ringer solution

รายละเอียดการเตรียม FAA, Alkaline H_2O_2, Ringer solution, Medium ในการเลี้ยง VAM ดูจากภาคผนวก ก.

10. <u>สถานที่ทำการทดลอง</u>

เรือนปลูกพืช ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

11. <u>ระยะเวลาที่ทำการทดลอง</u>

มีนาคม 2536 - กันยายน 2537

<u>วิธีการวิจัย</u>

1. วิธีการทดสอบหาความเหมาะสมในการฆ่าเชื้อไมคอร์ไรซาในดินตัวอย่างโดยใช้หม้อนึ่งไอน้ำ ที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้วในด้าน อุณหภูมิ เวลาในการฆ่าเชื้อและน้ำหนักของดินตัวอย่างที่ใช้

2. วิธีการทดสอบเกี่ยวกับความมีชีวิตหรือการอยู่รอดของสปอร์ของวีเอไมคอร์ไรซาที่ลอยอยู่ผิวน้ำ และจมอยู่ใต้น้ำ

3. วิธีการเตรียมดินและการปลูกพืชในการทดลอง

4. วิธีการตรวจสอบผล

ขั้นตอนต่าง ๆมีรายละเอียดดังนี้

1. ทดสอบหาเวลา, อุณหภูมิ และน้ำหนักของดินที่ใช้ในการฆ่าเชื้อไมคอร์ไรซาในดินโดยใช้หม้อนึ่งไอน้ำ(autoclave) ที่เหมาะสม

1.1 เก็บดินตัวอย่าง โดยเก็บดินจากบริเวณโคนต้นไม้ที่ได้กำหนดเอาไว้ทั้ง 5 ชนิด ในป่าบนดอยสุเทพและบริเวณมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยใช้จอบขุดดินให้ลึกลงไปประมาณ 12 นิ้ว เก็บดินใส่ถุงพลาสติก ตัวอย่างละ 6 กิโลกรัม ใช้ยางรัดปากถุง บันทึกชนิดของตัวอยางพืชและ วัน เดือน ปี ที่เก็บตัวอย่าง นำมาศึกษาในขั้นต่อไป

1.2 ทดสอบหา เวลา อุณหภูมิ และน้ำหนักของดินที่เหมาะสมในการทำให้ดินปราศจากเชื้อ(sterile) โดยใช้หม้อนึ่งอัดไอ ดินที่ใช้เป็นตัวอย่างนี้เป็นดินจากตัน *Dalbergia fusca* เก็บเมื่อวันที่ 9 มีนาคม 2536 จากป่าบนดอยสุเทพ หลังจากนั้นนำดินตัวอย่างมาแยกใส่ถุงพลาสติด 2 ชั้น รัดปากถุงและนำไปนึ่งด้วยหม้อนึ่งไอน้ำ ที่ความดัน 15 ปอนด์ โดยแยกเป็นนำ้หนักของดินและเวลาในการฆ่าเชื้อดังนี้

- ดินตัวอย่าง 1/2 กิโลกรัม เวลาในการฆ่าเชื้อ 30 นาที อุณหภูมิ 121° C
- ดินตัวอย่าง 1 กิโลกรัม เวลาในการฆ่าเชื้อ 60 นาที อุณหภูมิ 121° C
- ดินตัวอย่าง 1/4 กิโลกรัม เวลาในการฆ่าเชื้อ 90 นาที อุณหภูมิ 121° C
- ดินตัวอย่าง 1 กิโลกรัม เวลาในการฆ่าเชื้อ 90 นาที อุณหภูมิ 121° C
- ดินตัวอย่าง 1 กิโลกรัม เวลาในการฆ่าเชื้อ 120 นาที อุณหภูมิ 121° C
- ดินตัวอย่าง 1/2 กิโลกรัม เวลาในการฆ่าเชื้อ 135 นาที อุณหภูมิ 121° C
- ดินตัวอย่าง 1/2 กิโลกรัม เวลาในการฆ่าเชื้อ 180 นาที อุณหภูมิ 121° C
- ดินตัวอย่าง 1/2 กิโลกรัม เวลาในการฆ่าเชื้อ 120 นาที อุณหภูมิ 125° C
- ดินตัวอย่าง 1/2 กิโลกรัม เวลาในการฆ่าเชื้อ 180 นาที อุณหภูมิ 125° C

ทำการฆ่าเชื้อโดยใช้เวลาต่อเนื่อง และนำดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อนี้ไปทอสอบหาการงอกของไมคอร์ไรซาต่อไป

1.3 นำดินตัวอย่างที่ได้จากข้อ 1.2 มาหาสปอร์ของไมคอร์ไรซา โดยวิธีร่อนเปียก ตามวิธี Gerdemann และ Nicolson(1963) โดยชั่งดิน 50 กรัมใส่ลงมรขวดรูปชมพู่ ขนาด 500

มิลลิลิตร เติมน้ำ 250 มิลลิลิตรลงไป ขยี้เม็ดดินให้แตก ทิ้งไว้ 15 นาที เพื่อให้เศษดินตกตะกอน สปอร์จะลอยอยู่ในส่วนที่เป็นน้ำใสและบริเวณผิวดิน รินน้ำใสข้างบนผ่านตะแกรงร่อนที่มีรูขนาด 500, 250, 125, 105, และ 63 ไมโครเมตร ตามลำดับ ใช้สายยางต่อจากก๊อกน้ำ เปิดน้ำเบา ๆ ล้างตะกอนบนตะแกรงเบา ๆ นำส่วนที่ติดค้างตะแกรงขนาด 63 ไมโครเมตรเทลงบนกระจกนาฬิกา เก็บส่วนที่ได้ไว้ในขวดไวแอลที่มีน้ำยาริงเกอร์บรรจุอยู่เพื่อนำทดสอบการงอกของสปอร์ว่าการฆ่าเชื้อที่ทำในขั้นต้นจะทำลายสปอร์ของไมคอร์ไรซาด้วยหรือไม่ โดยทำตามวิธีในข้อ 4 ต่อไป

2. การทดสอบหาความมีชีวิตของสปอร์ลอยและสปอร์จม ที่ผ่านการร่อนเปียกมาแล้ว

2.1 นำดินตัวอย่างจากข้อ 1 ที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ นำมาร่อนเปียกแพื่อเก็บสปอร์ แช่สปอร์ไว้ในน้ำยาริงเจอร์ แยกเก็บสปอร์ลอยและสปอร์จมออกจากกัน

2.2 เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ (ภาคผนวก ก.) เทอาหารเลี้ยงเชื้อลงในจานอาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อจำนวน 15 จาน เพื่อเตรียมการสำหรับเพาะสปอร์ จากข้อ 2.1 ต่อไป

- นำสปอร์จมมาทำการฆ่าเชื้อผิวหน้าโดยใช้แคปปิลลารีปิเปต ดูดสปอร์ที่แช่น้ำยาริงเจอร์ไว้ ใส่ลงในขวดแมคคาร์นีย์ที่มีคลอรอกซ์ 2%บรรจุอยู่ เป็นเวลา 5 นาที หลังจากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้ง หยดสปอร์ที่ได้ลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมไว้ แบ่งเป็น 3 ซ้ำ ซ้ำละ 2 จานอาหาร ทำเช่นเดียวกันนี้ในส่วนของสปอร์ลอย หลังจากนั้นนำจานอาหารเหล่านี้ไปบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 2 อาทิตย์ รอดูผลต่อไป

2.3 นำสปอร์ที่แยกได้ในข้อ 2.1 เพาะลงบนอาหารเลี้งเชื้อที่เตรียมไว้ หลังจากนั้นนำไปบ่มที่ 37˚C เพื่อรอดูผลการงอกต่อไป

3. การปลูกพืชเพื่อทำการทดลอง

3.1 เก็บดินตัวอย่างจากต้นไม้ที่กำหนดไว้ (ต้นไม้ที่นำเมล็ดไปเพาะ) โดยใช้พลั่วขุดดินบริเวณรอบ ๆรากพืช ขุดดินลึกประมาณ 12 นิ้ว นำดินใส่ถุงพลาสติก 2 ชั้น รัดปากถุงไว้ เก็บดินที่

จะใช้ทดลองจากต้นไม้ที่กำหนดต้นละ 6 กิโลกรัม บันทึกชื่อต้นไม้ วันที่ เดือน ปี ที่เก็บพื่อทำการทดลองขั้นต่อไป

3.2 เก็บเมล็ดจากต้นไม้ที่กำหนดไว้ ชนิดละ 100-200 เมล็ด ใส่ถุงพลาสติก รัดปากถุง บันทึก วันที่ เดือน ปี และชนิดของต้นไม้ไว้ รอทำการทดลองต่อไป

3.3 เตรียมดินสำหรับการทดลอง นำดินที่เก็บมาจากข้อ 3.1 ทำการฆ่าเชื้อตามที่ทำการทดลองในข้อ1 ซึ่งพบว่าช่วงเวลาที่เหมาะสมคือ ดิน 1/2 กิโลกรัม อุณหภูมิ 121˚C เป็นเวลา 180 นาที โดยแบ่งดินที่เก็บมาจากข้อ 3.1 ต้นละ 3-4 กิโลกรัม นำมาทำการฆ่าเชื้อ หลังจากนั้นแบ่งดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อนี้ออกเป็นต้นละ 2 กลุ่มย่อยอีกครั้ง โดยกลุ่มแรกเป็นดินฆ่าเชื้ออย่างเดียว ส่วนกลุ่มที่สองเป็นดินฆ่าเชื้อผสมเชื้อไมคอร์ไรซา (*Glomus microcarpus*) ในอัตราส่วนของดินฆ่าเชื้อ 1 กิโลกรัมต่อดินหัวเชื้อ 15 กรัม ผสมให้เข้ากัน (Manan,1994) เพื่อเตรียมการปลูกต่อไป

3.4 การเตรียมเมล็ดพืชสำหรับการเพาะปลูก นำเมล็ดพืชทั้ง 5 ชนิดที่ทำการเก็บมาจากต้นและเตรียมการก่อนปลูกดังต่อไปนี้

- ต้นเลี่ยน (*Melia toosandra*) ทำการแกะเปลื่อกเมล็ดออกเพื่อเตรียมการปลูก
- ต้นมะกอกฟาน (*Turpinia pomipera*) ทำการผ่าผลและแกะเอาเมล็ดภายในออก เพื่อเตรียมการปลูก
- ต้นยมหอม (*Toona ciliata*) เก็บเมล็ดซึ่งเป็นเมล็ดเดี่ยวๆ พร้อมปลูก
- ต้นเสี้ยวดอกแดง (*Bauhinia purperea*) เมล็ดอยู่ในฝักต้องแกะเมล็ดออกมาทำการปลูก
- ต้นอะราง (*Pettophorum dasyrachis*) เมล็ดอยู่ในฝักต้องแกะเมล็ดออกมาทำการปลูก

3.5 แผนการทดลอง

จัดการทดลองเป็น 3 ชุดต่อพืชหนึ่งชนิดดังต่อไปนี้

1. ชุดควบคุม : โดยชุดนี้ใช้ดินที่เก็บจากบริเวณรอบๆ รากพืชไม่มีการฆ่าเชื้อในดินก่อนนำไปปลูก หนึ่งชุดการทดลองใช้เมล็ดพืช 100 เมล็ด

2. ชุดดินฆ่าเชื้อ : ชุดนี้ใช้ดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่เตรียมไว้จากข้อ 3.3 โดยใช้เมล็ดพืชชุดละ 100 เมล็ดเช่นกัน

3. ชุดดินฆ่าเชื้อผสมเชื้อไมคอร์ไรซา (*Glomus microcarpus*) : ใช้ดินจากข้อ 3.3 และใช้เมล็ดพืช จำนวน 100 เมล็ดดังเช่นชุดอื่น ๆ

ทำการทดลองทั้ง 3 ชุดในพืชทั้งห้าชนิด

การวางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD

3.6 การเพาะเมล็ด

นำดินที่เตรียมไว้เติมลงในกระบะพลาสติก ขนาด กว้าง 26 เซนติเมตร ยาว 46 เซนติเมตร ลึก 5 เซนติเมตร ซึ่งแบ่งเป็น 75 หลุม โดยใส่ดินประมาณ 3 ใน 4 ของความลึกของหลุม จากนั้นนำเมล็ดที่เตรียมไว้ฝังลงในดินหลุมละหนึ่งเมล็ด โดยฝังลึกประมาณครึ่งหนึ่งของเมล็ด รดน้ำเป็นประจำทุกวัน (ภาพที่ 8) ทำพลาสติกกั้นในแต่ละชุดการทดลองและแต่ละชนิดของพืช (ภาพที่ 9) โดยกระบะที่นำมาใช้ต้องผ่านการแช่คลอรอกซ์ 10% เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อฆ่าเชื้อ

ภาพที่ 8 สภาพการปลูกพืชในการทดลอง

4. วิธีตรวจวัดผล

4.1 ทดสอบหาเวลา, อุณหภูมิ และน้ำหนักของดินที่เหมาะสมที่สามารถฆ่าเชื้อไมคอร์ไรซาในดินได้อย่างสมบรูณ์ ด้วยหม้อนึ่งไอน้ำ ที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว โดยนำสปอร์ที่ได้จากข้อ 1.3 ทำการทดสอบการงอกในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมไว้ (สูตรเดียวกับข้อ 2.2) แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 2 อาทิตย์ หลังจากนั้นนำมาดูภายใต้กล้องจุลทรรศ์ที่กำลังขยาย 20 เท่าขึ้นไป เพื่อตรวจหาว่าพบการงอกของสปอร์ของไมคอร์ไรซา จากดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อในข้อ 1.1 มาแล้วหรือไม่

4.2 การตรวจสอบความสามารถในการอยู่รอด และความมีชีวิตของสปอร์ลอยและสปอร์จมหลังจากผ่านขั้นตอน ข้อ 2.2 เป็นเวลา 2 อาทิตย์ ตรวจดูการงอกของสปอร์ ด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 20 เท่าขึ้นไป บันทึกผลการทดลอง ใช้เป็นข้อมูลนำทางสำหรับการทดลองขั้นต่อไป

4.3 การวัดส่วนสูง

ช่วง 2 เดือนแรกของการงอกของเมล็ด ทำการวัดความสูงของต้นกล้าทุก ๆ 2 วัน หลังจากนั้น วัดความสูงสัปดาห์ละครั้ง โดยทำเครื่องหมายตำแหน่งที่เป็นจุดวัดความสูงของแต่ละต้นไว้บนกระบะ ใช้ไม้บรรทัดวัดจากจุดที่กำหนดถึงจุดแตกกิ่งจุดสุดท้าย

4.4 การนับจำนวนใบ

นับใบที่มีความสมบรูณ์ตั้งแต่ 50% ขึ้นไป สำหรับยอดนั้นจะนับเฉพาะยอดที่ใบสามารถสังเกตเห็นเส้นใบเท่านั้น โดยช่วง 2 เดือนแรกของการงอกจะนับจำนวนใบทุก ๆ 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นนับจำนวนใบทุกอาทิตย์จนถึงช่วงเก็บเกี่ยว

4.5 การเก็บเกี่ยว

ทำการเก็บเกี่ยวเมื่อต้นเสี้ยวดอกแดง อายุ 121 วัน, ต้นกล้ายมหอม อายุ 30 วัน และต้นกล้ามะกอกฟาน อายุ 32 วัน โดยค่อย ๆกระเทาะดินให้หลุดออกจากรากของต้นกล้าให้มากที่สุด นำไปล้างน้ำแล้วซับให้แห้ง หลังจากนั้นนำต้นกล้าไปชั่งหาน้ำหนักสด บันทึกผล ต้นกล้าบางส่วนถูกนำไปใช้ในการหาน้ำหนักแห้ง และบางส่วนนำไปตัดส่วนรากออกนำรากที่ได้แช่ในน้ำยา FAA (ภาคผนวก) เพื่อหาเปอร์เซ็นต์การเข้าสู่รากของเชื้อไมคอร์ไรซาต่อไป

4.6 การหาน้ำหนักแห้ง

สุ่มตัวอย่างโดยการจับฉลากเลขที่ของต้นกล้ามาชุดละ 20 ต้น ล้างต้นกล้าให้สะอาดซับให้แห้ง นำต้นกล้าบรรจุลงในถุงกระดาษบันทึกชนิดและหมายเลขของต้นกล้าไว้ นำต้นกล้าเหล่านั้นไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 45° c เป็นเวลา 3 วัน หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักต้นกล้าทุกวันจนได้น้ำหนักที่คงที่จึงทำการบันทึกเป็นข้อมูลน้ำหนักแห้งของต้นกล้านั้น ๆ

4.7 การหาเปอร์เซนต์การเข้าสู่รากของไมคอร์ไรซา

นำส่วนรากที่ได้จากข้อ 4.5 ทำการย้อมสีตามวิธี Kormanik, Bryan และ Schutaz (1980) ตามวิธีดังต่อไปนี้

1. เติม 10% KOH ให้ท่วมราก นำไปนึ่งด้วยหม้อนึ่งอัดไอที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 10 นาที โดยเมื่อเติมรากและน้ำยา KOH ลงไปแล้วต้องมีปริมาตรไม่เกิน 75 เปอร์เซนต์ของภาชนะที่บรรจุ
2. เทสารละลาย 10%KOH ทิ้ง ลางด้วยน้ำประปา จนไม่มีสีเหลืองหรือน้ำตาลเจือปนในน้ำที่ใช้ล้าง
3. เติม alkaline H_2O_2 ให้ท่วมราก แช่ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10-20 นาที จนกระทั่งรากมีสีขาว (สารละลายที่เตรียมในขั้นตอนนี้ เตรียมแล้วต้องใช้ทันที)
4. เท alkaline H_2O_2 ทิ้ง ล้างรากด้วยน้ำประปาอย่างน้อย 3 ครั้ง เพื่อล้าง H_2O_2
5. เติม 1% HCL ให้ท่วมราก แช่ทิ้งไว้นาน 3-4 นาที
6. เท HCL ทิ้ง (ห้ามล้างรากหลังจากขั้นตอนนี้) เติม 0.01% acid fusin - lactic acid นำไปนึ่งด้วยหม้อนึ่งอัดไอที่ความดัน 15ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 10นาที
7. นำรากพืชไปตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบ ส่วนที่เป็นเชื้อราจะติดสีแดง ส่วนเนื้อเยื่อรากไม่ติดสี โดยเปอร์เซนต์การเข้าสู่รากพืชของวีเอไมคอร์ไรซาสามารถคำนวนได้ดังนี้

$$\% \text{ การเข้าสู่รากของ VAM} = \frac{\text{จำนวนรากพืชที่ตรวจพบการเข้าสู่ราก}}{\text{จำนวนรากพืชทั้งหมดที่ใช้ในการตรวจสอบ (แต่ละต้น)}} \times 100$$

4.8 การหาจำนวนสปอร์ไมคอร์ไรซาในดิน

นำดินจากบริเวณโคนรากของต้นกล้า 50 กรัม ใส่ลงใน volumetric flask เติมน้ำให้ครบ 500 ml ผสมให้เข้ากัน นำมาร่อนเปียกผ่านตะแกรงขนาด 500, 250, 150 และ 63 ไมโครเมตรตามลำดับ เก็บส่วนที่ร่อนได้จากตะแกรง 63 ไมโครเมตร เติมน้ำเล็กน้อย นำไปนับจำนวนสปอร์ด้วยกล้องสามมิติ คำนวนหาสปอร์ในดินหนัก 50 กรัม

ภาพที่ 9 สภาพการปลูกพืช 1 ชนิด ชนิดละ 3 ชุดการทดลอง โดยใช้พลาสติกกั้นแต่ละชุดการทดลอง

ภาพที่ 10 ภาพยมหอมปลูกในดินฆ่าเชื้อผสม G. microcarpus กั้นพลาสติกในแตละชุดการทดลอง

บทที่ 4

ผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของไมคอร์ไรซาต่อการงอกและการเจริญของเมล็ดพืชปาบางชนิดบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย และบริเวณมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยใช้พืช 5 ชนิด คือ เสี้ยวดอกแดง , ยมหอม , มะกอกฟาน , เลี่ยน และอะราง ปรากฏว่ามีพืชเพียง 3 ชนิด คือ เสี้ยวดอกแดง ยมหอม และมะกอกฟาน เท่านั้นที่สามารถงอกและเจริญเติบโตได้ ซึ่งให้ผลดังต่อไปนี้

1. ผลของไมคอร์ไรซาต่อเปอร์เซนต์การงอกของพืชทั้ง 3 ชนิด ในแต่ละชุดการทดลอง

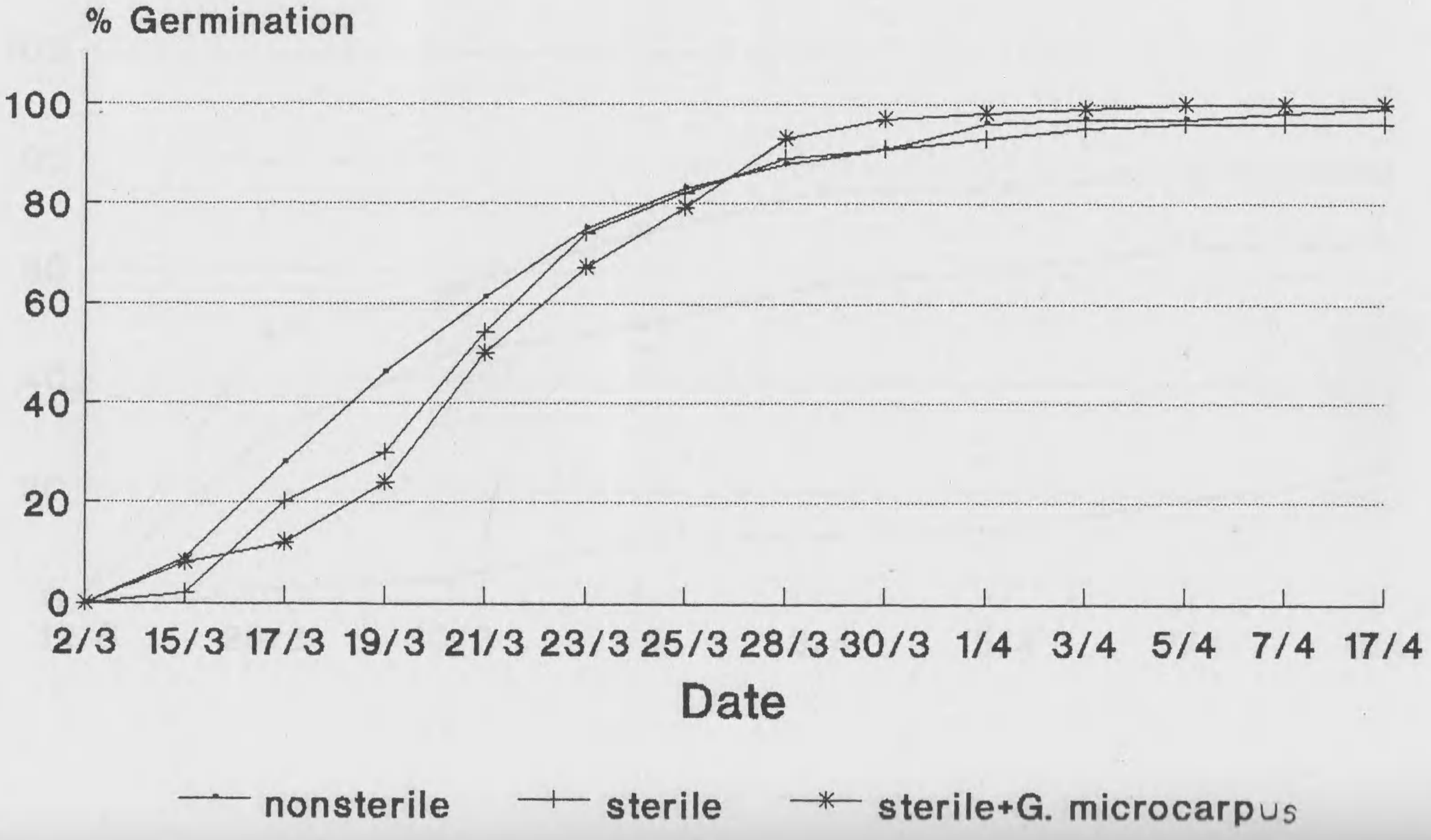
(ภาพที่ 11-13 ,ภาคผนวก ข ตารางที่ 1)

สำหรับต้นเสี้ยวดอกแดง พบว่าเปอร์เซ็นต์การงอกทั้ง 3 ชุดการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยค่าเปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยวันสุดท้ายในชุดการทดลองที่ 1,2 และ 3 ตามลำดับดังนี้ 99a ,96a และ 100a (ภาพที่ 11)

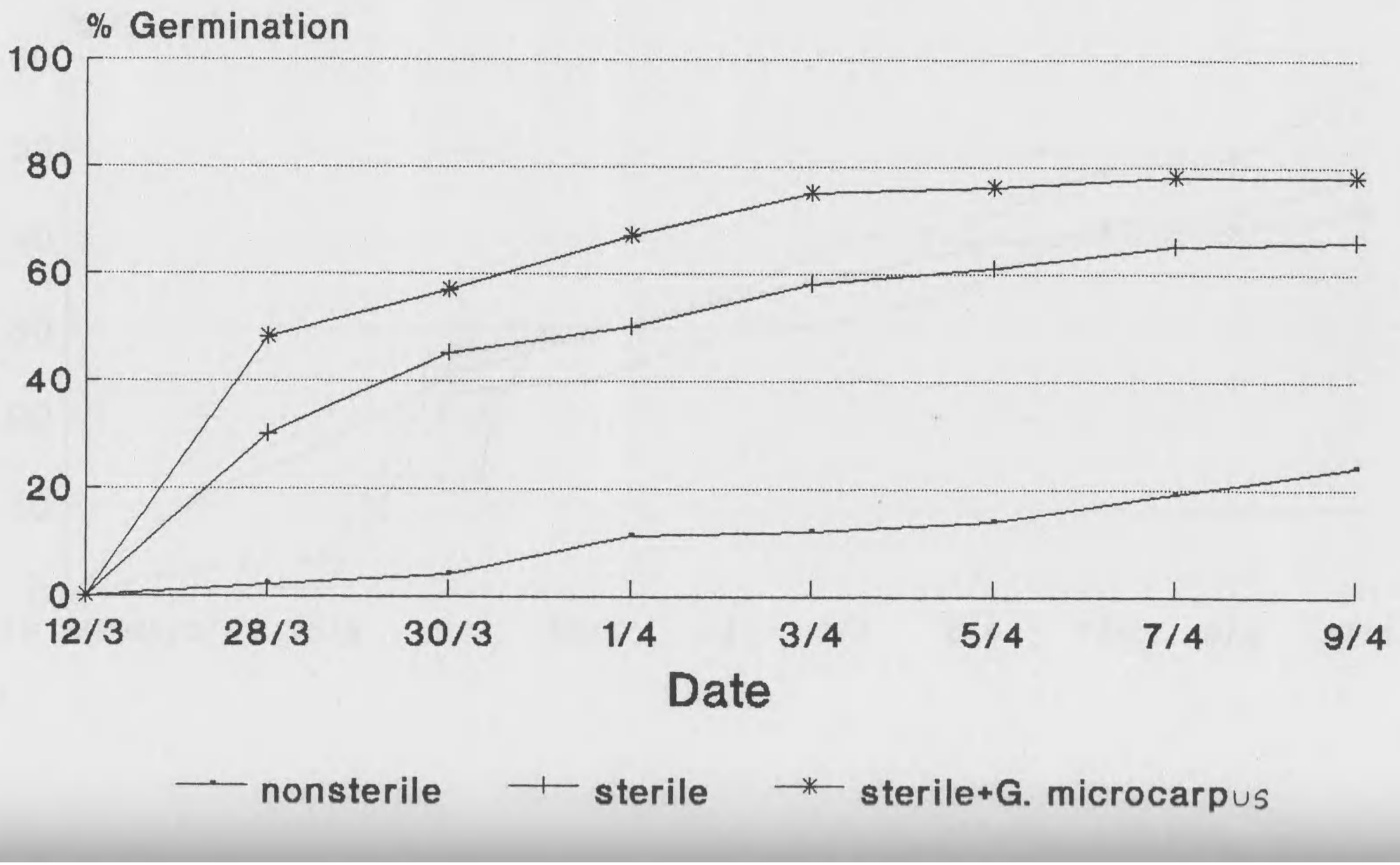
ส่วนต้นยมหอมที่ปลูกในดินที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ มีเปอร์เซ็นต์การงอกน้อยกว่า ต้นยมหอมที่ปลูกในดินฆ่าเชื้อและในดินฆ่าเชื้อผสมเชื้อ *G. micropus* อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งเปอร์เซนต์การงอก 24c, 66b และ 78b เป็นของชุดการทดลองที่ 1,2 และ 3 (ภาพที่ 12)

นอกจากนี้ เปอร์เซ็นต์การงอกของต้นมะกอกฟาน ในทั้ง 3 ชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (P=0.05) โดยการทดลองชุดที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์การงอก 47d ส่วนชุดที่ 2 และ 3 คือ 57d และ 43d ตามลำดับ (ภาพที่ 13)

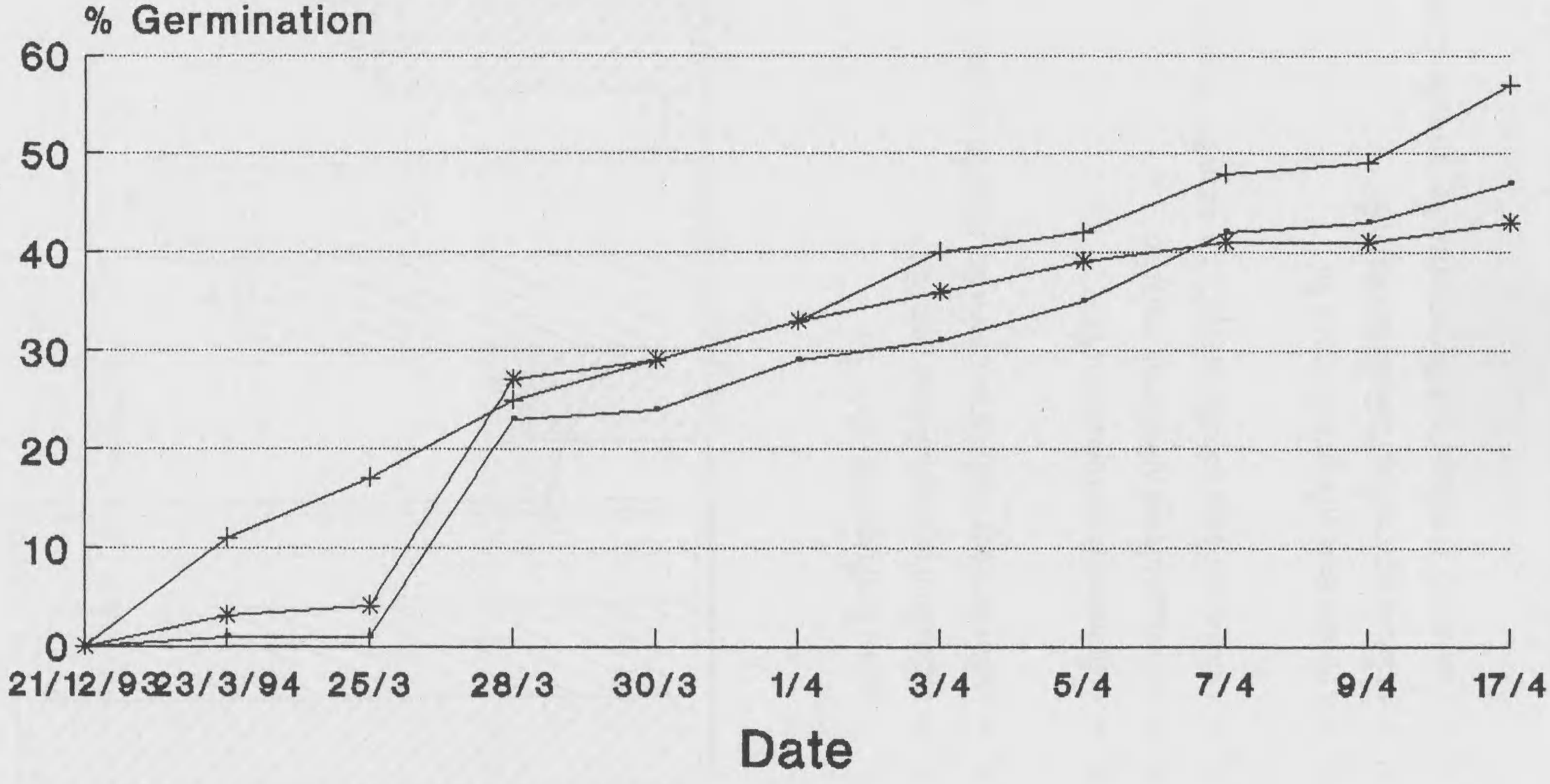
Germination rate of B. purpurea
in 3 treatment

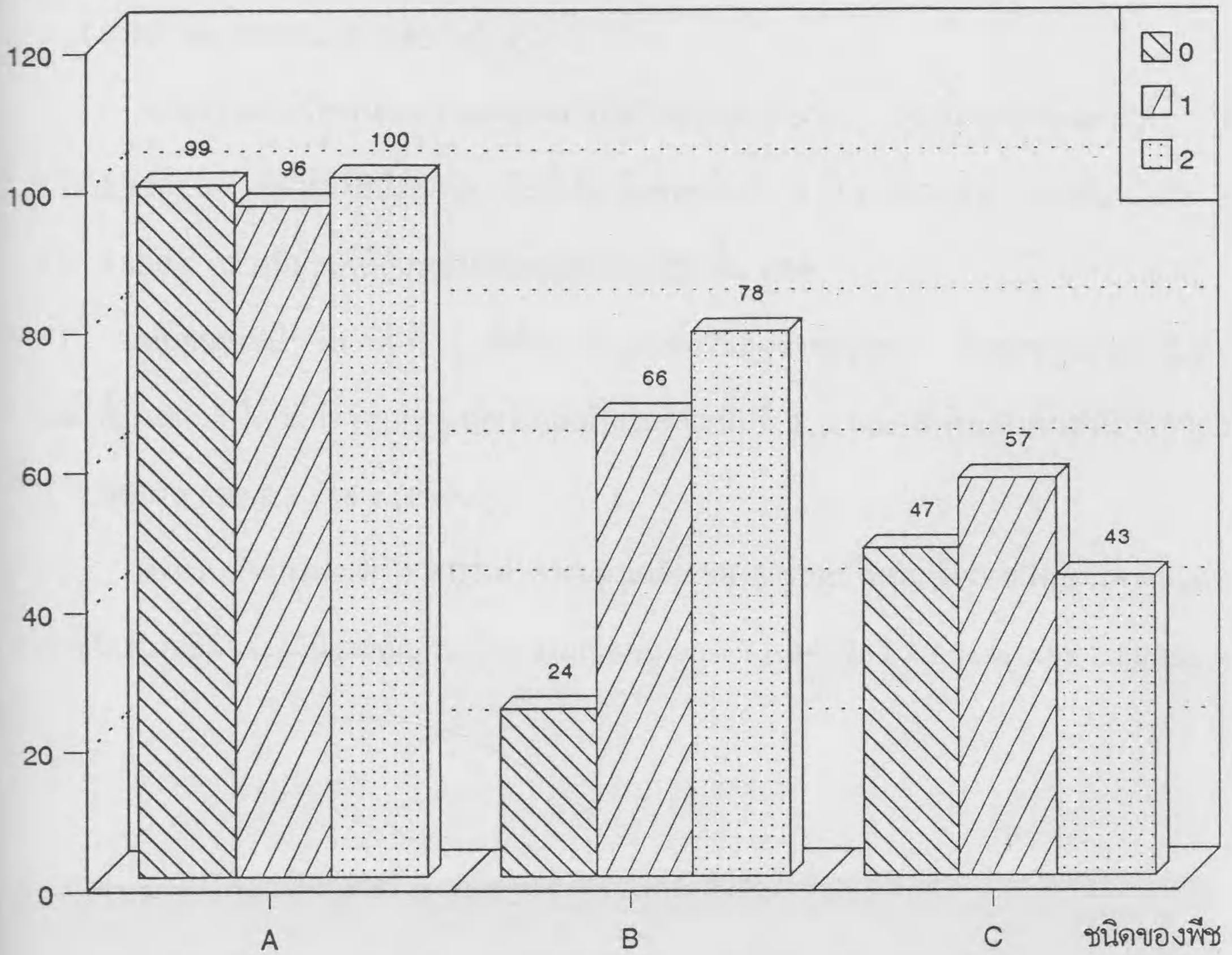


Germination rate of T. ciliata
in 3 treatment



Germination rate of T. pomifera
in 3 treatment





A_0 = เมล็ดเสี้ยวที่ปลูกในดินไม่ฆ่าเชื้อ

A_1 = เมล็ดเสี้ยวที่ปลูกในดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อ

A_2 = เมล็ดเสี้ยวที่ปลูกในดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ผสมเชื้อ *Glomus microcarpus*

B_0 = เมล็ดยมหอมที่ปลูกในดินไม่ฆ่าเชื้อ

B_1 = เมล็ดยมหอมที่ปลูกในดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อ

B_2 = เมล็ดยมหอมที่ปลูกในดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ผสมเชื้อ *Glomus microcarpus*

C_0 = เมล็ดมะกอกฟานที่ปลูกในดินไม่ฆ่าเชื้อ

C_1 = เมล็ดมะกอกฟานที่ปลูกในดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อ

C_2 = เมล็ดมะกอกฟานที่ปลูกในดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ผสมเชื้อ *Glomus microcarpus*

ภาพที่ 14 เปอร์การงอกของพืชทั้ง 3 ชนิดในดินทั้ง 3 ชนิด

2. ผลของไมคอร์ไรซาต่อความสูงของพืชทั้ง 3 ชนิด ในแต่ละชุดการทดลอง

(ภาพที่ 18, ภาคผนวก ข ตารางที่ 2)

ผลของไมคอร์ไรซาต่อความสูงของต้นเสี้ยวดอกแดงพบว่า ชุดที่ปลูกในดินชนิดที่ 1 (11.3938 b) มีค่าเฉลี่ยน้อยกว่า ต้นที่ปลูกในดินชนิดที่ 2 (15.0392)a และดินชนิดที่ 3 (15.1360) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

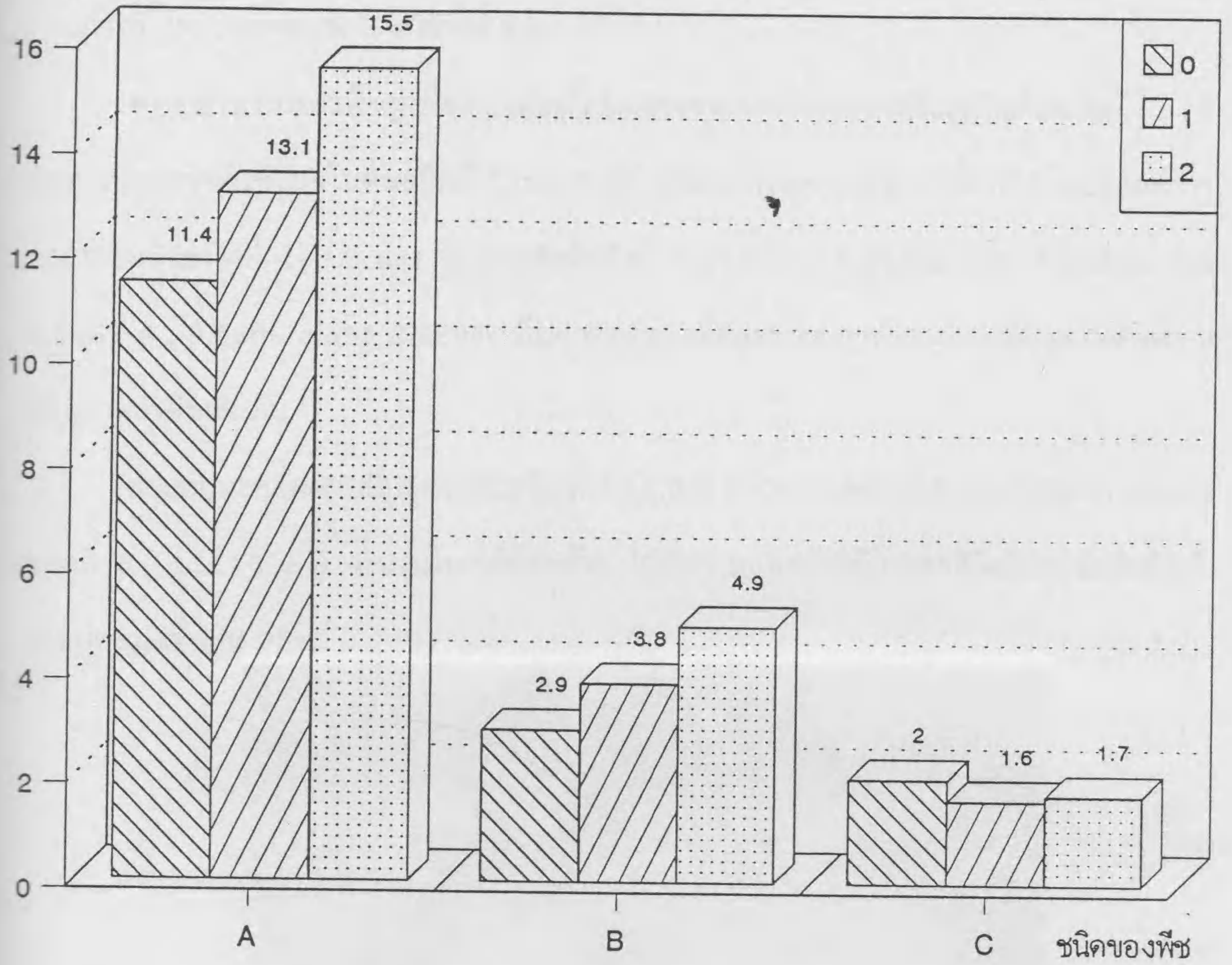
ต้นยมหอมในดินชนิดที่ 1 มีค่าความสูงเฉลี่ยวันสุดท้ายน้อยกว่า ต้นยมหอมที่ปลูกในดินชนิดที่2 และ 3 โดยมีค่าความสูงเฉลี่ยวันสุดท้ายในดินชนิดที่ 1,2 และ 3 ตามลำดับดังนี้ 2.6000 d, 4.8651c และ 5.1138 c (P=0.05)

สำหรับต้นมะกอกฟาน พบว่าค่าความสูงเฉลี่ย ของการปลูกในดินทั้ง 3 ชนิดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (1.6917e , 1.5250e และ 1.8529e)

ภาพที่ 15 มะกอกฟานที่ปลูกในดินชุดที่ 1 , 2 และ 3 ตามลำดับ

ภาพที่ 16 รากมะกอกฟานที่ปลูกในดินทั้ง 3 ชนิด

ภาพที่ 17 ยมหอมที่ปลูกในดินฆ่าเชื้อและดินฆ่าเชื้อผสม *G. microcarpus*



A_0 = เมล็ดเสี้ยวที่ปลูกในดินไม่ฆ่าเชื้อ

A_1 = เมล็ดเสี้ยวที่ปลูกในดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อ

A_2 = เมล็ดเสี้ยวที่ปลูกในดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ผสมเชื้อ *Glomus microcarpus*

B_0 = เมล็ดยมหอมที่ปลูกในดินไม่ฆ่าเชื้อ

B_1 = เมล็ดยมหอมที่ปลูกในดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อ

B_2 = เมล็ดยมหอมที่ปลูกในดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ผสมเชื้อ *Glomus microcarpus*

C_0 = เมล็ดมะกอกฟานที่ปลูกในดินไม่ฆ่าเชื้อ

C_1 = เมล็ดมะกอกฟานที่ปลูกในดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อ

C_2 = เมล็ดมะกอกฟานที่ปลูกในดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ผสมเชื้อ *Glomus microcarpus*

ภาพที่ 18 ความสูงของพืชทั้ง 3 ชนิดในดินทั้ง 3 ชนิด

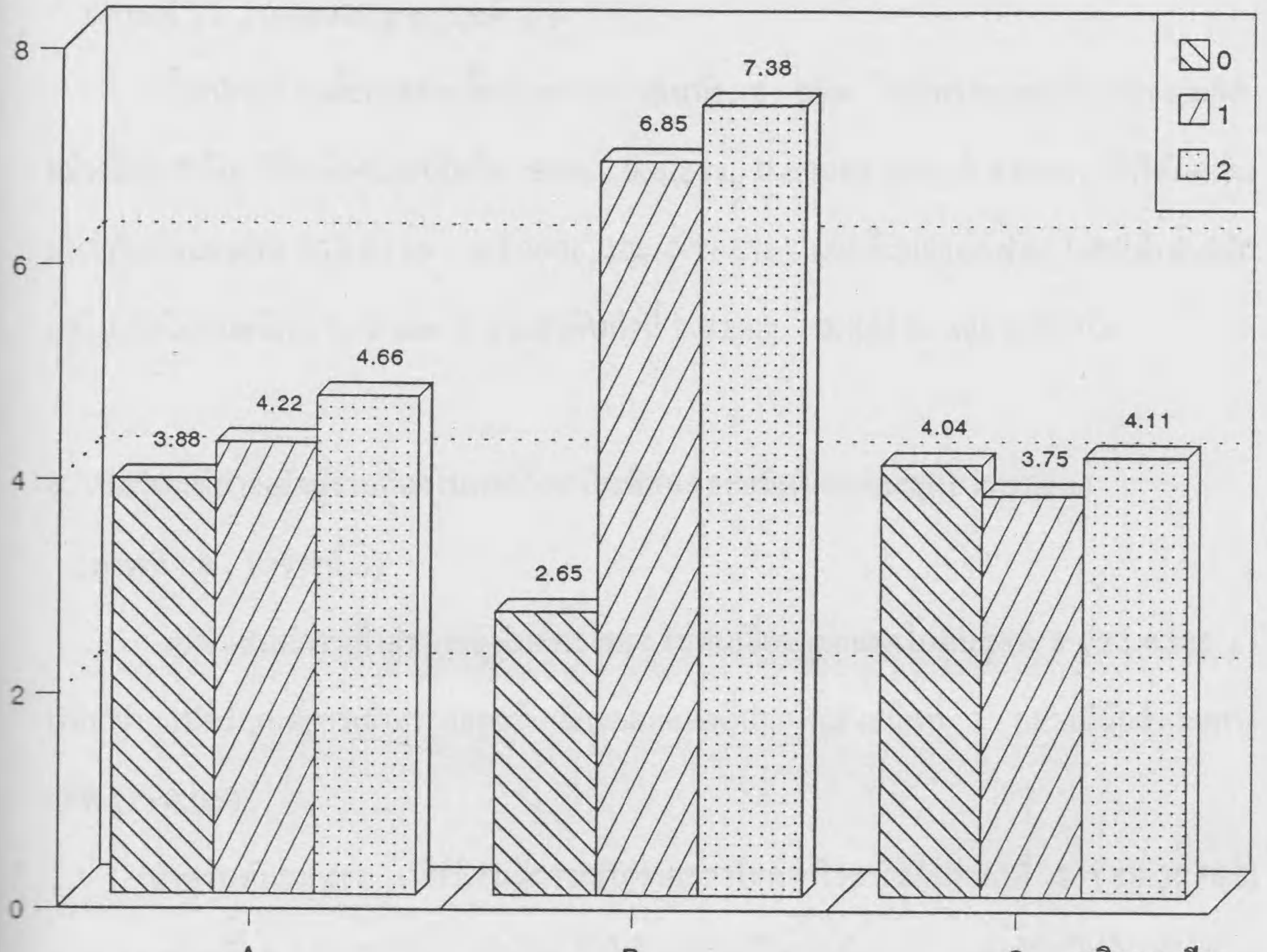
3. ผลของไมคอร์ไรซาต่อจำนวนใบเฉลี่ยสุดท้ายของพืชทั้ง 3 ชนิด ในแต่ละชุดการทดลอง

(ภาพที่ 20 , ภาคผนวก ข ตารางที่ 3)

พบว่าจำนวนใบเฉลี่ยสุดท้ายของต้นเสี้ยวดอกแดงและต้นยมหอมที่ปลูกในดินชนิดที่ 1 มีจำนวนน้อยกว่าต้นที่ปลูกในดินชนิดที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P=0.05) โดยให้ผลการทดลองในดินชนิดที่ 1 , 2 และ 3 ตามลำดับดังนี้ 3.8750b , 4.2785a และ 4.5333a ส่วน 2.6667 d , 8.5806 c และ 8.6897c คือจำนวนใบเฉลี่ยสุดท้ายของต้นยมหอมที่ปลูกในดินทั้ง 3 ชนิดตามลำดับเช่นกัน

ส่วนต้นมะกอกฟานที่ปลูกในดินชนิดที่ 1 (4.0417 e) , ดินชนิดที่ 2 (3.7500 e) และดินชนิดที่ 3 (4.1176 e) จำนวนใบเฉลี่ยสุดท้าย ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ภาพที่ 19 ต้นเสี้ยวที่ปลูกในดินทั้ง 3 ชนิด



A_0 = เมล็ดเสี้ยวที่ปลูกในดินไม่ฆ่าเชื้อ

A_1 = เมล็ดเสี้ยวที่ปลูกในดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อ

A_2 = เมล็ดเสี้ยวที่ปลูกในดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ผสมเชื้อ *Glomus microcarpus*

B_0 = เมล็ดยมหอมที่ปลูกในดินไม่ฆ่าเชื้อ

B_1 = เมล็ดยมหอมที่ปลูกในดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อ

B_2 = เมล็ดยมหอมที่ปลูกในดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ผสมเชื้อ *Glomus microcarpus*

C_0 = เมล็ดมะกอกฟานที่ปลูกในดินไม่ฆ่าเชื้อ

C_1 = เมล็ดมะกอกฟานที่ปลูกในดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อ

C_2 = เมล็ดมะกอกฟานที่ปลูกในดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ผสมเชื้อ *Glomus microcarpus*

ภาพที่ 20 จำนวนใบของพืชทั้ง 3 ชนิด ในดินทั้ง 3 ชนิด

4. ผลของไมคอร์ไรซาต่อน้ำหนักแห้งของพืชทั้ง 3 ชนิด ในแต่ละชุดการทดลอง

(ภาพที่ 22 ,ภาคผนวก ข ตารางที่ 4)

น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของต้นเสี้ยวดอกแดงในดินทั้ง 3 ชนิด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (0.8.23a, 0.8900a และ 0.9954a) ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับต้นยมหอม (0.1971b , 0.2200b และ 0.2857b) และต้นมะกอกฟาน โดยมีค่าน้ำหนักแห้งเฉลี่ยในดินชนิดที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับดังนี้ 0.3163c , 0.2480c และ 0.5270c

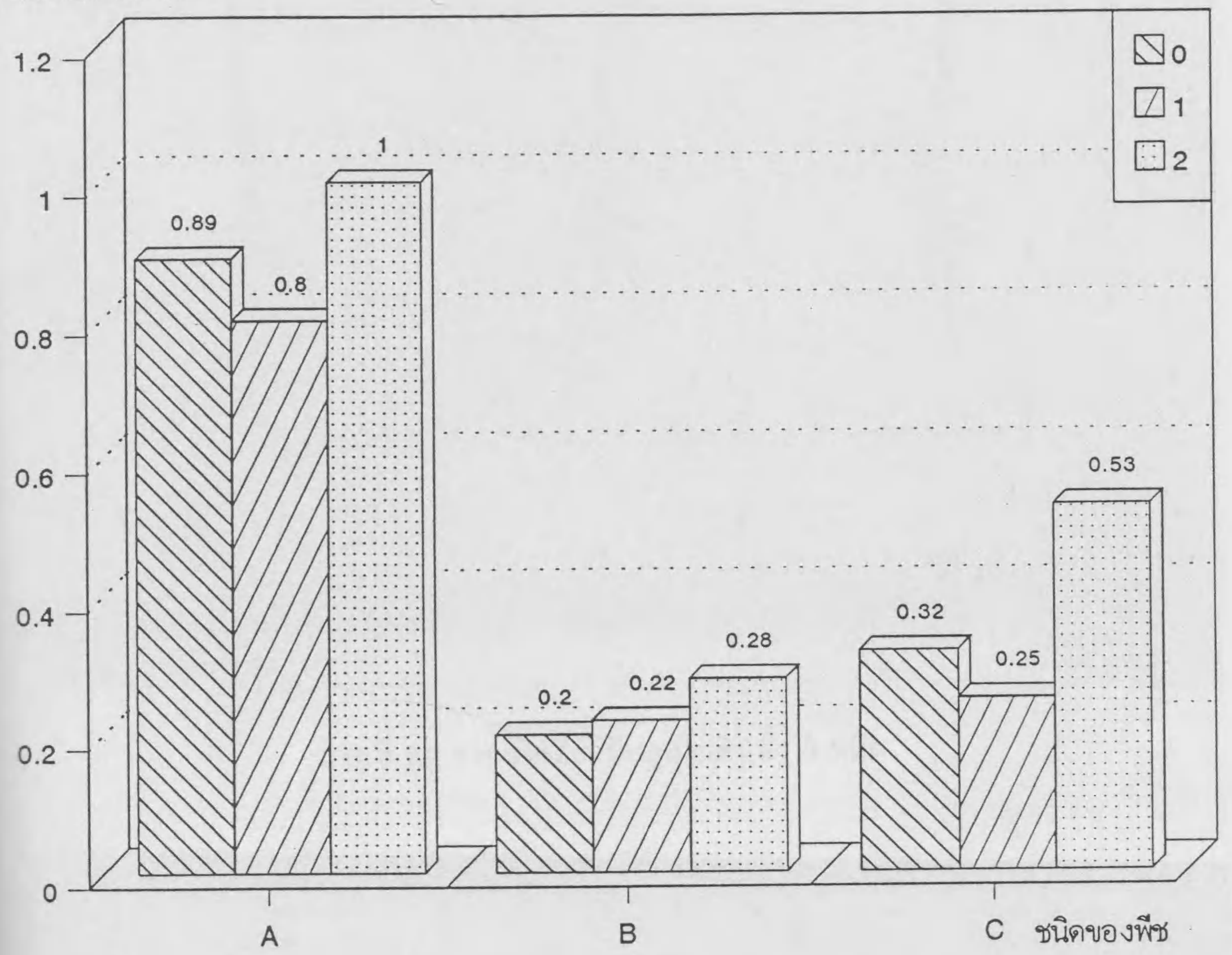
5. เปอร์ซนต์การเข้าสู่รากของไมคอร์ไรซาในพืชแต่ละชนิดในแต่ละชุดการทดลอง

(ภาพที่ 26 , ตารางที่ 5)

เปอร์เซนต์การเข้าสู่รากของไมคอร์ไรซา ในต้นเสี้ยวดอกแดงในดินชุดที่ 3 (23.6385 a) มากกว่า เปอร์เซนต์การเข้าสู่รากของต้นเสี้ยวดอกแดงที่ปลูกในดินชนิดที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P=0.05)

สำหรับต้นยมหอม เปอร์เซนต์การเข้าสู่รากของไมคอร์ไรซาในดินชนิดที่ 3 (38.3286d) มากกว่า ชนิดที่ 1 (32.8429c) เช่นกัน ซึ่งให้ผลคล้ายกับเปอร์เซนต์การเข้าสู่รากในดินชนิดที่ 3 (56.7000e) ของไมคอร์ไรซาในต้นมะกอกฟานที่มากกว่า เปอร์เซนต์การเข้าสู่รากในต้นมะกอกฟานในดินชนิดที่1 (43.6690f) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื้อมั่น 95%

ในดินชุดที่ 2 ซึ่งเป็นดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อของพืชทั้งสามชนิด ไม่พบการเข้าสู่รากของไมคอร์ไรซา



A_0 = เมล็ดเสี้ยวที่ปลูกในดินไม่ฆ่าเชื้อ

A_1 = เมล็ดเสี้ยวที่ปลูกในดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อ

A_2 = เมล็ดเสี้ยวที่ปลูกในดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ผสมเชื้อ *Glomus microcarpus*

B_0 = เมล็ดยมหอมที่ปลูกในดินไม่ฆ่าเชื้อ

B_1 = เมล็ดยมหอมที่ปลูกในดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อ

B_2 = เมล็ดยมหอมที่ปลูกในดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ผสมเชื้อ Glomus microcarpus

C_0 = เมล็ดมะกอกฟานที่ปลูกในดินไม่ฆ่าเชื้อ

C_1 = เมล็ดมะกอกฟานที่ปลูกในดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อ

C_2 = เมล็ดมะกอกฟานที่ปลูกในดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ผสมเชื้อ *Glomus microcarpus*

ภาพที่ 21 น้ำหนักแห้งของพืชทั้ง 3 ชนิดในดินทั้ง 3 ชนิด

ภาพที่ 22 รากต้นเสี้ยวที่ปลูกในดินทั้ง 3 ชนิด

ภาพที่ 23 รากยมหอมที่ปลูกในดินฆ่าเชื้อและดินฆ่าเชื้อผสม *G. microcarpus*

บทที่ 5

อภิปรายผลการทดลอง

จากการที่ได้ศึกษาถึงอิทธิพลต่อการงอกและการเจริญของเมล็ดพืชป่า 5 ชนิด แต่มีเมล็ดพืชเพียง 3 ชนิด เท่านั่นที่สามารถงอกได้ คือ ต้นเสี้ยวดอกแดง , ต้นยมหอม และ ต้นมะกอกฟาน ซึ่งต้นเสี้ยวมีเปอร์เซนต์การงอก, ความสูง และ จำนวนใบมากที่สุด ซึ่งเป็นไปตามผลที่ Manan (1994) ได้เสนอว่า พืช Leguminoseae จะมีความสัมพันธ์กับ VAM มาก แต่ต่นเสี้ยวมีเปอร์เซนต์การเข้าสู่รากน้อย อาจเป็นเพราะว่าในป่าที่มีฝนตกชุกหรือป่าดิบชื้นมักพบว่ามีการเข้าสู่รากพืช และกระจายตัวของ VAM จากรากหนึ่งไปยังอีกรากหนึ่ง ทำให้พืชมีอัตราการเจริญที่ใกล้เคียงกัน แต่มีความหนาแน่นของสปอร์รวมถึงอัตราการเข้าสู่รากน้อย (Manan, 1994)

สำหรับเปอร์เซนต์การงอกของพืชแต่ละชนิด ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก ยกเว้นต้นยมหอมที่ปลูกในดินชุดที่ 3 มีเปอร์เซนต์การงอกมากกว่า ชุดที่ปลูกในดินชนิดที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(P=0.05)อาจเนื่องจาก ระยะแรกไมคอร์ไรซามักไม่มีอิทธิพล ต่อการงอกของพืชมากนัก เพราะในการงอกของพืชในช่วงแรก ๆนั้นอาศัยความชื้นและปัจจัยแวดล้อมอื่น ๆเป็นส่วนสำคัญ ไมคอร์ไรซาจะเข้าไปมีบทบาท ต่อเมื่อเมล็ดพืชเริ่มมีระบบราก ซึ่งไมคอร์ไรซาจะมีส่วนในการเพิ่มการเจริญและเกี่ยวข้องกับการอยู่รอดของพืช (Mosse, 1981) และในการทดลองนี้มีฝนหลงฤดูตกลงมาอย่างหนักติดต่อกัน 3-4 วัน คือในช่วงวันที่ 26-29 มีนาคม 2537 ทำให้เมล็ดพืชได้รับความเสียหายบางส่วน เช่นต้นเสี้ยวมียอดหักเป็นบางต้น เมล็กมะกอกฟานบางเมล็ดกระเด็นออกจากกระบะ หรือ บางเมล็ดที่กำลังงอกถูกเม็ดฝนกระแทกทำให้เมล็ดแตกออกและเสียไป ส่วนต้นยมหอมในดินชุดที่ไม่ฆ่าเชื้อมีน้ำขังอยู่เป็นบางหลุม แต่จากสภาพโดยรวมไม่เสียหายมากนัก

ในด้านการเจริญเติบโตและการอยู่รอดของพืชดูได้จาก ความสูง จำนวนใบ น้ำหนักแห้งของต้นพืชแต่ละชนิด ซึ่งไมคอร์ไรซเป็นส่วนสำคัญในการเพิ่มปัจจัยดังกล่าว ไมคอร์ไรซาแม้จะ

สามารถเข้าสู่รากพืชได้หลายชนิด หากแต่VAM ยังมีความจำเพาะเจาะจงต่อชนิดของพืช โดยไมคอร์ไรซาจะมีอัตราการเข้าสู่รากต่างกันในพืชแต่ละชนิด (Manan, 1994)

ปัจจัยที่มีความสำคัญอีกอย่างหนึ่งคือ คุณสมบัติของดิน ความชื้นในดิน ค่าความเป็นกรดด่างในดิน อุณหภูมิของดิน ฯลฯ ที่มีผลต่อไมคอร์ไรซาในการส่งเสริมการเจริญของพืช เนื่องจากในดินที่มีความชื้นมากหรือน้อยกว่า Feild capacity มากๆ จะทำให้ไมคอร์ไรซาไม่สามารถเจริญหรืองอกได้ ในขณะเดียวกันความชื้นในดินที่เปลี่ยนแปลงไป จะทำให้ pH ที่เคยเหมาะสมต่อการเจริญของไมคอร์ไรซาจะอยู่ในช่วง pH ประมาณ 6-6.5 เปลี่ยนไป และถ้า pH ของดินเปลี่ยนไปอาจจะส่งผลไปถึงระดับฟอสเฟตภายในดิน ทำให้มีระดับฟอสเฟตที่มากหรือน้อยเกินไป ส่งผลให้พืชต่อต้านการเข้าสู่รากของไมคอร์ไรซา และอาจหยุดการเจริญไปชั่วขณะ ซึ่งจะส่งผลให้ระดับแร่ธาตุอื่นที่มีความสำคัญเช่น N, K, Cu, Mg, I ฯลฯ เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นมาได้ โดยเฉพาะ N ในปมรากพืชตระกูล Legumiaseae มักมีความสัมพันธ์กับระดับฟอสเฟตในดิน ดังเช่นในสภาพที่ระดับฟอสเฟตในดินพอเหมาะ จะช่วยส่งเสริมให้มีการตรึง N จากอากาศได้ดีขึ้น ในทางตรงกันข้ามหากระดับฟอสเฟตในดินมากขึ้นจะมีผลยับยั้งการตรึง N ของพืช (Mosse, 1981 และ Manan, 1994)

อุณหภูมิของดินและแสงสว่างมีผลต่อการเจริญของไมคอร์ไรซาในรากพืชเช่นกัน พบว่าถ้าอุณหภูมิของดินเพิ่มขึ้นการงอกของไมคอร์ไรซาจะเพิ่มขึ้น ซึ่งแสงสว่างมีส่วนอย่างมากต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับอุณหภูมิในดินและขบวนการสังเคราะห์ ดังนั้นการปลูกพืชโดยมีสภาพแวดล้อมที่ต่างจากสภาพธรรมชาติที่เหมาะสมเดิมย่อมส่งผลต่ออัตราการเจริญของพืช และอาจส่งผลมาถึงการเจริญของไมคอร์ไรซาด้วยเช่นกัน (Manan, 1994) ดังนั้นในการทดลองอาจมีสาเหตุจากที่กล่าวมานี้เป็นเหตุผลหนึ่ง ที่ทำให้เห็นของแตกต่างระหว่างการปลูกพืชในแต่ละชุดการทดลองไม่เด่นชัดนัก รวมทั้งกรณีต้นพืชในชุดที่ปลูกในดินฆ่าเชื้อเพียงอย่างเดียว ให้ผลใกล้เคียงกับพืชที่ปลูกในดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วผสมเชื้อไมคอร์ไรซา อาจเป็นผลมาจากการฆ่าเชื้อในดินสามารถฆ่าจุลลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค(pathogen)ได้ ซึ่งในความเป็นจริงในธรรมชาติ เราไม่สามารถฆ่าเชื้อในดินก่อนการเพาะปลูก หรือปลูกป่าได้

ทั้งนี้เมื่อดูจากแนวโน้มต่าง ๆ ของพืชทั้ง 3 ชนิด พบว่าไมคอร์ไรซามีอิทธิพลในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและการอยู่รอดของพืชทุกชนิด ซึ่งอาจจะส่งเสริมการเจริญในรูปแบบต่าง ๆ

เช่น พืชบางชนิดอาจมีเปอร์เซ็นต์การงอกเพิ่มขึ้น พืชบางชนิดอาจมีความสูง จำนวนใบหรือน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นเป็นกรณีไป ดังนั้นจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งหากมีการศึกษาวิจัยเรื่องนี้อย่างจริงจังต่อไป และหมายถึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการปลูกป่าได้อย่างแท้จริง

บทที่ 6

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของวีเอไมคอร์ไรซา ต่อการงอกและการเจริญของเมล็ดพืชป่า 5 ชนิดที่เก็บจากป่าบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุยและบริเวณมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่ามีเมล็ดพืชเพียง 3 ชนิด คือ เมล็ดต้นเสี้ยวดอกแดง เมล็ดต้นยมหอมและเมล็ดต้นมะกอกฟาน สามารถงอกและเจริญเติบโตได้ โดยไมคอร์ไรซ่ามีผลต่อปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

1.การงอก ทำให้ต้นเสี้ยวดอกแดงและต้นยมหอมที่ปลูกในดินที่มีการเติม *G. microcarpus* มีเปอร์เซ็นต์การงอกมากกว่าต้นเสี้ยวดอกแดงและต้นยมหอมที่ปลูกในดินจากบริเวณรอบ ๆ รากพืช แต่ไม่มีผลต่อการงอกของต้นมะกอกฟาน

2.การเจริญ ต้นเสี้ยวดอกแดงและต้นยมหอมที่ปลูกในดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วผสมเชื้อ *G. microcarpus* มีความสูงและจำนวนใบมากกว่าต้นที่ปลูกในดินบริเวณรอบรากพืช แต่ไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของพืช

3. การเข้าสู่ราก เปอร์เซ็นต์การเข้าสู่รากของต้นเสียวดอกแดง ต้นยมหอม และต้นมะกอกฟาน ที่ปลูกในดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วผสมเชื้อ *G. microcarpus* มากกว่าชุดที่ปลูกในดินที่เก็บมาจากบริเวณรอบรากโดยตรง

4.ดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อเพียงอย่างเดียวให้ผลการทดลองใกล้กับดินที่ฆ่าเชื้อและผสม *G. microcarpus*

5.จากผลการทดลองพบว่าดินที่ฆ่าเชื้อแล้วผสม *G. microcarpus* ทำให้จำนวนใบ เปอร์เซ็นต์การงอกและเปอร์เซ็นต์การเข้าสู่รากพืชของวีเอไมคอร์ไรซาเพิ่มขึ้นมากกว่าในดินที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ จึงสรุปได้ว่าวีเอไมคอร์ไรซามีผลต่อการเจริญเติบโตและการอยู่รอดของต้นไม้บางชนิดในป่าเขตร้อน

เอกสารอ้างอิง

เกศสุคนธ์ ศรีสารคาม. 2535. ผลของเวสสิคูลา อาบัสคูลา ไมคอร์ไรซา ต่อการเติบโตและผลผลิตและความต้านทานเชื้อ *Rhizoctonia fagariae* ของสตรอเบอรี่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

นารีรัตน์ มูลใจ. 2536. ผลของ *Glomus microcarpus* และฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้น 50 ppm. ที่มีต่อเติบโตและผลผลิตของต้นดองดึง. (*Gloriosa superba* Linn.) ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ประกิตต์สิน สีหนนทน์ 2523. ความสำคัญของไมคอร์ไรซา (Mycorrhiza Fungi) ในการช่วยการเจริญเติบโตของต้นไม้ที่ใช้ในโครงการปลูกป่า. วารสารวิทยาศาสตร์ ฉบับพิเศษชีววิทยา ปีที่ 34 ฉบับที่ 3 หน้า 245-251.

ประกอบ ศัลยานุบาล. 2534. ผลของไมคอร์ไรซาต่อการงอกและการเจริญของพืชป่าบางชนิด. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พรทิพย์ เจริญพิวัฒพงษ์. 2537. ผลของเวสสิคูลา อาบัสคูลา ไมคอร์ไรซา ต่อการเติบโตและผลผลิตของดาวเรือง *Tagetes erectra* 49. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ไม้ดอกไม้ประดับเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิตพระบรมราชินีนาถ. บริษัทด่านสุทธาการพิมพ์ จำกัด. หน้า 24 และ 94.

หัสนัย กันธรส. 2530. การเติบโตของกล้าส้มเขียวหวาน (*Citrus reticulata Blanco*) ที่เพาะด้วยเชื้อวีเอไมคอร์ไรซาและแบคทีเรีย *Pseudomonas aeruginosa*. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร-มหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อภิญญา ผลิโกมล, สายสมร ลำยอง และสกุณี บวรสมบัติ. 2533. การเก็บรวบรวมและวินิจฉัยชนิดสปอร์ของเวสสิคูลา อาบัสคูลา ไมคอร์ไรซาในดิน ในจังหวัดเชียงใหม่. รายงานผลการทดลองและวิจัย ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อลิส ชาร์ป. 2535. ผลของเวสสิคูลา อาบัสคูลา ไมคอร์ไรซา ที่มีผลต่อการเติบโตและผลผลิตของต้นดองดึง (*Gloriosa superba* Linn.) ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ออมทรัพย์ นพอมรบดี. 2525. การใช้ไมคอร์ไรซาในระบบการปลูกพืช งานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร.

Bonfanate, F. 1984. Anatomy and morphology of VA mycorrhiza. pp. 5-34. *In* VA Mycorrhiza Well, C.L.I. and D.J. Bagyaraj (eds.). CRC.Press, Inc. Boca Raton, Florida.

Cooke, R. 1977. The Biology of Symbiotic Fungi. Jonh wiley and Suns. Ltd. London.

Gerdermann, J.W. 1968. Vesicula-arbuscular mycorrhiza and plant growth. Annual Review Phytopathology. 6 : 397-418.

Hattingh, M.J., L.E. Gray and J.W. Gerdermann. 1973. Uptake and translocation of onion roots by endomycorrhiza fungi. Soil Science. 116 : 381-387.

Kruckelmann, H.W. 1975. Effect of fertilizers, soil, soil tillage and plant species on the frequency of endogone chlamydospores and mychorrhiza inferction in arable soil. *In* Endomycorrhiza. Sanders, F.E., B. Mosse and P.B. Tinker (eds.). Academic Press, London. 511 p.

Manan, A. 1994. The Importance of vesicular-arbuscular mycorrhiza (VAM) in deciduous tropical forest ecosystems at Doi Suthep-Pui National Park. M.S. Thesis, Chiang Mai University. Chiang Mai.

Mosse, B. 1980. Mycorrhiza in agriculture plants. pp. 213-230. *In* tropial mycorrhiza research. Mikola, P. (ed.) Clarendon Press, Oxford, New York.

Raj, J., D.J. Bagyaraj and A. Menjuanth. 1981. Influence of soil inoculation with vesicular-arbuscular mycorrhiza and phosphate dissolving bacterium on plant growth and P^{32} uptake. Soil Biology and Biochemistry. 13 : 105-108.

Schenck, N.C. 1975. Temperature and light effect on contamination and spore germination of vesiculau-arbuscular mycorrhiza fungi. Mycologia. 67 : 1189-1190.

Schenck, N.C. 1981. Can mycorrhiza control root disease. Plant Disease. 65 : 230-234.

Trappe, J.M. and N.C. Schenck. 1982. Taxonomy of the fungi forming endomycorrhizae. 1-9. *In* Schenck, N.C. (ed.) Methods and Priciples of Mycorrhizal Research. American Phytopothological Society St. Paul. Minn.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

สารเคมีที่ใช้

Alkaline H_2O_2

NH_4OH	3	มิลลิลิตร
10% H_2O	30	มิลลิลิตร
Tapwater	567	มิลลิลิตร

0.01% Acid Fuchsin in Lactic Acid Solution

Lactic Acid	975	มิลลิลิตร
Glycerin	63	มิลลิลิตร
Tapwater	63	มิลลิลิตร
Acid Fuchsin	0.1	กรัม

Formalin Acetic Alcohol (FAA)

Formalin	5	มิลลิลิตร
Acetic Acid	5	มิลลิลิตร
50% Alcohol	90	มิลลิลิตร

Ringer's solution

NaCl	6	กรัม
$CaCl_2$	0.1	กรัม
Distilled water	1000	กรัม

Medium agar

$Ca(NO_3)_2$	341	มิลลิลิตร
$Na_2SO_4.10H_2O$	200	มิลลิลิตร
$MgSO_4.7H_2O$	738	มิลลิลิตร
KNO_3	80	มิลลิลิตร
KCl	65	มิลลิลิตร
$MnCl_2.4H_2O$	7.07	มิลลิลิตร
$ZnSO_4.7H_2O$	2.68	มิลลิลิตร
Kl	0.75	มิลลิลิตร
H_3BO_3	1.50	มิลลิลิตร
$Na_2MoO_4.2H_2O$	0.00254	มิลลิลิตร
$CuSO_4.5H_2O$	0.0201	มิลลิลิตร
$FeCl_3.6H_2O$	4.16	มิลลิลิตร
Ca-phytate	230	มิลลิลิตร
Agar	10	กรัม

Ca-phytate เตรียมโดย ละลาย 630 ม.ก. ของ Ca-phytate หรืออนุพันธ์ที่ให้ Ca ในน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ 1,000 มล. จากนั้นกรองสารละลายดังกล่าวผ่าน filter membrane ขนาด 0.22 ไมโครเมตร ปรับ pH ให้ได้ประมาณ 5.5 และนำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งไอน้ำ ที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว 121 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 15 นาที

ภาคผนวก ข

จัดตารางการทดลองแบบ Factorial in CRD

เสี้ยว			
	S	NS	S+G
ยมหอม	S+G	S	NS
มะกอกฟาน	S	S+G	NS
เลี่ยน	NS	S+G	S
อะราง	NS	S+G	S

NS หมายถึง ปลูกในดินที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ

S หมายถึง ปลูกในดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อ

S+G หมายถึง ปลูกในดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อผสมเชื้อ *Glomus microcarpus*

ตารางที่ 1 เปอร์เซนต์การงอกเฉลี่ยวันสุดท้ายของพืชทั้ง 3 ชนิด ในแต่ละชุดการทดลอง ที่มีความเชื่อมั่น 95%

The last everate % germination rate of 3 tree species in 3 treatments.

Tree species	Treatment			Growth period
	Treatment 1	Treatment 2	Treatment 3	(day)
เสี้ยวดอกแดง (B. purpurea)	99[a]	96[a]	100[a]	121
ยมหอม (I. ciliata)	24[c]	66[b]	78[b]	30
มะกอกฟาน (I. pomifera)	47[d]	57[d]	43[d]	32

Treatment 1 = ใช้ดินจากบริเวณรอบๆ รากพืชแต่ละชนิดโดยไม่ผ่านการฆ่าเชื้อในการปลูก

Treatment 2 = ใช้ดินจากบริเวณรอบๆ รากพืช ที่ผ่านการฆ่าเชื้อในการปลูก

Treatment 3 = ใช้ดินจากบริเวณรอบๆ รากพืช ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วผสมเชื้อ Glomus microcarpus

ตารางที่ 2 ความสูงเฉลี่ยสุดท้ายของพืชทั้ง 3 ชนิด ในแต่ละชุดการทดลองที่ความเชื่อมั่น 95%

The last everage height of 3 tree species in 3 treatments.

Tree species	Treatment			Growth period
	Treatment 1	Treatment 2	Treatment 3	(day)
เสี้ยวดอกแดง (B. purpurea)	11.3938[b]	15.0392[a]	15.1360[a]	121
ยมหอม (I. ciliata)	2.6000[d]	4.8651[c]	5.1138[c]	30
มะกอกฟาน (I. pomifera)	1.6917[e]	1.5250[e]	1.8529[e]	32

ตารางที่ 3 จำนวนใบเฉลี่ยสุดท้ายของพืชทั้ง 3 ชนิด ในแต่ละชุดการทดลอง ที่มีความเชื่อมั่น 95%

The last everage number of leaves of 3 tree species in 3 treatments.

Tree species	Treatment			Growth period (day)
	Treatment 1	Treatment 2	Treatment 3	
เสี้ยวดอกแดง (B. purpurea)	3.8750[b]	4.2785[a]	4.5333[a]	121
ยมหอม (I. ciliata)	2.6667[d]	8.5806[c]	8.6897[c]	30
มะกอกฟาน (I. pomifera)	4.0417[e]	3.7500[e]	4.1176[e]	32

ตารางที่ 4 น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของพืชแต่ละชนิดในแต่ละ treatment (P. = 0.05)

Average dry weight of 3 tree species *in* 3 *treatments.*

Tree species	*Treatment*			Growth period (day)
	Treatment 1	Treatment 2	Treatment 3	
เสี้ยวดอกแดง (B. purpurea)	0.8023[a]	0.8900[a]	0.9954[a]	121
ยมหอม (I. ciliata)	0.1971[b]	0.2200[b]	0.2857[b]	30
มะกอกฟาน (I. pomifera)	0.3163[c]	0.2480[c]	0.5270[c]	32

ตารางที่ 5 เปอร์เซนต์การเข้าสู่รากของพืชแต่ละชนิดในแต่ละ treatment (P. = 0.05)

Percent root infection of 3 tree species in 3 treatments.

Tree species	Treatment			Growth period (day)
	Treatment 1	Treatment 2	Treatment 3	
เสี้ยวดอกแดง (B. purpurea)	16.8462[b]	0.0000	23.6385[a]	121
ยมหอม (I. ciliata)	32.8429[c]	0.0000	38.3286[d]	30
มะกอกฟาน (I. pomifera)	43.6690[f]	0.0000	56.7000[e]	32

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ ANOVA และ Scheffe ของต้นเสี้ยวถึงความแตกต่างในเรื่อง ค ว ามสูงที่ปลูกในดินแต่ละชนิด

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	2	197.9932	98.9966	9.3672	.0001
Within Groups	167	1764.9305	10.5684		
Total	169	1962.9238			

SPSS/PC+

- - - - - - - - - - O N E W A Y - - - - - - - - - -

Variable HEI
By Variable TRT

ltiple Range Test

SD Procedure
anges for the .050 level -

2.79 2.79

e ranges above are table ranges.
e value actually compared with Mean(J)-Mean(I) is..
2.2987 * Range * Sqrt(1/N(I) + 1/N(J))

*) Denotes pairs of groups significantly different at the .050 level

Mean	Group	G r p 1	G r p 2	G r p 3
11.3938	Grp 1			
15.0392	Grp 2	*		
15.1360	Grp 3	*		

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์ ANOVA และ Scheffe ของต้นยมหอมถึงความแตกต่างในเรื่องความสูง ที่ปลูกในดินแต่ละชนิด

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	2	18.5100	9.2550	7.9461	.0006
Within Groups	121	140.9321	1.1647		
Total	123	159.4422			

SPSS/PC+

- - - - - - - - - - - O N E W A Y - - - - - - - - - - -

Variable HEI
By Variable TRT

Multiple Range Test

LSD Procedure
Ranges for the .050 level -

2.80 2.80

The ranges above are table ranges.
The value actually compared with Mean(J)-Mean(I) is..
.7631 * Range * Sqrt(1/N(I) + 1/N(J))

(*) Denotes pairs of groups significantly different at the .050 level

Mean	Group	Grp 1	Grp 2	Grp 3
2.6000	Grp 1			
4.8651	Grp 2	*		
5.1138	Grp 3	*		

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์ ANOVA และ Scheffe ของต้นมะกอกฟานถึงความแตกต่างในเรื่องความสูง ที่ปลูกในดินแต่ละชนิด

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	2	1.0845	.5422	.7404	.4811
Within Groups	62	45.4057	.7323		
Total	64	46.4902			

SPSS/PC+

- - - - - - - - - - O N E W A Y - - - - - - - - - -

Variable HEI
By Variable TRT

Multiple Range Test

LSD Procedure
Ranges for the .050 level -

2.83 2.83

The ranges above are table ranges.
The value actually compared with Mean(J)-Mean(I) is..
.6051 * Range * Sqrt(1/N(I) + 1/N(J))

No two groups are significantly different at the .050 level

ตารางที่ 9 การวิเคราะห์ ANOVA และ Scheffe ของต้นเสี้ยวถึงความแตกต่างในเรื่องจำนวนใบ ที่ปลูกในดินแต่ละชนิด

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	2	6.5334	3.2667	4.5352	.0121
Within Groups	167	120.2901	.7203		
Total	169	126.8235			

SPSS/PC+

- - - - - - - - - - - O N E W A Y - - - - - - - - - - -

Variable NUM
By Variable TRT

Multiple Range Test

LSD Procedure
Ranges for the .050 level -

2.79 2.79

The ranges above are table ranges.
The value actually compared with Mean(J)-Mean(I) is..
.6001 * Range * Sqrt(1/N(I) + 1/N(J))

(*) Denotes pairs of groups significantly different at the .050 level

Mean	Group	Grp 1	Grp 2	Grp 3
3.8750	Grp 1			
4.2785	Grp 2			
4.5333	Grp 3	*		

ตารางที่ 10 การวิเคราะห์ ANOVA และ Scheffe ของต้นยมหอมถึงความแตกต่างในเรื่องจำนวนใบ ที่ปลูกในดินแต่ละชนิด

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	2	104.5545	52.2772	9.3328	.0002
Within Groups	120	672.1772	5.6015		
Total	122	776.7317			

SPSS/PC+

- - - - - - - - - - - O N E W A Y - - - - - - - - - - -

Variable NUM
By Variable TRT

Multiple Range Test

LSD Procedure
Ranges for the .050 level -

2.80 2.80

The ranges above are table ranges.
The value actually compared with Mean(J)-Mean(I) is..
1.6735 * Range * Sqrt(1/N(I) + 1/N(J))

(*) Denotes pairs of groups significantly different at the .050 level

Mean	Group	G r p 1	G r p 2	G r p 3
2.6667	Grp 1			
8.5806	Grp 2	*		
8.6897	Grp 3	*		

ตารางที่ 11 การวิเคราะห์ ANOVA และ Scheffe ของต้นมะกอกฟานถึงความแตกต่างใน เรื่องจำนวนใบ ที่ปลูกในดินแต่ละชนิด

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	2	1.6385	.8192	.6578	.5216
Within Groups	62	77.2230	1.2455		
Total	64	78.8615			

SPSS/PC+

- - - - - - - - - - - O N E W A Y - - - - - - - - - - -

Variable NUM
By Variable TRT

Multiple Range Test

LSD Procedure
Ranges for the .050 level -

2.83 2.83

The ranges above are table ranges.
The value actually compared with Mean(J)-Mean(I) is..
.7892 * Range * Sqrt(1/N(I) + 1/N(J))

No two groups are significantly different at the .050 level

ตารางที่ 12 การวิเคราะห์ ANOVA และ Scheffe ของต้นเสี้ยวถึงความแตกต่างในเรื่องเปอร์เซ็นต์การเข้าสู่รากของไมคอร์ไรซา ที่ปลูกในดินแต่ละชนิด

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	2	3851.0559	1925.5279	1764.9168	.0000
Within Groups	36	39.2761	1.0910		
Total	38	3890.3320			

SPSS/PC+

- - - - - - - - - - - O N E W A Y - - - - - - - - - - -

Variable INFEC
By Variable TRT

Multiple Range Test

LSD Procedure
Ranges for the .050 level -

2.87 2.87

The ranges above are table ranges.
The value actually compared with Mean(J)-Mean(I) is..
.7386 * Range * Sqrt(1/N(I) + 1/N(J))

(*) Denotes pairs of groups significantly different at the .050 level

Mean	Group	Grp 2	Grp 1	Grp 3
.0000	Grp 2			
16.8462	Grp 1	*		
23.6385	Grp 3	*	*	

ตารางที่ 13 การวิเคราะห์ ANOVA และ Scheffe ของต้นยมหอมถึงความแตกต่างในเรื่องเปอร์เซ็นต์การเข้าสู่รากของไมคอร์ไรซา ที่ปลูกในดินแต่ละชนิด

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	2	6014.9267	3007.4633	2276.3283	.0000
Within Groups	18	23.7814	1.3212		
Total	20	6038.7081			

SPSS/PC+

- - - - - - - - - - - O N E W A Y - - - - - - - - - - -

Variable INFEC
By Variable TRT

Multiple Range Test

LSD Procedure
Ranges for the .050 level -

2.97 2.97

The ranges above are table ranges.
The value actually compared with Mean(J)-Mean(I) is..
.8128 * Range * Sqrt(1/N(I) + 1/N(J))

(*) Denotes pairs of groups significantly different at the .050 level

Mean	Group	Grp 2	Grp 1	Grp 3
.0000	Grp 2			
32.8429	Grp 1	*		
38.3286	Grp 3	*	*	

ตารางที่ 14 การวิเคราะห์ ANOVA และ Scheffe ของต้นมะกอกฟานถึงความแตกต่างในเรื่องเปอร์เซ็นต์การเข้าสู่รากของไมคอร์ไรซา ที่ปลูกในดินแต่ละชนิด

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	2	17638.9284	8819.4642	970.1650	.0000
Within Groups	27	245.4485	9.0907		
Total	29	17884.3769			

SPSS/PC+

- - - - - - - - - - - O N E W A Y - - - - - - - - - - -

Variable INFEC
By Variable TRT

Multiple Range Test

LSD Procedure
Ranges for the .050 level -

2.90 2.90

The ranges above are table ranges.
The value actually compared with Mean(J)-Mean(I) is..
2.1320 * Range * Sqrt(1/N(I) + 1/N(J))

(*) Denotes pairs of groups significantly different at the .050 level

Mean	Group	Grp 2	Grp 1	Grp 3
.0000	Grp 2			
43.6690	Grp 1	*		
56.7000	Grp 3	*	*	

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวพัชชา อินคำสืบ

วันเดือนปีเกิด 2 มิถุนายน 2515

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลาย จาก โรงเรียนดาราวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2532 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) พ.ศ. 2356