บทที่ 3
ผลการวิจัย

1. <u>ตรวจสอบ และ แยกราเอคโตไมคอร์ไรซ่า จากรากของกล้าสนเขา</u> จากการตรวจสอบและแยกราเอคโตไมคอร์ไรซ่า จากรากสนสองใบ สนสามใบและสนคาร์ริเบียนในแหล่งต่างๆ ในประเทศ รวมทั้งสิ้น 5 จังหวัดได้แก่ จังหวัดตาก จังหวัดพิษณุโลก จังหวัดสุรินทร์ จังหวัดสระบุรี และ จังหวัดอุบลราชธานี ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ MMN ชนิดแข็ง ตามวิธีการทดลองในบทที่ 2 ข้อ 1 สามารถแยกราได้ทั้งสิ้น 18 ชนิด ดังแสดงในตารางที่ 6 จากศึกษาลักษณะภายนอกของราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้สามารถจัดจำแนกกลุ่มออกได้ 5 กลุ่ม

<u>ตารางที่ 6</u> รายละเอียดราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ จำแนกตามแหล่งที่มา

แหล่งที่มา	ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้	ลักษณะโคโลนีและโครงสร้างของสายใย
หน่วยพัฒนาต้นน้ำที่ 32 ดอยมูเซอร์ อ.แม่สอด จ. ตาก	Tak 1	โคโลนี เรียบ มีสีเขียวเข้ม อาหารเลี้ยงเชื้อบริเวณโคโลนี มีสีเขียวเข้ม สายใยมีผนังกั้น สังเกตพบclamydospore ไม่พบ clamp conection
	Tak 2	โคโลนีเรียบ มีสีเหลืองนวลจนถึงสีน้ำตาลอ่อน สายใยสีเหลืองมีผนังกั้น สังเกตพบ clamp conection
	Tak 3	โคโลนีเรียบสีน้ำตาลเข้ม อาหารเลี้ยงเชื้อบริเวณโคโลนีมีสีน้ำตาลเข้ม สายใยสีน้ำตาลมีผนังกั้น สังเกตพบ clamp conection

ตารางที่ 6 รายละเอียดราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ จำแนกตามแหล่งที่มา (ต่อ)

แหล่งที่มา	ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้	ลักษณะโคโลนีและโครงสร้างของสายใย
หน่วยพัฒนาต้นน้ำที่ 32 ดอยมูเซอร์ อ.แม่สอด จ. ตาก	Tak 4	สายใยราสีขาว แผ่กระจายทั่วบริเวณผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อ สายใยสีขาว มีผนังกั้น สังเกตพบ clamp conection
สถานีปรับปรุงพันธุ์ไม้ป่าทุ่งแสลงหลวง อ.นครไทย จ.พิษณุโลก	Pisanulok 1	โคโลนี เรียบ มีสีเขียวเข้ม อาหารเลี้ยงเชื้อบริเวณโคโลนี มีสีเขียวเข้ม สายใยสีเขียวเข้ม มีผนังกั้น สังเกตพบ clamydosporeไม่พบclamp conection
	Pisanulok 2	โคโลนีเรียบ มีสีเหลืองนวลจนถึงสีน้ำตาลอ่อน สายใยมีสีเหลือง มีผนังกั้น สังเกตพบ clamp conection
	Pisanulok 3	โคโลนีเรียบสีน้ำตาลเข้ม อาหารเลี้ยงเชื้อบริเวณโคโลนีมีสีน้ำตาลเข้ม สายใยมีผนังกั้น สังเกตพบ clamp conection
	Pisanulok 4	สายใยราสีขาว แผ่กระจายทั่วบริเวณผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อ สายใยมีขาว มีผนังกั้น สังเกตพบ clamp conection

ตารางที่ 6 แสดงรายละเอียดราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ จำแนกตามจังหวัด (ต่อ)

จังหวัด	ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้	ลักษณะโคโลนีและโครงสร้างของสายใย
สวนอนุรักษ์พันธุ์ไม้ป่าหนองคู อ.สังขะ จ.สุรินทร์	Surin 1	โคโลนี เรียบ มีสีเขียวเข้ม อาหารเลี้ยงเชื้อบริเวณโคโลนี มีสีเขียวเข้ม สายใยสีเขียวมีผนังกั้น สังเกตพบ clamydo-spore ไม่พบ clamp conection
	Surin 2	โคโลนีเรียบสีน้ำตาลเข้ม อาหารเลี้ยงเชื้อบริเวณโคโลนีมีสีน้ำตาลเข้ม สายใยสีน้ำตาลมีผนังกั้น สังเกตพบ clamp conection
	Surin 3	โคโลนีเรียบสีน้ำตาล สายใยสีน้ำตาล แผ่กระจายทั่วผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ สายใยมีผนังกั้น สังเกตพบ clamp conection
สถานีทดลองปลูกพันธุ์ไม้สระบุรี อ.เมือง จ.สระบุรี	Saraburi 1	โคโลนี เรียบ มีสีเขียวเข้ม อาหารเลี้ยงเชื้อบริเวณโคโลนี มีสีเขียวเข้ม สายใยสีเขียวมีผนังกั้น สังเกตพบ clamydo spore ไม่พบ clamp conection

ตารางที่ 6 แสดงรายละเอียดราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ จำแนกตามจังหวัด (ต่อ)

จังหวัด	ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้	ลักษณะโคโลนีและโครงสร้างของสายใย
สถานีทดลองปลูกพันธุ์ไม้สระบุรี อ.เมือง จ.สระบุรี	Saraburi 2	โคโลนีเรียบสีน้ำตาล สายใยสีน้ำตาล แผ่กระจายทั่วผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ สายมีผนังกั้น สังเกตพบ clamp conection
	Saraburi 3	โคโลนีเรียบสีน้ำตาลเข้ม อาหารเลี้ยงเชื้อบริเวณโคโลนีมีสีน้ำตาลเข้ม สายใยสีน้ำตาลมีผนังกั้น สังเกตพบ clamp conection
ศูนย์อนุรักษ์พันธุ์ไม้สนสองใบ โชงเจียม-ดงตาหวัง อ.โชงเจียม จ.อุบลราชธานี	Ubolrachathani 1	โคโลนี เรียบ มีสีเขียวเข้ม อาหารเลี้ยงเชื้อบริเวณโคโลนี มีสีเขียวเข้ม สายใยสีเขียว มีผนังกั้น สังเกตพบclamydospore ไม่พบ clamp conection
	Ubolrachathani 2	โคโลนีเรียบสีน้ำตาลเข้ม อาหารเลี้ยงเชื้อบริเวณโคโลนีมีสีน้ำตาลเข้ม สายใยสีน้ำตาลมีผนังกั้น สังเกตพบ clamp conection
	Ubolrachathani 3	โคโลนีเรียบสีน้ำตาล สายใยสีน้ำตาล แผ่กระจายทั่วผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ สายใยมีผนังกั้น สังเกตพบ clamp conection

ตารางที่ 6 แสดงรายละเอียดราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ จำแนกตามจังหวัด (ต่อ)

จังหวัด	ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้	ลักษณะโคโลนีและโครงสร้างของสายใย
ศูนย์อนุรักษ์พันธุ์ไม้สนสองใบ โชงเจียม-ดงตาหวัง	Ubolrachathani 4	สายใยราสีขาว แผ่กระจายทั่วบริเวณผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อ สายใยสีขาว มีผนังกั้น สังเกตพบ clamp conection

จากการศึกษาถึงลักษณะภายนอกของราที่แยกได้ในตารางที่ 6 สามารถจัดจำแนกราออกได้เป็น 5 กลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงการจัดจำแนกกลุ่มตามลักษณะภายนอกของราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้จากรากสนที่ได้จากแหล่งต่างๆ

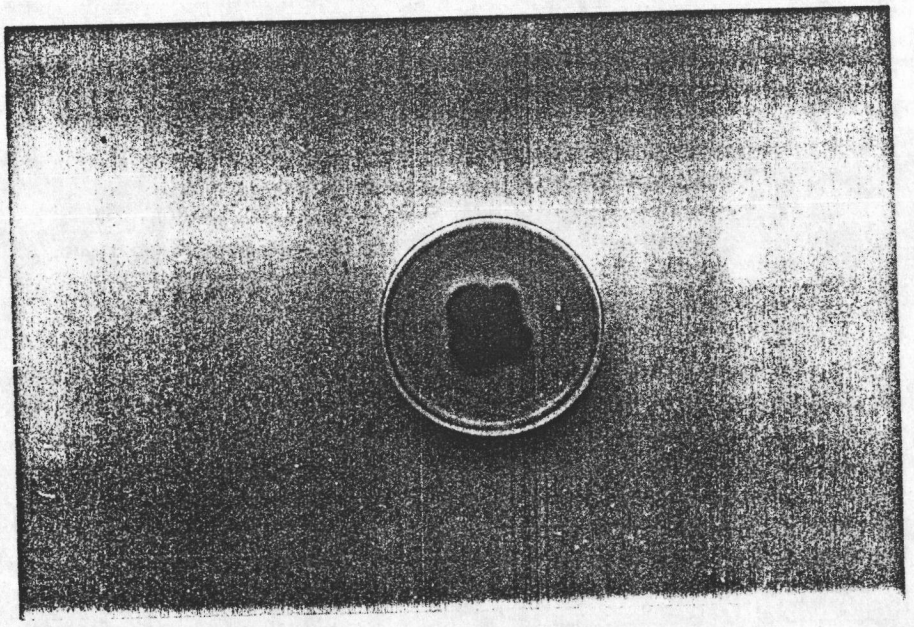
กลุ่มราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้	ลักษณะโคโลนีและลักษณะของสายใย	ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้จากแหล่งต่างๆ
กลุ่ม 1	โคโลนี เรียบ มีสีเขียวเข้ม อาหารเลี้ยงเชื้อบริเวณโคโลนี มีสีเขียวเข้ม สายใยสีเขียวมีผนังกั้น สังเกตพบ chlamydospore ไม่พบ clamp conection	Tak 1 Pisanulok 1 Surin 1 * Saraburi 1 Ubolrachathani 1
กลุ่ม 2	โคโลนีเรียบ มีสีเหลืองนวลจนถึงสีน้ำตาลอ่อน สายใยสีเหลืองมีผนังกั้น สังเกตพบ clamp conection	Tak 2 Pisanulok 2 *
กลุ่ม 3	โคโลนีเรียบสีน้ำตาลเข้ม อาหารเลี้ยงเชื้อบริเวณโคโลนีมีสีน้ำตาลเข้ม สายใยสีน้ำตาลมีผนังกั้น สังเกตพบ clamp conection	Tak 3 Pisanulok 3 Surin 2 Saraburi 3 * Ubolrachathani 2
กลุ่ม 4	สายใยราสีขาว แผ่กระจายทั่วบริเวณผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อ สายใยสีขาว มีผนังกั้น สังเกตพบ clamp conection	Tak 4 * Pisanulok 4 Ubolrachathani 4

ตารางที่ 7 แสดงการจัดจำแนกกลุ่มตามลักษณะภายนอกของราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้จากรากสนที่ได้จากแหล่งต่างๆ (ต่อ)

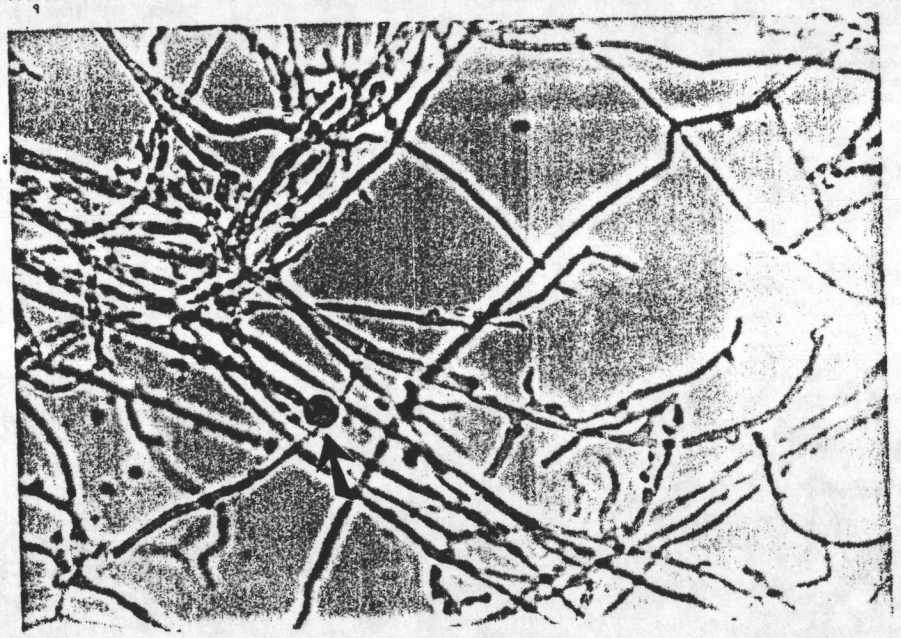
กลุ่มราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้	ลักษณะโคโลนีและลักษณะของสายใย	ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้จากแหล่งต่างๆ
กลุ่ม 5	โคโลนีเรียบสีน้ำตาล สายใยสีน้ำตาลแผ่กระจายทั่วผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อ สายใยมีผนังกั้น สังเกตพบ clamp conection	Surin 3 Saraburi 2 Ubolrachathani3*

* ตัวแทนของราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้จากแหล่งต่างๆแต่ละกลุ่ม ที่ได้คัดเลือกจากราเอคโตไมคอร์ไรซ่า ที่มีการเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ MMN ชนิดแข็งในจานเพาะเชื้อได้ดี ซึ่งจะนำมาใช้ในการทดลองต่อไป

ลักษณะโคโลนีของตัวแทนราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้แต่ละกลุ่มได้แก่ Surin 1 , Pisanulok 2 , Saraburi 3 ,Tak 4 และ Ubolrachathani 3 แสดงไว้ในรูปที่ 1, 3, 5, 7 และ 9 ตามลำดับ และลักษณะของสายใยแสดงไว้ในรูปที่ 2, 4, 6, 8 และ 10 ตามลำดับ

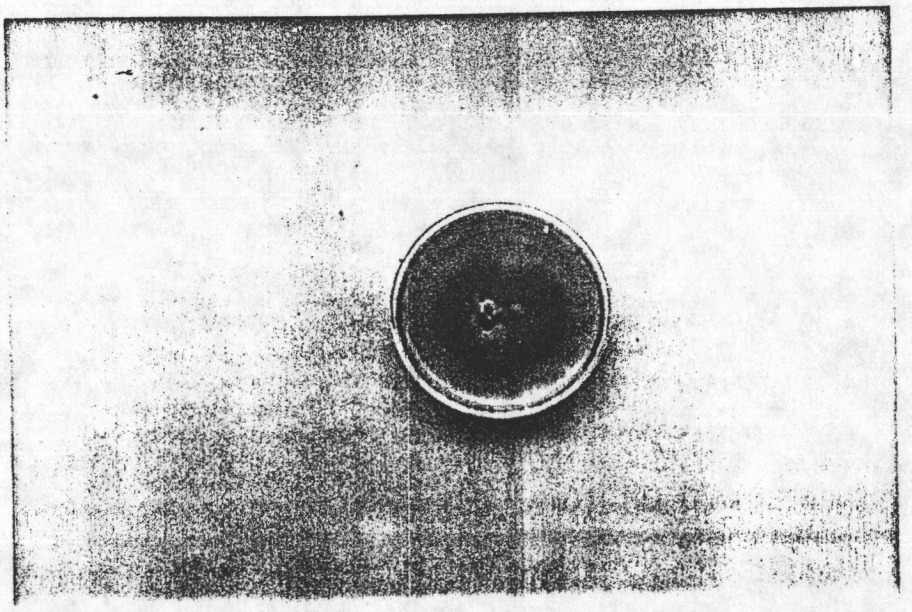


รูปที่ 1 แสดงลักษณะโคโลนีของราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ Surin 1 ตัวแทนกลุ่ม 1 ที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ MMN เป็นเวลานาน 3 สัปดาห์

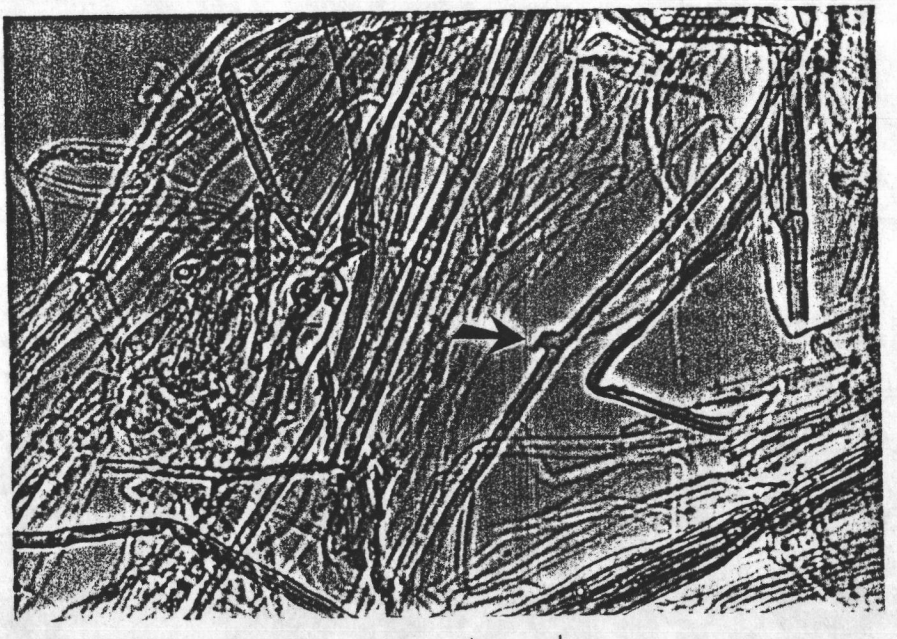


รูปที่ 2 แสดงลักษณะสายใยราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ Surin 1 ตัวแทนกลุ่ม 1 รานี้เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ MMN เป็นเวลานาน 3 สัปดาห์ สังเกตเห็น chlamydospore (ลูกศรชี้) ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 500 x

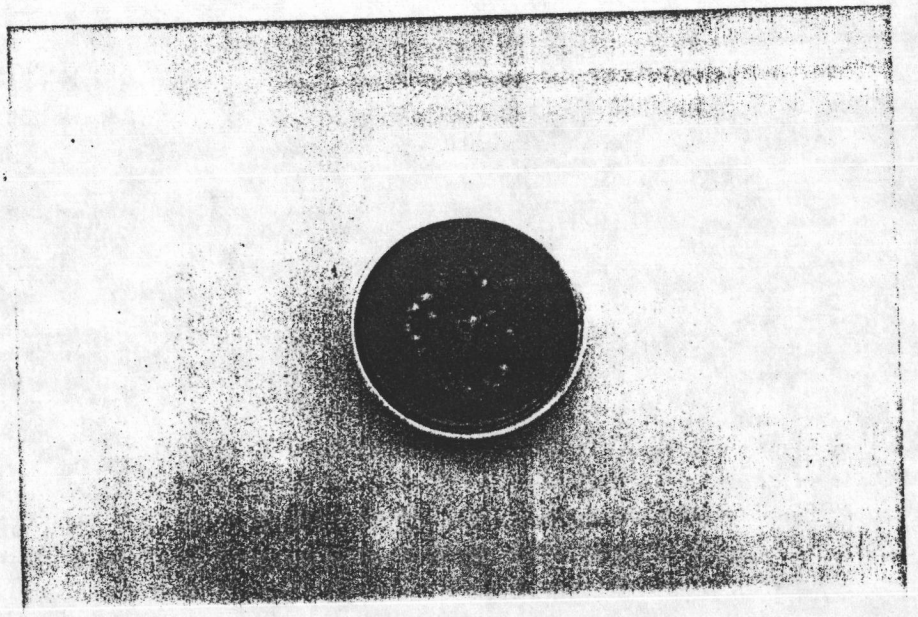
ม.7 00046



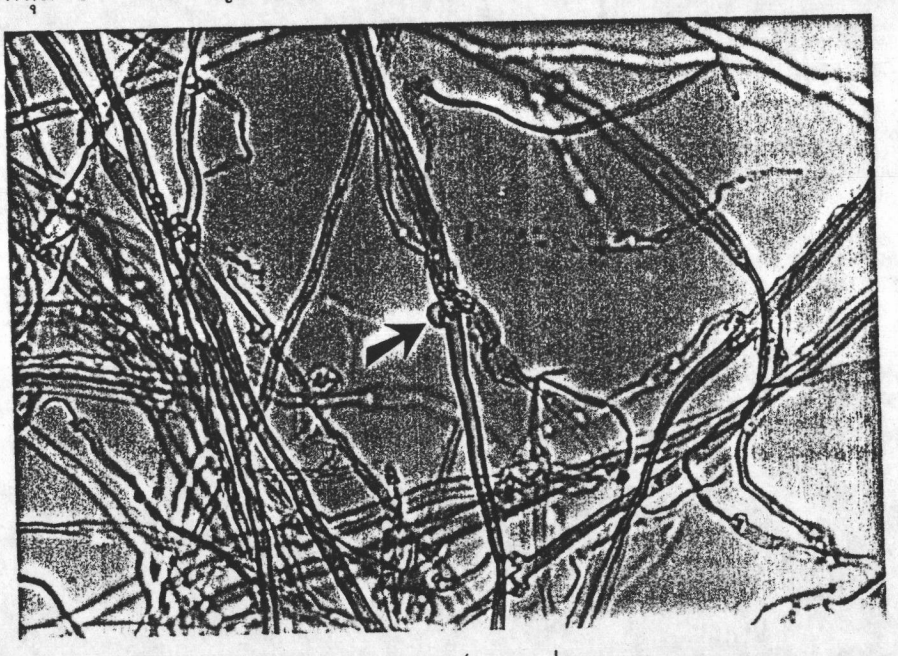
รูปที่ 3 แสดงลักษณะโคโลนีของราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ Pisanulok2 ตัวแทนกลุ่ม 2 ที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ MMN เป็นเวลานาน 3 สัปดาห์



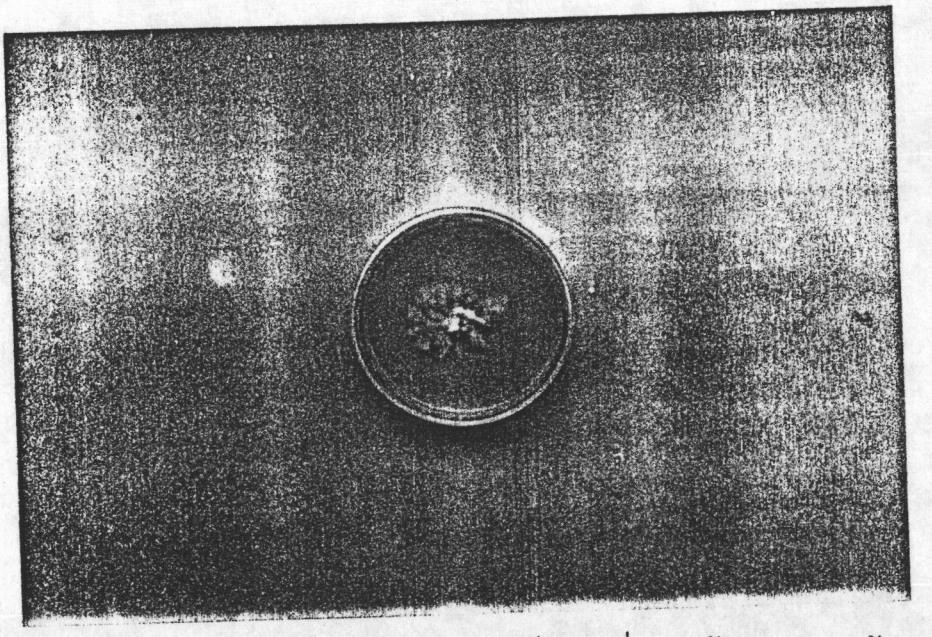
รูปที่ 4 แสดงลักษณะสายใยราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ Pisanulok 2 ตัวแทนกลุ่ม 2 รานี้เจริญบนบนอาหารเลี้ยงเชื้อ MMN เป็นเวลานาน 3 สัปดาห์ สังเกตเห็น clamp conection (ลูกศรชี้) ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 500 x



รูปที่ 5 แสดงลักษณะโคโลนีของราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ Saraburi 3 ตัวแทนกลุ่ม 3 ที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ MMN เป็นเวลานาน 3 สัปดาห์

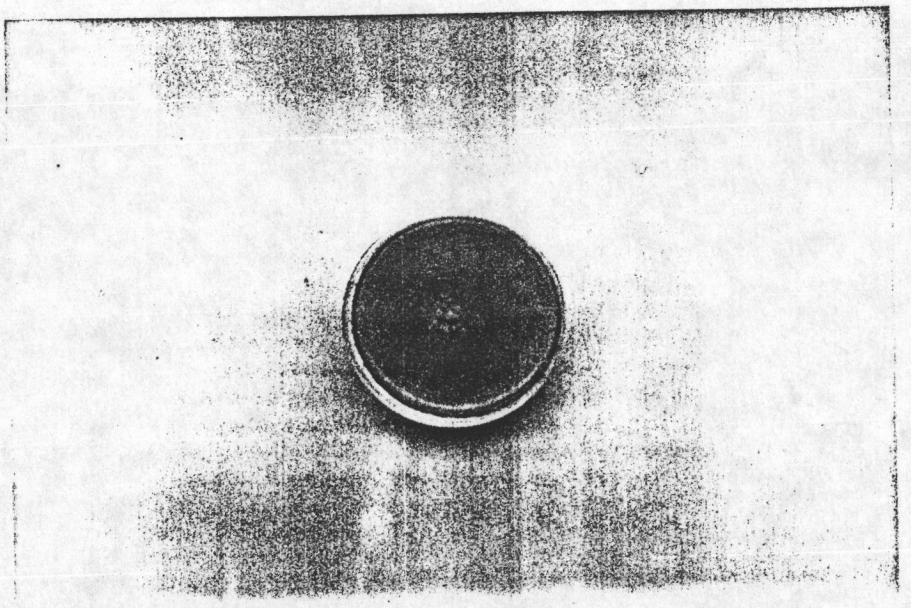


รูปที่ 6 แสดงลักษณะสายใยราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ Saraburi 3 ตัวแทนกลุ่ม 3 ราที่เจริญบนบนอาหารเลี้ยงเชื้อ MMN เป็นเวลานาน 3 สัปดาห์ สังเกตเห็น clamp conection (ลูกศรชี้) ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 500 x

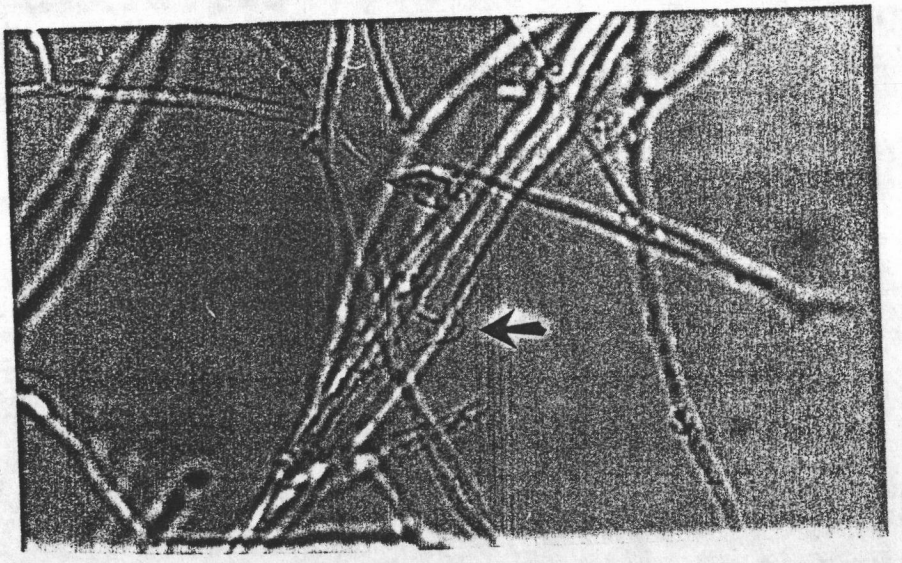


รูปที่ 7 แสดงลักษณะโคโลนีของราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ Tak 4 ตัวแทนกลุ่ม 4 ที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ MMN เป็นเวลานาน 3 สัปดาห์

รูปที่ 8 แสดงลักษณะสายใยราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ Tak 4 ตัวแทนกลุ่ม 4 ราที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ MMN เป็นเวลานาน 3 สัปดาห์ สังเกตเห็น clamp conection (ลูกศรชี้) ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 600 x



รูปที่ 9 แสดงลักษณะโคโลนีของราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ Ubolrachathani 3 ตัวแทนกลุ่ม 5 ที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ MMN เป็นเวลานาน 3 สัปดาห์



รูปที่ 10 แสดงลักษณะสายใยราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ Ubolrachathani 3 ตัวแทนกลุ่ม 5 ราที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ MMN เป็นเวลานาน 3 สัปดาห์ สังเกตเห็น clamp conection (ลูกศรชี้) ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 600 x

2. การเตรียม Inoculum ของราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้

2.1 หาองค์ประกอบของ Inoculum medium ที่เหมาะสมต่อการเจริญของราเอคโตไมคอร์ไรซ่า

2.1.1 เตรียมอัตราส่วนเวอร์มิคิวไลท์กับดินพรุ Inoculum medium ที่ใช้เพาะเลี้ยงราเอคโตไมคอร์ไรซ่าประกอบด้วย ดินพรุ เวอร์มิคิวไลท์ และอาหารเลี้ยงเชื้อ MMN ชนิดเหลว ซึ่งแต่ละส่วนจะมีค่าความเป็นกรดด่างเริ่มต้นที่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 8 และจากการทำการศึกษาถึงค่าความเป็นกรดด่างขององค์ประกอบต่างๆ เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมที่จะทำให้ Inoculum medium มีค่าความเป็นกรดด่างอยู่ในช่วงความเป็นกรดด่างของอาหารเลี้ยงเชื้อ MMN ชนิดเหลวเริ่มต้นคือ 5.0 ถึง 5.5 พบว่าอัตราส่วนของดินพรุ ต่อเวอร์มิคิวไลท์ ที่ให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างใกล้เคียงกับ 5.2 ถึง 5.5 คืออัตราส่วน 1 ต่อ 30 , 1 ต่อ 40 , 1 ต่อ 50 และ 1 ต่อ 60 ซึ่งมีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 5.00, 5.17, 5.34 และ 5.52 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 9 ซึ่งจากผลการทดลองที่ได้จึงเลือกใช้อัตราส่วนดังกล่าวมาเป็นแบบในการทดลองต่อไป

ตารางที่ 8 ค่าความเป็นกรดด่างของ ดินพรุและเวอร์มิคิวไลท์ ในน้ำกลั่น และในอาหารเลี้ยงเชื้อ MMN ชนิดเหลว ในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 ปริมาตร ต่อ ปริมาตร

ตัวทำละลาย	ค่าความเป็นกรดด่างของวัสดุเมื่อผสมด้วยตัวทำละลาย ด้วยอัตราส่วน 1:1	
	เวอร์มิคิวไลท์	ดินพรุ
น้ำกลั่นที่มีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 5.0	6.20	4.05
อาหารเลี้ยงเชื้อ MMN เหลว ที่มีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 5.2	5.90	4.05

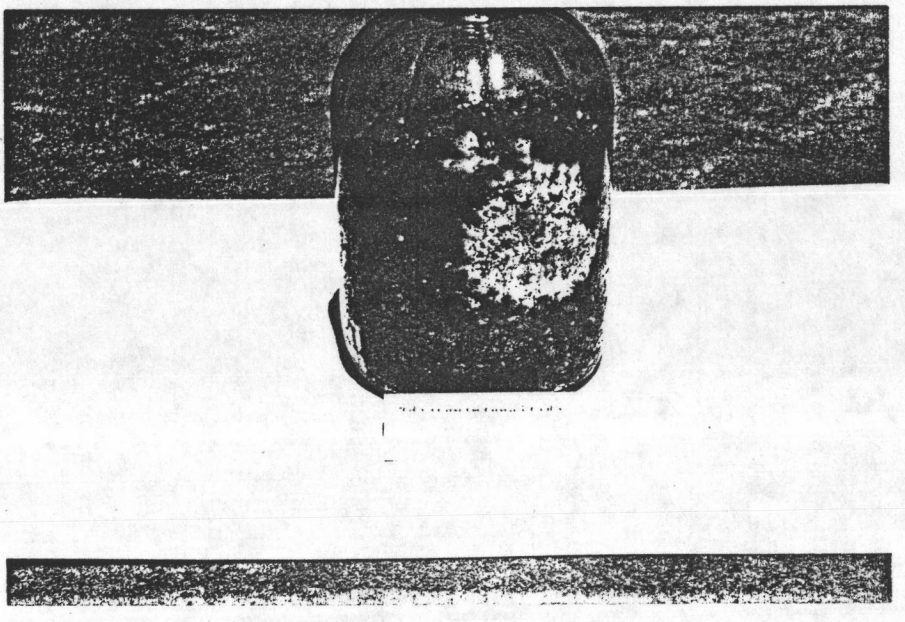
ตารางที่ 9 ค่าความเป็นกรดด่างที่ได้จากการผสมดินพรุและเวอร์มิคิวไลท์ด้วยอัตราส่วนต่างๆ กันโดยเติมอาหารเลี้ยงเชื้อ MMN ชนิดเหลว ในอัตราส่วนของส่วนผสมระหว่างดินพรุ และเวอร์มิคิวไลท์กับอาหารเลี้ยงเชื้อ MMN เหลว ค่าความเป็นกรดด่าง 5.2 เท่ากับ 2 ต่อ 1 ปริมาตร ต่อ ปริมาตร

อัตราส่วนของดินพรุต่อเวอร์มิคิวไลท์ (ปริมาตร : ปริมาตร) ในอาหารเลี้ยงเชื้อ MMN เหลว ค่าความเป็นกรดด่าง 5.2 ด้วยปริมาตร 2 : 1	ค่าความเป็นกรดด่าง
1 : 10	4.75
1 : 25	4.80
1 : 30	5.00
1 : 40	5.17
1 : 50	5.34
1 : 60	5.52

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1.2 <u>การวิเคราะห์กลูโคซามีน เพื่อวัดการเจริญของราที่เจริญในเวอร์มิคิวไลท์และดินพรุ ที่มีอัตราส่วนต่างกัน</u> Inoculum medium ที่ใช้ประกอบด้วยดินพรุ และ เวอร์มิคิวไลท์ ซึ่งโดยปกติเวอร์มิคิวไลท์จะมีลักษณะตามธรรมชาติเป็นแผ่นซ้อนๆกันเป็นชั้นๆภายในมีช่องว่างหรือรูพรุนเป็นจำนวนมากราเอคโตไมคอร์ไรซ่าจะเจริญแพร่กระจายเข้าไปอยู่ตามช่องว่าง และรูพรุนเหล่านั้น ทำให้ไม่สามารถที่จะแยกราเอคโตไมคอร์ไรซ่าออกมาเพื่อทำการวัดการเจริญเติบโตด้วยวิธีการบางวิธีเช่นการหาน้ำหนักแห้งได้ ในงานวิจัยนี้เลือกที่จะวัดการเจริญของราเอคโตไมคอร์ไรซ่าโดยวัดปริมาณกลูโคซามีนที่มีในผนังเซลของราเอคโตไมคอร์ไรซ่าซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีการหนึ่งซึ่งสามารถใช้วัดการเจริญของราในกรณีที่ไม่สามารถแยกราออกจากอาหารที่ใช้เลี้ยงได้ เนื่องจากกลูโคซามีน(เอนอะซิทิลกลูโคซามีน หรือ NAG) เป็นองค์ประกอบส่วนหนึ่งของผนังเซลราและไม่พบในเวอร์มิคิวไลท์ ดินพรุและอาหารเลี้ยงเชื้อ MMN ดังนั้นปริมาณของกลูโคซามีนที่วัดได้ใน Inoculum medium จึงสามารถใช้เป็นดัชนีเปรียบเทียบการเจริญของราเอคโตไมคอร์ไรซ่าใน Inoculum medium ดังกล่าวได้ จากการใช้วัสดุเพาะราเอคโตไมคอร์ไรซ่าซึ่งมีอัตราส่วนของดินพรุ ต่อ เวอร์มิคิวไลท์ ต่างๆกัน คืออัตราส่วน 1 : 30, 1 : 40 , 1 : 50 และ 1 : 60 โดยเติมอาหารเลี้ยงเชื้อ MMN ชนิดเหลวซึ่งมีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 5.2 ในปริมาตร 1 : 2 ของปริมาตรรวมดินพรุและเวอร์มิคิวไลท์ ซึ่งจะทำให้มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 5.00, 5.17 , 5.34 และ 5.52 ตามลำดับ (ดังแสดงในตารางที่ 9) มาเป็น Inoculum medium โดยใช้ทดลองเลี้ยงราไมคอร์ซ่าเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของดินพรุ และ เวอร์มิคิวไลท์ ซึ่งจากการวิเคราะห์หากลูโคซามีนตามวิธีของ Coehransและ Vercellotti(130) โดยใช้ปริมาณของกลูโคซามีนในผนังเซลเป็นดัชนีเปรียบเทียบหาอัตราการเจริญของราเอคโตไมคอร์ไรซ่า ผลการทดลองจากตารางที่ 10,11,12,13 และ 14 แสดงให้เห็นว่าเมื่อเวลาเพิ่มขึ้นเป็น 2,4,6 และ 8 สัปดาห์ปริมาณของกลูโคซามีนที่วิเคราะห์ได้ก็เพิ่มมากขึ้นตามลำดับในทุกๆอัตราส่วนของ Inoculum medium ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้นเนื่องจากกลูโคซามีน(เอนอะซิทิลกลูโคซามีน หรือ NAG) เป็นองค์ประกอบส่วนหนึ่งของผนังเซลรา ดังนั้นปริมาณที่เพิ่มขึ้นของกลูโคซามีนใน Inoculum medium จึงหมายถึงการเจริญที่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นของราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่เลี้ยงใน Inoculum medium นั้น และจากผลการทดลองซึ่งแสดงในตารางที่ 14,15,16,17 และ 18 แสดงให้เห็นว่าเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นในทุกอัตราส่วนผสมของ Inoculum medium จะมีปริมาณกลูโคซามีนเพิ่มขึ้น และในสัปดาห์ที่ 8 ของการบ่มราเอคโตไมคอร์ไรซ่าทั้ง 5 ชนิดใน

Inoculum medium ที่มีองค์ประกอบของดินพรุ และเวอร์มิคิวไลท์ในอัตราส่วน 1:50 ซึ่งมีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 5.34 เป็น Inoculum medium ที่ให้ปริมาณกลูโคซามีนที่วิเคราะห์ได้สูงสุด คือ ราเอคโตไมคอร์ไรซ่า Surin 1 (ตัวแทนกลุ่มที่ 1), Pisanulok2 (ตัวแทนกลุ่มที่ 2), Saraburi 3 (ตัวแทนกลุ่มที่ 3), Tak 4 (ตัวแทนกลุ่มที่ 4) และ Ubolrachathani 3 (ตัวแทนกลุ่มที่ 5) ซึ่งมีปริมาณกลูโคซามีนเท่ากับ 2.50,2.55,2.50 2.70 และ 2.60 มก.ต่อ ก. ของ Inoculum medium ตามลำดับ ซึ่งผลจากการทดลองที่ได้จึงเลือกใช้อัตราส่วนของดินพรุ และ เวอร์มิคิวไลท์เท่ากับ 1:50 เพื่อใช้เป็น Inoculum medium สำหรับการทดลองในขั้นตอนต่อๆไป



รูปที่ 11 แสดงลักษณะของ Inoculum ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ Tak 4 ซึ่งเจริญใน เวอร์มิคิวไลท์, ดินพรุ และ อาหารเลี้ยงเชื้อ MMN เหลว บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลานาน 8 สัปดาห์

ตารางที่ 10 แสดงปริมาณ กลูโคซามีน ของราที่แยกได้ Surin 1 ที่วิเคราะห์ได้เป็น มก.ต่อ ก. ของInoculum mediumชนิดต่างๆ ค่าที่ได้เป็นการเฉลี่ยจากตัวอย่าง 3 ซ้ำ ระยะเวลาที่ใช้บ่มรา 2,4,6 และ8 สัปดาห์

ระยะเวลาที่ใช้ในการบ่มรา (สัปดาห์)	ปริมาณกลูโคซามีน เป็นมิลิกรัม ต่อ กรัมของInoculum medium ที่มีอัตราส่วนดินพรุ ต่อ เวอร์มิคิวไลท์ต่างๆกัน			
	ชนิดที่1 (1:30)	ชนิดที่2 (1:40)	ชนิดที่3 (1:50)	ชนิดที่4 (1:60)
2	0.20	0.30	0.30	0.20
4	0.50	0.10	1.05	0.40
6	0.70	1.71	2.03	0.70
8	0.95	2.00	2.50	0.82

ตารางที่ 11 แสดงปริมาณ กลูโคซามีน ของราที่แยกได้ Pisanulok 2 ที่วิเคราะห์ได้เป็น มก. ต่อ ก. ของInoculum medium ชนิดต่างๆ ค่าที่ได้เป็นการเฉลี่ยจากตัวอย่าง 3 ซ้ำ ระยะเวลาที่ใช้บ่มรา 2,4,6 และ8 สัปดาห์

ระยะเวลาที่ใช้ในการบ่มรา (สัปดาห์)	ปริมาณกลูโคซามีน เป็นมิลิกรัม ต่อ กรัมของInoculum medium ที่มีอัตราส่วนดินพรุ ต่อ เวอร์มิคิวไลท์ต่างๆกัน			
	ชนิดที่1 (1:30)	ชนิดที่2 (1:40)	ชนิดที่3 (1:50)	ชนิดที่4 (1:60)
2	0.15	0.40	0.45	0.20
4	0.50	1.25	1.60	0.35
6	0.80	1.96	2.15	0.70
8	1.10	2.20	2.55	0.82

ตารางที่ 12 แสดงปริมาณ กลูโคชามีน ของราที่แยกได้ Saraburi 3 ที่วิเคราะห์ได้เป็น มก. ต่อ ก. ของInoculum medium ชนิดต่างๆ ค่าที่ได้เป็นการเฉลี่ยจากตัวอย่าง 3 ซ้ำ ระยะเวลาที่ใช้บ่มรา 2,4,6 และ 8 สัปดาห์

ระยะเวลาที่ใช้ในการบ่มรา (สัปดาห์)	ปริมาณกลูโคชามีน เป็นมิลิกรัม ต่อ กรัมของInoculum medium ที่มีอัตราส่วนดินพรุ ต่อ เวอร์มิคิวไลท์ต่างๆกัน			
	ชนิดที่1 (1:30)	ชนิดที่2 (1:40)	ชนิดที่3 (1:50)	ชนิดที่4 (1:60)
2	0.40	0.50	0.50	0.30
4	0.75	1.05	1.10	0.70
6	1.20	1.80	2.05	1.00
8	1.60	2.10	2.50	1.30

ตารางที่ 13 แสดงปริมาณ กลูโคชามีน ของราที่แยกได้ Tak 4 ที่วิเคราะห์ได้เป็น มก. ต่อ ก. ของInoculum medium ชนิดต่างๆ ค่าที่ได้เป็นการเฉลี่ยจากตัวอย่าง 3 ซ้ำ ระยะเวลาที่ใช้บ่มรา 2,4,6 และ 8 สัปดาห์

ระยะเวลาที่ใช้ในการบ่มรา (สัปดาห์)	ปริมาณกลูโคชามีน เป็นมิลิกรัม ต่อ กรัมของInoculum medium ที่มีอัตราส่วนดินพรุ ต่อ เวอร์มิคิวไลท์ต่างๆกัน			
	ชนิดที่1 (1:30)	ชนิดที่2 (1:40)	ชนิดที่3 (1:50)	ชนิดที่4 (1:60)
2	0.45	0.60	0.60	0.35
4	0.70	1.50	1.65	0.60
6	1.10	2.10	2.20	1.10
8	1.40	2.55	2.70	1.30

ตารางที่ 14 แสดงปริมาณ กลูโคซามีน ของราที่แยกได้ Ubolrachathani 3 ที่วิเคราะห์ได้เป็น มก. ต่อ ก. ของInoculum medium ชนิดต่างๆค่าที่ได้เป็นการเฉลี่ยจากตัวอย่าง 3 ซ้ำ ระยะเวลาที่ใช้บ่มรา 2,4,6 และ 8 สัปดาห์

ระยะเวลาที่ใช้ในการบ่มรา (สัปดาห์)	ปริมาณกลูโคซามีน เป็นมิลิกรัม ต่อ กรัมของInoculum medium ที่มีอัตราส่วนดินพรุ ต่อ เวอร์มิคิวไลท์ต่างๆกัน			
	ชนิดที่1 (1:30)	ชนิดที่2 (1:40)	ชนิดที่3 (1:50)	ชนิดที่4 (1:60)
2	0.15	0.50	0.45	0.20
4	0.60	1.25	1.60	0.50
6	1.00	2.10	2.20	0.90
8	1.30	2.40	2.60	1.15

3. หาสภาวะเหมาะสมต่อการฆ่าเชื้อที่ผิวของเมล็ดสนสามใบ

3.1 ทดสอบการปราศจากเชื้อจุลินทรีย์บนผิวเมล็ดสนสามใบ จากการทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมต่อการฆ่าเชื้อที่ผิวของเมล็ดสนสามใบโดยการแช่เมล็ดสนสามใบลงในไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่มีความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ ด้วยระยะเวลาต่างๆกัน คือ 0.5, 1, 2, 3 และ 4 นาทีตามลำดับ พบว่าระยะเวลาที่ให้ผลดีที่สุดในการทำการฆ่าเชื้อที่บริเวณผิวของเมล็ดสนสามใบคือระยะเวลา 3นาที ขึ้นไป ซึ่งไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อต่อเมล็ดสนสามใบ ดังแสดงในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 แสดงจำนวนเมล็ดสนสามใบที่พบการปนเปื้อนของเชื้อราเมื่อทำการแช่ในไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับชุดควบคุมซึ่งแช่ในน้ำกลั่นปลอดเชื้อ ในระยะเวลาต่างๆกัน

เวลาที่ใช้แช่ (นาที)	สารละลายที่ใช้ในการแช่เมล็ดสนสามใบ	จำนวนเมล็ดสนสามใบที่พบการปนเปื้อนราในเวลา(วัน)ที่ต่างๆกัน									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	ไม่ได้แช่ในสารละลาย	2	10	10	10	10	10	10	10	10	10
0.5	30%ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	0	3	7	10	10	10	10	10	10	10
0.5	น้ำกลั่นปลอดเชื้อ	2	10	10	10	10	10	10	10	10	10
1	30%ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	0	0	1	2	2	2	3	10	10	10
1	น้ำกลั่นปลอดเชื้อ	3	9	10	10	10	10	10	10	10	10
2	30%ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2
2	น้ำกลั่นปลอดเชื้อ	2	10	10	10	10	10	10	10	10	10
3	30%ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	น้ำกลั่นปลอดเชื้อ	1	10	10	10	10	10	10	10	10	10
4	30%ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	น้ำกลั่นปลอดเชื้อ	2	10	10	10	10	10	10	10	10	10

3.2 การทดสอบการงอกของเมล็ดสนสามใบ จากการทดลองแช่เมล็ดสนสามใบลงในไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ที่มีความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ ด้วยระยะเวลาต่างๆกันคือ 0, 0.5, 1, 2, 3 และ 4 นาที ตามลำดับ จากตารางที่16 พบว่าระยะเวลาของการแช่เมล็ดสนสามใบในไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ที่มีความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลต่อการงอกของเมล็ดสนสามใบเนื่องจากในชุดควบคุมที่แช่เมล็ดสนสามใบในน้ำประปาเป็นเวลา 0.5 ,1,2,3 และ 4 นาที มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดสนสามใบที่ได้เท่ากับ 81.82 % , 81.82 % , 80.00 % , 81.82 % และ 83.60 % ตามลำดับ ในขณะที่เมล็ดสนสามใบที่แช่ในสารละลาย ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่มีความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์เป็นเวลา 0.5, 1, 2, 3, 4 นาที มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดสนสามใบที่ได้เท่ากับ 83.64 % , 80.00 % , 83.60 % , 85.45 % และ 81.82 % ตามลำดับ เมื่อทำการทดสอบทางสถิติพบว่าเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดสนสามใบที่ได้จากชุดการทดลองทั้งสองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

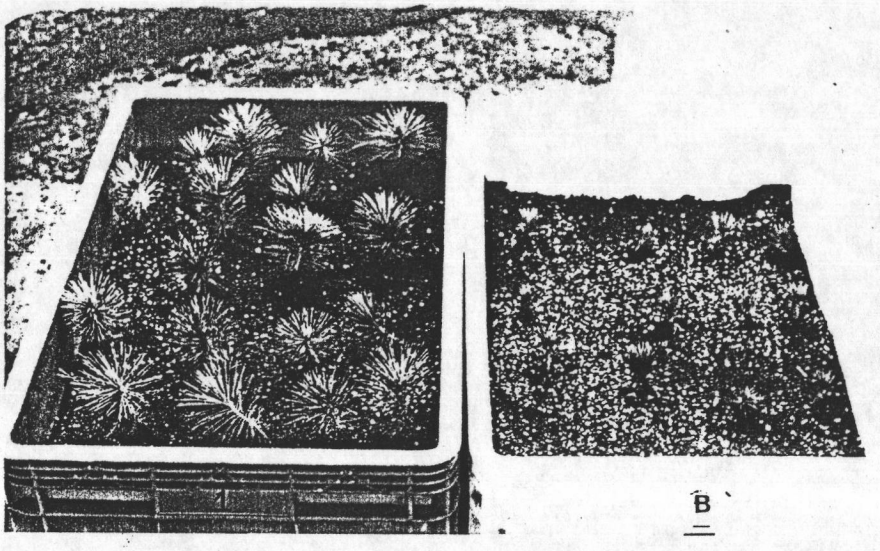
ตารางที่ 16 แสดงการงอกของเมล็ดสนสามใบในกระบะทรายเมื่อทำการแช่ในไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่มีความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับชุดควบคุมซึ่งแช่ในน้ำกลั่นปลอดเชื้อ ในระยะเวลาต่างๆกัน

เวลาที่ใช้แช่ (นาที)	สารละลายที่ใช้ในการแช่เมล็ดสนสามใบ	จำนวนเมล็ดสนสามใบที่งอกในเวลา(วัน)ต่างๆกัน														% การงอก
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
0	ไม่ได้แช่ในสารละลาย	0	0	2	16	28	36	39	40	41	42	43	44	44	44	80.00
0.5	30%ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	0	3	10	24	34	38	41	42	44	46	46	46	46	46	83.64
0.5	น้ำกลั่นปลอดเชื้อ	0	2	9	23	33	36	38	40	43	44	44	45	45	45	81.82
1	30%ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	0	5	13	25	35	41	42	44	44	44	44	44	44	44	80.00
1	น้ำกลั่นปลอดเชื้อ	0	4	11	23	32	37	40	44	45	45	45	45	45	45	81.82
2	30%ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	0	5	11	28	37	44	45	46	46	46	46	46	46	46	83.60
2	น้ำกลั่นปลอดเชื้อ	0	5	10	25	33	39	42	44	44	44	44	44	44	44	80.00
3	30%ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	0	6	16	30	38	45	46	47	47	47	47	47	47	47	85.45
3	น้ำกลั่นปลอดเชื้อ	1	5	15	30	35	41	43	45	45	45	45	45	45	45	81.82
4	30%ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	0	3	14	29	37	44	44	44	44	44	45	45	45	45	81.82
4	น้ำกลั่นปลอดเชื้อ	0	4	16	30	36	40	43	44	46	46	46	46	46	46	83.60

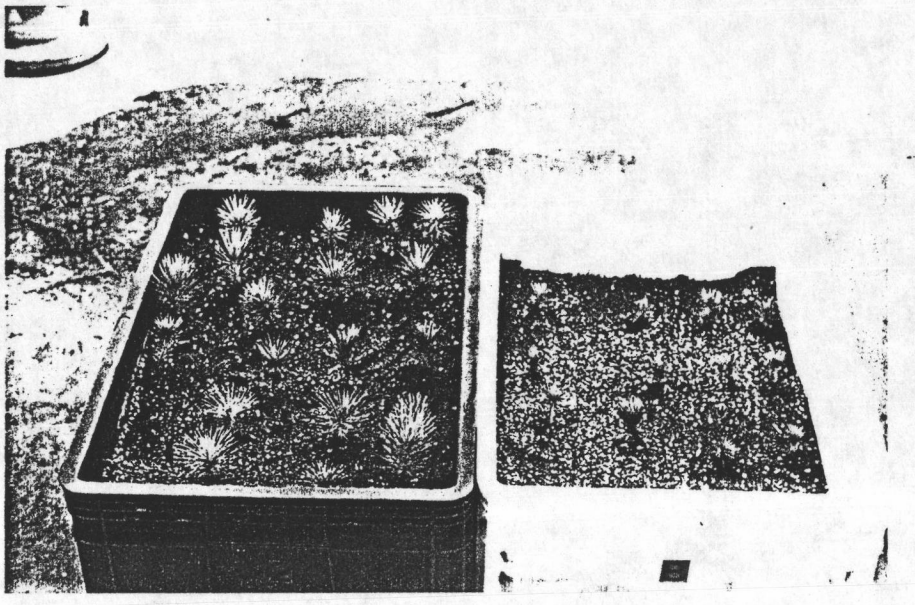
4. <u>เปรียบเทียบอัตราการเจริญของสนสามใบที่ใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้กับชุดควบคุมที่ไม่ได้ใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่า</u> เพื่อดูผลของราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่มีต่อการเจริญของกล้าสนสามใบจึงเปรียบเทียบอัตราการเจริญของสนสามใบที่ใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้กับชุดควบคุมที่ไม่ได้ใส่ราในกระบะทรายซึ่งผ่านการอบฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำแล้ว โดยมีการให้ปุ๋ย ไนโตรเจน และ ฟอสฟอรัส ในระดับต่ำ แก่กล้าสนอาทิตย์ละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 2 อาทิตย์ จากนั้นเปลี่ยนเป็นให้ปุ๋ย 2 อาทิตย์ ต่อ 1 ครั้งเป็นระยะเวลา 5 เดือน ภายหลังการปลูกสนสามใบด้วยวิธีดังกล่าวเป็นเวลา 5 เดือน ได้ทำการวัดการเจริญของสนสามใบตาม parameter ต่างๆ ดังนี้

1. ความยาวของลำต้น
2. ความยาวราก
3. น้ำหนักสดของลำต้น
4. น้ำหนักสดของราก
5. น้ำหนักแห้งของลำต้น
6. น้ำหนักแห้งของราก
7. เส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น
8. เปอร์เซ็นต์การติดเชื้อที่บริเวณราก
9. เปอร์เซ็นต์การอยู่รอด
10. ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซี่ยมที่มีในกล้าสนสามใบ

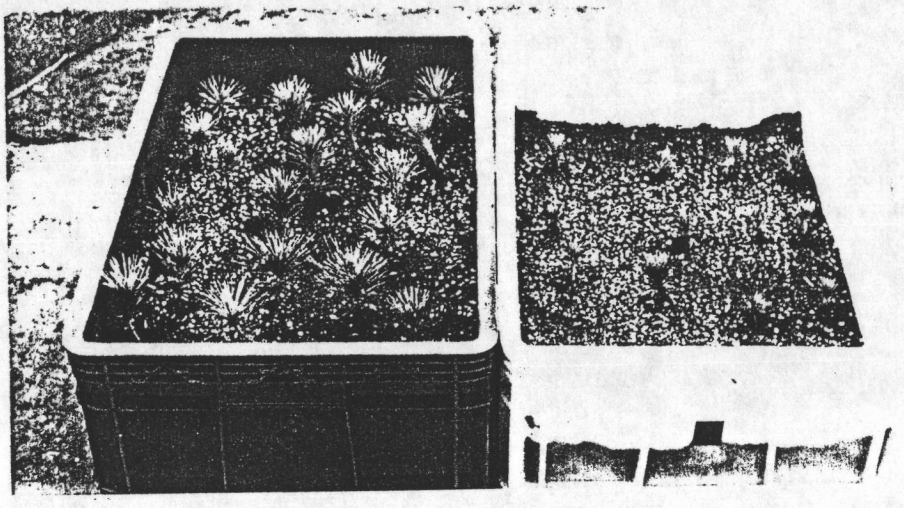
ได้ผลการทดลองดังนี้



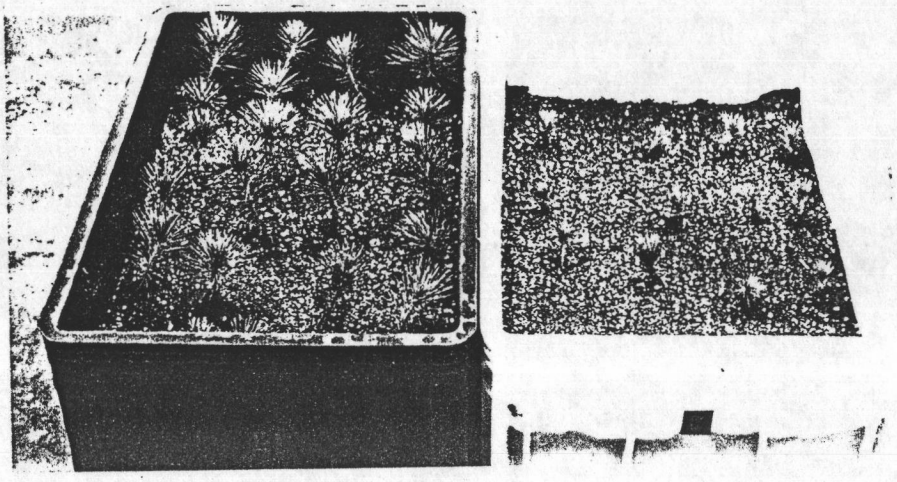
รูปที่ 12 แสดงเปรียบเทียบลักษณะของสนสามใบชุดควบคุมซึ่งปลูกโดยไม่ได้ใส่รา เอคโตไมคอร์ไรซ่า(กระบะ B)กับสนสามใบซึ่งปลูกโดยใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่า ที่แยกได้ Surin 1 (กระบะหมายเลข 1) ในกระบะทรายเป็นเวลา 5เดือน



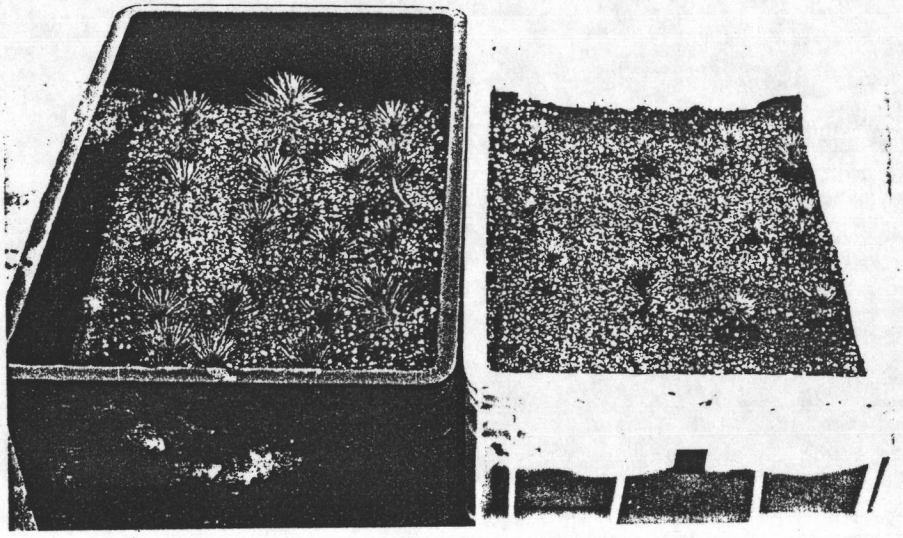
รูปที่ 13 แสดงเปรียบเทียบลักษณะของสนสามใบชุดควบคุมซึ่งปลูกโดยไม่ได้ใส่รา เอคโตไมคอร์ไรซ่า(กระบะ B)กับสนสามใบซึ่งปลูกโดยใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่า ที่แยกได้ Pisanulok 2 (กระบะหมายเลข 2) ในกระบะทรายเป็นเวลา 5เดือน



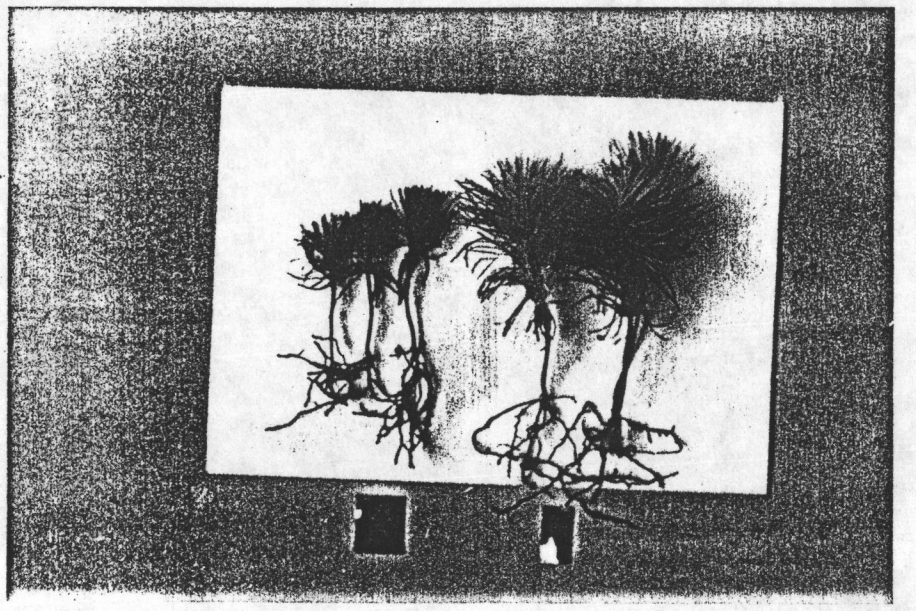
รูปที่14 แสดงเปรียบเทียบลักษณะของสนสามใบชุดควบคุมซึ่งปลูกโดยไม่ได้ใส่รา เอคโตไมคอร์ไรซ่า(กระบะ B)กับสนสามใบซึ่งปลูกโดยใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่า ที่แยกได้ Saraburi 3 (กระบะหมายเลข 3) ในกระบะทรายเป็นเวลา 5เดือน



รูปที่15 แสดงเปรียบเทียบลักษณะของสนสามใบชุดควบคุมซึ่งปลูกโดยไม่ได้ใส่รา เอคโตไมคอร์ไรซ่า(กระบะ B)กับสนสามใบซึ่งปลูกโดยใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่า ที่แยกได้ Tak 4 (กระบะหมายเลข 4) ในกระบะทรายเป็นเวลา 5เดือน

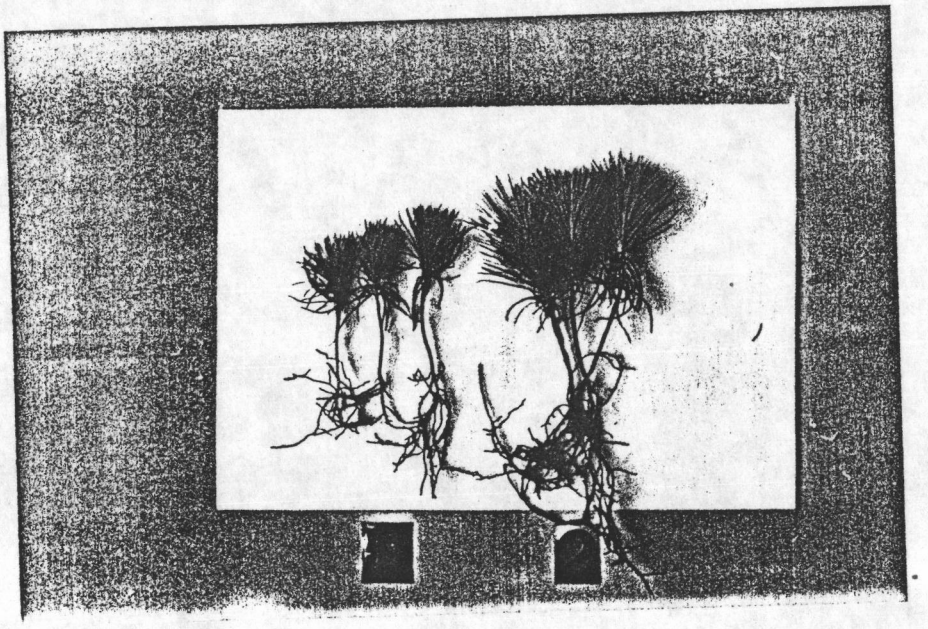


รูปที่16 แสดงเปรียบเทียบลักษณะของสนสามใบชุดควบคุมซึ่งปลูกโดยไม่ได้ใส่รา เอคโตไมคอร์ไรซ่า(กระบะ B)กับสนสามใบซึ่งปลูกโดยใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่า ที่แยกได้ Ubolrachathani 3 (กระบะหมายเลข 5) ในกระบะทรายเป็น เวลา 5เดือน

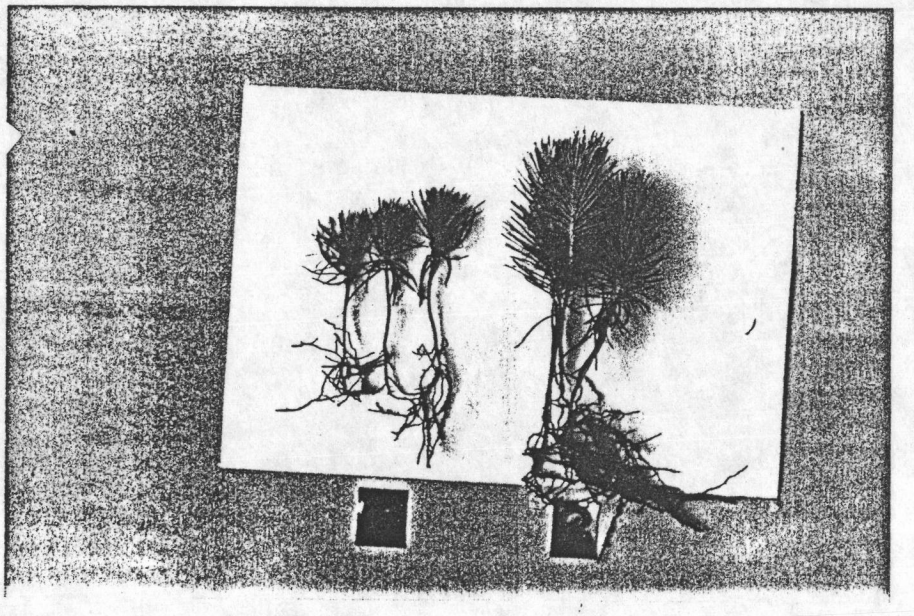


รูปที่ 17 แสดงเปรียบเทียบลักษณะของสนสามใบชุดควบคุมซึ่งปลูกโดยไม่ได้ใส่รา เอคโตไมคอร์ไรซ่า(B)กับสนสามใบซึ่งปลูกโดยใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่า Surin 1(หมายเลข 1) เป็นระยะเวลานาน 5 เดือน

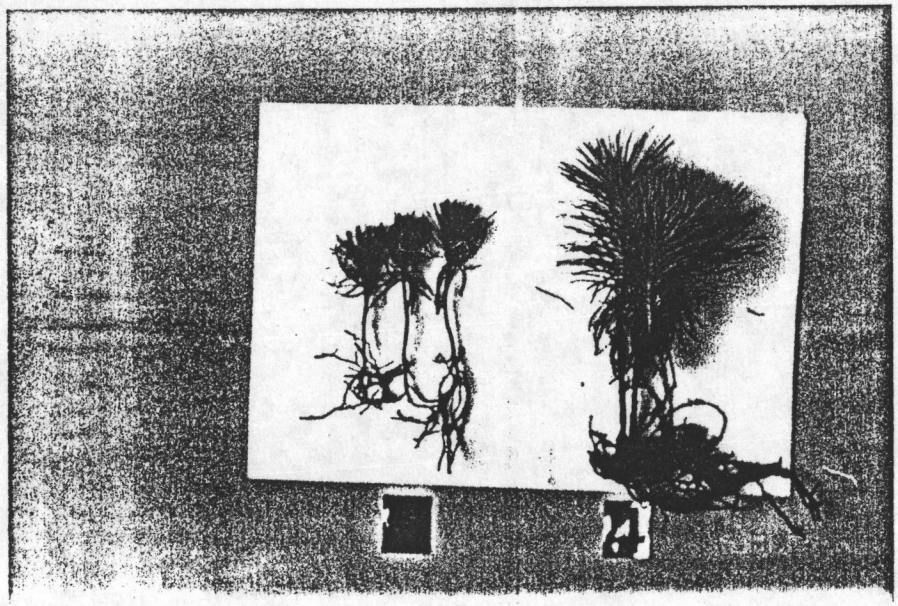
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



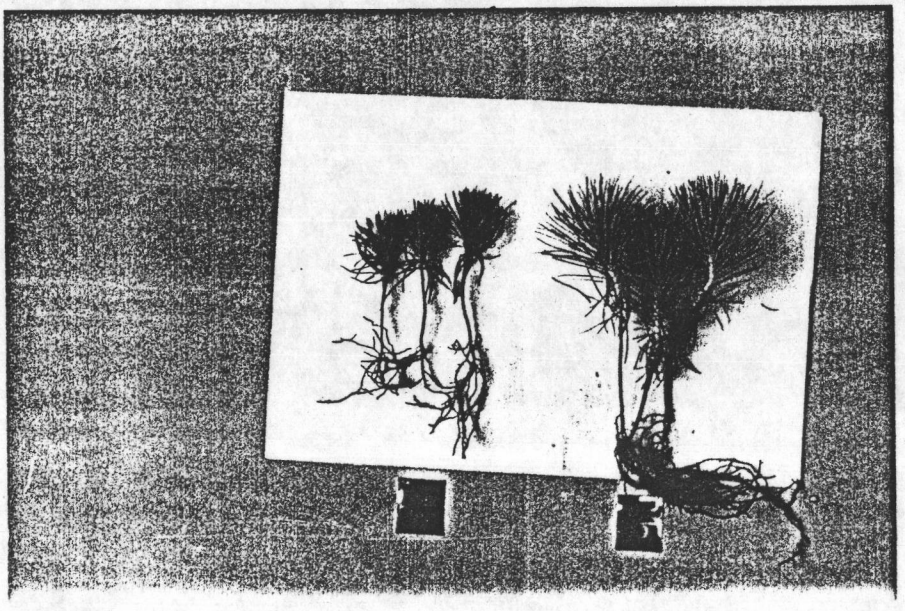
รูปที่ 18 แสดงเปรียบเทียบลักษณะของสนสามใบชุดควบคุมซึ่งปลูกโดยไม่ได้ใส่รา เอคโตไมคอร์ไรซ่า(B)กับสนสามใบซึ่งปลูกโดยใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่า Pisanulok 2(หมายเลข 2) เป็นระยะเวลานาน 5 เดือน



รูปที่ 19 แสดงเปรียบเทียบลักษณะของสนสามใบชุดควบคุมซึ่งปลูกโดยไม่ได้ใส่รา เอคโตไมคอร์ไรซ่า(B)กับสนสามใบซึ่งปลูกโดยใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่า Saraburi 3 (หมายเลข 3) เป็นระยะเวลานาน 5 เดือน



รูปที่ 20 แสดงเปรียบเทียบลักษณะของสนสามใบชุดควบคุมซึ่งปลูกโดยไม่ได้ใส่รา เอคโตไมคอร์ไรซ่า(B)กับสนสามใบซึ่งปลูกโดยใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่า Tak 4(หมายเลข 4) เป็นระยะเวลานาน 5 เดือน



รูปที่ 21 แสดงเปรียบเทียบลักษณะของสนสามใบชุดควบคุมซึ่งปลูกโดยไม่ได้ใส่รา เอคโตไมคอร์ไรซ่า(B)กับสนสามใบซึ่งปลูกโดยใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่า Ubolrachathani 3(หมายเลข 5) เป็นระยะเวลานาน 5 เดือน

4.1 ความยาวของลำต้น กล้าสนสามใบซึ่งใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ทั้ง 5ชนิด มีความยาวของลำต้นโดยเฉลี่ยมากกว่าชุดควบคุมซึ่งไม่ได้ใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่า โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1 เปอร์เซ็นต์ จากตารางที่ 17 พบว่าสนสามใบชุดควบคุมซึ่งไม่ได้ใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่ามีความยาวของลำต้นเท่ากับ 10.01 ซม. ในขณะที่สนสามใบซึ่งปลูกโดยการใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ Surin 1, Pisanulok 2, Saraburi 3, Tak 4 และ Ubolrachathani 3 มีความยาวของลำต้นเท่ากับ 12.97, 11.88, 13.97, 15.68 และ 12.70 ซม. ตามลำดับซึ่งราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ทั้ง 5 ชนิด มีผลทำให้สนสามใบมีความยาวของลำต้นมากกว่ากว่าชุดควบคุมโดยมีความแตกต่างจากชุดควบคุมเท่ากับ 29.57%, 18.68%, 39.56%, 56.64% และ 26.87% ตามลำดับ ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้แต่ละกลุ่ม มีผลทำให้สนสามใบมีความยาวของลำต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยกเว้น Surin 1 และ Ubolrachathani 3 ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ Tak 4 มีผลต่อความยาวของลำต้นมากที่สุดคือ 15.68 ซม. รองลงมาคือ Saraburi 3, Surin 1, Ubolrachathani 3 และ Pisanulok 2 ซึ่งมีความยาวของลำต้นเท่ากับ 13.97, 12.97, 12.70 และ 11.88 ซม. ตามลำดับ

ตารางที่ 17 แสดงความยาวของลำต้น โดยเฉลี่ยของสนสามใบ เปรียบเทียบระหว่างชุดควบคุมซึ่งปลูกโดยไม่ได้ใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่ากับชุดการทดลองซึ่งใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ทั้ง 5 ชนิด

ชนิดของราไมคอร์ไรซ่า	ความยาวโดยเฉลี่ย (ซม.)	ความแตกต่างจากชุดควบคุม (เปอร์เซ็นต์)
Tak 4	15.68 a	56.64
Saraburi 3	13.97 b	39.56
Surin 1	12.97 c	29.57
Ubolrachathani3	12.70 c	26.87
Pisanulok 2	11.88 d	18.68
ชุดควบคุม	10.01 e	0

หมายเหตุ a แตกต่างจาก b อย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1 %
b แตกต่างจาก c อย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1 %
c แตกต่างจาก d อย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1 %
d แตกต่างจาก e อย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1 %

4.2 ความยาวของราก กล้าสนสามใบซึ่งใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ทั้ง 5ชนิด มีความยาวของรากโดยเฉลี่ยมากกว่าชุดควบคุมซึ่งไม่ได้ใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่า โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1 เปอร์เซ็นต์ จากตารางที่ 18 พบว่า สนสามใบชุดควบคุมซึ่งไม่ได้ใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่ามีความยาวของรากเท่ากับ 6.43 ซม. ในขณะที่สนสามใบซึ่งปลูกโดยการใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ Surin 1 Pisanulok 2, Saraburi 3, Tak 4 และ Ubolrachathani 3 มีความยาวของราก เท่ากับ 10.75, 12.16, 12.12, 14.05 และ 12.87 ซม.ตามลำดับซึ่งราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ทั้ง 5 ชนิด มีผลทำให้สนสามใบมีความยาวของรากมากกว่ากว่าชุดควบคุม โดยมีความแตกต่างจากชุดควบคุมเท่ากับ 67.19, 89.11%, 88.49%, 118.51%และ100.61% ตามลำดับ ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้แต่ละกลุ่ม มีผลทำให้สนสามใบมีความยาวของราก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยกเว้นใน Pisanulok 2 และ Saraburi 3 ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ Tak 4 มีผลต่อความยาวของรากมากที่สุดคือ 14.05 ซม. รองลงมาคือ Ubolrachathani 3, Pisanulok 2, Saraburi 3 และ Surin 1 ซึ่งมีความยาวของรากเท่ากับ 12.87, 12.16, 12.12 และ 10.75 ซม. ตามลำดับ

ตารางที่ 18 แสดงความยาวของรากโดยเฉลี่ยของสนสามใบ เปรียบเทียบระหว่างชุดควบคุม ซึ่งปลูกโดยไม่ได้ใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่ากับชุดการทดลองซึ่งใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ทั้ง 5 ชนิด

ชนิดของรา ไมคอร์ไรซ่า	ความยาวของราก โดยเฉลี่ย (ซม.)	ความแตกต่างจากชุด ควบคุม(เปอร์เซ็นต์)
Tak 4	14.05 a	118.51
Ubolrachathani 3	12.87 b	100.61
Pisanulok 2	12.16 c	89.11
Saraburi 3	12.12 c	88.49
Surin 1	10.75 d	67.19
ชุดควบคุม	6.43 e	0

หมายเหตุ a แตกต่างจาก b อย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1 %
b แตกต่างจาก c อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 1 %
c แตกต่างจาก d อย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1 %
d แตกต่างจาก e อย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1 %

4.3 น้ำหนักสดของลำต้น กล้าสนสามใบซึ่งใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ทั้ง5ชนิด มีน้ำหนักสดของลำต้นโดยเฉลี่ยมากกว่าชุดควบคุมซึ่งไม่ได้ใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าโดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1 เปอร์เซ็นต์ จากตารางที่ 19 พบว่า สนสามใบชุดควบคุมซึ่งไม่ได้ใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่ามีน้ำหนักสดของลำต้นเท่ากับ 0.54 กรัม ในขณะที่สนสามใบซึ่งปลูกโดยการใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ Surin 1 Pisanulok 2, Saraburi 3, Tak 4 และ Ubolrachathani 3 มีน้ำหนักสดของลำต้นเท่ากับ 1.61, 1.77, 1.72, 2.42 และ 1.62 กรัม ตามลำดับซึ่งราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ทั้ง 5 ชนิด มีผลทำให้สนสามใบมีน้ำหนักสดของลำต้นมากกว่าชุดควบคุมโดยมีความแตกต่างจากชุดควบคุมเท่ากับ 188.15 %,227.78%,218.52%,348.15% และ 200.00 % ตามลำดับ ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้แต่ละกลุ่ม มีผลทำให้สนสามใบมีน้ำหนักสดของลำต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยกเว้นใน Pisanulok 2, Saraburi 3 และ Surin 1, Ubolrachathani 3 ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ Tak 4 มีผลต่อน้ำหนักสดของลำต้นมากที่สุดคือ 2.42 กรัม รองลงมาคือ Pisanulok 2 Saraburi 3 Ubolrachathani 3 และ Surin 1 ซึ่งมีน้ำหนักสดของลำต้นเท่ากับ 1.77,1.72 1.62 และ 1.61 กรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 19 แสดงน้ำหนักสดของล่าต้นโดยเฉลี่ยของสนสามใบ เปรียบเทียบระหว่างชุดควบคุม ซึ่งปลูกโดยไม่ได้ใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่ากับชุดการทดลองซึ่งใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ทั้ง 5 ชนิด

ชนิดของรา ไมคอร์ไรซ่า	น้ำหนักสดของล่าต้น โดยเฉลี่ย (กรัม)	ความแตกต่างจากชุด ควบคุม (เปอร์เซ็นต์)
Tak 4	2.42 a	348.15
Pisanulok 2	1.77 b	227.78
Saraburi 3	1.72 b	218.52
Ubolrachathani 3	1.62 c	200.00
Surin 1	1.61 c	188.15
ชุดควบคุม	0.54 d	0

หมายเหตุ a แตกต่างจาก b อย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1 %
b แตกต่างจาก c อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 5 %
c แตกต่างจาก d อย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1 %

4.4 น้ำหนักสดของราก กล้าสนสามใบซึ่งใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ทั้ง5ชนิด มีน้ำหนักสดของรากโดยเฉลี่ยมากกว่าชุดควบคุมซึ่งไม่ได้ใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าโดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1 เปอร์เซ็นต์ จากตารางที่ 20 พบว่า สนสามใบชุดควบคุมซึ่งไม่ได้ใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่ามีน้ำหนักสดของรากเท่ากับ 0.04 กรัม ในขณะที่สนสามใบซึ่งปลูกโดยการใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ Surin 1 Pisanulok 2, Saraburi 3, Tak 4 และ Ubolrachathani 3 มีน้ำหนักสดของรากเท่ากับ 0.18, 0.24, 0.20, 0.31 และ 0.27 กรัม ตามลำดับซึ่งราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ทั้ง 5 ชนิด มีผลทำให้สนสามใบมีน้ำหนักสดของรากมากกว่าชุดควบคุมโดยมีความแตกต่างจากชุดควบคุมเท่ากับ 350.00 %,500.00%, 400.00%, 675.00% และ 575.00 % ตามลำดับ ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้แต่ละกลุ่ม มีผลทำให้สนสามใบมีน้ำหนักสดของรากแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ Tak 4 มีผลต่อน้ำหนักสดของลำต้นมากที่สุดคือ 0.31 กรัม รองลงมาคือ Ubolrachathani 3, Pisanulok 2, Saraburi 3 และ Surin 1 ซึ่งมีน้ำหนักสดของรากเท่ากับ 0.27,0.24 ,0.20 และ 0.18 กรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 20 แสดงน้ำหนักสดของรากโดยเฉลี่ยของสนสามใบ เปรียบเทียบระหว่างชุดควบคุม ซึ่งปลูกโดยไม่ได้ใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่ากับชุดการทดลองซึ่งใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ทั้ง 5 ชนิด

ชนิดของรา ไมคอร์ไรซ่า	น้ำหนักสดของราก โดยเฉลี่ย (กรัม)	ความแตกต่างจากชุดควบคุม (เปอร์เซ็นต์)
Tak 4	0.31 a	675.00
Ubolrachathani 3	0.27 b	575.00
Pisanulok 2	0.24 c	500.00
Saraburi 3	0.20 d	400.00
Surin 1	0.18 e	350.00
ชุดควบคุม	0.04 f	0

หมายเหตุ

a แตกต่างจาก b อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 1 %
b แตกต่างจาก c อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 1 %
c แตกต่างจาก d อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 1 %
d แตกต่างจาก e อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 5 %
e แตกต่างจาก f อย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1 %

4.5 น้ำหนักแห้งของลำต้น กล้าสนสามใบซึ่งใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ทั้ง5ชนิด มีน้ำหนักแห้งของลำต้นโดยเฉลี่ยมากกว่าชุดควบคุมซึ่งไม่ได้ใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าโดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1 เปอร์เซ็นต์ จากตารางที่ 21 พบว่าสนสามใบชุดควบคุมซึ่งไม่ได้ใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่ามีน้ำหนักแห้งของลำต้นเท่ากับ 0.16 กรัม ในขณะที่สนสามใบซึ่งปลูกโดยการใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ Surin 1 , Pisanulok 2, Saraburi 3, Tak 4 และ Ubolrachathani 3 มีน้ำหนักแห้งของลำต้นเท่ากับ 0.48, 0.35, 0.52, 0.73 และ 0.49 กรัม ตามลำดับซึ่งราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ทั้ง 5 ชนิด มีผลทำให้สนสามใบมีน้ำหนักแห้งของลำต้นมากกว่าชุดควบคุมโดยมีความแตกต่างจากชุดควบคุมเท่ากับ 200.00 %,118.75%, 225.00%, 356.25% และ 206.25% ตามลำดับ ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้แต่ละกลุ่ม มีผลทำให้สนสามใบมีน้ำหนักแห้งของลำต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นใน Saraburi 3, Surin 1 และ Ubolrachathani 3 ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ Tak 4 มีผลต่อน้ำหนักแห้งของลำต้นมากที่สุดคือ 0.73 กรัม รองลงมาคือ Saraburi 3, Ubolrachathani 3, Surin 1 และ Pisanulok 2 ซึ่งมีน้ำหนักแห้งของลำต้นเท่ากับ 0.52,0.49,0.48 และ 0.35 กรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 21 แสดงน้ำหนักแห้งของลำต้นโดยเฉลี่ยของสนสามใบ เปรียบเทียบระหว่างชุดควบคุม ซึ่งปลูกโดยไม่ได้ใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่ากับชุดการทดลองซึ่งใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ทั้ง 5 ชนิด

ชนิดของรา ไมคอร์ไรซ่า	น้ำหนักแห้งของลำต้น โดยเฉลี่ย (กรัม)	ความแตกต่างจากชุด ควบคุม (เปอร์เซ็นต์)
Tak 4	0.73 a	356.25
Saraburi 3	0.52 b	225.00
Ubolrachathani 3	0.49 b	206.25
Surin 1	0.48 b	200.00
Pisanulok 2	0.35 c	118.75
ชุดควบคุม	0.16 d	0

หมายเหตุ a แตกต่างจาก b อย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1 %
b แตกต่างจาก c อย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1 %
c แตกต่างจาก d อย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1 %

4.6 น้ำหนักแห้งของราก กล้าสนสามใบซึ่งใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ทั้ง5ชนิด มีน้ำหนักแห้งของรากโดยเฉลี่ยมากกว่าชุดควบคุมซึ่งไม่ได้ใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าโดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1 เปอร์เซ็นต์ จากตารางที่ 22 พบว่าสนสามใบชุดควบคุมซึ่งไม่ได้ใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่ามีน้ำหนักแห้งของรากเท่ากับ 0.03 กรัม ในขณะที่สนสามใบซึ่งปลูกโดยการใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ Surin 1 , Pisanulok 2, Saraburi 3, Tak 4 และ Ubolrachathani 3 มีน้ำหนักแห้งของรากเท่ากับ 0.12, 0.16, 0.13, 0.21 และ 0.18 กรัม ตามลำดับซึ่งราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ทั้ง 5 ชนิด มีผลทำให้สนสามใบมีน้ำหนักแห้งของรากมากกว่าชุดควบคุม โดยมีความแตกต่างจากชุดควบคุมเท่ากับ 300.00 %,433.33%, 333.33%, 600.00% และ 500.00% ตามลำดับ ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้แต่ละกลุ่ม มีผลทำให้สนสามใบมีน้ำหนักแห้งของรากแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นใน Surin 1 และ Saraburi 3 ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ Tak 4 มีผลต่อน้ำหนักแห้งของรากมากที่สุดคือ 0.21 กรัม รองลงมาคือ Ubolrachathani 3, Pisanulok 2, Saraburi 3 และ Surin 1 ซึ่งมีน้ำหนักแห้งของรากเท่ากับ 0.18, 0.16, 0.13 และ 0.12 กรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 22 แสดงน้ำหนักแห้งของรากโดยเฉลี่ยของสนสามใบ เปรียบเทียบระหว่างชุดควบคุม ซึ่งปลูกโดยไม่ได้ใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่ากับชุดการทดลองซึ่งใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ทั้ง 5 ชนิด

ชนิดของรา ไมคอร์ไรซ่า	น้ำหนักแห้งของราก โดยเฉลี่ย (กรัม)	ความแตกต่างจากชุด ควบคุม (เปอร์เซ็นต์)
Tak 4	0.21 a	600.00
Ubolrachathani 3	0.18 b	500.00
Pisanulok 2	0.16 c	433.33
Saraburi 3	0.13 d	333.33
Surin 1	0.12 d	300.00
ชุดควบคุม	0.03 e	0

หมายเหตุ a แตกต่างจาก b อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 1 %
b แตกต่างจาก c อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 1 %
c แตกต่างจาก d อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 1 %
d แตกต่างจาก e อย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1 %

4.7 <u>เส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น</u> กล้าสนสามใบซึ่งใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ทั้ง 5 ชนิด มีเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น โดยเฉลี่ยมากกว่าชุดควบคุมซึ่งไม่ได้ใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าโดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1 เปอร์เซ็นต์ จากตารางที่ 23 พบว่าสนสามใบชุดควบคุมซึ่งไม่ได้ใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่ามีเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นเท่ากับ 1.05 มม. ในขณะที่สนสามใบซึ่งปลูกโดยการใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ Surin 1, Pisanulok 2, Saraburi 3, Tak 4 และ Ubolrachathani 3 มีเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นเท่ากับ 1.92, 2.03, 1.83, 2.11 และ 1.86 มม. ตามลำดับซึ่งราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ทั้ง 5 ชนิด มีผลทำให้สนสามใบมีเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นมากกว่าชุดควบคุม โดยมีความแตกต่างจากชุดควบคุมเท่ากับ 82.86 %, 99.33%, 74.29%, 100.95 % และ 77.14 % ตามลำดับ ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้แต่ละกลุ่ม มีผลทำให้สนสามใบมีเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ Tak 4 มีผลต่อเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นมากที่สุด รองลงมาคือ Pisanulok 2, Surin 1, Ubolrachathani 3 และ Saraburi 3 ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น เท่ากับ 2.03, 1.92, 1.86 และ 1.83 มม. ตามลำดับ

ตารางที่ 23 แสดงเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นโดยเฉลี่ยของสนสามใบ เปรียบเทียบระหว่างชุดควบคุมซึ่งปลูกโดยไม่ได้ใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่า กับชุดการทดลองซึ่งใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ทั้ง 5 ชนิด

ชนิดของรา ไมคอร์ไรซ่า	เส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น โดยเฉลี่ย (มม.)	ความแตกต่างจากชุดควบคุม (เปอร์เซ็นต์)
Tak 4	2.11 a	100.95
Pisanulok 2	2.03 b	99.33
Surin 1	1.92 c	82.86
Ubolrachathani 3	1.86 d	77.14
Saraburi 3	1.83 e	74.29
ชุดควบคุม	1.05 f	0

หมายเหตุ

a แตกต่างจาก b อย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1 %
b แตกต่างจาก c อย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1 %
c แตกต่างจาก d อย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1 %
d แตกต่างจาก e อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 1 %
e แตกต่างจาก f อย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1 %

4.8 เปอร์เซ็นต์การติดราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่บริเวณราก กล้าสนสามใบซึ่งใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ทั้ง 5 ชนิดมีเปอร์เซ็นต์การติดราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่บริเวณรากโดยเฉลี่ยมากกว่าชุดควบคุมซึ่งไม่ได้ใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าโดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1 เปอร์เซ็นต์ จากตารางที่ 24 พบว่าสนสามใบชุดควบคุมซึ่งไม่ได้ใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าไม่พบการติดราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่บริเวณรากในขณะที่สนสามใบซึ่งปลูกโดยการใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ Surin 1, Pisanulok 2, Saraburi 3, Tak 4 และ Ubolrachathani 3 มีเปอร์เซ็นต์การติดราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่บริเวณรากเท่ากับ 51.30 ,49.40 ,53.30,67.50 และ 44.60% ตามลำดับซึ่งราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้แต่ละชนิด มีผลทำให้สนสามใบมีเปอร์เซ็นต์การติดราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่บริเวณรากแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ Tak 4 มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การติดราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่บริเวณรากมากที่สุดเท่ากับ 67.50เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ Saraburi 3, Surin 1, Pisanulok 2 และ Ubolrachathani 3 ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การติดราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่บริเวณรากเท่ากับ 53.30, 51.30, 49.40 และ 44.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 24 แสดงเปอร์เซ็นต์การติดราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่บริเวณรากของสนสามใบเปรียบเทียบระหว่างชุดควบคุมซึ่งปลูกโดยไม่ได้ใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่า กับชุดการทดลองซึ่งใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ทั้ง 5 ชนิด

ชนิดของรา ไมคอร์ไรซ่า	เปอร์เซ็นต์การติดราเอคโตไมคอร์ไรซ่า ที่บริเวณรากสนสามใบ
Tak 4	67.50 a
Saraburi 3	53.30 b
Surin 1	51.30 c
Pisanulok 2	49.40 d
Ubolrachathani 3	44.60 e
ชุดควบคุม	0 f

หมายเหตุ a แตกต่างจาก b อย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1 %
b แตกต่างจาก c อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 1 %
c แตกต่างจาก d อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 1 %
d แตกต่างจาก e อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 1 %
e แตกต่างจาก f อย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1 %

4.9 เปอร์เซ็นต์การอยู่รอด กล้าสนสามใบซึ่งใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ทั้ง 5 ชนิด มีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดมากกว่าชุดควบคุมซึ่งไม่ได้ใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าโดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1เปอร์เซ็นต์ จากตารางที่ 25 พบว่าสนสามใบชุดควบคุมซึ่งไม่ได้ใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่ามีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดเท่ากับ 25.65 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สนสามใบซึ่งปลูกโดยการใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ Surin 1, Pisanulok 2, Saraburi 3, Tak 4 และ Ubolrachathani 3 มีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดเท่ากับ 84.48 ,85.56 ,87.36 ,87.44 และ 85.97เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้แต่ละชนิด มีผลทำให้สนสามใบมีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้น Saraburi 3, Tak 4, Pisanulok 2 และ Ubolrachathani 3 ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ Tak 4 มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดมากที่สุดเท่ากับ 87.44 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ Saraburi 3, Ubolrachathani 3, Pisanulok 2 และ Surin 1 ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดเท่ากับ 87.36 , 85.97, 85.65 และ 84.48 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 25 แสดงเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของสนสามใบที่ใช้ในการทดลองเปรียบเทียบระหว่างชุดควบคุมซึ่งปลูกโดยไม่ได้ใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่า กับชุดการทดลองซึ่งใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ทั้ง 5 ชนิด

ชนิดของรา ไมคอร์ไรซ่า	เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของสนสามใบ
Tak 4	87.44 a
Saraburi 3	87.36 a
Ubolrachathani 3	85.97 b
Pisanulok 2	85.65 b
Surin 1	84.48 c
ชุดควบคุม	25.65 d

หมายเหตุ a แตกต่างจาก b อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 5 %
b แตกต่างจาก c อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 5 %
c แตกต่างจาก d อย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1 %

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.10 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซี่ยม ที่มีในกล้าสนสามใบ จากการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซี่ยมที่มีในกล้าสนสามใบอายุ 5 เดือน ที่ทำการทดลองพบว่า กล้าสนสามใบซึ่งใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ทั้ง 5 ชนิด มีปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม ที่วิเคราะห์ได้โดยเฉลี่ยมากกว่าชุดควบคุมซึ่งไม่ได้ใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าโดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1 เปอร์เซ็นต์ จากตารางที่ 26 พบว่ากล้าสนสามใบชุดควบคุมซึ่งไม่ได้ใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่ามีปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม เท่ากับ 0.089,0.071 และ 0.773 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับในขณะที่สนสามใบซึ่งปลูกโดยการใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ Surin 1, Pisanulok 2, Saraburi 3, Tak 4, และ Ubolrachathani3 มีปริมาณธาตุไนโตรเจนเท่ากับ 1.1041 , 1.006, 1.041, 1.077, 1.347, 1.044 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสเท่ากับ 0.085, 0.081, 0.090, 0.106, 0.087 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณธาตุโปแตสเซียมเท่ากับ 1.267, 1.150, 1.450, 1.950 และ 1.433 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ทั้ง 5 ชนิด มีผลทำให้สนสามใบ มีปริมาณธาตุไนโตรเจนมากกว่าชุดควบคุม โดยมีความแตกต่างจากชุดควบคุมเท่ากับ 1069.7,1030.3,1110.1,1413.5 และ 1073.0 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสมากกว่าชุดควบคุมโดยมีความแตกต่างจากชุดควบคุมเท่ากับ 19.7, 14.1, 26.8, 49.3 และ 22.5 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณธาตุโปแตสเซี่ยมมากกว่าชุดควบคุมโดยมีความแตกต่างจากชุดควบคุมเท่ากับ 185.38,148.8 , 187.6 , 252.3 และ 163.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้แต่ละกลุ่ม มีผลทำให้สนสามใบมีปริมาณธาตุไนโตรเจนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นใน Ubolrachathani 3 และ Surin 1 ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ Tak 4 มีผลต่อปริมาณธาตุไนโตรเจนมากที่สุดเท่ากับ 1.347 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ Saraburi 3, Ubolrachathani 3, Surin 1 และ Pisanulok 2 ซึ่งมีปริมาณธาตุไนโตรเจนเท่ากับ 1.077 ,1.044, 1.041 และ 1.006 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้แต่ละชนิดมีผลทำให้สนสามใบมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นใน Ubolrachathani 3 และ Surin 1 ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ Tak4 มีผลต่อปริมาณธาตุฟอสฟอรัสมากที่สุด

เท่ากับ 0.106 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ Saraburi 3, Ubolrachathani 3, Surin 1 และ Pisanulok 2 ซึ่งมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสเท่ากับ 0.090, 0.087, 0.085 และ 0.081 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้แต่ละชนิดมีผลทำให้สนสามใบมีปริมาณธาตุโปแตสเซี่ยมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นใน Saraburi 3 และ Ubolrachathani3 ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ Tak4 มีผลต่อปริมาณธาตุโปแตสเซี่ยมมากที่สุดเท่ากับ 1.950 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ Saraburi 3, Ubolrachathani 3 Surin 1 และ Pisanulok 2 ซึ่งมีปริมาณธาตุโปแตสเซี่ยมเท่ากับ 1.450 , 1.433 , 1.267 และ 1.150 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 26 แสดงปริมาณเป็นเปอร์เซ็นต์ของ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซี่ยม ที่วิเคราะห์ได้ในสนสามใบที่ใช้ในการทดลอง เปรียบเทียบระหว่างชุดควบคุมซึ่งปลูกโดยไม่ได้ใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่ากับชุดการทดลองซึ่งใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ทั้ง 5 กลุ่ม

ชนิดของรา ไมคอร์ไรซ่า	ธาตุไนโตรเจน (%)	ความแตกต่างจากชุดควบคุม (%)	ธาตุฟอสฟอรัส (%)	ความแตกต่างจากชุดควบคุม (%)	ธาตุโปแตสเซี่ยม (%)	ความแตกต่างจากชุดควบคุม (%)
Tak4	1.347 a	1413.5	0.106 a	49.3	1.950 a	252.3
Saraburi3	1.077 b	1110.1	0.090 b	26.8	1.450 b	187.6
Ubolrachathani3	1.044 c	1073.0	0.087 c	22.5	1.433 b	163.9
Surin1	1.041 c	1069.7	0.085 c	19.7	1.267 c	185.4
Pisanulok2	1.006 d	1030.3	0.081 d	14.1	1.150 d	148.8
ชุดควบคุม	0.089 e	0	0.071 e	0	0.770 e	0

หมายเหตุ a แตกต่างจาก b อย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1 %
b แตกต่างจาก c อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 1 %
c แตกต่างจาก d อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 1 %
d แตกต่างจาก e อย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1 %

5 ตรวจสอบการติดเชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซ่า และ ชนิดของราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่ใช้เป็น Inoculum เพื่อตรวจสอบยืนยันชนิดของราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่อาศัยที่บริเวณรากสนสามใบทุกชุดการทดลองที่เพาะได้ในข้อ4.3 ว่าเป็นราเอคโตไมคอร์ไรซ่าชนิดเดียวกันกับที่ได้ใส่ลงไปในการทดลองที่ 4.3

5.1 ตรวจดูลักษณะการติดเชื้อที่บริเวณราก ตรวจพบสายใยราที่บริเวณรากสนสามใบในชุดการทดลองซึ่งใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ จากสนสามใบที่เพาะได้ในการทดลองข้อ 4.3 ดังแสดงในรูปที่ 22 เปรียบเทียบกับรากสนสามใบชุดควบคุมที่ไม่ได้ใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่า ดังแสดงในรูปที่ 23

รูปที่ 22 แสดงลักษณะภายนอกของรากกล้าสนสามใบอายุ 5 เดือนซึ่งปลูกโดยการใส่รา เอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้ ซึ่งมีการติดเชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซ่า (ลูกศรชี้) สังเกตสายใยพันรอบภายนอกราก (ภาพถ่ายกำลังขยาย 35 x)

รูปที่ 23 แสดงลักษณะภายนอกของรากกล้าสนสามใบชุดควบคุมอายุ 5 เดือนซึ่งปลูกโดยไม่ ใส่ราเอคโตไมคอร์ไรซ่า ซึ่งไม่พบการติดเชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่บริเวณราก (ภาพถ่ายกำลังขยาย 70 x)

5.2 <u>ทำการแยกราเอคโตไมคอร์ไรซ่า จากรากสนสามใบที่ได้จากการทดลองทุกชุดการทดลอง</u> จากการศึกษาลักษณะของราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่ได้จากการแยกจากรากสนสามใบที่ได้จากการทดลองข้อ 4.3 เมื่อดูจากลักษณะภายนอกบนอาหารเลี้ยงเชื้อ MMN ชนิดแข็ง และดูลักษณะของโคโลนีและสายใยด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบว่าราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกได้จากรากสนสามใบที่ได้จากการทดลองข้อ 4.3 มีลักษณะเหมือนกันกับราเอคโตไมคอร์ไรซ่าที่ใช้เป็น Inoculum ทั้ง 5 ชนิด