

ผลของราอับสคูลาไมคอร์ไรซาและราเอดโตไมคอร์ไรซา *Pisolithus* sp.
สายพันธุ์คัดต่อการกระตุ้นการเจริญของกล้าไม้ยูคาลิปตัส *Eucalyptus camaldulensis*

นางสาวสุนัดดา โยมญาติ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาจุลชีววิทยาทางอุตสาหกรรม ภาควิชาจุลชีววิทยา

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2545

ISBN 974-172-849-2

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I21048897

EFFECTS OF SELECTED ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGUS
AND ECTOMYCORRHIZAL FUNGUS *Pisolithus* sp.
ON GROWTH STIMULATION OF *Eucalyptus camaldulensis* SEEDLING

Miss Sunadda Yomyart

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Industrial Microbiology

Department of Microbiology

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2002

ISBN 974-172-849-2

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลของราอับัสคูลาไมคอร์ไรซาและราเอคโตไมคอร์ไรซา *Pisolithus* sp.
สายพันธุ์คัดต่อการกระตุ้นการเจริญของกล้าไม้ยูคาลิปตัส *Eucalyptus*
camaldulensis

โดย

นางสาวสุนัดดา โยมญาติ

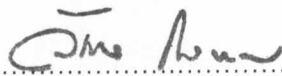
สาขาวิชา

จุลชีววิทยาทางอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.ประกิตต์สินี สีहनนท์

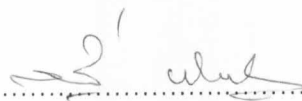
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต



คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

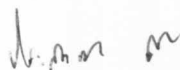
(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย โพธิ์พิจิตร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



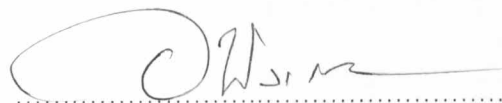
ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี พิชญางกูร)



อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประกิตต์สินี สีहनนท์)



กรรมการ

(อาจารย์ อนิวรรณ เจลิมพงษ์)



กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ มุกดา คูหิรัญ)

สุนัดดา โยมญาติ : ผลของราอาบัสคูลาไมคอร์ไรซาและราเอคโตไมคอร์ไรซา *Pisolithus* sp. สายพันธุ์คัดต่อการกระตุ้นการเจริญของกล้าไม้ยูคาลิปตัส *Eucalyptus camaldulensis* (EFFECTS OF SELECTED ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGUS AND ECTOMYCORRHIZAL FUNGUS *Pisolithus* sp. ON GROWTH STIMULATION OF *Eucalyptus camaldulensis* SEEDLING) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.ประภคิต์สิน สีหนนนท์ ; 183 หน้า. ISBN 974-172-849-2

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้คือคัดเลือกสายพันธุ์ราเอคโตไมคอร์ไรซา *Pisolithus* sp. และราอาบัสคูลาไมคอร์ไรซา ที่มีสมบัติที่ดีเหมาะสมต่อการผลิตหัวเชื้อ เพื่อสร้างไมคอร์ไรซาให้แก่กล้าไม้ยูคาลิปตัส *Eucalyptus camaldulensis* ได้สำรวจราเอคโตไมคอร์ไรซา *Pisolithus* spp. จากสวนป่ายูคาลิปตัส สวนป่าสน และสวนป่าเต็งรังในประเทศไทย สามารถแยกได้ทั้งหมด 22 สายพันธุ์ และสำรวจราอาบัสคูลาไมคอร์ไรซาจากสวนป่ายูคาลิปตัส ได้ 4 สกุล 31 สายพันธุ์ คัดเลือก *Pisolithus* sp. isolate No.4, *Pisolithus* sp. isolate No.23, *Gigaspora* sp. isolate No.2 และ *Glomus* sp. isolate No.11 ที่คาดว่าจะมีประสิทธิภาพดีมาผลิตหัวเชื้อสำหรับ *Eucalyptus camaldulensis* โดยใส่หัวเชื้อเป็นราเอคโตไมคอร์ไรซาและ/หรือ ราอาบัสคูลาไมคอร์ไรซา พบว่า *Pisolithus* isolate No.4 ร่วมกับ *Gigaspora* isolate No.2 สามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของกล้าไม้ได้ดีที่สุด กล้าไม้ยูคาลิปตัสมีความสูงและมวลชีวภาพเพิ่มขึ้น 48.86 และ 70.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ราอาบัสคูลาไมคอร์ไรซากระตุ้นการเจริญของกล้าไม้ยูคาลิปตัสได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น เมื่อเทียบกับราเอคโตไมคอร์ไรซา แต่ราเอคโตไมคอร์ไรซาเพียงชนิดเดียวกระตุ้นการเจริญได้ต่ำกว่าการใช้ราเอคโตไมคอร์ไรซาร่วมกับราอาบัสคูลาไมคอร์ไรซาซึ่งสามารถกระตุ้นการเจริญของกล้าไม้ได้ดีที่สุด เมื่อนำไปหาลำดับนิวคลีโอไทด์บน internal transcribed spacer (ITS) ของ rDNA พบว่าลำดับนิวคลีโอไทด์บน ITS ของ *Pisolithus* isolate No.4 และ *Pisolithus* isolate No.23 แสดงความเหมือน 98.932 และ 97.561 เปอร์เซ็นต์ กับ *Pisolithus albus* และ *Pisolithus* Species 5 ตามลำดับ ลำดับนิวคลีโอไทด์บน 18S rDNA ของ *Gigaspora* isolate No.2 and *Glomus* isolate No.11 แสดงความเหมือน 99.632 และ 99.270 กับ *Gigaspora albida* และ *Glomus intraradices* ตามลำดับ

ผลการวิจัยนี้ได้ให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในการเตรียมกล้าไม้ยูคาลิปตัสที่มีคุณภาพสูงต่อการพัฒนาการปลูกสวนป่าเชิงเศรษฐกิจต่อไปของประเทศไทย

ภาควิชา.....จุลชีววิทยา.....ลายมือชื่อนิสิต.....สุนัดดา โยมญาติ.....
สาขาวิชา.....จุลชีววิทยาทางอุตสาหกรรม.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา.....2545.....

4272438423 : MAJOR INDUSTRIAL MICROBIOLOGY

KEYWORD : EUCALYPTUS / ARBUSCULAR MYCORRHIZA/ ECTOMYCORRHIZA

SUNADDA YOMYART : EFFECTS OF SELECTED ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGUS AND ECTOMYCORRHIZAL FUNGUS *Pisolithus* sp. ON GROWTH STIMULATION OF *Eucalyptus camaldulensis* SEEDLING. THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. PRAKITSIN SIHANONTH, Ph.D., 183 pp. ISBN 974-172-849-2.

The study objective was aimed to select arbuscular mycorrhizal (AM) fungus and ectomycorrhizal (ECM) fungus *Pisolithus* sp., which have good properties for producing inocula of *Eucalyptus camaldulensis* seedlings. Twenty two isolates of ECM fungi *Pisolithus* spp. were collected from 17 eucalypt plantations, 3 pine plantations and 2 dipterocarp plantations and 31 isolates of AM fungi were collected from 11 eucalypt plantations in Thailand. This investigation was undertaken to evaluate the benefits obtained by *E. camaldulensis* from these mycorrhizal associations. The seedlings were inoculated with a peat-vermiculite inoculum of the ECM fungus *Pisolithus* isolate No.4 or *Pisolithus* isolate No.23 and/or pot-culture soil for AM fungus (*Gigaspora* isolate No.2 or *Glomus* isolate No.11). Twenty weeks after mycorrhizal inoculation the treatment where *Pisolithus* isolate No.4 had been applied in combination with *Gigaspora* isolate No.2, resulted in the largest growth increases relative to other treatments and to the non-inoculated plants. Seedling height and dry weight could be increased by up to 48.86% and 70.09 % respectively compared to non-inoculated plants. AM fungus alone had little effect on *E. camaldulensis* growth and stimulated growth of seedlings less than ECM fungus but plants inoculated with both ECM and AM fungi were larger than plants inoculated with ECM alone. Based on nucleotide sequence of internal transcribed spacer (ITS), alignment of the ITS sequences of *Pisolithus* isolate No.4 and *Pisolithus* isolate No.23 showed 98.932% and 97.275% similarity with *P. albus* and *Pisolithus* species 5 respectively. Alignment of the 18S rRNA sequences of *Gigaspora* isolate No.2 and *Glomus* isolate No.11 showed 99.632% and 99.270% similarity with *Gigaspora albida* and *Glomus intraradices* respectively.

The study results provided beneficial information for highly qualified production of eucalypt seedlings in the development of economic forest plantation in Thailand.

Department... Microbiology..... Student's signature... Sunadda Yomyart
Field of study... Industrial Microbiology..... Advisor's signature... Prakitsin Sihanonth
Academic year... 2002.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือเป็นอย่างดีของ รองศาสตราจารย์ ดร. ประทีปดีลีสัน สีนันทน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำ ตลอดจนข้อคิดเห็นต่างๆ รวมทั้งได้ช่วยแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ข้าพเจ้าขอกราบขอพระคุณอย่างสูง

ขอกราบขอพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี พิชญานุกร ที่กรุณารับเป็นประธานกรรมการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์และได้ให้ข้อคิดเห็น ข้อแนะนำที่ช่วยทำให้การแก้ไข ปรับปรุง วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอพระคุณ อาจารย์อนิวรรณ เฉลิมพงษ์ และรองศาสตราจารย์ มุกดา คูหิรัญ ที่กรุณารับเป็นกรรมการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์และได้ให้ข้อคิดเห็น ข้อแนะนำที่ช่วยทำให้การแก้ไข ปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ Prof. Anthony Whalley, Liverpool John Moores University ประเทศอังกฤษ ที่ได้ให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์และช่วยตรวจบทความด้วยภาษาอังกฤษ

ขอขอบคุณ Prof. Tai Hogetsu , Asian Natural Environmental Science Center, The University of Tokyo ประเทศญี่ปุ่น ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ อาจารย์ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่านที่ให้ความรู้และคำสั่งสอนตลอดเวลาที่ข้าพเจ้าได้เรียนมา

ขอขอบคุณพี่อืด อาจารย์จิตรตรา กาญจนประยุทธ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างและพิสูจน์เอกลักษณ์ของราไมคอร์ไรซา รวมทั้งให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณพี่เชิด นายเชิดชัย โพธิ์ศรี ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างและให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการทำวิทยานิพนธ์ด้วยดีตลอดมา

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยและทบวงมหาวิทยาลัย ที่ให้ทุนอุดหนุนในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณเพื่อนและพี่น้องที่น่ารักในภาควิชาจุลชีววิทยาที่ได้ทำกิจกรรมต่างๆร่วมกัน รวมทั้งให้คำปรึกษาและช่วยเหลือในเรื่องต่างๆด้วยดีเสมอมา

ท้ายที่สุดขอกราบขอพระคุณ บิดา มารดาและน้องชายที่ให้อำนาจใจและสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการเรียน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
3 อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย.....	62
4 ผลการวิจัย.....	71
5 สรุปผลและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	137
รายการอ้างอิง.....	144
ภาคผนวก.....	161
ภาคผนวก ก.....	162
ภาคผนวก ข.....	164
ภาคผนวก ค.....	165
ภาคผนวก ง.....	166
ภาคผนวก จ.....	167
ภาคผนวก ฉ.....	168
ภาคผนวก ช.....	169
ภาคผนวก ซ.....	171
ภาคผนวก ฅ.....	173
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	183

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 ชนิดของราเอคโตไมคอร์ไรซา.....	10
2 ชนิดพืชที่มีความสัมพันธ์กับราเอคโตไมคอร์ไรซา.....	12
3 พืชที่มีความสัมพันธ์กับราเอคโตไมคอร์ไรซา <i>P. tinctorius</i>	15
4 ราเอคโตไมคอร์ไรซาที่มีรายงานว่าอยู่ร่วมกับยูคาลิปตัสในประเทศต่างๆ.....	16
5 ราเอคโตไมคอร์ไรซาที่มีรายงานว่าอยู่ร่วมกับยูคาลิปตัสในออสเตรเลีย.....	18
6 พืชอาศัยของราออบัสคูลาไมคอร์ไรซา.....	28
7 ราออบัสคูลาไมคอร์ไรซาและสมบัติของดินที่เก็บจากสวนป่ายูคาลิปตัส.....	77
8 ราเอคโตไมคอร์ไรซา <i>Pisolithus</i> spp. ที่สามารถแยกเส้นใยได้บริสุทธิ์.....	86
9 การเจริญของ <i>Pisolithus</i> spp. สายพันธุ์ต่างๆบนอาหารเลี้ยงเชื้อ MMN อายุ 4 สัปดาห์.....	87
10 จำนวนสปอร์ราออบัสคูลาไมคอร์ไรซาในดินที่ปลูกข้าวฟ่างลาย.....	93
11 เปรียบเทียบการเจริญทางความสูงเฉลี่ยของลำต้นกล้าไม้ยูคาลิปตัส อายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซาสายพันธุ์ต่างๆ.....	96
12 เปรียบเทียบการเจริญทางเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของลำต้นกล้าไม้ยูคาลิปตัส อายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซาสายพันธุ์ต่างๆ.....	107
13 เปรียบเทียบการเจริญทางมวลชีวภาพส่วนเหนือดินเฉลี่ยของลำต้นกล้าไม้ยูคาลิปตัส อายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซาสายพันธุ์ต่างๆ.....	109
14 เปรียบเทียบการเจริญทางมวลชีวภาพส่วนใต้ดินเฉลี่ยของลำต้นกล้าไม้ยูคาลิปตัส อายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซาสายพันธุ์ต่างๆ.....	111
15 เปรียบเทียบการเจริญทางมวลชีวภาพรวมเฉลี่ยของลำต้นกล้าไม้ยูคาลิปตัส อายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซาสายพันธุ์ต่างๆ.....	113
16 เปรียบเทียบการติดเชื้อโรรากกล้าไม้ยูคาลิปตัส อายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซาสายพันธุ์ต่างๆ.....	116

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ราไมคอร์ไรซาชนิดต่างๆ.....	8
2 การจัดกลุ่มของราอับสคูลาไมคอร์ไรซา.....	26
3 รูปแบบการสร้างสปอร์ของราอับสคูลาไมคอร์ไรซา.....	27
4 ภาพตัดขวางของรากพืช แสดงการติดเชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซาชนิดต่างๆ ในรากพืช....	35
5 รูปแบบการแตกแขนงของรากเอคโตไมคอร์ไรซา.....	36
6 การติดเชื้อในรากของราอับสคูลาไมคอร์ไรซา.....	38
7 แผนที่ internal transcribed spacer (ITS).....	69
8 ลักษณะดอกเห็ด <i>Pisolithus</i> sp. ที่ขึ้นในสวนป่ายูคาลิปตัส (<i>E. camaldulensis</i>).....	72
9 ลักษณะดอกเห็ด <i>Pisolithus</i> sp. ที่ขึ้นในสวนป่าสนเขา (<i>P. kesiya</i>).....	72
10 ลักษณะดอกเห็ด <i>Pisolithus</i> sp. ที่เก็บจากสวนป่าเต็งรัง (<i>S. roxburghii</i>).....	73
11 ลักษณะดอกเห็ด <i>Pisolithus</i> sp. ที่ขึ้นในสวนป่ายางนา (<i>D. alatus</i>).....	73
12 ลักษณะภายในของดอกเห็ด <i>Pisolithus</i> sp. ที่เก็บจากสวนป่ายูคาลิปตัส (<i>E. camaldulensis</i>) เมื่อผ่าตามยาว แสดงชั้นของสปอร์ และ Peridioles.....	74
13 ลักษณะสปอร์ของ <i>Pisolithus</i> sp. ที่เก็บจากสวนป่ายูคาลิปตัส (<i>E. camaldulensis</i>) เมื่อศึกษาดูด้วยกล้องจุลทรรศน์.....	74
14 ลักษณะสปอร์ของ <i>Pisolithus</i> sp. isolate No. 5 จากสวนป่ายูคาลิปตัส (<i>E. camaldulensis</i>) เมื่อศึกษาดู ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด.....	75
15 ลักษณะสปอร์ของ <i>Pisolithus</i> sp. isolate No. 19 จากสวนป่าสนเขา (<i>P. kesiya</i>) เมื่อศึกษาดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด.....	75
16 ลักษณะสปอร์ของ <i>Pisolithus</i> sp. isolate No.22 จากสวนป่าเต็งรัง (<i>S. roxburghii</i>) เมื่อศึกษาดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด.....	76
17 ลักษณะสปอร์ของ <i>Pisolithus</i> sp. isolate No. 21 จากสวนป่ายางนา (<i>D. alatus</i>) เมื่อศึกษาดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด.....	76
18 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ของสปอร์ราอับสคูลาไมคอร์ไรซา ที่แยกได้จากดินป่ายูคาลิปตัส อ.เมือง จ.กาญจนบุรี.....	78
19 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ของสปอร์ราอับสคูลาไมคอร์ไรซา ที่แยกได้จากดินป่ายูคาลิปตัส อ.เขาสอยดาว จ.จันทบุรี.....	79

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า	
20	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ของสปอร์ราออบัสคูลาไมคอร์ไรซา ที่แยกได้จากดินป่ายูคาลิปตัส อ.เมือง จ.จันทบุรี.....	80
21	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ของสปอร์ราออบัสคูลาไมคอร์ไรซา ที่แยกได้จากดินป่ายูคาลิปตัส จ.ตาก และ จ.นครสวรรค์.....	81
22	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ของสปอร์ราออบัสคูลาไมคอร์ไรซา ที่แยกได้จากดินป่ายูคาลิปตัส จ.ชัยภูมิ และ จ.ชัยนาท.....	82
23	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ของสปอร์ราออบัสคูลาไมคอร์ไรซา ที่แยกได้จากดินป่ายูคาลิปตัส จ.นครราชสีมา.....	83
24	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ของสปอร์ราออบัสคูลาไมคอร์ไรซา ที่แยกได้จากดินป่ายูคาลิปตัส อ.บ้านเขาวงกต จ.พิจิตร.....	84
25	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ของสปอร์ราออบัสคูลาไมคอร์ไรซา ที่แยกได้จากดินป่ายูคาลิปตัส จาก อ.วังน้ำเย็น จ.สระแก้ว.....	85
26	ลักษณะการเจริญของ <i>Pisolithus</i> spp. สายพันธุ์ต่างๆ ที่แยกได้เส้นใยบริสุทธิ์ บนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง MMN ระยะเวลา 4 สัปดาห์.....	89
27	ลักษณะการเจริญของ <i>Pisolithus</i> spp. สายพันธุ์ต่างๆ ที่แยกได้เส้นใยบริสุทธิ์ บนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง MMN ระยะเวลา 4 สัปดาห์.....	90
28	ลักษณะการเจริญของ <i>Pisolithus</i> spp. สายพันธุ์ต่างๆ ที่แยกได้เส้นใยบริสุทธิ์ บนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง MMN ระยะเวลา 4 สัปดาห์.....	91
29	ลักษณะการเจริญของ <i>Pisolithus</i> spp. สายพันธุ์ต่างๆ ที่แยกได้เส้นใยบริสุทธิ์ บนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง MMN ระยะเวลา 4 สัปดาห์.....	92
30	การเจริญทางความสูงของลำต้นกล้าไม้ยูคาลิปตัสอายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซาสายพันธุ์ต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับ ชุดควบคุมการทดลองที่ไม่มีการใส่หัวเชื้อ.....	95
31	การเจริญของกล้าไม้ยูคาลิปตัส อายุ 6 เดือน เมื่อไม่ใส่หัวเชื้อ.....	97
32	การเจริญของกล้าไม้ยูคาลิปตัส อายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อเป็น <i>Gigaspora</i> sp. isolate No. 2.....	98
33	การเจริญของกล้าไม้ยูคาลิปตัส อายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อเป็น <i>Glomus</i> sp. isolate No. 11.....	99

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
34 การเจริญของกล้าไม้ยูคาลิปตัส อายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อเป็น <i>Pisolithus</i> isolate No. 4.....	100
35 การเจริญของกล้าไม้ยูคาลิปตัส อายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อเป็น <i>Pisolithus</i> isolate No. 23.....	101
36 การเจริญของกล้าไม้ยูคาลิปตัส อายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อเป็น <i>Pisolithus</i> isolate No. 4 ร่วมกับ <i>Gigaspora</i> sp. isolate No. 2.....	102
37 การเจริญของกล้าไม้ยูคาลิปตัส อายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อเป็น <i>Pisolithus</i> isolate No. 4 ร่วมกับ <i>Glomus</i> sp. isolate No. 11.....	103
38 การเจริญของกล้าไม้ยูคาลิปตัส อายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อเป็น <i>Pisolithus</i> isolate No. 23 ร่วมกับ <i>Gigaspora</i> sp. isolate No.2.....	104
39 การเจริญของกล้าไม้ยูคาลิปตัส อายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อเป็น <i>Pisolithus</i> isolate No.23 ร่วมกับ <i>Glomus</i> sp. isolate No.11.....	105
40 การเจริญทางเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับคอรากของลำต้นกล้าไม้ ยูคาลิปตัสอายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซาสายพันธุ์ต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับชุดควบคุมการทดลองที่ไม่มีการใส่หัวเชื้อ.....	106
41 การเจริญทางมวลชีวภาพส่วนเหนือดินของลำต้นกล้าไม้ ยูคาลิปตัสอายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซาสายพันธุ์ต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับชุดควบคุมการทดลองที่ไม่มีการใส่หัวเชื้อ.....	108
42 การเจริญทางมวลชีวภาพส่วนใต้ดินของลำต้นกล้าไม้ ยูคาลิปตัสอายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซาสายพันธุ์ต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับชุดควบคุมการทดลองที่ไม่มีการใส่หัวเชื้อ.....	110
43 การเจริญทางมวลชีวภาพรวมของลำต้นกล้าไม้ ยูคาลิปตัสอายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซาสายพันธุ์ต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับชุดควบคุมการทดลองที่ไม่มีการใส่หัวเชื้อ.....	112
44 เปอร์เซ็นต์การติดเชื้อในรากของลำต้นกล้าไม้ยูคาลิปตัสอายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซาสายพันธุ์ต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับ ชุดควบคุมการทดลองที่ไม่มีการใส่หัวเชื้อ	115

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
45 การเกิดราเอกโตไมคอร์ไรซา <i>Pisolithus</i> sp. isolate No.4 บนรากไม้ยูคาลิปตัส	117
46 การเกิดราเอกโตไมคอร์ไรซา <i>Pisolithus</i> isolate No.4 บนรากไม้ยูคาลิปตัส เป็นแบบ momopodial pinnate.....	118
47 ภาพถ่ายรากยูคาลิปตัสที่ติดเชื้อราเอกโตไมคอร์ไรซาจากกล้องจุลทรรศน์ อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดง clamp connection ของเส้นใยรา <i>Pisolithus</i> sp.....	119
48 ภาพถ่ายรากยูคาลิปตัสจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด เส้นใยรา <i>Pisolithus</i> sp. สานอยู่รอบๆราก.....	120
49 ภาพถ่ายตัดตามขวางของรากยูคาลิปตัสจากกล้องจุลทรรศน์ อิเล็กตรอนแบบส่องกราด เห็น mantle sheath ของ <i>Pisolithus</i> sp. รอบๆราก และ Hartig net ภายในราก.....	121
50 สปอร์ <i>Gigaspora</i> sp. isolate No.2	122
51 สปอร์ <i>Gigaspora</i> sp. isolate No.2 มีผนัง 2 ชั้น	123
52 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์แสดงลักษณะโครงสร้างของ ราอาบัสคูลาไมคอร์ไรซา <i>Gigaspora</i> sp. isolate No.2.....	124
53 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงอาบัสคูลใน รากยูคาลิปตัสที่ติดเชื้อ <i>Gigaspora</i> sp. isolate No.2.....	125
54 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงอาบัสคูล ในรากยูคาลิปตัสที่ติดเชื้อ <i>Gigaspora</i> sp. isolate No.2.....	126
55 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์แสดงลักษณะโครงสร้างของ ราอาบัสคูลาไมคอร์ไรซา <i>Glomus</i> sp. isolate No.11 ในรากยูคาลิปตัสอายุ 6 เดือน.....	127
56 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์แสดงลักษณะโครงสร้างของ ราอาบัสคูลาไมคอร์ไรซา <i>Glomus</i> sp. isolate No.11 ในรากยูคาลิปตัสอายุ 6 เดือน.....	128
57 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์แสดงลักษณะโครงสร้างของ ราอาบัสคูลาไมคอร์ไรซา <i>Glomus</i> sp. isolate No.11.....	129
58 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์แสดงลักษณะโครงสร้างของ ราอาบัสคูลาไมคอร์ไรซา <i>Glomus</i> sp. isolate No.11.....	130

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

59 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด
 แสดงอาบัสคูลในรากยูคาลิปตัสที่ติดเชื้อ *Glomus* sp. isolate No.11..... 131