

บทที่ 4 ผลการวิจัย

1. สํารวจและการเก็บตัวอย่าง

1.1 ราเอคโตไมคอร์ไรซา จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างเห็ด *Pisolithus* spp. จากสวนป่ายุคาลิปต์ส (*E. camaldulensis*) สวนป่าสนเขา (*P. kesiya*) สวนป่ายางนา (*D. alatus*) และสวนป่าเต็งรัง (*S. roxburghii*) ในพื้นที่ 19 จังหวัด ทุกภาคของประเทศไทย ระหว่างช่วงฤดูฝนของแต่ละปี ตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงตุลาคม พ.ศ. 2544 และ 2545 ดอกเห็ดที่เก็บมาจากพืชอาศัยต่างกันจะมีลักษณะรูปร่าง สีและขนาดที่แตกต่างกัน (ภาพที่ 8,9,10,11) ดอกเห็ดอ่อนมีรูปร่างค่อนข้างกลม เมื่อโตขึ้นจะมีรูปร่างค่อนข้างกลมหรือรูปร่างคล้ายลูกแพร์ (pear-shaped) หรือกระบอง (club-shaped) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-12 เซนติเมตร สูงประมาณ 5- 20 เซนติเมตร ผิวด้านนอกมีสีตั้งแต่น้ำตาลอ่อนจนถึงน้ำตาลเข้ม ดอกเห็ด *Pisolithus* sp. ที่พบในสวนป่าสนเขาจะมีสีเข้มกว่าดอกเห็ด *Pisolithus* sp. ที่พบในสวนป่ายุคาลิปต์ส สวนป่ายางนาและป่าเต็งรัง ส่วนดอกเห็ด *Pisolithus* sp. ที่พบในสวนป่ายางนาและสวนป่าเต็งรังจะมีขนาดเล็กกว่าดอกเห็ดที่พบในสวนป่าสนเขาและสวนป่ายุคาลิปต์สอย่างเห็นได้ชัด เมื่อตัดดอกเห็ดตามความยาวจะเห็นภายในมีลักษณะเป็น 2 ชั้น ประกอบด้วยชั้นของสปอร์ มีลักษณะคล้ายเม็ดแคปซูล เชื่อมติดกันด้วยสารเหนียวสีดำ เป็นสารประเภทโพลีแซคคาไรด์ และอีกชั้นหนึ่งเป็นชั้นของ peridioles (ภาพที่ 12) สปอร์มีรูปร่างกลม สีน้ำตาลเหลือง ผนังขรุขระเป็นหนาม (spiny) ขนาดของสปอร์มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 7-10 ไมโครเมตร (ภาพที่ 13)

1.2 ราอับสคูลาไมคอร์ไรซา สํารวจและแยกราอับสคูลาไมคอร์ไรซาจากสวนป่ายุคาลิปต์ส (*E. camaldulensis*) เก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ 10 จังหวัดของประเทศไทย ได้แก่ กาญจนบุรี จันทบุรี ชัยนาท ชัยภูมิ ตาก นครสวรรค์ นครราชสีมา พิจิตร สระแก้วและอุทัยธานี โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างหลายๆ จุดที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร ในช่วงฤดูฝนตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงตุลาคม พ.ศ. 2544 พบว่าดินมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่ 5.32-7.56 ทำการตรวจหาและคัดแยกสปอร์จากดินตัวอย่าง โดยวิธี wet sieving and decanting method พบสปอร์ราอับสคูลาไมคอร์ไรซาทั้งสิ้น 4 สกุล แบ่งเป็น 31 สายพันธุ์ตามแหล่งที่มาของดินตัวอย่าง ได้แก่ *Acaulospora* 1 สายพันธุ์ *Gigaspora* 5 สายพันธุ์ *Glomus* 24 สายพันธุ์ *Scutellospora* 1 สายพันธุ์ ราอับสคูลาไมคอร์ไรซาสกุล *Glomus* มีการแพร่กระจายมากที่สุด ตรวจพบในทุกดินตัวอย่างที่เก็บมา (ตารางที่ 7)



ภาพที่ 8 ลักษณะดอกเห็ด *Pisolithus* sp. ที่ขึ้นในสวนป่ายูคาลิปตัส (*E. camaldulensis*)



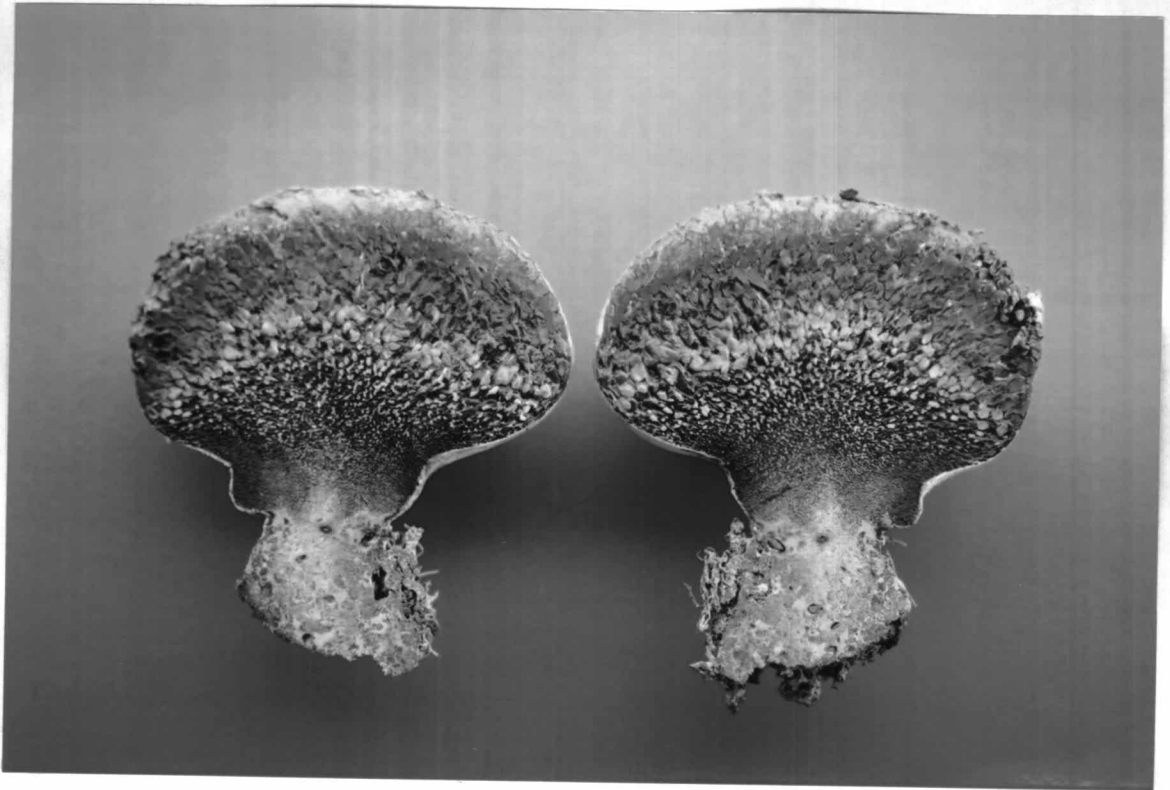
ภาพที่ 9 ลักษณะดอกเห็ด *Pisolithus* sp. ที่ขึ้นในสวนป่าสนเขา (*P. kesiya*)



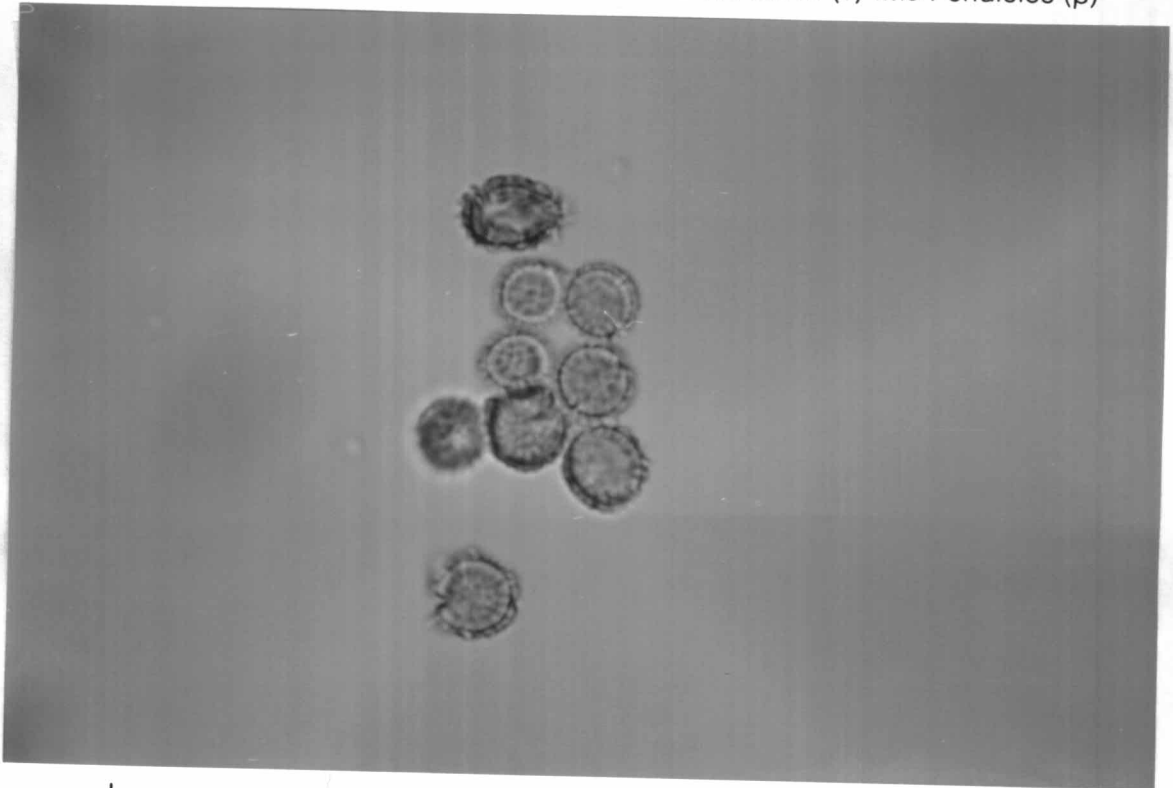
ภาพที่ 10 ลักษณะดอกเห็ด *Pisolithus* sp. ที่เก็บจากสวนป่าเต็งรัง (*S. roxburghii*)



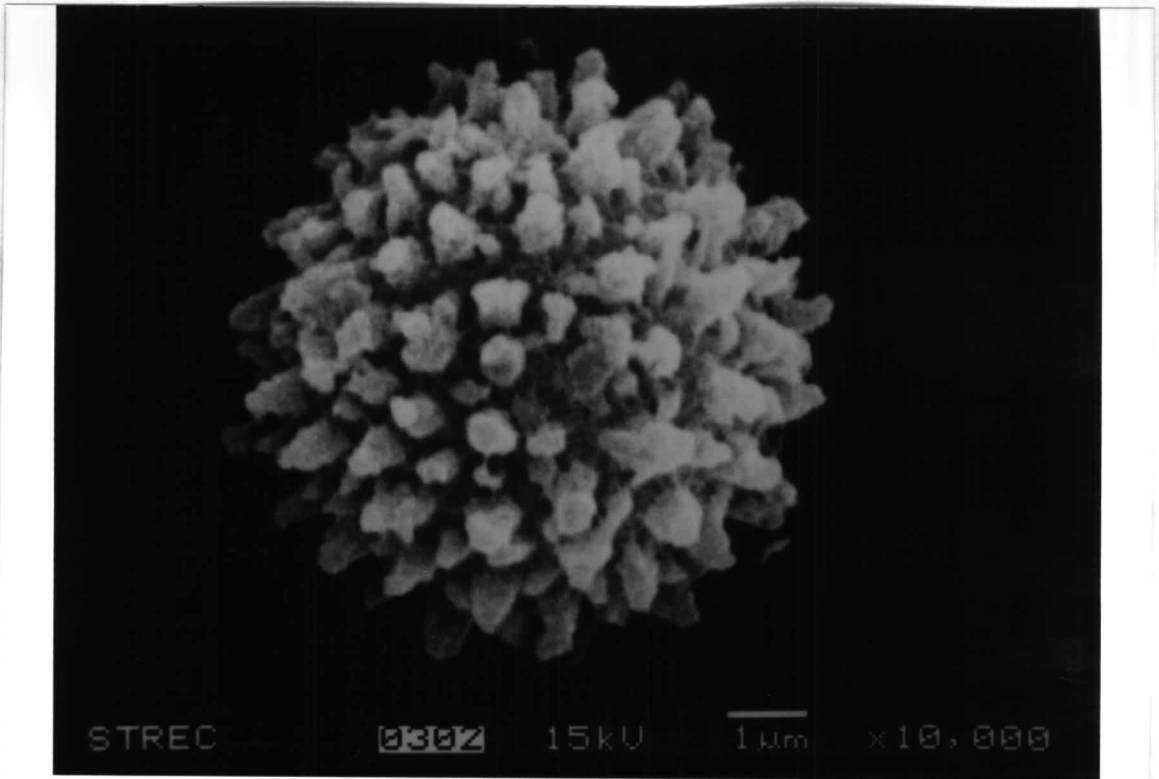
ภาพที่ 11 ลักษณะดอกเห็ด *Pisolithus* sp. ที่ขึ้นในสวนป่ายางนา (*D. alatus*)



ภาพที่ 12 ลักษณะภายในของดอกเห็ด *Pisolithus* sp. ที่เก็บจากสวนป่ายูคาลิปตัส (*E. camaldulensis*) เมื่อผ่าตามยาว แสดงชั้นของสปอร์ (s) และ Peridioles (p)



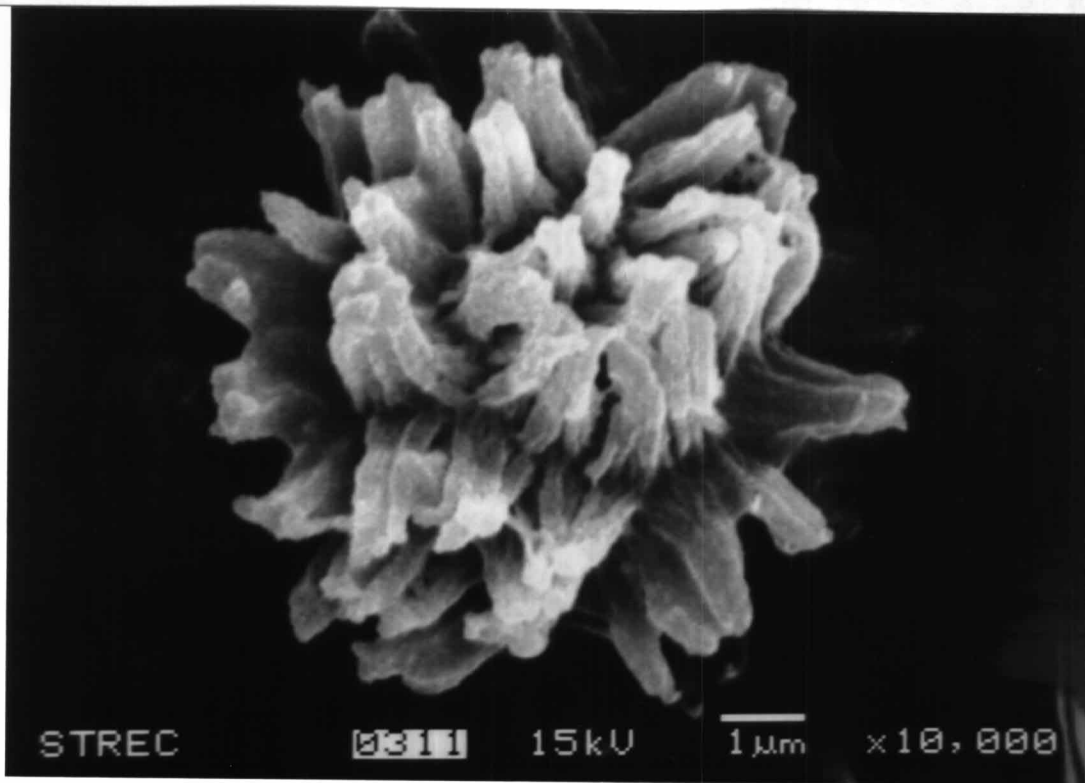
ภาพที่ 13 ลักษณะสปอร์ของ *Pisolithus* sp. ที่เก็บจากสวนป่ายูคาลิปตัส (*E. camaldulensis*) เมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์



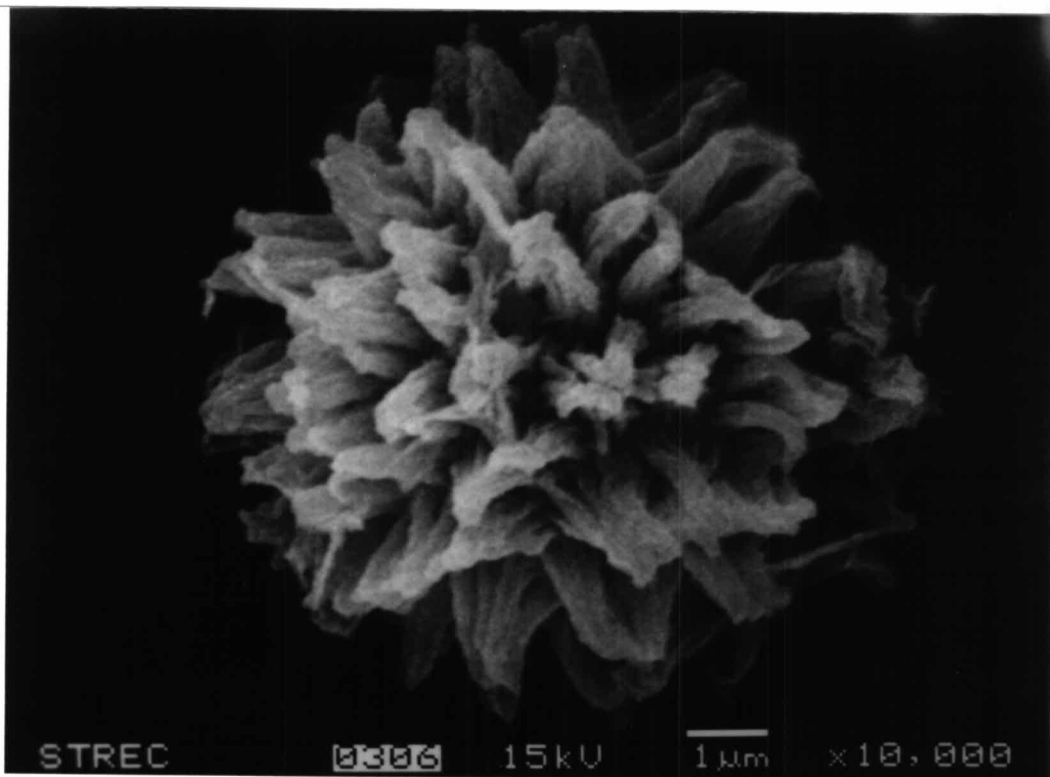
ภาพที่ 14 ลักษณะสปอร์ของ *Pisolithus* sp. isolate No. 5 จากสวนป่ายูคาลิปตัส
(*E. camaldulensis*) เมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด



ภาพที่ 15 ลักษณะสปอร์ของ *Pisolithus* sp. isolate No. 19 จากสวนป่าสนเขา
(*P. kesiya*) เมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด



ภาพที่ 16 ลักษณะสปอร์ของ *Pisolithus* sp. isolate No.22 จากสวนป่าเต็งรัง
(*S. roxburghii*) เมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด



ภาพที่ 17 ลักษณะสปอร์ของ *Pisolithus* sp. isolate No. 21 จากสวนป่ายางนา
(*D. alatus*) เมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

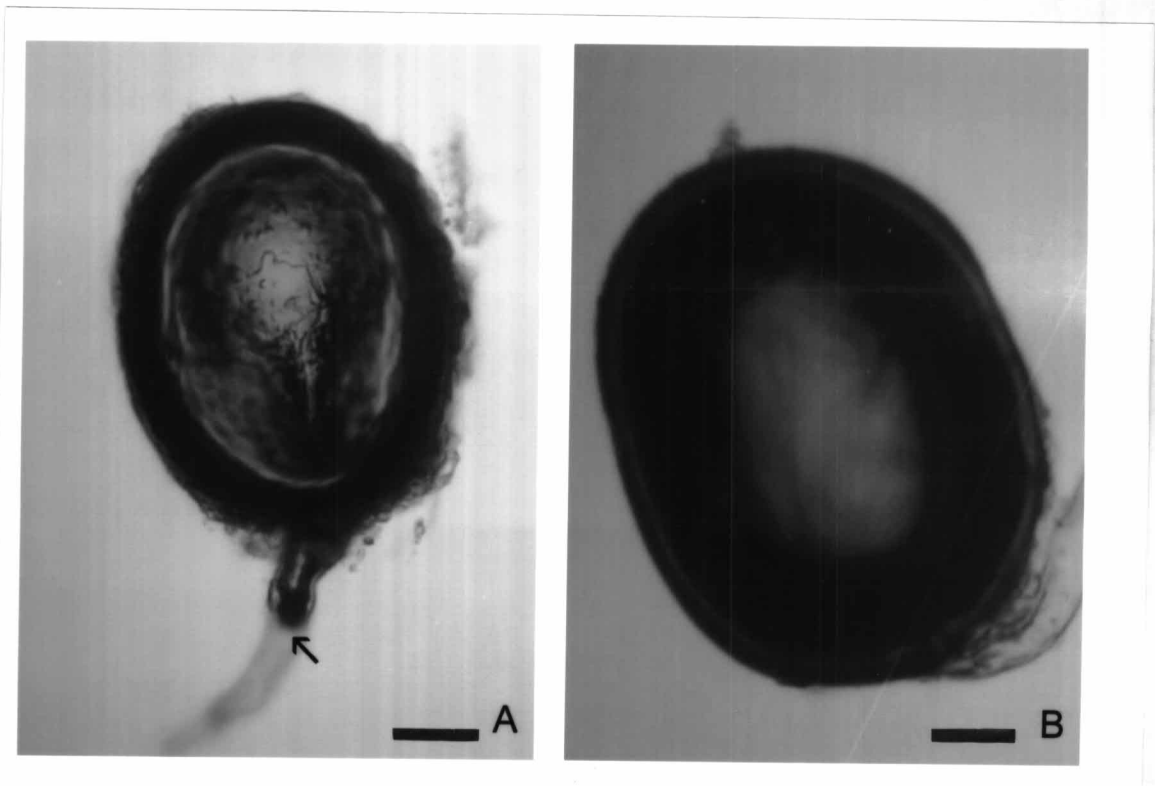
ตารางที่ 7 ราอาบัสคูลาไมคอร์ไรซาและสมบัติของดินที่เก็บจากสวนป่ายุคาลิปตัส

| แหล่งที่เก็บ | pH ของดิน | สปอร์ราอาบัสคูลาไมคอร์ไรซาที่แยกได้ |
|------------------------|-----------|---------------------------------------|
| อ.เมือง จ.กาญจนบุรี | 5.32 | <i>Glomus</i> sp. isolate No.1 |
| | | <i>Glomus</i> sp. isolate No.2 |
| อ.เขาสอยดาว จ.จันทบุรี | 7.09 | <i>Glomus</i> sp. isolate No.3 |
| | | <i>Glomus</i> sp. isolate No.4 |
| | | <i>Gigaspora</i> sp. isolate No.1 |
| อ.เมือง จ.จันทบุรี | 6.72 | <i>Glomus</i> sp. isolate No.5 |
| | | <i>Glomus</i> sp. isolate No.6 |
| | | <i>Glomus</i> sp. isolate No.7 |
| | | <i>Scutellospora</i> sp. isolate No.1 |
| | | <i>Gigaspora</i> sp. isolate No.2 |
| | | <i>Glomus</i> sp. isolate No.8 |
| อ.บ้านเขว้า จ.ชัยภูมิ | 6.04 | <i>Glomus</i> sp. isolate No.9 |
| อ.มโนรมย์ จ.ชัยนาท | 6.38 | <i>Glomus</i> sp. isolate No.10 |
| | | <i>Glomus</i> sp. isolate No.11 |
| จ.ตาก | 6.97 | <i>Acaulospora</i> sp. isolate No.1 |
| อ.หนองบัว จ.นครสวรรค์ | 5.87 | <i>Glomus</i> sp. isolate No.12 |
| | | <i>Glomus</i> sp. isolate No.13 |
| จ.นครราชสีมา | 7.15 | <i>Glomus</i> sp. isolate No.14 |
| | | <i>Glomus</i> sp. isolate No.15 |
| | | <i>Glomus</i> sp. isolate No.16 |
| | | <i>Gigaspora</i> sp. isolate No.3 |
| อ.บ้านเขาทราย จ.พิจิตร | 6.42 | <i>Glomus</i> sp. isolate No.17 |
| | | <i>Glomus</i> sp. isolate No.18 |
| | | <i>Glomus</i> sp. isolate No.19 |
| อ.วังน้ำเย็น จ.สระแก้ว | 6.14 | <i>Glomus</i> sp. isolate No.20 |
| | | <i>Glomus</i> sp. isolate No.21 |
| | | <i>Gigaspora</i> sp. isolate No.4 |
| อ.ลานสัก จ.อุทัยธานี | 6.57 | <i>Glomus</i> sp. isolate No.22 |

ตารางที่ 7 (ต่อ)

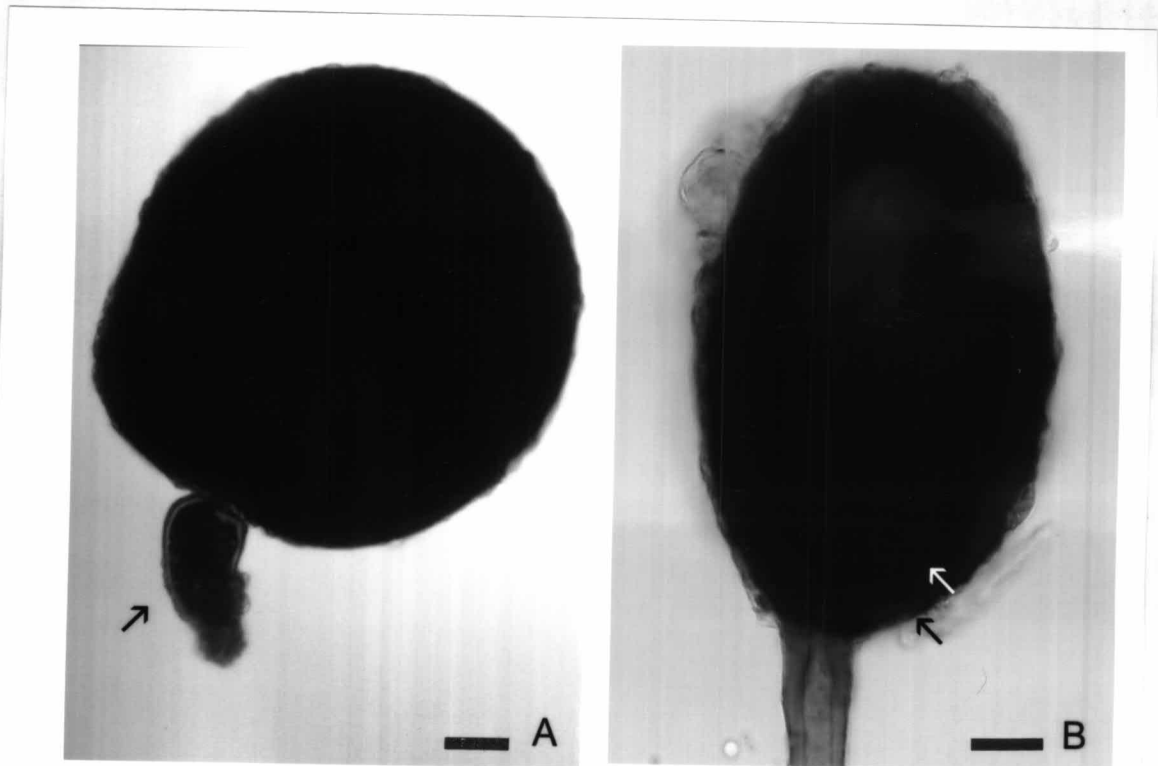
| แหล่งที่อยู่ | pH ของดิน | สายพันธุ์ราอาบัสคูลาไมคอร์ไรซาที่แยก |
|--------------|-----------|--------------------------------------|
| | | <i>Glomus</i> sp. isolate No.23 |
| | | <i>Glomus</i> sp. isolate No.24 |
| | | <i>Gigaspora</i> sp. isolate No.5 |

ภาพถ่ายโครงสร้างของสปอร์ราอาบัสคูลาไมคอร์ไรซา ที่เก็บจากสวนป่ายุคาลิปต์สแหล่งต่างๆ ได้แสดงไว้ในภาพที่ 18-25



ภาพที่ 18 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ของสปอร์ราอาบัสคูลาไมคอร์ไรซา ที่แยกได้จากดินสวนป่ายุคาลิปต์ส อ.เมือง จ.กาญจนบุรี

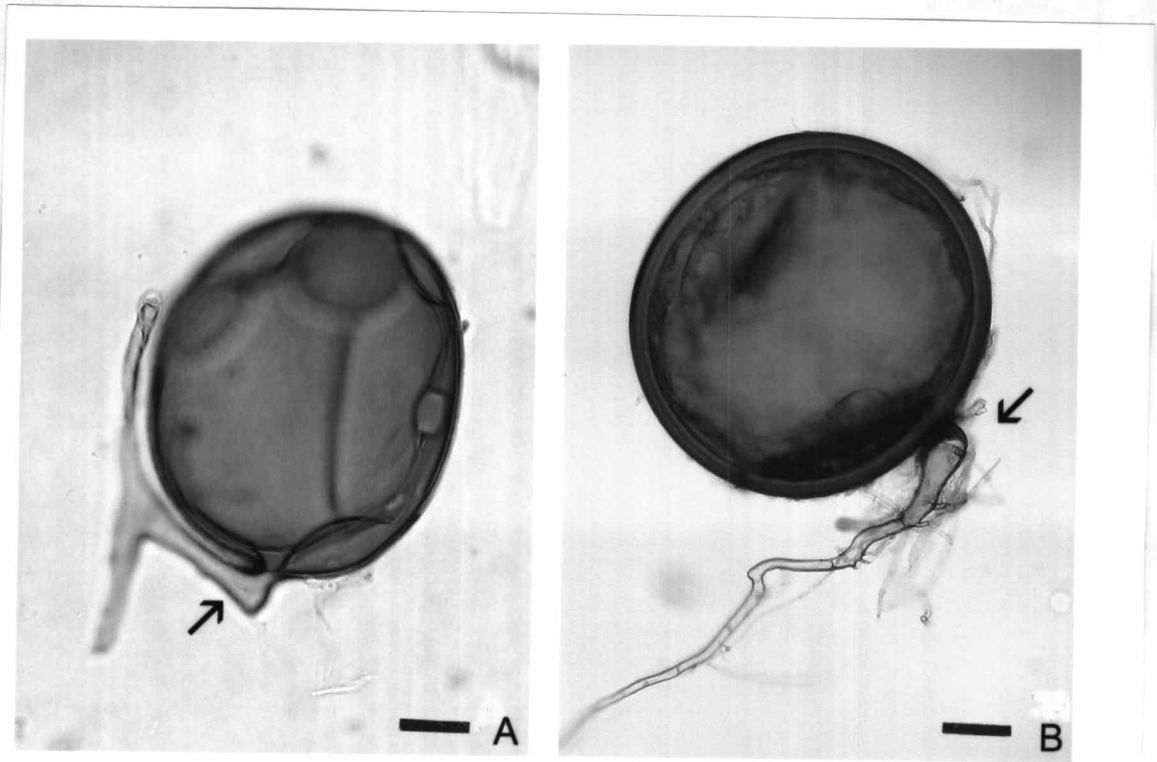
- (A) สปอร์ของ *Glomus* sp. isolate No.1 เส้นใยที่เชื่อมติดกับสปอร์มีผนังกัน (ลูกศรชี้), bar = 50 ไมโครเมตร
- (B) สปอร์ของ *Glomus* sp. isolate No.2 มีผนัง 3 ชั้น (ลูกศรชี้), bar = 50 ไมโครเมตร



ภาพที่ 19 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ของสปอร์ราอาบัสคูลาไมคอร์ไรซา ที่แยกได้จากดิน
สวนป่ายูคาลิปตัส อ.เขาสอยดาว จ.จันทบุรี

(A) สปอร์ของ *Gigaspora* isolate No. 1 สปอร์มีสีเข้ม เกิดบน bulbous suspensor
like cell (ลูกครี), bar = 50 ไมโครเมตร

(B) สปอร์ของ *Glomus* sp. isolate No.3 สปอร์มีสีเข้ม มีผนังสองชั้น (ลูกครี),
bar = 50 ไมโครเมตร



ภาพที่ 20 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ของสปอร์ราอาบัสคูลาไมคอร์ไรซา ที่แยกได้จากดิน
สวนป่ายุคาลิปตัส อ.เมือง จ.จันทบุรี

(A) สปอร์ของ *Glomus* sp. isolate no.3 ย้อมด้วย Lactophenol cotton blue
เส้นใยที่ เชื่อมติดกับสปอร์งอเป็นมุม (ลูกศรชี้), bar = 50 ไมโครเมตร

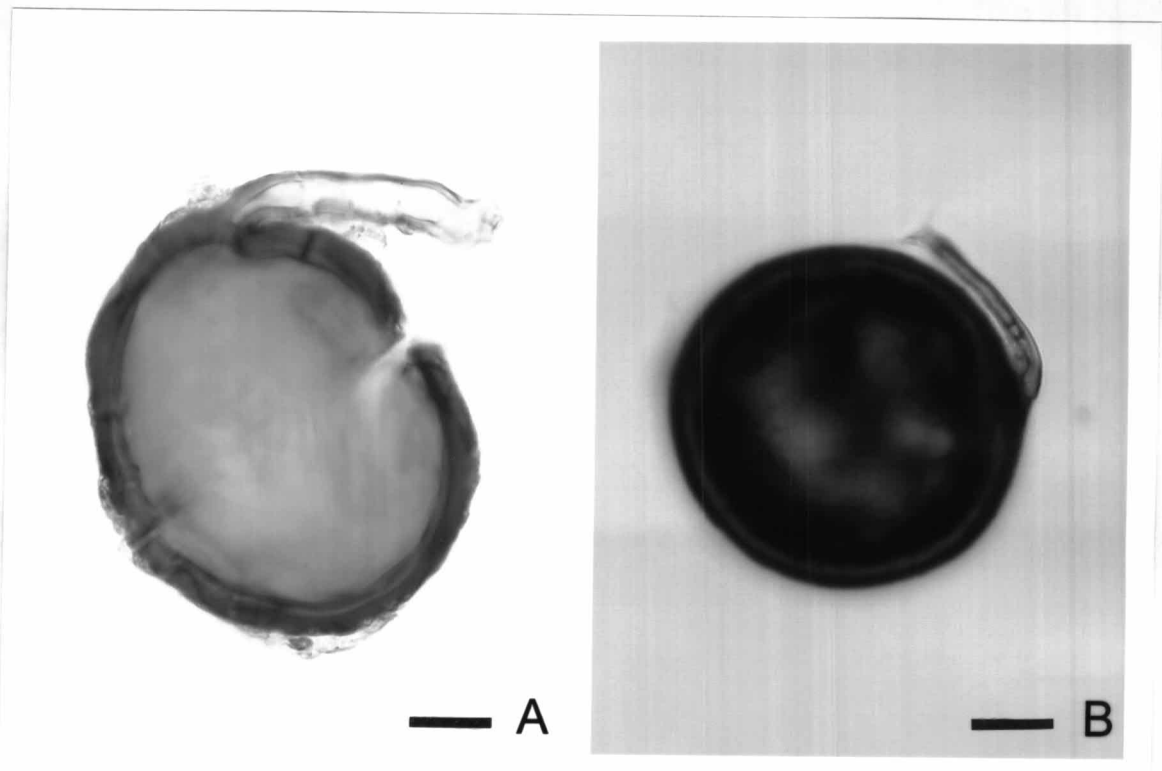
(B) สปอร์ของ *Gigaspora* isolate no. 2 เกิดบน bulbous suspensor
like cell (ลูกศรชี้), bar = 50 ไมโครเมตร



ภาพที่ 21 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ของสปอร์ราาบัสคูลาไมคอร์ไรซา ที่แยกได้จากดิน
สวนป่ายุคาลิปตัส จ.ตาก และ จ.นครสวรรค์

(A) สปอร์ของ *Acaulospora* sp. isolated No. 1 จากจังหวัดตาก เห็น vesicle ติดที่
ปลายเส้นใย (ลูกศรชี้), bar = 50 ไมโครเมตร

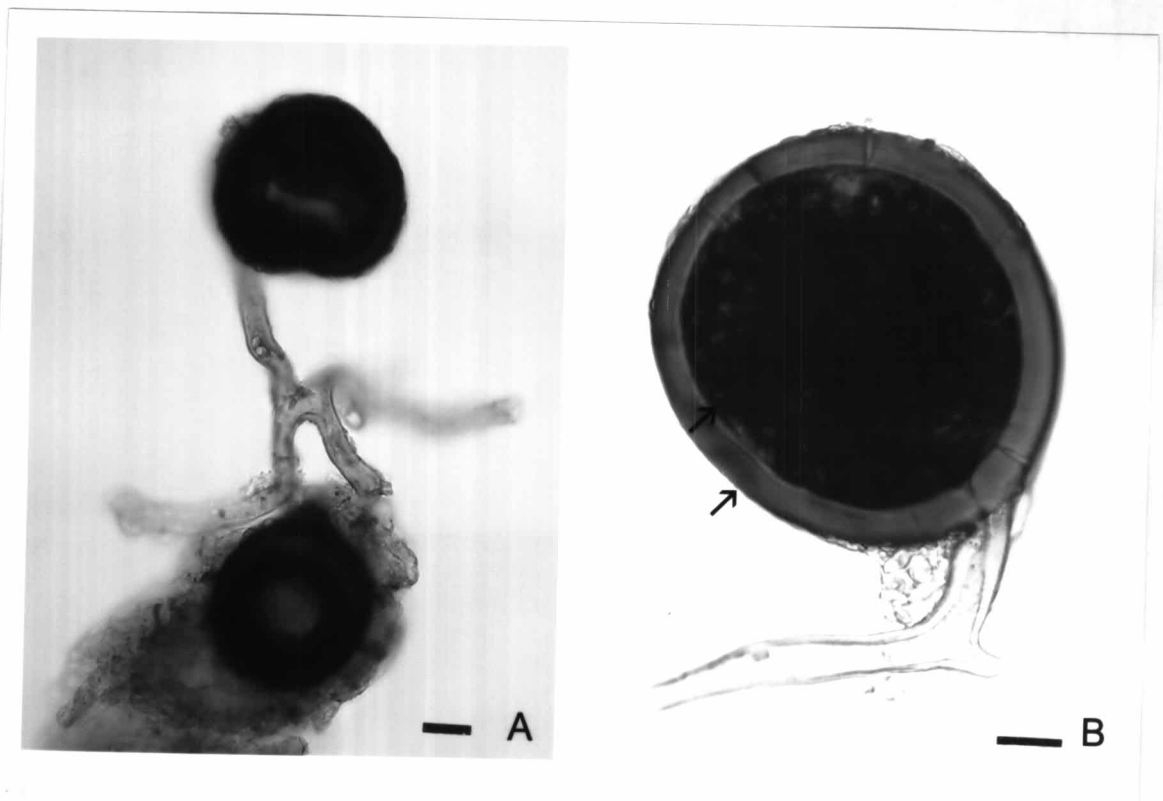
(B) สปอร์ของ *Glomus* sp. isolate No. 12 จาก อ.หนองบัว จ.นครสวรรค์ เส้นใยที่
เชื่อมติดกับสปอร์ไม่มีผนังกัน ภายในสปอร์มีสีเข้ม (ลูกศรชี้), bar = 50 ไมโครเมตร



ภาพที่ 22 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ของสปอร์ราอาบัสคูลาไมคอร์ไรซา ที่แยกได้จากดิน
สวนป่ายูคาลิปตัส จ.ชัยภูมิ และ จ.ชัยนาท

(A) สปอร์ของ *Glomus* sp. isolate No. 9 จาก อ.บ้านเขว้า จ.ชัยภูมิ ผงแห้ง เส้นใยที่
เชื่อมติดกับสปอร์มีขนาดใหญ่, bar = 50 ไมโครเมตร

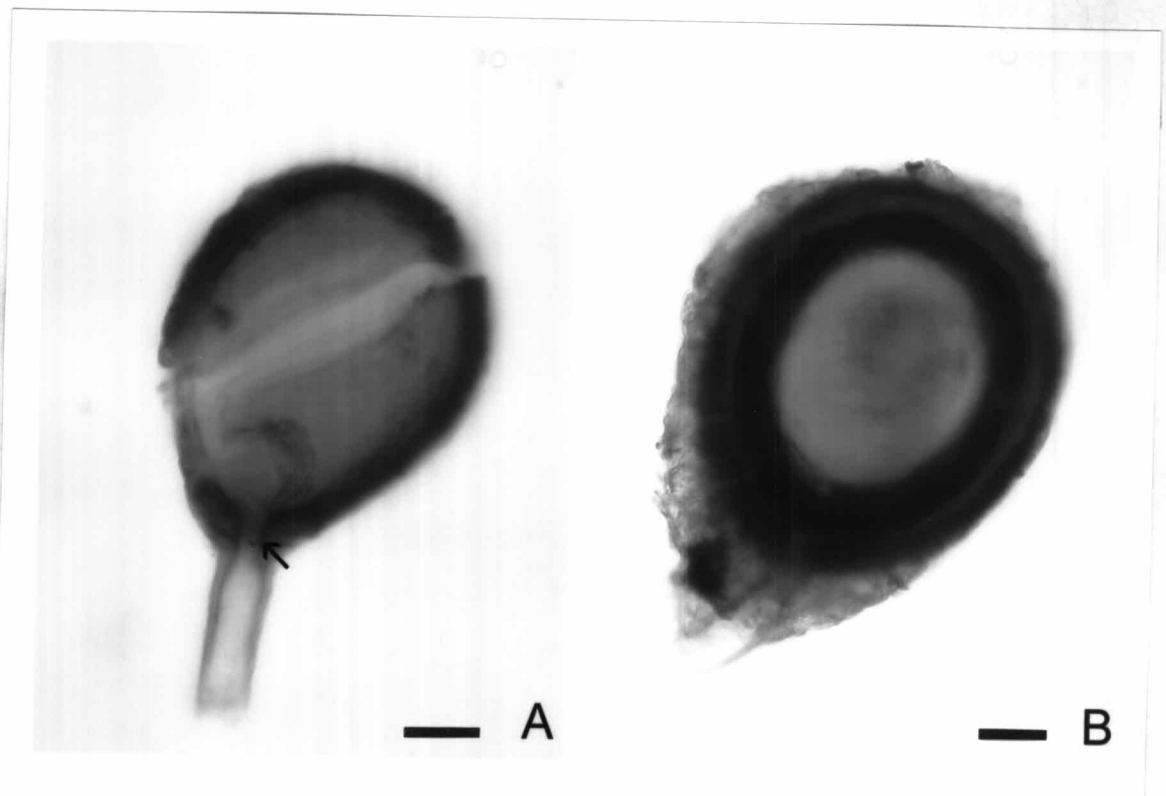
(B) สปอร์ของ *Glomus* sp. isolate No. 10 จาก อ.มโนรมย์ จ.ชัยนาท เส้นใยที่เชื่อมติด
กับสปอร์มีขนาดเล็ก บาง, bar = 50 ไมโครเมตร



ภาพที่ 23 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ของสปอร์ราอาบัสคูลาไมคอร์ไรซา ที่แยกได้จากดิน
สวนป่ายูคาลิปตัส จ.นครราชสีมา

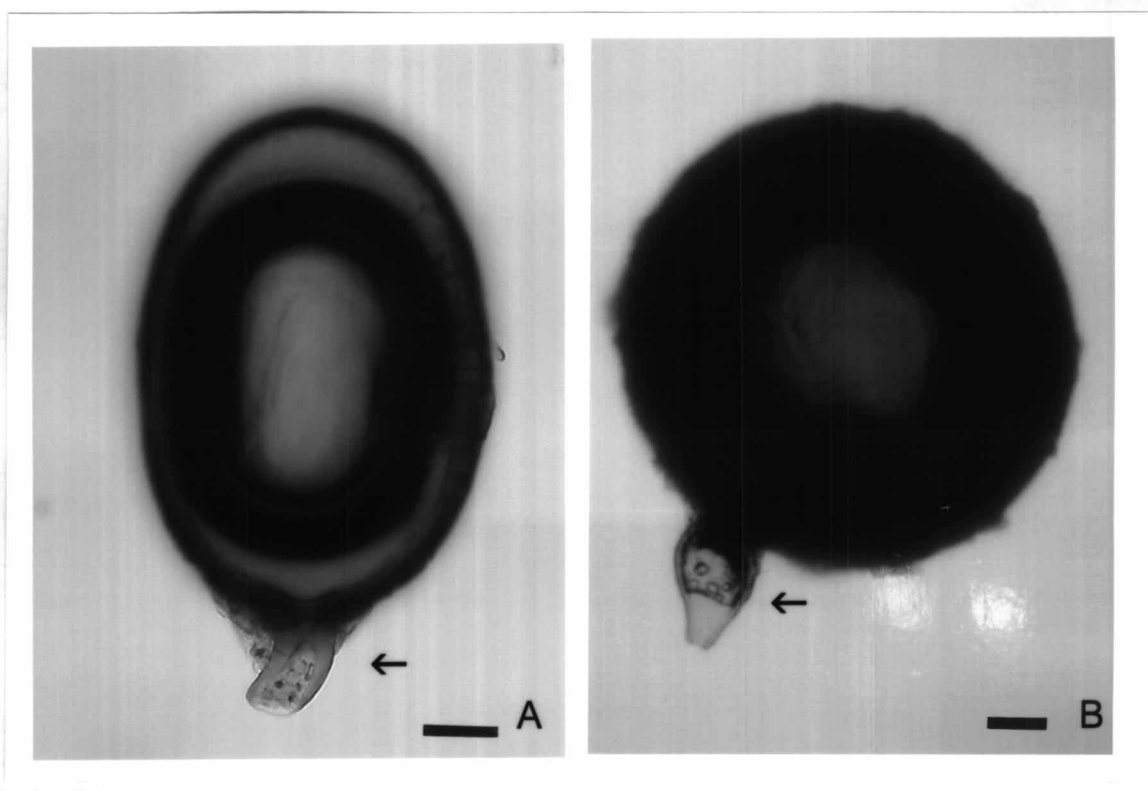
(A) สปอร์ของ *Glomus* sp. isolate No. 14 จาก จ.นครราชสีมา, bar = 50 ไมโครเมตร

(B) สปอร์ของ *Glomus* sp. isolate No. 15 จาก จ.นครราชสีมา มีผนังอย่างน้อย 2 ชั้น
(ลูกศรชี้) เส้นใยที่เชื่อมติดกับสปอร์มีผนังกันและภายในเส้นใยมีลักษณะเรียวยาว
แหลม, bar = 50 ไมโครเมตร



ภาพที่ 24 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ของสปอร์ราอาบัสคูลาไมคอร์ไรซา ที่แยกได้จากดิน
สวนป่ายุคาลิปต์ส อ.บ้านเขาวงราย จ.พิจิตร

- (A) สปอร์ของ *Glomus* sp. isolate No. 17 เส้นใยที่เชื่อมติดกับสปอร์ไม่มีผนังกัน
(ลูกศรชี้), bar = 50 ไมโครเมตร
- (B) สปอร์ของ *Glomus* sp. isolate No. 19, bar = 50 ไมโครเมตร



ภาพที่ 25 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ของสปอร์ราอับสคูลาไมคอร์ไรซา ที่แยกได้จากดิน
สวนป่ายุคาลิปตัส จาก อ.วังน้ำเย็น จ.สระแก้ว

(A) สปอร์ของ *Glomus* sp. isolate No. 20 เส้นใยที่เชื่อมติดกับสปอร์ มีผนังกัน
(ลูกศรชี้), bar = 50 ไมโครเมตร

(B) สปอร์ของ *Gigaspora* sp. isolate No. 4 เกิดบน bulbous suspensor like cell
(ลูกศรชี้), bar = 50 ไมโครเมตร

2. แยกเชื้อให้บริสุทธิ์

2.1 ราเอกโตไมคอร์ไรซา เมื่อนำมาแยกเส้นใยจากเนื้อเยื่อดอกเห็ด *Pisolithus* spp. สามารถแยกเส้นใยบริสุทธิ์ได้ 22 สายพันธุ์ (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ราเอกโตไมคอร์ไรซา *Pisolithus* spp. ที่สามารถแยกเส้นใยได้บริสุทธิ์

| สายพันธุ์ที่ | พืชอาศัย | แหล่งที่อยู่ | ปีที่เก็บ |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------|-----------|
| <i>Pisolithus</i> isolate No.1 | <i>Eucalyptus camaldulensis</i> | อ.เมือง จ.กาญจนบุรี | 2544 |
| <i>Pisolithus</i> isolate No.2 | <i>E. camaldulensis</i> | อ.เขาสอยดาว จ.จันทบุรี | 2544 |
| <i>Pisolithus</i> isolate No.3 | <i>E. camaldulensis</i> | อ.เมือง จ.จันทบุรี | 2544 |
| <i>Pisolithus</i> isolate No.4 | <i>E. camaldulensis</i> | อ.บ้านเขว้า จ.ชัยภูมิ | 2544 |
| <i>Pisolithus</i> isolate No.5 | <i>E. camaldulensis</i> | อ.มโนรมย์ จ.ชัยนาท | 2544 |
| <i>Pisolithus</i> isolate No.6 | <i>E. camaldulensis</i> | อ. จ.ชุมพร | 2544 |
| <i>Pisolithus</i> isolate No.7 | <i>E. camaldulensis</i> | จ.ตาก | 2544 |
| <i>Pisolithus</i> isolate No.8 | <i>E. camaldulensis</i> | อ.หนองบัว จ.นครสวรรค์ | 2544 |
| <i>Pisolithus</i> isolate No.9 | <i>E. camaldulensis</i> | จ.นครราชสีมา | 2544 |
| <i>Pisolithus</i> isolate No.10 | <i>E. camaldulensis</i> | จ.นครราชสีมา | 2544 |
| <i>Pisolithus</i> isolate No.11 | <i>E. camaldulensis</i> | อ.บ้านเขาทราย จ.พิจิตร | 2544 |
| <i>Pisolithus</i> isolate No.12 | <i>E. camaldulensis</i> | อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี | 2544 |
| <i>Pisolithus</i> isolate No.13 | <i>E. camaldulensis</i> | จ.เพชรบูรณ์ | 2544 |
| <i>Pisolithus</i> isolate No.14 | <i>E. camaldulensis</i> | อ.ลี้ จ.ลำพูน | 2544 |
| <i>Pisolithus</i> isolate No.15 | <i>E. camaldulensis</i> | อ.วังน้ำเย็น จ.สระแก้ว | 2544 |
| <i>Pisolithus</i> isolate No.16 | <i>E. camaldulensis</i> | จ.สุพรรณ | 2544 |
| <i>Pisolithus</i> isolate No.17 | <i>E. camaldulensis</i> | อ.ลานสัก จ.อุทัยธานี | 2544 |
| <i>Pisolithus</i> isolate No.18 | <i>Pinus kesiya</i> (สน 3 ใบ) | อ.ฮอด จ.เชียงใหม่ | 2544 |
| <i>Pisolithus</i> isolate No.19 | <i>P. kesiya</i> | อ.ฮอด จ.เชียงใหม่ | 2544 |
| <i>Pisolithus</i> isolate No.20 | <i>P. merkusii</i> (สน 2 ใบ) | อ.ฮอด จ.เชียงใหม่ | 2544 |
| <i>Pisolithus</i> isolate No.21 | <i>D. alatus</i> (ยางนา) | อ.เขานินซ็อน จ.ฉะเชิงเทรา | 2545 |
| <i>Pisolithus</i> isolate No.22 | <i>S. roxburghii</i> (พยอม) | จ.ยโสธร | 2545 |

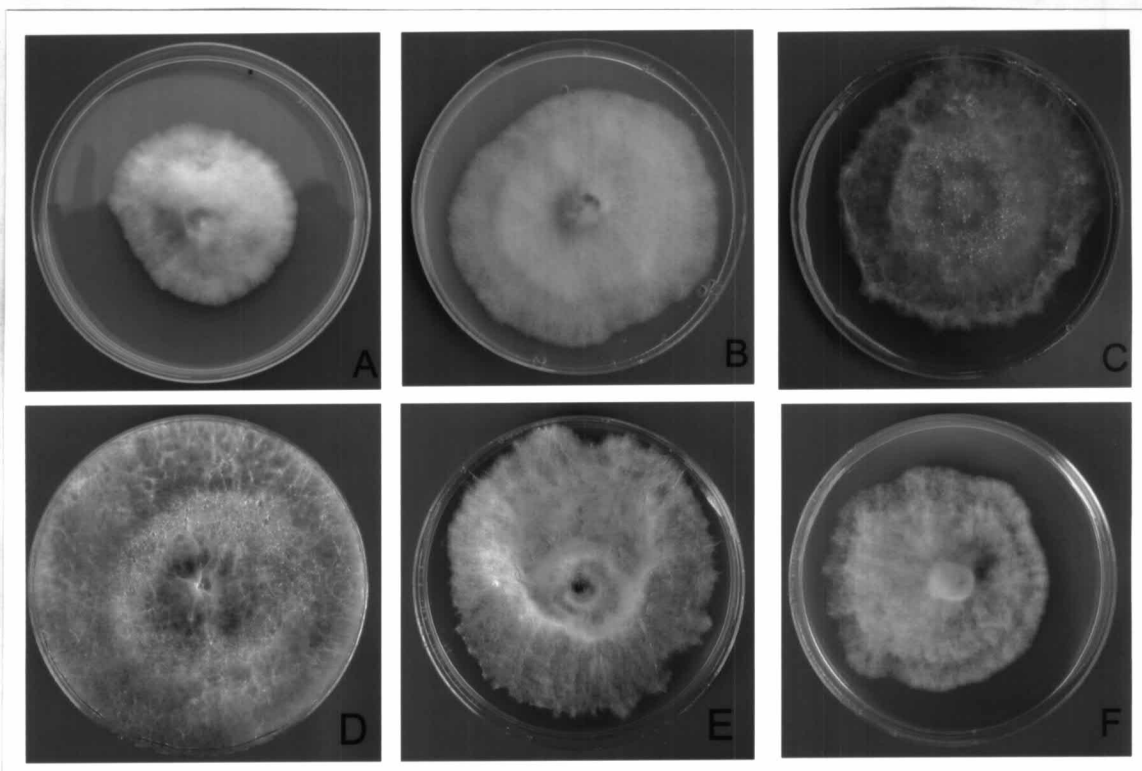
2.2 ราออบัสคูลาไมคอร์ไรซา เล็กสปอร์ราออบัสคูลาไมคอร์ไรซา 12 สายพันธุ์ ซึ่งพบมากในดินตัวอย่างจากป่ายุคาลิปตัส นำมาใส่ในข้าวฟ่างลาย โดยเลือก *Acaulospora* 1 สายพันธุ์: *Acaulospora* sp. isolate No. 1, *Gigaspora* 3 สายพันธุ์ : *Gigaspora* sp. isolate No. 2, *Gigaspora* sp. isolate No.3, *Gigaspora* sp. isolate No.5 และ *Glomus* 8 สายพันธุ์ : *Glomus* sp. isolate No. 1, *Glomus* sp. isolate No.4, *Glomus* sp. isolate No.10, *Glomus* sp. isolate No.11, *Glomus* sp. isolate No.14, *Glomus* sp. isolate No.17, *Glomus* sp. isolate No.20 และ *Glomus* sp. isolate No.22 เพื่อแยกเชื้อบริสุทธิ์

3. คัดเลือกหัวเชื้อราไมคอร์ไรซาที่เหมาะสม

3.1 ราเอคโตไมคอร์ไรซา เล็กกราคโตไมคอร์ไรซา *Pisolithus* spp. ที่มีสมบัติดีเหมาะต่อการทำหัวเชื้อเพื่อสร้างราเอคโตไมคอร์ไรซาในพืชอาศัย โดยเลือกสายพันธุ์ที่สร้างเส้นใยมากและเจริญเร็วที่สุด โดยเปรียบเทียบจากความกว้างของโคโลนีอายุ 4 สัปดาห์ ของราเอคโตไมคอร์ไรซาที่แยกเส้นใยบริสุทธิ์จากดอกเห็ด *Pisolithus* sp. ที่ขึ้นในสวนป่ายุคาลิปตัส (*E.camaldulensis*) จากจังหวัดต่างๆในประเทศไทย (*Pisolithus* isolate No.1-22) และเส้นใยบริสุทธิ์ที่แยกจากดอกเห็ด *Pisolithus* sp. ที่ขึ้นในป่าสน (*Pinus densifora*) จากภูเขาไฟฟูจิ ประเทศญี่ปุ่น (*Pisolithus* isolate No.23 และ 24) เมื่อเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง MMN

ตารางที่ 9 การเจริญของ *Pisolithus* spp. สายพันธุ์ต่างๆบนอาหารเลี้ยงเชื้อ MMN อายุ 4 สัปดาห์

| สายพันธุ์ที่ | ขนาดโคโลนี (ซม.) |
|---------------------------------|------------------|
| <i>Pisolithus</i> isolate No.1 | 5.0 |
| <i>Pisolithus</i> isolate No.2 | 7.5 |
| <i>Pisolithus</i> isolate No.3 | 7.2 |
| <i>Pisolithus</i> isolate No.4 | 9.0* |
| <i>Pisolithus</i> isolate No.5 | 7.6 |
| <i>Pisolithus</i> isolate No.6 | 5.9 |
| <i>Pisolithus</i> isolate No.7 | 7.1 |
| <i>Pisolithus</i> isolate No.8 | 8.2 |
| <i>Pisolithus</i> isolate No.9 | 7.2 |
| <i>Pisolithus</i> isolate No.10 | 5.8 |
| <i>Pisolithus</i> isolate No.11 | 7.6 |

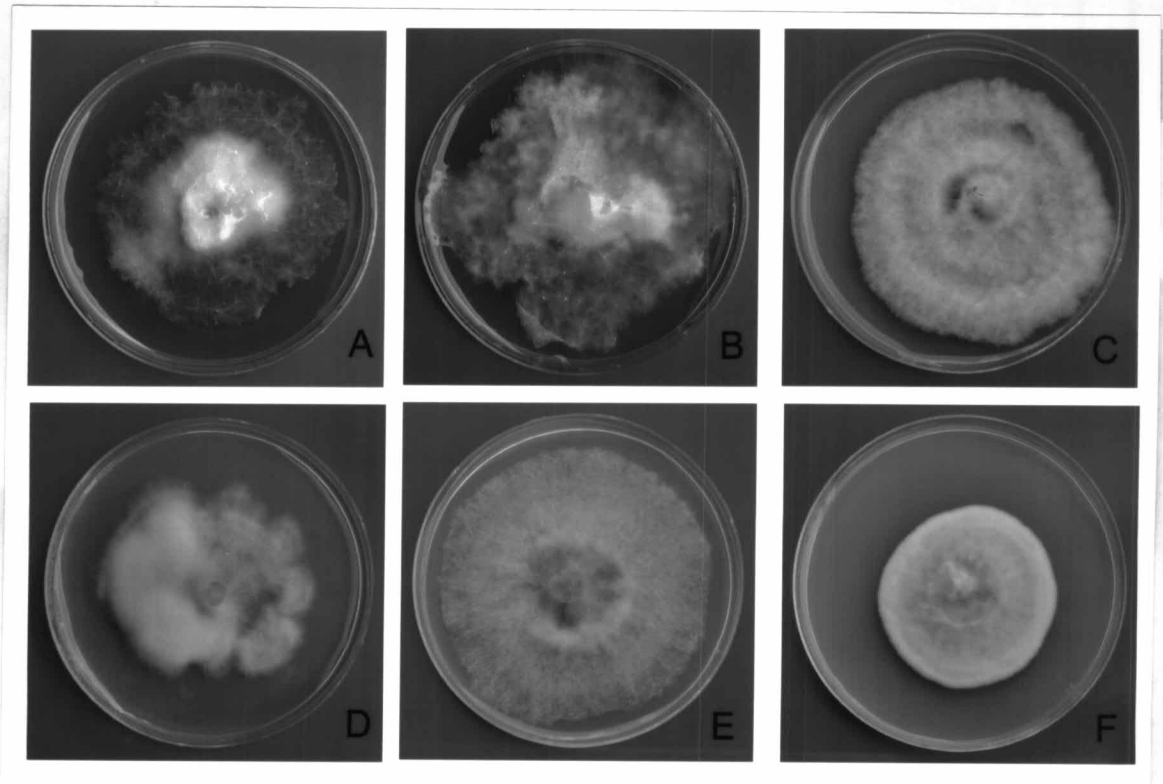


ภาพที่ 26 ลักษณะการเจริญของ *Pisolithus* spp. สายพันธุ์ต่างๆ ที่แยกได้เส้นใยบริสุทธิ์ บนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง MMN ระยะเวลา 4 สัปดาห์

(A) *Pisolithus* isolate No.1 (B) *Pisolithus* isolate No.2 (C) *Pisolithus* isolate No.3

(D) *Pisolithus* isolate No.4* (E) *Pisolithus* isolate No.5 (F) *Pisolithus* isolate No.6

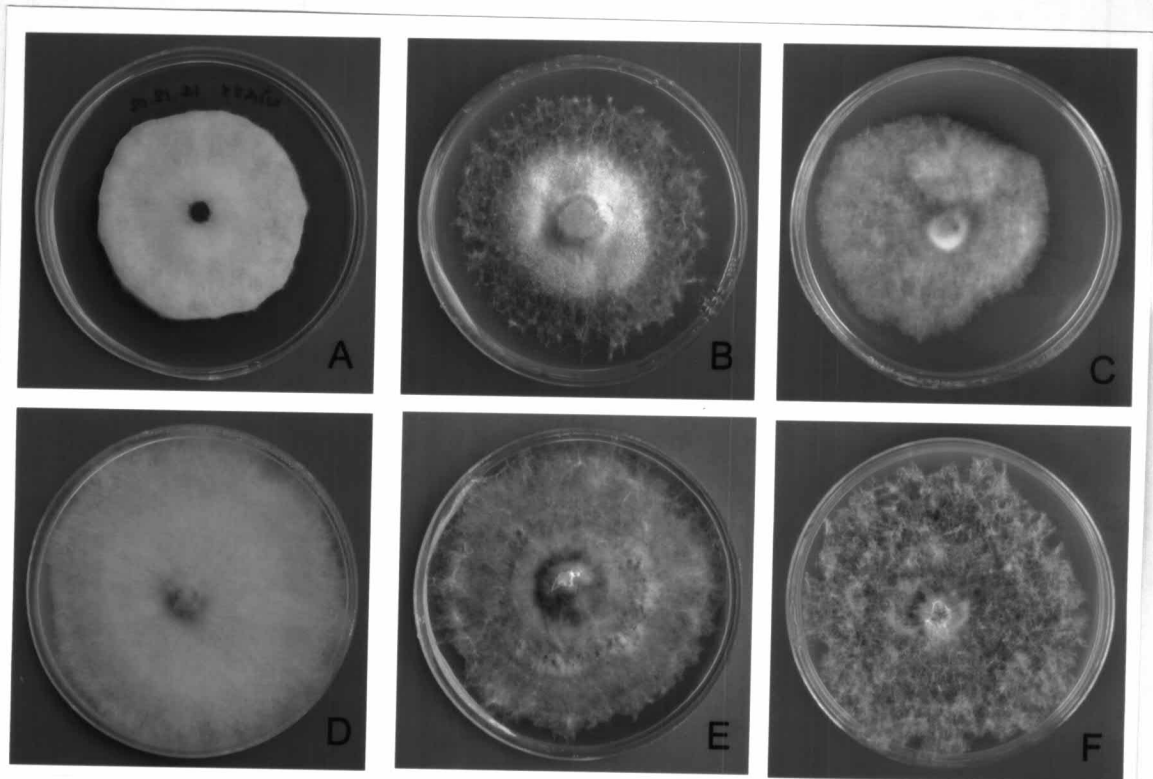
* สายพันธุ์ที่คัดเลือก



ภาพที่ 27 ลักษณะการเจริญของ *Pisolithus* spp. สายพันธุ์ต่างๆ ที่แยกได้เส้นใยบริสุทธิ์ บนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง MMN ระยะเวลา 4 สัปดาห์

(A) *Pisolithus* isolate No.7 (B) *Pisolithus* isolate No.8 (C) *Pisolithus* isolate No.9

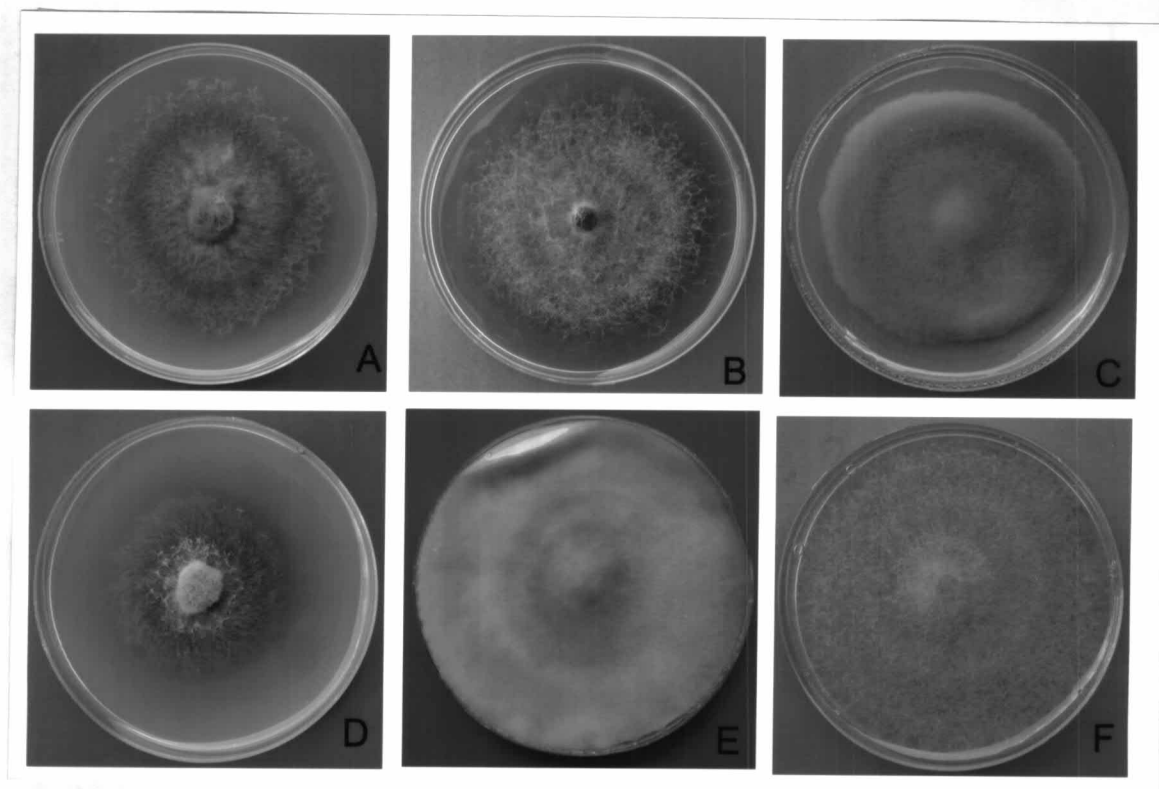
(D) *Pisolithus* isolate No.10 (E) *Pisolithus* isolate No.11 (F) *Pisolithus* isolate No.12



ภาพที่ 28 ลักษณะการเจริญของ *Pisolithus* spp. สายพันธุ์ต่างๆ ที่แยกได้เส้นใยบริสุทธิ์
บนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง MMN ระยะเวลา 4 สัปดาห์

(A) *Pisolithus* isolate No.13 (B) *Pisolithus* isolate No.14 (C) *Pisolithus* isolate No.15

(D) *Pisolithus* isolate No.16 (E) *Pisolithus* isolate No.17 (F) *Pisolithus* isolate No.18



ภาพที่ 29 ลักษณะการเจริญของ *Pisolithus* spp. สายพันธุ์ต่างๆ ที่แยกได้เส้นใยบริสุทธิ์
บนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง MMN ระยะเวลา 4 สัปดาห์

(A) *Pisolithus* isolate No.19 (B) *Pisolithus* isolate No.20 (C) *Pisolithus* isolate No.21

(D) *Pisolithus* isolate No.22 (E) *Pisolithus* isolate No.23* (F) *Pisolithus* isolate No.24

* สายพันธุ์ที่คัดเลือก

3.2 ราอับสคูลาไมคอร์ไรซา เมื่อข้าวฟ่างอายุ 3 เดือน ตรวจนับจำนวนสปอร์ของรา – อับสคูลาไมคอร์ไรซาในดิน

เนื่องจากสปอร์ของราอับสคูลาไมคอร์ไรซาบางสายพันธุ์มีจำนวนน้อยมาก ไม่สามารถนำมาเพิ่มจำนวนได้ สายพันธุ์ที่นำมาเพิ่มจำนวนโดยวิธี pot culture แสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 จำนวนสปอร์ราอับสคูลาไมคอร์ไรซาในดินที่ปลูกข้าวฟ่างลาย

| สายพันธุ์ | จำนวนสปอร์/ดิน 100 กรัม |
|-------------------------------------|-------------------------|
| <i>Glomus</i> sp. isolate No.1 | 230 |
| <i>Glomus</i> sp. isolate No.4 | 420 |
| <i>Gigaspora</i> sp. isolate No.2 | 900* |
| <i>Glomus</i> sp. isolate No.10 | 260 |
| <i>Acaulospora</i> sp. isolate No.1 | 0 |
| <i>Glomus</i> sp. isolate No.11 | 750* |
| <i>Glomus</i> sp. isolate No.14 | 0 |
| <i>Gigaspora</i> sp. isolate No.3 | 168 |
| <i>Glomus</i> sp. isolate No.17 | 510 |
| <i>Glomus</i> sp. isolate No.20 | 380 |
| <i>Glomus</i> sp. isolate No.22 | 250 |
| <i>Gigaspora</i> sp. isolate No.5 | 340 |

* สายพันธุ์ที่คัดเลือก

คัดเลือก *Gigaspora* sp. isolate No.2 ที่สร้างสปอร์ได้จำนวนมากที่สุด เมื่อเทียบกับ *Gigaspora* spp. สายพันธุ์อื่น และ *Glomus* sp. isolate No.11 ที่สร้างสปอร์ได้จำนวนมากที่สุด เมื่อเทียบกับ *Glomus* spp. สายพันธุ์อื่น เพื่อนำไปผลิตหัวเชื้อทดลองต่อไป

4. ผลิตหัวเชื้อ

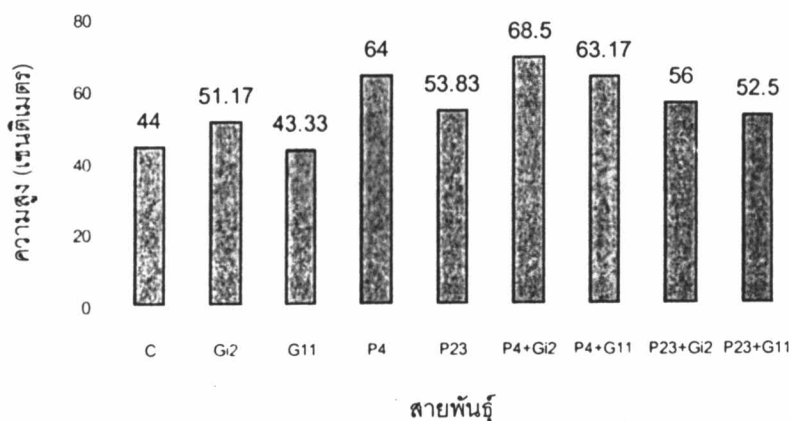
4.1 ราเอคโตไมคอร์ไรซา จากข้อ 3.1 เลือก *Pisolithus* sp. ที่เจริญบนอาหาร MMN ได้ดีที่สุดจำนวน 2 สายพันธุ์ คือ *Pisolithus* sp. isolate No. 4 และ *Pisolithus* sp. isolate No. 23 ไปผลิตหัวเชื้อ เส้นใยรา *Pisolithus* ทั้ง 2 สายพันธุ์ สามารถเจริญในวัสดุที่ใช้ทำหัวเชื้อเวอร์มิคิวไลท์ผสมดินพรุได้เป็นอย่างดี ใช้เวลาเพียง 1 เดือนก็สามารถเจริญได้เต็มขวด

4.2 ราอาบัสคูลาไมคอร์ไรซา จากข้อ 3.2 *Glomus* sp. isolate No.11 และ *Gigaspora* sp. isolate No.2 สามารถสร้างสปอร์ได้จำนวนมากในข้าวฟ่างลาย นำมาผลิตหัวเชื้อราอาบัสคูลาไมคอร์ไรซา โดยปลูกร่วมกับข้าวฟ่างลายอีกครั้ง พบว่าดิน 100 กรัม มีสปอร์รา *Glomus* sp. isolate No.11 และ *Gigaspora* sp. isolate No.2 จำนวน 1000 และ 750 สปอร์ ตามลำดับ

5. ทดสอบผลของราเคโคโตไมคอร์ไรซาและราอับัสคูลาไมคอร์ไรซาที่มีผลต่อการเจริญของกล้าไม้ยูคาลิปตัส

อัตราการเจริญทางความสูงของลำต้นกล้าไม้ยูคาลิปตัส

เปรียบเทียบการเจริญของลำต้นกล้าไม้ยูคาลิปตัสเมื่อไม่ใส่หัวเชื้อและใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซา *Gigaspora* sp. isolate No. 2, *Glomus* sp. isolate No. 11, *Pisolithus* isolate No. 4, *Pisolithus* isolate No. 23, *Pisolithus* isolate No. 4 ร่วมกับ *Gigaspora* sp. isolate No. 2, *Pisolithus* isolate No. 4 ร่วมกับ *Glomus* sp. isolate No. 11, *Pisolithus* isolate No. 23 ร่วมกับ *Gigaspora* sp. isolate No.2 และ *Pisolithus* isolate No.23 ร่วมกับ *Glomus* sp. isolate No.11 พบว่าความสูงของลำต้นกล้าไม้ยูคาลิปตัสมีค่าเท่ากับ 44.00, 51.17, 43.33, 64.00, 53.83, 65.50, 63.17, 56.00 และ 52.50 เซนติเมตร ตามลำดับ หัวเชื้อราไมคอร์ไรซา *Pisolithus* isolate No. 23 ร่วมกับ *Gigaspora* sp. isolate No.2 สามารถกระตุ้นการเจริญทางความสูงของกล้าไม้ยูคาลิปตัสได้ดีที่สุด ความสูงเพิ่มขึ้นคิดเป็น 48.86 เปอร์เซ็นต์ เฉพาะชุดการทดลองที่ใส่หัวเชื้อ *Glomus* sp isolate No.11 เท่านั้นที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธี Duncan's Multiple range test (DMRT)



ภาพที่ 30 การเจริญทางความสูงของลำต้นกล้าไม้ยูคาลิปตัสอายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซาสายพันธุ์ต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับชุดควบคุมการทดลองที่ไม่มีการใส่หัวเชื้อ (เมื่อ C คือชุดควบคุมที่ไม่ใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซา, G2 คือหัวเชื้อ *Gigaspora* sp. isolate No.2, G11 คือ *Glomus* sp. isolate No.11, P4 คือ *Pisolithus* sp. isolate No.4, P23 คือ *Pisolithus* sp. isolate No.23, P4+G2 คือ *Pisolithus* sp. isolate No.4 ร่วมกับ *Gigaspora* sp. isolate No.2, P4+G11 คือ *Pisolithus* sp. isolate No.4 ร่วมกับ *Glomus* sp isolate No.11, P23+G2 คือ *Pisolithus* sp. isolate No. 23 ร่วมกับ *Gigaspora* sp. isolate No.2 และ P23+G11 คือ *Pisolithus* sp. isolate No.23 ร่วมกับ *Glomus* sp. isolate No.11)

ตารางที่ 11 เปรียบเทียบการเจริญทางความสูงเฉลี่ยของลำต้นกล้าไม้ยูคาลิปตัสอายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซาสายพันธุ์ต่างๆ

| สายพันธุ์ | ความสูง (ซม.) |
|---|---------------|
| <i>Pisolithus</i> isolate No. 4 ร่วมกับ <i>Gigaspora</i> sp. isolate No. 2 | 68.50a |
| <i>Pisolithus</i> isolate No. 4 | 64.00b |
| <i>Pisolithus</i> isolate No. 4 ร่วมกับ <i>Glomus</i> sp. isolate No. 11 | 63.17b |
| <i>Pisolithus</i> isolate No. 23 ร่วมกับ <i>Gigaspora</i> sp. isolate No.2 | 56.00c |
| <i>Pisolithus</i> isolate No.23 | 53.83cd |
| <i>Pisolithus</i> isolate No. 23 ร่วมกับ <i>Glomus</i> sp. isolate No.11 | 52.50d |
| <i>Gigaspora</i> sp. isolate No. 2 | 51.17d |
| ชุดควบคุม | 44.00e |
| <i>Glomus</i> sp. isolate No. 11 | 43.33e |

เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามอักษรในแนวดิ่ง ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับด้านข้างต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P=0.05)



ภาพที่ 31 การเจริญของกล้าไม้ยูคาลิปตัส อายุ 6 เดือน ชุดควบคุม ที่ไม่ใส่หัวเชื้อ
ราเอคโตไมคอร์ไรซาและราอามัสคูลาไมคอร์ไรซา (ไม้บรรทัดยาว 30 เซนติเมตร)



ภาพที่ 32 การเจริญของกล้าไม้ยูคาลิปตัส อายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อเป็น
Gigaspora sp. isolate No. 2 (ไม้บรรทัดยาว 30 เซนติเมตร)



ภาพที่ 33 การเจริญของกล้าไม้ยูคาลิปตัส อายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อเป็น
Glomus sp. isolate No. 11 (ไม้บรรทัดยาว 30 เซนติเมตร)



ภาพที่ 34 การเจริญของกล้าไม้ยูคาลิปตัส อายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อเป็น
Pisolithus sp. isolate No. 4 (ไม้บรรทัดยาว 30 เซนติเมตร)



ภาพที่ 35 การเจริญของกล้าไม้ยูคาลิปตัส อายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อเป็น
Pisolithus sp. isolate No. 23 (ไม้บรรทัดยาว 30 เซนติเมตร)



ภาพที่ 36 การเจริญของกล้าไม้ยูคาลิปตัส อายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อเป็น
Pisolithus isolate No. 4 ร่วมกับ *Gigaspora* sp. isolate No. 2
(ไม้บรรทัดยาว 30 เซนติเมตร)



ภาพที่ 37 การเจริญของกล้าไม้ยูคาลิปตัส อายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อเป็น
Pisolithus isolate No. 4 ร่วมกับ *Glomus* sp. isolate No. 11
(ไม้บรรทัดยาว 30 เซนติเมตร)



ภาพที่ 38 การเจริญของกล้าไม้ยูคาลิปตัส อายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อเป็น
Pisolithus isolate No. 23 ร่วมกับ *Gigaspora* sp. isolate No.2
(ไม้บรรทัดยาว 30 เซนติเมตร)

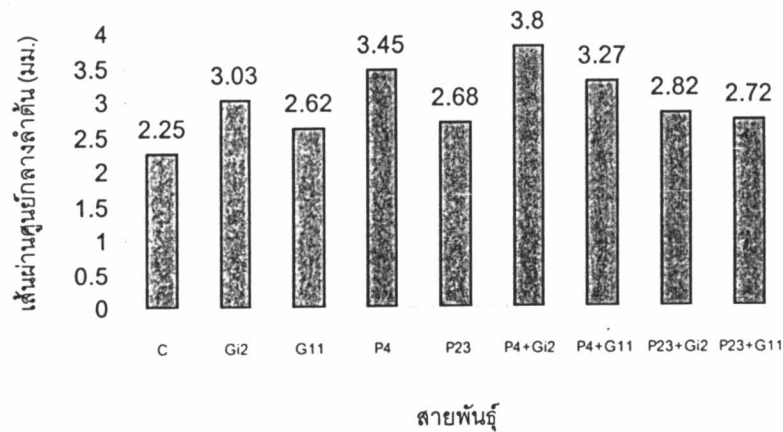


ภาพที่ 39 การเจริญของกล้าไม้ยูคาลิปตัส อายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อเป็น
Pisolithus isolate No.23 ร่วมกับ *Glomus* sp. isolate No.11
(ไม้บรรทัดยาว 30 เซนติเมตร)

อัตราการเจริญทางเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับคอรากของลำต้นกล้าไม้ยูคาลิปตัส

เปรียบเทียบการเจริญของลำต้นกล้าไม้ยูคาลิปตัสเมื่อไม่ใส่หัวเชื้อและใส่หัวเชื้อ

ราไมคอร์ไรซา *Gigaspora* sp. isolate No. 2, *Glomus* sp. isolate No. 11, *Pisolithus* isolate No. 4, *Pisolithus* isolate No. 23, *Pisolithus* isolate No. 4 ร่วมกับ *Gigaspora* sp. isolate No. 2, *Pisolithus* isolate No. 4 ร่วมกับ *Glomus* sp. isolate No. 11, *Pisolithus* isolate No. 23 ร่วมกับ *Gigaspora* sp. isolate No.2 และ *Pisolithus* isolate No.23 ร่วมกับ *Glomus* sp. isolate No.11 พบว่าเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับคอรากของลำต้นกล้าไม้ยูคาลิปตัสมีค่าเท่ากับ 2.25, 3.03, 2.62, 3.45, 2.68, 3.80, 3.27, 2.82 และ 2.72 มิลลิเมตร ตามลำดับ หัวเชื้อราไมคอร์ไรซา *Pisolithus* isolate No. 23 ร่วมกับ *Gigaspora* sp. isolate No.2 กระตุ้นการเจริญทางเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับคอรากของกล้าไม้ยูคาลิปตัสได้ดีที่สุดคิดเป็น 54.19 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยวิธี DMRT พบว่า ทุกชุดการทดลองที่มีการใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซามีความแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 40 การเจริญทางเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับคอรากของลำต้นกล้าไม้ยูคาลิปตัสอายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซาสายพันธุ์ต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับชุดควบคุมการทดลองที่ไม่มีการใส่หัว (เมื่อ C คือชุดควบคุมที่ไม่ใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซา, Gi2 คือหัวเชื้อ *Gigaspora* sp. isolate No.2, G11 คือ *Glomus* sp. isolate No.11, P4 คือ *Pisolithus* sp. isolate No.4, P23 คือ *Pisolithus* sp. isolate No.23, P4+Gi2 คือ *Pisolithus* sp. isolate No.4 ร่วมกับ *Gigaspora* sp. isolate No.2, P4+G11 คือ *Pisolithus* sp. isolate No. 4 ร่วมกับ *Glomus* sp isolate No.11, P23+Gi2 คือ *Pisolithus* sp. isolate No. 23 ร่วมกับ *Gigaspora* sp. isolate No.2 และ P23+G11 คือ *Pisolithus* sp. isolate No.23 ร่วมกับ *Glomus* sp. isolate No.11)

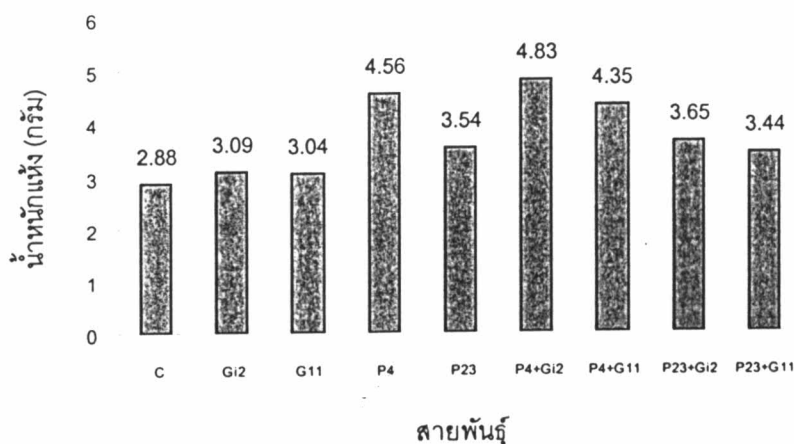
ตารางที่ 12 เปรียบเทียบการเจริญทางเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของลำต้นกล้าไม้ยูคาลิปตัสอายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซาสายพันธุ์ต่างๆ

| สายพันธุ์ | เส้นผ่านศูนย์กลางคอราก (มม.) |
|--|------------------------------|
| <i>Pisolithus</i> isolate No. 4 ร่วมกับ | 3.80a |
| <i>Gigaspora</i> sp. isolate No. 2 | |
| <i>Pisolithus</i> isolate No. 4 | 3.45b |
| <i>Pisolithus</i> isolate No. 4 ร่วมกับ | 3.27bc |
| <i>Glomus</i> sp. isolate No. 11 | |
| <i>Gigaspora</i> sp. isolate No.2 | 3.03cd |
| <i>Pisolithus</i> isolate No.23 ร่วมกับ | 2.82de |
| <i>Gigaspora</i> sp. isolate No.2 | |
| <i>Pisolithus</i> isolate No. 23 ร่วมกับ | 2.72de |
| <i>Glomus</i> sp. isolate No.11 | |
| <i>Pisolithus</i> isolate No.2 | 2.68de |
| <i>Glomus</i> sp. isolate No. 11 | 2.62e |
| ชุดควบคุม | 2.25f |

เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามอักษรในแนวดิ่ง ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับด้านข้างต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P=0.05)

อัตราการเจริญของมวลชีวภาพส่วนเหนือดิน (น้ำหนักแห้งของลำต้นและใบ) ของกล้าไม้ยูคาลิปตัส

เปรียบเทียบการเจริญของลำต้นกล้าไม้ยูคาลิปตัสเมื่อไม่ใส่หัวเชื้อและใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซา *Gigaspora* sp. isolate No. 2, *Glomus* sp. isolate No. 11, *Pisolithus* isolate No. 4, *Pisolithus* isolate No. 23, *Pisolithus* isolate No. 4 ร่วมกับ *Gigaspora* sp. isolate No. 2, *Pisolithus* isolate No. 4 ร่วมกับ *Glomus* sp. isolate No. 11, *Pisolithus* isolate No. 23 ร่วมกับ *Gigaspora* sp. isolate No.2 และ *Pisolithus* isolate No.23 ร่วมกับ *Glomus* sp. isolate No.11 พบว่ามวลชีวภาพส่วนเหนือดิน (น้ำหนักแห้งของลำต้นและใบ) ของกล้าไม้ยูคาลิปตัส มีค่า 2.88, 3.09, 3.04, 4.56, 3.54, 4.83, 4.35, 3.65 และ 3.44 กรัม ตามลำดับ หัวเชื้อราไมคอร์ไรซา *Pisolithus* isolate No. 23 ร่วมกับ *Gigaspora* sp. isolate No.2 กระตุ้นการเจริญมวลชีวภาพส่วนเหนือดินของกล้าไม้ยูคาลิปตัสได้ดีที่สุดคิดเป็น 67.71 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยวิธี DMRT พบว่า ทุกชุดการทดลองที่มีการใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซามีความแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 41 การเจริญทางมวลชีวภาพส่วนเหนือดินของลำต้นกล้าไม้ยูคาลิปตัสอายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซาสายพันธุ์ต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับชุดควบคุมการทดลองที่ไม่มีการใส่หัว (เมื่อ C คือชุดควบคุมที่ไม่ใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซา, G2 คือหัวเชื้อ *Gigaspora* sp. isolate No.2, G11 คือ *Glomus* sp. isolate No.11, P4 คือ *Pisolithus* sp. isolate No.4, P23 คือ *Pisolithus* sp. isolate No.23, P4+G12 คือ *Pisolithus* sp. isolate No.4 ร่วมกับ *Gigaspora* sp. isolate No.2, P4+G11 คือ *Pisolithus* sp. isolate No. 4 ร่วมกับ *Glomus* sp isolate No.11, P23+G12 คือ *Pisolithus* sp. isolate No. 23 ร่วมกับ *Gigaspora* sp. isolate No.2 และ P23+G11 คือ *Pisolithus* sp. isolate No.23 ร่วมกับ *Glomus* sp. isolate No.11)

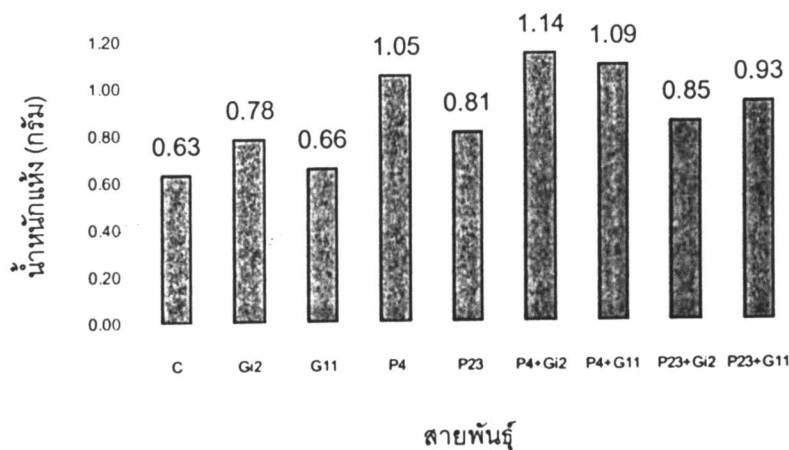
ตารางที่ 13 เปรียบเทียบการเจริญของมวลชีวภาพส่วนเหนือดินเฉลี่ยของลำต้นกล้าไม้ยูคาลิปตัส อายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซาสายพันธุ์ต่างๆ

| สายพันธุ์ | น้ำหนักแห้ง (กรัม) |
|---|--------------------|
| <i>Pisolithus</i> isolate No. 4 ร่วมกับ <i>Gigaspora</i> sp. isolate No. 2 | 4.83a |
| <i>Pisolithus</i> isolate No. 4 | 4.56b |
| <i>Pisolithus</i> isolate No. 4 ร่วมกับ <i>Glomus</i> sp. isolate No. 11 | 4.35c |
| <i>Pisolithus</i> isolate No. 23 ร่วมกับ <i>Gigaspora</i> sp. isolate No.2 | 3.65d |
| <i>Pisolithus</i> isolate No.23 | 3.54de |
| <i>Pisolithus</i> isolate No. 23 ร่วมกับ <i>Glomus</i> sp. isolate No.11 | 3.44e |
| <i>Gigaspora</i> sp. isolate No. 2 | 3.09f |
| <i>Glomus</i> sp. isolate No. 11 | 3.04fg |
| ชุดควบคุม | 2.88g |

เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามอักษรในแนวดิ่ง ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับด้านข้างต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P=0.05$)

อัตราการเจริญของมวลชีวภาพส่วนใต้ดิน (น้ำหนักแห้งของราก) ของกล้าไม้ยูคาลิปตัส

เปรียบเทียบการเจริญของกล้ายูคาลิปตัสเมื่อไม่ใส่หัวเชื้อและใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซา *Gigaspora* sp. isolate No. 2, *Glomus* sp. isolate No. 11, *Pisolithus* isolate No. 4, *Pisolithus* isolate No. 23, *Pisolithus* isolate No. 4 ร่วมกับ *Gigaspora* sp. isolate No. 2, *Pisolithus* isolate No. 4 ร่วมกับ *Glomus* sp. isolate No. 11, *Pisolithus* isolate No. 23 ร่วมกับ *Gigaspora* sp. isolate No.2 และ *Pisolithus* isolate No.23 ร่วมกับ *Glomus* sp. isolate No.11 พบว่ามวลชีวภาพส่วนใต้ดิน (น้ำหนักแห้งของราก) ของกล้าไม้ยูคาลิปตัส มีค่า 0.63, 0.78, 0.66, 1.05, 0.81, 1.14, 1.09, 0.85 และ 0.93 กรัม ตามลำดับ หัวเชื้อราไมคอร์ไรซา *Pisolithus* isolate No. 23 ร่วมกับ *Gigaspora* sp. isolate No.2 กระตุ้นการเจริญมวลชีวภาพส่วนใต้ดินของกล้าไม้ยูคาลิปตัสได้ดีที่สุดคิดเป็น 80.95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยวิธี DMRT พบว่าทุกชุดการทดลองที่มีการใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซามีความแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้น *Glomus* sp. isolate No. 11 ที่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ



ภาพที่ 42 การเจริญทางมวลชีวภาพส่วนใต้ดินของลำต้นกล้าไม้ยูคาลิปตัสอายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซาสายพันธุ์ต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับชุดควบคุมการทดลองที่ไม่มีการใส่หัวเชื้อ (เมื่อ C คือชุดควบคุมที่ไม่ใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซา, G2 คือหัวเชื้อ *Gigaspora* sp. isolate No.2, G11 คือ *Glomus* sp. isolate No.11, P4 คือ *Pisolithus* sp. isolate No.4, P23 คือ *Pisolithus* sp. isolate No.23, P4+Gi2 คือ *Pisolithus* sp. isolate No.4 ร่วมกับ *Gigaspora* sp. isolate No.2, P4+G11 คือ *Pisolithus* sp. isolate No. 4 ร่วมกับ *Glomus* sp isolate No.11, P23+Gi2 คือ *Pisolithus* sp. isolate No. 23 ร่วมกับ *Gigaspora* sp. isolate No.2 และ P23+G11 คือ *Pisolithus* sp. isolate No.23 ร่วมกับ *Glomus* sp. isolate No.11)

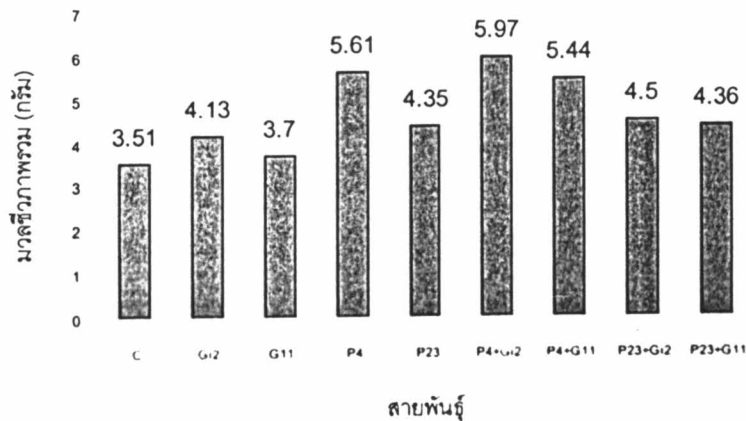
ตารางที่ 14 เปรียบเทียบการเจริญของมวลชีวภาพส่วนใต้ดินเฉลี่ยของลำต้นกล้าไม้ยูคาลิปตัสอายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซาสายพันธุ์ต่างๆ

| สายพันธุ์ | น้ำหนักแห้ง (กรัม) |
|--|--------------------|
| <i>Pisolithus</i> isolate No. 4 ร่วมกับ | 1.14a |
| <i>Gigaspora</i> sp. isolate No. 2 | |
| <i>Pisolithus</i> isolate No. 4 ร่วมกับ | 1.09a |
| <i>Glomus</i> sp. isolate No. 11 | |
| <i>Pisolithus</i> isolate No. 4 | 1.05a |
| <i>Pisolithus</i> isolate No.23 ร่วมกับ | 0.93b |
| <i>Glomus</i> sp. isolate No.11 | |
| <i>Pisolithus</i> isolate No. 23 ร่วมกับ | 0.85bc |
| <i>Gigaspora</i> sp. isolate No.2 | |
| <i>Pisolithus</i> isolate No. 23 | 0.81c |
| <i>Gigaspora</i> sp. isolate No. 2 | 0.78c |
| <i>Glomus</i> sp. isolate No. 11 | 0.66d |
| ชุดควบคุม | 0.63d |

เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามอักษรในแนวดิ่ง ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับด้านข้างต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P=0.05)

อัตราการเจริญมวลชีวภาพ (น้ำหนักแห้งของใบ ลำต้นและราก) ของกล้า ไม้ยูคาลิปตัส

เปรียบเทียบการเจริญของกล้ายูคาลิปตัสเมื่อไม่ใส่หัวเชื้อและใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซา *Gigaspora* sp. isolate No. 2, *Glomus* sp. isolate No. 11, *Pisolithus* isolate No. 4, *Pisolithus* isolate No. 23, *Pisolithus* isolate No. 4 ร่วมกับ *Gigaspora* sp. isolate No. 2, *Pisolithus* isolate No. 4 ร่วมกับ *Glomus* sp. isolate No. 11, *Pisolithus* isolate No. 23 ร่วมกับ *Gigaspora* sp. isolate No.2 และ *Pisolithus* isolate No.23 ร่วมกับ *Glomus* sp. isolate No.11 พบว่ามวลชีวภาพของกล้าไม้ยูคาลิปตัส มีค่า 3.51, 3.87, 3.70, 5.61, 4.35, 5.97, 5.44, 4.50 และ 4.36 กรัม ตามลำดับ หัวเชื้อราไมคอร์ไรซา *Pisolithus* isolate No. 23 ร่วมกับ *Gigaspora* sp. isolate No.2 กระตุ้นการเจริญมวลชีวภาพรวม (น้ำหนักแห้งของใบ ลำต้นและราก) ของกล้าไม้ยูคาลิปตัสได้ดีที่สุดคิดเป็น 70.09 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยวิธี DMRT พบว่าทุกชุดการทดลองที่มีการใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซามีความแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 43 การเจริญทางมวลชีวภาพรวมของลำต้นกล้าไม้ยูคาลิปตัสอายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซาสายพันธุ์ต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับชุดควบคุมการทดลองที่ไม่มีการใส่หัวเชื้อ (เมื่อ C คือชุดควบคุมที่ไม่ใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซา, Gi2 คือหัวเชื้อ *Gigaspora* sp. isolate No.2, G11 คือ *Glomus* sp. isolate No.11, P4 คือ *Pisolithus* sp. isolate No.4, P23 คือ *Pisolithus* sp. isolate No.23, P4+Gi2 คือ *Pisolithus* sp. isolate No.4 ร่วมกับ *Gigaspora* sp. isolate No.2, P4+G11 คือ *Pisolithus* sp. isolate No. 4 ร่วมกับ *Glomus* sp isolate No.11, P23+Gi2 คือ *Pisolithus* sp. isolate No. 23 ร่วมกับ *Gigaspora* sp. isolate No.2 และ P23+G11 คือ *Pisolithus* sp. isolate No.23 ร่วมกับ *Glomus* sp. isolate No.11)

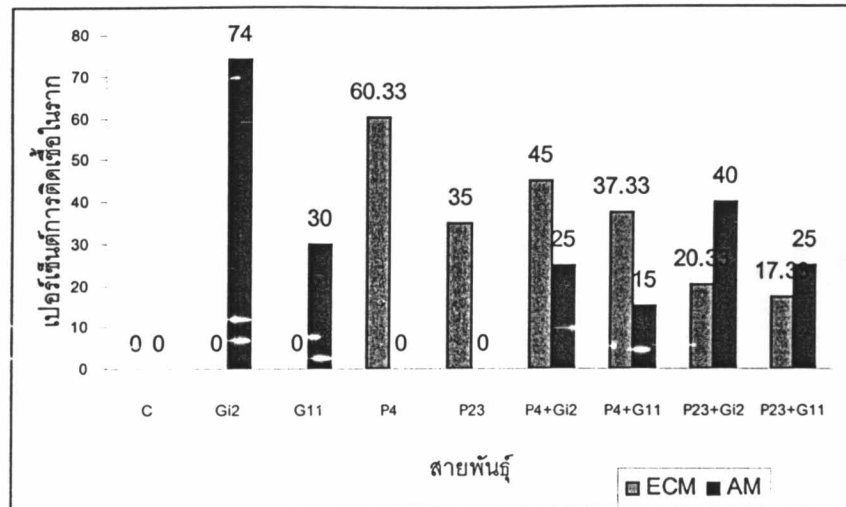
ตารางที่ 15 เปรียบเทียบการเจริญของมวลชีวภาพรวมเฉลี่ยของลำต้นกล้าไม้ยูคาลิปตัสอายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซาสายพันธุ์ต่างๆ

| สายพันธุ์ | น้ำหนักแห้ง (กรัม) |
|--|--------------------|
| <i>Pisolithus</i> isolate No. 4 ร่วมกับ | 5.97a |
| <i>Gigaspora</i> sp. isolate No. 2 | |
| <i>Pisolithus</i> isolate No. 4 | 5.61b |
| <i>Pisolithus</i> isolate No. 4 ร่วมกับ | 5.44b |
| <i>Glomus</i> sp. isolate No. 11 | |
| <i>Pisolithus</i> isolate No. 23 ร่วมกับ | 4.50c |
| <i>Gigaspora</i> sp. isolate No.2 | |
| <i>Pisolithus</i> isolate No.23 ร่วมกับ | 4.36c |
| <i>Glomus</i> sp. isolate No. 11 | |
| <i>Pisolithus</i> isolate No. 23 | 4.35c |
| <i>Gigaspora</i> sp. isolate No. 2 | 3.87d |
| <i>Glomus</i> sp. isolate No. 11 | 3.70de |
| ชุดควบคุม | 3.51e |

เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามอักษรในแนวตั้ง ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับด้านข้างต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P=0.05)

การติดเชื้อราอับสคูลาไมคอร์ไรซาและราเอคโตไมคอร์ไรซาที่คัดเลือกในกล้าไม้ ยุคาลิปตัส

การติดเชื้อราไมคอร์ไรซาของกล้ายุคาลิปตัสเมื่อไม่ใส่หัวเชื้อและใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซา *Gigaspora* sp. isolate No. 2, *Glomus* sp. isolate No. 11, *Pisolithus* isolate No. 4, *Pisolithus* isolate No. 23, *Pisolithus* isolate No. 4 ร่วมกับ *Gigaspora* sp. isolate No. 2, *Pisolithus* isolate No. 4 ร่วมกับ *Glomus* sp. isolate No. 11, *Pisolithus* isolate No. 23 ร่วมกับ *Gigaspora* sp. isolate No.2 และ *Pisolithus* isolate No.23 ร่วมกับ *Glomus* sp. isolate No.11 สำหรับการตรวจสอบการติดเชื้อ *Pisolithus* sp. ในรากยุคาลิปตัส พบ mantle sheath รอบราก ติดสีน้ำเงินของ Lactophenol cotton blue ในชุดการทดลองที่เติมหัวเชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซา ซึ่งจะไม่พบในรากยุคาลิปตัสที่มีการเติมหัวเชื้อราอับสคูลาไมคอร์ไรซาเพียงชนิดเดียว การตรวจสอบการติดเชื้อราอับสคูลาไมคอร์ไรซาในรากยุคาลิปตัส พบอับสคูลและ/หรือเวลิเคิลในรากยุคาลิปตัสที่มีการใส่หัวเชื้อ *Gigaspora* sp. isolate No. 2 และ *Glomus* sp. isolate No. 11 ซึ่งจะไม่พบในรากยุคาลิปตัสที่มีการใส่หัวเชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซาเพียงชนิดเดียว ในรากยุคาลิปตัสอายุ 6 เดือน พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อราไมคอร์ไรซาในราก 0, 74, 30, 60.33, 35, 70(45:25), 52.33(37.33:15), 63.33(20.33:40) และ 42.33(17.33:25) ตามลำดับ (ตัวเลขในวงเล็บหมายถึงเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อในรากของราเอคโตไมคอร์ไรซาต่อราอับสคูลาไมคอร์ไรซา ในระบบรากเดียวกัน)



ภาพที่ 44 เปอร์เซ็นต์การติดเชื้อในรากของกล้าไม้ยูคาลิปตัสอายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซาสายพันธุ์ต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับชุดควบคุมการทดลองที่ไม่มีการใส่หัวเชื้อ (เมื่อ C คือชุดควบคุมที่ไม่ใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซา, Gi2 คือหัวเชื้อ *Gigaspora* sp. isolate No.2, G11 คือ *Glomus* sp. isolate No.11, P4 คือ *Pisolithus* sp. isolate No.4, P23 คือ *Pisolithus* sp. isolate No.23, P4+Gi2 คือ *Pisolithus* sp. isolate No.4 ร่วมกับ *Gigaspora* sp. isolate No.2, P4+G11 คือ *Pisolithus* sp. isolate No.4 ร่วมกับ *Glomus* sp. isolate No.11, P23+Gi2 คือ *Pisolithus* sp. isolate No.23 ร่วมกับ *Gigaspora* sp. isolate No.2 และ P23+G11 คือ *Pisolithus* sp. isolate No.23 ร่วมกับ *Glomus* sp. isolate No.11)

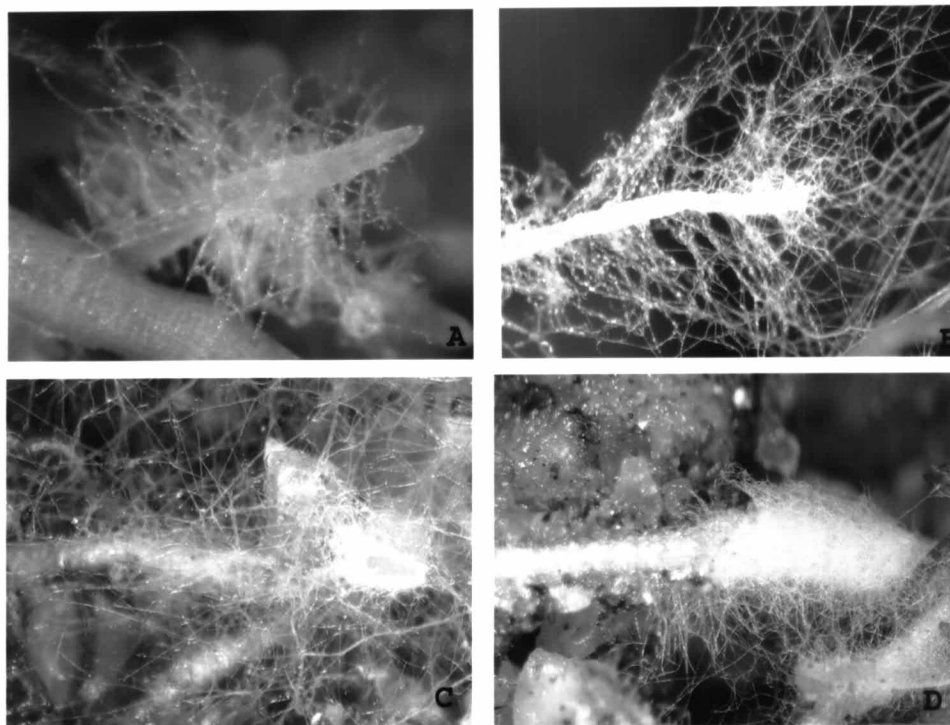
ตารางที่ 16 เปรียบเทียบการติดเชื้อในรากกล้าไม้ยูคาลิปตัสอายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อราไมคอร์ไรซาสายพันธุ์ต่างๆ

| สายพันธุ์ | เปอร์เซ็นต์ |
|--|-------------|
| <i>Gigaspora</i> sp. isolate No. 2 | 74.00a |
| <i>Pisolithus</i> isolate No. 4 ร่วมกับ | 70.00ab |
| <i>Gigaspora</i> sp. isolate No. 2 | |
| <i>Pisolithus</i> isolate No. 23 ร่วมกับ | 63.33bc |
| <i>Gigaspora</i> sp. isolate No.2 | |
| <i>Pisolithus</i> isolate No. 4 | 60.33c |
| <i>Pisolithus</i> isolate No. 4 ร่วมกับ | 52.33d |
| <i>Glomus</i> sp. isolate No. 11 | |
| <i>Pisolithus</i> isolate No. 23 ร่วมกับ | 42.33e |
| <i>Glomus</i> sp. isolate No.11 | |
| <i>Pisolithus</i> isolate No.23 | 35.00ef |
| <i>Glomus</i> sp. isolate No. 11 | 30.00f |
| ชุดควบคุม | 0.00g |

เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามอักษรในแนวดิ่ง ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับด้านข้างต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P=0.05)

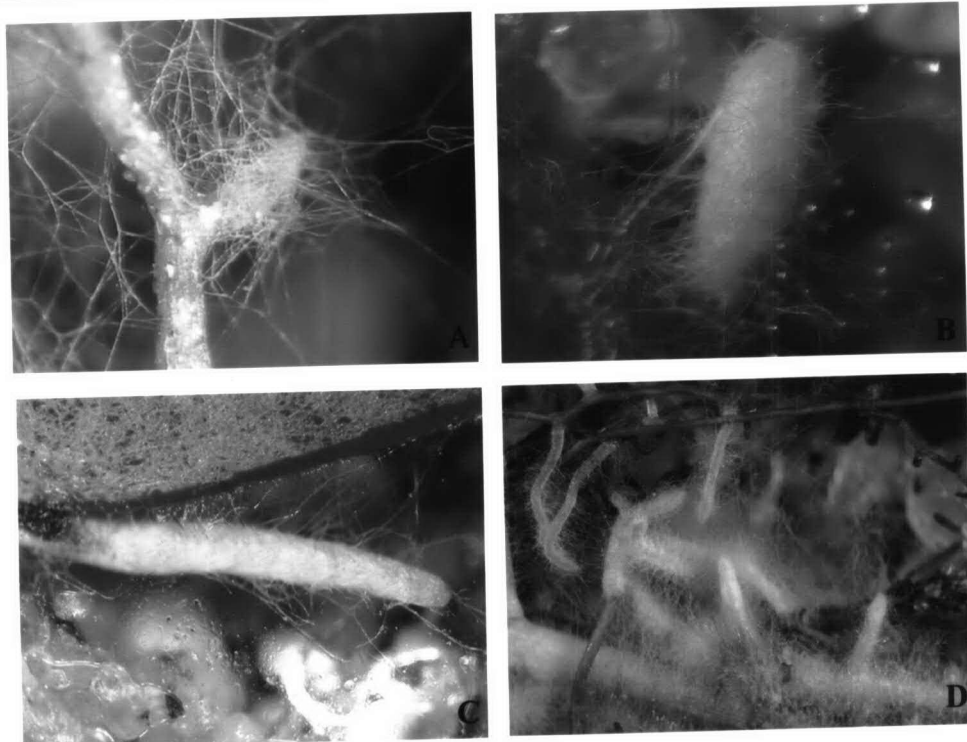
ราเอคโตไมคอร์ไรซาในกล้าไม้ที่ทดลอง

ศึกษาการเกิดราเอคโตไมคอร์ไรซาในรากต้นกล้ายูคาลิปตัสอายุ 6 เดือน เมื่อใส่หัวเชื้อเป็นราเอคโตไมคอร์ไรซา *Pisolithus* sp. พบว่าเกิดราเอคโตไมคอร์ไรซาแบบ monopodial pinnate ซึ่งเป็นรากเดี่ยวที่ไม่แตกแขนง แผ่นแมนเทิลมีสีเหลือง สังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่าอย่างชัดเจน



ภาพที่ 45 การเกิดราเอคโตไมคอร์ไรซา *Pisolithus* sp. isolate No.4 บนรากไม้ยูคาลิปตัส

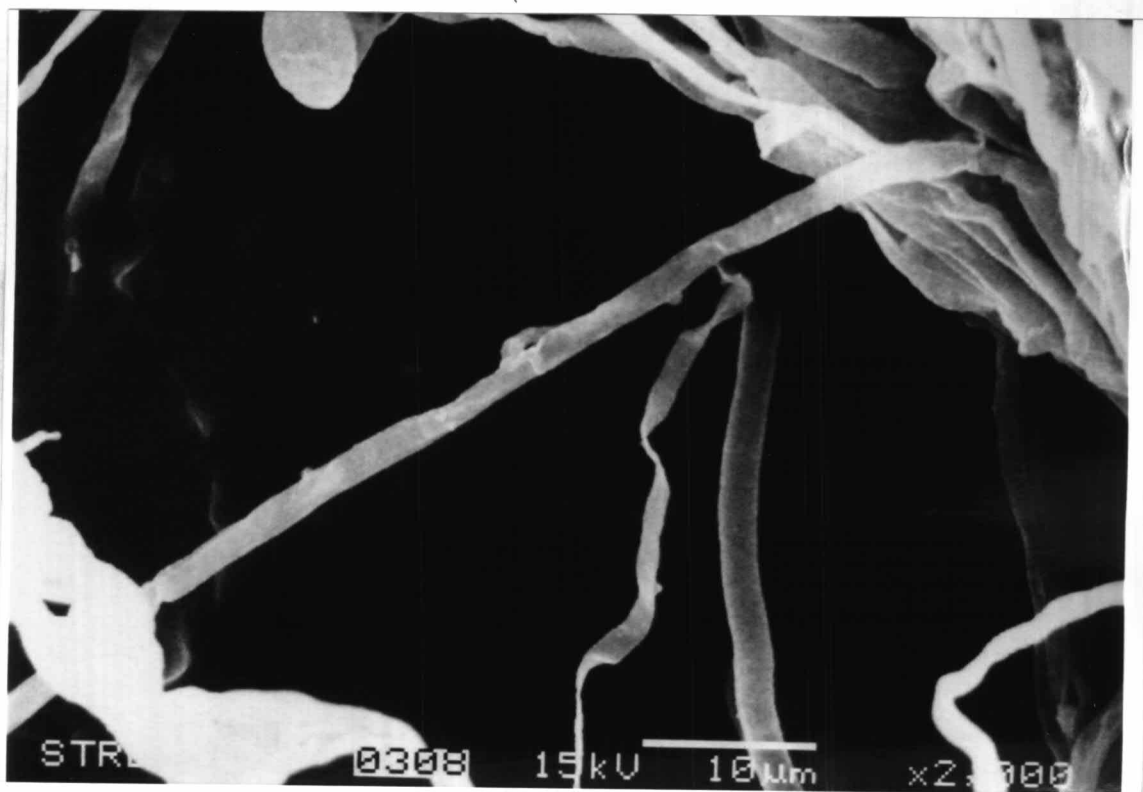
- (A) รากยูคาลิปตัสที่ยังไม่มีการติดเชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซา มีขนรากจำนวนมาก
- (B,C) รากยูคาลิปตัสที่เริ่มมีการติดเชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซา เส้นใยรา *Pisolithus* sp. isolate No.4 เจริญรอบๆราก
- (D) เส้นใยรา *Pisolithus* sp. isolate No.4 สานตัวกันแน่นรอบๆรากยูคาลิปตัส ทำให้รากยูคาลิปตัสไม่มีขนราก



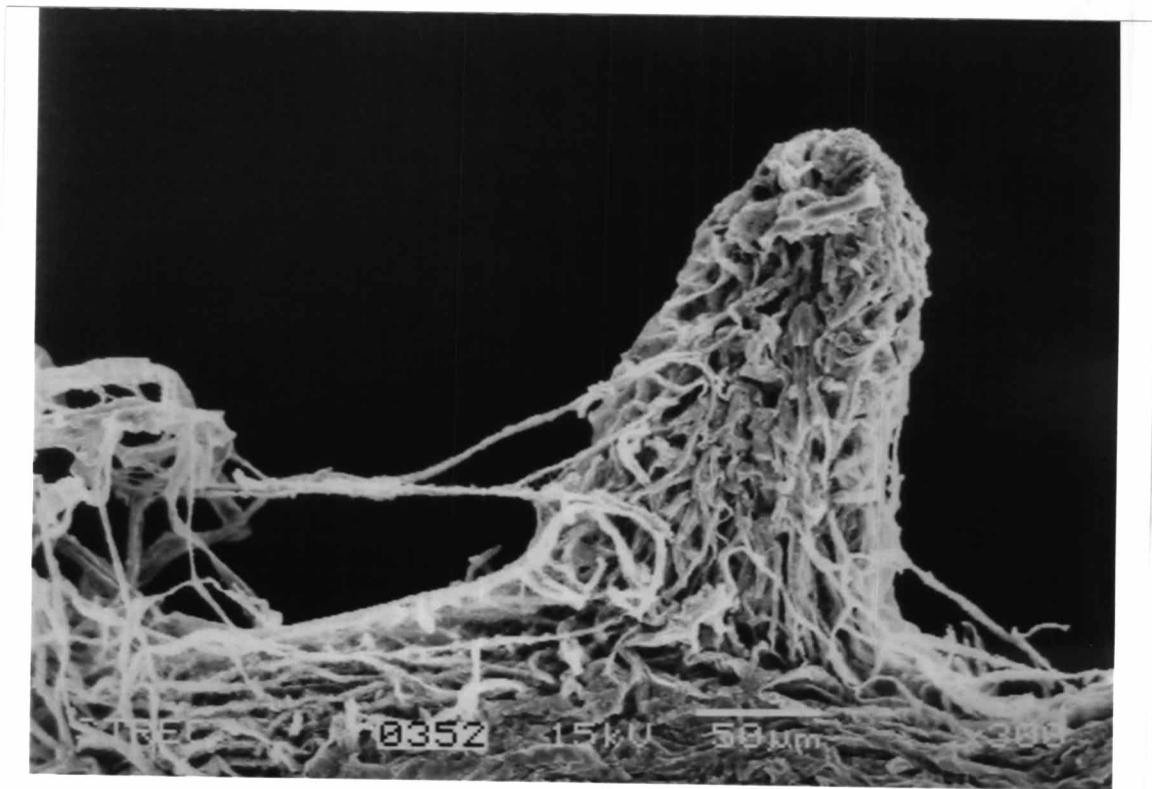
ภาพที่ 46 การเกิดราเอคโตไมคอร์ไรซา *Pisolithus* isolate No.4 บนรากไม้ยูคาลิปตัส

เป็นแบบ momopodial pinnate

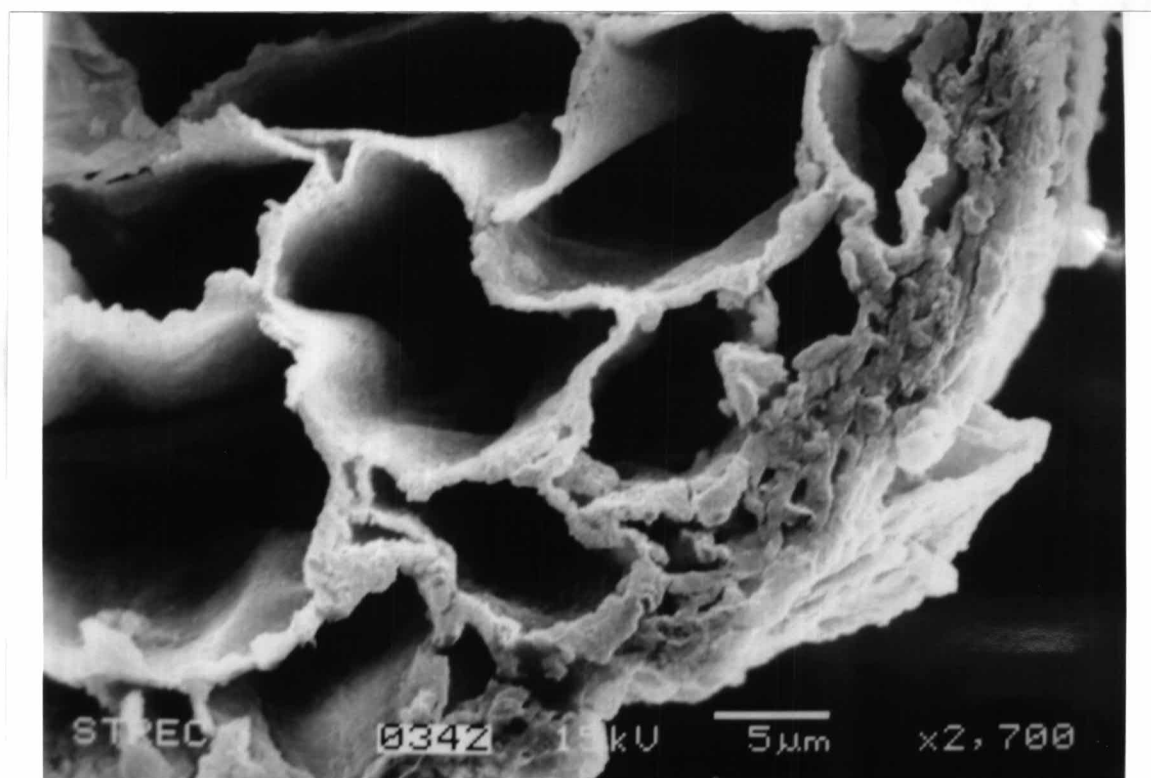
- (A) รากยูคาลิปตัสที่มีเส้นใยราเจริญอยู่รอบๆ
- (B) รากยูคาลิปตัสที่มีเส้นใยราสานตัวแน่นรอบราก
- (C) รากยูคาลิปตัสที่มีเส้นใยราสานตัวแน่นรอบราก
- (D) รากยูคาลิปตัสที่เริ่มมีเส้นใยราเจริญอยู่รอบๆ



ภาพที่ 47 ภาพถ่ายรากยูคาลิปตัสที่ติดเชื้อราเอกโตไมคอร์ไรซาจากกลองจุลทรรศน์
อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดง clamp connection ของเส้นใยรา *Pisolithus* sp.



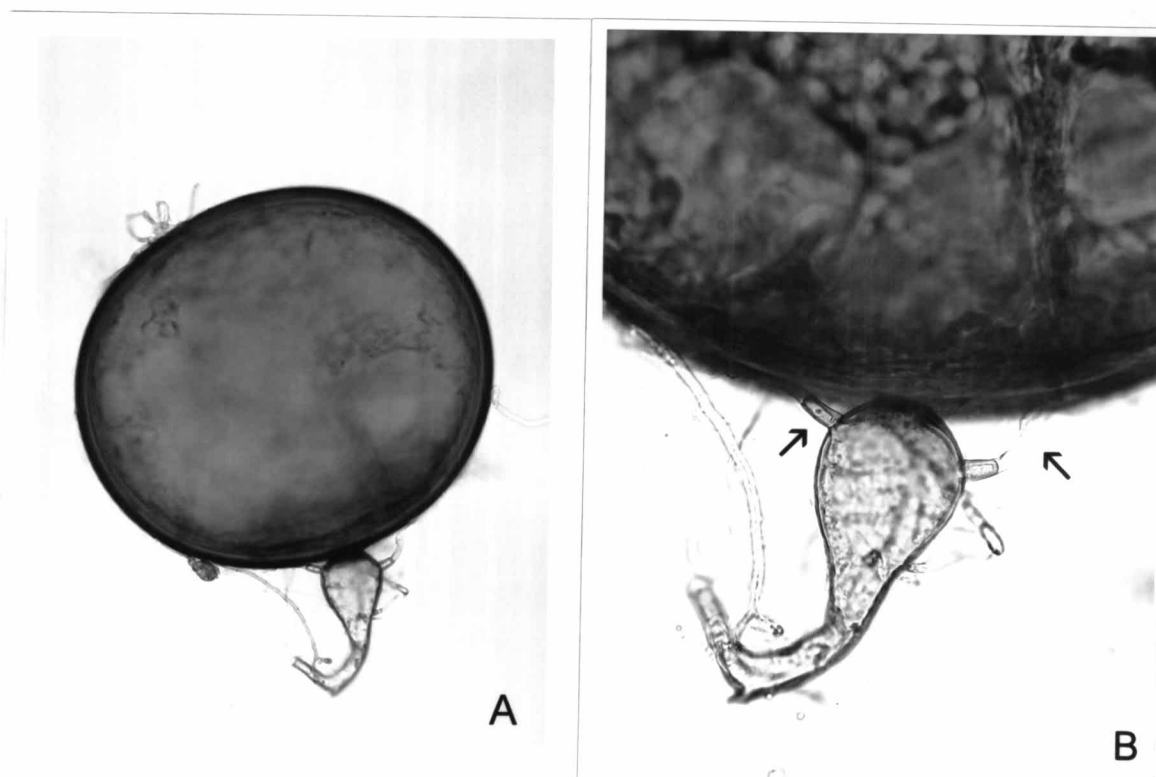
ภาพที่ 48 ภาพถ่ายรากยูกาลิปตัสจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด
เส้นใยรา *Pisolithus* sp. ฐานอยู่รอบๆราก กำลังขยาย 700 เท่า



ภาพที่ 49 ภาพถ่ายตัดตามขวางของรากยูคาลิปตัสจากกลองจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด เห็น mantle sheath ของ *Pisolithus* sp. รอบๆราก และ Hartig net ภายในราก กำลังขยาย 6500 เท่า

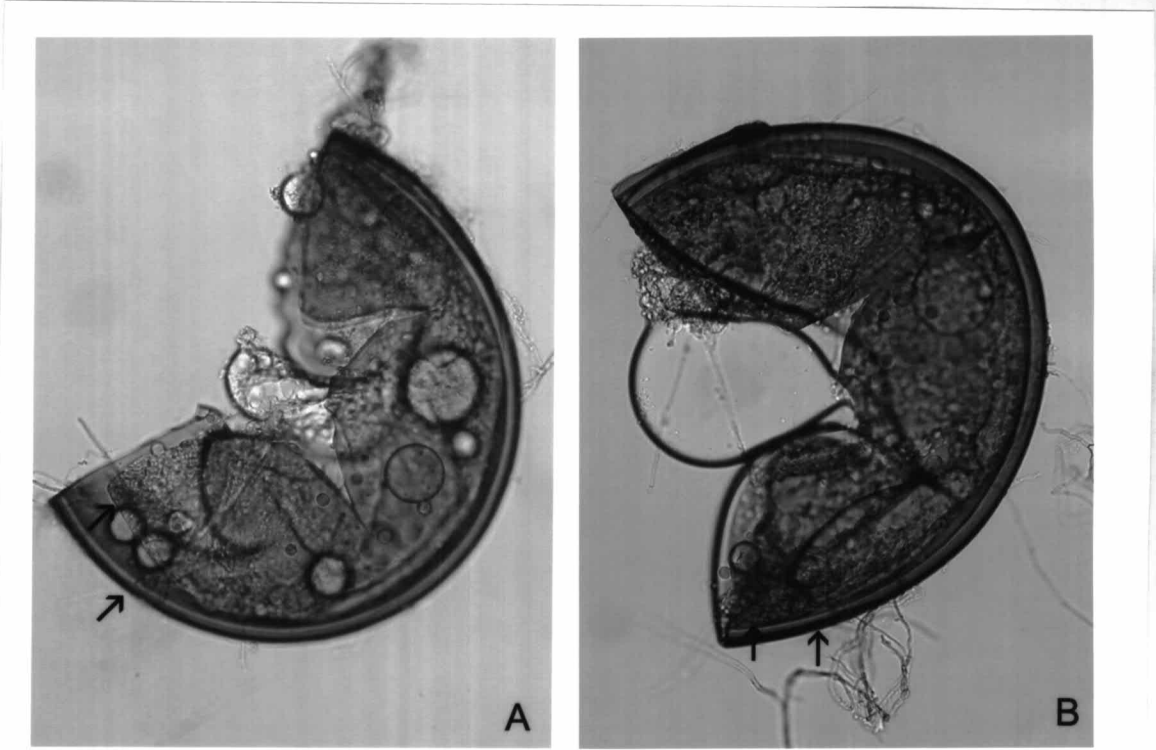
ราอับสคูลาไมคอร์ไรซาในกล้าไม้ที่ทดลอง

ศึกษาการเกิดราอับสคูลาไมคอร์ไรซาในรากต้นกล้ายูคาลิปตัสเมื่อใส่หัวเชื้อเป็น ราอับสคูลาไมคอร์ไรซาที่คัดเลือก *Gigaspora* sp. isolate No.2 และ *Glomus* sp. isolate No.11 พบว่าลักษณะภายนอกของรากไม้ไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่สามารถพบอับสคูล และเวสิเคิลในรากที่ใส่หัวเชื้อเป็น *Glomus* sp. isolate No.11 แต่เมื่อใส่หัวเชื้อเป็น *Gigaspora* sp. isolate No.2 จะตรวจพบเฉพาะอับสคูลเท่านั้น

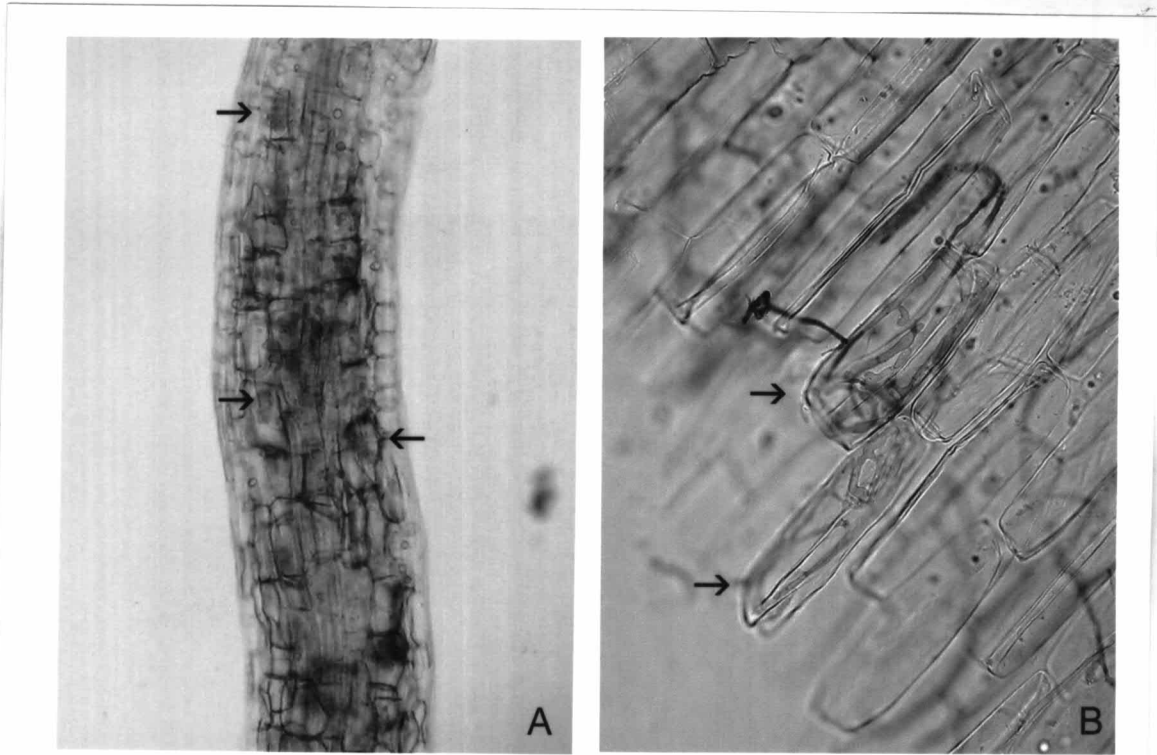


ภาพที่ 50 สปอร์ *Gigaspora* sp. isolate No.2

- (A) สปอร์สีเหลืองเข้มเกิดบน bulbous suspensor like cell (ปลายลูกสนธิ์)
- (B) เส้นใยเรียวยาวเล็ก (ปลายลูกศรชี้) ยื่นจาก bulbous suspensor like cell ไปยังด้านล่างของสปอร์



ภาพที่ 51 สปอร์ *Gigaspora* sp. isolate No.2 มีผนัง 2 ชั้น (ปลายลูกศรชี้)



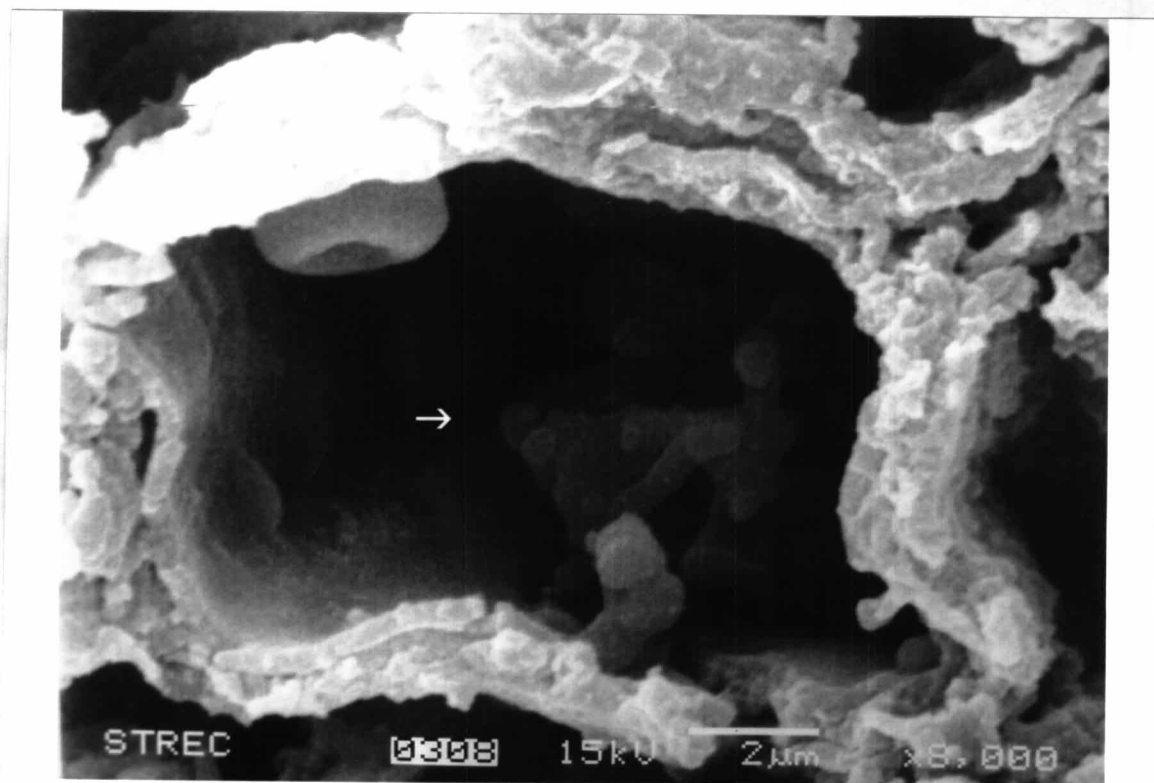
ภาพที่ 52 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์แสดงลักษณะโครงสร้างของราอับสคูลาไมคอร์ไรซา

Gigaspora sp. isolate No.2

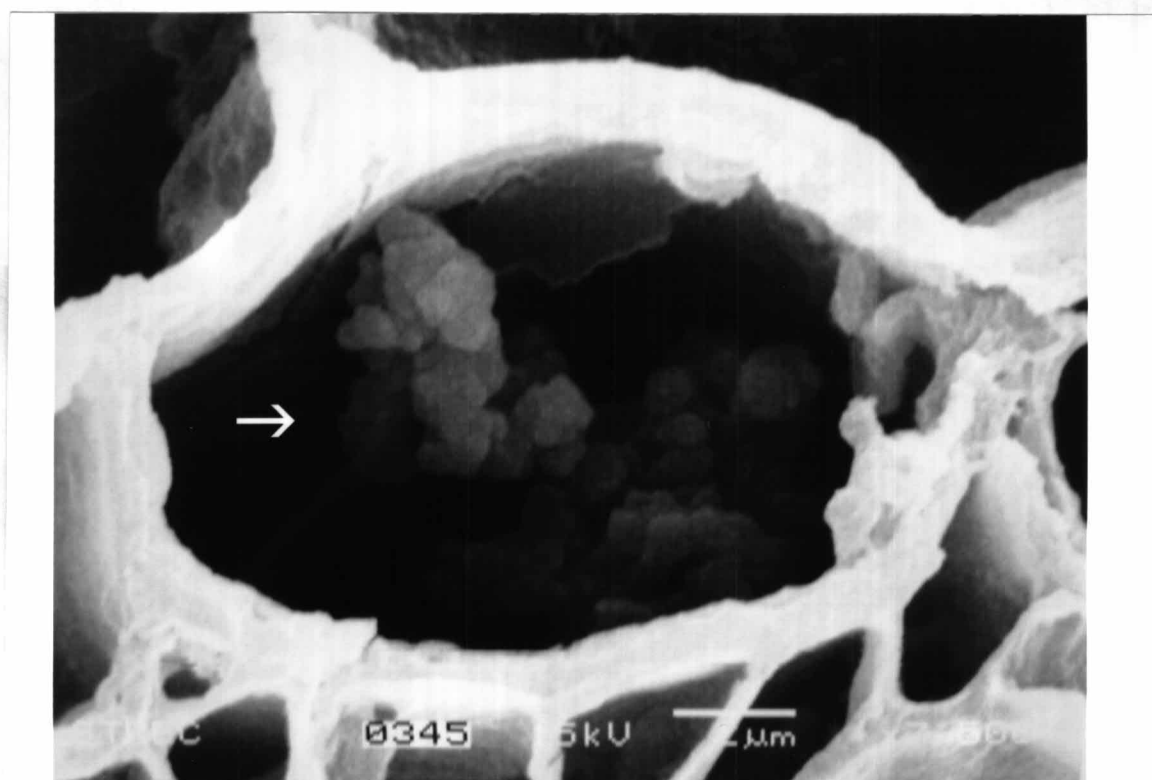
(A) อับสคูลในรากยุคาลิปต์สอายุ 6 เดือน เห็นอับสคูลเกิดขึ้นในเซลล์ราก (ลูกศรชี้)

(B) เส้นใยคดเป็นวง (hyphal coil) ในเซลล์รากยุคาลิปต์ส เส้นใยามีขนาดใหญ่

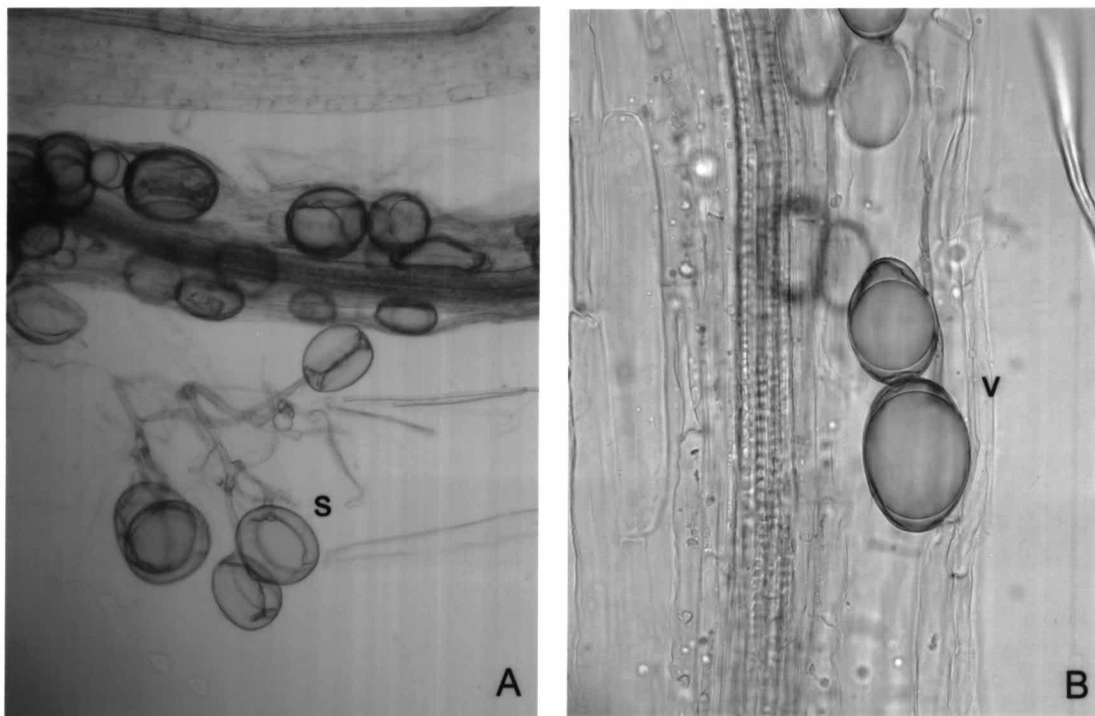
เห็นได้ชัดเจน (ลูกศรชี้)



ภาพที่ 53 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงอับสกุลใน
รากยาคาลิปดัสที่ติดเชื้อ *Gigaspora* sp. isolate No.2 (ลูกศรชี้)
กำลังขยาย 16800 เท่า



ภาพที่ 54 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงอับสคูล
ในรากยูคาลิปตัสที่ติดเชื้อ *Gigaspora* sp. isolate No.2 กำลังขยาย 14400 เท่า

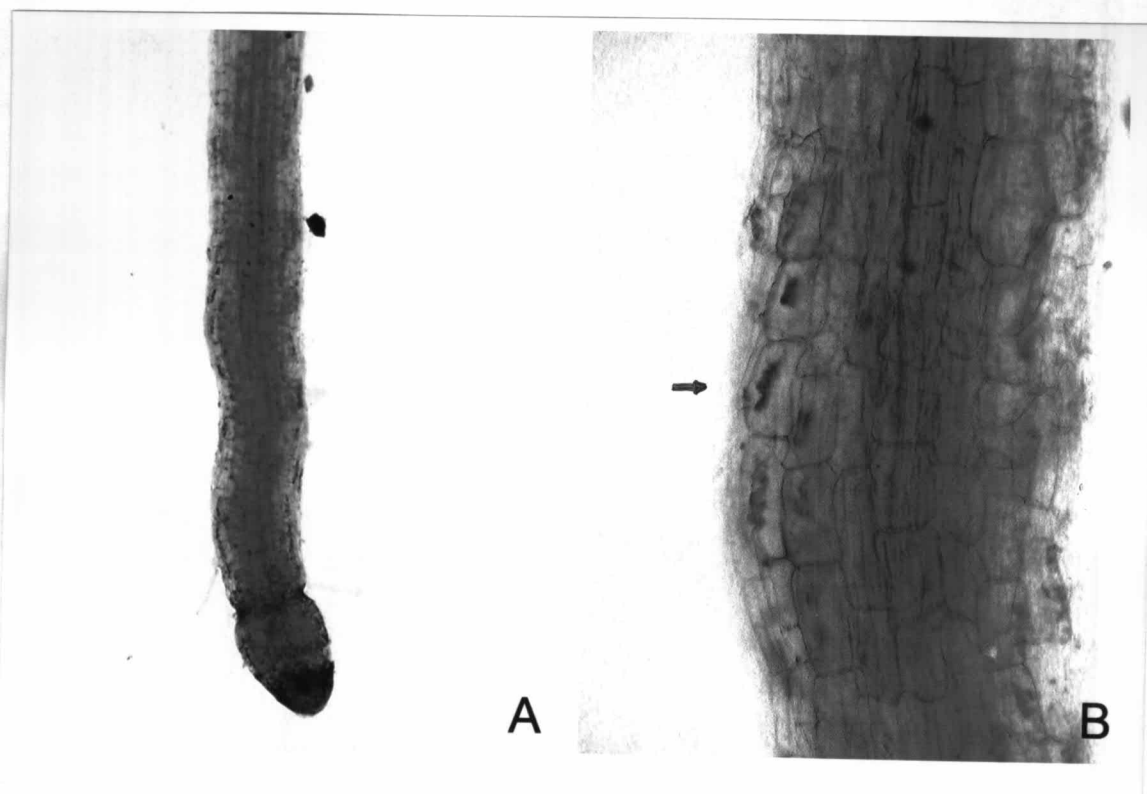


ภาพที่ 55 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์แสดงลักษณะโครงสร้างของราอับัสคูลาไมคอร์ไรซา

Glomus sp. isolate No.11 ในรากยูคาลิปตัสอายุ 6 เดือน

(A) เส้นใยภายนอกของ *Glomus* sp. isolate No.11 สร้างสปอร์ที่ปลายเส้นใย

(B) เวสิเคิลของ *Glomus* sp. isolate No.11 ย้อมติดสี Lactophenol cotton blue

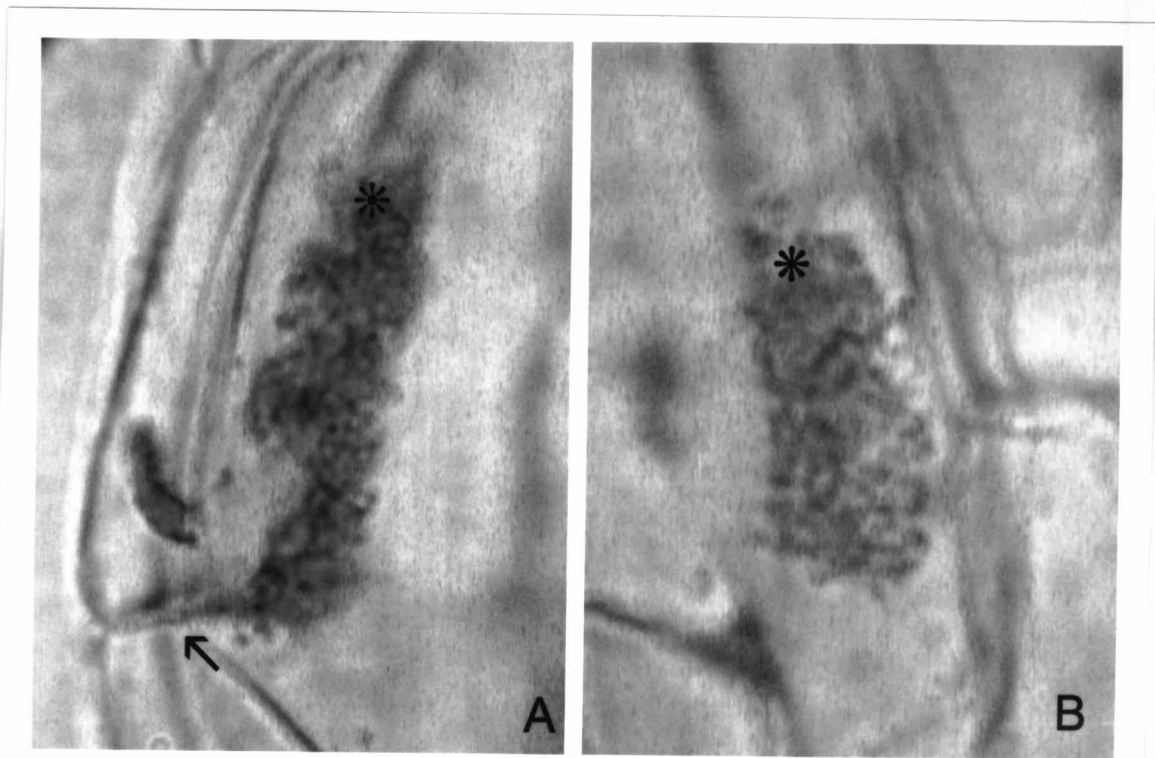


ภาพที่ 56 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์แสดงลักษณะโครงสร้างของรากอาบัสคูลาไมคอร์ไรซา

Glomus sp. isolate No.11 ในรากยูคาลิปตัสอายุ 6 เดือน

(A) อาบัสคูลาในรากยูคาลิปตัส เริ่มมีการติดเชื้อ เห็นอาบัสคูลาไม่ชัดเจน

(B) อาบัสคูลาในรากยูคาลิปตัส สังเกตเห็นอาบัสคูลา (ลูกศรชี้) ในเซลล์รากอย่างชัดเจน



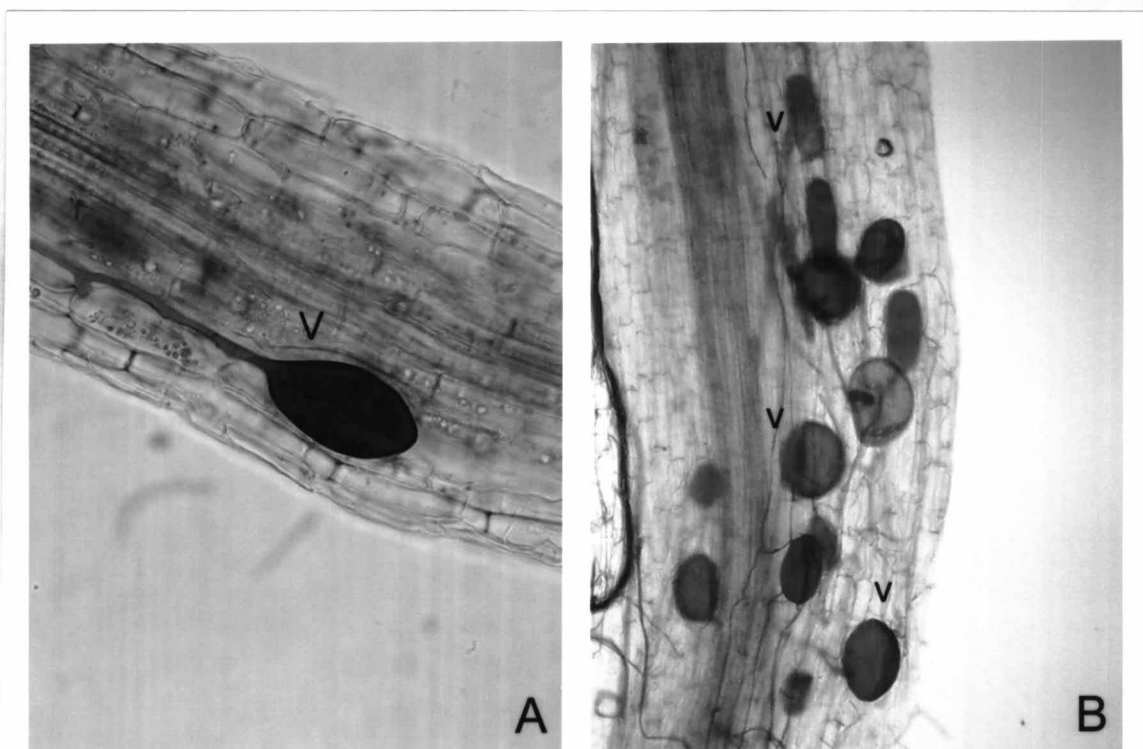
ภาพที่ 57 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์แสดงลักษณะโครงสร้างของราอับสคูลาไมคอร์ไรซา

Glomus sp. isolate No.11

(A) อับสคูลในรากยูคาลิปตัส เห็นเส้นใยที่แทงเข้าไปในรากแล้วเกิดอับสคูล

อย่างชัดเจน บริเวณปลายลูกศร

(B) อับสคูลในรากยูคาลิปตัส (๔๐)

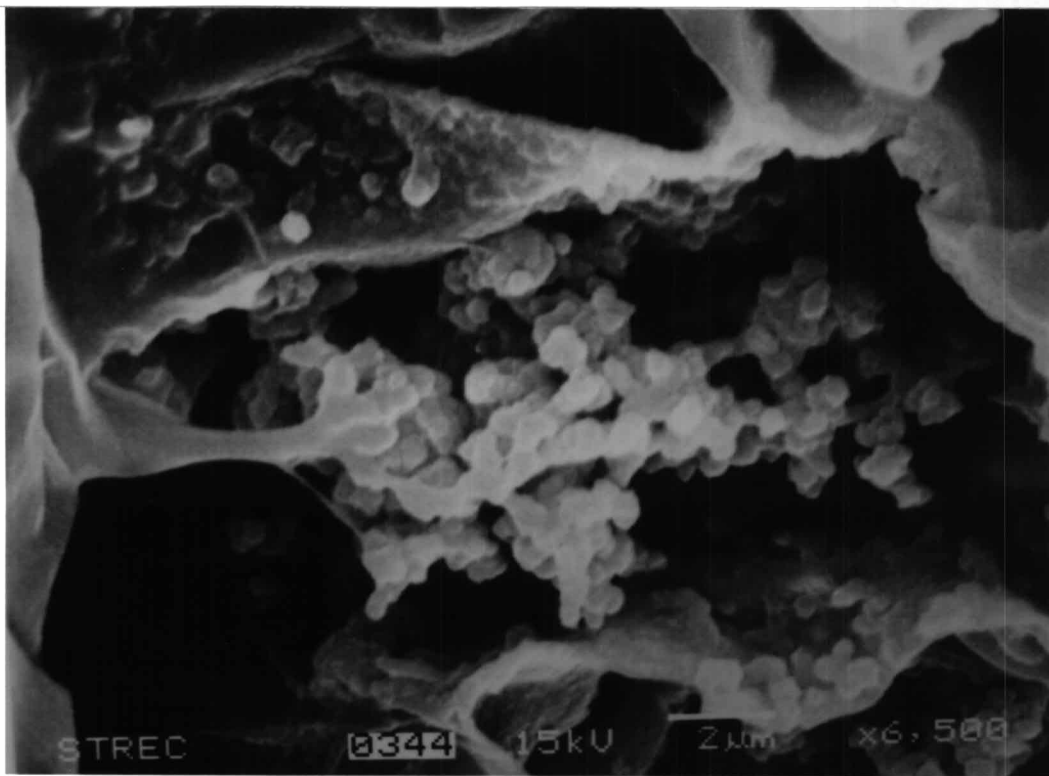


ภาพที่ 58 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์แสดงลักษณะโครงสร้างของราอาบัสคูลาไมคอร์ไรซา

Glomus sp. isolate No.11

(A) เวสิเคิลในรากยุคาลิปต์ส เห็นเวสิเคิลเกิดระหว่างเซลล์รากพืช

(B) เวสิเคิลจำนวนมากในรากยุคาลิปต์ส



ภาพที่ 59 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด แสดงอาบัสคูลใน
รากยูคาลิปตัสที่ติดเชื้อ *Glomus* sp. isolate No.11 กำลังขยาย 15600 เท่า

6. พิสูจน์เอกลักษณ์ของราไมคอร์ไรซา

6.1 ภาเจโคดีไมคอร์ไรซา ผล ITS sequence ของ *Pisolithus* sp. isolate No.4 ได้ดังนี้

```

1   TCCGTAGGTG   AACCTGCGGA   AGGATCATT   TCGAAACTCG   AAAGGTGCGG   AGGGGGACC
61  TTA CTGGTCC   TTCAAAGCCC   TTTTACTTT   GTCCACACCT   CTGTGCACCC   TGTTCCGGTG
121 AGGTTCCCTC   GGAAC TTGCG   TGATACTATC   TCGAACTCGT   ATGTCTACAG   AATGTAACCT
181 AGCATTGGAA   AAGAAAATAC   AACTTTCAGC   AACGGATCTC   TTGGCTCTCG   CATCGATGAA
241 GGACGCAGCG   AATCGCGATA   AGTAATG1GA   ATTGCAGATT   TTCCGTGAAT   CATCGAATCT
301 TTGAACGCAC   CTTGCGCTCC   TTGGTATTCC   GAGGAGCATG   CCTGTTTGAG   TGTCATCGAA
361 AATCTCAAGC   CAAGCTGTTT   TGACATCGGT   CGAAAAAGCC   TGGATTTTGG   AGTGTGGGAG
421 GTCTGCAGGC   GTCCGATCT   TGGGACTGCC   AGCTCTCCTG   AAATGCATTA   GTGGGATGGG
481 CATTGCGACC   AGCCTCTTCG   ACGTCGTAAC   GCGATCGTCG   TGGACTTGTC   AGCTTCCCC
541 CCCTTGACTT   TGCTAT1GGT   GAAGGCTTGA   C1CAAATCAG   GTAGGACTAC   CCGCTGAACT
601 TAAGCATATC   AATAAGCGGA   GGA
    
```

เมื่อนำผล ITS sequence ของ *Pisolithus* sp. isolate No.4 ไปเทียบลำดับเบสของ *Pisolithus* spp. ใน GenBank DNA database (<http://www.ddbj.nig.ac.jp>) พบว่ามีความเหมือนกับ *Pisolithus albus* ที่รายงานไว้โดย Martin และคณะ (2002) มีความเหมือนของลำดับเบส 98.932 เปอร์เซ็นต์

[AF004736](#)|AF004736.1 *Pisolithus tinctorius* isolate W15 (562 nt)

initn: 2645 init1: 2645 opt: 2744 Z-score: 1188.2 expect() 8e-59

98.932% identity in 562 nt overlap (34-594:1-562)

```

      10   20   30   40   50   60
      GTAGGTGAACCTGCGGAAGGATCATTATCGAAACTCGAAAGGTGCGGAGGGGGACCTTTA
      .....
AF0047      AAACTCGAAAGGTGCGGAGGGGGACCTTTA
              10   20   30

      70   80   90   100  110  120
      CTGGTCCTTCAAAGCCCTTTTACTTTGTCCACACCTCTGTGCACCTGTTCCGGTGAGG
      : .....
AF0047 CCGTTCCTTCGAAGCCCTTTTACTTTGTCCACACCTCTGTGCACCTGTTCCGGTGAGG
      40   50   60   70   80   90

      130  140  150  160  170  180
      TTCCTTCGGAACCTGCGTGATACTATCTCGAACTCGTATGTCTACAGAATGTAACCTAGC
      .....
AF0047 TTCCTTCGGAACCTGCGTGATACTATCTCGAACTCGTATGTCTACAGAATGTAACCTAGC
      100  110  120  130  140  150

      190  200  210  220  230  240
      ATTGGAAAAGAAAATACAACCTTTCAGCAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAAGGA
      .....
AF0047 GTTGGAAAAGAAAATACAACCTTTCAGCAACGGATCTCTTGGCTCTCGCATCGATGAAGGA
      160  170  180  190  200  210

      250  260  270  280  290  300
      CGCAGCGAATCGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGATTTTCCGTGAATCATCGAATCTTTG
      .....
AF0047 CGCAGCGAATCGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGATTTTCCGTGAATCATCGAATCTTTG
      220  230  240  250  260  270

      310  320  330  340  350  360
      AACGCACCTTGCGCTCCTTGGTATTCCGAGGAGCATGCCTGTTTGAGTGTGCATCGAAAAT
      .....
AF0047 AACGCACCTTGCGCTCCTTGGTATTCCGAGGAGCATGCCTGTTTGAGTGTGCATCGAAAAT
      280  290  300  310  320  330

      370  380  390  400  410  420
      CTCAAGCCAAGCTGTTTTGACATCGGTGCGAAAAAGCCTGGATTTTGGAGTGTGGGAGGTC
      .....
    
```