

วิจารณ์ผลการทดลอง

การเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะ (*A. hygrometricus*) สายพันธุ์ 1, 2 และ 3 และเส้นใยเห็ดคืบเต่าดำ (*B. edulis*) สายพันธุ์ 1, 2 และ 3 ในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวเพื่อเพิ่มปริมาณ เส้นใย โดยหาปัจจัยต่างๆที่เหมาะสม พบว่า เส้นใยเห็ดเผาะสายพันธุ์ 1, 2 และ 3 และเห็ดคืบเต่าดำสายพันธุ์ 1, 2 และ 3 เจริญได้ดีในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว PDB โดยมีน้ำหนักแห้งของเส้นใยสูงกว่าอาหารเลี้ยงเชื้อ ME, MMN, HM และ PM อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเลี้ยงเส้นใยเป็นระยะเวลา 30 วัน (ตารางที่ 1 - 6) ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่า อาหารเลี้ยงเชื้อ PDB ประกอบด้วยน้ำตาลไขมันฝรั่ง ซึ่งมีแป้งและน้ำตาลเครกโตสในปริมาณสูงถึง 2 เปอร์เซ็นต์ซึ่งเป็นแหล่งคาร์บอนที่ดี (Khanna และ Garcha, 1985) อยู่ในสภาพของ polysaccharide และ disaccharide ตามลำดับ เมื่อถูกย่อยด้วยเอนไซม์กลายเป็น monosaccharide ที่สำคัญคือ น้ำตาลกลูโคส และ น้ำตาลอื่นๆเหมาะแก่การดูดซึมนำไปใช้ในการเจริญของเส้นใย (Lilly และ Barnett, 1951) นอกจากนี้แหล่งคาร์บอนใน PDB มีหลายชนิด ได้แก่ เครกโตส 2 เปอร์เซ็นต์ เครกตินและแป้งรวมทั้งน้ำตาลชนิดอื่นๆที่อยู่ในหัวมันฝรั่ง แหล่งไนโตรเจนในอาหาร PDB ได้รับจากมันฝรั่งจัดเป็น Mixed Nitrogen Source เช่น กรดอะมิโน และในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDB เส้นใยเห็ดได้รับ growth factor ต่างๆจากหัวมันฝรั่ง (รัฐพล ศรประเสริฐ, 2536) ดังนั้นจัดได้ว่าอาหารเลี้ยงเชื้อ PDB ดีกว่าอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดอื่น จึงทำให้ PDB เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะสายพันธุ์ 1, 2 และ 3 และเห็ดคืบเต่าดำสายพันธุ์ 1, 2 และ 3 ส่วนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดอื่น ได้แก่ ME, MMN, HM และ PM มีการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะสายพันธุ์ 1, 2 และ 3 และเห็ดคืบเต่าดำสายพันธุ์ 1, 2 และ 3 ไม่ดี อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของแหล่ง สารอาหารซึ่งมีส่วนที่แตกต่างและเหมือนกัน คือ ส่วนที่เหมือนกัน ได้แก่ แหล่งของคาร์บอน และ ในโตรเจนซึ่งไม่แตกต่างกันมากนักจะแตกต่างกันในแหล่งของ growth factor แต่อย่างไรก็ตามชนิดของเห็ดมีผลต่อความเหมาะสมของชนิดอาหารที่แตกต่างกัน (Cooney, 1981)

สภาวะการเลี้ยงเส้นใยเห็ดในอาหารเหลวสามารถแบ่งได้ 2 แบบ ได้แก่ การเลี้ยงเส้นใยแบบไม่เขย่า ซึ่งเส้นใยจะเจริญบนผิวหน้าอาหาร (surface culture) กับการเลี้ยงเส้นใยแบบมีการเขย่าบนเครื่องเขย่า (submerge culture) ซึ่งสามารถปรับความเร็วตามต้องการได้ การเขย่านอกจากช่วยเพิ่มออกซิเจนแล้วยังช่วยกระจายสารอาหาร เส้นใยสัมผัสกับสารอาหารได้ดียิ่งขึ้นและช่วยเจือจางความเข้มข้นของสารที่เส้นใยผลิตขึ้น Tawinb และ Martin (1989) ได้ศึกษาผลของความเร็วในการเขย่าในอาหารเหลวต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดนางรม พบว่า

ความเร็วที่ 150 r.m.p. ให้การเจริญของเส้นใยสูงกว่า 100 และ 200 r.m.p. Bukhalo และ Solomko (1978) รายงานว่า การเลี้ยงเส้นใยเห็ดนางรมแบบมีการให้ออกซิเจนโดยการเขย่าเส้นใยเจริญดีกว่าการเลี้ยงเส้นใยบนผิวหน้าอาหารเหลว Marx และ คณะ (1984) ได้พัฒนาการทำ mycelial inoculum ของราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่า *P. tinctorius* โดยเลี้ยงเส้นใยในอาหารเหลว MMN โดยมีการกวนอย่างต่อเนื่องและมีอัตราการให้อากาศสูง Solomko (1978) รายงานว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญและคุณภาพของเส้นใยในอาหารเหลวได้แก่ อัตราการให้อากาศ และ mixing rate สำหรับการเลี้ยงเส้นใยเห็ดในอาหารเหลวแบบเขย่ามีปัญหาที่พบคือเส้นใยเจริญเป็นลักษณะ pellet ซึ่งลักษณะ pellet นี้จะจำกัดการใช้ ออกซิเจนโดยเฉพาะเซลล์ที่อยู่ตรงกลางก้อน pellet ทำให้การแพร่ของออกซิเจนเป็นไปได้ลำบาก ปริมาณหัวเชื้อต้องเหมาะสม ปริมาณสารอาหารและปริมาณออกซิเจนถ้ามากเกินไปจะยับยั้งการเจริญของเส้นใย (Hadar และ Arazi, 1986 และ Jiang และ Cho, 1989) ด้วยปัญหาดังกล่าวนี้การทดลองนี้จึงเลือกเลี้ยง เส้นใยเห็ดเผาะ (*A. hygrometricus*) และเส้นใยเห็ดคัมเต้าดำ (*B. edulis*) ในอาหารเหลวทั้ง 5 ชนิดเป็นแบบ surface culture พบว่า เส้นใยเห็ดทั้ง 2 ชนิดเจริญเป็นแผ่นหนาดกคล้ายหนังบนผิวหน้าอาหารทั้งนี้เพราะบริเวณผิวหน้าอาหารเป็นบริเวณที่สัมผัสกับออกซิเจนและเห็ดจัดเป็นราที่ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโตทั้งในระยะเส้นใยและระยะการพัฒนาไปเป็นดอก (Przybyloicz และ Doughue, 1988) ตามปกติแล้วในระยะเส้นใยมีความทนทานต่อสภาพการขาดออกซิเจนได้ดีกว่าในระยะเกิดดอก (Whitaker และ Long, 1973)

จากการวัดการเปลี่ยนแปลง pH ของอาหารเหลวหลังจากเลี้ยงเส้นใยเห็ดเผาะ สายพันธุ์ 1, 2 และ 3 และเห็ดคัมเต้าดำสายพันธุ์ 1, 2 และ 3 พบว่า pH มีแนวโน้มลดลง (กราฟที่ 7 - 12) เนื่องจากในระหว่างที่มีการเจริญเส้นใยเห็ดปล่อยไฮโดรเจนไอออน (H^+) ออกมาเพื่อแลกเปลี่ยนกับการดูดซึมไอออนบางตัว (Lilly และ Barnett, 1951) หรือสร้างกรดบางชนิดออกมา เช่น citric acid, fumaric acid และ malic acid รวมทั้งกรดอะมิโน และกรดนิวคลีอิก (Stevenson, 1982)

การเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะสายพันธุ์ 1, 2 และ 3 ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมคือ PDA ที่ pH 4 - 10 พบว่า pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยจะอยู่ระหว่าง pH 4 - 6 (ตารางที่ 7) สำหรับการเจริญของเส้นใยเห็ดคัมเต้าดำสายพันธุ์ 1, 2 และ 3 ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสม PDA ที่ pH 4-10 พบว่า pH ที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง pH 4-5 (ตารางที่ 7) Suvercha และ คณะ. (1991) รายงานว่า ราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่าสามารถเจริญได้ในช่วง pH ที่ค่อนข้างกว้างโดยทั่วไปจะเจริญได้ที่ pH 3 - 7 และ Modess (1941) ได้ทดลองหา pH ที่เหมาะสมของราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่าจำนวนมากพบว่า pH ที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 3.5 - 5.9 และมีราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่าบางชนิดสามารถเจริญได้เล็กน้อยที่ pH ต่ำกว่า 2.5 หรือสูงกว่า 6.9 จากผลการทดลองนี้เห็นได้ชัดว่า pH ที่เหมาะสมน่าจะขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อและชนิดของ

อาหารเลี้ยงเชื้อ (Lilly และ Barnett, 1951) รัฐพล ศรประเสริฐ (2536) รายงานว่า การที่เส้นใยของเห็ดแต่ละชนิดเจริญได้ดีที่ ระดับ pH เหมาะสม อาจเนื่องมาจาก pH ที่เหมาะสม

- ก. ทำให้เส้นใยเห็ดใช้ธาตุอาหารต่างๆที่มีอยู่ในอาหารเหลวได้ดี
- ข. ทำให้เส้นใยดูดซึมวิตามินที่จำเป็นและกรดบางชนิดได้ดี
- ค. ช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพการทำงานของเอนไซม์ในเส้นใยเห็ด
- ง. มีผลต่อการสร้างวิตามินและกรดอะมิโนบางชนิดทำให้เส้นใยเจริญได้ดี

การเจริญของเส้นใยเห็ดเพาะสายพันธุ์ 1, 2 และ 3 ในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่ pH เหมาะสม บ่มเส้นใยที่อุณหภูมิ 20, 30 และ 40 องศาเซลเซียสพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยคือ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (ภาคผนวก ข) สำหรับการเจริญของเส้นใยเห็ดระดับเต้าสายพันธุ์ 1, 2 และ 3 ในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่ pH เหมาะสม บ่มเส้นใยที่อุณหภูมิ 20, 30 และ 40 องศาเซลเซียสพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยคือ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส Theodorou และ Bowen (1971) รายงานว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่าส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 8-27 องศาเซลเซียส แต่จากผลการทดลองนี้ อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของเห็ดเพาะและเห็ดระดับเต้าคือ 30 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เพราะเห็ดเพาะและเห็ดระดับเต้าสายพันธุ์ที่นำมาทดลองเป็นสายพันธุ์ที่เจริญในป่าเขตร้อนจึงเจริญในอุณหภูมิที่เหมาะสมสูงกว่าที่ Theodorou และ Bowen รายงานไว้ Deacon (1984) รายงานว่า ราที่จัดอยู่ในพวก mesophilic อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญอยู่ระหว่าง 25 - 35 องศาเซลเซียส เมื่อบ่มเส้นใยเห็ดเพาะสายพันธุ์ 1, 2 และ 3 และเห็ดระดับเต้าสายพันธุ์ 1, 2 และ 3 ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส พบว่าไม่มีการเจริญของเส้นใย อาจเป็นเพราะ ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส อาจทำให้อาหารที่ใช้เลี้ยงเส้นใยสูญเสียธาตุอาหารหรือวิตามินบางชนิดและความชื้นซึ่งจำเป็นต่อการเจริญเติบโตจึงมีผลทำให้เส้นใยตายได้ Harley (1972) พบว่าที่อุณหภูมิสูงกว่า 35 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส ราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่าส่วนใหญ่หยุดการเจริญเติบโต การเลี้ยงเส้นใยเห็ดในอุณหภูมิที่เหมาะสมทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเอนไซม์ดีขึ้นหรือมีผลต่อการสร้างกรดอะมิโนและวิตามินบางชนิดที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใย นอกจากนี้อุณหภูมิที่เหมาะสมจะมีผลต่อการ กระจายและกิจกรรมการเกิดเอ็กโตไมคอร์ไรซ่ากับต้นไม้ (Mikola, 1948 และ Norkran, 1950).

ผลการศึกษ้อัศราการงอกของเมล็ดสนสามใบในพีทมอสที่ใส่ราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่า ได้แก่ CA, VA, CB และ VB พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงกว่าพีทมอสที่เป็นชุดควบคุม ได้แก่ CCA, CVA, CCB และ CVB อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 10) เป็นเพราะราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่าอาจสร้างสารอินทรีย์บางชนิด เช่น จำพวกฮอร์โมนกระตุ้นการงอกของเมล็ดสนสามใบ Slankis (1973) พบว่า รา *A. pteridis* สามารถ

ที่จะสร้างฮอร์โมน cytokinin, IAA และ *B. edulis* สามารถสร้างฮอร์โมน Gibberellin ในอาหารเลี้ยงเชื้อได้ จากผลการทดลองสังเกตพบว่าเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดสนสามใบทุกชนิดที่เริ่มต้นขึ้นช้ากว่าเพราะเมล็ดสนสามใบที่ใช้ทดลองเป็นเมล็ดสนสามใบค้างปีจึงมีเปอร์เซ็นต์การงอกต่ำซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ สมชัย วุฒิสถียร (2514) พบว่า เมล็ดสนสามใบเมล็ดใหม่มีเปอร์เซ็นต์การงอกดีกว่าเมล็ดสนสามใบค้างปี

ผลการศึกษ้อัตราการอยู่รอดของต้นกล้าสนสามใบในชนิดที่ใส่ราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่า ได้แก่ CA, VA, CB และ VB พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดสูงกว่าชนิดที่เป็นชุดควบคุม ได้แก่ CCA, CVA, CCB และ CVB อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 10) แสดงว่า ราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่า มีผลช่วยเพิ่มอัตราการอยู่รอด ทั้งนี้อาจเนื่องจากราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่าสามารถป้องกันการทำลายของเชื้อสาเหตุโรคพืชต่อระบบรากได้ Marx (1973) พบว่า กล้าสน *P. clausa* ที่รากติดเชื้อรา *P. tinctorius* จะช่วยป้องกันการติดเชื้อ *P. cinnamomi* ได้ นอกจากนี้ Mikola (1970) รายงานว่าเชื้อราไมคอร์ไรซ่า ช่วยเพิ่มอัตราการอยู่รอดของกล้าไม้ได้ โดยเชื้อราไมคอร์ไรซ่าจะช่วยดูดซับความชื้นให้แก่กล้าไม้และช่วยให้กล้าไม้มีชีวิตอยู่รอดได้ในช่วงวิกฤตเมื่อได้รับอันตรายจากความแห้งแล้ง

เมื่อตรวจสอบเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อของราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่าในชนิด CA, VA, CB และ VB สูงกว่าชนิดชุดควบคุมคือ CCA, CVA, CCB และ CVB อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของธีรวัฒน์ บุญทวีคุณ (2533) พบว่า สนสามใบในชนิดที่ใส่ดินเชื้อและชนิดที่ใส่สปอร์รา *P. tinctorius* มีเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อ 96.7 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าชนิดที่ไม่ใส่รา *P. tinctorius* สำหรับชนิด CCA และ CVA ซึ่งเป็นชนิดชุดควบคุมมีการปนเปื้อนของราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่า สาเหตุของการปนเปื้อนอาจมาจากขณะรดน้ำต้นไม้ น้ำที่รดอาจจะกระเซ็นจากชนิดข้างเคียงที่ใส่เอ็กโตไมคอร์ไรซ่าไปยังชนิดที่ไม่ใส่ราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่าหรือเนื่องจากแมลง เช่น มด เป็นสาเหตุ จากการทดลองของ Ivory และ Munga (1983) พบว่า ในชนิดที่ไม่ใส่เชื้อพบการปนเปื้อนของเอ็กโตไมคอร์ไรซ่าของกล้าไม้สนคาริเบียอายุ 2 เดือนเท่ากับ 2 เปอร์เซ็นต์ และเมื่ออายุ 10 เดือน มีอัตราถึง 72 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งได้อธิบายว่าเกิดจากสปอร์ราที่ติดไปกับน้ำ

จากผลการเจริญเติบโตของกล้าสนสามใบที่วัดจากน้ำหนักสดของลำต้นและใบ น้ำหนักสดของราก มวลชีวภาพส่วนเหนือดิน (น้ำหนักแห้งของลำต้นและใบ) มวลชีวภาพของส่วนใต้ดิน (น้ำหนักแห้งของราก) เส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับคอราก ความสูงของลำต้นในชนิดที่ใส่ราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่า CA, VA, CB และ VB มีการเจริญเติบโตของต้นกล้าสนสามใบดีกว่าชนิดชุดควบคุม CCA, CVA, CCB และ CVB (ตารางที่ 12 - 13) แสดงว่า ราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่าส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้าสนสามใบ ทั้งนี้เนื่องมา

จากราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่าที่ใส่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซึมน้ำและแร่ธาตุอาหารให้แก่ต้นกล้า สร้างฮอร์โมนบางชนิด เช่น auxin, cytokinin, gibberellin (Slankis, 1973 ; Ng และคณะ, 1982, และ Ek และ คณะ, 1983) กระตุ้นการเจริญเติบโตของต้นกล้า ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของสมบูรณ์ บุญยี่น (2532) ที่พบว่ากล้าไม้ยูคาลิปตัส ความากุลเลนซิส และกล้าไม้สนคาริเบียที่ใส่ราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่า มีอัตราการเจริญทางด้านความสูง เส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับคอราก และ มวลชีวภาพของส่วนเหนือดิน(น้ำหนักแห้งของลำต้นและใบ) และส่วนใต้ดิน(น้ำหนักแห้งของราก)มากกว่าที่ไม่ได้ใส่ราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่า สำหรับความยาวรากพบว่าเมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติไม่มีผลแตกต่างทางสถิติ ทั้งนี้อาจเนื่องจากรากของต้นกล้าที่อยู่ในกระถางพันกันมากทำให้ในขณะที่เก็บรากบางส่วนขาดหายไป ข้อมูลที่ได้มีความผิดพลาด

เมื่อพิจารณามวลชีวภาพรวม(น้ำหนักแห้งของลำต้นใบและราก)ของกล้าสนสามใบ พบว่า ทริตเมนต์ที่ใส่ราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่า CA, VA, CB และ VB มีมวลชีวภาพรวม (น้ำหนักแห้งของลำต้นใบและราก)สูงกว่าทริตเมนต์ควบคุม CCA, CVA, CCB และ CVB แสดงว่าราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่าส่งเสริมการเจริญเติบโตกล้าสนสามใบ การทดลองนี้ให้ผลสอดคล้องกับการทดลองของ ริ้วฉวี นุญทวีคุณ (2533) พบว่า ค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพรวม (น้ำหนักแห้งของลำต้นใบและราก)ของกล้าสนสามใบ และสนคาริเบีย เมื่ออายุ 10 เดือน ในทริตเมนต์ที่ใส่ราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่า *P. tinctorius* สูงกว่าทริตเมนต์ที่ไม่ใส่ราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่า และผลการทดลองนี้ยังสอดคล้องกับการทดลองของ Marx และ คณะ (1976) ซึ่งพบว่า ทริตเมนต์ที่ไม่ใส่ราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่ามีมวลชีวภาพรวม (น้ำหนักแห้งของลำต้นใบและราก) น้อยกว่าทริตเมนต์ที่ใส่ราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่ากับกล้าไม้ *P. taeda*, *P. virginiana* และ *P. strobus*

จากผลน้ำหนักสดของลำต้นและใบ น้ำหนักสดของราก มวลชีวภาพของส่วนเหนือดิน(น้ำหนักแห้งของลำต้นและใบ) มวลชีวภาพของส่วนใต้ดิน(น้ำหนักแห้งของราก) เส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับคอราก พบว่า ทริตเมนต์ที่ใส่ราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่าที่เจริญในเวอร์มิคิวไลต์จะเจริญดีกว่าทริตเมนต์ที่ใส่ราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่าที่เจริญในขุยมะพร้าว ทั้งนี้เพราะโครงสร้างของเวอร์มิคิวไลต์มีลักษณะซ้อนกันเป็นชั้น ๆ ทำให้มีพื้นที่ที่เส้นใยของราเจริญแทรกเข้าไปอยู่ตามชั้นดังกล่าวได้มากกว่าของเส้นใยมะพร้าว Tacon และ คณะ (1985) รายงานว่า เวอร์มิคิวไลต์กับดินพรุเป็น substrate ที่ดีในการผลิตเส้นใยของราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่า

การศึกษาอัตราส่วนระหว่างความสูงกับเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับคอรากจะเป็นดัชนีชี้ถึงคุณภาพของกล้าไม้ ถ้ากล้าไม้มีค่าอัตราส่วนระหว่างความสูงกับเส้นผ่าศูนย์กลางระดับคอรากต่ำแสดงว่ามีคุณภาพดีกว่ากล้าไม้ที่มีค่าดังกล่าวสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้ากล้าไม้ไปปลูก

ในที่ซึ่งดินมีความชุ่มชื้นต่ำ (Wilde, Voigt และ Iyer, 1964) จากการทดลองนี้กล้าสนสามใบในทรินิแดดที่ใส่ราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่าทั้ง 2 ชนิด คือ CA, VA, CB และ VB มีอัตราส่วนระหว่างความสูงกับเส้นผ่าศูนย์กลางระดับคอรากต่ำกว่าทรินิแดดในชุดควบคุม CCA, CVA, CCB และ CVB แสดงว่ากล้าไม้ที่ได้รับการใส่ราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่าจะมีคุณภาพดีกว่ากล้าไม้ที่ไม่ได้รับราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่าซึ่งจะมีความสามารถในการทนทานต่อสภาพพื้นที่แห้งแล้งมีความชุ่มชื้นในดินต่ำ ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการทดลองของ สมบูรณ์ บุญยีน (2532) พบว่าไม้ยูคาลิปตัสและสนควาวิเบียเมื่อใส่ราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่ามีอัตราส่วนระหว่างความสูงกับเส้นผ่าศูนย์กลางระดับคอรากต่ำกว่าที่ไม่ได้ใส่ราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่า

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนและกำมะถันซึ่งได้แก่ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในทรินิแดดที่ใส่ราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่า CA, VA, CB และ VB ส่วนใหญ่จะต่ำกว่าทรินิแดดชุดควบคุม CCA, CVA, CCB และ CVB แต่เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติพบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 14) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการทดลองนี้วิเคราะห์ธาตุอาหารไนโตรเจนและกำมะถันซึ่งธาตุอาหารส่วนใหญ่จะถูกดูดซึมและสะสมไว้ในเส้นใยราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่าที่รากซึ่งจะปลดปล่อยให้กับพืชเมื่อพืชมีความต้องการธาตุอาหาร Sihanonth และ Todd (1977) ได้พิสูจน์ให้เห็นว่า ในเซลล์เอพิเดอร์มิส เซลล์คอร์เทกซ์ และเซลล์ท่อลำเลียงน้ำท่อลำเลียงอาหารของรากสน *P. taeda* ที่ติดเชื้อราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่า *P. tinctorius* และ *Cenococum graniforme* มีปริมาณของธาตุแมกนีเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม กำมะถัน และแคลเซียมจะมากกว่ารากสนที่ไม่ติดเชื้อราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่า และยังพบว่าธาตุเหล่านี้สะสมในแผ่นแมนเทิลและไฮอาร์ดิกเป็นจำนวนมากซึ่งมากกว่าในเซลล์ของพืช หรืออาจเป็นเพราะในระยะแรกของการเจริญเติบโตต้นกล้าจำเป็นต้องใช้ธาตุอาหารเป็นปริมาณมาก จึงทำให้ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในใบและลำต้นจึงมีน้อยและนอกจากนี้อาจเป็นเพราะราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่าที่ใส่ไปยังมีการพัฒนาไม่มากจึงทำให้ประสิทธิภาพในการดูดซึมหรือสะสมธาตุอาหารดังกล่าวจึงมีไม่มาก McComb และ Griffith (1946) รายงานว่า ไม้ยูคาลิปตัสมีความสำคัญต่อกิจกรรมของราไมคอร์ไรซ่ามากที่สุด โดยทั่วไปการเสริมแร่ธาตุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม ในปริมาณที่พอเหมาะให้แก่ดินในเรือนเพาะชำจะเป็นการส่งเสริมการเจริญเติบโตของราไมคอร์ไรซ่า แต่หากเสริมแร่ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม ในเรือนเพาะชำในปริมาณสูงเกินไปอาจเป็นผลเสียต่อการพัฒนาของราไมคอร์ไรซ่าและการรอดตายของกล้าไม้ภายหลังการย้ายปลูกในพื้นที่ได้

จากการศึกษาลักษณะการเกิดเอ็กโตไมคอร์ไรซ่าโดยเห็ดเผาะ (*A. hygrometricus*) ในกล้าสนสามใบมีลักษณะเหมือนกับที่ Omsub Nopamombodi (n.d.) รายงานไว้กล่าวคือ รากมีการแตกแขนงแบบ dichotomous ผิวของแผ่นแมนเทิลเรียบ มีสีน้ำตาลเข้ม

ทnungศ์ แสงเทียน (2534) พบว่ารากเอ็กโตไมคอร์ไรซ่าของกล้าไม้ยางนาที่เกิดจากเห็ดเผาะ (*A. hygrometricus*) เป็นแบบไม่แตกแขนง (unramified) แขนงเล็กๆของรากมีสีน้ำตาลดำ จะมีส่วนปลายขยายใหญ่เป็นรูปกระบองและถูกห่อหุ้มด้วยเส้นใยสีเงินของราซึ่งโสมงสามารถมองผ่านแผ่นเทิลเห็นรากที่อยู่ภายใน เส้นใยที่ห่อหุ้มรากมีความมันวาวมาก ซึ่งรูปแบบการแตกแขนงของรากเอ็กโตไมคอร์ไรซ่าขึ้นอยู่กับพันธุ์ไม้และชนิดของรา (Zak, 1973) นอกจากนี้สอร์โมนในกลุ่มของออกซินมีอิทธิพลอย่างมากต่อรูปแบบของรากเอ็กโตไมคอร์ไรซ่า จากผลการทดลองของ Sankis (1973) พบว่าเมื่อรากสน *P. sylvestris* ได้รับสอร์โมนในกลุ่มออกซินในปริมาณที่พอเหมาะ (5-10 มิลลิกรัมต่อลิตร) รากจะเปลี่ยนแปลงไปมีรูปร่างคล้ายรากเอ็กโตไมคอร์ไรซ่าคือ มีลักษณะบวมพอง และไม่มีการสร้างรากขนอ่อนแต่เมื่อหยุดการให้สอร์โมนรากเหล่านี้จะเจริญไปสู่ลักษณะปกติ สำหรับลักษณะการเกิดเอ็กโตไมคอร์ไรซ่าโดยเห็ดดับเต้าดำ (*B. edulis*) ในต้นกล้าสนสามใบมีลักษณะคล้ายกับลักษณะการเกิดเอ็กโตไมคอร์ไรซ่าโดยเห็ดเผาะ (*A. hygrometricus*) แต่ที่ต่างกันคือ รากที่มีเห็ดดับเต้าดำ (*B. edulis*) มีสีน้ำตาลอ่อนและจำนวนเส้นใยบนผิวรากมีมากกว่าแผ่นแมนเทิลของรากสนสามใบที่ได้จากการทดลองนี้บางมากและพบเส้นใยบนผิวรากน้อยอาจเนื่องมาจากช่วงเวลาที่เก็บรากกล้าสนสามใบเป็นช่วงที่ราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่าเพิ่งเริ่มเข้าสู่รากต้นกล้าจึงทำให้การพัฒนาเป็นแผ่นแมนเทิลและไฮซาร์ติกยังมีไม่มากและเนื่องจากสภาพเรือนทดลองที่ใช้ปลูกสนสามใบมีความเข้มแสงไม่เพียงพอทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตและน้ำตาลที่เก็บไว้ที่รากมีน้อยไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่ามีผลให้การเกิดเอ็กโตไมคอร์ไรซ่ากับรากสนสามใบมีน้อย Hacsakaylo (1973) กล่าวว่า น้ำตาลในรากที่ขมิผลกระตุ้นการเจริญของราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่าที่เจริญอยู่รอบราก ชนิดและจำนวนของราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่าที่เข้ามา มีความสัมพันธ์กับพืชมีผลโดยตรงจากปริมาณน้ำตาลภายในราก อีกประการหนึ่งอาจเนื่องจากปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่เติมระหว่างการทดลองอาจสูงเกินไปจึงทำให้เส้นใยบนแผ่นแมนเทิลค่อนข้างบางและมีจำนวนน้อย จากการทดลองนี้ราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่าเห็ดเผาะ (*A. hygrometricus*) และ ราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่าเห็ดดับเต้าดำ (*B. edulis*) อาจไม่เหมาะสมกับสนสามใบซึ่งเป็นพืชอาศัย