

บทที่ 5

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพืชและเห็ดเพื่อการใช้ประโยชน์ในการอนุรักษ์ป่าไม้

โดย วิพรพรรณ เนื่องเม็ก¹

สำนักวิชาเกษตรศาสตร์ และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา ต.เม็กกา อ.เมือง จ.พะเยา¹

ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ปัจจุบันพื้นที่ป่าไม้เหลืออยู่ประมาณ 104 ล้านไร่ คิดเป็น 33% ของพื้นที่ประเทศ ป่าไม้ถูกทำลายลงเหลืออยู่ประมาณร้อยละ 10 ของพื้นที่ของประเทศไทย เพราะเกิดจากสาเหตุการลักลอบตัดไม้ทำลายป่า การบุกรุกพื้นที่ป่าไม้เพื่อเข้าครอบครองที่ดิน และการเผาหรือถางป่า ย่อมส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ เช่น สัตว์ป่า ดิน น้ำ อากาศ ฯลฯ เมื่อป่าไม้ถูกทำลาย จะส่งผลไปถึงดินและแหล่งน้ำด้วย เพราะเมื่อเผาหรือถางป่าไปแล้ว พื้นดินจะโล่งขาดพืชปกคลุม เมื่อฝนตกลงมาก็จะชะล้างหน้าดินและความอุดมสมบูรณ์ของดินไป นอกจากนั้นเมื่อขาดต้นไม้คอยดูดซับน้ำไว้ น้ำก็จะไหลบ่าท่วมบ้านเรือน

มีนักวิทยาศาสตร์และนักวิจัยศึกษาเกี่ยวกับไมคอร์ไรซา ซึ่งเชื้อราไมคอร์ไรซามีประโยชน์อย่างสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร การป่าไม้ในการปลูกพืชเกษตรและการปลูกสวนป่าใหม่ในพื้นที่แหล่งเสื่อมโทรม เพื่อช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นไม้ ความแคระแกรน และการเจริญเติบโตผิดปกติของต้นไม้ ซึ่งสาเหตุปัจจัยหนึ่งคือ ดินไม้ขาดเชื้อราไมคอร์ไรซาที่อาศัยอยู่ร่วมกับระบบรากของต้นไม้ที่ปลูกเพื่อช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวให้แกรากพืชจะซอมน้ำหาอาหารและน้ำให้แก่ต้นไม้ ช่วยอุ้มความชื้นแกรากพืช เพิ่มการดูดซึมธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม (อุทัยวรรณ, (2534) ในอัตราที่สูง และช่วยให้ต้นไม้มีการผลิดอก ออกผลเพิ่มมากขึ้น และช่วยผลิตสารที่จำเป็นต่อการสังเคราะห์แสง (Photosynthesates) ให้แก่ต้นไม้ ช่วยเป็นเกราะป้องกันโรคช่วยต้านทานโรคห่อนักและฝนกรด ช่วยให้พืชและต้นไม้เจริญเติบโตได้ในดินเค็ม และเพิ่มความต้านทานต่อการเข้าทำลายของเชื้อราต่างๆ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจชนิดเห็ดที่มีการดำรงชีวิตเป็นเอกโตไมคอร์ไรซา และเพื่อเปรียบเทียบและพัฒนาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญของเห็ดราเอกโตไมคอร์ไรซา เพื่อคัดเลือกชนิดเห็ดที่เป็นเอกโตไมคอร์ไรซาที่เหมาะสมไปเพาะขยายพันธุ์ปลูกกับกล้าไม้เพื่อการปลูกป่า สร้างระบบนิเวศป่าไม้ให้มีความอุดมสมบูรณ์ และมีทรัพยากรป่าไม้อย่างยั่งยืนต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. สำรวจชนิดเห็ดที่มีการดำรงชีวิตเป็นเอคโตไมคอร์ไรซา
2. เพื่อเปรียบเทียบและพัฒนาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญของเห็ดราเอคโตไมคอร์ไรซา

การทบทวนวรรณกรรมและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

คำว่า "mycorrhiza" (พหูพจน์: mycorrhizas หรือ mycorrhizae) มาจากภาษากรีกว่า Mykes แปลว่า Mushroom หรือ fungus รวมกับ คำว่า rhiza แปลว่า root ดังนั้น ไมคอร์ไรซา (mycorrhiza) จึงเป็นความสัมพันธ์ระหว่าง รากกับระบบรากของพืชชั้นสูง โดยรานั้น ต้องไม่ใช่รากที่เป็นสาเหตุของโรคพืช ส่วนรากพืชต้องเป็นรากที่มีอายุน้อย (Frank, (1885); Mikola, (1973), Hawksworth และคณะ, (1995) การอยู่ร่วมกันนี้เป็นการอยู่ร่วมกัน แบบพึ่งพาอาศัยกัน เอื้ออำนวยประโยชน์ซึ่งกันและกัน (symbiosis) เซลล์ของรากพืชและรา สามารถถ่ายทอด อาหารให้กันและกันได้ ต้นพืชได้รับน้ำและแร่ธาตุที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตจากรา ส่วนราได้รับสารอาหารจากต้นพืช ผ่านมาทางระบบราก เช่น พวก แป้ง น้ำตาล โปรตีน และวิตามินต่าง ๆ (HacsKaylo, (1971) นอกจากนี้ราไมคอร์ไรซายังช่วยป้องกันรากพืชจากการเข้าทำลายของเชื้อโรคด้วย (Marx, (1973) สปอร์ของราไมคอร์ไรซาจะมีอยู่ทั่ว ๆ ไปในดิน (soil borne fungi)

การจำแนกประเภทของเห็ดราไมคอร์ไรซา

เห็ดราไมคอร์ไรซาสามารถแบ่งประเภทออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 2 ประเภทคือ

1.เอนโดไมคอร์ไรซา (Endomycorrhiza) บางที่เราเรียกเห็ดราไมคอร์ไรซากลุ่มนี้ว่า Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza (VAM) คือ เห็ดราไมคอร์ไรซาที่อาศัยอยู่ในเซลล์ผิวของรากพืชหรือต้นไม้ เชื้อราชนิดนี้ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าแต่สามารถตรวจสอบได้โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ จะเห็นมีลักษณะสปอร์รูปทรงกลม มีเส้นใย 2 ลักษณะคือ เส้นใยรูปกระบอก (Vesicles) และเส้นใยขนาดเล็กประสานกันเป็นกระจุก (Arbuscules) ราไมคอร์ไรซาพวกที่มีความสำคัญต่อพืชเกษตรและพืชป่าไม้ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ของอาณาจักรพืช (Plant kingdom) เป็นเห็ดราพวกนี้ ส่วนใหญ่จำแนกอยู่ในลำดับ (Order) Glomales มีอยู่ด้วยกัน 5 สกุล (Genera) ได้แก่ Acaulospora Intorhospora Gigaspora Glomus (Sclerocystis) และ Scutellospora เชื้อราเอนโดไมคอร์ไรซา ส่วนใหญ่เป็นราน้ำ มักอาศัยอยู่ในดินทั่วไปมีอยู่ประมาณ 150 ชนิด สามารถสร้างเส้นใยออกมานอกรากชอนไชอยู่ในหน้าดินลึกประมาณ 10 - 20 ซม. และสามารถสร้างสปอร์อยู่ภายนอกราก สปอร์มีขนาดเล็กมองเห็นด้วยตาเปล่าไม่ได้รับประทานไม่ได้ แพร่กระจายพันธุ์ไปตามน้ำ มีการเคลื่อนย้ายไปตามดินโดยสัตว์และแมลง เป็นพาหนะสำคัญแพร่เชื้อไปตามภูมิประเทศ ต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องดูจึงจะเห็นสปอร์ พืชที่สัมพันธ์กับรากกลุ่มนี้ประมาณ 300,000 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นพืชเกษตรและพืชป่าไม้

2. เอคโตไมคอร์ไรซา (Ectomycorrhiza) คือ เห็ดราไมคอร์ไรซาที่อาศัยอยู่บริเวณเซลล์ผิวของ รากภายนอกของพืชหรือต้นไม้ เส้นใยของเชื้อราจะประสานจับตัวกันแน่น ภายนอกผิวรากคล้ายราก ฝอย มีสีต่าง ๆ กัน เช่น สีขาว สีทอง สีเหลือง สีน้ำตาล สีแดง สีดำ รากที่มีเชื้อราไมคอร์ไรซาเกาะอยู่จะ มีลักษณะแตกเป็นง่าม เป็นกระจุก บวมโต รากจะมีรูปร่างแตกต่างจากรากปกติที่ไม่มีไมคอร์ไรซาช่วย หาน้ำและธาตุอาหารให้แก่รากบริเวณผิวดินลึกประมาณ 10 – 20 ซม. สีของรากจะแปรเปลี่ยนสีเข้มขึ้น ตามอายุขัยของเชื้อราไมคอร์ไรซา และแล้วแต่ชนิดของเชื้อรา แตกกิ่งก้านเป็นง่าม หลายง่ามหรือราก เดี่ยว ๆ ส่วนใหญ่เชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซาเป็นราชั้นสูง จัดจำแนกอยู่ใน Phylum Basidiomycota Ascomycota และ Zygomycota ส่วนใหญ่เป็นราที่สร้างดอกเห็ดขนาดใหญ่เหนือผิวดินได้รุ่มไม้ที่มัน อาศัยอยู่ซึ่งอยู่ในพวก Basidiomycota และ Ascomycota ส่วน Zygomycota จะมีดอกเห็ดขนาดเล็กมาก มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ต้องส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ พวกเห็ดราที่อยู่ในกลุ่ม Basidiomycota จะสร้าง ดอกเห็ดเห็น (Mushrooms) ขนาดใหญ่ มีทั้งที่กินได้ (Edible) ชนิดที่กินไม่ได้ (Non-edible) ชนิดที่มีพิษ (Poisonous) และเห็ดสมุนไพร (Medicinal) เห็ดราเอคโตไมคอร์ไรซามีมากกว่า 5,000 ชนิด พืชหรือ ต้นไม้ที่สัมพันธ์กับรากกลุ่มนี้มีไม่น้อยกว่า 2,000 ชนิด หรือประมาณ 10 - 20 % ของพืชชั้นสูง ที่สำคัญ ได้แก่ ไม้ในวงศ์สนเขา (Pinaceae) วงศ์ไม้ยาง (Dipterocarpaceae) วงศ์ไม้ยูคาลิปตัส (Myrtaceae) วงศ์ ไม้มะค่าโมง (Caesalpinaceae) วงศ์ไม้ก่อ (Fagaceae) วงศ์ไม้ก้ำลิงเสือโคร่ง (Betulaceae) วงศ์ไม้สน ทะเล (Casuarinaceae) และวงศ์ไม้ถั่ว (Leguminosae) การมีชีวิตอยู่ร่วมกันระหว่างเชื้อรากับระบบราก ของต้นไม้มีความสำคัญยิ่งต่อกระบวนการทางสรีรวิทยา และการเจริญเติบโตของต้นไม้ ทำให้ระบบ นิเวศป่าไม้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ในป่าธรรมชาติ (Natural forests) และในสวนป่า (Plantations) จะมี เห็ดราไมคอร์ไรซากลุ่มนี้กระจายพันธุ์อยู่ทั่วไป เช่น ป่าไม้สน (Pine forests) ป่าดิบชื้น (Tropical rain forests) ป่าเต็งรัง (Mixed deciduous drydipterocarp) ป่ายาง (Dipterocarp forests) ป่าดิบเขา (Semievergreen forests) ป่าเบญจพรรณ (Mixed deciduous forests) สวนป่าไม้สนเขา (Pine plantations) สวนป่าไม้ยูคาลิปตัส (*Eucalyptus plantations*) และสวนป่าไม้วงศ์ไม้ยาง (*Dipterocarp plantations*) เป็นต้น

ในระหว่างปี พ.ศ. 2541 - 2543 ได้ทำการสำรวจ และรวบรวมเชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซาตาม จังหวัดต่าง ๆ ของประเทศไทย สามารถรวบรวมเชื้อเห็ดที่คาดว่าเป็นเชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซาของไม้ โตเร็วและไม้ผลได้ 200 ชนิด นำมาแยกเชื้อและเลี้ยงเป็นเชื้อบริสุทธิ์ได้ 36 สายพันธุ์ นำเชื้อแต่ละสาย พันธุ์มาทดสอบการเกิดเอคโตไมคอร์ไรซากับกล้าพืชจำนวน 12 ชนิด เป็นไม้โตเร็ว 6 ชนิด ได้แก่ ยูคา ลิปตัส จีเหล็กบ้าน แด กระถินยักษ์ กระถินณรงค์ กระถินเทพา และไม้ผล 6 ชนิด ได้แก่ ขนุน มะขาม มะม่วง ส้ม มะนาว และมะกอกน้ำ หลังจากเลี้ยงกล้าไม้เหล่านี้ไว้ในเรือนทดลอง เป็นเวลา 3 เดือนถึง 1 ปี พบว่ามีเชื้อเห็ด 21 สายพันธุ์ ที่เกิดลักษณะเอคโตไมคอร์ไรซากับพืชทดสอบ ซึ่งเป็นเห็ดจำพวก ดับเต่า (Boletus) 6 สายพันธุ์ เห็ดปะการัง (*Ramaria*) 1 สายพันธุ์ เห็ดไข่ขาว (*Amanita*) 1 สายพันธุ์ เห็ด ถ่าน (*Russula*) 1 สายพันธุ์ ไข่หงส์ (*Sclerotoderma*) 3 สายพันธุ์ และยังไม่ทราบชื่ออีก 9 สายพันธุ์

โดยเฉพาะเชื้อเห็ดดับเต่าสายพันธุ์ 42/56 ทำให้อัตราการเจริญเติบโตด้านความสูงของกล้ามะม่วง มะกอกน้ำ และยูคาลิปตัส มากกว่าต้นกล้าที่ไม่ได้ปลูกเชื้อ (Check) โดยเฉลี่ยประมาณ 31.7 % 29.1 % และ 16.9 % ตามลำดับ

การขยายพันธุ์ของเห็ดราเอกโตไมคอร์ไรซา

1. โดยสปอร์ของเห็ดที่บานและแล้ว ถูกฝนชะล้างไปในบริเวณใกล้เคียงที่มีพืชอาศัยอยู่ใกล้กัน
2. โดยแมลงที่มากินดอกเน่าแล้วติดสปอร์ของเห็ดไปแพร่ระบาดไปในที่ห่างไกลวิธีนี้การกระจายแพร่พันธุ์ไปได้ไกลแต่โอกาสที่จะตกบริเวณที่มีพืชอาศัยก็น้อย
3. โดยเส้นใยเห็ดราที่แตกแขนงไปในดินวิธีนี้ต้องมีพืชอาศัยชนิดเดียวกันเกิดชิดติดกันแพร่ระบาดไปได้ช้าแต่มีโอกาสแน่นอนกว่า
4. โคนคนด้วยการเสาะหาเห็ดบานที่กำลังเน่ามาขยี้ละลายในน้ำแล้วไปรดบริเวณโคน
5. ต้นไม้ที่รู้มาก่อนว่าเป็นพืชอาศัยวิธีนี้จะได้รับการแพร่ระบาดกว้างขวางมากทำการเพาะเลี้ยงขยายเส้นใยในอาหารวุ้นหรืออาหารเหลวจนมีปริมาณมากพอแล้วไปปั่นกับน้ำทำให้เส้นใยขาดเป็นท่อนเล็กๆแล้วนำไปรดบริเวณที่เป็นพืชอาศัยวิธีนี้ต้องทำในห้องปฏิบัติการที่ปลอดเชื้อ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากราชนิดอื่นแล้วนำน้ำที่ปั่นแล้วไปรดหรือคลุกดินที่จะใช้ปลูกกล้าของพืชอาศัยของเห็ดแต่ละชนิดโคนต้นและได้พุ่มสามารถใส่เชื้อเห็ดเพื่อช่วยการเจริญของต้นรัง และไม่ตระกูลยางนาได้อีกหลายชนิดของ เห็ด เช่น เห็ดผึ้ง (เห็ดหัว) เห็ดแดง เห็ดน้ำหมาก เห็ดน้ำเป้ง เห็ดถ่าน เห็ดขิง เห็ดข่า เห็ดไค (เห็ดหล่ม) ใช้เห็ดแก่ๆ ผสมน้ำ ขยี้ให้สปอร์หลุด นำไปเจือจางด้วยน้ำ ใช้รดโคนต้นไม้ ทำกับต้นเล็กจะโตเร็วมากๆ ทำกับต้นใหญ่ให้โตเร็วขึ้น ต้นใหญ่ยังไม่เคยเกิดเห็ด รดทั้งโคนต้นและได้พุ่ม ทำในฤดูฝนหรือรดน้ำชุ่มขึ้นปีถัดไปจะเริ่มเกิดเห็ด และเกิดมากขึ้นๆในปีต่อไป การกระจายพันธุ์ของเห็ดราเอกโตไมคอร์ไรซา มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับชนิดพันธุ์ไม้สภาพทางภูมิศาสตร์ ความชื้นของอากาศ ความชื้นดิน ความเป็นกรด - ด่าง ของดิน และปัจจัยทางระบบนิเวศป่าไม้ อนันวรรต และคุณ (2540) ได้รายงานผลการสำรวจ เห็ดเอกโตไมคอร์ไรซาของไม้วงศ์ไมยางและมีข้อมูลประกอบเกี่ยวกับชื่อสามัญและ หมายเลขคุณสมบัติเพิ่มเติมจาก เกษม (2537), ราชบัณฑิตยสถาน (2539) และอนงค์ (2541)

ประโยชน์ของเห็ดราเอกโตไมคอร์ไรซา (Chalermpongse, (1994)

1. ช่วยเพิ่มพื้นที่ผิว และปริมาณของรากต้นไม้ในการดูดธาตุอาหารได้มากขึ้น
2. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับน้ำ และช่วยให้ต้นพืชหรือต้นไม้ที่เขียวช้ำในสภาวะที่ขาดน้ำ
3. ช่วยให้ต้นไม้ได้รับธาตุอาหารต่าง ๆ เช่น ฟอสฟอรัส (P) ไนโตรเจน (N) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และธาตุอื่นๆ ซึ่งไมคอร์ไรซาจะดูดซับและสะสมไว้ในราก

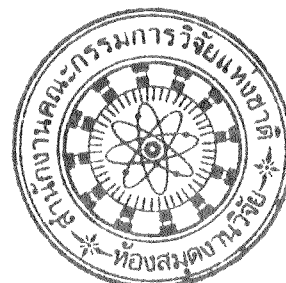
4. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยสลาย และดูดธาตุอาหารจากหินแร่ในดินที่สลายด้วยกรรรมทั้งพวกอินทรีย์วัตถุต่าง ๆ ที่ยังสลายตัวไม่หมด ทำให้พืชหรือต้นไม้ นำไปใช้ได้
5. รากที่มีไมคอร์ไรซามีความสามารถป้องกันการเข้าทำลายรากของโรคพืชได้ดีกว่ารากที่ไม่มีไมคอร์ไรซา ทำให้ต้นพืชมีความต้านทานต่อโรคที่ระบบรากสูงขึ้น
6. ช่วยให้ต้นไม้มีความแข็งแรง ทนทานต่อสภาพพื้นที่แห้งแล้ง หรือปัญหาของดินเค็ม ดินเปรี้ยว หรือดินมีระดับความเป็นกรด - ด่างไม่เหมาะสมได้
7. ช่วยเสริมสร้างระบบนิเวศป่าไม้ให้มีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น
8. ดอกเห็ดไมคอร์ไรซาสามารถใช้เป็นอาหารรับประทานได้ แม้ว่าบางชนิดจะมีพิษอยู่บ้าง แต่ก็เป็นส่วนน้อย และเห็ดบางชนิดก็สามารถนำมาใช้เป็นสมุนไพรได้

สถานการณ์ป่าไม้ในปัจจุบันสูญเสียป่าไม้เป็นจำนวนมาก โดยในช่วง 4 ทศวรรษ ที่ผ่านมา ประเทศไทยสูญเสียพื้นที่ป่าไปแล้วประมาณ 67 ล้านไร่ หรือเฉลี่ยประมาณ 1.6 ล้านไร่ต่อปี โดยมีสาเหตุหลักจากหลายปัจจัย คือ การกำหนดแนวเขตพื้นที่ป่าไม่ชัดเจน ไฟไหม้ป่า การทำลายของโรคและแมลง การสร้างเขื่อน และสาเหตุใหญ่คือการเพิ่มขึ้นของประชากรในประเทศทำให้มีความต้องการพื้นที่ในการทำกินมากขึ้น ส่งผลให้มีการบุกรุกพื้นที่ป่ามากขึ้น จึงเกิดภาวะการขาดแคลนไม้ใช้สอยในประเทศ เกิดภาวะโลกร้อน อุทกภัย ความแห้งแล้ง ดังนั้นจึงมีการฟื้นฟูสภาพป่าไม้

ศูนย์เพาะชำกล้าไม้ของกรมป่าไม้ ซึ่งกระจายอยู่ทั่วประเทศมากกว่า 60 แห่งได้มีการเสนอแนะจากสำนักวิชาการ ป่าไม้ให้ใช้ดินเชื้อ (soil inoculum) จากป่าธรรมชาติที่มีราไมคอร์ไรซาผสมอยู่ในดิน และมีรากพืชที่มีราไมคอร์ไรซาอยู่ นำไปผสมกับดินแปลงเพาะในอัตราส่วน 10-20 เปอร์เซ็นต์ พบว่าช่วยให้กล้าไม้มีจุลินทรีย์ไมคอร์ไรซา เกิดติดกับรากต้นกล้าที่เพาะใหม่ได้เป็นอย่างดี เพราะราวสตุลาร์ - อารับสตุลาร์ ไมคอร์ไรซายังไม่สามารถ เพาะเลี้ยงในอาหารเทียมได้ดีเหมือนราเอคโตไมคอร์ไรซา (อนิวรรต, 2540)

การทำหัวเชื้อราเอนโดไมคอร์ไรซา (VA inoculum)

เนื่องจาก VA Mycorrhiza ไม่สามารถเพาะเลี้ยงในอาหารเทียมเลี้ยงเชื้อได้ ดังนั้นจึงนิยมขยายหัวเชื้อโดยเก็บสปอร์ไปขยายในถุงเพาะชำ หรือแปลงเพาะกล้าเพื่อขยายให้มีปริมาณมากขึ้นในต้นกล้าพวกถั่ว ข้าวโพด หรือพืชวงศ์ถั่ว แล้วใช้ดินเชื้อและรากของพืชที่นำมาขยายเชื่อนั้น ไปคลุกผสมกับต้นกล้าที่เราต้องการเพาะปลูกต่อไป



การใช้ดินเชื้อ (Soil inoculum)

การใช้ดินหัวเชื้อไมคอร์ไรซาซึ่งเก็บจากบริเวณแหล่งกำเนิดของต้นไม้ที่มีเชื้อไมคอร์ไรซาอยู่ในธรรมชาติ และในปัจจุบันก็ยังเป็นที่นิยมใช้กันอยู่ คือ นำดินเชื้อไมคอร์ไรซาที่ปริมาณห่างจากลำต้นไม้เกิน 50 ซม. โดยรอบและขุดลึกประมาณ 10-20 ซม. ให้มีรากเดิมติดมาด้วย แล้วนำไปใช้ทันทีหรือเก็บไว้ในที่ร่มประมาณไม่เกิน 7 วัน เชื้อไมคอร์ไรซาที่ติดอยู่กับดินจะนำไปปลูกกับดินเพาะอัตรา 1:6 ถึง 1:10 ส่วน แล้วเพาะเมล็ดและต้นกล้า วิธีนี้ข้อดีคือประหยัดค่าใช้จ่ายน้อย ไม่ต้องใช้วิธียุ่งยากซับซ้อนง่ายต่อการปฏิบัติ ข้อเสียคือ ดินมีน้ำหนักรวม ขนย้ายระยะทางไกล ๆ ไม่สะดวก เราไม่สามารถทราบชนิดเชื้อเห็ดราไมคอร์ไรซาที่เหมาะสมกับต้นกล้าได้ และดินอาจมีเชื้อโรคติดมาระบาดต้นกล้าได้ง่าย วิธีการแก้ไข ต้องเลือกดินรากต้นแม่ที่สมบูรณ์ปราศจากโรค และควรปิดกั้นรากพืชหน้าดินออกให้สะอาดก่อนขุดดินนำมาเอาไปใช้เพาะต้นกล้า

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กิตติมาและคณะ (2548) การศึกษาผลของเอกโตไมคอร์ไรซากับการควบคุมโรคเน่าคอดินของกล้าไม้ยูคาลิปตัส ได้ทำการปลูกเชื้อราโรคเน่าคอดินให้กับกล้าไม้ คือ ใส่เชื้อราโรคเน่าคอดินลงในกล้าไม้ที่ปลูกเชื้อราเอกโตไมคอร์ไรซาแล้ว ที่อายุ 1 เดือน, 1 เดือนครึ่ง, 2 เดือน, 2 เดือนครึ่งและ 3 เดือน พบว่ากล้าไม้ยูคาลิปตัสที่ปลูกร่วมกับราเอกโตไมคอร์ไรซา ที่อายุ 2 เดือนครึ่ง มีอัตราการรอดตายสูงถึง 70% รองลงมาคือ กล้าไม้ที่ปลูกร่วมกับราโรคเน่าคอดินและราเอกโตไมคอร์ไรซา คือ 68% ส่วนกล้าไม้ยูคาลิปตัสที่ปลูกร่วมกันกับทั้งราโรคเน่าคอดินและราเอกโตไมคอร์ไรซาที่อายุอื่นๆ มีอัตราการรอดตายที่ต่ำ 40%

จินตนาและศิริภา (2545) จากการสำรวจความหลากหลายของเชื้อราเอกโตไมคอร์ไรซาในสวนป่าของไม้วงศ์ยาง พบว่าเห็ดที่เป็นเชื้อราเอกโตไมคอร์ไรซา ได้แก่ เห็ดละโงกเหลือง (*Amanitahemibapha* subsp. *javanica*) เห็ดละโงกแดง (*Amanita hemibapha* subsp. *hemibapha*) เห็ดละโงกขาว (*Amanita princeps* Corner et Bas) เห็ดไข่เยี่ยวม้า (*Amanita vaginata* (Bull. ex Fr.) Vitt.) เห็ดโคนหอย (*Amanita lepidella*), เห็ดแดง (*Russula lepida*) โดยสวนป่าไม้ยางนาพบว่าเห็ดละโงกแดงพบขึ้นได้พร้อมกับไม้ตะเคียนทอง (*Hopea odorata* Roxb.) เห็ดละโงกขาว และเห็ดละโงกเหลือง พบว่า เป็นเชื้อราเอกโตไมคอร์ไรซาของไม้วงศ์ยางหลายชนิด

ธีระวัฒน์ (2533) ได้รายงานผลการทดลองการปลูกราเอกโตไมคอร์ไรซา *P.tinctorius* ให้กับกล้าไม้สนสามใบ และสนคาริเบีย พบว่าการเจริญเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับคอรากมวลชีวภาพน้ำหนักแห้ง ปริมาณการดูดซับธาตุฟอสฟอรัสในส่วนของใบ ลำต้น และราก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างทรีทเมนต์ โดยที่ทรีทเมนต์ที่ใส่ดินเชื้อให้ผลดีที่สุด รองลงมา ได้แก่ ทรีทเมนต์ที่ใส่สปอร์ ทรีทเมนต์ที่ใส่เส้นใย และทรีทเมนต์ที่ไม่ได้ปลูกราเอกโตไมคอร์ไรซาตามลำดับ

พงษ์ศักดิ์ และคณะ (2523) เชื่อว่าจะมีอยู่อย่างจำกัดหรือเกิดการขาดแคลนขึ้นได้ ฉะนั้น จึงจำเป็นต้องมีการเพาะเลี้ยงเชื้อราไมคอร์ไรซาที่มีประโยชน์เหมาะสมขยายพันธุ์แล้วนำไปปลูกลงและเพาะปลูกเพิ่มให้แก่กล้าไม้ก่อนนำไปปลูกสร้างเป็นสวนป่าใหม่จึงจะสามารถทำได้ ต้นไม้มีอัตราการรอดตายสูง และมีอัตราการเจริญเติบโตเร็วขึ้น แต่ถ้าต้นไม้ที่นำไปปลูกสร้างสวนป่าใหม่ ไม่ได้รับการดูแลเอาใจใส่เกี่ยวกับเชื้อราไมคอร์ไรซาโดยใช้วิธีคัดเลือกพันธุ์เชื้อราไมคอร์ไรซาที่มีคุณสมบัติเหมาะสม ทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศที่เปลี่ยนแปลงได้ดีแล้วมักจะพบเห็นเสมอว่า ต้นกล้าหรือต้นไม้ที่นำไปปลูกใหม่จะมีอัตราการตายสูง การเจริญเติบโตเป็นไปอย่างช้าและแคระแกรน ซึ่งทำให้โครงการปลูกสร้างสวนป่าล้มเหลว และไม่ประสบผลตามเป้าหมายเท่าที่ควร ฉะนั้นจึงมีความจำเป็นต้องที่จะต้องศึกษาวิจัย ว่าในระบบนิเวศน์วิทยาป่าไม้ชนิดและประเภทต่าง ๆ ของเรานั้น มีพันธุ์ไมชนิดใดบ้างที่มีความสัมพันธ์แบบไมคอร์ไรซากับเชื้อราชนิดใดบ้าง เพื่อที่จะนำความรู้นี้ไปดำเนินการคัดเลือกพันธุ์ชนิดของเห็ดราที่เหมาะสม ไปเพาะขยายพันธุ์ปลูกลงกับกล้าไม้เพื่อดำเนินการปลูกสร้างสวนป่าให้ได้ผลสมความมุ่งหมายต่อไป

สมบูรณ์ (2532) ทำการศึกษาผลกระทบของการเพาะเชื้อเอคโตไมคอร์ไรซา *Pisolithus tinctorius* (Pers.) Coker & Couch ต่อการเจริญเติบโตและการดูดซับธาตุอาหารของกล้าไม้ยูคาลิปตัส ความลาดชัน และสนคาร์เปยที่ปลูกบนมูลดินเหมืองแร่ พบว่า เมื่อกล้าไม้มีอายุ 6 เดือน กล้าไม้ที่ปลูกราเอคโตไมคอร์ไรซามีการเจริญเติบโตด้านความสูง เส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับคอราก มวลชีวภาพ น้ำหนักแห้ง ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสและแมกนีเซียม สูงกว่ากล้าไม้ที่ไม่ได้ปลูกราเอคโตไมคอร์ไรซา อย่างมีนัยสำคัญ

อนิวรรณและธีรวัฒน์ (2525) ได้ทำการสำรวจและศึกษาเอคโตไมคอร์ไรซาในระบบนิเวศน์ป่าดิบแล้ง บริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช ต.วังน้ำเขียว อ.ปักธงชัย จ. นครราชสีมา พบพันธุ์ไม้จำนวน 4 วงศ์ 6 สกุล รวม 8 ชนิด หรือ ประมาณ 5.71% เป็นเอคโตไมคอร์ไรซา ได้แก่ ไม้ วงศ์ *Caesalpiniaceae* : มะค่าโมง วงศ์ *Dipterocarpaceae* : ยางขาว ยางปาย ตะเคียนหิน ตะเคียนทอง เคี่ยมคันทอง วงศ์ *Fagaceae* : ก่อขี้หนู และวงศ์ *Rubiaceae* : คัดเค้า มีพันธุ์ไม้จำนวน 4 วงศ์ 4 สกุล รวม 4 ชนิด หรือประมาณ 2.85% เป็นเอคโตไมคอร์ไรซา มีพันธุ์ไม้จำนวน 42 วงศ์ 89 สกุล 113 ชนิด หรือประมาณ 80.71% เป็นเอ็นโดไมคอร์ไรซา ผลการสำรวจชนิดของเห็ดราไมคอร์ไรซาที่น่าจะมีศักยภาพเป็นเอคโตไมคอร์ไรซา ได้แก่ เห็ดราในวงศ์ *Russulaceae* : เห็ดไคหลังเขียว เห็ดน้ำแป้ง เห็ดไคหลังขาว เห็ดน้ำหมาก และเห็ดหาด วงศ์ *Boletaceae* : เห็ดน้ำผึ้ง วงศ์ *Cortinariaceae* : เห็ดขี้เถ้า และวงศ์ *Sclerodermataceae* : เห็ดเผาะ

ออมทรัพย์และคณะ (2548) ได้ทำการสำรวจ และรวบรวมเห็ดราเอคโตไมคอร์ไรซา ตามจังหวัดต่าง ๆ ของประเทศไทย สามารถรวบรวมเห็ดราเอคโตไมคอร์ไรซาของไม้โตเร็วและไม้ผลได้ 200 ชนิด นำมาแยกเชื้อและเลี้ยงเป็นเชื้อบริสุทธิ์ได้ 36 สายพันธุ์ นำเชื้อแต่ละสายพันธุ์มาทดสอบการ

เกิดเอกโตไมโครไรซากับกล้าพืช เป็นไม้โตเร็ว 6 ชนิด และไม้ผล 6 ชนิด พบว่ามีเชื้อเห็ด ที่เกิดลักษณะ เอกโตไมโครไรซากับพืชทดสอบ ซึ่งเป็นเห็ดจำพวกตับเต่า (*Boletus*) เห็ดปะการัง (*Ramaria*) เห็ดไข่ขาว (*Amatina*) เห็ดถ่าน (*Russula*) และไข่หงส์ (*Scleroderma*) พบว่าอัตราการเจริญเติบโตด้านความสูงของ ต้นกล้าที่ปลูกเชื้อ มากกว่าต้นกล้าที่ไม่ได้ปลูกเชื้อ

วิธีการศึกษาวิจัย

1. สำรวจและเก็บตัวอย่างเห็ดบริเวณมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพะเยา สำรวจและเก็บตัวอย่างเห็ด บริเวณป่ามหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพะเยา 2 บริเวณ คือ

1. ป่าบริเวณพระตำหนัก
2. ป่าหลังตึกวิทยาศาสตร์

โดยทำการเดินสำรวจพื้นที่ประมาณ 10 × 10 ตารางเมตร เก็บตัวอย่างเห็ด เดือนละครั้ง ในช่วงฤดูฝน เก็บตัวอย่างเห็ด 3 ครั้ง เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม - เดือนกรกฎาคม 2552 ทำการเก็บ ตัวอย่างเห็ดที่พบพร้อมถ่ายรูป และเก็บตัวอย่างเห็ดที่ได้นำมาบรรจุถุงกระดาษสำหรับเก็บเห็ด นำมายังห้องปฏิบัติการ

2. ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา

2.1 บันทึกลักษณะทั่วไปที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น โครงสร้าง สี และชนิดของเห็ดที่เก็บมา ได้ แล้วนำมาถ่ายรูป

2.2 การนำดอกเห็ดไปทำการพิมพ์สีสปอร์

การทำสปอร์

ตัดเอาหมวกเห็ดวางคว่ำลงบนกระดาษขาวหรือดำ ตั้งทิ้งไว้ในที่ที่ไม่มีลมประมาณ 5-6 ชั่วโมง เพื่อให้สปอร์บนครีบทกลงบนกระดาษ ก็จะเห็นสีของสปอร์ชัดเจนเมื่อเอาหมวกเห็ดออก

2.3 นำตัวอย่างเห็ดที่ได้ไปอบแห้ง

การอบแห้ง

นำตัวอย่างเห็ดมาอบแห้งโดยการนำดอกเห็ดมาวางบนกระดาษ ควรคว่ำดอกเห็ดลงให้ครีบบอยู่ ด้านใต้เพื่อป้องกันครีบลูกน้ำ จากนั้นนำไปใส่ตู้อบ ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เมื่อเห็ดดอกเห็ดแห้งสนิทแล้วให้นำดอกเห็ดมาบรรจุใส่ถุงกระดาษที่ปราศจากความชื้น เก็บตัวอย่างเห็ดไว้ศึกษาต่อไป

3. การแยกเชื้อเห็ดที่เก็บมา

การเจียเชื้อเห็ดลงบนอาหารวุ้นที่เตรียมไว้จำเป็นต้องอาศัยเทคนิคการปลอดเชื้อปลอดปน (Aseptic Technique) และผู้ปฏิบัติจำเป็นต้องฝึกปฏิบัติให้มีความชำนาญ และต้องปฏิบัติภายในตู้เจียเชื้อ การแยกเนื้อเยื่อเห็ดลงบนอาหารวุ้น ดังนี้

1. นำอุปกรณ์ที่จะใช้ในการเจียเชื้อประกอบด้วย อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ดอกเห็ดที่ยังไม่บานเต็ม เจียเชื้อตะเกียงแอลกอฮอล์ มีดผ่าตัด แอลกอฮอล์ 95% คีมปากแหลม ใส่ในตู้เจียเชื้อแล้วเปิด UV ไว้ประมาณครึ่งชั่วโมง
2. นำมีดผ่าตัด และเข็มเจียเชื้อจุ่มลงในแอลกอฮอล์แล้วลนไฟ
3. ผ่าครึ่งดอกเห็ดนำมีดผ่าตัดที่ลนไฟแล้วตัดเฉพาะเนื้อเยื่อดอกเห็ดที่อยู่ภายในให้เป็นชิ้น สี่เหลี่ยมเล็กๆ
4. นำจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ลนไฟเพื่อฆ่าเชื้อ จับเข็มเจียเชื้อจุ่มใน แอลกอฮอล์ แล้ว ลนไฟปล่อยให้เย็นสักครู่ ใช้เข็มเจียเชื้อจิกเนื้อเยื่อเห็ดที่ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ มาวางบน อาหาร 5 จุดของจานอาหารเลี้ยงเชื้อ แล้วพันด้วยพาราฟิน ใส่ถุงพลาสติกรัดด้วยยางรัด
5. นำไปบ่มที่อุณหภูมิห้องนาน 7 วัน และสังเกตการณ์เจริญของเส้นใย

4. การแยกเชื้อเห็ดให้บริสุทธิ์

หลังจากได้เชื้อเห็ดที่ปลอดการปนเปื้อนจากเชื้อราและแบคทีเรียแล้ว ทำการแยกเชื้อให้บริสุทธิ์ โดยเทคนิคการปลอดเชื้อปลอดปน (Aseptic Condition Technique) ดังนี้

1. เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA
2. นำอุปกรณ์ที่จะใช้ในการเจียเชื้อประกอบด้วย อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เข็มเจียเชื้อ ตะเกียงแอลกอฮอล์ แอลกอฮอล์ 95% คีมปากแหลม Plate อาหารที่มีเชื้อเห็ดที่บริสุทธิ์แล้ว
3. ใช้เข็มเจียเชื้อตัดอาหารวุ้นที่มีเส้นใยของเชื้อเห็ดตรงบริเวณปลายเส้นใยเพราะตรงจุดนี้เป็น เส้นใยที่ยังไม่แก่จะเจริญได้ดีในอาหาร ตัดให้เป็นรูปสี่เหลี่ยม แล้วจึงใช้เข็มเจียเชื้อที่ลนไฟแล้วปล่อย ให้เย็นจิกเอาชิ้นวุ้นมาวางในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ใหม่ วาง 3 จุดของจานอาหารเลี้ยงเชื้อ
4. นำจานอาหารวุ้น PDA ใส่ถุงรัดด้วยยางรัดให้เรียบร้อย แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิห้องนาน 7 วัน สังเกตการณ์เจริญของเส้นใย
5. เก็บเชื้อใส่ slant ทำเป็น stock culture

5. การศึกษาการเจริญของเชื้อราออกโตไมคอร์ไรซาในอาหาร 4 สูตร

โดยเทคนิคการปลอดเชื้อปลอดปน (Aseptic Condition Technique) ดังนี้

1. เตรียมอาหาร 4 สูตร ซึ่งประกอบด้วย PDA MA CM และ MS

2. นำอุปกรณ์ที่จะใช้ในการเชื้อเชื้อประกอบด้วย อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA MA CM และ MS เจ็มเชื้อเชื้อ ตะเกียงแอลกอฮอล์ แอลกอฮอล์ 95% คีมปากแหลม Plate อาหารที่มีเชื้อเห็ดที่บริสุทธิ์แล้ว และ Pasture pipette ที่หนึ่งฆ่าเชื้อแล้วใส่ในตู้เชื้อเชื้อ

3. ใช้ Pasture pipette ที่มีรูกลงในอาหารวุ้นตรงปลายของเส้นใยของเชื้อเห็ด แล้วจึงใช้เข็มเชื้อเชื้อจิกเอาชิ้นวุ้นมาวางในอาหารเลี้ยงเชื้อ ทั้ง 4 สูตรโดยทำการวางตรงกลางของจานอาหารเลี้ยงเชื้อ

6. การวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินที่มีไมคอร์ไรซา

เก็บตัวอย่างดินบริเวณใต้ต้นไม้ที่เห็ดขึ้น เก็บมาประมาณ 5 กรัม ใส่ถุงพลาสติกไว้ แล้วนำไปแช่ในตู้เย็น

6.1 การวิเคราะห์ไนโตรเจน (Total-N) ในดิน

การวิเคราะห์หาไนโตรเจนทั้งหมดในดินโดยวิธี Kjeldahl method ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนดังนี้

วิธีการ

- 1) การย่อยสลายตัวอย่างดิน มีขั้นตอนดังนี้
 - ชั่งตัวอย่างดิน 1.00 กรัม ใส่ลงในขวดสำหรับย่อย แล้วใส่ $K_2Cr_2O_7$ 1 N จำนวน 10 มล. แล้วเติมกรด H_2SO_4 15 มล.
 - นำขวดสำหรับย่อยใส่ลงในชุดอุปกรณ์สำหรับย่อย โดยใช้อุณหภูมิในการย่อยที่ $420^\circ C$ เป็นเวลา 30 นาที

2) การกลั่น

นำตัวอย่างที่ย่อยแล้วมากลั่น โดยใช้ น้ำกลั่นชะเศษตัวอย่างบริเวณรอบขวด แล้วต่อเข้ากับชุดเครื่องมือกลั่น แล้วเครื่องกลั่นจะดำเนินการเติมน้ำและ NaOH 40% 50 มล. เอง นำขวดชมพู่ขนาด 250 มล. ที่บรรจุ Boric acid indicator 2% จำนวน 20 มล. ไปตวงบริเวณก้นของ condenser โดยให้ปลายของสาย condenser จุ่มลงใน สารละลาย Boric acid indicator 2% กลั่นจนครบกระบวนการ โดยสีของ Boric acid indicator 2% จะเปลี่ยนจากสีม่วงแดงไปเป็นสีเขียว

3) การไทเตรต

นำตัวอย่างที่ได้จากการกลั่น มาไทเตรตด้วย standard H_2SO_4 (0.01N) สีของสารละลายจะเปลี่ยนจากสีเขียวกลับมาเป็นสีม่วงแดง จดปริมาตรของ standard H_2SO_4 (0.02N) ที่ใช้

- 4) ดำเนินการทำตัวอย่าง Blank เช่นเดียวกับตัวอย่างดินแต่ไม่ต้องใส่ตัวอย่างดิน

การคำนวณ

$$\% \text{ Total-N} = (A - B) \times C \times 14 \times 100 / 1000 \times \{\text{wt. Of soil sample (g)}\}$$

A = มิลลิลิตรของ standard H_2SO_4 (0.02 N) ที่ใช้

B = มิลลิลิตรของ standard H_2SO_4 (0.02 N) ที่ใช้กับ Blank

C = ความเข้มข้นของ standard H_2SO_4 (0.02 N)

14 = น้ำหนักสมมูลของไนโตรเจน

6.2 วิธีการวิเคราะห์ฟอสฟอรัส (Available phosphorus)

วิธี Bray II (0.1N HCl + 0.03 NH_4F)

น้ำยาสกัด Bray II มีส่วนผสมของกรด HCl และ NH_4F จึงสามารถสกัดฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปที่ละลายง่ายในกรด ในแคลเซียมฟอสเฟต (Ca-P) และบางส่วนของเหล็กฟอสเฟต (Fe-P) และอะลูมิเนียมฟอสเฟต (Al-P) ขณะเดียวกัน NH_4F ก็สามารถสกัด อะลูมิเนียมฟอสเฟต (Al-P) และเหล็กฟอสเฟต (Fe-P) ได้ดีเช่นกัน เนื่องจากในน้ำยาสกัดที่เป็นกรดนั้น F^- จะรวมกับ Al และ Fe เกิด complexing ion ขึ้นทำให้ฟอสฟอรัสที่ถูกยึดไว้โดย Al และ Fe ถูกปลดปล่อยออกมา ดังนั้นยาสกัดนี้จึงสามารถสกัดอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรูปต่าง ๆ ออกมาได้

วิธีการ

1) วิธีสกัดดิน

- ชั่งดิน 2.5 กรัม ใส่ใน erlenmeyer flask ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมน้ำยาสกัด Bray II 20 มิลลิลิตร (อัตราส่วนดิน: น้ำยาสกัด = 1: 10) เขย่าด้วยมือ 40 วินาที แล้วกรองทันทีด้วยกระดาษกรอง Whatman No. 5

2) วิธีวิเคราะห์

- เตรียมสารละลายมาตรฐานจาก Standard P solution 5 $\mu\text{g P / ml}$. โดยดูดสารละลาย 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิลิตร ใส่ใน volumetric flask ขนาด 25 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นลงไปประมาณ 15 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำยา Ascorbic acid ลงไป 5 มิลลิลิตร ปรับให้ได้ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ปิดจุกเขย่าให้เข้ากัน จะได้ Standard P solution 0.2 , 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 $\mu\text{g P / ml}$. ตามลำดับ

สำหรับสารละลายดินนั้น ดูดน้ำตัวอย่าง 5 มิลลิลิตรใส่ลงใน volumetric flask ขนาด 25 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นประมาณ 10 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำยา Ascorbic acid 5 มิลลิลิตร ปรับให้ได้ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ปิดจุกเขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้อย่างน้อย 10 นาที จะได้สารละลายสีน้ำเงินที่คงที่ (stable) นานถึง 24 ชั่วโมง นำสารละลายสีน้ำเงินดังกล่าวไปวัดความเข้มข้นของสี โดยเทียบกับสารละลายมาตรฐานด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ wavelength 882 nm. จากการอ่านค่าซึ่งเป็น % T หรือ % A ทำให้ได้ standard curve ซึ่งสามารถใช้ในการเปรียบเทียบและคำนวณค่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในสารละลายได้

3) วิธีคำนวณ Avai.P (ppm)

$$= \frac{\text{ปริมาณน้ำยา Bray II ที่ใช้สกัด (มล.)} \times \text{ปริมาตรขวดที่ใช้เจือจาง (มล.)} \times \text{ปริมาตร P ที่อ่านจากกราฟ}}{\text{น้ำหนักดินที่ใช้สกัด (กรัม)} \times \text{ปริมาตรสิ่งสกัดที่นำมาเจือจาง}}$$

4) ข้อสังเกตและข้อเสนอแนะ

ปกติแล้ว F จะ interfere การเกิดสีน้ำเงิน ซึ่งแก้ไขได้โดยการเติม saturated boric acid แต่ตามวิธี ของ Bray II ไม่พบการ interfere จาก F ที่มาจากน้ำยาสกัด

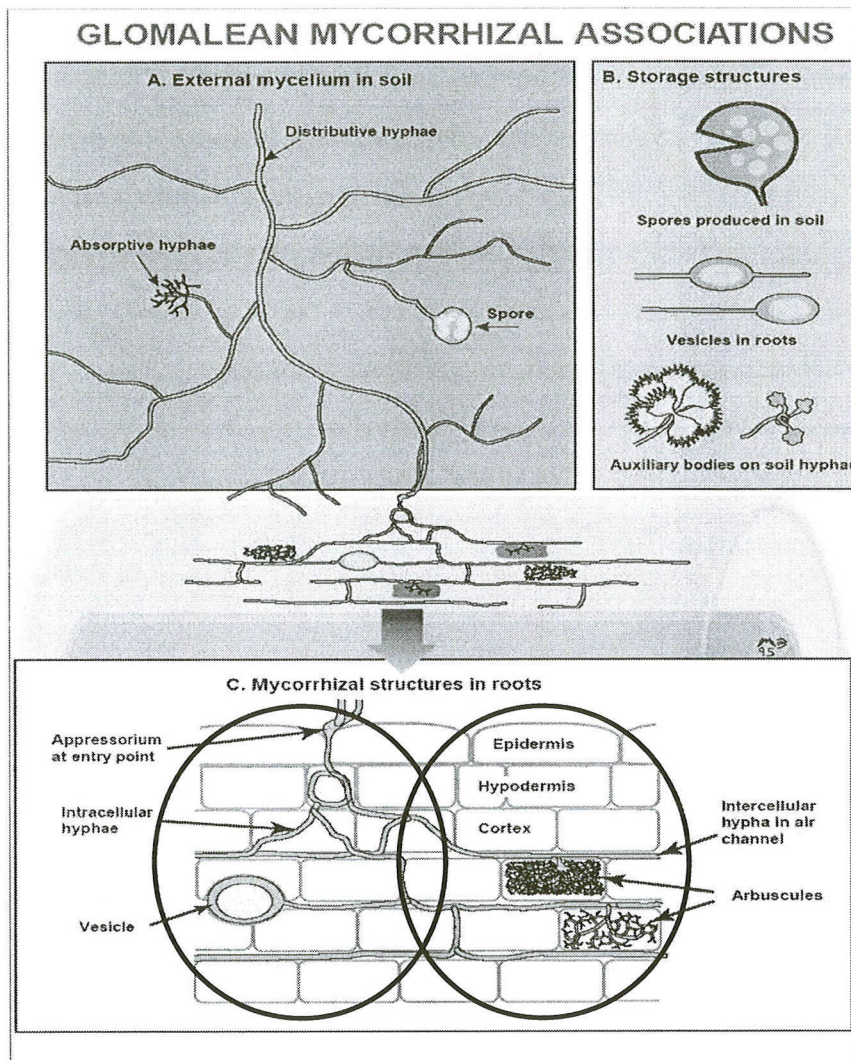
6.3 การวิเคราะห์โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม

วิธีการ

1. ชั่งดินขนาด 2 mm. 2.5 g ลงใน Centrifuge tube 50 ml เติมน้ำยาสกัดแอม โมเนียมอะซิเตท (NH_4OAc) 1 N pH 7) 25 ml. ปิดฝาเขย่า 30 นาที
2. กรองด้วยกระดาษกรอง No. 1
3. นำสารละลายที่กรองได้ไปอ่านค่าความเข้มข้นของธาตุอาหารทั้ง 3 โดยใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) และเทียบกับสารละลายมาตรฐาน

7. เก็บตัวอย่างรากเพื่อนำมาส่งดูการเข้าอาศัยของเอกโตไมคอร์ไรซาภายในรากด้วยกล้องจุลทรรศน์

1. เตรียมสไลด์ที่สะอาดแล้ว
2. นำรากที่เก็บมาแช่แอลกอฮอล์ 70% และนำรากมาตัดยาวประมาณ 0.5 cm.
3. นำสไลด์ที่เตรียมไว้หยดด้วย แลคโตฟีนอล 1 หยดบนสไลด์
4. นำรากที่ตัดแล้วมาวางบนสไลด์ จากนั้นนำ cover glass ปิดแล้วใช้ยางลบกดเบา ๆ
5. นำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ที่กำลังขยาย 40X และ 100X



ภาพที่ 5.1 การตรวจดูเอกโตไมคอร์ไรซาในรากพืช (ที่มา : mycorrhiza.ag.utk.edu/mimag.htm)

- A) ลักษณะการเจริญของเส้นใยนอกรากพืช
- B) แสดงการสร้างเวสิเคิลเพื่อการเก็บสะสมอาหารในรากพืช และการสร้างสปอร์บนเส้นใยนอกรากพืช
- C) โครงสร้างของไมคอร์ไรซาในรากพืช

การเก็บผลการทดลอง

1. สักรวและเก็บตัวอย่างเห็ดบริเวณมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพะเยา
2. การวัดอัตราการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดราเอกโตไมคอร์ไรซาวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยวัดจากวันที่ 3, 5, 7
3. วิเคราะห์ธาตุอาหาร
4. หา % การเข้าอาศัยของเห็ดราเอกโตไมคอร์ไรซาในรากพืช

ผลการศึกษาวิจัย

1. สำรวจและเก็บตัวอย่างเห็ดบริเวณมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพะเยา

จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างเห็ดบริเวณป่า มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพะเยา 2 บริเวณ คือ ป่าบริเวณพระตำหนัก และป่าหลังตึกวิทยาศาสตร์ พบเห็ด 22 ชนิด เป็นเห็ดที่สามารถรับประทานได้ 13 ชนิด และเห็ดที่รับประทานไม่ได้ 9 ชนิด ซึ่งเป็นเห็ดเอกโตไมคอร์ไรซา 13 ชนิด ได้แก่ เห็ดแดงกุหลาบ (*Russula rosacea* Pers. Ex. S.F. Gray) เห็ดแดงน้ำหมาก (*Russula emetica*) เห็ดตับเต่า (*Boletus colossus* Heim) เห็ดเผาะ (*Astraeus hygrometricus*) เห็ดข่า (*Lactarius flavidulus* Imai.) เห็ดไข่ขาว (*Amanita chepangiana* Tulloss & Bhandary) เห็ดน้ำแป้ง (*Russula alboareolata* Hongo) เห็ดขิง (*Lactarius d liciosus*) เห็ดพุงหมู (*Russula foetens* Fr.) เห็ดถ่านเล็ก (*Russula densifolia* (Sevr.) Gill) เห็ดตับเต่า (Boletaceae) และเห็ดไข่เหือง (*Amanita hemibapha*) (ตารางที่ 5.1, ภาพที่ 5.2)

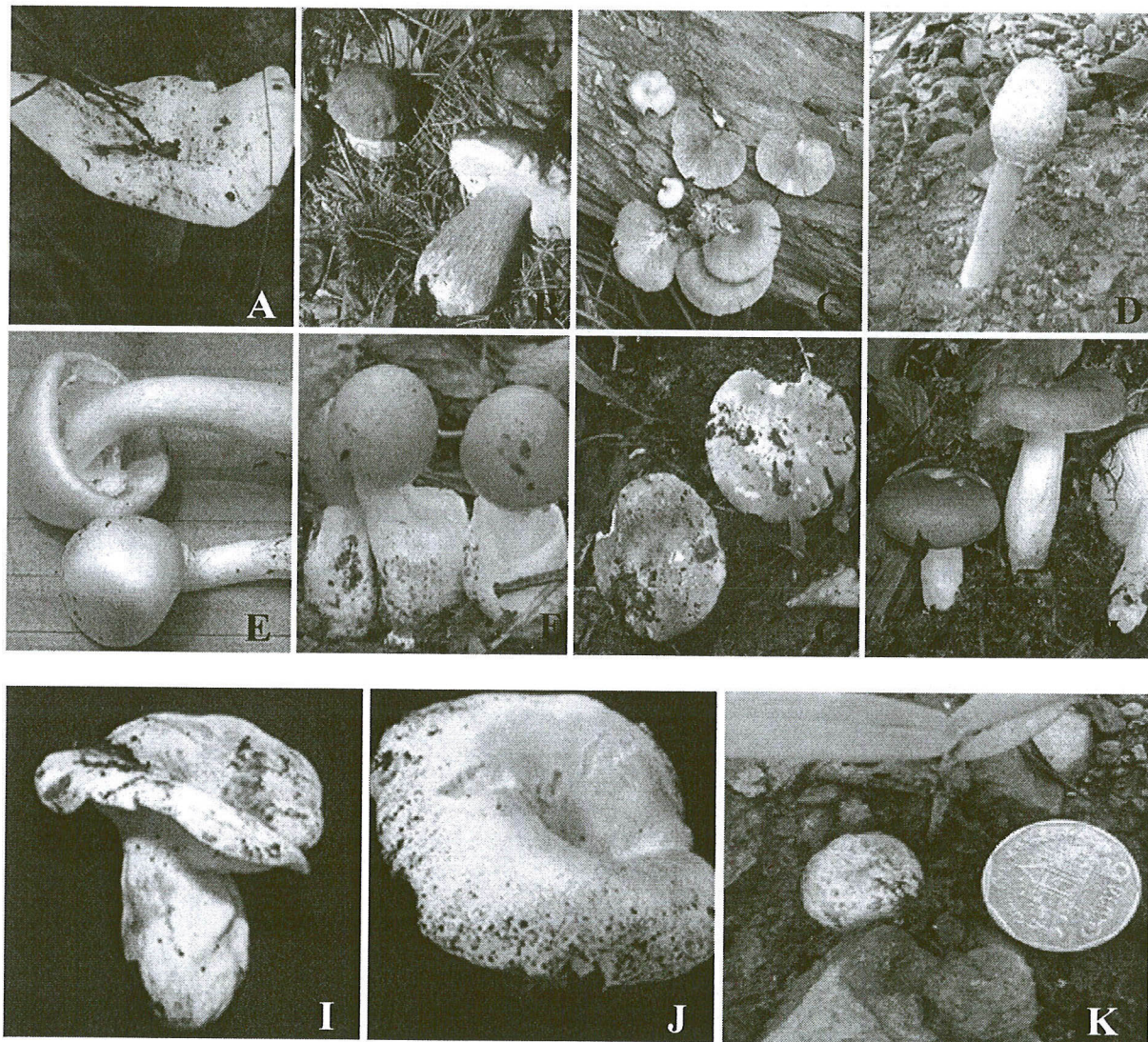
2. การวัดอัตราการเจริญเติบโตของเห็ดราเอกโตไมคอร์ไรซาบนอาหาร 4 ชนิด

เห็ดตับเต่า (Boletaceae)

จากการทดลองพบว่าสามารถแยกเชื้อได้ 3 ชนิด คือ เห็ดตับเต่า, เห็ดพิษ และเห็ดไข่ขาว เมื่อได้เชื้อที่บริสุทธิ์แล้วนำมาเลี้ยงในอาหารทั้ง 4 สูตร คือ PDA MA CM และ MS การเจริญของเส้นใยโดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางทุกวันทั้ง 3 5 และ 7 พบว่าวันที่ 7 เห็ดตับเต่าที่เพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS มีอัตราการเจริญของเส้นใยได้ดีที่สุด และมีเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีสูงกว่าการเจริญในอาหารชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีเท่ากับ 1.42 ซม. ในขณะที่เชื้อเห็ดตับเต่าที่เลี้ยงในอาหารสูตรอื่นๆ ได้แก่ PDA CM และ MA มีเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีเท่ากับ 0.86 0.58 และ 0.86 ซม. ตามลำดับ (ตารางที่ 5.2, ภาพที่ 5.3-5.4)

ตารางที่ 5.1 ชนิดเห็ดที่พบในบริเวณมหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา

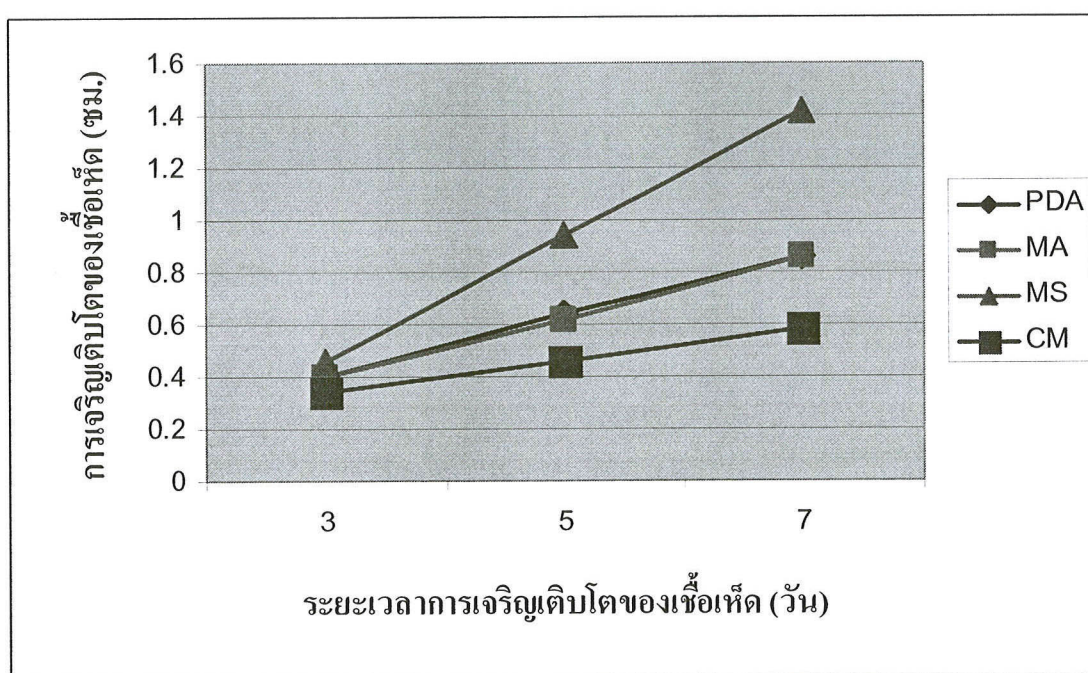
ชื่อวงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อท้องถิ่น	ชนิด	ประเภทของเห็ด
Boletaceae	<i>Boletus colossus</i> Heim	เห็ดตับเต่า, เห็ดหัว, เห็ดผึ้ง	Mycorrhiza	รับประทานได้
Russulaceae	(<i>Russula rosacea</i> Pers. Ex. S.F. Gray)	เห็ดแดง, เห็ดแดงกุหลาบ	Mycorrhiza	รับประทานได้
Russulaceae	<i>Russula alboareolata</i> Hongo	เห็ดน้ำแป้ง	Mycorrhiza	รับประทานได้
	<i>Chlorophyllum molybdites</i> (Meyer ex Fr.) Mass	เห็ดหัวกรวดครีบกเขียว, เห็ดกระโดนดินดำ		รับประทานไม่ได้
Russulaceae	<i>Russula emetica</i>	เห็ดแดงน้ำหมาก, เห็ดก่อ	Mycorrhiza	รับประทานได้
Russulaceae	<i>Lactarius d liciosus</i>	เห็ดจิง	Mycorrhiza	รับประทานได้
Russulaceae	<i>Russula foetens</i> Fr.	เห็ดพุงหมู	Mycorrhiza	รับประทานได้
Russulaceae	<i>Russula densifolia</i> (Sevr.) Gill	เห็ดถ่านเล็ก	Mycorrhiza	รับประทานได้
Lentinaceae	<i>Lentinus polychrous</i> Lev.	เห็ดลม, เห็ดบด	saprobe	รับประทานได้
Astraeaceae	<i>Astraeus hygrometricus</i> (Pers.) Morgan	เห็ดเผาะ	Mycorrhiza	รับประทานได้
Auriculariaceae	<i>Auricularia auricular</i>	เห็ดหูหนู, เห็ดหูวัว	saprobe	รับประทานได้
Boletaceae		ตระกูลเดียวกับตับเต่า	Mycorrhiza	รับประทานไม่ได้
	<i>Amanita pantherina</i>			เห็ดพิษ
Boletaceae	<i>Lactarius flavidulus</i> Imai	เห็ดข่า	Mycorrhiza	รับประทานได้
	<i>Amanita sp.</i>			เห็ดพิษ
	<i>Amanita sp.</i>			เห็ดพิษ
	<i>Amanita sp.</i>			เห็ดพิษ
	<i>Amanita sp.</i>			เห็ดพิษ
	<i>Amanita sp.</i>		saprobe	เห็ดพิษ
Boletaceae		ตระกูลตับเต่า	Mycorrhiza	รับประทานไม่ได้
Pluteaceae	<i>Amanita chepangiana</i> Tulloss & Bhandary	เห็ดไข่ขาว	Mycorrhiza	รับประทานได้
Amanitaceae	<i>Amanita hemibapha</i>	เห็ดไข่เหลือง	Mycorrhiza	รับประทานได้



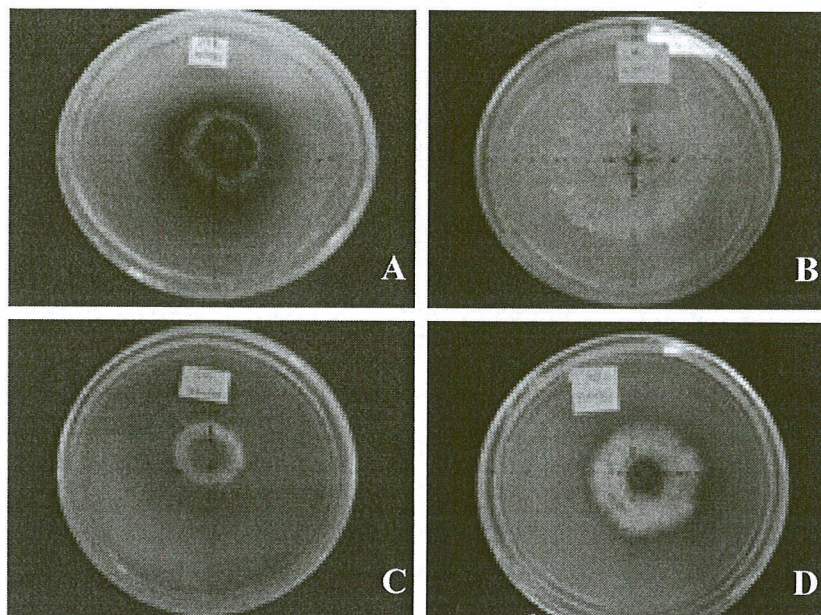
ภาพที่ 5.2 ลักษณะดอกเห็ดที่สำรวจพบ; A: เห็ดข่า (*Lactarius flavidulus* Imai) B: เห็ดตับเต่า (*Boletus colossus* Heim) C: เห็ดลม (*Lentinus polychrous* Lev.) D: เห็ดหัวกรวดครึ่งเขียว (*Chlorophyllum molybdites* (Meyer ex Fr.) Mass) E: เห็ดไข่ขาว (*Amanita chepangiana* Tulloss & Bhandary) F: เห็ดไข่เหลือง (*Amanita hemibapha*) G: เห็ดแดงน้ำหมาก (*Russula emetica*) H: เห็ดแดงกุหลาบ (*Russula rosacea* Pers. Ex. S.F. Gray) I: เห็ดขิง (*Lactarius deliciosus*) J: เห็ดถ่านเล็ก (*Russula densifolia* (Sevr.) Gill) K: เห็ดเผาะ (*Astraeus hygrometricus* (Pers.) Morgan)

ตารางที่ 5.2 การเจริญของเส้นใยของเห็ดตับเต่าที่เพาะเลี้ยงในอาหาร 4 สูตร ครบ 7 วัน

สูตรอาหาร	เส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนี (CM)	อัตราการเจริญเฉลี่ยต่อวัน
PDA	0.86b	0.12
MA	0.86b	0.12
MS	1.42a	0.2
CM	0.58c	0.08



ภาพที่ 5.3 การเจริญของเส้นใยของเห็ดตับเต่าที่เพาะเลี้ยงในอาหาร 4 สูตร (PDA MA CM และ MS)



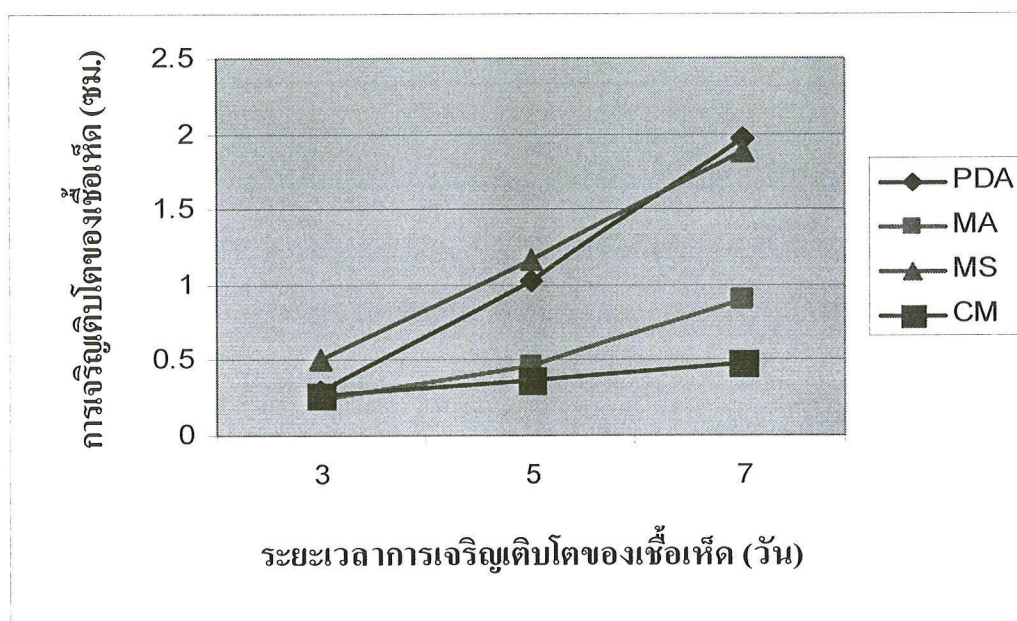
ภาพที่ 5.4 การเจริญของเส้นใยของเห็ดตับเต่าที่เพาะเลี้ยงในอาหาร 4 สูตร; A= อาหารสูตร PDA, B= อาหารสูตร MS, C= อาหารสูตร CM, D= อาหารสูตร MA

เห็ดพิษ (*Amanita* sp.)

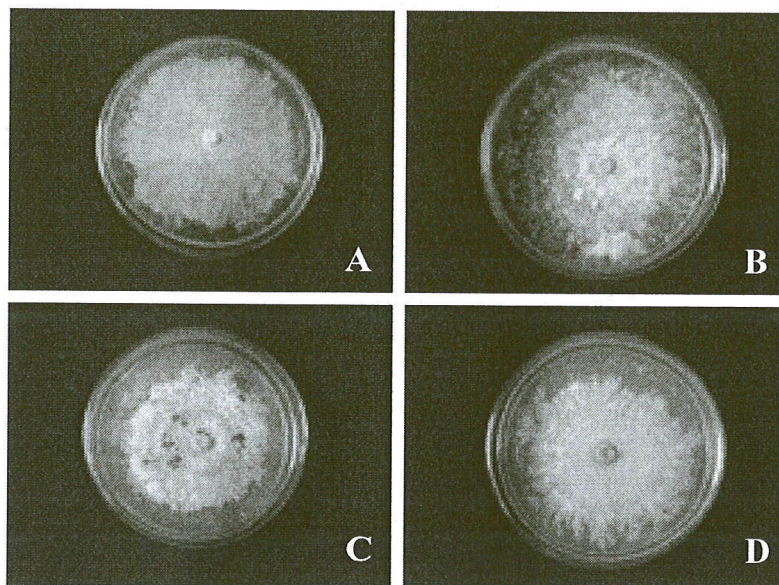
การเพาะเลี้ยงเชื้อเห็ดพิษในอาหาร 4 สูตร พบว่าวันที่ 7 เห็ดพิษที่เพาะเลี้ยงในอาหารสูตร PDA มีการเจริญของเส้นใยได้ดีที่สุด โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีเท่ากับ 1.96 ซม. มีอัตราการเจริญเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 0.28 ซม.ต่อวัน แต่ไม่มีความแตกต่างของการเจริญของเห็ดชนิดนี้ในอาหารสูตร MS ซึ่งมีเส้นใยมีเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีเท่ากับ 1.88 ซม. มีอัตราการเจริญเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 0.27 ซม.ต่อวัน แต่พบว่าการเจริญของเชื้อเห็ดชนิดนี้นับอาหารสูตร PDA และ MS มีเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีแตกต่างกับการเจริญบนอาหารสูตร MA และ CM ซึ่งมีอัตราการเจริญของเส้นใยมีเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนี เท่ากับ 0.9 และ 0.48 ซม. ตามลำดับ และมีอัตราการเจริญเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 0.13 และ 0.07 ซม.ต่อวัน ตามลำดับ (ตารางที่ 5.3, ภาพที่ 5.5-5.6)

ตารางที่ 5.3 การเจริญของเส้นใยของเห็ดพิษที่เพาะเลี้ยงในอาหาร 4 สูตร ครบ 7 วัน

สูตรอาหาร	เส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนี (CM)	อัตราการเจริญเฉลี่ยต่อวัน
PDA	1.96a	0.28
MA	0.9b	0.13
MS	1.88a	0.27
CM	0.48b	0.07



ภาพที่ 5.5 การเจริญของเส้นใยของเห็ดพิษที่เพาะเลี้ยงในอาหาร 4 สูตร (PDA MA CM และ MS)



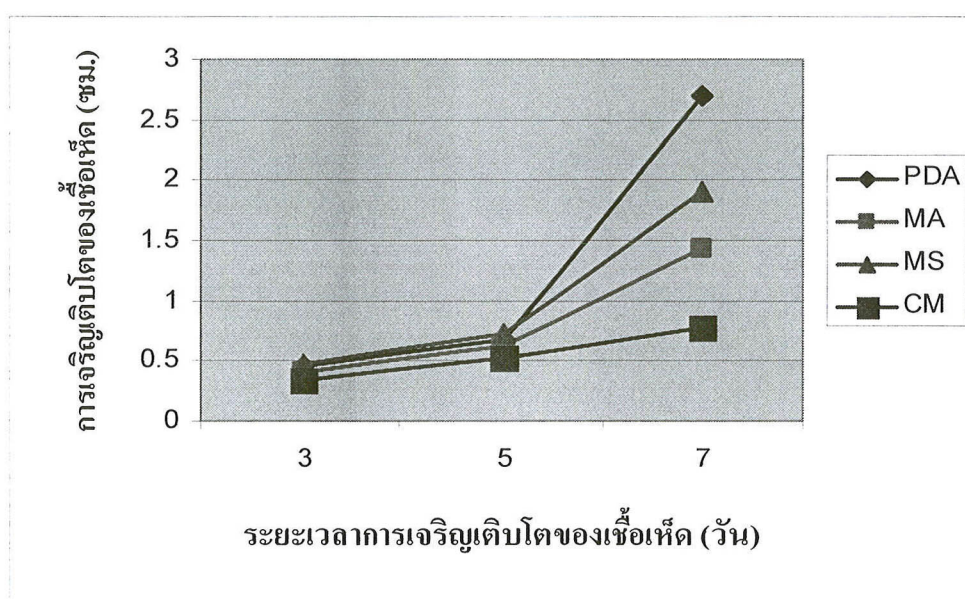
ภาพที่ 5.6 การเจริญของเส้นใยของเห็ดพิษที่เพาะเลี้ยงในอาหาร 4 สูตร; A=อาหารสูตร PDA, B=อาหารสูตร MS, C=อาหารสูตร CM, D=อาหารสูตร MA

เห็ดไข่ขาว (Pluteaceae)

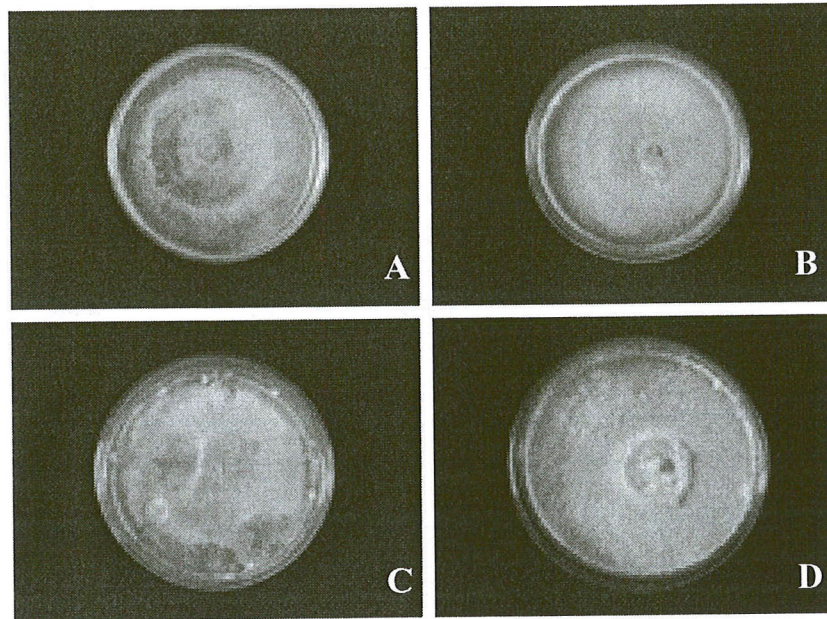
การเพาะเลี้ยงเชื้อเห็ดไข่ขาวในอาหาร 4 สูตร พบว่าวันที่ 7 เห็ดไข่ขาวที่เพาะเลี้ยงในอาหารสูตร PDA มีอัตราการเจริญของเส้นใยได้ดีที่สุด โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนี เท่ากับ 2.7 ซม. มีอัตราการเจริญเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 0.39 ซม.ต่อวัน แต่พบว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนี ไม่แตกต่างกับการเจริญในอาหารสูตร MS โดยมีอัตราการเจริญของเส้นใยมีเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนี เท่ากับ 1.9 ซม. มีอัตราการเจริญเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 0.27 ซม.ต่อวัน แต่พบว่าอัตราการเจริญมีแตกต่างกับอาหารสูตร CM ซึ่งมีอัตราการเจริญของเส้นใยมีเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีเท่ากับ 0.78 ซม. มีอัตราการเจริญเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 0.11 ซม.ต่อวัน ส่วนอาหารสูตร MA มีอัตราการเจริญของเส้นใยมีเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีเท่ากับ 1.44 ซม. มีอัตราการเจริญเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 0.21 ซม.ต่อวัน ไม่มีความแตกต่างกับอาหารสูตร MS และ CM (ตารางที่ 5.4, ภาพที่ 5.7-5.8)

ตารางที่ 5.4 การเจริญของเส้นใยของเห็ดไข่ขาวที่เพาะเลี้ยงในอาหาร 4 สูตร ครบ 7 วัน

สูตรอาหาร	เส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนี (CM)	อัตราการเจริญเฉลี่ยต่อวัน
PDA	2.7a	0.39
MA	1.44bc	0.21
MS	1.9ab	0.27
CM	0.78c	0.11



ภาพที่ 5.7 การเจริญของเส้นใยของเห็ดไข่ขาวที่เพาะเลี้ยงในอาหาร 4 สูตร (PDA MA CM และ MS)



ภาพที่ 5.8 การเจริญของเส้นใยของเห็ดไข่ขาวที่เพาะเลี้ยงในอาหาร 4 สูตร; A=อาหารสูตร PDA, B=อาหารสูตร MS, C=อาหารสูตร CM, D=อาหารสูตร MA

3. วิเคราะห์ธาตุอาหาร

การวิเคราะห์ธาตุอาหาร ที่เก็บตัวอย่างดินได้ต้นไม้ที่มีเห็ดขึ้น ในบริเวณป่าพระตำหนัก และป่าหลังตึกวิทยาศาสตร์ ส่วนมากดินจะมีค่า pH อยู่ประมาณ 6.66-7.20 ซึ่งมีค่าเป็นกลาง เมื่อเทียบจากตารางแสดงปฏิกิริยาดินหรือความเป็นกรด - ด่างของดิน การวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุในดิน มีระดับของอินทรีย์วัตถุอยู่ที่ 45.40-53.90 g/kg มีระดับของอินทรีย์วัตถุสูงมาก การวิเคราะห์ไนโตรเจนในดิน มีระดับปริมาณไนโตรเจนอยู่ที่ 1.01-1.57 g/kg มีปริมาณไนโตรเจนที่ต่ำ และการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในดิน มีระดับปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ที่ 0.38-2.53 mg/kg มีปริมาณฟอสฟอรัสที่ต่ำมาก (Land Classification Division and FAO Project Staff, (1973), Soil Survey Division Staff, (1993) (ตารางที่ 5.5)

ตารางที่ 5.5 การวิเคราะห์ธาตุอาหาร

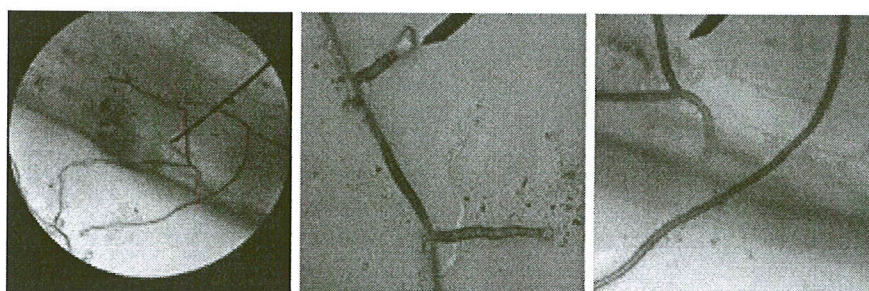
สถานที่เก็บตัวอย่างดิน	ความเป็นกรด – ต่าง			อินทรีย์วัตถุในดิน		ไนโตรเจน		ฟอสฟอรัส	
	ตัวอย่างดิน	pH	ความเป็นกรด – ต่าง	OM (g/kg)	อินทรีย์วัตถุในดิน	N (g/kg)	ปริมาณไนโตรเจนรวม	P (mg/kg)	ปริมาณฟอสฟอรัส
ป่าพระตำหนัก	002	6.66	กลาง	45.40	สูงมาก	1.40	ต่ำ	8.35	ค่อนข้างต่ำ
	003	7.10	กลาง	53.20	สูงมาก	1.01	ต่ำ	11.65	ปานกลาง
	004	5.71	กรดปานกลาง	51.80	สูงมาก	1.40	ต่ำ	3.12	ต่ำ
	005	5.71	กรดปานกลาง	51.20	สูงมาก	1.68	ต่ำ	2.19	ต่ำมาก
	006	6.28	กรดเล็กน้อย	48.80	สูงมาก	1.46	ต่ำ	1.16	ต่ำมาก
	007	4.82	กรดจัดมาก	16.70	ปานกลาง	0.56	ต่ำมาก	0.38	ต่ำมาก
	008	6.86	กลาง	52.50	สูงมาก	1.40	ต่ำ	5.01	ต่ำ
	009	5.79	กรดปานกลาง	53.20	สูงมาก	1.46	ต่ำ	1.38	ต่ำมาก
ป่าหลังวัดกวิญฯ	018	6.36	กรดเล็กน้อย	53.90	สูงมาก	1.40	ต่ำ	1.75	ต่ำมาก
	019	6.35	กรดเล็กน้อย	44.70	สูง	1.12	ต่ำ	1.93	ต่ำมาก
	020	6.01	กรดปานกลาง	52.90	สูงมาก	1.46	ต่ำ	4.09	ต่ำ
	021	5.66	กรดปานกลาง	39.20	สูง	1.23	ต่ำ	1.34	ต่ำมาก
	022	7.06	กลาง	34.80	ค่อนข้างสูง	1.12	ต่ำ	1.64	ต่ำมาก
	024	6.90	กลาง	43.70	สูง	1.23	ต่ำ	1.27	ต่ำมาก
	025	7.20	กลาง	49.50	สูงมาก	1.57	ต่ำ	2.53	ต่ำมาก
	026	5.57	กรดจัด	52.90	สูงมาก	1.57	ต่ำ	1.01	ต่ำมาก

4. เปอร์เซ็นต์ การเข้าอาศัยของเห็ดราเอกโตไมคอร์ไรซาในรากพืช

เก็บตัวอย่างรากพืชเพื่อนำมาส่องดูการเข้าอาศัยของเอกโตไมคอร์ไรซาภายในรากด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบว่ารากพืชที่มีเห็ดแครงน้ำหมากขึ้นอยู่ด้วย มีเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยของเอกโตไมคอร์ไรซามากที่สุดเท่ากับ 62.63% ไม่แตกต่างกันกับเห็ดน้ำแป้งมีเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยของเอกโตไมคอร์ไรซาเท่ากับ 47.83 แต่แตกต่างกันกับเห็ดตับเต่า เห็ดแครงกุหลาบ เห็ดเผาะ เห็ดขิง เห็ดพิช (1) เห็ดพิช (2) และเห็ดพิช (3) ตามลำดับ มีเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยของเอกโตไมคอร์ไรซาเท่ากับ 23.89 16.52 23.76 26.08 22.91 29.67 และ 29.44% ตามลำดับ แต่เห็ดน้ำแป้ง ไม่แตกต่างกันกับเห็ดตับเต่า เห็ดแครงกุหลาบ เห็ดเผาะ เห็ดขิง เห็ดพิช (1) เห็ดพิช (2) และเห็ดพิช (3) (ตารางที่ 5.6, ภาพที่ 5.9)

ตารางที่ 5.6 เปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยของเห็ดราเอกโตไมคอร์ไรซาในรากพืช

ชื่อเห็ด	เปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยของเอกโตไมคอร์ไรซาในรากพืช
เห็ดตับเต่า	23.89b
เห็ดแครงกุหลาบ	16.52b
เห็ดน้ำแป้ง	47.83ab
เห็ดแครงน้ำหมาก	62.63a
เห็ดเผาะ	23.76b
เห็ดขิง	26.08b
เห็ดพิช (1)	22.91b
เห็ดพิช (2)	29.67b
เห็ดพิช (3)	29.44b



ภาพที่ 5.9 การเข้าอาศัยของเชื้อราเอกโตไมคอร์ไรซาในรากพืช

สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษาวิจัย

วิจารณ์ผลการศึกษา

จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างเห็ดบริเวณป่า มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพะเยา 2 บริเวณ คือ ป่าบริเวณพระตำหนัก และป่าหลังตึกวิทยาศาสตร์ พบเห็ด 22 ชนิด เป็นเห็ดที่สามารถรับประทานได้ 13 ชนิด และเห็ดที่รับประทานไม่ได้ 9 ชนิด ซึ่งเป็นเห็ดเอกโตไมคอร์ไรซา 13 ชนิด ได้แก่ เห็ดแดงกุหลาบ (*Russula rosacea* Pers. Ex. S.F. Gray) เห็ดแดงน้ำหมาก (*Russula emetica*) เห็ดตับเต่า (*Boletus colossus* Heim) เห็ดเผาะ (*Astraeus hygrometricus*) เห็ดข่า (*Lactarius flavidulus* Imai.) เห็ดไข่ขาว (*Amanita chepangiana* Tulloss & Bhandary) เห็ดน้ำแป้ง (*Russula alboareolata* Hongo) เห็ดจิง (*Lactarius d. liciosus*) เห็ดพุงหมู (*Russula foetens* Fr.) เห็ดถ่านเล็ก (*Russula densifolia* (Sevr.) Gill) เห็ดตับเต่า (Boletaceae) และเห็ดไข่เหือง (*Amanita hemibapha*) และยังพบว่าเห็ดที่เป็นเอกโตไมคอร์ไรซาจะขึ้นได้พร้อมกับต้นเต็ง โดยเฉพาะเห็ดแดงและเห็ดข่า ซึ่งจำนวนเห็ดที่สำรวจพบมีจำนวนที่น้อยกว่าการสำรวจเห็ดของ (อ้อยอนงค์ และคณะ, 2549) ในพื้นที่ป่าบริเวณมหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา ที่สำรวจพบเห็ดทั้งหมด 37 ชนิด

นำเห็ดที่เก็บมาไปทำการแยกเชื้อโดยเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA พบว่าสามารถแยกเชื้อได้ 3 ชนิด คือ เห็ดตับเต่า, เห็ดพิษ และเห็ดไข่ขาว เมื่อเทียบกับการทดลองของ (อมทรัพย์, 2541) ที่สามารถแยกเชื้อและเลี้ยงให้บริสุทธิ์ได้ 36 ชนิด ซึ่งการแยกเชื้อเห็ดให้บริสุทธิ์โดยใช้เนื้อเยื่อส่วนของก้านดอกเห็ดบางชนิดตรงก้านดอกจะเป็นรุกรุน ข้างในกลวง มีหนอนและแมลง จึงไม่เหมาะสมที่จะนำเนื้อเยื่อส่วนก้านดอกมาแยกเชื้อ จึงควรนำเนื้อเยื่อส่วนอื่น เช่น ส่วนของครีบดอก หรือใช้สปอร์

จากการนำเห็ดทั้ง 3 ชนิดที่แยกเชื้อได้มาเพาะเลี้ยงในอาหาร 4 สูตร คือ PDA MA CM และ MS พบว่าการเพาะเลี้ยงเห็ดตับเต่าในอาหารสูตร MS มีอัตราการเจริญของเส้นใยได้ดีที่สุดมีเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีเท่ากับ 1.42 ซม. ซึ่งเป็นสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงเห็ดตับเต่า เพราะเห็ดที่เป็นเอกโตไมคอร์ไรซาต้องการธาตุอาหารในการเจริญเติบโต เพราะอาหารสูตร MS มีธาตุอาหารมาก (ดีพร้อม, 2552) ส่วนการเพาะเลี้ยงเห็ดพิษ และ เห็ดไข่ขาวในอาหารสูตร PDA มีอัตราการเจริญของเส้นใยได้ดีที่สุดมีเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีเท่ากับ 1.96 และ 2.7 ซม. ตามลำดับ ซึ่งเป็นสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงเห็ดทั้ง 2 ชนิด

การวิเคราะห์ธาตุอาหารที่เก็บตัวอย่างดินได้ดินไม้ที่มีเห็ดขึ้น ในบริเวณป่าพระตำหนัก ส่วนมากดินจะมีค่า pH อยู่ประมาณ 6.66-7.20 ซึ่งมีค่าเป็นกลาง เมื่อเทียบจากตารางแสดงปฏิกิริยาดินหรือความเป็นกรด - ด่างของดิน การวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุในดิน มีระดับของอินทรีย์วัตถุอยู่ที่ 45.40-53.90 g/kg มีระดับของอินทรีย์วัตถุสูงมาก เมื่อเทียบกับตารางการแสดงผลเปอร์เซ็นต์ของอินทรีย์วัตถุและการจำแนกระดับอินทรีย์วัตถุในดิน การวิเคราะห์ไนโตรเจนในดิน มีระดับปริมาณไนโตรเจนอยู่ที่ 1.01-1.57 g/kg มีปริมาณไนโตรเจนที่ต่ำ เมื่อเทียบกับตารางการแสดงผลเปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนและปริมาณ

ไนโตรเจนรวม และการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในดิน มีระดับปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ที่ 0.38-2.53 mg/kg มีปริมาณฟอสฟอรัสที่ต่ำมาก เมื่อเทียบกับตารางการแสดงปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Land Classification Division and FAO Project Staff, (1973), Soil Survey Division Staff, (1993)

เก็บตัวอย่างรากพืชเพื่อนำมาส่งดูการเข้าอาศัยของเอคโตไมคอร์ไรซาภายในรากด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบว่ารากพืชที่มีเห็ดแดงน้ำหมากขึ้นอยู่ด้วย มีเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยของเอคโตไมคอร์ไรซามากที่สุดเท่ากับ 62.63% รองลงมาคือ เห็ดน้ำแป้ง เห็ดตับเต่า เห็ดแดงกุหลาบ เห็ดเผาะ เห็ดขิง เห็ดพิช (1) เห็ดพิช (2) และเห็ดพิช (3) ตามลำดับ มีเปอร์เซ็นต์การเข้าอาศัยของเอคโตไมคอร์ไรซาเท่ากับ 47.83 23.89 16.52 23.76 26.08 22.91 29.67 และ 29.44% ตามลำดับ

สรุปผลการศึกษา

จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างเห็ดบริเวณป่า มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก ระหว่าง เดือน พฤษภาคม - เดือนกรกฎาคม 2552 สำรวจ 2 บริเวณ คือ ป่าบริเวณพระตำหนัก และป่าหลังตึกวิทยาศาสตร์ พบเห็ด 22 ชนิด เป็นเห็ดที่สามารถรับประทานได้ 13 ชนิด และเห็ดที่รับประทานไม่ได้ 9 ชนิด ซึ่งเป็นเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซา 13 ชนิด ได้แก่ เห็ดแดงกุหลาบ (*Russula rosacea* Pers. Ex. S.F. Gray) เห็ดแดงน้ำหมาก (*Russula emetica*) เห็ดตับเต่า (*Boletus colossus* Heim) เห็ดเผาะ (*Astraeus hygrometricus*) เห็ดข่า (*Lactarius flavidulus* Imai.) เห็ดไข่ขาว (*Amanita chepangiana* Tulloss & Bhandary) เห็ดน้ำแป้ง (*Russula alboareolata* Hongo) เห็ดขิง (*Lactarius d. liciosus*) เห็ดพุงหนู (*Russula foetens* Fr.) เห็ดถ่านเล็ก (*Russula densifolia* (Sevr.) Gill) เห็ดตับเต่า (Boletaceae) และเห็ดไข่เหลือง (*Amanita hemibapha*) และยังพบว่าเห็ดที่เป็นเอคโตไมคอร์ไรซาจะขึ้นได้ดีร่วมกับต้นเต็ง โดยเฉพาะเห็ดแดงและเห็ดข่า และยังพบว่าเห็ดที่เป็นเอคโตไมคอร์ไรซาจะขึ้นได้ดีร่วมกับต้นเต็ง โดยเฉพาะเห็ดแดงและเห็ดข่า ได้นำเห็ดที่เก็บมาไปทำการแยกเชื้อโดยเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA พบว่าสามารถแยกเชื้อได้ 3 ชนิด คือ เห็ดตับเต่า, เห็ดพิช และเห็ดไข่ขาว

จากการนำเห็ดที่เก็บมาไปทำการแยกเชื้อโดยเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA พบว่าสามารถแยกเชื้อได้ 3 ชนิด คือ เห็ดตับเต่า, เห็ดพิช และเห็ดไข่ขาว เมื่อได้เชื้อที่บริสุทธิ์แล้วนำมาเลี้ยงในอาหารทั้ง 4 สูตร คือ PDA MA CM และ MS การเจริญของเส้นใยโดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางทุกวันที่ 3 5 และ 7 พบว่าเห็ดตับเต่าที่เพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS มีอัตราการเจริญของเส้นใยได้ดีที่สุด มีเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีเท่ากับ 1.42 ซม. รองลงมาคืออาหารสูตร PDA และ MA ตามลำดับ มีอัตราการเจริญของเส้นใยมีเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีเท่ากับ 0.86 ซม. และอาหารสูตร CM มีอัตราการเจริญของเส้นใยน้อยที่สุดมีเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีเท่ากับ 0.58 ซม. ส่วนการเพาะเลี้ยงเชื้อเห็ดพิชในอาหารสูตร PDA และ MS มีอัตราการเจริญของเส้นใยได้ดีที่สุดมีเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีเท่ากับ 1.96 และ 1.88 ซม. ตามลำดับ รองลงมาคืออาหารสูตร MA และ CM มีอัตราการเจริญของเส้นใยมีเส้น

ผ่านศูนย์กลางของโคโลนีเท่ากับ 0.9 และ 0.48 ซม. ตามลำดับ และการเพาะเลี้ยงเชื้อเห็ดไขขาวในอาหารสูตร PDA มีอัตราการเจริญของเส้นใยได้ดีที่สุดมีเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีเท่ากับ 2.7 ซม. รองลงมาคืออาหารสูตร MS และ MA มีอัตราการเจริญของเส้นใยมีเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีเท่ากับ 1.9 และ 1.44 ซม. ตามลำดับ และอาหารสูตร CM มีอัตราการเจริญของเส้นใยน้อยที่สุดมีเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีเท่ากับ 0.78 ซม.

เอกสารอ้างอิง

- กรมป่าไม้. 2548. ยูคาลิปตัส คามาลดูลენซิส (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn.). ส่วนปลูกป่าภาคเอกชน สำนักส่งเสริมการปลูกป่ากรมป่าไม้ กรุงเทพฯ. 38 หน้า.
- จินตนา บุพบรรพต และ ชีรวัฒน์ บุญทวีคุณ. 2542. เห็ดราไมคอร์ไรซาของไม้วงศ์ยางในสวนป่า, ใน ไม้ยางนาและไม้ในวงศ์ไม้ยาง เล่ม 2. รายงานการประชุมสัมมนา. น. 195 - 196. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- เจดชัย โพธิ์ศรี. 2542. การคัดเลือก *Pisolithus tinctorius* ราเอกโตไมคอร์ไรซา เพื่อใช้ในโครงการปลูกป่าในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ทनुวงศ์ แสงเทียน. 2534. เอกโตไมคอร์ไรซาของไม้ยางนาและผลที่มีต่อการเจริญเติบโตของกล้าไม้. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ชีรวัฒน์ บุญทวีคุณ. 2533. เทคนิคการเพาะเชื้อราเอกโตไมคอร์ไรซากับกล้าไม้สนเขาเขตร้อนในเรือนเพาะชำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สมบุญ บุญเย็น. 2532. ผลของเชื้อเอกโตไมคอร์ไรซา ไพโซไลธัส ทิงธอเรียส ต่อการเจริญเติบโต และการดูดซับธาตุอาหารของกล้าไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูลენซิส และสนคาริเบียที่ปลูกบน มูลดินเหมืองแร่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สมยศ กิจคำ. 2540. กลยุทธ์การขยายพันธุ์ไม้ป่า. ส่วนวนวัฒนวิจัย, สำนักวิชาการป่าไม้, กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 262 หน้า.
- สิทธิชัย เสรีสงแสง. 2541. การศึกษาเปรียบเทียบการใช้เชื้อราไมคอร์ไรซา (Mycorrhiza) ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกล้าไม้. ส่วนเพาะชำ กล้าไม้, สำนักส่งเสริมการปลูกป่า, กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 60 น. อำนวยคอวนิช. 2523. การเตรียมกล้าไม้สำหรับสวนป่า. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 76 หน้า.
- อนิวรรณ เถลิงพงษ์ และ ชีรวัฒน์ บุญทวีคุณ. 2525. การสำรวจเอกโตไมคอร์ไรซาในระบบนิเวศวิทยาป่าดิบแล้ง. กองบำรุง, กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 29 หน้า.

- Bougher, N.L. and Malajczuk, N. 1990. Effect of high soil moisture on formation of ectomycorrhizas and growth of Karri (*Eucalyptus diversicolor*) seedlings inoculated with *Descolea maculata*, *Pisolithus tinctorius*, and *Laccaria laccata*. New Phyto l. 114: 87 - 91.
- Khemnark, C. 1982. Ectomycorrhizal fungi culture and inoculation on *Pinus kesiya*. In Training Course on Mycorrhiza Research and Techniques, Serdang, Malaysia.
- Marx, D.H. 1969. The influence of ectotrophic mycorrhizal fungi on the resistance of pine roots to pathogenic infection. I. Antagonism of mycorrhizal fungi to root pathogenic fungi and soil bacteria. Phytopathology 59: 53 - 163.
- Molina, R. 1979. Ectomycorrhizal inoculation of containerized Douglas - fir and Logdepole pine seedlings with six isolated of *P. tinctorius*. For. Sci. 25: 585 - 590.
- Trappe, J.M. 1977. Selection of fungi for ectomycorrhizal inoculation in nurseries. Ann. Rev. Phytopathol. 15: 203 - 222
- Wingfield, E.B. 1968. Mycotrophy in loblolly pine I. The role of *Pisolithus tinctorius* and *Rhizoctonia solani* in survival of seedlings. II. Mycorrhiza formation after fungicide treatment. Ph.D. Dissertation, Virginia Polytechnic Institue, Blackert, Virginia.

ภาคผนวก

สูตรอาหาร PDA (Potato dextrose agar)

1. มันฝรั่ง	200	กรัม
2. น้ำตาล Dextrose	20	กรัม
3. ผงวุ้น	17	กรัม
4. น้ำกลั่น	1,000	ซีซี

วิธีทำ

1. นำมันฝรั่งมาปอกเปลือก แล้วหั่นให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาดเท่ากับลูกเต๋า หรือ มีขนาด $1 \times 1 \times 1$ ลบ.ซม.
2. นำมันฝรั่งมาต้มกับน้ำที่สะอาด ประมาณ 1000 ซี.ซี. โดยใช้ไฟอ่อน ๆ ทั้งนี้เพราะถ้าใช้ไฟแรง มันฝรั่งอาจจะเปื่อยยุ่ย และละลายออกมาทำให้อาหารวุ้นมีลักษณะขุ่นขาว ซึ่งยากต่อการสังเกตการณ์เดินของเส้นใยเห็ดการต้มมันฝรั่ง ตั้งไฟอ่อน คอยคนตลอด จนกระทั่งวุ้นละลายจะใช้เวลาประมาณ 15-20 นาที นับจากน้ำเดือด ขึ้นอยู่กับชนิดของวุ้น
3. ให้กรองเอากากมันฝรั่งออก แล้วตักน้ำที่กรองต่อไป จากนั้นจึงเติมน้ำตาลเด็กโทรสในอัตราส่วนตามสูตรลงไป หรืออาจจะใช้น้ำตาลทราย ในประมาณเท่า ๆ กันแทนก็ได้แล้วให้คนจนกระทั่งน้ำตาลละลายหมด
4. ส่วนวุ้นทำขนม ควรนำมาผสมกับน้ำเย็นเสียก่อน เพราะถ้าใส่ลงไปในส่วนผสม ในลักษณะเป็นผงแล้ว จะทำให้อาหารวุ้นจับกันเป็นก้อนได้หลังจากที่นำวุ้นผสมกับน้ำเย็นแล้ว จึงเทใส่ลงในส่วนผสม พร้อมกับคอยคนอยู่ตลอดเวลาเพื่อป้องกันไม่ให้อาหารวุ้นไหม้บริเวณก้นหม้อ
5. เมื่ออาหารวุ้นละลายหมดแล้วจึงนำอาหารมาบรรจุขวดแบนหรือขวดกึ่งก็ได้ประมาณขวดละ 20-30 ซี.ซี. แต่ต้องระวังอย่าให้อาหารวุ้นเปื้อนปากขวด พร้อมกับจุกด้วยสำลี แล้วหุ้มด้วยกระดาษ ใช้ยางรัดให้เรียบร้อย
6. นำขวดอาหารวุ้นมาหนึ่งขวดเช็ดด้วยหมอนึ่งความดัน โดยใช้ความดันที่ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นานประมาณ 15-20 นาที แต่ถ้าไม่มีหมอนึ่งความดันให้ใช้วิธีการนึ่งแบบธรรมดา โดยการนึ่ง 3 ครั้ง ครั้งละ 1 ชั่วโมง และใช้ระยะเวลาในการนึ่งแต่ละครั้งห่างกัน 15-21 ชั่วโมง
7. ขวดอาหารวุ้นที่ผ่านการนึ่งแล้ว ก่อนที่อาหารวุ้นจะเย็นตัวลงหรือก่อนที่อาหารวุ้นจะแข็งตัว ให้นำขวดอาหารวุ้นมาวางในลักษณะนอน เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวของอาหารวุ้น และเมื่ออาหารวุ้นแข็งตัวดีแล้ว ก็สามารถนำไปใช้เลี้ยงเชื้อเห็ดได้ต่อไป อาหารวุ้นพวกนี้ นอกจากใช้เลี้ยงเชื้อเห็ดแล้วยังใช้เลี้ยงเชื้อยีสต์เชื้อราทำแฉ่ำเจียวได้อีกด้วย

สูตรอาหาร MA (Malt Extract)

1. Malt Extract	30	กรัม
2. ผงวุ้น	15	กรัม
3. น้ำกลั่น	1,000	ซี.ซี.

วิธีทำ

1. ชั่ง Malt Extract 30 กรัม นำมาต้มกับน้ำที่สะอาด ประมาณ 1000 ซี.ซี. คอยคนตลอดเวลา
2. เติมวุ้นลงไป คอยคนตลอดเวลา จนกระทั่งวุ้นละลายจนใส จะใช้เวลาประมาณ 15-20 นาที นับจากน้ำเดือด ขึ้นอยู่กับชนิดของวุ้น
3. นำใส่ภาชนะแล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อ โดยใช้ความดันที่ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นานประมาณ 15-20 นาที
4. เทใส่ภาชนะเพื่อนำไปเลี้ยงเชื้อเห็ด

สูตรอาหาร CM (Complete medium)

น้ำตาลเตกโตรอส	20.00	กรัม
วุ้นทำขนม (Agar)	20.00	กรัม
ไธอามีน (Thi amine)	0.50	กรัม
ดีเกลือ ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$)	0.50	กรัม
ปุ๋ย KH_2PO_4	0.45	กรัม
ปุ๋ย K_2HPO_4	1.00	กรัม
เปปโตน (Peptone)	2.00	กรัม
น้ำ	1, 000	ซี.ซี.

วิธีทำ

1. ต้มส่วนผสมทั้งหมดรวมกัน จนจนละลาย
2. นำวุ้นมาผสมน้ำแล้วใส่ลงไป คอยคนตลอดเวลาจนวุ้นละลายใส
3. นำใส่ภาชนะแล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อ โดยใช้ความดันที่ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นานประมาณ 15-20 นาที
4. เทใส่ภาชนะ

สูตรอาหาร MS (Murashige and Skoog)**Stock A**

แอมโมเนียมไนเตรท (NH_4NO_3)	82.5	กรัม
---	------	------

Stock B

โปตัสเซียมไนเตรท (KNO_3)	95	กรัม
-------------------------------------	----	------

Stock C

โปตัสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4)	34	กรัม
---	----	------

กรดบอริก (H_3BO_3)	0.166	กรัม
--------------------------------------	-------	------

โปตัสเซียมไอโอไดด์ (KI)	0.166	กรัม
-------------------------	-------	------

Stock D

แคลเซียมคลอไรด์ ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	88	กรัม
---	----	------

Stock E

แมกนีเซียมซัลเฟต ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	75	กรัม
--	----	------

แมงกานีสซัลเฟต ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)	4.460	กรัม
---	-------	------

ซิงค์ซัลเฟต ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	1.720	กรัม
---	-------	------

คอปเปอร์ซัลเฟต ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)	0.005	กรัม
--	-------	------

Stock F

โซเดียมเอทิลีนไดอะมีนไตรอะซีเตท (Na_2EDTA)	3.730	กรัม
--	-------	------

Stock G

ไกลซีน (Glycine)	0.40	กรัม
------------------	------	------

กรดนิโคตินิก (Nicotinic acid)	0.10	กรัม
-------------------------------	------	------

ไพริดอกซิน (Pyridoxine-HCl)	0.10	กรัม
-----------------------------	------	------

ไทอะมีน (Thiamine HCl)	0.02	กรัม
------------------------	------	------

วิธีทำ

1. เติม	Stock A	ปริมาตรที่ใช้	20	ml
	Stock B	ปริมาตรที่ใช้	20	ml
	Stock C	ปริมาตรที่ใช้	5	ml
	Stock D	ปริมาตรที่ใช้	5	ml
	Stock E	ปริมาตรที่ใช้	5	ml
	Stock F	ปริมาตรที่ใช้	10	ml
	Stock G	ปริมาตรที่ใช้	5	ml

2. เติมน้ำตาล 30 กรัม คนให้ละลาย
3. เติม myo – Inositol 0.1 กรัม
4. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1,000 ml
5. ปรับ pH ให้ได้ 5.7 – 5.8
6. เติมวุ้น 8 กรัม คนให้ละลายจนใส
7. เทอาหารใส่ภาชนะ

การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี Analysis of Variance (ANOVA)

การวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของการศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญของเห็ดราเอกโตไมคอร์ไรซา โดยทำการเปรียบเทียบทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

1. ตารางแสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของการศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญของเห็ดตับเต่า

Source	Df	SS	MS	F	Sig.
Treatments	3	1.862	0.621	27.585	0.000
Error	16	0.360	0.023		
Total	20	19.520			

*แสดงความแตกต่างของสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญของเห็ดตับเต่าทั้ง 4 สูตร

			Subset		
	Treatments	N	1	2	3
Duncan	CM	5	0.5800		
	PDA	5	0.8600		
	MA	5	0.8600		
	MS	5	1.4200		
	Sig.		1.000	1.000	1.000

*แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญของเห็ดตับเต่าทั้ง 4 สูตร

2. ตารางแสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของการศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญของเห็ดฟิช

Source	Df	SS	MS	F	Sig.
Treatments	3	8.022	2.674	6.229	0.005
Error	16	6.868	0.429		
Total	20	48.950			

*แสดงความแตกต่างของสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญของเห็ดฟิชทั้ง 4 สูตร

			Subset	
	Treatments	N	1	2
Duncan	CM	5	0.4800	
	MA	5	0.9000	
	MS	5		1.8800
	PDA	5		1.9600
	Sig.		0.326	0.849

*แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญของเห็ดฟิชทั้ง 4 สูตร

3. ตารางแสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของการศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญของเห็ดไข่ขาว

Source	Df	SS	MS	F	Sig.
Treatments	3	9.770	3.257	6.173	0.005
Error	16	8.440	0.528		
Total	20	76.350			

*แสดงความแตกต่างของสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญของเห็ดไข่ขาวทั้ง 4 สูตร

			Subset		
	Treatments	N	1	2	3
Duncan	CM	5	0.7800		
	MA	5	1.4400	1.4400	
	MS	5		1.9000	1.9000
	PDA	5			2.7000
	Sig.		0.170	0.332	0.101

*แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญของเห็ดไข่ขาวทั้ง 4 สูตร

4. ตารางแสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ การเข้าอาศัยของเห็ดราเอกโตไมคอร์ไรซาในรากพืช

Source	Df	SS	MS	F	Sig.
Treatments	8	5060.118	633.140	2.330	0.065
Error	18	4890.643	271.702		
Total	27	36603.064			

*แสดงความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ การเข้าอาศัยของเห็ดราเอกโตไมคอร์ไรซาในรากพืช

		Subset		
		Treatments	N	1 2
Duncan	002		3	16.5233
	007		3	22.9100
	005		3	23.7567
	001		3	23.8967
	006		3	26.0833
	009		3	29.4433
	008		3	29.6667
	003		3	47.8333
	004		3	62.6267
	Sig.			0.056 0.286

*แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ การเข้าอาศัยของเห็ดราเอกโตไมคอร์ไรซาในรากพืช