การศึกษาพัฒนาขยายปริมาณการติดเชื้อและการผลิตสปอร์เชื้อรา เวสสิเคิลอาร์บัสคิวร่าไมคอร์ไรซาในรากหญ้าแฝกและหญ้ารูซี่ โดยระบบพ่นหมอก

Study of inocula production of arbuscular mycorrhizal fungi in root of Vetiver grass (*Vetiveria zizanioides* Nash)and Ruzi grass (*Brachiaria ruziziensis*) by an aeroponic culture technique

ผานิตย์ นาขยัน[1*], สมชาย องค์ประเสริฐ[1], ยุพิน ไชยเสนา[2] และ ธเนศ แซ่วหลี[3]

Phanit Nakayan[1*], Somchai Ongprasert[1], Upin Chaisena[2] and Tanet Saewree[3]

บทคัดย่อ: การศึกษาพัฒนาขยายปริมาณการติดเชื้อและการผลิตสปอร์เชื้อราเวสสิเคิลอาร์บัสคิวร่าไมคอร์ไรซา (AMF) ในรากหญ้าแฝกและหญ้ารูซี่ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการผลิตหัวเชื้อ AMF ในหญ้าแฝกและหญ้ารูซี่ และหากรรมวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตหัวเชื้อ AMF ระหว่างระบบการเพาะแบบพ่นหมอก (aeroponic culture) และระบบการเพาะในกระถาง (pot culture) ใช้แผนการทดลอง factorial in completely randomize design (factorial in CRD) มี 3 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยแรก คือ วิธีการเพาะเลี้ยงพืช ได้แก่ ระบบการเพาะแบบพ่นหมอก ระบบการเพาะในกระถาง ปัจจัยที่สอง คือ การปลูกเชื้อราไมคอร์ไรซา (+AMF) และไม่ปลูกเชื้อราไมคอร์ไรซา (-AMF) และปัจจัยที่สาม ได้แก่ ชนิดพืชอาศัย 3 ชนิด ได้แก่ ข้าวโพด เป็น positive control; หญ้ารูซี่ และหญ้าแฝก ผลการศึกษา พบว่า หญ้ารูซี่อายุ 3 เดือนที่ปลูกเชื้อรา AMF เพาะเลี้ยงในระบบพ่นหมอก (A+AMF+R) มีอัตราการเจริญเติบโตของเชื้อรา AMF ในรากพืชดีที่สุด (88.0 %) ส่วนความสูงที่ดีที่สุด คือหญ้าแฝกที่ปลูกเชื้อรา AMF ในระบบกระถาง (141.5 เซนติเมตร/ต้น) น้ำหนักรากแห้ง และต้นแห้งที่มากที่สุดคือหญ้ารูซี่ที่ปลูกเชื้อรา AMF ในระบบกระถาง (66.3 และ 146.1 กรัม/กระถาง ตามลำดับ) นอกจากนี้ยังพบว่าหญ้ารูซี่ที่เพาะเลี้ยงในระบบพ่นหมอกมีการเจริญเติบโตที่ตอบสนองต่อเชื้อรา AMF (mycorrhizal responsiveness) ได้ดีเทียบเท่าข้าวโพด (positive control) และการเลี้ยงหญ้ารูซี่ในระบบพ่นหมอกจะเกิดจำนวนสปอร์มากที่สุด

คำสำคัญ: เชื้อราเวสสิเคิลอาร์บัสคิวร่าไมคอไรซา, หญ้าแฝก, หญ้ารูซี่, ระบบการเพาะแบบพ่นหมอก, ระบบการเพาะในกระถาง

ABSTRACT: This study was conducted to examine an appropriate technique for vesicular Arbuscular Mycorrhiza Fungi (AMF) inoculum production. Three factors under investigation in this study included production systems, the presence of AMF and host plant species. The three factors were compared under a factorial in completely randomized experimental design. Three host plant species namely, corn (positive control), Ruzi grass and Vetiver as well as two production systems, namely aeroponic system and pot system were being tested. Three months old Ruzi grass inoculated with AMF and grown under an aeroponic system (A+AMF+R) was found to induce the highest root colonization rate (88.0%), whereas Vertiver inoculated with AMF and grown in a pot system produced the highest plant height (141.5 cm/plant). Ruzi grass inoculated with AMF and grown under a pot system displayed the highest root and shoot dry weights of 66.3 and 146.1 g/pot, respectively. Moreover, mycorrhizal responsiveness of Ruzi grass grown under aeroponic system was comparable to that of corn grown under aeroponic system. Maximum amount of spores was produced by Ruzi grass grown under an aeroponic system.

Keywords: vesicular arbuscular mycorrhiza fungi, Vetiver, Ruzi, aeroponic system, pot system

[1] สาขาการพัฒนาภูมิสังคมอย่างยั่งยืน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290
Geosocial Based Sustainable Development, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai 50290

[2] สำนักงานพัฒนาที่ดิน เขต 6 (เชียงใหม่)
Land Development Regional Office 6, Chiang Mai 50180

* Corresponding author: phanit@mju.ac.th

บทนำ

เชื้อราเวสสิคูลาร์-อาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาหรือวีเอไมคอร์ไรซา (Vesicular Arbuscular Mycorrhiza Fungi; AMF) เป็นเชื้อราที่อาศัยอยู่ที่รากของพืชแบบพึ่งพาอาศัยกันและกัน พบทั้งในพืชไร่ พืชสวน ไม้กระถาง และไม้ยืนต้น (Bolan, 1991; ธงชัย และคณะ, 2546) เชื้อรา AMF เป็นเชื้อที่มีศักยภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช แต่ปัญหาสำคัญของการใช้เชื้อราชนิดนี้ คือ การขาดแคลนหัวเชื้อในการปลูกสร้างอาณานิคมในระบบรากพืช และมีราคาแพง (Ceballos et al., 2013) ในขณะที่การผลิตหัวเชื้อรา AMF มีอยู่หลายวิธี ได้แก่ วิธีการเพาะผลิตหัวเชื้อในกระถางปลูก และการผลิตหัวเชื้อแบบไม่ใช้ดิน (Mohammad et al., 2000) การผลิตหัวเชื้อAMF ในระบบกระถางจะทำได้ง่าย ต้นทุนต่ำกว่า แต่มีจุดอ่อนอยู่บางประการ เช่น ใช้ระยะเวลาในการผลิตนาน ใช้พื้นที่เพื่อการผลิตมาก และมักประสบปัญหาการปนเปื้อนเชื้อโรคอยู่เสมอ ดังนั้นเพื่อที่จะแก้ไขจุดด้อยเหล่านี้ จึงเกิดการคิดค้นวิธีการและระบบการเพาะหัวเชื้อรา AMF โดยไม่ใช้ดินขึ้นมา เช่น การผลิตหัวเชื้อโดยไม่ใช้ดิน โดยการให้น้ำทางอากาศ (aeroponic system) (Hung and Syvia, 1988, Jarstfer and Sylvia, 1995) ส่วน Mosse and Thompson (1984) สามารถผลิตเชื้อรา AMF ในรากถั่ว *Phaseolus vulgaris* โดยเพาะเลี้ยงในระบบหมุนเวียนสารละลายธาตุอาหาร ที่เรียกว่า nutrient film technique หรือการเพาะเลี้ยง AMF ในสภาพปลอดเชื้อ (Axenic culture of AM fungi) (Pawlowska et al., 1999) นอกจากนี้ Hung and Sylvia (1988) สามารถผลิตหัวเชื้อรา AMF *Glomus deserticola*, *G. etunicatum* และ *G. intraradices* ในระบบรากของหญ้าบาเฮีย (*Paspalum notatum*) และมันฝรั่งหวาน (*Ipomoea batatas*) โดยใช้ระบบพ่นหมอก (aeroponic culture) พบว่ามีการเกิด vesicle และ arbuscules จำนวนมากในราก รวมไปถึงการสร้างสปอร์ทั้งภายในและภายนอกราก จากงานวิจัยดังที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าวิธีการเพาะเลี้ยงเชื้อรา AMF โดยวิธีพ่นหมอกจะเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพในการผลิตหัวเชื้อรา AMF (Hung and Sylvia, 1988) จุดเด่นของผลิตหัวเชื้อรา AMF โดยระบบพ่นหมอกคือไม่ใช้วัสดุเพื่อการเพาะปลูก สามารถควบคุมระบบเพาะปลูกได้ และสามารถศึกษาความสัมพันธ์ของสารละลายธาตุอาหารและไมคอร์ไรซาได้ (Jarstfer and Sylvia, 1995) สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) ได้วิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์เชื้อรา AMF นำมาทดสอบเป็นผลิตภัณฑ์เชื้อรา AMF ในรูปแบบต่างๆ เพื่อการใช้ประโยชน์ที่แตกต่างกันตามความเหมาะสม เช่น ผลิตภัณฑ์ในรูปแบบ ผง เม็ด แคปซูล และแท่งเพาะชำ โดยใช้ขุยมะพร้าว ทราย และผงถ่านเป็นวัสดุสำหรับทำหัวเชื้อ (กิตติมา, 2548) ผลงานวิจัยเหล่านี้ส่งผลให้สามารถที่จะผลิตหัวเชื้อวีเอไมคอไรซาได้ปริมาณมากในระดับที่ดีขึ้น อย่างไรก็ดี เทคนิคการผลิตหัวเชื้อรา AMF โดยวิธีพ่นหมอกหรือระบบปลูกพืชแบบพ่นหมอกในน้ำ (aeroponic systems and chambers) ขึ้นอยู่กับชนิดของหัวพ่นหมอก เช่น an atomizing disc; pressurized spray ผ่านหัวฉีด micro-irrigation nozzle หรือหัวพ่นหมอกแบบ ultrasonically fog ที่ผลิตหยดน้ำหรือละอองน้ำขนาดเล็กเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 3-10 ไมครอน จะเป็นวิธีที่ได้ผลมาก ขนาดละอองน้ำที่พ่นออกมาเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตรากพืชอาศัยและจำนวนการติดเชื้อรวมถึงปริมาณสปอร์ด้วย นอกจากนี้ชนิดของพืชก็เป็นปัจจัยหนึ่งในความสำเร็จของการผลิตหัวเชื้อ รา AMF ดังนั้นการศึกษาทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะเปรียบเทียบการผลิตหัวเชื้อรา AMF ในพืชอาศัยต่างชนิด (ข้าวโพด หญ้าแฝก และหญ้ารูซี่) และต่างกรรมวิธี (pot culture and aeroponic culture) ในระดับห้องทดลอง เพื่อที่จะได้นำไปพัฒนาในการผลิตวีเอไมคอไรซาในระดับ large scale หรือเชิงอุตสาหกรรมต่อไป

วิธีการศึกษา

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการในเดือนมีนาคม - ธันวาคม 2557 ณ อาคารดินและสิ่งแวดล้อม คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และโรงเรือนเพาะชำ สำนักงานพัฒนาที่ดิน เขต 6 จังหวัดเชียงใหม่ ใช้แผนการทดลอง factorial in CRD มี 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 3 ปัจจัย ปัจจัยแรกเป็นวิธีการเพาะเลี้ยงพืชเพื่อผลิตเชื้อรา AMF ที่แตกต่างกัน 2 วิธี คือ ระบบการเลี้ยงพืชแบบพ่นหมอก ระบบการเพาะเลี้ยงพืชในกระถางปลูก ปัจจัยที่สอง คือ การปลูกเชื้อรา AMF (+AMF) และไม่ปลูกเชื้อรา AMF และปัจจัยที่สาม คือ ชนิดพืชอาศัย 3 พืช คือ ข้าวโพดเป็น positive control; C, หญ้ารูซี่ และหญ้าแฝก รวมมีกรรมวิธี 12 กรรมวิธี

การเตรียมต้นกล้าพืชอาศัย

โดยการเตรียมหัวเชื้อรา AMF พันธุ์ผสม *Glomus* sp. และ *Acaulospora* sp. จากหัวเชื้อสำเร็จรูปจากกรมวิชาการเกษตร เตรียมกล้าพืชอาศัย โดยฆ่าเชื้อที่ผิวของเมล็ดหญ้ารูซี่, ข้าวโพดและหญ้าแฝกด้วยสารละลายโซเดียมไฮเปอร์คลอไรด์เจือจาง 5% ล้างด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ 3-5 ครั้ง เพาะในถาดเพาะเชื้อพลาสติกปลอดเชื้อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 90 มม. ภายในถาดบรรจุกระดาษกรองที่ฆ่าเชื้อ เพาะเมล็ดในอุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียสในที่มืด แบ่งกล้าที่งอกเป็นสองส่วนเพื่อนำไปเพาะในระบบกระถางและระบบพ่นหมอก

การเพาะเลี้ยงเชื้อในระบบกระถาง

เมื่อเมล็ดงอกจากการเตรียมต้นกล้า (หลังเพาะเมล็ด 7 วัน) ย้ายกล้าไม้ที่แข็งแรงจำนวน 10 ต้น ไปยังกระถางบรรจุทรายหยาบกับดินร่วนนึ่งฆ่าเชื้อในอัตราส่วน 3:1 จำนวน 3 กิโลกรัม รองก้นหลุมด้วยหัวเชื้อรา AMF จำนวน 10 กรัม/กระถาง ย้ายกล้าพืชทดสอบทั้ง 3 ชนิดลงปลูก (ทำ 3 ซ้ำ/พืชอาศัย) วางกระถางแบบสุ่มในโรงเรือนเพาะชำพลางแสง 50% ที่มีอุณหภูมิประมาณ 25-30 ˚C ให้แสง 16 ชั่วโมง/วัน นาน 12 สัปดาห์ ให้น้ำด้วยน้ำประปาถึงระดับความจุสนาม ใส่ปุ๋ยน้ำสูตร Hoagland (Sylvia and Hubbel, 1986) ที่ความเข้มข้นที่ 1/8 เท่าของสูตรเดิม เพื่อให้มีค่าการนำไฟฟ้า(EC) ที่เหมาะสมและควบคุมอุณหภูมิและระดับความเป็นกรดด่าง (pH) และปรับลดปริมาณธาตุฟอสฟอรัส เหลือ 0.408 มล./ลิตร of KH_2PO_4) (Mohammad et al., 2000) ทุกๆ 3 วัน

การเพาะเลี้ยงเชื้อในระบบพ่นหมอก (ดัดแปลงจาก Mohammad et al., 2000)

กล่องเพาะพืชในระบบพ่นหมอก ใช้กล่องพลาสติกสีขาวขุ่น ขนาดกว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 44.5 x 59 x 18 เซนติเมตร เจาะช่องฝาปิดเป็นวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร 2 แถวๆ ละ 4 ช่อง วางหัวผลิตหมอกเซรามิกขนาดเล็กลงในกล่อง เติมสารละลายอาหารสูตร Hoagland ดัดแปลง 3 ลิตร/กล่อง ปรับค่า EC ที่ระดับ 600-650 µS/cm และ pH ที่ 5.5-6.0 เลือกต้นพืชอาศัยที่มีการติดเชื้อรา AMF (นำพืชมาจากการเตรียมต้นกล้าดังที่กล่าวข้างต้น โดยคัดต้นพืชที่มีความแข็งแรงและสูงใกล้เคียงกัน ย้ายลงปลูกในกระถางพลาสติกสีขาว (ขนาด 2.5 นิ้ว) ที่บรรจุขุยมะพร้าวผสมพีทมอสนึ่งฆ่าเชื้อ ในอัตราส่วน 1:1 รองก้นหลุมด้วยหัวเชื้อรา AMF จำนวน 10 กรัม/กระถาง หลังจากกล้าอายุ 4 สัปดาห์ สุ่มรากของพืชแต่ละชนิด จำนวน 1.5 กรัม/ต้น ชนิดพืชละ 3 ซ้ำ มาวิเคราะห์การติดเชื้อรา AMF โดยการย้อมสีร่วมกับวิธี Gridline intersect method ส่องตรวจในสภาพใต้กล้องจุลทรรศน์ ย้ายต้นกล้าที่ติดเชื้อรา AMF ลงในช่องของกล่องที่บรรจุสารละลาย Hoagland ตรวจสอบธาตุอาหารสารละลายทุกวัน เพิ่มปริมาณสารละลายเมื่อจำเป็น โดยการสังเกตุระดับสารละลายต้องอยู่เหนือแผ่นเซรามิกที่สร้างหมอกประมาณ 0.5-1.0 เซนติเมตร เปลี่ยนถ่ายสารละลายทุกๆ 2 สัปดาห์ ควบคุมเวลาในการสร้างหมอกโดยใช้นาฬิกาจับเวลา

(timer) ตั้งเวลาและควบคุมการปิด-เปิด เปิดหัวสร้างหมอกทุกๆ 3 ชั่วโมง นาน 10 นาที วัดและควบคุมอุณหภูมิของสารละลายในกล่องทุกๆ วัน ให้อยู่ในช่วง 25-30 ºC วัด pH ของสารละลายทุกสัปดาห์ โดยควบคุม pH ~ 5.5- 7.0 ตลอดการทดลอง 3 เดือน

การเก็บข้อมูล เก็บตัวอย่างดินปลูกโดยการสุ่มดินในแต่ละกระถางหลังการเอารากพืชออกและผึ่งให้แห้งในที่ร่ม คลุกเคล้าให้เข้ากัน นำมาตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างละ 0.5 กิโลกรัม ประกอบด้วย 1) วิเคราะห์ธาตุอาหารในดินหัวเชื้อและดินปลูกในกระถาง ได้แก่ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P) จากการวิเคราะห์ด้วยน้ำยาสกัดของ Bray II แล้ววัดด้วยเครื่องมือ Spectro photometry ใช้ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 882 นาโนเมตร, โพแทสเซียม (K) ด้วยน้ำยาสกัด 0.1 M NH_4OAc โดยวิธี Frame photometer หาค่าอินทรียวัตถุโดยวิธี Walkley — Black method และวิเคราะห์ค่า EC และ pH โดยใช้สารละลาย 0.01 M $CaCl_2$/ดิน ในอัตราส่วน 5:1 2) ตรวจสอบจำนวนสปอร์ของเชื้อ AMF โดยวิธี Wet sieving and decanting technique ร่วมกับ Sucrose centrifugation (Daniels and Skipper, 1982) แล้วนับจำนวนสปอร์/100 กรัม ดินหัวเชื้อภายใต้กล้องจุลทรรศน์และตรวจการติดเชื้อรา AMF โดยใช้วิธีเช่นเดียวดังกล่าวมาแล้วด้านบน (สุ่มตัวอย่างรากชนิดพืชละ 1.5 กรัมมาย้อมสี แล้วส่องตรวจใต้กล้องจุลทรรศน์ มีหน่วยของการติดเชื้อเป็นร้อยละ) ในสัปดาห์ที่ 4, 8, 12 ทั้งจากกล่องเพาะเลี้ยงและในกระถาง 3) วัดอัตราการตอบสนองของการติดเชื้อรา AMF (Mycorrhizal Responsiveness; MR) เป็นค่าเปอร์เซ็นต์ (%) โดยใช้สมการ ดังแสดงในสมการที่ 1

สมการที่ 1 Mycorrhizal Responsiveness (%) =

$$\frac{[\text{Plant dw (+AMF) - Plant dw (-AMF) x 100}]}{\text{Plant dw (-AMF)}}$$

Hetrick et al. (1992)

หมายเหตุ: Plant dw คือ น้ำหนักแห้งของต้นพืช, AMF คือ Vesicular Arbuscular Mycorrhiza Fungi

4) การวัดการเจริญเติบโตของพืช โดยการสุ่มเก็บตัวอย่างพืชในเดือนสุดท้ายของการทดลองหาน้ำหนักสดและแห้ง โดยพืชที่อุณหภูมิ 50-60 ˚C นาน 3-5 วัน แล้วชั่งน้ำหนักแห้ง 5) วัดและบันทึกอุณหภูมิ และค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายทุกวัน และ ค่าความเป็นกรดด่างของสารละลายวัดทุกๆ 3 วัน 6) วิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมด โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และหาความแตกต่างทางสถิติโดยใช้ Duncan's multiple range testes (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ขึ้นไป

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ธาตุอาหารพืชในดินก่อนและหลังการทดลองในกระถางของพืชแต่ละชนิด

การวิเคราะห์ลักษณะทางเคมีบางประการของวัสดุปลูกในกระถางหลังทดลองดังแสดงใน **Table 1** พบว่า ค่า pH ของทั้ง 6 สิ่งทดลองอยู่ในช่วง 6.8 - 7.4 ซึ่งค่อนข้างเป็นกรดอ่อนถึงค่อนข้างเป็นกลาง ค่าของอินทรียวัตถุของดินปลูก (organic matter: mg/kg) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.9 - 1.1 mg/kg ค่าการนำไฟฟ้า (EC; mS/cm) ของดินปลูกหญ้าแฝกร่วมกับการปลูกเชื้อรา AMF มีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุด คือ 161.8 mS/cm รองลงมาคือดินที่ปลูกข้าวโพดร่วมกับการปลูกเชื้อรา AMF (150.6 mS/cm) ในขณะที่ดินปลูกหญ้ารูซี่ร่วมกับการปลูกเชื้อรา AMF มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำสุด (94.7 mS/cm) ดินปลูกหญ้าแฝกทั้งปลูกและไม่ปลูกเชื้อรา AMF มีปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้ในดินหลังปลูกใกล้เคียงกัน คือ 75.7 และ 73.6 ppm ตามลำดับ ส่วนดินที่ปลูกข้าวโพดและไม่มีการปลูกเชื้อรา AMF มีปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้รองลงมาอีก คือ 69.1 ppm. ดินที่ปลูกหญ้ารูซี่ร่วมกับการปลูกเชื้อรา AMF มีปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้น้อยที่สุดคือ 55.7 ppm การปลูกเชื้อรา AMF และไม่ปลูกเชื้อรา AMF มีอิทธิพลทำให้ดินที่ปลูกพืชมีปริมาณโปแตสเซียมที่สกัดได้มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 คือการปลูกเชื้อรา AMF ทำให้

ดินปลูกมีปริมาณโปแตสเซียมที่สกัดได้เฉลี่ย มีค่าเท่ากับ 54.5 ppm ในขณะที่ดินปลูกพืชในกระถางที่ไม่ได้ปลูกเชื้อรา AMF ค่าปริมาณโปแตสเซียมที่สกัดได้เฉลี่ย เท่ากับ 45.7 ppm ปริมาณโปแตสเซียมที่สกัดได้มากที่สุดพบในดินที่ปลูกข้าวโพด เท่ากับ 69.5 ppm มากกว่าหญ้ารูซี่และหญ้าแฝก ที่มีค่าปริมาณโปแตสเซียมที่สกัดได้เท่ากับ 40.8 และ 40.0 ppm ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่ามีความสัมพันธ์ที่หลากหลายระหว่างชนิดพืชทั้งสามชนิดกับการปลูกและไม่ปลูกเชื้อรา AMF คือ ดินปลูกข้าวโพดที่ปลูกและไม่ปลูกเชื้อรา AMF จะมีปริมาณโปแตสเซียมที่สกัดได้เฉลี่ยสูงสุด มีค่าเท่ากับ 71.3 และ 67.7 ppm ตามลำดับ ส่วนดินปลูกหญ้ารูซี่ร่วมกับการปลูกเชื้อรา AMF มีปริมาณโปแตสเซียมที่สกัดได้รองลงมาอีก คือมีค่าเท่ากับ 55.7 ppm (**Table 1**) ในระยะเวลา 3 เดือน ค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) ของสารละลายธาตุอาหารในระบบพ่นหมอกของชุดควบคุม (-AMF) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 630.2 *u*S/cm และของชุดทดลอง (+AMF) มีค่าเท่ากับ 554.0 *u*S/cm ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของสารละลายธาตุอาหารในระบบพ่นหมอก ชุดควบคุม (-AMF) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.77 และชุดที่เป็นชุดทดสอบที่ปลูกเชื้อรา +AMF มีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 6.77 อุณหภูมิสารละลายเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 28.42 - 28.45 ˚C ทั้งในกล่องของชุดควบคุม คือ ไม่ปลูกเชื้อรา AMF (-AMF) และในกล่องที่มีการปลูกเลี้ยงเชื้อรา AMF (+AMF)

Table 1 pH, OM, EC, and soil temperature in media under pot culture

No.	AMF inoculating	Plant species	pH	OM (mg/kg)	EC (m*S*/cm)	Soil temperature (min-max; ˚C)	Ext.P Bray II (ppm)	Ext.K NH_4AOc (ppm)
0	Soil before experiment		5.8	1.4	167.2	-	27.00	62.0
1	+AMF	Corn	7.3	1.1	150.6	23-34.5	69.1	67.7 a
2	-AMF		7.4	1.1	137.3		56.0	71.3 a
3	+AMF	Vetiver	6.8	0.9	161.8		75.7	36.7 c
4	-AMF		7.0	1.0	133.9		73.7	43.3 c
5	+AMF	Ruzi	7.0	1.0	94.70		55.7	55.7 b
6	-AMF		7.1	1.0	97.43		58.7	26.0 d
F-test								*
CV (%)								11.9

Means in a column followed by different letters are significantly different at $p < 0.05$ (*) level according to Duncan's Multiple Rang Test.

จำนวนสปอร์/กรัม

หญ้ารูซี่ที่ปลูกเชื้อรา AMF และเลี้ยงในระบบพ่นหมอก (A+AMF+R), จะมีจำนวนสปอร์/กรัม มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (117.6 สปอร์/กรัม) รองลงมาคือสปอร์จากรากหญ้าแฝกปลูกเชื้อรา AMF และเลี้ยงในระบบกระถาง (P+AMF+V) (45.8 สปอร์/กรัม) ทั้งนี้มีจำนวนมากกว่ากรรมวิธีที่เหลือ ดังแสดงใน **Table 2** ชนิดของสปอร์ที่พบมาก คือ *Glomus* sp. (**Figure 1**)

Table 2 The spore number of corn, vetiver, and ruzi under aeroponic system and pot system

No.	Culture system	AMF inoculation	Plant species	Spore No. (spore g/soil+root)
1	Aeroponic	-AMF	Corn	0.0 c
2			Vetiver	0.0 c
3			Ruzi	0.0 c
4	Aeroponic	+AMF	Corn	1.1 c
5			Vetiver	0.8 c
6			Ruzi	117.6 a
7	Pot culture	-AMF	Corn	0.8 c
8			Vetiver	0.6 c
9			Ruzi	0.0 c
10	Pot culture	+AMF	Corn	3.3 c
11			Vetiver	45.8 b
12			Ruzi	1.0 c
F-test				
Culture				**
AMF				**
Plant				**
Culture x AMF				**
Culture x Plant				**
AMF x Plant				**
Culture x AMF x Plant				**
CV(%)				75.84%

Means in a column followed by different letters are significantly different at $p < 0.01$ (**) level according to DMRT.

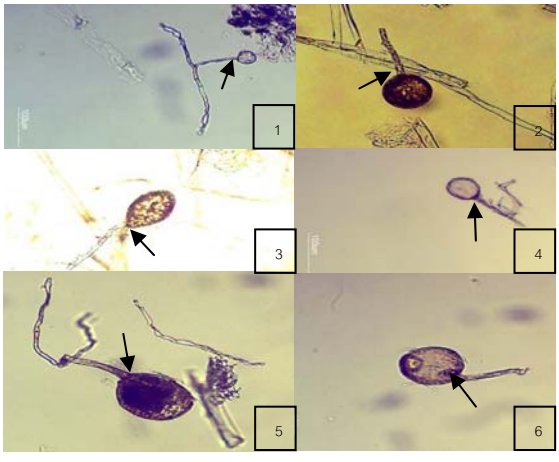


Figure 1 *Glomus* spp. in ruzi root (3 months old) under aeroponic system. 1, 2, 3, 4, 5, and 6 spores with subtending hypha(arrow), x 20

การเข้ารากของเชื้อไมคอร์ไรซา

จากการศึกษาการปลูกเชื้อรา AMF พบว่ามีอิทธิพลต่ออัตราการเข้ารากของพืชเพาะเลี้ยงทั้งในเดือนที่ 1, 2 และ 3 โดยทำให้พืชเข้ารากได้ดีขึ้น ทั้งในการเพาะเลี้ยงแบบระบบพ่นหมอกและแบบการเพาะในกระถาง โดยเฉพาะในเดือนที่ 3 อัตราการเข้ารากของเชื้อรา AMF ที่เพิ่มขึ้นจะขึ้นอยู่กับการปลูก-ไม่ปลูกเชื้อรา AMF และชนิดพืชอาศัยที่เพาะเลี้ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยิ่ง คือ การปลูกเชื้อรา AMF ร่วมกับชนิดพืชที่เหมาะสมจึงจะทำให้อัตราการเข้ารากได้ดีขึ้น ระบบการเพาะเลี้ยงหญ้ารูซี่ที่ปลูกเชื้อรา AMF ในระบบพ่นหมอกจะทำให้เกิดอัตราการเข้ารากมากที่สุด 88.0 % รองลงมาคือ หญ้าแฝกและข้าวโพดที่ปลูกเชื้อรา AMF ในระบบพ่นหมอกที่มีอัตราการเข้าราก 83.0% และ 73.0% ตามลำดับ และดีกว่าอัตราการเข้ารากจากพืชที่ปลูกเชื้อรา AMF เพาะเลี้ยงในระบบกระถาง 75.5%, และ 78.0% ตามลำดับ ยกเว้นข้าวโพดที่ปลูกเชื้อรา AMF ในระบบกระถาง (77.2%) อย่างไม่แตกต่างทางสถิติ นอกจากนี้ชนิดของการเพาะเลี้ยงยังมีความสัมพันธ์กับชนิดของพืชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน แสดงถึง การเพาะเลี้ยงแบบพ่นหมอกมีความแตกต่างกับการเพาะเลี้ยงในระบบกระถาง เมื่อใช้พืชต่างชนิดกันกล่าวคือ เมื่อใช้อัตราการเข้ารากเป็นเกณฑ์การคัดเลือก จะพบว่าการเพาะเลี้ยงแบบพ่นหมอกหญ้ารูซี่จะเหมาะสมต่อการใช้เป็นพืชอาศัยเพื่อผลิตหัวเชื้อ AMF มากกว่าข้าวโพดและหญ้าแฝก หากเป็นการเพาะเลี้ยงในระบบกระถาง หญ้าแฝกและข้าวโพดจะเหมาะสมเป็นพืชอาศัยในการผลิตหัวเชื้อ AMF มากกว่าหญ้ารูซี่ (Table 2)

Table 2 Mycorrhizal root colonization in 1, 2, and 3 months old of corn, vetiver, and ruzi under aeroponic system and pot system

No.	Culture system	AMF inoculation	Plant species	Mycorrhizal root colonization (%)		
				1 month	2 months	3 months
1	Aeroponic	-AMF	Corn	0.0 d	0.0 c	0.0 d
2			Vetiver	11.9 cd	21.9 bc	54.5 b
3			Ruzi	1.0 d	12.4 c	25.6 c
4	Aeroponic	+AMF	Corn	51.7 ab	68.9 a	73.0 a
5			Vetiver	53.6 a	67.3 a	83.7 a
6			Ruzi	40.2 abc	70.7 a	88.0 a
7	Pot culture	-AMF	Corn	0.0 d	10.5 c	12.7 cd
8			Vetiver	5.6 cd	8.5 c	44.8 b
9			Ruzi	13.7 bcd	10.3 c	2.6 d
10	Pot culture	+AMF	Corn	50.5 ab	46.4 ab	77.2 a
11			Vetiver	23.5 a-d	51.4 a	78.0 a
12			Ruzi	43.3 abc	67.3 a	75.5 a
F-test						
Culture				ns	ns	ns
AMF				**	**	**
Plant				ns	ns	**
Culture x AMF				ns	ns	ns
Culture x Plant				ns	ns	*
AMF x Plant				ns	ns	**
Culture x AMF x Plant				ns	ns	ns
CV(%)				81.62	42.67	20.48

ns = non significant

Means in a column followed by different letters are significantly different at $p < 0.05$ (*) and $p < 0.01$ (**) level according to DMRT.

ข้าวโพดและหญ้ารูซี่ที่เพาะในระบบพ่นหมอกมีค่า mycorrhizal respondsiveness (MR) ที่เป็นบวกสูงและดีกว่าค่า MR ที่เพาะในระบบกระถาง คือ 516.5 และ 226.0 % ตามลำดับ มีการตอบสนองในทางลบเมื่อมีการปลูกเชื้อรา AMF ในข้าวโพดที่เพาะในกระถาง (-12.2 %) ในขณะที่การเพาะหญ้าแฝกทั้งในสองระบบ(ระบบพ่นหมอกและแบบกระถาง) มีการเจริญเติบโตที่แสดงถึงการตอบสนองต่อเชื้อรา AMF ใกล้เคียงกัน คือ 21.3 และ 22.0 % ตามลำดับ (**Table 3**)

Table 3 Shoot dry weight (g/pot) and mycorrhizal responsiveness of plant at 3 months under aeroponic system

AMF inoculating	Plant species	Shoot dry weight (g/pot)		Mycorrhizal responsiveness(%)	
		Aeroponic System	Pot System	Aeroponic System	Pot System
+AMF	Corn	3.1 c	35.1 e	516.5	-12.2
	Vetiver	3.5 c	57.5 c	21.3	22.0
	Ruzi	21.4 a	146.1 a	226.0	37.1
-AMF	Corn	0.7 d	40.1 de	-	-
	Vetiver	2.9 c	47.3 d	-	-
	Ruzi	6.6 b	106.6 b	-	-

Means in a column followed by different letters are significantly different at $p < 0.05$ (*) level according to DMRT (n = 3). AMF is Vesicular Arbuscular Mycorrhiza Fungi. CV(%) of an aeroponic system = 18.2% and a pot system = 6.4%

Table 4 The height, shoot dry weight, and root dry weight of corn, vetiver, and ruzi under aeroponic system and pot system

No.	Culture system	AMF inoculation	Plant species	Growth		
				Height (cm./plant)	Shoot dry weight (g/pot)	Root dry weight (g/pot)
1	Aeroponic	-AMF	Corn	45.7 f	0.7 g	0.1 f
2			Vetiver	58.9 e	2.9 g	0.6 f
3			Ruzi	51.4 ef	6.6 g	1.2 f
4	Aeroponic	+AMF	Corn	69.3 d	3.1 g	0.7 f
5			Vetiver	60.2 e	3.5 g	1.1 f
6			Ruzi	78.6 c	21.4 f	4.4 ef
7	Pot culture	-AMF	Corn	132.5 a	40.1 e	16.7 c
8			Vetiver	134.8 a	47.3 d	8.5 de
9			Ruzi	134.0 a	106.6 b	46.1 b
10	Pot culture	+AMF	Corn	118.7 b	35.1 e	15.9 c
11			Vetiver	141.5 a	57.5 c	11.2 cd
12			Ruzi	119.4 b	146.1 a	66.3 a
F-test						
Culture				**	**	**
AMF				**	**	**
Plant				**	**	**
Culture x AMF				**	**	**
Culture x Plant				**	**	**
AMF x Plant				ns	**	**
Culture x AMF x Plant				**	**	**
CV(%)				5.3	8.6	22.4

ns = non-significant

Means in a column followed by different letters are highly significantly different at $p < 0.01$ (**) level according to DMRT(n = 3).

การเจริญเติบโตของพืชทดลอง

จากการศึกษาทุกปัจจัย รวมถึงปัจจัยร่วม (ชนิดการเพาะเลี้ยงการปลูกและไม่ปลูกเชื้อรา AMF ชนิดพืชที่เพาะเลี้ยง) พบว่า มีผลทำให้ความสูงของพืชมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 ยกเว้น ปัจจัยการปลูกเชื้อและไม่ปลูกเชื้อรา AMF กับชนิดพืช ที่ไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน และในระบบการเพาะเลี้ยงแบบพ่นหมอก พบว่าการปลูกเชื้อรา AMF ในรากหญ้ารูซี่จะทำให้หญ้ารูซี่มีความสูงมากกว่าการไม่ปลูกเชื้อรา AMF อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ สูง 78.6 และ 51.4 เซนติเมตร ตามลำดับ และยังสูงกว่าพืชชนิดอื่นที่ปลูกเชื้อรา AMF นอกจากนี้ ข้าวโพดและหญ้าแฝกที่ปลูกเชื้อรา AMF จะมีความสูงมากกว่าข้าวโพดและหญ้าแฝกที่ไม่ปลูกเชื้อรา AMF คือ สูง 45.7 และ 58.9 เซนติเมตร ตามลำดับ ตรงกันข้ามกับกรณีที่ไม่ปลูกเชื้อรา AMF จะพบว่าระบบการเพาะเลี้ยงแบบในกระถาง จะทำให้พืชมีความสูงกว่าการเพาะเลี้ยงในระบบพ่นหมอก

การเจริญเติบโตและน้ำหนักต้นแห้ง (shoot dry weight) พบว่าทุกปัจจัย ได้แก่ ชนิดการเพาะเลี้ยง การปลูกและไม่ปลูกเชื้อรา AMF ชนิดพืชที่เพาะเลี้ยง รวมถึงปัจจัยร่วมทั้ง 2 และ 3 ปัจจัย มีผลทำให้พืชมีน้ำหนักต้นแห้งที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ดังแสดงใน Table 4 คือ หญ้ารูซี่ที่ปลูกเชื้อรา AMF ในระบบกระถางมีน้ำหนักต้นแห้ง (146.1 กรัม/กระถาง) มากกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ รองลงมาคือน้ำหนักต้นแห้งของหญ้ารูซี่ที่ไม่ปลูกเชื้อรา AMF เพาะในกระถาง (106.6 กรัม/กระถาง), หญ้าแฝกปลูกเชื้อรา AMF เพาะในกระถาง (57.5 กรัม/กระถาง), หญ้าแฝกไม่ปลูกเชื้อรา AMF เพาะในกระถาง (47.6 กรัม/กระถาง), ข้าวโพดไม่ปลูกเชื้อรา AMF เพาะในกระถาง(40.1 กรัม/กระถาง), ข้าวโพดปลูกเชื้อรา AMF เพาะในกระถาง (35.1 กรัม/กระถาง), หญ้ารูซี่ปลูกเชื้อรา AMF เพาะในระบบพ่นหมอก (21.4 กรัม/กระถาง), และอีก 5 กรรมวิธีที่เหลือที่เพาะในระบบพ่นหมอกจะมีน้ำหนักต้นแห้งน้อยที่สุด

การเจริญเติบโตและน้ำหนักรากแห้ง (root dry weight) พบว่าจะขึ้นอยู่กับทุกปัจจัย คือ ชนิดการเพาะเลี้ยงสองชนิด การปลูกและไม่ปลูกเชื้อรา AMF, ชนิดพืชที่เพาะเลี้ยงและปัจจัยร่วมทั้ง 2 และ 3 ปัจจัย ระหว่างชนิดการเพาะเลี้ยงกับการปลูกเชื้อราไมคอไรซาส์ ที่ทำให้น้ำหนักรากแห้งมีค่าต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าการเพาะหญ้ารูซี่ที่ปลูกเชื้อรา AMF ในกระถาง มีน้ำหนักรากแห้งได้มากที่สุด (66.3 กรัม/กระถาง) รองลงมาได้แก่ หญ้ารูซี่ไม่ปลูกเชื้อรา AMF ในกระถาง, ข้าวโพดไม่ปลูกเชื้อรา AMF ในกระถาง, ข้าวโพดปลูกเชื้อรา AMF ในกระถาง, หญ้าแฝกปลูกเชื้อรา AMF ในกระถาง, หญ้าแฝกไม่ปลูกเชื้อรา AMF ในกระถาง, หญ้ารูซี่ปลูกเชื้อรา AMF ในระบบพ่นหมอก (46.1, 16.7, 15.9, 11.4, 8.5 และ 4.4 กรัม/กระถาง ตามลำดับ), ส่วนพืชที่เพาะในระบบพ่นหมอกจำนวน 5 กรรมวิธี คือ หญ้ารูซี่ไม่ปลูกเชื้อรา AMF, หญ้าแฝกปลูกเชื้อรา AMF, ข้าวโพดปลูกเชื้อรา AMF, หญ้าแฝกไม่ปลูกเชื้อรา AMF และข้าวโพดไม่ปลูกเชื้อรา AMF จะมีน้ำหนักรากแห้ง 1.2, 1.1, 0.7, 0.6 และ 0.1 กรัม/กระถาง ตามลำดับ (Table 4) และเมื่อเปรียบเทียบเฉพาะการเพาะเลี้ยงในระบบพ่นหมอก จะพบว่าหญ้ารูซี่ปลูกเชื้อรา AMF มีศักยภาพในการผลิตรากได้มากที่สุด (Figure 2) จะเห็นได้ว่า



Figure 2 The root of ruzi with AMF (Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Fungi) inoculating (Left), the root of ruzi without AMF inoculating (Right) under aeroponic system **1**, The root of vetiver with AMF inoculating (Left), the root of vetiver without AMF inoculating (Right) under aeroponic system **2**, The root of corn with AMF inoculating (Left), the root of corn without AMF inoculating (Right) under aeroponic system **3**.

ระบบการเพาะพืชแบบพ่นหมอก โดยการประยุกต์การสร้างหมอกด้วยหัวสร้างหมอกที่ประกอบด้วยแผ่นเซรามิคขนาดเล็ก (ultrasonic nubulizer technology) ที่มีขนาดละอองน้ำเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 ไมครอน จำนวน 2 หัว/กล่อง ในพื้นที่ 44.5 x 59.0 x 18.0 ตารางเซนติเมตร จะสามารถผลิตละอองน้ำขนาดเล็กถึง 1 ไมครอน โดยเป็นละอองน้ำขนาดที่เล็กมากและดีกว่าการใช้ระบบการสร้างหมอกแบบดั้งเดิม (atomizing disc aeroponic technology) ซึ่งผลการศึกษาครั้งนี้พบว่ามีผลดีดังที่ Mohammad et al. (2000) ได้ศึกษาไว้ เพียงแต่การศึกษาครั้งนี้เปรียบเทียบกับการเพาะเชื้อรา AMF โดยใช้กระถางแบบเดิม Mohammad et al. (2000) ได้เพิ่มเติมว่าละอองน้ำขนาดเล็ก (1 ไมครอน) จะสามารถสร้างความชื้นและนำพาสารละลายธาตุอาหารเข้าสู่รากได้ดีกว่าวิธีการเดิม นอกจากนี้ยังส่งผลให้การเข้าติดเชื้อของเชื้อรา AMF ดีขึ้นด้วย ทั้งนี้ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมคือเจือจาง 1/8 เท่าของสูตร Hoagland's solution (Zobel et al., 1976) ซึ่งสอดคล้องกับงานศึกษาของ Jarstfer and Sylvia (1995) ที่พบว่าระบบการเพาะเลี้ยงแบบพ่นหมอกจะสามารถเสริมสร้างให้รากเจริญเติบโตได้ดีในสภาพแวดล้อมที่มีการเจือจางของสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสม และควรใช้น้ำกลั่นในการจัดเตรียมสารละลายธาตุอาหารเนื่องจากสะอาด มีค่า pH และค่าความจุบัฟเฟอร์ที่เหมาะสม ไม่มีเชื้อโรคและสารพิษ ในขณะที่งานศึกษาครั้งนี้ใช้น้ำประปา ซึ่งพบว่าสามารถใช้ได้ในการเพาะเลี้ยงพืชในระบบพ่นหมอกนี้และประหยัดค่าใช้จ่ายกว่าได้ ในองค์ประกอบของสารละลายธาตุอาหาร ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสเป็นส่วนสำคัญในการเตรียมสารละลายโดยควรจะมีความเข้มข้นประมาณ 0.1 ppm เพื่อช่วยในการเจริญของเชื้อรา AMF การควบคุมระดับ pH ที่ 6.43 - 6.77 ในขณะที่ Mohammad et al. (2000) ควบคุม pH อยู่ที่ 6.0 อุณหภูมิควบคุมไม่ให้เกิน 35 ˚C เพื่อป้องกันการชะงักการเจริญเติบโตของพืชและเชื้อรา AMF จากการควบคุมดังกล่าวพบว่าหญ้ารูซี่ที่เพาะเลี้ยงในระบบพ่นหมอกสามารถเจริญเติบโตและตอบสนองการติดเชื้อรา AMF รวมถึงการผลิตรากได้ปริมาณมากที่สุด ในขณะที่อัตราการติดเชื้อของเชื้อรา AMF ของพืชทั้งสามชนิดเมื่อจับคู่ในพืชชนิดเดียวกัน และเปรียบเทียบระหว่างระบบการเพาะเลี้ยงแบบพ่นหมอกกับเพาะเลี้ยงในกระถางพบว่ามีความแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของพืชทดสอบ คือ หญ้ารูซี่และหญ้าแฝกมีอัตราการเข้ารากเมื่ออายุ 3 เดือนในระบบการเพาะเลี้ยงแบบพ่นหมอกสูงกว่าการเพาะเลี้ยงแบบในกระถางอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนข้าวโพดในระบบการเพาะเลี้ยงแบบกระถางมีอัตราการเข้ารากดีกว่าการเพาะเลี้ยงแบบพ่นหมอกอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากอัตราการเข้ารากมักจะขึ้นอยู่กับ

ชนิดของพืชอาศัย Saouy et al. (2011) ชนิดของการเพาะเลี้ยงและสิ่งแวดล้อมที่เพาะเลี้ยง (Hung and Sylvia, 1988) ผลการศึกษาครั้งนี้ยังพบว่า การผลิตสปอร์และอัตราการเข้ารากในระบบไม่ใช้ดินจะมีความสัมพันธุ์กันอย่างใกล้ชิดกันและสามารถผลิตสปอร์ได้สูงกว่าการผลิตในกระถาง กล่าวคือการอัตราการเข้ารากที่สูงจะทำให้เกิดการผลิตสอร์ได้มากเช่นกัน สอดคล้องกับ Saouy et al. (2011) ที่พบว่าการผลิตสปอร์ในระบบไม่ใช้ดิน (soilless system) จะมีศักยภาพมากกว่าระบบการผลิตแบบดั้งเดิม 32-362% อันเนื่องมาจากมีอัตราการเข้ารากที่สูง

สรุป

การศึกษาทดลองครั้งนี้พบว่าในการผลิตหัวเชื้อ AMF ในพืชอาศัยต่างชนิดกัน และต่างกรรมวิธี (pot culture and aeroponic culture) ในระดับห้องทดลอง เมื่อพิจารณาปริมาณการผลิตรากที่มีการเข้ารากเชื้อรา AMF ที่ดีที่สุด พบว่าการเพาะเลี้ยงหญ้ารูซี่ในกระถางจะให้ผลผลิตรากที่เป็นหัวเชื้อรา AMF มากกว่าหญ้าแฝกและข้าวโพด ในขณะที่การเพาะเลี้ยงหญ้ารูซี่ที่ปลูกเชื้อรา AMF ในระบบพ่นหมอกจะมีอัตราการเข้ารากสูงเท่ากับอัตราการเข้ารากของหญ้ารูซี่ที่ปลูกเชื้อรา AMF และเพาะเลี้ยงในกระถางอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แต่น้ำหนักแห้งของรากหญ้ารูซี่ที่ปลูกเชื้อรา AMF ในระบบพ่นหมอกจะมีปริมาณน้ำหนักแห้งน้อยกว่ารากหญ้ารูซี่ที่ปลูกในกระถาง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากพื้นที่ในการเพาะไม่เท่ากัน ดังนั้นเมื่อพิจารณาด้านปริมาณก็ควรใช้การผลิตหัวเชื้อแบบเพาะในกระถาง แต่หากต้องการความสะอาด และเก็บรักษาในระยะยาว และจัดการง่าย น้ำหนักเบา ไม่เปลืองเนื้อที่ ก็ควรเลือกการผลิตหัวเชื้อแบบพ่นหมอก

คำขอบคุณ

งานวิจัยชิ้นนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการการศึกษาพัฒนาขยายปริมาณการติดเชื้อและการผลิตสปอร์เชื้อราเวสสิเคิลอาร์บัสคิวล่าไมคอร์ไรซาในรากหญ้าแฝกและหญ้ารูซี่โดยระบบพ่นหมอก ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณที่ปรึกษาโครงการ รองศาสตราจารย์ สมชาย องค์ประเสริฐ ข้าราชการบำนาญ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และดร.วราง คณา สงวนพงษ์ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 6 จังหวัดเชียงใหม่ สำหรับคำปรึกษาและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์

เอกสารอ้างอิง

กิตติมา ดวงแค. 2548. ไมคอร์ไรซา ความหลากหลาย และแนวทางการพัฒนา (Mycorrhiza: Diversity and potential development). น. 187-201. ใน: รายงานการประชุมความหลากหลายทางชีวภาพด้านป่าไม้และสัตว์ป่า 21-24 สิงหาคม 2548, เพชรบุรี.

ธงชัย มาลา, วันทนีย์ พึ่งแสง และจีรวัฒน์ พุ่มเพชร. 2546. การคัดเลือกเชื้อราวีเอไมคอร์ไรซาชนิดที่มีประสิทธิภาพสูงในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและการติดเชื้อในรากถั่วเหลืองพันธุ์ สจ. 5. วิทยาสารกำแพงแสน. 1: 1-9.

Bolan, N. S. 1991. A critical review on the role of mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. Plant. Soil. 134: 189-207.

Ceballos, I., M. Ruiz, C. Fernández, R. Peña, A. Rodríguez, and I. R. Sanders. 2013. The in vitro mass-produced model mycorrhizal fungus, *Rhizophagus irregularis*, significantly increases yields of the globally important food security crop Cassava. PLoS ONE. 8(8): e70633.

Daniels, B. A., and H. D. Skipper. 1982. Method for the recovery and quantitative estimation of propagules from soil. pp. 29-35. In: Methods and Principles of Mycorrhizal Research, N.C. Schenek, eds. The American Phytopathol. Soc. St. Paul, Minnesota.

Hetrick, B. A. D., G. W. T. Wilson, and T. S. Cox. 1992. Mycorrhizal dependence of modern wheat varieties, landraces, and ancestors. Can. J. Bot. 70: 2032-2040.

Hung, L. L. and D. M. Sylvia. 1988. Production of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus inoculum in aeroponic culture. Appl. Environ. Microbiol. 54: 353-357.

Jarstfer, A. G., and D. M. Sylvia. 1995. Aeroponic culture of VAM fungi. P. 427-441. In: A. Varma and B. Hock. Mycorrhiza: structure, function, molecular biology and biotechnology. Springer-Verlag, Berlin.

Mohammad, A., A. G. Khan, and C. Kuek. 2000. Improved aeroponic culture of inocula of arbuscular mycorrhizal fungi. Mycorrhiza. 9: 337-339.

Mosse, B., and J. P. Thompson. 1984. Vesicular-arbuscular endomycorrhizal inoculum production. I. Exploratory experiments with beans (*Phaseolus vulgaris*) in nutrient flow culture. Can. J. Bot. 62: 1523-1530.

Pawlowska, T. E., D. D. Douds, and I. Charvat. 1999. In vitro propagation and life cycle of the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus etunicatum*. Mycol. Res. 103: 1549-1556.

Saouy, M., P. Pengchai, and S. Choonluchanon. 2011. Development of arbuscular mycorrhizal spore production in hydroponic culture on lecttuce (*Lactuca sativa* var *crispa* L.). CMU. J. Nat. Sci. 10: 147-158.

Sylvia, D. M., and D. H. Hebbel. 1986. Growth and sporulation of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi in aeroponic and membrane systems. Symbiosis. 1: 259-267.

Zobel, R. W., P. D. Tredici, and J. G. Torrey. 1976. Methods for growing plants aeroponically. Plant Physiol. 57: 344-346.