Archive of SID

نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار
جلد چهارم، شماره دوم، ۱۳۹۳
http://ejsms.gau.ac.ir

بررسی خصوصیات ریشه و شاخص کلونی‌زایی لوبیا چشم‌بلبلی و ذرت تحت مصرف باکتری *مزوریزوبیوم* و قارچ آربسکولار میکوریزا در کشت مخلوط

*زهرا مرزبان[۱]، محمدرضا عامریان[۲] و مجتبی ممرآبادی[۲]
[۱]مربی گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام‌نور ازنا، [۲]استادیار گروه زراعت، دانشگاه صنعتی شاهرود
تاریخ دریافت: ۹۱/۱۰/۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۳/۱۳

چکیده

برای بررسی ویژگی‌های ریشه و شاخص کلونی‌زایی لوبیا چشم‌بلبلی و ذرت پس از کاربرد باکتری *مزوریزوبیوم* و قارچ آربسکولار میکوریزا در کشت مخلوط، آزمایشی در سال ۱۳۸۹ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود انجام شد. آزمایش به گونه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل کشت خالص ذرت، کشت خالص لوبیا، کشت مخلوط براساس سری افزایشی ۱۰۰ درصد ذرت و ۱۰۰ درصد لوبیا، ذرت + تلقیح با میکوریزا، لوبیا + تلقیح با میکوریزا، لوبیا + تلقیح با باکتری، لوبیا + تلقیح با میکوریزا + تلقیح با باکتری، کشت مخلوط + تلقیح با میکوریزا، کشت مخلوط + تلقیح با باکتری، کشت مخلوط + تلقیح با میکوریزا + تلقیح با باکتری بودند. بر پایه نتایج تجزیه واریانس داده‌ها اثر تیمار بر طول ریشه لوبیا، وزن خشک ریشه لوبیا، شمار گره ریشه لوبیا، وزن خشک گره ریشه لوبیا، شاخص کلونی‌زایی ریشه لوبیا و ذرت معنی‌دار بود ($P<۰/۰۱$). بیش‌ترین درازی ریشه لوبیا، تعداد شمار گره ریشه لوبیا و شاخص کلونی‌زایی ریشه لوبیا در تیمار کشت مخلوط همزمان با قارچ آربسکولار میکوریزا و باکتری *مزوریزوبیوم* دیده شد. تیمار کشت خالص لوبیا همراه با قارچ آربسکولار میکوریزا و باکتری *مزوریزوبیوم* بیش‌ترین وزن خشک گره ریشه لوبیا را دارا بود. همچنین بیش‌ترین شاخص کلونی‌زایی ذرت با میانگین ۷۱/۳۳ درصد مربوط به تیمار کشت مخلوط بود. بیش‌ترین میزان فسفر خاک مربوط به تیمارهای کشت خالص لوبیا به همراه باکتری *مزوریزوبیوم* و کشت مخلوط به همراه قارچ آربسکولار میکوریزا بود و همچنین کم‌ترین میزان فسفر خاک در تیمار کشت مخلوط به همراه باکتری *مزوریزوبیوم* مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: *Glomus mossea*، *Mesorrhizobium*، فسفر خاک

* مسئول مکاتبه: marzban_zahra1986@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

در چند دهه اخیر کاربرد نهاده‌های شیمیایی در زمین‌های کشاورزی موجب دشواری‌ها زیست‌محیطی عدیده‌ای از جمله آلودگی منابع آب، کاهش کیفیت فراورده‌های کشاورزی، کاهش تنوع زیستی و فرسایشی ژنتیکی، ایجاد مقاومت در امراض و آفات گیاهی و کاهش میزان حاصل‌خیزی خاک‌ها شده است (شارما، ٢٠٠٢). از جمله کودهای شیمیایی به‌کار رفته می‌توان به کودهای شیمیایی فسفره و نیتروژنه اشاره کرد که بهره‌گیری از این کودها به‌دلیل گرانی و پیامدهای زیانبار زیست‌محیطی آن‌ها کاهش یافته است (تونی و همکاران، ١٩٩٧؛ سانچز، ٢٠٠٢). بنابراین بهره‌گیری از قارچ‌های آربسکولار میکوریزا و کشت مخلوط- لگوم با غلات و همچنین بهره‌گیری از باکتری‌های ریزوبیوم می‌تواند جایگزین شایسته‌ای برای کودهای شیمیایی باشد (کابوت، ١٩٩٦؛ اسمیت و همکاران، ٢٠٠٨؛ دهمرده و همکاران، ٢٠١٠). قارچ‌های آربسکولار میکوریزا از عوامل ضروری در سیستم‌های زراعی به‌شمار می‌روند که با ریشه بیش از ٩٧ درصد از گیاهان هم‌زیستی دارند اهمیت قارچ‌های آربسکولار میکوریزا در کشاورزی بر پایه نقش ویژه آن به‌عنوان یک حلقه ارتباطی بین خاک و گیاه استوار است (اسمیت و رد، ٢٠٠٨). قارچ‌های آربسکولار میکوریزا نقش مهمی در بهبود تغذیه و رشد گیاهان دارد به‌نحوی‌که قارچ‌های آربسکولار میکوریزا با داشتن شبکه هیفی گسترده و افزایش سطح، سرعت جذب همچنین سنتز آنزیم فسفاتاز کارایی گیاهان را در جذب آب و عناصر غذایی به‌ویژه فسفر، ازت، پتاسیم، روی، مس، گوگرد، کلسیم و آهن افزایش داده و موجب بهبود رشد آن‌ها می‌شود (جز و همکاران، ٢٠٠٥؛ پل، ٢٠٠٧؛ بریتو و همکاران، ٢٠٠٨). همچنین، این قارچ سبب بهبود جذب نیتروژن، پتاسیم، منیزیم، مس و روی در خاک‌های فقیر می‌شود (اسمیت و رد، ٢٠٠٨).

باکتری‌های ریزوبیومی افزون بر نقش بسیار با اهمیت خود در موازنه نیتروژن بیوسفر می‌توانند با استفاده از مکانیسم‌های دیگر، باعث افزایش رشد و عملکرد گیاهان شوند. که از جمله آن می‌توان به توانایی حل فسفات‌های معدنی نامحلول، توانایی حل فسفات‌های آلی نامحلول، ساخت سیدروفور، ساخت فیتوهورمون‌ها، کاهش ساخت اتیلن در گیاه اشاره کرد (رمضانیان، ٢٠٠٤). کشت مخلوط، کشت بیش از یک گیاه زراعی در یک زمین و در یک سال زراعی می‌باشد، به‌طوری‌که یک گیاه حداقل در بخشی از دوره رویش خود در مجاورت گیاه دیگر قرار گیرد (مظاهری و همکاران، ٢٠٠٢). اهداف گوناگونی برای کشت مخلوط قابل ذکر است که عمده‌ترین آن‌ها عبارت از استفاده بهتر از عوامل محیطی و افزایش کارایی کاربرد نهاده‌ها از جمله نور و عناصر غذایی، افزایش کیفیت و کمیت

www.SID.ir

Archive of SID

محصول، ثبات عملکرد در شرایط دشوار محیطی، کاهش کاربرد سموم و آفت‌کش‌های شیمیایی و در نهایت ایجاد تنوع و ثبات در بوم‌نظام‌های زراعی است (کوچکی و همکاران، ۲۰۱۰). نتایج پژوهش‌ها نشان داده‌اند که نظام‌های کشت مخلوط ذرت و لوبیا در برابر نظام‌های تک‌کشتی آن‌ها عناصر غذایی را با کارایی بیشتری مورد بهره‌برداری قرار می‌دهند. دلیل آن، بیشتر به افزایش بازیافت نیتروژن[1] و تولید ماده خشک مربوط می‌شود (لی و ژانگ، ۲۰۰۳؛ تیتونل و همکاران، ۲۰۰۷).

کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم‌بلبلی نسبت به تشکیل هم‌زیستی با قارچ آربسکولار میکوریزا و نیز باکتری *مزوریزوبیوم* واکنش خوبی نشان داده است و تولید بالای این گیاهان مستلزم کاربرد زیاد نهاده‌های شیمیایی را، می‌باشد. مطالعه جنبه‌های مختلف هم‌زیستی قارچ آربسکولار میکوریزا و باکتری *مزوریزوبیوم* در گیاهان لوبیا چشم‌بلبلی و ذرت به‌صورت کشت مخلوط می‌تواند اتکا به نهاده‌های شیمیایی از جمله کودها و سموم شیمیایی را در این گیاهان کاهش دهد ضمن این‌که در مورد واکنش هم‌زمان قارچ آربسکولار میکوریزا و باکتری *مزوریزوبیوم* در نظام‌های کشت مخلوط، مطالعات اندکی صورت گرفته و اطلاعات در این زمینه کامل نیست. اطلاعات به‌دست آمده از این آزمایش می‌تواند ضمن افزایش بازده اقتصادی برای تولیدکنندگان و نیز بالا بردن کارایی انرژی، به‌عنوان ابزاری در جهت توسعه کشاورزی ارگانیک به‌کار گرفته شود.

مواد و روش‌ها

برای بررسی ویژگی‌های ریشه و شاخص کلونی‌زایی لوبیا چشم‌بلبلی و ذرت تحت کاربرد باکتری *مزوریزوبیوم* و قارچ آربسکولار میکوریزا در کشت مخلوط، آزمایشی در بهار سال ۱۳۸۹ در مزرعه آموزشی- تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود واقع در شهر بسطام در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۹ دقیقه و ۵ دقیقه طول شمالی و بلندی از سطح دریا ۱۳۶۶ متری انجام شد. این منطقه در اقلیم سرد و خشک واقع شده است و میانگین بارندگی سالانه آن بین ۱۶۰-۱۵۰ میلی‌متر می‌باشد. این پژوهش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. کرت‌های آزمایشی به‌صورت کشت خالص و مخلوط، شامل: تیمارهای آزمایشی شامل کشت خالص ذرت، کشت خالص لوبیا، کشت مخلوط براساس سری افزایشی ۱۰۰ درصد ذرت و ۱۰۰ درصد لوبیا، ذرت + تلقیح با قارچ میکوریزا، لوبیا + تلقیح با قارچ میکوریزا، لوبیا + تلقیح با باکتری *مزوریزوبیوم*، لوبیا + تلقیح با

1- Nitrogen-Recovery

www.SID.ir

Archive of SID

قارچ میکوریزا + تلقیح با باکتری *مزوریزوبیوم*، کشت مخلوط + تلقیح با قارچ میکوریزا، کشت مخلوط + تلقیح با باکتری *مزوریزوبیوم*، کشت مخلوط + تلقیح با قارچ میکوریزا + تلقیح با باکتری *مزوریزوبیوم* بودند. ارقام لوبیا و ذرت مورد استفاده در این آزمایش به‌ترتیب شامل رقم بسطامی و سینگل گراس ٦٠٤ بود. کرت‌های آزمایشی شامل ٤ ردیف کشت برای کشت خالص ذرت و ٨ ردیف کشت برای تیمارهای کشت خالص لوبیا و کشت مخلوط براساس سری افزایشی ١٠٠ درصد ذرت و ١٠٠ درصد لوبیا به درازی ٨ متر و فواصل بین ردیف برای ذرت و لوبیا چشم‌بلبلی به‌ترتیب ٧٠ و ٣٥ سانتی‌متر و فاصله دانه‌ها روی ردیف برای ذرت و لوبیا چشم‌بلبلی به‌ترتیب ٢٠ و ١٠ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در زمان کاشت برای هر کرت آزمایشی، مقدار ١٥ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌عنوان آغازکننده[1] به‌کار رفت.

پیش از اقدام به کشت دانه‌ها برای اطمینان از آغشته نبودن به هر گونه آلودگی، دانه‌ها چندین بار با آب شسته شدند. متناسب با سطح کشت در تیمارهای مختلف مقدار مشخصی از دانه‌ها با محلول ٢٠ درصد آب قند آغشته گردید. در مرحله بعد مقدار تعیین شده (١ کیلوگرم در هکتار) از کود بیولوژیک ریزوبین سوپر پلاس تهیه شده از شرکت فن‌آوری زیستی مهر آسیا شامل باکتری مزوریزوبیوم (با جمعیت تقریبی 10^8 باکتری مزوریزوبیوم در هر میلی‌لیتر) به دانه‌ها افزوده و به‌طور کامل مخلوط شدند. ماده تلقیح آربسکولار میکوریزا از شرکت زیست فناور توران شاهرود تهیه گردید که شامل خاک، بقایای ریشه‌ای و اندام قارچ *Glomus mossea* بود. استفاده از ماده تلقیح به این صورت انجام شد که قبل از کاشت در کرت‌های مربوط به تیمار قارچ مقدار ٤٠٠ گرم از ماده تلقیح در طول خط کاشت (٨ متر) ریخته شد. سپس روی آن با مقداری خاک پوشانده شد. آبیاری براساس عرف منطقه، شرایط آب و هوای منطقه و نیاز آبی گیاهان به روش سطحی انجام شد. نخستین آبیاری به‌منظور نرم کردن خاک و خروج آسان گیاهچه‌ها انجام شد و بعد از آن آبیاری با دور ٧ روز انجام شد. کارهای تنک کردن در مرحله ٤-٣ برگی گیاهان، برای رسیدن به تراکم ٢٨ و ٧ بوته در مترمربع به‌ترتیب برای لوبیا چشم‌بلبلی و ذرت اجرا شد. علف‌های هرز مزرعه نیز در دو نوبت تا پیش از شروع گلدهی به روش دستی وجین گردید. برای اندازه‌گیری درازی ریشه، وزن ریشه، تعداد گره و وزن گره در مرحله گلدهی نمونه‌برداری از عمق ٣٠ سانتی‌متری سطح مزرعه انجام گرفت.

1- Starter

www.SID.ir

Archive of SID

رنگ‌آمیزی ریشه‌ها به روش هیمن انجام شد (هیمن و فیلیپز، ۱۹۷۰). برای جدا کردن ریشه‌ها از خاک، پس از اشباع کردن مزرعه، ریشه‌ها را به آرامی از خاک جدا کرده، پس از تمیز کردن ریشه‌ها از بخش‌های مختلف ریشه حدود ۱ گرم نمونه تهیه و در ظرف شامل آب و الکل نگهداری شد. به‌منظور رنگ‌آمیزی ریشه به‌مدت ۱ ساعت در محلول KOH ۱۰ درصد در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شده است. پس از انجام شست و شو به‌مدت ۲۰ دقیقه در محلول آب اکسیژنه قلیایی ۱۰ درصد عمل رنگ‌بری انجام شد. دوباره ریشه‌ها چند بار شسته شده و برای اسیدی شدن به‌مدت ۳ دقیقه در محلول HCL ۱ درصد قرار داده شد. سپس ریشه در محلول لاکتو گلیسرین- تریپان بلو به‌مدت ٤٨ ساعت قرار داده شد تا ریشه‌ها رنگ شوند برای تعیین درصد کلونیزاسیون، ریشه‌های رنگ‌آمیزی شده به قطعات ۱ سانتی‌متری برش داده شدند و با روش Gridline Intersect درصد کلونیزاسیون تعیین می‌گردد (گریندلر و همکاران، ۱۹۹٦). همچنین میزان فسفر قابل‌جذب گیاه توسط روش اولسن اندازه‌گیری شد (بلاک و همکاران، ۱۹۸۹).

نتایج و بحث

درازی ریشه لوبیا چشم‌بلبلی: در جدول تجزیه واریانس درازی ریشه لوبیا تحت‌تأثیر تیمارهای مختلف در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). طبق نتایج مقایسه میانگین تیمارها، بیش‌ترین و کم‌ترین درازی ریشه با میانگین‌های ۲۱/۳۳ و ١٤ سانتی‌متر در بوته به‌ترتیب مربوط به تیمارهای کشت مخلوط همراه با قارچ آربسکولار میکوریزا و باکتری *مزوریزوبیوم* و کشت خالص لوبیا بود (جدول ۲). جذب آب و مواد غذایی در اطراف ریشه، باعث حرکت این مواد در خاک می‌شوند. تا زمانی که در اطراف ریشه‌ها به اندازه کافی یون‌های محلول در آب وجود دارند بین ریشه‌های گیاهان مختلف برای جذب این مواد رقابتی وجود ندارد. رقابت موقعی شروع می‌شود که ریشه‌های گیاهان رشد کرده و حجم زیادی از خاک را اشغال می‌نمایند و همین امر موجب افزایش طول ریشه در سیستم کشت مخلوط می‌شود (مظاهری و همکاران، ۲۰۰۲). گزارش‌ها نشان از آن دارد که قارچ آربسکولار میکوریزا موجب افزایش درازی ریشه می‌شود (لابور و همکاران، ۲۰۰۳). همچنین گزارش شده است که ریسه‌های میکوریزا به ۲ دسته تقسیم می‌شوند، تعدادی از آن‌ها وارد سیستم ریشه گیاه شده و سبب کاهش غلظت آبسیزیک اسید گشته و میزان سیتوکنین را افزایش می‌دهند. این کار سبب افزایش جذب آب و گسترش سیستم ریشه‌ای گیاه می‌گردد. دسته دوم از ریسه‌ها خارج از

www.SID.ir

Archive of SID

سیستم ریشه بوده، این ریسه‌ها از خود اسیدهای آلی حل‌کننده فسفر مانند اسید مالیک تراوش کرده که جذب فسفر در گیاه را افزایش می‌دهد. در مجموع این عوامل، سبب افزایش درازی ریشه در شرایط کاربرد قارچ آربسکولار میکوریزا گردید (لابور و همکاران، ٢٠٠٣). همچنین به‌نظر می‌رسد که باکتری *مزوریزوبیوم* و قارچ آربسکولار میکوریزا با افزایش ساخت فیتوهورمون‌ها به‌ویژه اکسین در پیرامون ریشه می‌شوند که این هورمون در توسعه سیستم ریشه و نگهداری آن ایفای نقش می‌نماید (جز و همکاران، ٢٠٠٥؛ پل، ٢٠٠٧).

وزن خشک ریشه لوبیا چشم‌بلبلی: پیامدهای تیمارهای گوناگون بر وزن خشک ریشه لوبیا در پایه آماری ١ درصد چشم‌گیر بود (جدول ١). بر پایه آزمون میانگین بیش‌ترین وزن خشک ریشه لوبیا چشم‌بلبلی با میانگین‌های ٢/٢٧ گرم در بوته مربوط به تیمار کشت خالص همراه با قارچ آربسکولار میکوریزا و باکتری مزوریزوبیوم بود و کم‌ترین مقدار وزن خشک ریشه لوبیا با میانگین ٠/٧٩ گرم در بوته در تیمار کشت خالص لوبیا دیده شد (جدول ٢). در مطالعه‌ای مشاهده شد که تلقیح هم‌زمان گیاه ماش سبز (*Vigna radiate* L. *Wilczek*) با جنس *ریزوبیوم* و قارچ‌های آربسکولار میکوریزا سبب افزایش وزن خشک ریشه و تعداد گره در ریشه شد. این موضوع می‌تواند به‌دلیل اثرات هم‌افزایی باکتری ریزوبیوم و قارچ میکوریزا روی رشد ریشه باشد (بهات و همکاران، ٢٠١١). همچنین نتایج این آزمایش با پژوهشگران دیگر هم‌خوانی داشت (کوموتا و همکاران، ٢٠٠٤). این آزمایش نشان داد که هم‌زیستی باکتری ریزوبیوم و قارچ آربسکولار میکوریزا مایه افزایش فتوسنتز گیاه می‌شود که به‌دنبال آن اختصاص مواد فتوسنتزی به ریشه نسبت به دیگر تیمارها افزایش یافته است.

تعداد گره و وزن خشک گره ریشه لوبیا چشم‌بلبلی: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که پیامد بین تیمارهای گوناگون از نظر تعداد گره ریشه لوبیا در پایه آماری ١ درصد چشم‌گیر بود (جدول ١). مقایسه میانگین این ویژگی نشان داد که بیش‌ترین تعداد گره با میانگین ٤٠/٦٦ گره در بوته مربوط به تیمار کشت مخلوط همراه با قارچ آربسکولار میکوریزا و باکتری *مزوریزوبیوم* و کم‌ترین آن با میانگین ٧/٣٣ گره در بوته متعلق به کشت خالص لوبیا بود (جدول ٢). مایه‌کوبی هم‌زمان دانه‌های لوبیا چشم‌بلبلی با قارچ آربسکولار میکوریزا و باکتری ریزوبیوم بیش‌ترین تعداد گره ریشه و وزن گره ریشه را به‌دنبال دارد (فرانزینی و همکاران، ٢٠٠٩). باکتری‌ها با تولید اکسین و سیتوکنین، مایه افزایش و رشد گره ریشه در لوبیا می‌شوند (استارتز و کریستس، ٢٠٠٣). گیاهان لگوم می‌توانند دو سیستم مختلف هم‌زیستی درون‌بافتی با میکروارگانیسم‌های خاک که شامل باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن

www.SID.ir

Archive of SID

هم‌زیست با گیاه و قارچ آربسکولار میکوریزا می‌باشد ایجاد کنند (استورز و همکاران، ۲۰۰۳). در مایه‌زنی گیاه با قارچ آربسکولار میکوریزا و باکتری ریزوبیوم طول دوره رشد گیاه بسیار بیش‌تر از تیمار مصرف‌نشده باکتری ریزوبیوم و قارچ آربسکولار میکوریزا شده است. میزان فسفر و سرعت فتوسنتز گیاهان دارای قارچ آربسکولار میکوریزا در مقایسه با گیاهان بدون میکوریزا بیش‌تر است در نتیجه اثر این عوامل، اندازه غده و انرژی برای تثبیت نیتروژن افزایش می‌یابد روی‌هم‌رفته مایه‌زنی گیاه با قارچ آربسکولار میکوریزا سبب تحریک تشکیل غده و ریزوبیوم شده و تعداد غده افزایش می‌یابد (میشرا، ۲۰۱۰).

در پژوهشی مایه‌زنی گیاه با قارچ آربسکولار میکوریزا و باکتری ریزوبیوم در تشکیل گره بر روی ریشه گیاه مؤثر عنوان شد (علیمدادی و همکاران، ۲۰۱۱). در آزمایش مشخص شد که مایه‌زنی همراه با قارچ آربسکولار میکوریزا و باکتری *مزوریزوبیوم* تعداد گره بیش‌تری در گیاه نخود را نسبت به کاربرد تنها باکتری ایجاد کرده است (سلیمانی و همکاران، ۲۰۰۵). به‌نظر می‌رسد که یک حالت هم‌زیستی چند جانبه بین لوبیا، قارچ آربسکولار میکوریزا و باکتری ریزوبیوم وجود دارد به‌طوری‌که قارچ آربسکولار میکوریزا با افزایش سطح جذب مواد غذایی از جمله فسفر برای ریشه گیاه و باکتری با چسبیدن به سطح هیف‌های قارچ آربسکولار میکوریزا و در نهایت نفوذ به داخل ریشه گیاه، می‌تواند در تشکیل تعداد گره اثر مثبتی داشته باشد (بایانسیاتو و همکاران، ۲۰۰۱) و از آن‌جایی‌که تشکیل گره روی ریشه نیاز شدیدی به فسفر دارد، جذب فسفر گیاه نیز نقش مهمی را در تأمین نیاز فسفری باکتری برای رشد و تثبیت بیولوژیک نیتروژن ایفا می‌کند (بهات و همکاران، ۲۰۱۱).

جدول ۱- میانگین مربعات برخی از ویژگی‌های لوبیا چشم‌بلبلی و ذرت.

منابع تغییر	درجه آزادی	درازی ریشه لوبیا	وزن ریشه لوبیا	تعداد گره ریشه لوبیا	وزن گره ریشه لوبیا	کلونیزاسیون ریشه لوبیا	کلونیزاسیون ریشه ذرت	فسفر خاک
تکرار	۲	۵/۵۸	۰/۵۱	۱۰/۵۸	۰/۰۰۱۳۸	۳۶/۱۳	٤/۹	۰/۳۹
تیمار	۹	۱٦۸/۵٤**	۱/۹۱**	٦۲۷/۷٤**	۰/۰۳٦**	۲۹۷٤/۹**	۳۲۳۹/۷**	۱۳۷/۵۲**
خطا	۱۸	٤/۳٤	۰/۵۱	۳٤/۳۰	۰/۰۰۱۳	٦۳/۸۳	۲۱/٦٤	٦/۵
ضریب تغییرات (درصد)		۱۵/۱٤	۳۰/۳۱	۳۳/۰۵	۳۵/۸۵	۱٦/٤٦	۱۳/۹۵	۱۳/۵۷

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ns غیرمعنی‌دار.

www.SID.ir

Archive of SID

در آزمایش دهمرده و همکاران (۲۰۱۰) کـه ترکیـب‌هـای مختلـف کـشت مخلـوط ذرت و لوبیـا چشم‌بلبلی اثر معنی‌داری بر محتوای فسفر و نیتروژن خاک در تیمار کـشت مخلـوط افزایـشی ذرت و لوبیا چشم‌بلبلی مشاهده شد. پس قارچ آربسکولار میکوریزا و همچنین کشت مخلوط لوبیا چشم‌بلبلی و ذرت در تأمین فسفر مورد نیاز باکتری *مزوریزوبیوم* در تولید تعداد گره‌های بیش‌تر در سـطح ریـشه تیمار کشت مخلوط همراه با قارچ آربسکولار میکوریزا و بـاکتری ریزوبیـوم نـسبت بـه تیمـار کـشت خالص مؤثر است.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف بین تیمارهای مختلف از نظر وزن خشک گره در ریشه لوبیا در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). براساس نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیش‌ترین وزن خشک گره با میانگین ۰/۳۵ گرم در بوته مربوط به تیمار کشت خالص هم‌زمـان بـا قـارچ آربـسکولار میکوریزا و باکتری *مزوریزوبیوم* و کم‌ترین وزن خشک گره با میانگین ۰/۰۱٤ گرم در کـشت مخلـوط لوبیا بود (جدول ۲). قارچ آربسکولار میکوریزا می‌تواند قابلیت جذب فسفر را زیاد کرده و رشد گیـاه را با افزایش کارایی تثبیت زیستی نیتروژن، دسترسی عناصر غذایی و تولید هورمون‌های رشد افـزایش دهند (علیمدادی و همکاران، ۲۰۱۱). بهت و همکاران (۲۰۱۰) گزارش دادند که افزایش تأمین فـسفر برای گیاه میزبان توسط قارچ آربسکولار میکوریزا مایه افزایش وزن گره‌های ریشه مـی‌شـود. بنـابراین افزایش فسفر ناشی از کلونیزاسیون میکوریزا در نتیجه باعث بهبود گره، تثبیـت ازت و عملکـرد گیـاه میزبان می‌شود. مایه‌زنی بذر لوبیا با قارچ آربسکولار میکوریزا و باکتری ریزوبیوم موجب افـزایش وزن گره‌های تشکیل شده روی ریشه گیاه می‌شود و به‌دنبال آن هرچه تعداد گره‌ها بیش‌تر باشد وزن آن‌هـا نیز در تک‌بوته افزایش می‌یابد ولی در تیمار کشت مخلوط رقابت بین گیاهان و همین‌طور ریـشه‌هـای آن‌ها برای جذب مواد بیش‌تر است و در نتیجه گره‌های کم‌تری به‌وجود آمده و وزن آن‌ها کم‌تر است.

شاخص کلونی‌زایی ریشه لوبیا چشم‌بلبلی و ذرت: با توجه به نتـایج جـدول تجزیـه واریـانس بـین تیمارهای مختلف شاخص کلونی‌زایی ریشه لوبیا اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد وجود داشـت (جدول ۱). میزان آلودگی ریشه با قارچ آربسکولار میکوریزا در جدول ۲ نشان داده شده است. درصد آلودگی ریشه با قارچ آربسکولار میکوریزا (*Glomus mossea*) برای گیاهان لوبیای مایه‌زنی شده بین ۸۲-۲۹ درصد متغیر بود. در این پژوهش براساس نتایج مقایسه‌های میانگین صفات بیش‌ترین شاخص کلونی‌زایی ریشه لوبیا با میانگین ۸۲/۲۳ درصد مربوط به تیمار کشت مخلوط همراه با قارچ آربسکولار میکوریزا باکتری *مزوریزوبیوم* و کم‌ترین شاخص کلونی‌زایی ریشه با میانگین ۲۹/٦۷ درصد مربوط به تیمار کشت خالص لوبیا به همراه باکتری *مزوریزوبیوم* بود (جدول ۲).

www.SID.ir

Archive of SID

کاهش میزان کلونیزاسیون ریشه لوبیا چشم‌بلبلی در تیمار کشت خالص لوبیا به همراه باکتری *مزوریزوبیوم* به‌دلیل استفاده نکردن قارچ آربسکولار میکوریزا در این تیمار است. کشت مخلوط باقلا با ذرت مایه‌زنی شده با قارچ آربسکولار میکوریزا باعث افزایش جذب فسفر آلی، تعداد گره، وزن گره و درصد آلودگی ریشه باقلا شد (تانگ‌جان و همکاران، ۲۰۱۰). نوع برهم‌کنش قارچ آربسکولار میکوریزا و باکتری محرک رشد (PGPR) بستگی به محیط خاک، نوع باکتری، قارچ و گیاه دارد باکتری‌های محرک رشد می‌توانند با تأثیر بر میزان تمایل و پذیرش ریشه برای قارچ، رشد، جوانه‌زنی اسپورها و همچنین تغییر ترشحات ریشه‌ای و محیط ریزوسفر، تشکیل و عملکرد قارچ‌های آربسکولار میکوریزی را تحت‌تأثیر قرار دهند (جز و همکاران، ۲۰۰۵). در تیمار کشت مخلوط هم‌زمان با مایه‌کوبی باکتری *مزوریزوبیوم* و قارچ آربسکولار میکوریزا، تنوع گونه‌های گیاهی (ذرت و لوبیا چشم‌بلبلی) بر افزایش آلودگی میکوریزا اثر داشته است یا به‌عبارتی وجود باکتری *مزوریزوبیوم* به‌عنوان هم‌زیست دیگر، سبب افزایش هم‌زیستی میکوریزا و شاخص کلونیزاسیون در ریشه گیاه گردید. همچنین با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس بین تیمارهای مختلف شاخص کلونی‌زایی ریشه ذرت اختلاف معنی‌داری در سطح آماری ۱ درصد وجود داشت (جدول ۱). درصد آلودگی ریشه با قارچ آربسکولار میکوریزا (*Glomus mossea*) برای گیاهان لوبیا مایه‌زنی شده بین ۷۱-۳۰ درصد متغیر بود. در این پژوهش نتایج مقایسه میانگین صفات نشان می‌دهد که بیش‌ترین شاخص کلونی‌زایی ریشه ذرت با میانگین ۷۱/۳۳ درصد مربوط به تیمار کشت مخلوط بود که این تیمار با تیمار کشت خالص ذرت و قارچ آربسکولار میکوریزا از نظر آماری در یک سطح قرار گرفتند. کم‌ترین شاخص کلونی‌زایی ریشه ذرت با میانگین ۳۰ درصد متعلق به تیمار کشت خالص ذرت بود (جدول ۲).

شاخص کلونی‌زایی بالا در میکوریزا به شرایط هم‌زیستی از جمله گیاهان میزبان و گونه‌های قارچ آربسکولار میکوریزا بستگی دارد. وجود هم‌زیستی میکوریزا با درصدهای پایین در گونه‌های مختلف گیاهی از یک طرف و مشاهده افزایش رشد گیاهان میزبان از طرف دیگر سؤالات متعددی را در مورد تأثیر نقش کلونیزاسیون قارچی (و تشکیل ساختارهای میکوریزی شبیه آربسکولار در ریشه) را در افزایش رشد گیاه به‌وجود می‌آورد (اصغری و همکاران، ۲۰۰۵). اختلاف آماری نداشتن بین تیمار کشت مخلوط و تیمار کشت خالص ذرت به همراه قارچ آربسکولار میکوریزا بیانگر حضور جمعیت قارچ میکوریزا به‌صورت بومی در خاک محل آزمایش می‌شود و این که جمعیت بومی در کلونیزاسیون میزبان نسبت به قارچ گونه (*Glomus mossea*) برتری داشته است. از آن‌جایی‌که ریشه‌ها اسیدهای

www.SID.ir

Archive of SID

آمینه و قندها را به بیرون تراوش می‌کنند باکتری و قارچ‌ها در نزدیک سطح ریشه‌ها تجمع کرده تا از این مواد مترشحه به‌عنوان منبع غذایی استفاده کنند و هرچه تعداد گونه گیاهی در یک مکان بیش‌تر باشد مقدار این ترشحات در رایزوسفر افزایش می‌یابد و در نهایت تعداد و تنوع ریزجانداران از جمله قارچ آربسکولار میکوریزا در خاک افزایش می‌یابد و باعث افزایش کلونیزاسیون ریشه می‌شود (کوچکی و همکاران، ٢٠١٠). همچنین به‌نظر می‌رسد در کشت مخلوط چون لگوم با غلات کشت شده‌اند در نتیجه روی رشد ریشه غلات (ذرت) تأثیر داشته و موجب تثبیت نیتروژن و در اختیار قرار گرفتن آن در ریشه ذرت بوده به همین دلیل ریشه گیاه ذرت رشد بهتری را نسبت به زمانی که به‌صورت خالص کشت شده است دارا می‌باشد و کلونیزاسیون آن نیز شاهد این امر بوده است و این برتری کشت لگوم با غلات را نسبت به کشت خالص آن را ثابت می‌کند.

میزان فسفر خاک: با افزایش مصرف کودهای فسفره در کشاورزی به مرور زمان افزایش فسفر تثبیت شده در خاک، باعث تشکیل لایه‌های سخت گردیده و عمق خاک زراعی را کم نموده، نفوذ و توسعه ریشه گیاه را در خاک محدود می‌کند و از جذب سایر عناصر گیاهی تا حدودی جلوگیری می‌کند. بنابراین اگر بتوان راه‌کاری ارایه نمود که اولاً کود فسفره کم‌تری مصرف شود و معادن سنگ‌های فسفات مدت زمان بیش‌تری قابل بهره‌وری باشند و از طرف دیگر بتوان از فسفر تثبیت شده در خاک استفاده نمود می‌توان گام مؤثری در کاهش هزینه‌ها، حفظ منابع معدنی، حفظ محیط زیست، استفاده بهینه از کود و جلوگیری از تخریب خاک برداشت، که این امر یکی از شاخه‌های بسیار اساسی در بحث کشاورزی پایدار می‌باشد. که قارچ‌های آربسکولار میکوریزا در این جهت نقش عمده‌ای ایفا می‌کنند (میشرا، ٢٠١٠). اندازه‌گیری میزان فسفر قابل‌جذب خاک در طی یک تناوب زراعی صحیح اهمیت بسیار زیادی دارد. پیامد کاشت گیاهان و مایه‌زنی آن‌ها با قارچ آربسکولار میکوریزا و باکتری مزوریزوبیوم فسفر فراهم خاک در پایه ١ درصد چشم‌گیر بود (جدول ١). نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که بیش‌ترین فسفر خاک در تیمار کشت خالص لوبیا به همراه باکتری *مزوریزوبیوم* (٢٠/٤٢ ppm) و کشت مخلوط به همراه قارچ آربسکولار میکوریزا (٢٠/٢١ ppm) دیده شد و در تیمار کشت مخلوط به همراه باکتری *مزوریزوبیوم* (٧ ppm) کم‌ترین مقدار فسفر فراهم خاک دیده شد (جدول ٢). به‌نظر می‌رسد افزایش فسفر در تیمار کشت مخلوط به همراه قارچ آربسکولار میکوریزا به‌دلیل انحلال فسفر توسط هیف‌های قارچی است که با ترشح اسیدهای آلی و آنزیم‌های فسفاتاز موجب انحلال فسفر خاک می‌گردند و به همین دلیل میزان فسفر در خاک نسبت به تیمارهای دیگر افزایش یافته است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- مقایسه میانگین برخی از ویژگی‌های لوبیا و ذرت.

تیمار	درازی ریشه لوبیا (سانتی متر در بوته)	وزن ریشه لوبیا (گرم در بوته)	تعداد گره ریشه در بوته لوبیا	وزن خشک گره ریشه لوبیا (گرم در بوته)	شاخص کلونی‌زایی ریشه لوبیا (درصد)	شاخص کلونی‌زایی ریشه ذرت (درصد)	فسفر خاک (ppm)
لوبیا	۱۴^{c}	۰/۷۹^{d}	۷/۳۳^{d}	۰/۰۳^{c}	۳۰^{c}	–	۲۳/۸۶^{ab}
لوبیا + میکوریزا	۱۷/۳۳^{bc}	۱/۵۸^{bc}	۱۷/۶۶^{bc}	۰/۱۲^{b}	۷۸^{a}	–	۲۰/۵۳^{b}
لوبیا + مزورزیوبیوم	۱۶/۳۳^{bc}	۱/۸۵$^{a-c}$	۲۶/۳۳^{b}	۰/۱۸^{b}	۲۹/۶۶^{c}	–	۲۶/۴۲^{a}
لوبیا + میکوریزا + مزورزیوبیوم	۱۷/۵۰^{bc}	۲/۲۷^{a}	۴۰^{a}	۰/۳۵^{a}	۵۳/۳۳^{b}	–	۱۰/۳۹^{c}
کشت مخلوط	۱۸/۳۳^{ab}	۱/۲۰^{cd}	۱۱/۶۶^{cd}	۰/۰۱^{c}	۶۹^{a}	۷۱/۳۳^{a}	۲۱/۳۵^{b}
کشت مخلوط + میکوریزا	۱۷/۱۶^{bc}	۱/۶۸$^{a-c}$	۱۹/۱۶^{bc}	۰/۰۴^{c}	۶۹/۶۶^{a}	۶۲/۶۹^{b}	۲۶/۲۱^{a}
کشت مخلوط + مزورزیوبیوم	۱۵/۶۶^{bc}	۱/۷۱$^{a-c}$	۱۴/۳۳^{cd}	۰/۱۱^{b}	۷۳/۳۳^{a}	۶۱/۶۶^{b}	۷^{d}
کشت مخلوط + میکوریزا + مزورزیوبیوم	۲۱/۳۳^{a}	۱/۹۱^{ab}	۴۰/۶۶^{a}	۰/۱۶^{b}	۸۲/۳۳^{a}	۶۴/۶۶^{ab}	۱۴/۶۵^{c}
ذرت + میکوریزا	–	–	–	–	–	۶۶/۶۶^{a}	۲۳/۰۶^{ab}
ذرت	–	–	–	–	–	۳۰^{c}	۱۴/۴۱^{c}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بدون اختلاف در سطح ۵ درصد می‌باشند.

www.SID.ir

Archive of SID

در این راستا می‌توان بیان کرد باکتری ریزوبیوم توسط مکانیسم‌های مختلفی، فسفات معدنی نامحلول و فسفات آلی نامحلول در رایزوسفر را به فسفر قابل‌جذب گیاه تبدیل می‌کند از جمله این مکانیسم‌ها می‌توان به تولید اسیدهای آلی از جمله اسید گلوکونیک اشاره کرد این اسیدهای آلی موجب اسیدی شدن محیط اطراف باکتری شده و در نتیجه فسفر عنصری می‌تواند در اثر جایگزینی یون H^+ با یون کلسیم در محیط آزاد شود (رمضانیان، ٢٠٠٤). از دیگر مکانیسم‌ها می‌توان به توانایی باکتری‌های ریزوبیوم در تولید مقادیر قابل‌توجه آنزیم‌های فسفاتاز اشاره کرد. بنابراین باکتری‌های ریزوبیوم یک نقش دوگانه بسیار مهم در تأمین دو عنصر حیاتی، نیتروژن و فسفر ایفا می‌کنند. و همچنین از دلایل کاهش فسفر در تیمار کشت مخلوط به همراه باکتری ریزوبیوم می‌توان به اختلافات فیزیولوژی و مرفولوژی بین دو گیاه اشاره کرد. وقتی دو گیاه با اختلافات فیزیولوژی و مرفولوژی متفاوت (از جمله خصوصیات ریشه) چنان‌چه در مجاورت یکدیگر کشت شوند قادر خواهند بود از عوامل محیطی (آب، مواد غذایی و نور خورشید) استفاده بهینه نمایند و به همین دلیل میزان تولید نسبت به تک‌کشتی افزایش می‌یابد در یک پژوهش، جذب بیش‌تر عناصر غذایی در کشت مخلوط نتیجه اختلاف مورفولوژیک و فیزیولوژیک گونه‌های مختلف نسبت داده شد (کاروبا و همکاران، ٢٠٠٨). و از دیگر دلایل آن می‌توان به تولید اکسین توسط باکتری اشاره کرد که سطح جذب عناصر از جمله فسفر را افزایش می‌دهد مقدار آن را در خاک کاهش می‌دهد. تلقیح بذور با باکتری ریزوبیوم علاوه‌بر افزایش جذب مواد معدنی توسط گیاه در سنتز تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی از جمله اسید ایندول استیک اسید نقش مؤثرتری دارند (متیرو و داکوارا، ٢٠٠٤). اکسین باعث افزایش رشد ریشه‌های هر دو گیاه شده و سطح جذب ریشه را برای جذب فسفر، سایر عناصر و آب، افزایش می‌دهد و در نتیجه با افزایش جذب فسفر مقاومت گیاه به انواع تنش‌های محیطی و آفات و بیماری‌ها بیش‌تر شده و در نتیجه عملکرد گیاهان نیز افزایش می‌یابد ولی فسفر درون خاک کاهش می‌یابد.

ضریب همبستگی صفات: جدول ضریب همبستگی ویژگی‌های بررسی شده نشان داد که درازی ریشه لوبیا، وزن خشک ریشه لوبیا، تعداد گره در ریشه لوبیا و شاخص کلونی‌زایی ریشه لوبیا همبستگی مثبت و چشم‌گیری داشتند ولی وزن خشک گره ریشه با میزان فسفر خاک رابطه منفی معنی‌داری داشت (جدول ٣). این موضوع می‌تواند به‌دلیل اثرات هم‌افزایی باکتری ریزوبیوم و قارچ میکوریزا روی رشد ریشه باشد اثر هم‌افزایی می‌تواند به‌دلیل نقش فسفر در تشکیل گره و تثبیت نیتروژن گیاهان تیره لگوم باشد که به این ترتیب قارچ میکوریزا با افزایش جذب فسفر گیاه نقش مهمی را در تأمین

www.SID.ir

Archive of SID

نیاز فسفری باکتری برای رشد و تثبیت بیولوژیک نیتروژن ایفا می‌کند (بهات و همکاران، ۲۰۱۱). همچنین به‌نظر می‌رسد بین درازی ریشه و میزان وزن خشک ریشه رابطه مستقیمی وجود دارد به‌گونه‌ای که با افزایش درازی ریشه، وزن خشک ریشه نیز افزایش می‌یابد و همچنین میزان اسید آمینه و فیتوهورمون‌های ترشح شده از ریشه نیز افزایش یافته و همین عامل سبب می‌شود که باکتری و قارچ‌های میکوریزای بیش‌تری به سطح ریشه بچسبند و در نتیجه تعداد و وزن گره روی ریشه لوبیا را افزایش دهند.

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین ویژگی‌های مورد بررسی.

تیمار	درازی ریشه لوبیا	وزن ریشه لوبیا	تعداد گره ریشه لوبیا	وزن گره ریشه لوبیا	کلونیزاسیون ریشه لوبیا	کلونیزاسیون ریشه ذرت	فسفر خاک
درازی ریشه لوبیا	۱						
وزن ریشه لوبیا	۰/۸۱۶**	۱					
تعداد گره ریشه لوبیا	۰/۶۵۸**	۰/۷۶۴**	۱				
وزن گره ریشه لوبیا	۰/۵۰۷**	۰/۶۸۹**	۰/۷۸۸**	۱			
کلونیزاسیون ریشه لوبیا	۰/۷۵۵**	۰/۷۰۰**	۰/۵۹۹**	۰/۳۴۱ns	۱		
کلونیزاسیون ریشه ذرت	-۰/۲۰۹ns	-۰/۱۴۲ns	-۰/۱۵۸ns	-۰/۴۳۶*	۰/۲۰۰ns	۱	
میزان فسفر خاک	-۰/۰۴۳ns	۰/۱۹۶ns	-۰/۲۴۰ns	-۰/۴۱۱*	-۰/۱۹۶ns	۰/۰۹۵ns	۱

* معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ns غیرمعنی‌دار.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این آزمایش نشان می‌دهد که در تیمار کشت مخلوط همراه با قارچ و باکتری از نظر درازی ریشه لوبیا، تعداد گره لوبیا، وزن خشک گره لوبیا، کلونیزاسیون ریشه لوبیا و ذرت توسط قارچ میکوریزا سهم بیش‌تری را نسبت به سایر تیمارها به خود اختصاص داده است. فسفر در تغذیه گیاه و تثبیت نیتروژن در لگوم‌ها نقش مهمی را ایفا می‌کند. بهره‌گیری از جانداران سودمند خاکزی و بهره گیری از مخلوط گیاهان برای بهبود وضعیت حاصل‌خیزی خاک، افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی و تأمین سلامتی گیاه از مهم‌ترین شیوه‌های علمی برای کمک به پایداری تعادل سیستم زنده خاک و جلوگیری از خطر تراکم آلاینده‌های شیمیایی در محیط زیست محسوب می‌شود (کوچکی و همکاران، ۲۰۱۰).

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1.Alimadadi, A., Jahansouz, M.R., Besharaty, H., and Tavakkol-Afshari R. 2011. Evaluating the effects of biofertilizers and seed priming on chickpea (*Cicer arietinum* L.) seed quality. J. Soil Res. 24: 156-167. (Translated In Persian)

2.Asghari, H.R., Marschner, P., Smith, S.E., and Smith, F.A. 2005. Growth response of *Atriplex nummularia* to inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi at different salinity levels. Plant and Soil. 273: 245-256.

3.Bhat, M.I., Rashid, A., Faisul-ur-Rasool, S.S., Mahdi, S.A., and Raies, A. 2010. Effect of Rhizobium and Vesicular arbuscular mycorrhizae Fungi on Green gram (*Vigna radiata* L. Wilczek) under Temperate Conditions. Res. J. Agric. Sci. 1: 113-122.

4.Bhat, M.I., Bangroo, S.A., Tahir, A., Yadav, S.R.S., and Aziz, M.A. 2011. Combined effects of rhizobium and vesicular arbuscular fungi on green gram (*Vigna radiata* L. Wilczek) under temperate conditions. Res. J. Agric. Sci. 2: 1. 17-20.

5.Bianciotto, V., Andreotti, S., Balestrini, R., Bonfante, P., and Perotto, S. 2001. Extracellular polysaccharides are involved in the attachment of *Azospirillum brasilense* and *Rhizobium leguminosarum* to arbuscular mycorrhizal structures. Europ. J. Histochem. 45: 39-49.

6.Black, A.L., Miller, R.H., and Keeney, D.R. 1989. Methods of Soil Analysis. Part II ASA, I. SSSA, No. 9.

7.Brito, I., Michael, J., Goss, M., and Carvalho, D.E. 2008. Agronomic Management of Indigenous Mycorrhizas. Universidade de Evora, ICAM, Apartado. 94: 547-554.

8.Carrubba, A., la Torre, R., Saiano, F., and Aiello, P. 2008. Sustainable production of fennel and dill by intercropping. Agron. J. Sust. Dev. 28: 247-256.

9.Chabot, R. 1996. Growth promotion of maize and lettuce by P solubilizing *R. l.* biovar. *Phaseoli*. Plant and Soil. 184: 311-321.

10.Dahmardeh, M., Ghanbari, A., Syahsar, BA., and Ramrodi, M. 2010. The role of intercropping maize (*Zea mays* L.) and Cowpea (*Vigna unguiculata* L.) on yield and soil chemical properties . J. Agric. Res. 5: 8. 631-639.

11.Franzini, I., Rosario Azco, N., Fernanda Latanze, M., and Ricardo, A. 2009. Interactionsbetween Glomus species and Rhizobium strains affectthe nutritional physiologyofdrought-stressedlegumehosts Vinicius. J. Plant Physiol. 167: 614-620.

12.Gryndler, M., Hrs-elova, H., and Chva¨talova¨, I. 1996. Effect of freesoil-inhabiting or root-associated microfungi on the development of arbuscular mycorrhizae and on proliferation of intraradical mycorrhizae hyphae. Folia Microbiol. 41: 193-196.

13.Hayman, D.S., and Phillips, J.M. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Trans. Br. Mycol. Soc. 55: 158-161.

www.SID.ir

Archive of SID

14.Jose´-Miguel, B., Marı´a, J.P., Rosario, A., Concepcio´, N., and Azco´, N. 2005. Microbial co-operation in the rhizosphere. Experimental Botany. 56: 417. 1761-1778.
15.Koochecki, A., Shabahang, J., Khorramdel, S., and Azimi, R. 2010. The effect of irrigation intervals and intecropped marjoram (*Origanum vulgare*) with saffron (*Crocus sativus*) on possible cooling effect of corms for climate change adaptation. Iran. J. Field Crops Res. 1: 13-23. (In Persian With English Summary)
16.Kumutha, K., Sempavalan, J., and Santhonakrishnan, P. 2004. Effect of insoluble phosphate and dual inoculation on soybean. In: Kannaiyan, S., K. Kumar, and K. Govindaraj (eds), Biofertilizer technology. Ascientific Publishers (India) Jodhpur. 2: 354-358.
17.Labour, K., Jolicoeur, M., and St-Arnaud, M. 2003. Arbuscular mycorrhizal responsiveness of in vitro coriander root lines is not related to growth and nutrient uptake rates. J. Bot. 81: 7. 645-656.
18.Li, L., and Zhang, F. 2003. Using competitive and facilitative interactions in intercropping systems enhances crop productivity and nutrient-use efficiency. Plant and Soil, 248: 305-312.
19.Matiru, V.N., and Dakora, F.D. 2004. Potential use of rhizobial bacteria as promoters of plant growth for increased yield in landraces of African cereal crops. Afric. J. Biotechnol. 3: 1-15.
20.Mazaheri, D., Pasari, B., and Peighambari, E. 2002. Study of growth analysis in monoculture and mixed cropping of soybean cultivars. Pajouhesh and Sazandegi. 54: 37-54. (Translated In Persian)
21.Mishra, R.H. 2010. Soil Microbiology. Cbs Publishers and Distributors. 159p.
22.Paul, A. 2007. Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry. 514p.
23.Ramezanian, A. 2004. Introduction of Rhizobia as plant growth-promoting rhizobacteria. Articles the First National Conference on Pulses, Pp: 407-408.
24.Sanchez, P.A. 2002. Ecology-soil fertility and hunger in Africa. Science. 295: 2019-2020.
25.Schreiner, R.P., Mihara, K.L., Mc Daniel, K.L., and Benthlenfalvay, G.J. 2003. Mycorrhizal fungi influence plant and soil functions and interactions. Plant and Soil. 188: 199-209.
26.Sharma, A.K. 2002. A Handbook of Organic Farming. Agrobios, India, 627p.
27.Smith, S.E., and Read, D.J. 2008. Mycorrhizal Symbiosis, third ed. Academic Press, London, UK.
28.Solaiman, A.R.M., Rabbani, M.G., and Moll, M.N. 2005. Effects of inoculation of Rhizobium and arbuscular mycorrhiza, poultry litter, nitrogen, and phosphorus on growth and yield in chickpea. Kore. J. Crop Sci. 50: 256-261.
29.Sturz, A.V., and Christie, B.R. 2003. Beneficial microbial alleloplathies in the root zone: the management of soil quality and plant disease with *rhizobacteria*. Soil and Tillage Research. 72: 107-123.

www.SID.ir

Archive of SID

30. Tittonell, P., Zingore, S., Van Wijk, M.T., Corbeels, M., and Giller K.E. 2007. Nutrient use efficiencies and crop responses to N, P and manure applications in Zimbabwean soils: exploring management strategies across soil fertility gradients. Field Crops Research. 100: 348-368.
31. Tong-jian, X., Qing-Song, Y., Wei, R., Guo-hua, X.U., and Qi-rong, S.H. 2010. Effect of Inoculation with Arbuscular Mycorrhizal Fungus on Nitrogen and Phosphorus Utilization in Upland Rice-Mungbean Intercropping System. Published by Elsevier Ltd. 9: 4. 528-538.
32. Tunney, H., Breeuwsma, A., Withers, P.J.A., and Ehlert, P.A.I. 1997. Phosphorus fertilizer strategies: present and future. P 177-203. In: Tunney, H., O.T Carton, P.C. Brookesand A.E. Johnston (eds.), Phosphorus Loss from Soil to Water. CAB Int. Wellingford.

www.SID.ir

Archive of SID

J. of Soil Management and Sustainable Production, Vol. 4(2), 2014
http://ejsms.gau.ac.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Investigating the root characteristics and colonization index in cowpea and maize using *mesorrhizobium* bacteria and mycorrhiza in intercropping

***Z. Marzban[1], M.R. Ameriyan[2] and M. Mamarabadi[2]**
[1]Instructor, Dept. of Agricultural Sciences, Azna of Payam Noor University,
[2]Assistant Prof., Dept. of Agronomy, Shahrood University of Technology
Received: 12/28/2012; Accepted: 06/03/2013

Abstract

To study the characterization of root colonization index in cowpea and maize by using *Mesorrhizobium* bacteria and mycorrhiza in intercropping, an experiment was carried out in research field of Shahrood University of Technology province in 2010 in a randomized complete block design with three replications. Experimental treatments include: monocropping maize, Bean monocropping, series based additive intercropping 100% maize and 100% Beans, maize monocropping + Mycorrhizal, Bean monocropping + Mycorrhizal, Bean monocropping + *Mesorhizobuim* Bacteria, Bean monocropping + Mycorrhizal + *Mesorhizobium* Bacteria, Intercropping + Mycorrhizal, Intercropping +*Mesorhizobium* Bacteria Intercropping + Mycorrhizal + *Mesorhizobium* Bacteria. The results showed that treatment effects on root length of cowpea, root dry weight of cowpea, root nodule number of cowpea, nodule dry weight of roots cowpea, beans and corn roots, colonization index of root cowpea and maize plant height and plants leaves were significant ($P<0.01$). The highest root length of cowpea, number of root nodules of cowpea and cowpea roots colonization index were observed in intercropping with mycorrhiza fungi and *Mesorrhizobium* treatment. Also the highest percent of root colonization of maize was 71.33 percent relating to the intercropping treatment. Soil phosphorus was 42.20 ppm relating to the treatment of bean with *Mesorhizobium* bacteria and the lowest level of phosphorus in soil were intercropping with bacteria *Mesorrhizobium* treatment.

Keywords: *Glomus mossea*, *Mesorrhizobium*, Soil phosphorus

* Corresponding Authors; Email: marzban_zahra1986@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir