دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال هفتم، شماره بیست و دوم، ۱۳۹۴

تأثیر ورمی کمپوست و ریزسازواره های میکوریزا و فسفات زیستی بر برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیک و درصد پروتئین دانه نخود به صورت کاشت پائیزه

پیام پزشکپور[۱]، محمد رضا اردکانی[۲]، فرزاد پاک نژاد[۲]، سعید وزان[۲]

تاریخ دریافت: ۹۳/۸/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۱/۷

چکیده

این آزمایش به صورت فاکتوریل با استفاده از فاکتورهای تلقیح میکوریزایی (تلقیح و عدم تلقیح) ، تلقیح فسفات زیستی(تلقیح و عدم تلقیح) و ورمی کمپوست(٦،٠ و ١٢ تن در هکتار) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در سال زراعی ٨٩-١٣٨٨ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی سراب چنگائی (وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان) به اجرا درآمد. مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه (٢٤٩٧ کیلوگرم در هکتار)، ارتفاع بوته (٦٢/٧ سانتی‌متر) ، تعداد شاخه اولیه (٣/٨)، تعداد گره در ساقه اصلی (٢٣/٨)، شاخص سطح برگ در مرحله ٥٠ درصد گلدهی (٩١٥/٩) و درصد پروتئین دانه (٢٢/٢ درصد) در تلقیح با میکوریزا حاصل شد. تلقیح فسفات زیستی تأثیر معنی‌داری بر روی عملکرد دانه و درصد پروتئین دانه نشان داد. همچنین فاکتور ورمی کمپوست اثر معنی‌داری بر روی عملکرد دانه، ارتفاع بوته ،تعداد شاخه اولیه ،تعداد گره در ساقه اصلی ، شاخص سطح برگ و درصد پروتئین دانه نشان داد و بیشترین عملکرد دانه (٢٣٧٣/٧ کیلوگرم در هکتار)، ارتفاع بوته (٦٢/٦ سانتی‌متر) ،تعداد شاخه اولیه (٤/٣) تعداد گره در ساقه اصلی (٢٥/٣) ،شاخص سطح برگ (٩٧٩/٦)و درصد پروتئین دانه (٢٢/٨ درصد) در سطح سوم ورمی کمپوست (١٢ تن در هکتار) حاصل گردید. حداکثر عملکرد دانه(٣٨٨٢/٥ کیلوگرم در هکتار) از تیمار تلقیح مایکوریزایی ، تلقیح فسفات زیستی و سطح سوم کود ورمی کمپوست (١٢ تن در هکتار) بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: نخود، میکوریزا، فسفات زیستی، ورمی کمپوست

پزشکپور، پ.، م.ر. اردکانی، ف. پاک‌نژاد و س. وزان. ١٣٩٤. بررسی تأثیر ورمی کمپوست و ریزسازواره های میکوریزا و فسفات زیستی بر برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیک و درصد پروتئین دانه نخود به صورت کاشت پائیزه. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ٢٢: ٢٠٤-١٩٠.

۱- گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران- مسئول مکاتبات، پست الکترونیک: papezeshkpour@yahoo.com

۲ - گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران

مقدمه

نخود به خاطر دوره رشد کوتاه ،نیاز غذایی کم و تثبیت نیتروژن اهمیت خاصی در بوم نظام‌های کشاورزی دارد. در صورت مساعد بودن شرایط نخود زراعی توانایی تثبیت ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در خاک‌های کشورمان را دارد . فعالیت باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن به میزان قابل توجهی به خواص فیزیکی ،بیولوژیکی و شیمیایی خاک بستگی دارد. افزایش مواد آلی خاک منجر به فراهم نمودن شرایط برای تثبیت بیولوژیک نیتروژن می‌گردد(محمدی و همکاران ،۱۳۹۲). نخود یکی از مهم‌ترین منابع پروتئینی گیاهی و یکی از بقولاتی است که سهم عمده‌ای در جیره غذایی انسان دارد (زایدی و همکاران ،۲۰۰۳) کیفیت پروتئین دانه این گیاه از بقولاتی مانند ماش و لوبیا بالاتر است (کلمنته و همکاران ،۱۹۹۸) همچنین نخود دارای مقادیر بالایی از کلسیم، روی، پتاسیم، آهن، فسفر و ویتامین‌های B_1 ونیاسین است (ساهنی و همکاران ،۲۰۰۸). نحوه تغذیه نخود به‌طور مستقیم کیفیت دانه نخود را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در سال‌های اخیر لزوم گنجاندن بقولات در تناوب و کاهش کود و سموم شیمیایی مورد توجه محققان و کارشناسان قرار گرفته است. استفاده از منابع حیوانی و گیاهی قابل تجدید و منابع بیولوژیک به جای منابع شیمیایی می‌تواند نقش مهمی در باروری و حفظ فعالیت‌های بیولوژیک خاک، افزایش کیفیت محصولات کشاورزی و سلامت اکوسیستم داشته باشد (زایدی و همکاران ،۲۰۰۳). استفاده از کود ورمی کمپوست به افزایش ماده آلی، نیتروژن، بهبود ساختمان خاک، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی، افزایش تبادلات گازی و افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک منتهی می‌شود (کورتنی و مولن، ۲۰۰۸). یکی از ارکان اصلی در کشاورزی پایدار استفاده از کودهای زیستی در اکوسیستم‌های زراعی با هدف حذف یا کاهش قابل ملاحظه در مصرف نهاده‌های شیمیایی است(شارما ،۲۰۰۲). کودهای زیستی شامل مواد نگهدارنده‌ای با جمعیت متراکم یک یا چند نوع ارگانیسم مفید خاکزی و یا به صورت فرآورده متابولیکی این موجودات می‌باشند که به منظور تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در یک اکوسیستم زراعی بکار می‌روند (صالح راستین ،۱۳۸۰). رویکرد جهانی در تولید گیاهان به سمت استقرار این سیستم و بکارگیری روشهای مدیریتی آنها می‌باشد و یکی از این روشها استفاده از کودهای زیستی است.نخود یکی از مهم‌ترین منابع پروتئینی گیاهی و یکی از بقولاتی است که سهم عمده‌ای در جیره غذایی انسان دارد(زایدی و همکاران ،۲۰۰۳). کیفیت پروتئین دانه این گیاه از بقولاتی مانند ماش و لوبیا بالاتر است (کلمنته و همکاران ،۱۹۹۸). همچنین نخود دارای مقادیر بالای از کلسیم، روی، پتاسیم، آهن ، فسفر و ویتامین‌های B_1 و نیاسین است(ساهنی و همکاران ،۲۰۰۸). به منظور بهبود عملکرد دانه در جهت نیل به افزایش عملکرد کیفی، استقرار یک سیستم کشاورزی پایدار و بکارگیری کودهای زیستی از اهمیت به سزایی برخوردار است. قارچهای مایکوریزای وزیکولار–آربوسکولار[1] یکی از انواع کودهای زیستی است که دارای رابطه همزیستی با ریشه اغلب گیاهان زراعی می‌باشند و از طریق جذب عناصر غذایی مانند فسفر، نیتروژن و برخی عناصر ریز مغذی ، افزایش جذب آب و افزایش مقاومت در برابر عوامل بیماریزا، سبب بهبود رشد، نمو و عملکرد گیاهان میزبان در سیستم‌های کشاورزی پایدار می‌شوند(ساینا و همکاران ،۱۹۹۸) تحقیقات اندکی در مورد نقش همزیستی مایکوریزایی بر روی

1- *vesicular arbuscular mycorrhiza* =VAM

افزایش رشد و عملکرد گیاه نخود صورت گرفته است. ال-قندور و گال (۲۰۰۲) در یک پژوهش نشان دادند که قارچ مایکوریزا در بهبودی گره‌بندی باکتری ریزوبیوم، جذب عناصر غذایی و عملکرد نخود نقش داشته است. سلیمان و همکاران (۲۰۰۵) در آزمایشی نشان دادند تلقیح توأم رایزوبیوم و قارچ مایکوریزا در نخود باعث افزایش تعداد گره نسبت به کاربرد تنهای ریزوبیوم گردیده است.

میکرو ارگانیزم‌های حل کننده فسفات[1] از دیگر کودهای زیستی محسوب می‌گردند که از طریق افزایش حلالیت فسفر در فسفات‌های معدنی کم محلول نظیر سنگ فسفات، سبب بهبود رشد و نمو گیاهان می‌شوند. همچنین بسیاری از آنها با تولید آنزیم‌های فسفاتاز، سبب آزاد شدن فسفر از ترکیبهای آلی نیز میگردند(شارما ،۲۰۰۲). در یک پژوهش مزرعه‌ای که به وسیله جات و اهلاوات (جات و اهلاوات، ۲۰۰٤) بر روی گیاه نخود انجام گرفت، مشاهدات حاکی از آن بود که مصرف میکرو ارگانیزم‌های حل کننده فسفات به همراه تلقیح با رایزوبیوم باعث افزایش ماده خشک و عملکرد دانه نخود در مقایسه با تیمار شاهد (عدم مصرف) و تیمار تلقیح تنهایی رایزوبیوم می‌گردد. در همین رابطه راتی و همکاران (راتی و همکاران، ۲۰۰۱) درتحقیق خود بر روی علف لیمو مشاهده کردند که کاربرد چندین سوش از باکتریهای حل کننده فسفات، ارتفاع بوته و بیوماس گیاهی را در مقایسه با شاهد افزایش داد. یکی دیگر از کودهای زیستی، ورمی کمپوست است که از طریق فرآوری ضایعات آلی نظیر کود دامی، بقایای گیاهی و غیره توسط کرمهای خاکی حاصل می‌گردد. این ماده دارای تخلخل زیاد، قدرت جذب و نگهداری بالای عناصر غذایی معدنی ، تهویه و زهکشی مناسب، ظرفیت زیاد نگهداری آب و بدون بوی نامطبوع و عوامل بیماریزا می‌باشد و امروزه استفاده از آن در کشاورزی پایدار، جهت بهبود رشد و کیفیت محصولات زراعی و باغی متداول می‌باشد(آرانکون و همکاران ،۲۰۰٤). جات و اهلاوات(۲۰۰٤) در یک پژوهش مزرعه‌ای بر روی گیاه نخود بیان کردند که مصرف ورمی کمپوست باعث افزایش عملکرد دانه و عملکرد ماده خشک نخود و خصوصیات مورفولوژیک گردیده است.

مایا و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی اثر تلقیح با قارچ گلوموس و رایزوبیوم بر روی نخود بیان کردندکه تلقیح میکوریزایی با رایزوبیوم باعث افزایش عملکرد دانه نخود شده اند.

مرادی و همکاران (۲۰۱۳) بیان کردند که تلقیح میکوریزایی باعث افزایش طول ریشه و ارتفاع بوته نخود گردیده وهمچنین اثرات متقابل همزیستی میکوریزا و رایزوبیوم اثرات سینرژیستی متقابلی بر روی همدیگر دارند که باعث افزایش وزن تروخشک نخود شده است. موکرجی و رای (۲۰۰۰) با بررسی اثرات قارچ میکوریزا و باکتری حل کننده فسفات بر روی رشد، عملکرد و جذب فسفر نخود بیان کردند که کودهای زیستی مذکور اثرات معنی‌داری بر روی رشد، میزان جذب فسفر در گیاه نخود در مقایسه با تیمار شاهد داشته است و باکتری ***Pseudomonas striata*** دارای بالاترین عملکرد دانه بوده است. همچنین آنها بیان کردند که بین قارچ گلوموس (***Glomus fasiculatum***) و باکتری سودوموناس اثرات مثبتی بر روی جذب فسفر و عملکرد دانه نخود وجود دارد.

ورما و همکاران (۲۰۰۹) بیان کردند که حداکثر تعداد گره ، وزن خشک گره، وزن خشک ریشه و شاخساره از تلقیح نخود با مزو رایزوبیوم، سود

1- Phosphate solubilizing microorganisms

ومونـاس فلورنس بدست آمده است. همچنین میزان نیتروژن و فسفر درگره، دانه و ساقه افزایش یافته است. هدف از انجام این پژوهش مطالعه تأثیر کودهای زیستی(تلقیح قارچ مایکوریزا، میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفات و ورمی کمپوست) بر روی ویژگی های مورفوفیزیولوژیک گیاه نخود به صورت کاشت پائیزه در در شرایط دیم می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در فصل پاییز(۱۳۸۸/۹/٤) سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی سراب چنگایی خرم آباد (وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان) که در عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ٤۸ درجه و ۱۸ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۱۷۵ متر از سطح دریا واقع شده است، به اجرا درآمد. میانگین بارش سالیانه ٤۰۹/۰۹ میلی‌متر و متوسط دما ۱۷/۵ درجه سانتی‌گراد است. ابتدا از خاک مزرعه نمونه‌برداری انجام گرفت و مشخص گردید که بافت خاک لومی رسی و pH آن ۷/۷۵ می‌باشد و نتایج تجزیه خاک و ورمی کمپوست در جدول ۱ ارائه گردید.

جدول ۱-تجزیه شیمیایی خاک و ورمی کمپوست

نمونه	pH	EC(ds/m)	O.C(%)	N(%)	P(PPM)	K(PPM)	Mn(mg/kg)	Fe(mg/kg)
خاک (عمق ۰- ٤۰ سانتی متر)	۷/۷	۰/۸۲	۱/۰۳	۰/۰۹	۸/۲	۳٤۰	۱۰/۹	۷/۵
ورمی‌کمپوست	۷/۸	۵/۷	۷/۲	۱/٦٤	٪۰/۸۱	٪ ۷/۹	٤۲٤	۹۸۱۹

رقم مورد استفاده در این تحقیق رقم آزاد می‌باشد که برای کاشت پائیزه نخود در منطقه خرم آباد توصیه گردیده است. پژوهش با استفاده از آزمایش فاکتوریل سه فاکتوره شامل فاکتور تلقیح مایکوریزایی(M) دردو سطح (عدم تلقیح= m_1 و تلقیح= m_2)، تلقیح فسفات زیستی (P) در دو سطح (عدم تلقیح =p_1 و تلقیح =p_2) و فاکتور ورمی کمپوست (V) در سه سطح(v_1 =0 ، v_2 =6 , v_3 =12 تن در هکتار) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با دوازده تیمار و چهار تکرار انجام گرفت. مایه تلقیح مایکوریزایی که به صورت اندام فعال قارچی (شامل اسپور، هیف و ریشه) بود حاوی گونه‌ای قارچ VAM (*vesicular arbuscular mycorrhiza*) به نام *Glomus intraradices* می باشد که از موسسه تحقیقات خاک و آب تهیه گردید. کود فسفات زیستی نیز که مورد تایید موسسه مذکور بوده، حاوی سنگ فسفات معدنی(و یک سوش از باکتریهای حل کننده فسفات به نام *Pseudomonas striata* است و ورمی کمپوست بکار رفته در آزمایش با استفاده از کود دامی و گونه‌ای کرم خاکی بنام *Eisenia foetida* در شرکت بهسامان کرج تهیه گردید. زمین محل انجام آزمایش در چند سال قبل به صورت آیش بود. به منظور اجرای آزمایش ، اندازه هر کرت به ابعاد ٦×۱/۵ متر و حاوی ۵ ردیف کاشت با فاصله بین ردیف ۳۰ سانتی‌متر لحاظ گردید. فاصله بین کرتها یک متر و بین تکرارها در متر در نظر گرفته شدند. کاشت نخود و اعمال تیمارهای آزمایشی بعد از بارندگی پائیزی و

گاو رو شدن خاک انجام گرفت. به همین منظور جهت اعمال تیمارها در سطح هر کرت کود ورمی کمپوست پخش و به طور یکنواخت در زیر خاک قرار گرفت و در هنگام کاشت بذرهای نخود با مایه تلقیح مایکوریزایی و تلقیح فسفات زیستی بعد از افزودن ماده چسباننده ، بذر مالی و کشت شدند تراکم کاشت بر اساس ٦۰ بوته در متر مربع و داخل شیارهایی به عمق ۷ سانتی‌متر تنظیم گردید. عملیات مبارزه با علف‌های هرز مزرعه در دو نوبت به روش مکانیکی و با دست صورت گرفت. به منظور تعیین عملکرد دانه در واحد سطح، از خطوط میانی هر کرت معادل ۲/۷ متر مربع ، بوته‌ها برداشت و پس از خشک شدن در هوای آزاد در سایه،عملکرد بیولوژیک محاسبه و بوته ها کوبیده شده و دانه آنها از کاه و کلش جدا و وزن گردیدند. بعد از شمارش تعداد بوته در یک متر مربع تعداد ۱۰ بوته انتخاب و میانگین ارتفاع آنها از سطح خاک با خط‌کش اندازه‌گیری شد. متوسط تعداد شاخه اولیه در ۱۰ بوته در نظر گرفته شد. تعداد گره در روی ساقه اصلی ۱۰ بوته شمارش و میانگین آنها در نظر گرفته شد. میانگین شاخص سطح برگ در ۵ بوته در مرحله ۵۰ درصد گلدهی با استفاده از روش کاغذ شطرنجی محاسبه گردید. نیتروژن دانه به روش کجلدال اندازه‌گیری شد. و برای تعیین درصد پروتئین خام عدد بدست آمده توسط دستگاه کجلدال (نیتروژن دانه) برای هر نمونه در عدد ٦/۲۵ ضرب گردید. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزارهای آماری (MSTATC، SPSS و SAS) استفاده گردید . و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد، انجام گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲)، عملکرد دانه توسط فاکتور تلقیح مایکوریزایی، تلقیح فسفات زیستی و اثرات متقابل میان فاکتورهای تلقیح مایکوریزایی و ورمی کمپوست و اثرات متقابل سه فاکتور تلقیح مایکوریزایی، فسفات زیستی و ورمی کمپوست در سطح یک درصد معنی‌دار گردید. همچنین عملکرد دانه توسط فاکتور ورمی کمپوست در سطح پنج درصد معنی دار گردید. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بین تلقیح با مایکوریزا (۲٤۹٦/۹ کیلوگرم در هکتار) و عدم تلقیح(۱۸۰۳/۳ کیلو گرم در هکتار) تفاوت بسیار معنی‌داری وجود داشت به طوری که عملکرد دانه در تلقیح با مایکوریزا ۳۸ درصد بیشتر بود(جدول ۳). همچنین مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بین تلقیح با فسفات زیستی (۲۳۱۰/٤ کیلوگرم در هکتار) و عدم تلقیح با فسفات زیستی (۱۹۸۹/۹ کیلوگرم در هکتار) تفاوت معنی‌داری وجود دارد. به طوری که عملکرد دانه در تلقیح با فسفات زیستی در حدود ۱٦ درصد بیشتر بود(جدول ۳). همچنین مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بین سطوح مختلف ورمی کمپوست تفاوت معنی داری وجود دارد، به طوری که عملکرد دانه در سطح سوم ورمی کمپوست (۲۳۷۳/٦ کیلوگرم در هکتار)، در حدود ۱۹ درصد بیشتر از سطح اول (۱۹۸۰/۲ کیلوگرم در هکتار) و ۱۳ درصد بیشتر از سطح دوم (۲۰۹٦/٦ کیلوگرم در هکتار) گردید (جدول ۳). مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل دو فاکتور تلقیح مایکوریزایی و ورمی کمپوست نیز دارای اختلاف بسیار معنی‌داری بود، به نحوی که عملکرد دانه در تیمارهای شامل تلقیح مایکوریزایی در سطوح ورمی کمپوست (به ترتیب ۲۲۰۵/۱، ۲۱۸۰/۱ و

۳۱۰۵/۸ کیلوگرم در هکتار) با افزایش مقادیر آن، افزایش پیدا کرد.

جدول ۲ نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) خصوصیات مورفوفیزیولوژیک،عملکرد دانه و درصد پروتئین دانه نخود تحت تأثیر کودهای زیستی

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	ارتفاع بوته	تعداد شاخه اولیه	تعداد گره در ساقه اصلی	شاخص سطح برگ تک‌بوته	غلظت پروتئین دانه
تکرار	۳	۱۰۱۱۲۸۰/۱ ^{ns}	۳٤/۸۱^{ns}	۰/۱٤۹^{ns}	۹/۲^{ns}	۳۵۲۱۱۵/۱^{ns}	۳/۹۵^{ns}
تلقیح میکوریزایی (a)	۱	۵۷۷۳۰۰۵/۸ **	۳٦۲/٤**	۰/۵۰٦^{ns}	۵/۰۱^{ns}	۹٤۵۱۸/٦۸^{ns}	۲۷**
تلقیح فسفات زیستی (b)	۱	۱۲۳۲۷۸۷/۱ *	۲۰۱/۳ **	۱/۹۸ **	۲۳/۳۸*	۳۹٦۹۸^{ns}	۱۵/٦٤ **
a×b	۱	۷۱٤۵٤۱/۷ *	۳/۳٦^{ns}	۰/۲۳۷^{ns}	٤/۲٦^{ns}	٤۸۷٤۳/۳^{ns}	۱/٤۷^{ns}
ورمی‌کمپوست (c)	۲	٦۵۳٦۰۵/٤ *	۱۰۹/٤۷*	٤/۳۵**	٤۲/۱**	۱۵۵۷۱۱/۸*	۳۱/٤**
a×c	۲	۱۸٦۱۲۵۹/۳**	۱/٤۲^{ns}	۰/۰۵۸^{ns}	۲/۷۳^{ns}	۱۲۵۱۹/۹^{ns}	۰/۵۲^{ns}
b×c	۲	۱۳۰۸۷۰۷/٤**	۵/۰۳^{ns}	۰/۱۵۷^{ns}	۷/۱۵^{ns}	۱٦٤۷۸/۷^{ns}	۰/۳۳^{ns}
a×b×c	۲	۵٦۹۹۲٤/۲ ^{ns}	۳۸/۱۵^{ns}	۰/۰۸۸^{ns}	۰/۲۰۱^{ns}	۲۱٦۲۹۳*	۰/۲۰۳^{ns}
خطای آزمایش	۳۳	۲۰٤۳۰۱/۳	۲۰/٦٤	۰/۱۸۱	٤/۸۱	٤۱٦۸۱/۸	۱/٤۱

ns ,*, ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطوح ۵ و ۱ درصد احتمال.

مقایسه میانگین‌های اثر متقابل هر سه عامل نیز اختلاف بسیار معنی‌داری را نشان داد و مشاهده گردید که با کاربرد توام مسطوح مختلفی از سه عامل، عملکرد دانه افزوده شد به نحوی که عملکرد دانه در تیمار تلقیح با مایکوریزا و تلقیح فسفات زیستی و مصرف ۱۲ تن در هکتار کود زیستی ورمی کومپوست (٤۵ درصد) برتری چشمگیری نسبت به تیمار شاهد(عدم مصرف کود ورمی کمپوست و عدم تلقیح با مایکوریزا و فسفات زیستی) داشت. نتایج پژوهش بیانگر آن است که افزایش عملکرد دانه در تیمار تلقیح مایکوریزایی، می تواند ناشی از بهبود اجزاء عملکرد نخود باشد. نتایج تحقیقات کاپور و همکاران (۲۰۰٤) و ال –قندور و گال (۲۰۰۲) نیز موید این مطلب است.

سودوموناس از مهم‌ترین باکتریهای افزاینده رشد گیاه می‌باشند که علاوه بر تثبیت زیستی نیتروژن و محلول کردن فسفر خاک با تولید مقادیر قابل ملاحظه مواد و هورمون های تحریک کننده رشد و به ویژه انوع اکسین و جیبرلین‌ها، رشد و نمو و عملکرد گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهند(زهیر و همکاران ،۲۰۰٤) . افزایش مقادیر ورمی کمپوست نیز، از طریق تأثیر بر قدرت جذب ، نگهداری و تدارک بالای رطوبت و عناصر غذایی مانند نیتروژن ، فسفر و پتاس بر روی افزایش اجزاء عملکرد نخود نظیر تعداد غلاف ، وزن صد دانه و بیوماس اثر گذاشته و موجب بهبود عملکرد دانه گردید. این موضوع در نتایج جات و اهلاوات (۲۰۰٤) بر روی نخود قابل مشاهده است.

جدول ۳- مقایسه میانگین خصوصیات مورفوفیزیولوژیک ، عملکرددانه و درصد پروتئین دانه

	تیمار	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد شاخه اولیه در بوته	تعداد گره در ساقه اصلی	شاخص سطح برگ تک بوته در مرحله گلدهی	غلظت پروتئین دانه (درصد)
تلقیح میکوریزایی	m_1(عدم تلقیح)	۱۸۰۳/٤ b	۵۷/۲ b	۳/٦ a	۲۳/۱ a	۸۲۷/۲ a	۲۰/۷ b
	m_2(تلقیح)	۲٤۹۷ a	٦۲/۷ a	۳/۸ a	۲۳/۸ a	۹۱۵/۹ a	۲۲/۲ a
تلقیح فسفات زیستی	P_1(عدم تلقیح)	۱۹۸۹/۱ b	۵۷/۹ b	۳/۵ b	۲۲/۸ b	۸٤۲/۸ a	۲۰/۹ b
	P_2(تلقیح)	۲۳۱۰/٤ a	٦۲ a	۳/۹ a	۲٤/۲ a	۹۰۰/٤ a	۲۲/۱ a
ورمی کمپوست	v_1(بدون مصرف)	۱۹۸۰/۲ b	۵۷/٤ b	۳/۵ b	۲۲ b	۷۸٦/۲ b	۲۰ c
	V_2(٦ تن در هکتار)	۲۰۹٦/٦ ab	۵۹/۹ ab	۳/٤ b	۲۳/۲ b	۸٤۹/۱ ab	۲۱/۵ b
	V_3(۱۲ تن در هکتار)	۲۳۷۳/۷ a	٦۲/٦ a	٤/۳ a	۲۵/۳ a	۹۷۹/٦ a	۲۲/۸ a

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می باشند.

ارتفاع بوته

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) ارتفاع بوته توسط سطوح مختلف مایکوریزا و فسفات زیستی در سطح یک درصد و توسط سطوح مختلف کود ورمی کمپوست در سطح پنج درصد معنی‌دار گردید. اما اثرات متقابل کودهای زیستی بر ارتفاع بوته معنی‌دار نگردید (جدول ۲). مقایسه میانگین نشان داد که بین تلقیح با مایکوریزا و عدم تلقیح اختلاف بسیار معنی داری وجود دارد به طوری که ارتفاع بوته در تلقیح با مایکوریزا (٦۲/۷ سانتی‌متر)، ۹/٦ درصد بیشتر از عدم تلقیح (۵۷/۲ سانتی‌متر) بود(جدول۳). به نظر می‌رسد که همزیستی قارچ مایکوریزا با ریشه نخود از طریق افزایش جذب آب و عناصر غذایی، سبب افزایش فتوسنتز شده و این امر موجب تولید فرآورده بیشتر و بهبود رشد، نظیر ارتفاع گیاه گردیده است. نتایج گوپتا و همکاران (۲۰۰۲) در مورد گیاه دارویی نعناع مؤید این مطلب است. ارتفاع بوته در تلقیح با فسفات زیستی ۷ درصد بیشتر از عدم تلقیح بود . مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بین سطوح مختلف ورمی کمپوست تفاوت معنی‌داری وجود دارد، به طوری که ارتفاع بوته در سطح سوم (٦۲/۵ سانتی‌متر) در حدود ٤/۳ درصد بیشتر از سطح دوم (۵۹/۹ سانتی‌متر) و ۹/۱ درصد بیشتر از سطح اول (۵۷/۳ سانتی‌متر) گردید(جدول۳). در خصوص اثر کود فسفات زیستی بر ارتفاع بوته، باید گفت که این امر احتمالاً ناشی از افزایش جذب فسفر و تأثیر آن بر روی بهبود میزان فتوسنتز و رشد بوته نخود بوده است. نتایج پژوهش هازاریکا و همکاران (۲۰۰۰) مؤید این مطلب است .ورمی کمپوست نیز از طریق قدرت زیاد جذب آب و تدارک مطلوب عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف در مورد میزان فتوسنتز و تولید بیوماس نخود تأثیر مثبت گذاشته و موجب بهبود ارتفاع بوته گردید این موضوع در نتایج همدا و

همکاران (۲۰۰٦) در مورد ارزن مرواریدی قابل مشاهده است.

تعداد شاخه اولیه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس تعداد شاخه اولیه در بوته توسط فاکتور تلقیح فسفات زیستی و ورمی کمپوست اثرات معنی‌داری در سطح یک درصد نشان داد(جدول۲). فاکتور تلقیح مایکوریزا و اثرات متقابل فاکتورها اثرات معنی‌داری بر تعداد شاخه اولیه در بوته نشان ندادند. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بین سطوح مختلف تلقیح فسفات زیستی تفاوت بسیار معنی‌داری وجود داشت به نحوی که در تیمار فسفات زیستی تعداد شاخه اولیه (۳/۹) ۱۱/٦ درصد بیشتر از عدم تلقیح (۳/۵) بود. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بین سطوح مختلف ورمی کمپوست تفاوت بسیار معنی داری وجود داشت به طوری که تعداد شاخه اولیه در بوته در سطح سوم (٤/۳) ۳۰ درصد بیشتر از سطح دوم (۳/۳) و ۲۲/۸ درصد بیشتر از سطح اول (۳/۵) می‌باشد (جدول ۳).

اولین جزء عملکرد که با عوامل ژنتیکی و محیطی کنترل می.شود تعداد شاخه بارور در هر گیاه است (امام و همکاران، ۱۳۷۳) . تعداد شاخه‌های اولیه در واحد سطح تابعی از تراکم بوته، قدرت تولید شاخص‌های بارور و بقای آن است. و تحت تأثیر رژیم رطوبتی خاک هم قرار می‌گیرند. قدرت تولید شاخه‌های اولیه در تولید و ساخت دانه هم عامل مهمی در تثبیت میزان محصول به حساب می آید (شهیدی و فروزان، ۱۳۷٦). کود فسفات زیستی نیز از طریق فراهمی جذب فسفر و تأثیر آن در بهبود رشد گیاه، موجب افزایش تعداد شاخه اولیه گردیده است. مصرف مقادیر مناسب ورمی کمپوست از طریق بهبود فعالیت میکروبی خاک و تولید تنظیم کننده‌های رشد گیاه توسط این موجودات و نیز تدارک جذب بیشتر عناصر غذایی، سبب افزایش میزان فتوسنتز و ماده خشک گیاهی گردیده که این باعث افزایش تعداد شاخه اولیه در گیاه می‌گردد. اصولاً شاخه‌دهی در حبوبات و به ویژه نخود می‌تواند مؤثر از تغذیه گیاهی نیز باشد. بطوریکه در شرایط محدودیت عناصر غذایی خاک، گیاه، اولویت اصلی تغذیه را به ساقه اصل گیاه می‌دهد و در نتیجه شاخه‌دهی کاهش می‌یابد (کوچکی و نبایان اول ، ۱۳۷٦).

کود بیولوژیک فسفات زیستی دارای باکتری حل کننده فسفات می‌باشد که دارای توانایی تولید اسیدهای آلی و معدنی و ترشح آنزیم فسفاتاز بوده و بدین صورت ذخایر فسفره معدنی و الی موجود در خاک را که در حالت معمول غیر قابل استفاده می‌باشند به فرم قابل استفاده برای گیاه تبدیل می‌نمایند. میکروارگانیسم‌های بکار گرفته شده در سود موناس از طریق سنتز و ترشح هورمون‌های رشد، عامل افزایش دهنده رشد گیاهان بوده و از طرف دیگر با استفاده از متابولیتهای حاصل عمل باز دارنده برای رشد بعضی از قارچهای بیماریزای خاکزی می‌باشند. اضافه کردن سود و موناس به خاک با ایجاد تعادل بین عناصر غذایی در خاک جذب سایر عناصر مورد نیاز گیاه از جمله انواع عناصر کم مصرف را افزایش می‌دهد و مصرف این کود سبب افزایش مقاومت گیاهان در شرایط تنش‌های محیط مثل خشکی و شوره می‌شود. تامین عناصر غذایی منجر به افزایش رشد رویشی، شاخه دهی و کاهش غالبیت انتهایی می‌گردد. کودهای بیولوژیک با تحریک رشد و تأثیر روی فعالیت هورمونی گیاه باعث افزایش تعداد شاخه‌های جانبی گردیدند (محمدی و همکاران ، ۱۳۹۰).

رودرش و همکاران (۲۰۰۵) نیز در آزمایش خود به نتایج مشابهی دست یافتند، آنها نشان دادند که استفاده از باکتری سودوموناس به افزایش جذب عناصر غذایی، ارتفاع گیاه، تعداد شاخه و بیوماس نخود منجر گردیده است. بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) تعداد گره در ساقه بجز فاکتور تلقیح مایکوریزا در بقیه فاکتورها تفاوت معنی‌داری را نشان دادند. با انجام تلقیح فسفات زیستی، تعداد گره در ساقه اصلی افزایش یافت. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بین تلقیح با فسفات زیستی (۲٤/۲) و عدم تلقیح(۲۲/۸) تفاوت معنی‌داری وجود دارد به طوری که تعداد گره در ساقه اصلی در تلقیح با فسفات زیستی در حدود ٦ درصد بیشتر بود (جدول ۳).

مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بین سطوح مختلف ورمی کمپوست تفاوت بسیار معنی‌داری وجود دارد، به طوری که تعداد گره در ساقه اصلی در سطح سوم (۲۵/۲)، ۸/٦ درصد بیشتر از سطح دوم (۲۳/۲) و ۱٤/۵ درصد بیشتر از سطح اول (۲۲) می‌باشد(جدول۳). سینگ و همکاران (۱۹۹۷) بیان کردند که هر چه میزان روز و طول دوره رشد بیشتر شود، تعداد گره در ساقه گیاهان افزایش می‌یابد و چون هرگره یک واحد عمل کننده در ارتباط با جذب کربن و رشد دانه است. بنابراین افزایش سطح برگ در هر گره تولید غلاف، ممکن است به بهبود پتانسیل حقیقی دانه در نخود منتهی شود. افزایش طول دوره رشد رویشی گیاه باعث افزایش تعداد گره در ساقه اصلی می‌گردد.

شاخص سطح برگ تک بوته در مرحله ۵۰ درصد گلدهی

طبق نتایج مندرج در جدول(۲) ، شاخص سطح برگ تک بوته توسط فاکتور ورمی کمپوست و اثرات متقابل سه گانه تلقیح مایکوریزایی، تلقیح فسفات زیستی و ورمی کمپوست در سطح یک درصد بر شاخص سطح برگ تک بوته معنی‌دار گردید. ولی تلقیح فسفات زیستی و تلقیح مایکوریزا بر روی شاخص سطح برگ در بوته معنی‌دار نگردید. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بین سطوح مختلف ورمی کمپوست تفاوت معنی‌داری وحود داشت به طوری که شاخص سطح برگ تک بوته در سطح سوم (۹۷۹/٦ سانتی‌متر مربع) ۱۵/۳ درصد بیشتر از سطح دوم (۸٤۹/۱ سانتی‌متر مربع) و ۲٤/٦ درصد بیشتر از سطح اول (۷۸٦/۱ سانتی‌متر) می‌باشد. مقایسه میانگین اثر متقابل تلقیح مایکوریزایی × تلقیح فسفات زیستی × ورمی کمپوست نشان داد که بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری وجود داشت به نحوی که شاخص سطح برگ در تیمارهای تلقیح با مایکوریزا× تلقیح فسفات زیستی × سطوح مختلف ورمی کمپوست (به ترتیب ۷۲۸/۹، ۱۱۰٤ و ۱۰۹۷) در مقایسه با تیمارهای عدم تلقیح مایکوریزایی × عدم تلقیح فسفات زیستی × سطوح مختلف ورمی کمپوست (به ترتیب ٦٦۰/۷، ۸۷۸ و ۹٦۵) به طور بارزی افزایش یافت . افزودن ورمی کمپوست به خاک ممکن است نه تنها فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش داده است بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی خاک، ضمن ایجاد یک محیط مناسب برای رشد ریشه، موجبات افزایشی رشد اندام هوایی نظیر شاخص سطح برگ و متعاقب آن تولید ماده خشک را نیز فراهم کرده است.

در همین رابطه در پژوهشی که با استفاده از مقادیر مختلف ورمی کمپوست روی گیاه دارویی ریحان صورت گرفت . انور و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که مصرف پنج تن در هکتار ورمی کمپوست همراه با کود شیمیایی (NPK (به میزان ۵۰، ۲۵ و ۲۵ کیلوگرم

در هکتار) برتری محسوسس از نظر شاخص سطح برگ نسبت به شاهد داشت. آنها اظهار داشتند که افزودن ورمی کمپوست به خاک با بهبود بخشیدن شرایط بیولوژیکی خاک، ضمن فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه ، موجبات افزایش رشد پیکره رویشی و شاخص سطح برگ را نیز فراهم آورده است.

یافته‌های کوماوات و همکاران (۲۰۰۶) نیز موید آن بود که استفاده از ورمی کمپوست در گیاه جو، موجب بهبود چشمگیر عملکرد بیولوژیک و شاخص سطح برگ گردید، آنها این تأثیر مثبت را به قابلیت تحریک کنندگی فعالیت میکروب‌های مفید خاک توسط ورمی کمپوست و توانایی آن در بهبود جذب عناصر معدنی پر مصرف و کم مصرف نسبت دادند.

در تیمارهای اثر متقابل تلقیح مایکوریزا × تلقیح فسفات زیستی در سطوح مختلف ورمی کمپوست افزایش مقادیر ورمی کمپوست در تیمارهایی که حاوی تلقیح ، میکوریزا و تلقیح فسفات زیستی می‌باشند، شاخص سطح برگ نیز به طور معنی‌داری افزایش یافت. بنظر می‌رسد که مصرف ورمی کمپوست از طریق تأثیر مثبتی که بر همزیستی مایکوریزایی و گسترش هیف‌های خارجی اعمال کرد و متعاقب آن تاثیری که قارچ میکوریزا بر گسترش و رونق رشد ریشه گیاه میزبان داشت، موجب بهبود رشد و نمو و سرانجام افزایش شاخص سطح برگ در محله ۵۰ درصد گلدهی نخود گردید.

کاربرد تلفیقی کودهای زیستی، ضمن بهبود احتمالی فرآیندهای حیاتی خاک و افزایش باروری آن و نیز اثرات متقابل تشدید کننده ای که بین کودهای زیستی نظیر قارچ مایکوریزا و ورمی کمپوست ایجاد شد، قادر می‌باشد از طریق ایجاد یک محیط کشت مناسب و فراهمی عناصر غذایی، موجب رشد و نمو گیاه نخود و افزایش شاخص سطح برگ گردید. نتایج مطالعات برخی محققین دیگر در رابطه با مصرف کودهای زیستی و آلی بر بهبود رشد گیاهان مختلف نیز موید همین مطلب است (ساینا و همکاران ،۱۹۹۸).

جدول٤- مقایسه میانگین شاخص سطح برگ تک بوته در مرحله ۵۰ درصد گلدهی تحت تأثیر کودهای زیستی

تیمار تلقیح میکوریزایی × تلقیح فسفات زیستی × ورمی کمپوست	شاخص سطح برگ تک بوته در مرحله گلدهی
$m_1 p_1 v_1$	٦٦٠/٧ b
$m_1 p_1 v_2$	٨٧٣/٩ ab
$m_1 p_1 v_3$	٩٥٦/٤ ab
$m_1 p_2 v_1$	٨٢٧/٩ ab
$m_1 p_2 v_2$	٦٧٧/٢ b
$m_1 p_2 v_3$	٩٦٧/٢ ab
$m_2 p_1 v_1$	٩٢٧/١ ab
$m_2 p_1 v_2$	٧٤١/٥ b
$m_2 p_1 v_3$	٨٩٧/٤ ab
$m_2 p_2 v_1$	٧٢٨/٩ b
$m_2 p_2 v_2$	١١٠٣/٧ a
$m_2 p_2 v_3$	١٠٩٧/٢ a

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می باشند.

غلظت پروتئین دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس آزمایش ، مبین آن بود که تأثیر هر سه عامل به تنهایی در سطح یک در صد معنی‌دار گردید ولی اثرات متقابل بین عوامل تأثیر معنی‌داری بر غلظت پروتئین دانه نداشتند (جدول۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین تلقیح با مایکوریزا (۲۲/۲٪) و عدم تلقیح (۲۰/۷٪) تفاوت قابل توجهی وجود دارد به نحوی که غلظت پروتئین دانه در تلقیح با میکوریزا در حدود ۷/۲ درصد بیشتر بود (جدول ۳).

در همین رابطه، نتیجه پژوهش آریاگادا و همکاران (۲۰۰۳) , بر روی اوکالیپتوس ، نیز با نتیجه تحقیق حاضر مطابقت دارد. آنها مشاهده کردند که کاربرد دو گونه قارچ میکوریزا به اسامی *Glomus mosseae* و *G.deserticola* سبب بهبود معنی‌دار غلظت پروتئین در گیاه اوکالیپتوس (۱۸/۵ و ۲۱/۹٪) در مقایسه با عدم تلقیح (۱۱ درصد) گردید. پژوهشگران در این آزمایش ، افزایش غلظت پروتئین را به بهبودی که در رشد، نمو و مقدار کلروفیل برگ و متعاقب آن وزن خشک گیاه که در اثر همزیستی میکوریزایی حاصل گریده بود، نسبت دادند. همچنین ایلباس و ساهین (۲۰۰۵) نیز در مطالعه‌ایی بر روی گیاه سویا، شاهد بهبود محسوس غلظت پروتئین دانه در تیمار حاوی تلقیح میکوریزایی بودند.

آنها در تفسیر نتیجه حاصله، اظهار داشتند که افزایش غلظت پروتئین دانه و تحریک رشد اندام‌های هوایی گیاه با افزایش تغذیه فسفری همراه است. از این رو تأثیر قارچ میکوریزا بر روی میزان غلظت پروتئین، احتمالاً به طور غیر مستقیم از طریق بهبود وضعیت فسفر گیاه که ناشی از همزیستی مایکوریزا می‌باشد، اعمال می‌شود.

نتایج تحقیقات گائو و همکاران (۲۰۰٦). واو و همکاران (۲۰۰۵) به ترتیب بر روی گیاه ذرت و پیاز با نتیجه پژوهش حاضر هماهنگی دارد. همچنین مقایسه میانگین تیمارها نشان دهنده آن بود که میان سطوح تلقیح فسفات زیستی نیز اختلاف بسیار معنی‌داری وجود دارد به نحوی که غلظت پروتئین دانه در تیمار تلقیح (۲۲/۸٪) در حدود ٦ درصد بیشتر از تیمار عدم تلقیح (۲۱/۵٪)گردید(جدول۳). سودوموناس با انحلال فسفات نامحلول و افزایش مقدار فسفر قابل دسترسی برای باکتریهای تثبیت کننده نیتروژن باعث افزایش تثبیت نیتروژن شده است و احتمالاً قدردت تثبیت زیستی نیتروژن به وسیله این باکتری ها، جریان رشد، میزان عملکرد و سرانجام میزان نیتروژن دانه را افزایش می‌دهد و در نتیجه غلظت پروتئین دانه را افزایش داده است. همچنین تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین سطوح مختلف ورمی کمپوست در سال دوم مشاهده گردید، به نحوی که غلظت پروتئین دانه در سطح سوم (۲۳۳/۳٪) در حدود ٥/٤ درصد بیشتر از سطح دوم (۲۱/٪) و ۱۰/٤ درصد بیشتر از سطح اول (۲۰/٦٪) بود (جدول ۳). تحقیق زالر (۲۰۰۷) نیز مبین آن بود که استفاده از ورمی کمپوست در گیاه گوجه فرنگی و تحت شرایط گلخانه‌ای، موجب بهبود چشمگیر غلظت پروتئین نسبت به تیمار شاهد گردید، او مشاهده نمود که افزایش فعالیت بیولوژیک در محیط رشد حاوی ورمی کمپوست ، از طریق تأثیر بر تولید مواد تنظیم کننده رشد، و بهبود جذب عناصری چون نیتروژن ، می‌تواند ضمن افزایش وزن میوه گوجه فرنگی، موجب بهبود غلظت نیتروژن نیز در آن گردد. به نظر می رسد که افزایش فعالیت بیولوژیک در محیط رشد حاوی ورمی کمپوست و پیامد آن بهبود جذب عناصری چون نیتروژن ، ضمن افزایش وزن خشک گیاه نخود،

می‌تواند موجب بهبود و غلظت پروتئین دانه آن شود. ال – گیازاوی و همکاران (۲۰۰٤) بیان کردند که اثرات سودمند تلقیح مایکوریزایی باعث افزایش رشد و نمو نخود گردید. که این در نهایت باعث افزایش درصد پروتئین دانه گردیده است. که نتایج این آزمایش با نتایج آنها مطابقت دارد. قارچ‌های میکوریزا سبب افزایش تولید گره، کلونی زایی ریشه، تجمع ماده خشک در اندامهای هوایی و جذب عناصر غذایی مانند نیتروژن در گیاه نخود (سینگ و سینگ ،۱۹۹۳) و در نتیجه افزایش غلظت پروتئین دانه نخود می‌گردد.

منابع

امام، ی . و م. نیک نژاد . ۱۳۷۳. مقدمه‌ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات دانشگاه تهران . ۵۷۰. ص .

شهیدی ، ا. و ک . فروزان. ۱۳۷٦. کلزا. انتشارات شرکت توسعه کشت دانه‌های روغنی . ٦۷ ص

صالح راستین، ن.،۱۳۸۰. کودهای بیولوژیک و نقش آنها در راستای نیل به کشاورزی پایدار. مجموعه مقالات ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور، ص ٥٤-۱.

کوچکی ،ع. و م. نبایان اول . ۱۳۷٦. زراعت حبوبات . انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۳٦ ص

محمدی ، م.، مقدم ، ج.، مجنون حسینی ، ن، احمدی ، ع.و ک . خاوازی ۱۳۹۰. بررسی تأثیر کودهای فسفری شیمیایی و زیستی بر عملکرد و اجزاء عملکرد دو رقم عدس در شرایط متفاوت رطوبتی . مجله علوم گیاهان زراعی ایران. ٤۲ (٤): ۸٤٥-۸٥٥.

محمدی ،خ.،قلاوند،ا.،آقاعلیخانی ،م.،نوری،ف. و س.ع.م.،مدرس ثانوی .۱۳۹۲. تاثیر روش های مختلف بهبود حاصل خیزی خاک بر رشد ،عملکردو تثبت نیتروژن مولکولی در نخود. مجله پژوهش و سازندگی. ۱۰۱: ٦۷-۷٦.

Anwar, M., D.D. Patra, S. Chand, K. Alpesh, A.A. Naqvi and S.P.S. Khanuja. 2005. Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth , herb and oil yield, nutrient accumulation and oil quality of *French basi*l. Com. Soil Sci. Plant Analy. 36(13-14): 1737-1746.

Arancon, N.A., C.A. Edwards, P. Bierman, C. Welch, and J.O. Metzger.2004. Influences of Vermicomposts on field Strawberries : 1.Effects on growth and yields . Biores. Technol. 93: 145-153.

Arriagada, C.A., M.A. Herreraand J.A. Acampo. 2007. Beneficial effect of saprobe and arbuscular mycorrhizal fungi on growth of Eucalyptus globules Co-cultured with *Glycine max* in Soil contaminated with heavy metals. J. Envivon. Manag. 84: 93-99.

Clemente, A., R.Vioque, J. Vioque, J. Bautistab and F. Millin.1998. Effect of cooking on protein quality of chickpea (*Cicer arietinum*) seeds. Food Chem. 62:1-6.

Courtney, R.G. and G.J. Mullen. 2008. Soil quality and barley growth as influenced by the land application of two compost types. Bioresource Technol. 99: 2913-2918.

EL-Ghandour, I.A. and Y.G. Galal. 2002. Nitrogen fixation and seed yield of chick pea cultivars as affected by microbial inoculation, crop residue and N fertilizer. Egyption J. Microbiol. 37: 233-246.

Hazarika, D.K., N.C. Taluk Dar, A.K. Phookan, U.N. Saikia, B.C. Das and P.C. Deka. 2000. Influence of Versicular arbascular mycorrhizal fungi and phosphate solubilising bacteria on nursery establishment and growth of tea seedlings in assam. Symposium no. 12, Assam Agricultural university, Jorhat- Assam, India.

Hameeda, B., O.P. Rupela, G. Reddy, and K. Satyavani. 2006. Application of plant growth- promoting bacteria associated with composts and macrofauna for growth promotion of pearl millet(*pennisetum glaucum l.*). Boil. Fertile. Soils. 44:260-266.

Jat, R.S. and I.P.S. Ahlawat. 2004. Effect of Vermicompost, bioferlilizer and phosphorus on growth, Yield and nutrient uptake by gram (*Cicer arietinum*) and their residual effect on fodder maize (*Zea mays*). Indian J. Agric. Sci. 74(7): 359-361.

Kapoor, R., B. Giri, and K.G. Mukerji. 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in foeniculum vulgare mill on mycorrhizal inoculation supplemented with p-fertilizer. Biores. Technol. 93: 307-311.

ILbas, A.I. and S. Sahin.2005. *Glomus fasiculatum* inoculation improves soybean production . Acta Agriculture scandinavica section B-soil and plant science, 55(4):287-292.

Kumawat, P.D., N.L. Jat and S.S. Yadavi. 2006. Effect of organic manure and nitrogen fertilization on growth, yield and economics of barley(*Hordeum vulgare*). Indian J. Agric. Sci. 76(4):226-229.

Gupta, M.L., A. Prasad, M. Ram and S. Kumar. 2002. Effect of the vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM)fungus *Glomus fasiculatum* on the essential oil yield related characters and nutrient acquisition in the crops of different cultivars of menthol mint(*Menthe arvensis*) under field conditions. Biores. Technol. 81: 77-79.

Maya, C., B. Roopa ,H.K. Makari and k. Nagaraj.2012. The synergistic Effect of VAM fungi with Rhizobium on the growth and yield of *Cicer arietinum.L*. Online Int. Inter Disciplin. Res. J. 2(1): 15-21.

Moradi, S., J. Sheikhi and M. Zarei.2013. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobium on shoot and root growth of chickpea in a calcareous soil. Int. J. Agric. 3 (2): 381-385.

Mukherjee, P.K. and R.K. Rai.2000. Effect of vesicular arbuscular mycorrhizae and phosphate- solubilizing bacteria on growth, yield and phosphorus uptake by wheat and chickpea. Indian J. Agron. 15: 602-607.

Ratti, N., S. Kumar, H.N. Verm and S.P. Gautam .2001.Improvement in bioavailability of tricalcium phosphate to cymbopogon martini var. motia by rhizo bacteria, AMF and Azospirillum inoculation. Micro Biol. Res. 156: 145-149.

Rudresh. D.L., M.K. Shivaprakash, D. Prasad. 2005.Tricalcium phosphate solubilising abilities of Trichoderma spp; in relation to p uptake and growth and yield parameters of chickpea (*Cicer arietinum* L). Cancdian J. Microbiol. 51(3): 217-222.

Sahni, S., B.K. Sharma, D.P. Singh, H.B. Singh, and , K.P. Singh.2008. Vermicompost enhances performance of plant growth- Promoting rhizobacteria in *Cicer arietinum* rhizosphere against Sclerotinum rolfsi. Crop Prot. 27: 369-376.

Saina, M.J., M.T. Taboada-Castro, and A. Vilarino.1998. Growth, mineral nutrition and mycorrhizal colonization of red clover and cucumber plants grown in a soil amended with composted urban wastes. Plant Soil. 205: 25-92.

Sharma, A.K. 2002. Biofertilizers for sustainable agriculture. Agrobios, India, 407p

Shivaputra, S.S., C.P. Patil, G.S.K. Swamy, and P.B. Patil .2004. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhiza fungi and vermicompost on drought tolerance in papaya. Mycorrhiza news. 16(3):12-13.

Singh, H.P. and T.A. Singh. 1993. Effect of VA Mycorrhizae in chickpea. Mycorrhizae. 3:37-39.

Singh , K.B., R.S.Malhotra, M.C.Saxena, and G. Bejiga.1997.Superiority of winter Sowing Over Traditional Spring Sowing of chickpea in the Mediterranean region . Agron . J. 89:112-118.

Solaiman ,A. R. M., M.G. Rabbani and M.N. Moll.2005. Effects of inoculation of Rhizobium and arbuscular mycoorrhiza, poultry litter, nitrogen, and phosphorus on growth and yield in chickpea. Korean J. Crop Sci. 50:256-261.

Verma, J. P., J. Yadav and K.N. Tiwari. 2009. Effect of mesorhizobium and plant growth promoting rhizobacteria on nodulation and yields of chickpea. Biol. Forum. 1(2):11-14.

Wu, S.C., Z.H. Cao, Z.G. Li, K.C. Cheung, and M.H. Wong. 2005. Effects of biofertilizer containing N-Fixer, P and K Solubilizers and Am Fungi on maize growth : a greenhouse trial Geoderma. 125(1-2): 155-166.

Zaidi, A., M. Saghirkhan and M.D. Amil. 2003. Interactive effect of rhizotrophic microorganisms on yield and nutrient uptake of chickpea (*Cicer arietinum L.*) Eur. J. Agron. 19: 15-21.

Zahir, A., M. Arshad and W.F. Frankenberger. 2004. Plant growth promoting rhizobacteria: applications and perspectives in agriculture. Adv. Agron. 81:97-168.

Effects of Vermicompost, microorganisms mycorrhiza and phosphate biofertilizer on some morphophysiological characteristics and seed protein percent of chickpea in autumn plantation

P. Pezeshkpour[1], M. R. Ardakani[1] , F. Paknejad[2], S. Vazan[1]

Received: 2014-11-8 Accepted: 2015-1-27

Abstract

The experiment was conducted at Sarab Changai Research Station in khoramabad during 2009-2010 .The factors were mycorrhiza inoculation: inoculated and non inoculated, phosphate biofertilizer: inoculated and non-inoculated and vermicompost: 0, 6 and 12 t/ha. The experiment design was factorial experiment on the basis of randomized complete blocks design with four replications. Mean comparison was carried out using Duncan multiple range test at 5% level. Results showed that the highest seed yield (2497 kg/ha.), plant height (62.7 cm), number of primary branches (3.8), number of nodes per main stem (23.8),leaf area index at 50% flowering stage (915.9), seed protein percent (22.2%) were obtained with mycorrhiza inocululation. Phosphate biofertilizer showed significant effects on seed yield and seed protein percent. Also vermicompost showed significant effects on seed yield, plant height, number of primary branches, number of nodes per main stem and leaf area index (LAI). The highest seed yield (2373.7 kg/ha), plant height (62.6 cm), number of primary branches (4.3), number of nodes per main stem (25.3), LAI (979.6), seed protein percent (22.8%) obtained with application of 12 ton /ha vermicompost. The highest seed yield (3882.5 kg/ha) obtained with application of mycorrhiza inoculums, phosphate biofertilizer inoculums and 12 ton/ha Vermicompost.

Keywords: Chickpea, mycorrhiza, phosphate biofertilizer,vermicompost

1- Department Agronomy and Plant Brreding, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj Iran