محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

تأثیر کاربرد تیمارهای زیستی و شیمیایی در جذب فسفر و بهبود برخی خصوصیات رشد و عملکرد گیاه گوجه‌فرنگی

میثم چراغی[1*]، بابک متشرع‌زاده[2]، حسینعلی علیخانی[3]

[1]دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

[2]دانشیار گروه علوم خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

[3] استاد گروه علوم خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر مصرف تلفیقی کود ورمی‌کمپوست با باکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR[1]) و سطوح مختلف عناصر غذایی بر جذب فسفر و برخی شاخص‌های رشد و عملکرد گیاه گوجه‌فرنگی، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی در گلخانه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران اجرا شد. تیمارها شامل شاهد، سطح بهینه عناصر، عناصر نیتروژن، فسفر، روی و سیلیسیم به مقدار دو برابر سطح بهینه و کود ورمی‌کمپوست + مخلوط دو نوع برتر PGPR بود. نتایج نشان داد که کاربرد کود ورمی‌کمپوست + انواع برتر PGPR و نیز کود حاوی سطح دو برابر عناصر بر افزایش وزن خشک ریشه و مساحت سطح برگ معنی‌دار و باعث افزایش قابل‌توجه وزن‌تر میوه شد ($p<0/01$). غلظت فسفر و وزن خشک اندام هوایی نیز فقط با کاربرد کود ورمی‌کمپوست + دو نوع برتر PGPR افزایش معنی‌دار داشت ($p<0/01$). درمجموع کاربرد ترکیبی کودهای زیستی (PGPR) و آلی (ورمی‌کمپوست) می‌توانند جایگزین مناسب و حتی با عملکرد بالاتری نسبت به کودهای شیمیایی باشند و از طرفی کاربرد ترکیبی کودهای زیستی و آلی با کاربرد هم‌زمان سطوح بالای عناصر غذایی در مناطق با خاک‌های ضعیف می‌تواند یک راهکار مناسب برای افزایش عملکرد و بهبود سطح حاصلخیزی خاک در بلند مدت باشد.

کلمات کلیدی: ورمی‌کمپوست، PGPR، نیتروژن، فسفر، گوجه‌فرنگی

مقدمه

گوجه‌فرنگی و محصولات تبدیلی آن به دلیل میزان پایین کالری و چربی، میزان کم کلسترول آزاد و غنی بودن از ویتامین‌های مختلف، میزان بالای کاروتن و لیکوپن و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی یکی از مهم‌ترین تولیدات صنایع تبدیلی در جهان هستند به‌گونه‌ای که در حال حاضر حدود ۲۵ درصد از کل تولیدات سبزی جهان را به خود اختصاص می‌دهد (Alam et al, 2006). یکی از راهکارهای اساسی برای افزایش عملکرد محصولات کشاورزی، مصرف بیشتر نهاده‌ها به‌ویژه کودهای شیمیایی می‌باشد؛ اما به دلیل اینکه در دهه‌های اخیر مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی، اثرات سوء بر خاک و مشکلات زیست‌محیطی فراوانی بر جوامع مختلف تحمیل کرده است، بنابراین استفاده از کودهای زیستی و آلی توأم با بخشی از کودهای شیمیایی می‌تواند یک‌راه کار مناسب برای فائق آمدن بر این مشکل و افزایش تولید محصولات کشاورزی در واحد سطح باشد (Sturz and Christie, 2003). آزمایش‌های مختلفی درزمینه‌ی کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی بر رشد و عملکرد گیاهان مختلف صورت گرفته است. در این راستا Adesemoye و همکاران (۲۰۱۰)، نشان دادند که کاربرد کودهای زیستی و ترکیب آن با کودهای شیمیایی، اثرات مثبتی بر عملکرد کمی و کیفی گیاهان زراعی دارد و بیان کردند که در صورت نیاز این تلفیق می‌تواند با کاهش مصرف کودهای شیمیایی همراه باشد. در آزمایشی که به‌منظور بررسی تأثیر ورمی‌کمپوست بر شاخص‌های رشد گیاه گوجه‌فرنگی انجام شد، سه سطح کود شیمیایی و پنج سطح مختلف کود ورمی‌کمپوست در شرایط گلخانه‌ای به گیاهان اعمال شد و نتایج نشان داد که تأثیر کاربرد کود شیمیایی و ورمی‌کمپوست بر تعداد و وزن میوه در بوته و وزن ریشه و اندام هوایی معنی‌دار بود، همچنین در تیمار ۱۰۰ درصدی مصرف ورمی‌کمپوست وزن و تعداد گوجه‌فرنگی، وزن اندام هوایی و ریشه به ترتیب در حدود ۳، ۴، ۵ و ۹ برابر نسبت به تیمار بدون ورمی‌کمپوست افزایش یافت (سماوات و همکاران، ۱۳۸۰). Annanurova و همکاران (۱۹۹۲)، با بررسی اثر عناصر غذایی مختلف بر رشد و عملکرد گیاه گوجه‌فرنگی به این نتیجه رسیدند که

[1] Plant Growth Promoting Rhizobacteria

*ایمیل نویسنده مسئول: my.cheraghi@ut.ac.ir

مصرف عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم عملکرد را تا ۴۳/۴ درصد نسبت به شاهد افزایش داد و وقتی مس به این عناصر افزود شد عملکرد ۵۴/۱ درصد نسبت به شاهد افزایش پیدا کرد و با اضافه کردن روی عملکرد گیاهان ۶۳/۲ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت. با توجه به اهمیت ویژه گیاه گوجه‌فرنگی در بین محصولات کشاورزی و جایگاه آن در سبد غذایی مردم جهان و همچنین اهمیت موضوع سلامت محیط‌زیست در ارتباط با تغذیه بهینه، پژوهش حاضر باهدف بررسی اثر کاربرد کود زیستی (PGPR) و آلی (ورمی‌کمپوست) و بخشی از کود شیمیایی (نیتروژن، فسفر، روی و سیلیسیم) بر عملکرد، خصوصیات رشد و جذب فسفر در گیاه گوجه‌فرنگی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار و تحت شرایط کنترل‌شده از لحاظ نور و دما در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران اجرا شد. تیمارهای زیستی شامل ۱- شاهد (NC) ۲- تلفیقی از کود ورمی‌کمپوست + مخلوطی از باکتری‌های محرک رشد گیاه *pseudomonas baetica* و *pseudomonas helmanticensis* (V+P) و تیمارهای عنصری شامل ۳- مصرف کود در سطح بهینه (F) و ۴- مصرف کود درسطح بهینه + نیتروژن، فسفر، روی و سیلیسیم به میزان دو برابر سطح بهینه (2F) بود. بذور گیاه گوجه‌فرنگی (رقم ریوگراند دلتاگرین) بعد از ضدعفونی سطحی، ابتدا در سینی نشاء با بستر شن و پرلیت استریل کشت و در زمان دو برگی شدن نشاءها مورد استفاده قرار گرفت. نشاءها به گلدان‌های حاوی ۴ کیلوگرم خاک (مربوط به مزرعه‌ای با مختصات جغرافیایی "۵۰°۵۷'۳۶ طول شرقی و "۳۵°۴۸'۱۳ عرض شمالی) منتقل شد. در تیمار V+P، کود ورمی‌کمپوست هنگام پر کردن گلدان‌ها به میزان ۵٪ وزنی با خاک گلدان‌های مربوطه مخلوط شد (Atiyeh et al, 2000)، سپس جهت تلقیح گیاهان با باکتری حدود ۳ میلی‌لیتر از سوسپانسیون باکتری‌ها (۵×۱۰^{۸} $CFUml^{-1}$) به ریشه گیاهان مربوطه افزوده شد. تیمار سطح بهینه عناصر (F) و تیمار سطح دو برابر نیتروژن + فسفر + روی و سیلیسیم (2F) از منابع اوره، دی آمونیوم فسفات، سولفات روی و سیلیکات پتاسیم، در دو مرحله بافاصله زمانی ۱۰ روز تأمین گردید. پس از گذشت ۹۰ روز از کشت در گلدان‌ها، گیاهان برداشت شده و ارتفاع اندام هوایی، مساحت سطح برگ (با دستگاه Leaf Area Meter DELTA-T)، همچنین وزن تر میوه ، وزن خشک ریشه و اندام هوایی، نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی در هر بوته اندازه‌گیری و غلظت فسفر در اندام هوایی گیاه نیز با روش زرد مولیبدو وانادات قرائت گردید (Rayan et al, 2007). تجزیه آماری داده‌ها با نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴، مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel نسخه ۲۰۱۳ انجام شد.

نتایج و بحث

آنالیز نمونه خاک

در جدول (۱) نتایج مربوط به آنالیز برخی از ویژگی‌های خاک مورد استفاده در پژوهش ارائه شده است. به‌منظور انتخاب خاک مورد نظر ابتدا از ۵ نقطه مختلف از مزارع کشاورزی شهر کرج نمونه‌برداری انجام شد و پس از آنالیز خاک‌ها، نمونه‌ای که ازلحاظ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی برای انجام اهداف تحقیق مناسب بود انتخاب و مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ۱. برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورداستفاده

کلاس بافت	PH	EC (دسی‌زیمنس بر متر)	کربن آلی (درصد)	کربنات کلسیم معادل (درصد)	نیتروژن (درصد)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)
Clay Loam	۸/۸۵	۱/۵	۰/۶۲	۷/۸۲	۰/۱۱۹	۱۰/۳۲	۲۲۵/۲

نتایج تجزیه واریانس صفات وزن خشک اندام هوایی و ریشه، نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی، وزن‌تر میوه، ارتفاع اندام هوایی، مساحت سطح برگ و همچنین غلظت فسفر در اندام هوایی در جدول (۲) ارائه شده است. بر اساس نتایج تجزیه واریانس، کاربرد کود ورمی‌کمپوست + دو نوع برتر PGPR (V+P) و سطح دو برابر عناصر غذایی (2F) اثر معنی‌داری بر ارتفاع اندام هوایی و وزن‌تر میوه نداشت. کاربرد کود ورمی-کمپوست + دو نوع برتر PGPR بر افزایش وزن خشک اندام هوایی و ریشه، مساحت سطح برگ و غلظت فسفر در اندام هوایی معنی‌دار بود (P<0/01). همچنین کاربرد سطح دو برابر عناصر غذایی باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک ریشه، نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی و مساحت سطح برگ شد (P<0/01).

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس صفات مختلف اندازه گیری شده

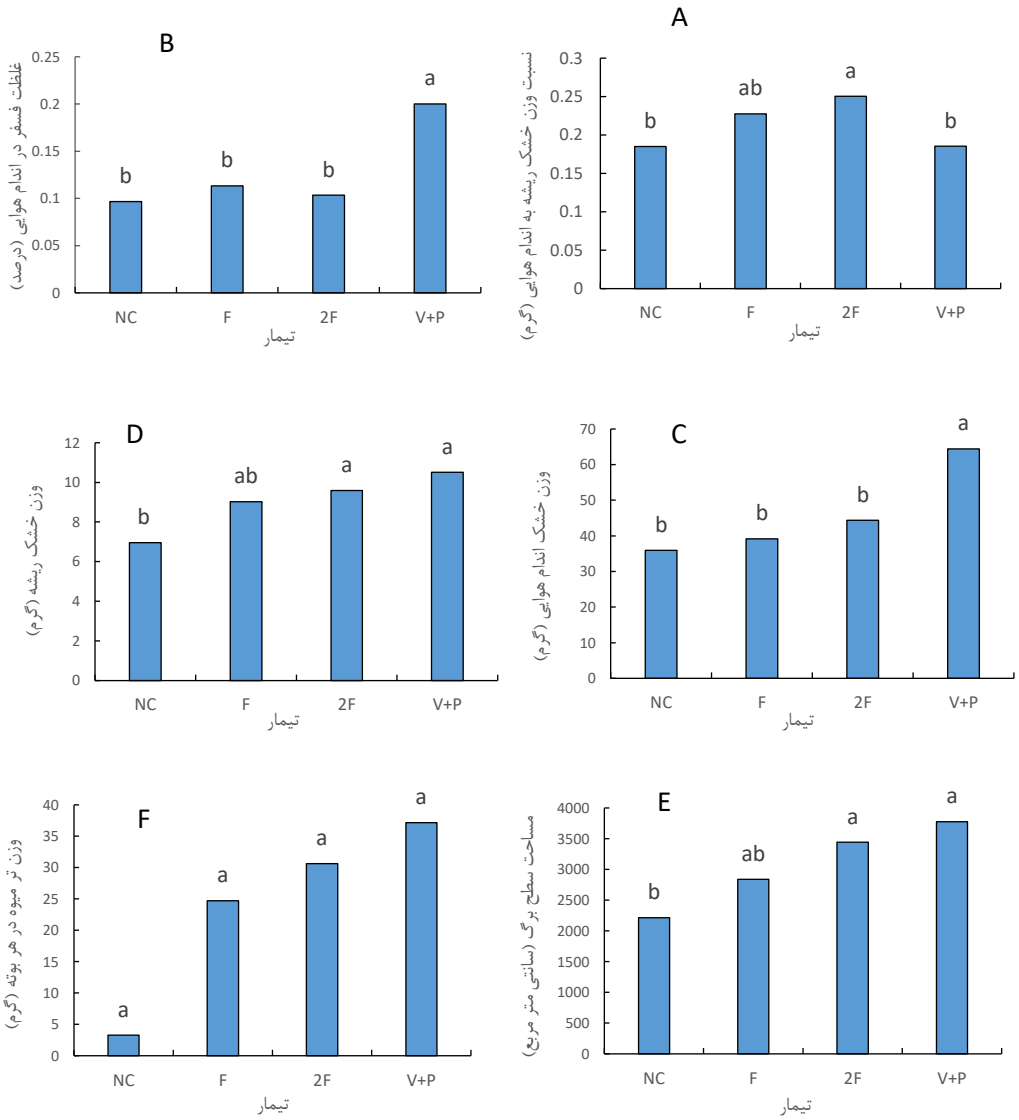
		میانگین مربعات						
منبع تغییرات	درجه آزادی	فسفر در اندام هوایی	ارتفاع اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک ریشه	مساحت سطح برگ	وزن تر میوه	نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی
تیمار کودی	۳	۰/۰۰۶۹**	۶۲/۰۸^{ns}	۴۸۸/۵۸**	۶/۷۸**	۱۴۱۸۳۸۰**	۷/۶۴۷^{ns}	۰/۰۰۳۶**
خطای آزمایشی	۸	۰/۰۰۰۱۷	۱۱۱/۲۵	۹/۲	۰/۶	۱۲۰۴۱۸	۶۹۴/۲۳	۰/۰۰۰۴۲
ضریب تغییرات	-	۱۰/۳۱	۱۲/۰۲	۶/۶	۸/۶	۱۱/۳۱	-	۹/۷

^{ns} و ** به ترتیب غیر معنی‌داری و معنی‌داری در سطح ۱ درصد را نشان می‌دهد.

اثر تیمارهای کودی بر جذب فسفر در اندام هوایی و برخی خصوصیات رشد و عملکرد گیاه

در شکل (۲) اثر تیمار با کودهای زیستی و شیمیایی بر نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی (A)، غلظت فسفر در اندام هوایی (B)، وزن خشک اندام هوایی (C) و ریشه (D)، سطح برگ (E) و وزن تر میوه (F) آورده شده است. نتایج این بررسی نشان داد که نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی فقط در گیاهانی که با سطح دو برابر عناصر نیتروژن، فسفر، روی و سیلیسیم (2F) تیمار شده بودند، افزایش معنی‌دار داشت که با تیمار سطح بهینه (F) تفاوت معنی‌دار نداشته، البته تیمار F نیز با تیمارهای شاهد (NC) و V+P تفاوت معنی‌دار نداشت (P<0/01). بیشترین غلظت فسفر (۰/۲٪) و وزن خشک اندام هوایی (۶۴/۳۹ گرم) مربوط به تیمار V+P بود که اختلاف معنی‌داری با شاهد و سایر تیمارها نشان داد و کمترین غلظت فسفر (۰/۰۹٪) و وزن خشک اندام هوایی (۳۵/۹۷ گرم) مربوط به تیمار شاهد بود و سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری با شاهد نشان ندادند (P<0/01). بیشترین وزن خشک ریشه (۱۰/۵ گرم) مربوط به تیمار V+P بود که با تیمار 2F اختلاف معنی‌داری نداشت اما این دو تیمار با شاهد (۶/۹۶ گرم) اختلاف معنی‌دار داشتند (P<0/01). محققین مختلف نیز در این زمینه گزارش کرده‌اند که افزودن ورمی‌کمپوست (Atiyeh et al, 2000)، باکتری‌های PGPR (El Zemrany et all, 2007) و عناصر غذایی به ویژه فسفر و نیتروژن (Zamani et al, 2014) باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک ریشه و اندام هوایی در گیاهان شده است.

همچنین بیشترین مساحت سطح برگ در گیاهانی که با V+P و 2F تیمار شده بودند مشاهده شد که باهم اختلاف معنی‌دار نداشته اما اختلاف معنی‌داری را با شاهد نشان دادند، تیمار F نیز با هیچ‌کدام از تیمارها اختلاف معنی‌دار نداشت (P<0/01). اثر کود بر وزن تر میوه در هیچ‌کدام از تیمارها معنی‌دار نبود درحالی‌که در نمودار مربوط به وزن تر میوه (D) اختلاف زیادی بین این صفت در گیاه شاهد (۳/۲۷ گرم) با تیمارهای کودی به ویژه کود V+P (۳۷/۱۷ گرم) و کود شیمیایی 2F (۳۰/۶۳ گرم) مشاهده شد، به احتمال زیاد علت این امر را می‌توان توزیع نامتعادل میوه بر روی بوته‌ها تفسیر کرد که این امر منجر شده است تا ضریب تغییرات در وزن تر میوه به‌شدت افزایش یافته و غیر معنی داری را نشان دهد. همچنین این احتمال وجود دارد که اگر دوره رشد طولانی‌تر در نظر گرفته می‌شد این تعادل برقرار و اثر تیمار با کود معنی‌دار می‌شد. مکاریان و شهقلی (۲۰۱۰)، نیز با بررسی تأثیر کودهای زیستی و آلی بر رشد و عملکرد گیاه گوجه‌فرنگی به این نتیجه رسیدند که کاربرد کود ورمی‌کمپوست و PGPR و همچنین کاربرد هم‌زمان آن‌ها می‌تواند باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک ساقه، سطح برگ، تعداد و عملکرد میوه شود. همچنین تأثیر کودهای شیمیایی بخصوص عناصر نیتروژن، فسفر، روی (Annanurova et al, 1992) و سیلیسیم (Kafi and Rahimi, 2011) برافزایش خصوصیات رشد و عملکرد گیاهان مختلف بارها توسط محققین گزارش‌شده است.



شکل ۲- اثر تیمارهای مختلف کودی بر جذب فسفر و برخی خصوصیات رشد و عملکرد گیاه گوجه‌فرنگی. تیمارهای کودی شامل، شاهد (NC)، سطح بهینه عناصر (F)، مصرف کود در سطح بهینه + نیتروژن، فسفر، روی و سیلیسیم به میزان دو برابر سطح بهینه (2F) و تلفیق کود ورمی‌کمپوست + دو نوع برتر PGPR (V+P) است.

نتیجه گیری نهایی

نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد ترکیبی کود ورمی‌کمپوست + تلقیح زادمایه مخلوط باکتری های محرک رشد گیاه (V+P) و همچنین کاربرد سطوح بالایی از عناصر غذایی (2F) می‌تواند رشد و عملکرد گیاه را به‌طور معنی‌داری افزایش دهد؛ بنابراین می‌توان از تلفیق کود آلی (ورمی‌کمپوست) و PGPR به‌عنوان یک جایگزین جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی در مناطقی که مصرف بالای کودهای شیمیایی باعث آلودگی خاک و آب‌های زیرزمینی شده و سلامت جامعه زیستی را تهدید می‌کند، استفاده نمود. از طرفی با توجه به روند روزافزون افزایش جمعیت، نیاز به تأمین مواد غذایی و همچنین اهمیت گوجه‌فرنگی در سبد غذایی مردم و رابطه مستقیم مصرف کودهای شیمیایی با افزایش تولید در واحد سطح، بخصوص در مناطقی که خاک آن‌ها خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ضعیف دارد، می‌توان ترجیحا از تیمار مخلوط کودهای زیستی و آلی (V+P) استفاده کرد.

منابع

سماوات، س.، لکزیان، ا. و ضمیرپور، ع. ۱۳۸۰. تأثیر ورمی‌کمپوست بر روی شاخص‌های رشد گیاه گوجه‌فرنگی. مجله علوم و صنایع کشاورزی۱۵(۲)، ۸۹-۸۳.

مکاریان، ح. و شهقلی، ح. ۱۳۹۴. تأثیر کودهای آلی وزیستی بر رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی (Lycopersicon esculentum Mill.) و کلونیزاسیون باکتری‌ها در خاک. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). جلد۲۹، شماره۲، ۱۸۵-۱۹۵.

Adesemoye, A. O., Torbert, H. A., & Kloepper, J. W. (2010). Increased plant uptake of nitrogen from 15N-depleted fertilizer using plant growth-promoting rhizobacteria. *Applied Soil Ecology*, *46*(1), 54-58.

Alam, M. J., Rahman, M. H., Mamun, M. A., Ahmad, I., & Islam, K. (2006). Enzyme activities in relation to sugar accumulation in tomato. Proceedings-Pakistan Academy of Sciences, 43(4), 241.

Annanurova, M.A., M. Rozyera, T. Tailakoy and L.P. Salvinskoya. (1992). Effects of fertilizers on some physiological process and fruit quality in tomato . Izvestiga Academii Nauk Turkmenistana a. 3:49-59.

Atiyeh, R. M., Subler, S., Edwards, C. A., Bachman, G., Metzger, J. D., & Shuster, W. (2000). Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. Pedobiologia, 44(5), 579-590.

El Zemrany, H., Czarnes, S., Hallett, P. D., Alamercery, S., Bally, R., & Monrozier, L. J. (2007). Early changes in root characteristics of maize (Zea mays) following seed inoculation with the PGPR Azospirillum lipoferum CRT1. Plant and soil, 291(1-2), 109-118.

Kafi, M., & Rahimi, Z. (2011). Effect of salinity and silicon on root characteristics, growth, water status, proline content and ion accumulation of purslane (Portulaca oleracea L.). *Soil Science and Plant Nutrition*, *57*(2), 341-347.

Ryan, J., Estefan, G., & Rashid, A. Soil and Plant Analysis Laboratory Manual. ICARDA.

Sturz, A. V., & Christie, B. R. (2003). Beneficial microbial allelopathies in the root zone: the management of soil quality and plant disease with rhizobacteria. Soil and Tillage Research, 72(2), 107-123.

Zamani, Z., Zeinali, H., MASOOD, S. J., & Madani, H. (2014). Effect of nitrogen and phosphorous fertilizers on the yield and secondary metabolites of medicinal plant Rubia tinctorum L. under salinity conditions.

Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

The Application Effect of Biological and Chemical Treatments on Phosphorus uptake and Improvement of Some Specifications of Tomato Growth and Yield

Cheraghi[1*], M., Motesharezadeh[2], B., Alikhani[3], H.A.

[1] MSc student in department of soil science, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran

[2] Associated Professor in department of soil science, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran

[3] Professor in department of soil science, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran

Abstract

In order to investigate the integrative consequence of vermicompost with Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) and different levels of nutrients on the uptake of phosphorus and some growth and yield indices of tomato, a completely randomized design was carried out in the greenhouse of the College of Agriculture and Natural Resources of Tehran University. Treatments including control, the optimum level of elements, nitrogen, phosphorus, zinc and silicon elements were used in two-fold of the optimal level and vermicompost fertilizer + mixture of two types of superior PGPR. Results showed that application of vermicompost fertilizer + superior types of PGPR and fertilizer consist of the two-fold level of nutrients had a significant effect on dry weight of root and leaf surface area and lead to remarkable increase of the weight of fresh fruit ($0.01 > p$). Phosphorus concentration and dry weight of the aerial part were significantly affected by the application of vermicompost fertilizer + two superior types of PGPR ($0.01 > p$). In general, Using a combination of organic (vermicompost) and biological (PGPR) fertilizers can be a proper alternative, even with higher levels of yields, instead of chemical fertilizers; on the other hand, Using a combination of organic and biofertilizer with simultaneous use of high levels of nutrients in areas with poor soils can be a suitable approach for increasing yield and improving soil fertility in the long-term.

Keywords: Vermicompost, PGPR, Nitrogen, Phosphorus, Tomato

* Corresponding author, Email: my.cheraghi@ut.ac.ir