شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: بیولوژی خاک و کودهای زیستی

اثرات برخی از باکتری‌های محرک رشد گیاه بر صفات رشدی و بهبود جذب N، P و K گیاه ذرت

رعنا صحت‌مند[۱]، محمدرضا ساریخانی*[۲]، نصرت ا... نجفی[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد بیولوژی و بیوتکنولوژی خاک، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

[۲] دانشیار بیولوژی و بیوتکنولوژی خاک، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

[۳] دانشیار حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

چکیده

در راستای نیل به کشاورزی پایدار ضرورت استفاده از پتانسیل‌های کودهای زیستی بیش از پیش احساس می‌شود. در این پژوهش جدایه‌های باکتریایی متعلق به جنس‌های سودموناس (AZ-8، AZ-19، AZ-21)، استنوتروفوموناس (16SP7-2)، انتروباکتر (S16-3)، سیتروباکتر (44A-4)، ازتوباکتر (14SP-I) و ریزوبیوم (14A-4) برای تلقیح گیاه ذرت در خاکی با کمبود عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم استفاده شد. با این فرض که جدایه‌های مورد استفاده قادر به تأمین حداقل ۲۰ تا ۵۰ درصد نیاز فسفر، نیتروژن و پتاسیم گیاه هستند، در تیمارهای باکتریایی ۵۰ درصد از این عناصر از منابع اوره، سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم تأمین شد و آزمایش گلخانه‌ای با کشت گیاه در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و با لحاظ کنترل منفی (بدون کود شیمیایی و بدون باکتری)، کنترل مثبت ۵۰ درصد (شامل کاربرد کود نیتروژن، فسفر، پتاسیم به میزان نصف مقدار توصیه شده بر اساس آزمون خاک)، کنترل مثبت ۱۰۰ درصد (شامل کاربرد کود نیتروژن، فسفر، پتاسیم بر اساس آزمون خاک به مقدار توصیه شده)، و تلقیح شده با جدایه‌های باکتری با ۵۰ درصد کودهای NPK انجام شد. در این آزمایش پارامترهایی نظیر قطر ساقه، ارتفاع بوته، شاخص کلروفیل، وزن خشک بخش هوایی و ریشه، همچنین غلظت و مقدار عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم کل اندازه‌گیری شد. آنالیز شاخص‌های رشدی نشان داد بیشترین مقادیر اندازه‌گیری شده صفات فوق مربوط به تیمار NPK100 بوده است، اما از میان جدایه‌های باکتریایی در بخش اندازه‌گیری شاخص‌های رشدی گیاه، جدایه AZ-19 با ۸۵ درصد و همچنین 14SP-I با ۷۲ درصد افزایش نسبت به شاهد بیشترین وزن خشک کل را به خود اختصاص دادند. در بخش اندازه‌گیری غلظت عناصر، بیشترین مقدار پتاسیم کل، فسفر کل و نیتروژن کل در جدایه AZ-19 مشاهده شد که به ترتیب با ۸۵، ۱۰۵ و ۹۲ درصد افزایش جذب نسبت به تیمار شاهد، بهترین تیمار باکتریایی بود.

کلمات کلیدی: نیتروژن، فسفر، پتاسیم، ذرت

مقدمه

استفاده بیش از حد از کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها برای دستیابی به تولید بیشتر، سلامتی بشر و محیط زیست را به خطر می‌اندازد. به همین دلیل در سال های اخیر در پی بحران آلودگی‌های زیست محیطی تلاش‌های گسترده‌ای برای یافتن راهکارهای مناسب برای بهبود کیفیت خاک و محصولات کشاورزی، حذف آلاینده‌ها و حفظ پایداری بوم‌نظام‌های طبیعی آغاز شده است (verma و همکاران، ۲۰۱۴) و عملیات کشاورزی به سمت روش‌های پایدار و سازگار با محیط زیست سوق پیدا کرده است (Leach and Mumford, 2008).

امروزه کودهای زیستی به عنوان یک جایگزین برای کودهای شیمیایی با هدف افزایش حاصخیزی خاک و تولید محصولات در کشاورزی پایدار محسوب می‌شوند (Viviene and Felix, 2004). هدف اصلی از توسعه زیست فناوری در مورد باکتری‌های محرک رشد گیاه، جداسازی و شناسایی باکتری‌های موثر و مفید از خاک، کاربرد و استفاده از آنها در خاک و افزایش جمعیت آنها می‌باشد (Adesemoye and Kloepper, 2009). در بررسی گونه‌های مؤثر PGPR با ویژگی‌های متعدد، جنس‌های مختلف باکتری‌ها نتایج قابل قبولی نشان داده‌اند و از این میان جنس‌های باکتریایی شامل Azotobacter، Pseudomonas، Rhizobium و Bacillus به‌طور گسترده‌ای استفاده می‌شوند (Teaumroong و همکاران، ۲۰۱۰). این باکتری‌ها علاوه بر تأثیر مستقیم با سازوکار تامین عناصر غذایی و تولید مواد تنظیم‌کننده رشد گیاه از راهکارهای غیرمستقیم مثلاً مقابله با عوامل بیماریزا می‌توانند برای گیاه سودمند باشند (Van Loon, 2007).

*ایمیل نویسنده مسئول: rsarikhani@yahoo.com

اثر سویه‌های مختلف از باکتری‌های محرک رشد (A. lipoferum و Azospirillum brasilense،P. putida ،P. fluorescens) روی رشد و عملکرد ذرت حاکی از افزایش معنی‌دار در جوانه زنی دانه، قدرت گیاهچه‌های ذرت، وزن خشک اندام‌هوایی و برگ و خوشه، مساحت سطح برگ، ارتفاع گیاه، وزن ۱۰۰ دانـه و تعـداد دانـه در هـر خوشه بوده است (Gholami و همکاران، ۲۰۰۹). به دلیل اهمیت تغذیه گیاه و افزایش راندمان تولید و در جهت نیل به کشاورزی پایدار و کاهش خطرات استفاده از کودهای شیمیایی برای محیط زیست و استفاده از پتانسیل ریزجانداران مفید خاکزی برای ارزیابی همزمان تأمین نیتروژن، فسفر و پتاسیم این جدایه‌های PGP، آزمایش پیش‌رو طراحی شده است. این مطالعه با اهداف زیر انجام گرفت:

۱- بررسی اثر بخشی باکتری‌های مورد استفاده در بهبود رشد گیاه و بهبود جذب N، P، K برای ذرت در مقایسه با تیمارهای کنترل کود شیمیایی.

۲- انتخاب جدایه‌های باکتریایی با کارایی بیشتر.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۵ در گلخانه گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز انجام شد و خاک مورد استفاده از ایستگاه تحقیقاتی خلعت پوشان واقع در شمال شرق شهر تبریز نمونه‌برداری شد و جدایه‌های مورد استفاده از بانک میکروبی گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تبریز تأمین شد. این جدایه‌ها شامل Pseudomonas sp. AZ-8، Pseudomonas sp. AZ-19، Pseudomonas sp. Az-21، Enterobacter sp. S16-3، Stenotrophomonas sp. 16SP7-2، Azotobacter chroococcum. 14SP-I، Rhizobium sp. 14A-4 و Citrobacter sp. 44A-4 بودند.

به منظور انجام تلقیح میکروبی از کشت شبانه[2]باکتری‌ها در محیط NB استفاده شد (۲۰ میلی لیتر) و سپس بر حامل استریل باگاس و پرلیت (۱:۱) افزوده (۱۰ گرم) و به خوبی آغشته شدند. ۱۰ گرم از هر حامل باکتریایی با رطوبت اولیه ۱۵٪ پس از اضافه شدن ۲۰ میلی‌لیتر سوسپانسیون باکتری، به‌طور مساوی بین ۳ تکرار از تیمار یعنی در ۳ گلدان پخش شد. به‌طور میانگین هر گرم حاوی 10^8 باکتری بود. بذرهای ذرت از رقم سینگل کراس ۷۰۴ بود که پس از ضدعفونی شدن با هیپوکلریت سدیم ۰/۵درصد به مدت ۵ دقیقه، درون ظروف پتری دیش جوانه‌دار شده و سپس جهت کشت در گلدان آماده شدند (Aliasgharzad و همکاران، ۲۰۰۹). خاک پس از هوا خشک شدن از الک ۴ میلی‌متری عبور داده شد و پس از استریل در اتوکلاو (فشار ۱/۲ اتمسفر، دما ۱۲۱درجه سلسیوس با بخار آب و به مدت ۴۵ دقیقه)، مورد استفاده قرار گرفت. در هر گلدان ۳/۵ کیلوگرم خاک استریل ریخته شد و سپس در عمق ۴-۳ سانتیمتری زیر سطح خاک، ۱۰ گرم حامل آغشته شده به سوسپانسیون باکتری به به همراه بذور ضدعفونی شده قرار گرفت. در ابتدا ۴ بذر در هر گلدان کشت شد و بعد از استقرار گیاهان، تعداد ۲ گیاه سالم تا پایان آزمایش حفظ شد در طول آزمایش رطوبت گلدان‌ها در حدود FC ۰/۸ ظرفیت مزرعه نگهداری شد. دوره رشد به مدت ۶۰ روز به طول انجامید. دمای روزانه و شبانه گلخانه به ترتیب ۲±۲۸ و ۲±۲۰ درجه سلسیوس بود (شکل ۱). برای تأمین ماده آلی مورد نیاز باکتری از کود دامی استریل شده به مقدار ۴۰ گرم در هر گلدان استفاده شد و سایر نیازهای عناصر غذایی به جز NPK به مقدار لازم به صورت محلول برای هر گلدان تأمین شد که معادل ۱/۲۲ mg B/kg soil از منبع اسید بوریک (H_3BO_3)، ۲/۹۵mg Cu/kg soil از منبع سولفات مس ($CuSO_4.5H_2O$)، ۱۰/۴ mg Fe/kg soil از منبع سکوسترین آهن (Fe-EDDHA)، ۴/۳۷ mg Mn/kg soil از منبع سولفات منگنز ($MnSO_4.4H_2O$)، ۱۰/۵۵ mg Zn/kg soil از منبع سولفات روی ($ZnSO_4.7H_2O$) بود. اما در مورد عنصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم، در تیمار شاهد (منفی) هیچ مقدار کودی استفاده نشد اما در مورد تیمار شاهد (مثبت) بر اساس آزمون خاک ۱۰۰٪ مقدار توصیه شده معادل۷۲ mg N/kg soil از منبع اوره، ۲۱/۹۹ mg P/kg soil از منبع سوپرفسفات تریپل ($Ca(H_2PO_4)_2.H_2O$) و ۳۸/۸۲ mg K/kg soil از منبع سولفات پتاسیم (K_2SO_4) استفاده شد و در تیمار کنترل ۵۰٪ نصف این مقادیر به گلدانها افزوده شد (ملکوتی و غیبی، ۱۳۸۲)، همچنین در تیمارهای باکتریایی، ۵۰٪ مقادیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم استفاده شد زیرا که فرض آزمایش این بود که باکتری‌ها قادر هستند تا ۵۰٪ نیاز گیاه به این عناصر را تأمین کنند. در پایان دوره رشد رویشی گیاه، ویژگی‌های قطر ساقه، ارتفاع گیاه، شاخص کلروفیل، وزن خشک بخش هوایی، وزن تر و خشک ریشه و حجم ریشه مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. و پس از برداشت گیاه و آون خشک کردن نمونه‌های گیاهی، نمونه‌ها هضم شده و غلظت و مقدار عناصر پتاسیم، فسفر و نیتروژن اندازه‌گیری شد. پس از هضم نمونه‌ها (Walling et al., 1989) برای اندازه‌گیری عناصر پتاسیم و فسفر، فسفر به روش رنگ زرد(Olsen and Summers, 1982) و پتاسیم به روش فلیم‌فتومتری (Walling et al., 1989) تعیین شد و نیتروژن نیز از روش تقطیر و تیتراسیون (کجلدال) اندازه گیری شد. این آزمایش با در نظر گرفتن سه تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی در شرایط گلخانه‌ای به انجام

[2] Over night

رسید. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن و در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ انجام شد. تحلیل آماری با نرم‌افزار MSTATC و رسم نمودارها به کمک Excel انجام شد.

شکل ۱. نمایی از گلدان‌های مورد آزمایش در گلخانه

نتایج و بحث

شاخص کلروفیل

نتایج مربوط به تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارها بر شاخص کلروفیل اندازه‌گیری شده در گیاهان در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). با توجه به مقایسه میانگین‌های داده‌ها بیشترین شاخص کلروفیل ۳/۷۷ در تیمار AZ-8 دیده شد و با شاهد اختلاف معنی‌داری داشت و ۱۲۸ درصد افزایش نسبت به آن نشان داد و پائین‌ترین مقدار این شاخص متعلق به تیمار شاهد بود. جدایه 44A-4 با ۲/۷۷ مقدار نسبتاً بالایی از کلروفیل را به خود اختصاص داده و بقیه تیمارها همگی در یک گروه آماری قرار گرفتند و با هم اختلاف معنی‌دار نداشتند (شکل ۲).

جدول ۱. جدول تجزیه واریانس اثر تیمارها بر شاخص‌های رشدی گیاه ذرت

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		کلروفیل	قطر ساقه	ارتفاع گیاه	وزن خشک هوایی	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	حجم ریشه
تیمار	۱۰	۰/۸۴۴ *	۰/۰۲ *	۲۶۶/۶۹۱ **	۵۲/۷۵۲ *	۱۶۷/۰۲۲ ns	۴/۴۲۸ ns	۰/۰۲۸ ns
خطای آزمایشی	۲۲	۰/۳۵۲	۰/۰۰۸	۵۱/۳۳۳	۱۹/۴۱۵	۲۵۲/۰۸۴	۲/۱۰۲	۰/۰۱۸
ضریب تغییرات		۲۴/۳۴	۳/۵۳	۷/۸۹	۲۱/۳۰	۲۰/۴۳	۱۸/۷۴	۶/۵۹

ns و *: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح پنج درصد.

قطر ساقه

جدول تجزیه واریانس حاکی از آن است که قطر ساقه گیاهان ذرت در سطح احتمال ۵٪ متاثر از تیمارهای کاربردی بوده است (جدول ۱). پس از مقایسه میانگین داده‌ها مشاهده شد که بیشترین میزان قطر ساقه مربوط به تیمار تلقیح شده با جدایه 44A-4 با قطر ۲/۷۴ سانتی‌متر بود که ۹/۶

درصد افزایش نسبت به شاهد داشته است. و کمترین قطر ساقه با ۲/۵ سانتی متر مربوط به تیمار شاهد بود. همچنین تیمار باکتریایی 16SP7-2 و تیمار NPK100 با ۲/۶۹ سانتی‌متر قطر مقادیر نسبتاً بالایی را به خود اختصاص داده در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۳).

ارتفاع گیاه

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تلقیح با جدایه‌های باکتری و تیمارهای کودی بر ارتفاع گیاهان ذرت در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۱). با توجه به مقایسه میانگین داده‌های به دست آمده، بیشترین ارتفاع گیاه ۱۰۷ سانتی‌متر، مربوط به تیمار NPK100 بوده که افزایش ۴۳ درصدی نسبت به شاهد داشت و دارای اختلاف آماری معنی‌دار با شاهد بود، پس از آن، تیمار NPK50 با ۱۰۳ سانتی‌متر طول دارای بیشترین ارتفاع بوده و با NPK100 در یک گروه آماری قرار گرفتند. جدایه 14SP-I با ۹۳/۸۳ سانتی‌متر بالاترین ارتفاع را بین تیمارهای باکتریایی به خود اختصاص داد. کمترین ارتفاع گیاه مربوط به شاهد با میانگین ۷۵ سانتی‌متر می‌باشد و تیمار 44A-4 با ۸۱ سانتی‌متر کمترین ارتفاع گیاه را بین تیمارهای باکتریایی داشت و با AZ-8 (۸۱/۶ سانتی‌متر) در یک گروه آماری قرار گرفت. تیمارهای 16SP7-2، S16-3، AZ-21، 14A-A و AZ-19 با ۹۱/۱۶ الی ۹۳/۸۳ سانتی متر ارتفاع، مقادیر نسبتاً بالایی را به خود اختصاص دادند که همگی در یک گروه آماری قرار گرفتند.

وزن خشک بخش هوایی

اثر تلقیح با جدایه‌های باکتری و تیمار کودی بر وزن خشک بخش هوایی در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌های به دست آمده از وزن خشک بخش هوایی نشان داد بیشترین میانگین وزن همانند وزن تر بخش هوایی متعلق به تیمار NPK100 با ۲۸/۶۰ گرم و با افزایش ۱۱۲ درصد نسبت به شاهد بود و کمترین وزن خشک اندام هوایی با ۱۳/۴۷ گرم مربوط به تیمار شاهد بوده است و از بین تیمارهای باکتریایی AZ-19 با ۲۵/۵۱ گرم بیشترین وزن خشک بخش هوایی را به خود اختصاص داد که نسبت به شاهد ۸۹ درصد افزایش داشت و با 14SP-I و 16SP7-2 در یک گروه آماری قرار گرفت (شکل ۴).

لیلاسی و همکاران (۱۳۹۶) در بررسی کارایی تثبیت نیتروژن برخی از جدایه‌های ازتوباکتر در مایه‌زنی ذرت مشاهده کردند که 14SP-1 بیشترین مقدار وزن تر و خشک بخش هوایی را بعد از تیمارهای NPK100 و NPK50 دارد که احتمالا به علت توانایی بالای ازتوباکترها در جذب و انتقال نیتروژن به بخش‌های هوایی گیاه بوده است و همچنین طبق گزارش مرادی و همکاران (۱۳۹۵) در بررسی اثر برخی جدایه‌های باکتریایی بر رشد ریشه و جذب عناصرغذایی در ذرت، تیمارهای تلقیح شده با جدایه AZ-19 مقادیر نسبتا بالایی از وزن تر و خشک بخش هوایی را به خود اختصاص دادند همانند آن چیزی که در آزمایش ما مشاهده شد، شاید دلیل این افزایش به تولید اکسین در سودوموناس‌ها مربوط باشد که در نهایت منجر به رشد بیشتر گیاه شده و به دنبال آن ماده خشک گیاهی نیز افزایش یافته است.

وزن تر و خشک و حجم ریشه

تجزیه واریانس اثر تلقیح جدایه‌های مورد استفاده بر وزن تر و خشک ریشه و حجم ریشه معنی‌دار نبود (جدول ۱).

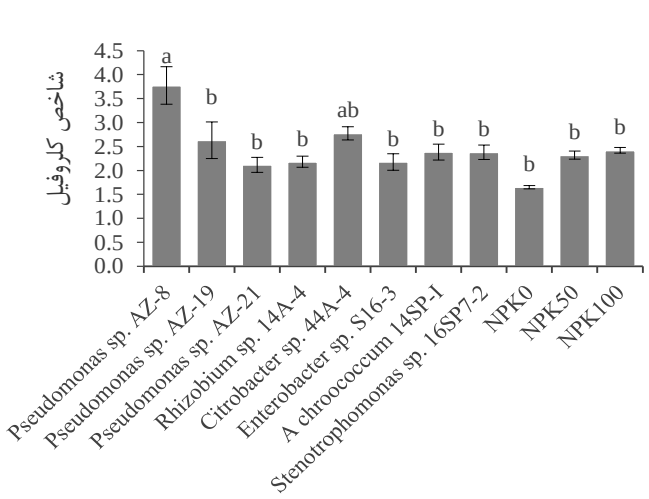
مقدار جذب عناصر NPK

مقدار کل پتاسیم در سطح احتمال ۵٪ متاثر از اعمال تیمارهای آزمایشی بود. بر اساس مقایسه میانگین بیشترین مقدار پتاسیم کل مربوط به تیمار NPK100 با مقدار ۲۴۶۷ میلی‌گرم بر گیاه بود و بین تیمارهای باکتریایی تیمار تلقیح شده با باکتری AZ-19 با ۲۳۷۸ میلی‌گرم بر گیاه بیشترین مقدار پتاسیم کل گیاه را به خود اختصاص داد که با 14SP-I در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۲). تجزیه واریانس نشان داد که مقدار فسفر کل در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین مقدار کل فسفر با ۲۹۵/۶۱ میلی‌گرم در گیاه مربوط به تیمار NPK100 بود. در بین تیمارهای باکتریایی، AZ-19 با ۲۹۴/۷۶ میلی‌گرم در گیاه بالاترین مقدار فسفر کل را به خود اختصاص داد و تیمار 16SP7-2 نیز مقدار نسبتاً بالایی را داشت (جدول ۲).

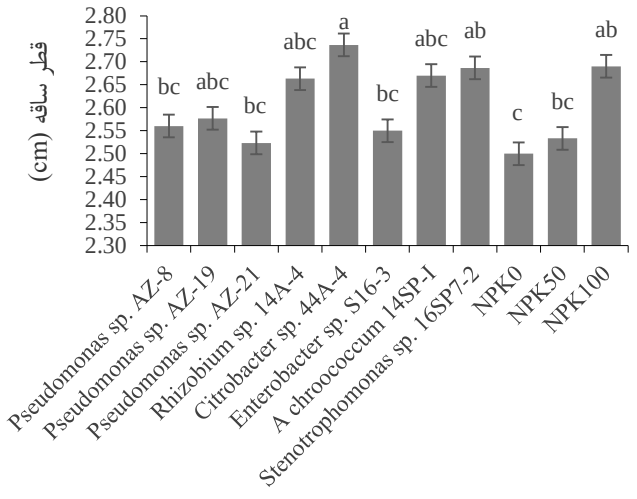
تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارها بر مقدار کل نیتروژن در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بالاترین مقدار جذب نیتروژن در تیمار NPK100 به میزان ۵۲۵ میلی‌گرم در گیاه بود که ۱۳۰/۲۶ درصد افزایش جذب نسبت به شاهد داشت و در بین تیمارهای باکتریایی

AZ-19 با مقدار ۴۴۰ میلی‌گرم در گیاه، ۹۲/۹۸ درصد افزایش جذب نسبت به تیمار شاهد داشت و کمترین مقدار نیتروژن کل با ۲۲۸ میلی‌گرم در گیاه مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۲).

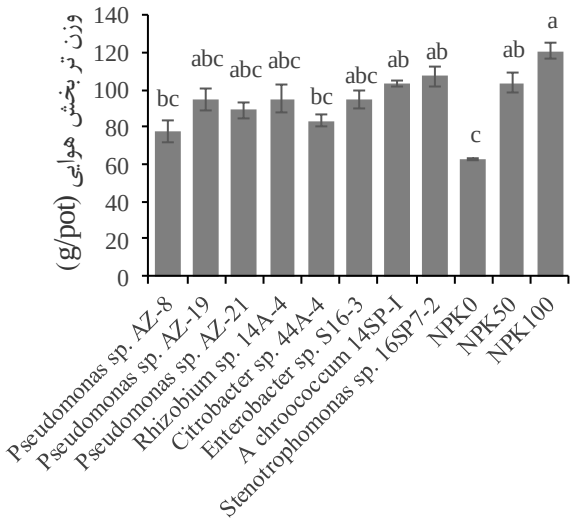
مرادی و همکاران (۱۳۹۵) در تحقیقی بر روی توان آزادسازی پتاسیم و فسفر برخی جدایه‌های باکتریایی در شرایط درون شیشه‌ای و شناسایی باکتری‌های کارآمد، در بین تیمارهای تلقیح شده مقادیر جذب نسبتاً بالایی در تیمار AZ-19 مشاهده کردند. این دسته از ریزجانداران گرچه فسفر را در ساختار سلولی خود به خدمت می‌گیرند؛ ولی بخشی از آن را که در محیط آزاد شده در اختیار گیاه قرار می‌دهند. همچنین فسفر موجود در وزن میکروبی که به شکل غیرمتحرک می‌باشد، نیز به گونه بالقوه برای گیاهان قابل استفاده است (Fageria, 2009). نتایج مطالعه موسوی و همکاران (۱۳۹۴) نشان داد استفاده از ریزجانداران حل‌کننده فسفات بر روی همه پارامترهای رشد و شاخص های کارایی تأثیر معنی‌دار داشت و باعث افزایش عملکرد اندام هوایی و غلظت و مقدار فسفر کل اندام هوایی گیاهان شدند، همچنین در نتیجه تلقیح های میکروبی روند افزایشی در کارایی جذب فسفر مشاهده شد (اشکیود و همکاران، ۱۳۹۵). با توجه به توانایی ازتوباکترها در تثبیت نیتروژن گیاهان چنین انتظار می‌رفت که بالاترین غلظت و مقدار نیتروژن را جدایه 14SP-I داشته باشد ولی بیشترین غلظت و مقدار نیتروژن بین تیمارهای باکتریایی در جدایه AZ-19 مشاهده شد و احتمالا دلیل این امر تأمین ۵۰ درصد نیتروژن گیاه توسط کود شیمیایی باشد احتمالاً تیمار 14SP-I به غلظت نیتروژن حساس بوده است. تثبیت نیتروژن در گیاهان تلقیح شده، فقط بخش کوچکی از نیتروژن مورد نیاز گیاه را تأمین می‌کند و به نظر می‌رسد به‌دلیل نقش سودوموناس‌ها در تنظیم و تولید هورمون‌های محرک رشد، جدایه AZ-19 توانسته است از این طریق باعث افزایش رشد، نمو و بیوماس گیاه شود و در کنار کود نیتروژن منجر به افزایش جذب نیتروژن گیاه گردد.



شکل ۲. اثر تلقیح جدایه‌های باکتری بر شاخص کلروفیل در گیاه ذرت



شکل ۳. اثر تلقیح جدایه‌های باکتری بر قطر ساقه ذرت



شکل ۴. اثر تلقیح جدایه‌های باکتری بر وزن خشک بخش هوایی

نتیجه‌گیری

در این پژوهش که در شرایط گلخانه‌ای انجام شد چند جدایه نسبت به بقیه هم از لحاظ شاخص‌های رشدی و هم آنالیز غلظت عناصر نتایج بهتری داشتند. با افزایش جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم و همچنین آهن و روی، گیاهان رشد بیشتری داشته و ماده خشک گیاهی نیز افزایش یافته است. باکتری‌های محرک رشد مانند ازتوباکترها دارای توان تثبیت نیتروژن بوده و با تأمین نیتروژن گیاه و یا تولید برخی متابولیت‌ها مانند تولید سیدروفور و مواد محرک رشد سبب افزایش رشد گیاه و مخصوصاً افزایش وزن خشک بخش هوایی گیاه و در نتیجه افزایش سطح برگ و افزایش ماده خشک هوایی گیاه می‌شوند. در میان جدایه‌های باکتریایی بیشترین افزایش وزن خشک گیاهی و بیشترین مقدار پتاسیم کل در جدایه AZ-19 از سوددوموناس‌ها و جدایه 14SP-I از ازتوباکترها به دست آمد. بهبود تغذیه فسفری و پتاسیمی گیاه با توجه به در نظر گرفتن مقدار جذب فسفر و پتاسیم بافت گیاهی به ترتیب در تیمارهای AZ-19، 16SP7-2 و 14SP-I حاصل شد. بهبود تغذیه نیتروژنی بعد از NPK100 تنها در جدایه AZ-19 حاصل شد، هرچند جدایه 14SP-I متعلق به ازتوباکتر بود و انتظار می‌رفت این باکتری اثر بهتری بر تأمین نیتروژن گیاه داشته باشد. در کل باکتری سودوموناس AZ-19 بیشترین کارایی جذب عناصر را داشت و پس از آن باکتری استنوتروفوموناس 16SP7-2 بالاترین کارایی را در بین بقیه باکتری‌ها نشان داد و ازتوباکتر 14SP-I نیز شرایط بهتری داشت. در کل جدایه‌های AZ-19 ، 14SP-I و 16SP7-2 در میزان افزایش شاخص‌های رشدی نتیجه بهتری داشتند و بر طبق این تحقیق باکتری‌های مذکور به عنوان جدایه‌های کارآمد معرفی و برای انجام آزمایش‌های مزرعه‌ای توصیه می‌شوند.

جدول ۲. جدول مقایسه میانگین مقدار پتاسیم، فسفر و نیتروژن کل گیاه ذرت

تیمار ها	مقدار پتاسیم کل	مقدار فسفر کل	مقدار نیتروژن کل
	(mg/pot)		
AZ-8	۱۸۰۴^{ABC}	۱۸۰/۷۸^{BC}	۳۳۲^{BC}
AZ-19	۲۳۷۸^{AB}	۲۹۴/۷۶^{B}	۴۴۰^{AB}
AZ-21	۱۷۷۰^{ABC}	۱۱۶/۶۵^{CDE}	۲۷۱^{BC}
S16-3	۱۸۲۴^{ABC}	۸۷/۶۱^{DE}	۲۷۳^{BC}
16SP7-2	۱۹۲۶^{ABC}	۲۴۸/۳۶^{BC}	۲۸۸^{BC}
14SP-I	۱۹۵۰^{AB}	۱۱۹/۵۷^{BCDE}	۳۰۴^{BC}
14A-4	۱۸۴۲^{ABC}	۱۵۳/۲۲^{BCDE}	۲۴۲^{C}

44A-4	۱۵۱۶^{BC}	۷۵/۹۹^{E}	۲۶۰^{C}
NPK0	۱۲۷۹^{C}	۸۷/۶۰^{E}	۲۲۸^{C}
NPK50	۱۸۱۰^{ABC}	۱۷۲/۴۸^{BCD}	۳۵۹^{BC}
NPK100	۲۴۶۷^{A}	۲۹۵/۶۱^{A}	۵۲۵^{A}

NPK0: تیمار شاهد بدون دریافت کود، NPK50: تیمار دریافت کننده ۵۰ درصد نیاز کودی، NPK100: تیمار کودی دریافت کننده ۱۰۰ نیاز کودی

منابع

اشکیود ز.، موسوی ر.، سپهر ا.، رسولی صدقیانی م.ح. و صمدی ع. ۱۳۹۵. بررسی تأثیر تلقیح میکروبی بر کارایی جذب فسفر ذرت و آفتابگردان. نشریه زیست شناسی خاک، جلد ۴، شماره ۱: ۳۶-۲۸.

لیلاسی، م.، ساریخانی م.ر. و طلوعی ع. ۱۳۹۶. تأثیر تلقیح باکتری‌های باسیلوس، سودوموناس، انتروباکتر و ازتوباکتر بر جذب پتاسیم و رشد ذرت. پانزدهمین کنگره علوم خاک ایران. ۶-۸ شهریور، اصفهان، ایران.

مرادی ش.، ساریخانی م.ر. و علی‌اصغرزاد ن. ۱۳۹۵. بررسی توان آزادسازی پتاسیم و فسفر برخی جدایه‌های باکتریایی در شرایط درون‌شیشه‌ای و شناسایی باکتری‌های کارآمد. تحقیقات آب و خاک ایران. جلد ۴۸، شماره ۲: ۳۹۵-۳۸۵.

ملکوتی، م.ج. و غیبی، م.ن. ۱۳۸۲. ضرورت مصرف بهینه کود برای افزایش عملکرد و بهبود کیفی ذرت دانه ای. مجموعه مقالات اصول تغذیه و ذرت دفتر نباتات علوفه ای. ۷۰-۵۷.

موسوی، ر.، سپهر ا.، صمدی ع.، رسولی صدقیانی م.ح. و صادق زاده ب. ۱۳۹۴. بررسی تأثیر تلقیح میکروبی بر فسفرکارایی ارقام مختلف جو در استفاده از سنگ فسفات. پژوهش های آب و خاک, جلد ۲۹، شماره ۶: ۱۴۹۲-۱۴۸۱.

Adesemoye, A.O. and Kloepper, J.W., 2009. Plant microbes interactions in enhanced fertilizer-use efficiency. Applied Microbiology and Biotechnology, 85: 1–12.

Aliasgharzad, N., Shirmohamadi, E. and Oustan, Sh. 2009. Siderophore production by mycorrhizal sorghum roots under micronutrient deficient condition. Soil and Environ, 28(2): 119-123.

Fageria N.K., 2009. The use of nutrients in crop plants. CRC Press, Taylor & Francis Group, LLC. New York, NY, USA.

Gholami, A., Shahsavani, S. and Nezarat, S. 2009. The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on germination, seedling growth and yield of maize. World Academy of Science, Engineering and Technology, 49: 19-24.

Leach, A.W. and Mumford, J.D. 2008. Pesticide environmental accounting: a method for assessing the external costs of individual pesticide applications. Environ Pollut, 151:139–147.

Olsen, S.R. and Sommers, L.E. 1982. Phosphorus. Methods of Soil Analysis. Part 1, chemical and biological properties. Soil Science Society of America, 403–427.

Teaumroong, N., Wanapu, C., Chankum, Y., Arjharn, W., Sang-Arthit, S., Teaimthaisong, K., Boonkerd, N. 2010. Production and application of bioorganic fertilizers for organic farming systems in Thailand. Microbes at Work, Springer, Berlin Heidelberg. pp: 293-312.

Van Loon, L.C. 2007. Plan responses to plant growth-promoting rhizobacteria. European Journal of Plant Pathology, 119:243-254.

Verma, J.P,, Yadav, J., Tiwari, K.N. and Jaiswal, D.K. 2014. Evaluation of plant growth promoting activities of microbial strains and their effect on growth and yield of chickpea (Cicer arietinum L.) in India. Soil Biology & Biochemistry, 70: 33-37.

Viviene, N.M. and Felix, D.D. 2004. Potential use of rhizobial bacteria as promoters of plant growth for increased yield in landraces of African cereal crops. African Journal of Biotechnology, 3(1), pp.1-7.

Waling, I., Vark, W.V., Houba, V.J.G. and Van der lee, J.J. 1989. Soil and plant analysis, a series of syllabi. Part 7. Plant Analysis Procedures. Wageningen Agriculture University, The Netherland.

Topic for submission: Soil Biology and Biofertilizers

Effects of Some Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Growth and Enhancement of K, P, N Uptake in Corn

Sehatmand[1], R., Sarikhani[*2], M.R., and Najafi[3], N

[1] M. Sc. Student of Soil Biology and Biotechnology, Faculty of Agriculture, Univ. of Tabriz, Iran

[2] Associate Prof. of Soil Biology and Biotechnology, Dept. of Soil Science, Univ. of Tabriz, Iran

[3] Associate Prof. of Soil Science and Engineering, Dept. of Soil Science, Univ. of Tabriz, Iran

Abstract

In recent years, the application of biofertilizers has become popular due to its importance in sustainable agriculture. The assumption of this research was that the 8 studied isolates- i.e. AZ-8, AZ-19, AZ-21, 14A-4, S16-3, 14SP-I, 16SP7-2 and 44A-4, can provide at least 20-50% of phosphorus, nitrogen, and potassium needed for the plants. For this reason, 50% of these elements were supplied from proper resources such as urea, triplesuperphosphate and potassium sulfate along with bacterial inoculation treatments. The greenhouse experiment was performed in a completely randomized design with three replications. In this study treatments were included, negative control (without fertilizer and without bacteria), 50% control (including application of half of the recommended value of nitrogen fertilizer, phosphorus, potassium based on the soil test), 100% positive control (including application of recommended amount of nitrogen fertilizer, phosphorus, potassium based on soil test), and pot plants inoculated with bacterial isolates plus 50% NPK fertilizers. In this experiment, some parameters including stem diameter, plant height, chlorophyll index, the dry weight of shoot and dry and wet weight of root and nutrient concentrations and content of total nitrogen, phosphorus and potassium were measured. Analysis of growth indices showed that the highest amount was related to NPK100. Among bacterial isolates, AZ-19 isolate with 85%, as well as 14SP-I with 72% increase compared to control, had the highest total dry weight. The results of measuring the content of the elements showed that, AZ-19 isolate with 85% increase, had the highest amount of total potassium. The highest amount of total phosphorus, with 105 percent increase compared with control treatment, were observed into AZ-19 treatment; also, the highest amount of total nitrogen with 92 percent increase, was measured in AZ-19 isolate.

Keywords: Nitrogen, Phosphorus, Potassium, Corn

*Corresponding Author: rsarikhani@yahoo.com