علوم و تحقیقات بذر ایران
سال نهم/ شماره سوم/ ۱۴۰۱ (۹۱ - ۸۵)
مقاله پژوهشی
DOI: 10.22124/jms.2022.6166

تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد بر بهبود صفات کمی و کیفی دو رقم ذرت

ریحانه پردل

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۲/۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۴/۱۳

چکیده

اثر ریزجانداران محرک رشد گیاه بر رشد کمی و کیفی دو رقم ذرت *Zea mays* L. در یک آزمایش گلخانه‌ای در دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان مورد بررسی قرار گرفت. این تحقیق به‌صورت طرح فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تیمار رقم سینگل‌کراس ۷۰۴ و ۶۴۷ و تیمارهای کود فسفره در ۱۱ سطح شامل بدون کود، کود سوپرفسفات تریپل، ازتوباکتر سویه ۵، آزوسپریلیوم سویه Of، ازتوباکتر سویه ۵+آزوسپریلیوم سویه Of، سودوموناس سویه ۴۱، سودوموناس سویه ۴۱+ ازتوباکتر سویه ۵+آزوسپریلیوم سویه Of، سودوموناس سویه ۱۶۸، سودوموناس سویه ۱۶۸+ ازتوباکتر سویه ۵+آزوسپریلیوم سویه Of، سودوموناس سویه ۱۶۸+ سودوموناس سویه ۴۱، سودوموناس سویه ۱۶۸+ سودوموناس سویه ۴۱+ ازتوباکتر سویه ۵+ آزوسپریلیوم سویه Of در نظر گرفته شدند. تأثیر مثبت این ریزجانداران بر رشد گیاه و جذب فسفر مشاهده شد، به‌طوری‌که تلقیح بذر با مخلوطی از میکروارگانیسم‌ها باعث افزایش سطح برگ، وزن خشک گیاه، ارتفاع گیاه، قطر ساقه و میزان فسفر گیاه گردید. در تمامی صفات مورد مطالعه (به‌جز فسفر در خاک)، تیمار کود شیمیائی دارای بالاترین میزان بود، هر چند صفات مورد بررسی در تیمار مخلوطی از چهار باکتری از تیمار کود شیمیائی پائین‌تر بود، ولی این اختلاف معنی‌دار نبود. بنابراین می‌توان چنین بیان کرد که این ریزجانداران به زمان بیش‌تری برای تثبیت و استقرار در خاک نیاز دارند. یافته‌های آزمایش نشان داد که بین فسفر گیاه و وزن خشک آن یک رابطه خطی وجود دارد. لذا ریزجانداران محرک رشد گیاه می‌توانند منجر به افزایش جذب فسفر در ذرت شوند که این امر منجر به افزایش وزن خشک گیاه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: ریزجانداران محرک رشد گیاه، ذرت، صفات کمی، صفات کیفی، کود شیمیائی

مدیر تجاری تولید بذر سبزیجات، ملبورن، استرالیا. reyhaneh.pordel@gmail.com

مقدمه

افزایش جمعیت دنیا و لزوم مقدار تولید بیش‌تر محصولات کشاورزی در ۵۰ سال اخیر، فشار بر زمین‌های کشاورزی از طریق کاربرد مقادیر بیش‌تر کودهای شیمیایی را به‌دنبال داشته است. امروزه مصرف نیتروژن (N) هشت برابر، فسفر (P_2O_5) سه برابر و پتاسیم (K_2O) دو برابر شده است (Morshedi, 2003). بر اساس گزارش سازمان کشاورزی و خواربار جهانی (FAO)، بین ۴۰ تا ۶۰ درصد افزایش تولیدات کشاورزی در جهان طی سه دهه گذشته مرهون مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی بوده است (Anonymous, 2003). با این‌که کودهای شیمیایی در ۵۰ سال اخیر نقش عمده‌ای در افزایش عملکرد محصولات کشاورزی داشته‌اند، ولی امروزه به‌تدریج تأثیر منفی ناشی از مصرف بی‌رویه آن‌ها بروز پیدا کرده است. ورود نیترات به آب‌های زیرزمینی و محیط زیست و بروز بیماری‌هایی مانند سرطان و یا انباشت فسفر در خاک‌ها که وارد چرخه غذایی شده است، نمونه‌هائی از این مورد می‌باشد. مصرف بهینه کود از راهکارهای اساسی افزایش عملکرد محصولات زراعی در عین کاهش مخاطرات زیست‌محیطی آن‌هاست. به‌همین دلیل در بیانیه جهانی غذا به حاصلخیزی خاک به‌عنوان کلید امنیت جهانی غذا و کشاورزی پایدار اشاره شده است.

طی سال‌های اخیر، مصرف غیر اصولی و بی‌رویهٔ کودهای شیمیائی تأثیر زیانباری بر جامعه کشاورزی و محیط زیست تحمیل نموده است. نجام مطالعات وسیع در کشورهای پیشرفته در رابطه با استفاده از کودهای زیستی و با هدف کاهش مصرف کودهای شیمیائی، لزوم انجام تحقیقات بیش‌تر را در داخل کشور خاطر نشان می سازد (Saleh Rastin, 1998). کودهای زیستی حاوی باکتری‌ها و قارچ‌های مفیدی هستند که معمولا با اسیدی کردن خاک و یا ترشح آنزیم‌های مختلف، باعث رهاسازی عناصر غذائی از ترکیبات آن می‌شوند که قابل جذب توسط گیاهان است (Sharma, 2002). مطالعات انجام گرفته در مورد به‌کارگیری میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات، حاکی از کارائی بالائی برخی از میکروارگانیسم‌ها در افزایش قابلیت جذب فسفر است، به‌طوری‌که این میکروارگانیسم‌ها از انواع ساپروفیت بوده و قادر هستند در منطقه ریزوسفر فعالیت نموده و با کمک ترشحات ریشه، ترکیبات نامحلول فسفات نظیر تری‌کلسیم فسفات را به‌صورت محلول و قابل جذب گیاه درآورند. توانائی ریزسازواره‌ها برای حل‌کردن فسفر خاک و تبدیل آن به حالت قابل دسترس برای گیاه ابتدا به‌وسیلهٔ گرستن در سال ۱۹۴۸ ثابت شد. آزمایش‌های وی نشان داد که ریزسازواره‌های ریزوسفری در جذب فسفر توسط گیاه مؤثرند (Khawazi and Malkuti, 2001). تحقیقات در مورد میکروارگانسیم‌های حل‌کننده فسفات در نواحی مختلف جهان توسط محققان مختلف ادامه یافت. محققین نشان دادند که این ریزجانداران سبب افزایش وزن خشک و جذب فسفر از خاک می‌گردند. مشاهده شده است که باکتری‌های محرک رشد گیاه، عملکرد گیاهان زراعی را افزایش می‌دهند (Walley and Germida, 1997; Goldstein, 1986). مشخص شد که گونه‌های باسیلوس، عملکرد برنج (Rodriguez and Fraga, 1999)، چغندرقند (Cakmakci *et al.*, 1999)، گندم (De Freitas, 2000)، کلزا (De Freitas *et al.*, 1997) و ذرت (Misko and Germida, 2002) را افزایش می‌دهند. سودوموناس‌ها به‌طور معنی‌داری عملکرد گندم بهاره (Vessey, 2003)، چغندرقند (Cakmakci *et al.*, 2001) و گندم پائیزه (De Freitas and Germida, 1992) را افزایش داده‌اند. ثابت شده است که این ریزجانداران می‌توانند به‌طور موثر با شرایط محیطی جدید سازگار شوند (Kundu and Gaur, 1980). در اثر تلقیح گونه‌های حل‌کنندهٔ فسفات از جمله سودوموناس، افزایش معنی‌داری در وزن خشک اندام هوائی این دو گیاه همراه با افزایش تجمع فسفر و نیتروژن در گیاه در مقایسه با مصرف جداگانهٔ مایهٔ تلقیح هر یک از سویه‌ها مشاهده شده است (Pal, 1998). تلقیح گیاهانی مانند گندم، سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) و ذرت با سودوموناس، افزایش محصولی در حدود ۱۰ تا ۳۰ درصد را موجب شده است (Illmer and Schinner, 1995). در یک مطالعه مشابه، تلقیح جداگانه و ترکیبی با باکتری‌های محرک رشد گیاه و *A.chroococcum* تأثیر افزایشی بر عملکرد و جذب عناصر غذائی گندم داشت (Kloepper *et al.*, 1998). اگرچه استفاده از کودهای زیستی در کشاورزی از قدمت بسیار زیادی برخوردار بوده است و حتی تا دهه‌های قبل، تقریبا تمامی مواد غذائی مصرف گیاهی انسان‌ها با استفاده از منابع کودهای زیستی تولید می‌شده است، اما استفاده از چنین منابعی به‌دلایل متعدد کاهش یافت.

ادامه استفاده بیش از حد و مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها، نه تنها به کاهش کیفیت مواد غذائی منجر گردید، بلکه به شدت سلامت محیط زیست را به مخاطره انداخت. غلات بیش‌ترین نیاز به کودهای شیمیائی به‌خصوص فسفر را دارند. تحقیق حاضر نیز به‌منظور بررسی اثر کودهای زیستی بر بهبود عملکرد کمی و کیفی دو رقم ذرت و مقایسه آن با تیمار کود شیمیائی رایج طراحی شده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۸۷ در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. عوامل مورد بررسی در این تحقیق شامل کود فسفره و رقم بودند. تیمار رقم شامل ارقام سینگل کراس ۷۰۴ و ۶۴۷ و تیمارهای کود فسفره در ۱۱ سطح شامل بدون کود، کود سوپرفسفات تریپل، ازتوباکتر سویه ۵، آزوسپریلیوم سویه Of، ازتوباکتر سویه ۵+آزوسپریلیوم سویه Of، سودوموناس سویه ۴۱، سودوموناس سویه ۴۱+ ازتوباکتر سویه ۵+آزوسپریلیوم سویه Of، سودوموناس سویه ۱۶۸، سودوموناس سویه ۱۶۸+ ازتوباکتر سویه ۵+آزوسپریلیوم سویه Of، سودوموناس سویه ۱۶۸+ سودوموناس سویه ۴۱، سودوموناس سویه ۱۶۸+ سودوموناس سویه ۴۱+ازتوباکتر سویه ۵+آزوسپریلیوم سویه Of در نظر گرفته شدند. ریزسازواره‌های حل‌کنندهٔ فسفات مورد نظر ابتدا در آزمایشگاه بیولوژی مؤسسهٔ تحقیقات خاک و آب فرموله و تهیه شدند. بذور ذرت پس از ضدعفونی، در دمای ۴- درجه سلسیوس به‌مدت ۴۸ ساعت و در دمای اتاق به‌مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند تا جوانه‌دار شوند. در تیمارهایی که بایستی بذور با این ریزسازواره‌ها تلقیح می‌شدند، پس از ریختن بذور در داخل یک کیسهٔ پلی‌اتیلنی، مقدار ۲۰ میلی‌لیتر محلول شکر ۲۰ درصد به آن اضافه شد. آن‌گاه کیسهٔ حاوی بذر و ماده چسباننده برای مدت ۳۰ ثانیه به‌شدت تکان داده شد تا سطح کلیهٔ بذرها به‌طور یکنواخت چسبناک گردد. پس از آن، مقدار ۲۰ گرم از مایهٔ تلقیح به بذرهای چسبناک اضافه گردید و پس از ۴۵ ثانیه تکان‌دادن و اطمینان از چسبیدن یکنواخت مایهٔ تلقیح به بذرها، بذرهای آغشته به مایهٔ تلقیح بر روی ورقهٔ آلومینیومی تمیز در زیر سایه پهن شد تا بذور خشک شوند. سپس به‌سرعت نسبت به کاشت بذور اقدام شد. کاشت بذور در عمق سه سانتی‌متر انجام گرفت. سپس جوانه‌های یکسان انتخاب شده و در گلدان های ۸ کیلوئی که حاوی ۷ کیلو خاک و ۱ کیلو کود دامی بودند، کاشته شدند. در این تحقیق وزن خشک گیاه، سطح برگ، ارتفاع گیاه، قطر ساقه، میزان فسفر گیاه و فسفر خاک مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. قبل از ظهور اندام جنسی نر، جهت اندازه‌گیری میزان فسفر جذب‌شده در اندام هوائی، نمونه‌برداری انجام گرفت و یکی از بوته‌ها کف‌بر گردید. اندازه‌گیری فسفر در گیاه به‌روش کالری‌متری انجام گردید. در این روش ابتدا دو میلی‌لیتر از محلول عصارهٔ گیاهی را به بالن ژوژهٔ ۲۵ میلی‌لیتری منتقل کرده، ۵ میلی‌لیتر از محلول آمونیوم مولیبدو وانادات به آن افزوده و به حجم رسانده شد. پس از گذشت نیم ساعت، فسفر نمونه‌ها در طول موج ۴۷۰ نانومتر در دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید. پس از برداشت، از خاک تک تک تیمارها نمونه‌گیری به‌عمل آمد. سپس نمونه‌ها به‌طور کامل در هوا خشک شدند و پس از عبور از الک دو میلی‌متری، آماده مراحل بعدی گشتند. فسفر خاک توسط بی‌کربنات سدیم ۰/۵ مولار در اسیدیته ۸/۵ عصاره‌گیری و با استفاده از روش اسید آسکوربیک و دستگاه اسپکتروفتومتر (طول موج ۸۸۲ نانومتر) اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها به‌کمک برنامه آماری SAS و مقایسات میانگین به‌روش آزمون LSD در سطح پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

اثر رقم به‌جز وزن خشک تک‌بوته در بقیه صفات معنی‌دار نبود (جدول ۱). اثر نوع کود به‌جز در مورد ارتفاع گیاه، در بقیه صفات، معنی‌دار بود، ولی اثر متقابل دو فاکتور در تمام صفات مورد مطالعه بسیار معنی‌دار نشان داد (جدول ۱).

بالاترین ارتفاع گیاه، قطر ساقه و سطح برگ تک‌بوته در تیمار کود شیمیائی مشاهده شد. البته تیمار تلقیح بذر با مخلوطی از چهار باکتری نسبت به تیمار کود شیمیائی مقدار کم‌تری داشت، اما این اختلاف معنی‌دار نبود. هر چه از تعداد باکتری‌ها کم‌تر می‌شد، صفت مورد مطالعه از میزان کم‌تری برخوردار بود. پائین‌ترین میزان در سه صفت مورد ذکر در تیمار بدون کود مشاهده شد.

جدول ۱- جدول تجزیه واریانس اثر نوع کود و رقم بر صفات مورد بررسی

Table 1. Analysis variance the effect of fertilizer type and cultivar on the studied traits

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع گیاه Plant height	قطر گیاه Plant diameter	وزن خشک تک‌بوته Dry weight per plant	سطح برگ Leaf area	فسفر گیاه Plant phosphorus	فسفر خاک Soil phosphorus
رقم (A) Cultivar	1	661.8ns	1.7ns	147.5**	215.01ns	0.001ns	0.27ns
کود (B) Fertilizer	10	385.7ns	5.2**	12.1**	126.3*	0.009**	11.04**
A×B	10	917.8**	7.5**	26.8**	155.2**	0.036**	21.55**
خطا Error	44	232.4	1.2	4.8	533.02	0.003	1.9

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns ,*and ** non significant and significant at 5% and 1% level, respectively

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر نوع کود بر ارتفاع گیاه، قطر ساقه و سطح برگ تک بوته

Table 2. Mean comparison of fertilizer type on plant height, plant diameter and leaf area per plant

تیمار Treatment	ارتفاع گیاه(Cm) Plant height	قطر گیاه (mm) Plant diameter	سطح برگ تک بوته(Cm^2) Leaf area per plant
کود فسفره (Phosphorus fertilizer)	94.83a	7.05a	400.3a
Ps168 + Ps41+ Azto+ Azos	92.75ab	7.01a	377.8ab
Ps168 + Azto + Azos	92.58ab	6.82a	360.3abc
Ps41 + Azto + Azos	90.83ab	6.55ab	358.7abc
Azotobacter + *Azospirillum*	89.75ab	6.18ab	358.1abc
Ps168 + Ps41	89.67ab	6ab	345.2abc
Pseudomonas 41	89.33ab	5.98ab	339.7abc
Pseudomonas 168	80.83abc	5.95ab	331.8abc
Azospirillum	79abc	5.35bc	310.9bcd
Azotobacter	76.5bc	4.63c	277.7cd
بدون کود(Control)	70.25c	4.23c	238.8d

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد با آزمون LSD می‌باشند.

Data with different letters in the same column are significantly different at 0.05 level by LSD test.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر نوع کود بر وزن خشک تک‌بوته، فسفر گیاه و فسفر خاک

Table 2. Mean comparison of fertilizer type on Dry weight per plant, Plant phosphorus and Soil phosphorus

تیمار Treatment	وزن خشک تک‌بوته Dry weight per plant (gr)	فسفر گیاه Plant phosphorus (mg/Kg)	فسفر خاک Soil phosphorus (mg/Kg)
کود فسفره (Phosphorus fertilizer)	8.51a	0.272a	5.23def
Ps168 + Ps41+ Azto+ Azos	8.29a	0.254ab	7.73a
Ps168 + Azto + Azos	8.08a	0.237abc	7.67a
Ps41 + Azto + Azos	7.14ab	0.226abcd	7.21ab
Azotobacter + *Azospirillum*	6.99ab	0.202bcde	7.17abc
Ps168 + Ps41	6.8ab	0.199bcde	6.4abcd
Pseudomonas 41	6.52ab	0.194cde	6.05bcd
Pseudomonas 168	5.48b	0.176de	5.57cde
Azospirillum	4.9b	0.175de	5.05def
Azotobacter	4.8b	0.159e	4.34ef
بدون کود(Control)	4.73b	0.145e	3.71f

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد با آزمون LSD می‌باشند.

Data with different letters in the same column are significantly different at 0.05 level by LSD test..

در ضمن معلوم شد که سودوموناس ۴۱ نسبت به سودوموناس ۱۶۸ و آزوسپریلیوم نسبت به ازتوباکتر از فعالیت بهتری برخوردار می‌باشد (جدول ۲). بالاترین وزن خشک تک‌بوته و فسفر گیاه در تیمار کود شیمیائی مشاهده شد. هر چند که تیمار تلقیح بذر با مخلوطی از چهار باکتری نسبت به تیمار کود شیمیائی مقدار کم‌تری

داشت، اما این اختلاف معنی‌دار نبود. هر چه از تعداد باکتری‌ها کم‌تر می‌شد، صفات مورد مطالعه از میزان کم-تری برخوردار بودند. پائین ترین میزان در دو صفت مورد ذکر در تیمار بدون کود مشاهده شد (جدول ۳). آن‌چه مسلم است بین وزن خشک گیاه و میزان فسفر گیاه رابطه نزدیکی وجود دارد، به‌طوری‌که نتایج آزمایش آشکار ساخت که بین این دو صفت یک رابطه خطی وجود دارد (شکل۱). همچنین نتایج نشان داد که بین میزان فسفر گیاه و سایر صفات مورد مطالعه همبستگی بالائی وجود دارد (جدول ۴). بالاترین میزان فسفر قابل دسترس خاک در تیمار تلقیح بذر با مخلوطی از چهار باکتری مشاهده گردید. این میزان به‌طور معنی‌داری ($P\leq0.05$) بالاتر از تیمارهای دیگر تحت شرایط مشابه بود. همه تیمارهای تلقیحی به‌طور معنی‌داری ($P\leq0.05$) میزان فسفر قابل دسترس خاک را افزایش دادند. میزان فسفر قابل جذب در خاک در تیمارهای کود زیستی از تیمار کود شیمیائی بالاتر بود که می‌تواند ناشی از فعالیت ریزجانداران در خاک باشد.

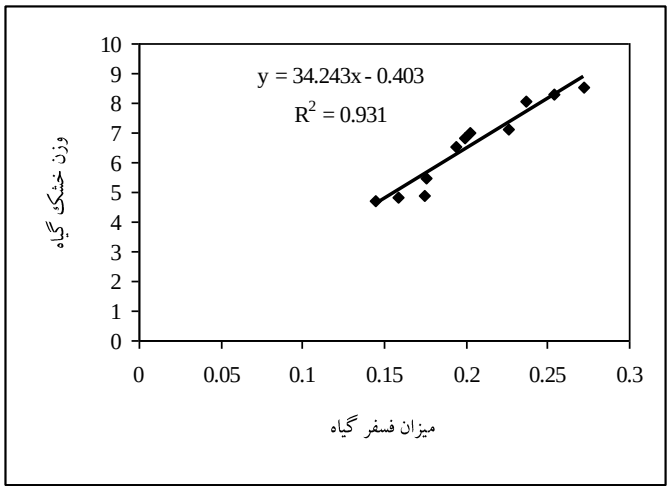
جدول ۴- ضریب همبستگی بین صفات مورد بررسی

Table4. Correlation coefficient between studied traits

	وزن خشک تک‌بوته Dry weight per plant	ارتفاع گیاه Plant heigh	قطر گیاه Plant diameter	سطح برگ Leaf area	فسفر گیاه Plant phosphorus	فسفر خاک Soil phosphorus
وزن خشک تک‌بوته Dry weight per plant	1					
ارتفاع گیاه Plant height	0.94**	1				
قطر گیاه Plant diameter	0.93**	0.95**	1			
سطح برگ Leaf area	0.95**	0.96**	0.98**	1		
فسفر گیاه Plant phosphorus	0.96**	0.91**	0.94**	0.92**	1	
فسفر خاک Soil phosphorus	0.96**	0.94**	0.97**	0.95**	0.97**	1

** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

** significantly different at 0.05 level



شکل ۱- رابطه بین میزان فسفر و وزن خشک گیاه

Figure 1. The relationship between the amount of phosphorus and the dry weight of the plant

نتیجه‌گیری کلی

این موضوع نشان می‌دهد که ریزجانداران حل‌کننده مورد استفاده با یکدیگر اثر سینرژیستی داشته اند، به‌گونه-ای که رابطه بین وزن خشک گیاه و میزان فسفر گیاه از یک رابطه نزدیک و خطی تبعیت می‌کرد (شکل ۱). البته ممکن است که افزایش جذب فسفر توسط این ریزجانداران به‌دلیل ترشح اسیدهای آلی نیز باشد که در

منابع مختلف به آن اشاره شده است. در بین تیمار به کاربرد جداگانه آن‌ها کارائی بالاتری داشت که می‌تواند به خاطر اثر سینرژیستی بین ریزجانداران باشد. نتایج به‌دست‌آمده حاکی از آن است که سودوموناس نسبت به آزوسپریلیوم و ازتوباکتر و نیز از طرفی، سودوموناس سویه ۴۱ نسبت به سویه ۱۶۸ از کارائی بالاتری در خاک رسی کودهای زیستی، استفاده از مخلوطی از باکتری‌ها نسبت برخوردارند. به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که استفاده مداوم از این ریزجانداران در خاک می‌تواند به استقرار ریزجانداران در خاک کمک کرده و در نهایت به جذب بیش‌تر عناصر غذائی به‌ویژه فسفر توسط گیاه و استفاده کم‌تر از کودهای شیمیائی کمک نماید.

منابع

Anonymous. 2003. Comprehensive plan for the production, export and import of chemical and biological fertilizers in the 80s. Soil and Water Research Institute. Tehran, Iran. (?)

Cakmakci, R., Kantar, F. and Sahin, F. 2001. Effect of N2-fixing bacterial inoculations on yield of sugar beet and barley. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 164: 527–531. **(Journal)**

Cakmakci, R., Kantar, F. and Algur, O.F. 1999. Sugar beet and barley yield in relation to *Bacillus polymyxa* and *Bacillus megaterium* var. *phosphaticum* inoculation. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 162: 437–442. **(Journal)**

De Freitas, J.R. 2000. Yield and N assimilation of winter wheat (*Triticum aestivum* L., var Norstar) inoculated with rhizobacteria. Pedobiologia, 44: 97–104. **(Journal)**

De Freitas, J.R. and Germida, J.J. 1992. Growth promotion of winter wheat by *fluorescent pseudomonads* under field conditions. Soil Biology and Biochemistry, 24: 1137–1146. **(Journal)**

De Freitas, J.R., Banerjee, M.R. and Germida, J.J. 1997. Phosphate-solubilizing rhizobacteria enhance the growth and yield but not phosphorus uptake of canola (*Brassica napus* L.). Biology and Fertility of Soils, 24: 358–364. **(Journal)**

Goldstein, A. 1986. Bacterial solubilizatin of mineral phosphates. American Journal of Alternative Agriculture, 1: 51-57. **(Journal)**

Illmer, P. and Schinner, F. 1995. Solubilization of in organic calcium phosphates. Soil Biology and Biochemistry, 46: 257-263. **(Journal)**

Khawazi, K. and Malkuti, M.J. 2001. The necessity of industrial production of biological fertilizers in the country (papers). First Edition. Agricultural Education Publishing Center, 590 p. **(Handbook)**

Kloepper, J.W., Lifshitz, R. and Zablotwicz, R.M. 1998. Free-living bacterial inocula for enhancing crop productivity. Trends Biotechnology, 7: 39-43. **(Journal)**

Kundu, B.S. and Gaur, A.C. 1980. Establishment of nitrogen fixing and phosphate solubilizing bacteria in rhizosphere and their effect on yield and nutrient uptake of wheat crop. Plant and Soil, 57: 223–230. **(Journal)**

Misko, A.L. and Germida, J. J. 2002. Taxonomic and functional diversity of pseudomonads isolated from the roots of field-grown canola. FEMS Microbiology Ecology, 42: 399–407. **(Journal)**

Morshedi, A. 2003. A review of global fertilizer production and consumption. Input, 7: 22-26. **(Journal)**

Pal, S.S. 1998. Interactions of an acid tolerant strain of phosphate solubilizing bacteria with a few acid tolerant crops. Plant and Soil, 198: 169–177. **(Journal)**

Rodriguez, H. and Fraga, R. 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion (review paper). Biotechnology Advances, 17: 319-339. **(Journal)**

Saleh Rastin, N. 1998. Biological fertilizers and their role in achieving sustainable agriculture. Journal of water and soil, 12(7):1-45. (In Persian)**(Journal)**

Sharma, A. K. 2002. Biofertilizers for sustainable agriculture. 1st edition. Jodhpur: Agrobios, India, 456p. **(Book)**

Vessey, K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. plant and soil, 255: 571-586. **(Journal)**

Walley, F.L. and Germida, J.J. 1997. Response of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) to interactions between Pseudomonas species and *Glomus clarum* NT4. Biology and Fertility of Soils, 24: 365–371. **(Journal)**

Seed inoculation with Growth Promoting Bacteria on the improvement of quantitative and qualitative traits of two corn cultivar

Reyhaneh Pordel

Received: April 28, 2022 Accepted: July 4, 2022

Abstract

The effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria on quantitative and qualitative growth of two maize cultivars was investigated in a growth chamber experiment at agriculture college of the university of Guilan. This research was arranged in a factorial experiment based on completely randomized design with three replications. In this experiment, two factors were evaluated: cultivar (S.C. 704, 647) and 11 levels of seed inoculation with PGPB (seed uninoculation and without fertilizer, seed uninoculation and super phosphate triple fertilizer, *Pseudomonas fluorescens* strain 168 + *Pseudomonas fluorescens* strain 41+ *Aztobacter chroococcum* + *Azospirillum sp.*, *Pseudomonas fluorescens* strain 168 + *Aztobacter chroococcum* + *Azospirillum sp.*, *Pseudomonas fluorescens* strain 41 + *Aztobacter chroococcum* + *Azospirillum sp.*, *Azotobacter chroococcum* + *Azospirillum sp.*, *Pseudomonas fluorescens* strain 168 + *Pseudomonas fluorescens* strain 41, *Pseudomonas fluorescens* strain 41, *Pseudomonas fluorescens* strain 168, *Azospirillum sp.*, *Azotobacter chroococcum).* Seed inoculation with PGPB positively affected plant growth and P adsorption. In all of investigated characteristics (except soil P), chemical fertilizer treatment was higher than co-inoculated treatments, but this difference was not significant. Therefore it could be stated, these microorganisms need more time to fix and establishing themselves in soil. The present finding showed that there is a linear relationship between plant phosphorus and its dry weight, therefore phosphate-solubilizing microorganisms can interact positively in promoting plant growth, nutrient uptake especially P of maize plants, root colonization percentage increasing and consequently, plant dry weight increasing.

Keywords: Chemical Fertilizer; Corn; Plant Growth Promoting Rhizobacteria; Qualitative Charecteristics; Quantitative Charecteristics

How to cite this article
Pordel, R. 2022. Seed inoculation with growth promoting bacteria on the improvement of quantitative and qualitative traits of two corn cultivar. Iranian Journal of Seed Science and Research, 9(3): 85-91. (In Persian)(**Journal)**
DOI: 10.22124/jms.2022.6166

COPYRIGHTS
Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the Iranian Journal of Seed Science and Research
The content of this article is distributed under Iranian Journal of Seed Science and Research open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY4.0) License. For more information, please visit http://jms.guilan.ac.ir/

Product Manager at BASF's Vegetable Seed Business Melbourne, Victoria, Australia. reyhaneh.pordel@gmail.com