Archive of SID

مجله علوم کشاورزی ایران
جلد ۳۳، شماره ۴، سال ۱۳۸۱ (۷۸۰-۷۷۱)

اثرات کاربرد سویه‌های بومی پسودوموناس فلورسنس بر مقدار جذب عناصر غذایی در گندم

علی ریحانی‌تبار[۱]، ناهید صالح راستین[۲]، حسینعلی علیخانی[۳] و مجتبی محمدی[۴]
۱، ۲، ۳، ٤، دانشجوی دوره دکتری، دانشیار، دانشجوی دوره دکتری و استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران
تاریخ پذیرش مقاله ۸۱/۸/۸

خلاصه

این پژوهش‌با هدف تعیین توان سویه‌های بومی پسودوموناس فلورسنس در بهبود جذب عناصر غذایی توسط گندم، انجام گرفت. به این منظور در یک آزمایش گلخانه‌ای و براساس طرح RCBD، گندم بهاره رقم مغان ۱، با ٤۰ سویه بومی پسودوموناس فلورسنس در ٤ تکرار مایه‌زنی گردید. هنگام برداشت، گیاهان مایه زنی شده با ۱۷ سویه که به لحاظ شاخص‌های رشد گندم پاسخ بهتری نشان داده بودند، انتخاب شدند و غلظت عناصر غذایی شامل آهن، روی ، منگنز، فسفر و پتاسیم در اندام‌های هوایی آنها مورد سنجش قرار گرفت. داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار کامپیوتری MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. بر اساس نتایج حاصل، مایه زنی گیاه با سویه‌های مختلف پسودوموناس فلورسنس، موجب بهبود جذب عناصر غذایی توسط گندم گردید ولی اثر کلی تیمارهای مایه زنی شده تنها برای غلظت آهن ($P<0.01$) و منگنز($P<0.05$)به سطح معنی‌دار رسید. سویه‌های $B_{۹}$و$B_{۳۶}$ بالاترین غلظت وبیشترین مقدار جذب آهن را موجب شدند و بطور معنی‌دار ($P<0.05$) بر شاهد مایه زنی نشده برتری داشتند. عملکرد بیولوژیک بالاترین همبستگی معنی‌دار را با مقدار جذب آهن($R^{۲} = ۰/۹۱^{**}$) و پائین‌ترین همبستگی را با مقدار جذب پتاسیم($R^{۲} = ۰/۲۲^{*}$) نشان داد.

واژه‌های کلیدی: پسودوموناس فلورسنس، عناصر غذایی، گندم بهاره

مقدمه

گیاهان برای رشد و تولید محصول نیاز به انواع عناصر غذایی دارند که عمدتاً از طریق خاک و همچنین کودهای شیمیایی در اختیار آنها قرار می‌گیرد. در قرن اخیر کودهای شیمیایی نقش اساسی در تولید محصولات کشاورزی داشته‌اند و در حال حاضر نیز یکی از مهمترین نهاده‌های کشاورزی محسوب می‌شوند. اما یکی از مهمترین تغییرات اساسی که در سیاستهای تولید غذا و همچنین در تحقیقات کشاورزی بوجود آمده این است که برخلاف گذشته افزایش تولید و رساندن آن به بالاترین سطح ممکن، بعنوان تنها هدف محسوب نمی‌شود. بلکه امروزه تلاش برای دستیابی به افزایش محصول بر مبنای اصول و اهداف« کشاورزی پایدار» برنامه‌ریزی می‌شود. ازجمله برای اینکه سیستم‌های کشاورزی از توانایی تولید بالائی برخوردار باشند و بتوانند این توان را در بلندمدت حفظ کنند، استفاده هرچه بیشتر از کودهای بیولوژیک در کنار کودهای شیمیایی بعنوان یک اصل ضروری مورد توجه قرار گرفته است. در بین موجودات مفید خاکزی باکتری‌های محرک رشد گیاه که به اختصار PGPR[۱] نامیده می‌شوند، بسیار حائز اهمیت هستند. اصطلاح PGPR ابتدا برای باکتریهای فراریشه‌ای (ریزوسفری) متعلق به گروه پسودوموناس‌های فلورسنت شامل گونه‌های فلورسنس[۲] و پوتیدا[۳] به کارگرفته شد.در بررسیهای مقدماتی، نقش این باکتریها بطور غیرمستقیم و از طریق کنترل بیمارگرهایی مانند عامل پوسیدگی نرم سیب‌زمینی و قارچهای

1 . Plant Growth Promoting Rhizobacteria
2 . Pseudomonas fluorescens
3 . P. putida

www.SID.ir

Archive of SID

بیماریزا مانند عامل مرگ گیاهچه یا پوسیدگی سیاه ریشه و همچنین متوقف ساختن فعالیت بیمارگرهای ضعیف مانند انواع تولیدکنندهٔ هیدروژن سیانید شناخته شد(۶ ، ۷، ۸) . مطالعات بعدی نشان دادند که بین شدت کنترل بیماریها و مقدار سیدروفور تولید شده توسط این باکتریها ارتباط مستقیمی وجود دارد. سیدروفورهای میکروبی، ملکولهای آلی نسبتاً درشتی هستند که در شرایط کمبود آهن قابل جذب در محیط ترشح می‌شوند و میل ترکیبی شدیدی با Fe^{3+} دارند. به دلیل اینکه این نوع کلاتهای آهن برای اکثر عوامل بیماریزا قابل استفاده نیستند، فعالیت این انواع در اثر محروم شدن از آهن، محدود و متوقف می‌شود. در سالهای اخیر سیدروفورهای میکروبی در ارتباط با تأثیر مستقیم در تغذیهٔ گیاه از نظر تأمین آهن قابل جذب مطرح شده‌اند. جورکویچ و همکاران (۵) گزارش کردند که میزان سیدروفور-Fe لازم برای جلوگیری از کلروز آهن در بادام زمینی برابر با ۱۹۰ میلی‌گرم آهن در کیلوگرم خاک است که معادل تأثیر ۱/۲ میلی‌گرم آهن درکیلوگرم خاک، بصورت Fe-EDDHA می‌باشد و چنین نتیجه گرفتند که سیدروفورها می‌توانند حامل‌های مؤثرFe برای تغذیه گیاه باشند. اگرچه بازده سیدروفورهای مورد آزمایش فعلاً کمتر از کلات‌های مصنوعی مانند Fe-EDDHA است ولی احتمال دارد که در آینده با بهبود بازده آنها بتوان کلروز ناشی از آهک را در خاکهای آهکی بر طرف نمود(۵). ریشهٔ گیاهان مواد آلی بسیار متعددی را ترشح می‌کنند که برخی از آنها می‌توانند بر قابلیت‌دسترسی عناصر غذایی همانند P,Mn وFe تأثیر بگذارند و بسیاری از میکروارگانیسم‌های فراریشه‌ای و از جمله پسودوموناس فلورسنس قادرند ترشح این مواد آلی را تحریک کنند. بعلاوه این باکتریها خود می‌توانند مواد آلی کلات‌کننده مانند اسیدهای آلی رادر ریزوسفر ترشح کنند و از این طریق هم، بر قابلیت دسترسی یا جذب بعضی عناصر غذایی مانند آهن و فسفر تأثیر بگذارند(۸). مظفر و همکاران(۱۹۹۲) گزارش کردند که افزودن باکتری پسودوموناس فلورسنس به محیط رشد ریشه گوجه‌فرنگی، مقدار گلوکز و فروکتوز مترشحه را کاهش و مقدار سوکروز را در محیط ریشه‌ای افزایش داد (۱۰). بعلاوه، اسیدهای آمینهٔ شناسایی شده در محیط ریشه‌ای در حضوراین باکتری بشدت تحت تأثیر قرار گرفتند، بعنوان مثال ، مقادیر اسیدهای آمینه گلیسین، لوسین و لیزین کاهش اما مقادیر سیستئین، گلوتامیک اسید و هیستیدین در محیط ریشه‌ای افزایش یافت. همینگ (۱۹۸۶) گزارش کرد که حضور پسودوموناس فلورسنس درمحیط ریشه‌ای مقادیر اسیدهای آلی و اسیدهای آمینه را تغییر می‌دهد. این تغییرات ممکن است در جهت تحریک ریشه و افزایش ترشحات ریشه‌ای و یا کاهش مواد ترشح شده بدلیل مصرف شدن توسط باکتری و تجزیهٔ سریع آنها و همینطور بدلیل اضافه شدن مواد مترشحه بوسیلهٔ باکتری باشد که البته تعیین سهم هر یک از اینها بسیار مشکل است(۴).

نیسبای و همکاران(۱۹۹۷) فعالیت‌های آنزیمی را در ریزوسفر چغندرقند کشت شده در مزرعه و مایه زنی شده با پسودوموناس فلورسنس سویهٔ F113 مورد بررسی قرار دادند. این سویه یک ترکیب ضد میکروبی بنام ۲ و ۴ دی‌استیل فلوروگلوسینول تولید می‌کند و از لحاظ کنترل بیولوژیک حائز اهمیت می‌باشد(۱۱). این محققین گزارش کردند که در پی مایه زنی گیاه با این باکتری، هیچیک از آنزیم‌های اندازه‌گیری شده بطورمعنی‌دار تحت تأثیر قرار نگرفتند. همچنین pH و عناصر غذایی که با EUF [1] اندازه‌گیری شده بودند بطور معنی‌دار تحت تأثیر تلقیح با باکتری قرار نگرفتند(۱۱).

موئن - لوکوز و همکاران (۱۹۹۸) همین سویهٔ پسودوموناس فلورسنس F113 را به چغندرقند مایه زنی کردند و میزان عناصر غذایی در خاک و محصول بعدی در تناوب زراعی را که شبدرقرمز بود، بررسی نمودند. فرضیهٔ این محققین این بود که سویهٔ F113 که ترکیب ضد میکروبی ۲ و ۴ دی استیل فلوروگلوسینول را تولید می‌کند و اثر بازدارنده بر روی قارچهای بیمارگرگیاهی خاکزاد دارد، ممکن است بر روی میکروارگانیسم‌های غیرهدف که نقش مفیدی درچرخهٔ عناصر غذایی در خاک دارند نیز تأثیر بگذارد. برای سنجش این تأثیر احتمالی، اندازه‌گیری مقدار عناصر غذایی در خاک فراریشه ای و گیاه شبدر بوسیلهٔ دستگاه EUF صورت گرفت. نتایج نشان داد که مقدار کل فسفر در گیاه شبدر در تیمار مایه زنی شده با F113 و شاهد مایه زنی نشده مشابه هم بودند. مایه زنی با F113 منجر به افزایش مقدار سدیم و کاهش مقادیر روی و منگنز در گیاه شبدر در مقایسه با شاهد تیمار نشده گردید(۹).

1 Electro-Ultrafiltration

www.SID.ir

Archive of SID

از نتایج تحقیقاتی که به آنها مختصراً اشاره شد چنین برمی‌آید که ممکن است مایه زنی گیاه با این باکتریها در قابلیت جذب برخی از عناصر غذایی برای گیاه مؤثر واقع شود.

هدف از انجام این پژوهش، مطالعهٔ تعدادی از سویه‌های بومی پسودوموناس فلورسنس از نظر توان افزایش قابلیت جذب برخی از عناصر غذایی (فسفر، آهن و....) برای گیاه گندم است. با توجه به اینکه سویه‌های بومی خاکهای ایران از نظر نقش مفیدی که احتمالاً می‌توانند بطور مستقیم در رشد و تغذیهٔ گیاه داشته باشند، مورد بررسی قرار نگرفته‌اند و نیز بدلیل توان بالقوهٔ این باکتریها در تأمین سلامت گیاه و بهبود رشد آن، ضرورت انجام این تحقیق مشخص می‌گردد.

مواد و روش‌ها

خاک مناسب برای انجام این بررسی با این هدف که علاوه بر بافت و pH مناسب، مقدار عنصر آهن آن نیز کم باشد تا تأثیر احتمالی جدایه های مورد آزمایش در افزایش جذب این عنصر یا عدم تأثیر آن بهتر مشخص شود، انتخاب گردید. خاک به مقدار کافی از عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتری برداشته شده و پس از هوا خشک کردن و گذراندن از الک ۴ میلی‌متری به مقدار ۲/ ۳ کیلوگرم در گلدانهای آزمایشی توزیع گردید. به دلیل فقیر بودن خاک از نظر عناصر غذایی پرمصرف، کودهای فسفری، پتاسی ونیتروژنی طبق توصیهٔ کودی برای گندم بصورت محلول به گلدانها اضافه شدند. تیمارهای آزمایشی شامل ۴۰ تیمار تلقیح با سویه‌های باکتری و شاهد مایه زنی نشده بودند که در قالب طرح RCBD با ۴ تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. باکتریهای مورد استفاده در این آزمایش، براساس طرح جداگانه‌ای قبلاً از ریزوسفر گندم کشت شده در خاکهای زراعی استان تهران و دشت قزوین جداسازی و سپس با انجام بررسیهای میکروسکوپی، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی در سطح گونه شناسایی شده بودند. برای تهیهٔ مایه تلقیح در داخل هود سترون ، هر یک از ارلن‌های حاوی محیط کشت N.B[1] با یکی از جدایه های مورد بررسی مایه زنی و سپس به مدت ۴۸ ساعت بر روی بهم‌زن الکتریکی با ۱۵۰ دور در دقیقه گذاشته شدند و با استفاده از محلولهای استاندارد مک فارلند کدورت آنها در سطح تراکم حدود 10^6 سلول در میلی‌لیتر تنظیم گردید. مقدار مناسبی بذر گندم بهاره رقم مغان ۱ از گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکدهٔ کشاورزی کرج تهیه شد. بذور سالم با دست انتخاب شدند و به منظور ضدعفونی سطحی ابتدا به مدت ۳۰ ثانیه در الکل ۹۶ درجه طبی و سپس به مدت ۵ دقیقه در محلول هیپوکلریت سدیم ۲ درصد قرار داده شدند و پس از آن چندین بار با آب مقطر سترون شستشو شدند. بذرهای ضدعفونی شده در داخل تشتک های پتری سترون روی سطح کاغذ صافی مرطوب شده با آب مقطر سترون بطور یکنواخت توزیع گردیدند و به منظور جوانه‌زنی به مدت ۴۸ ساعت در انکوباتور با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. سپس در هر گلدان ۸ بذر جوانه زده کاشته شد و بر روی هر بذر یک میلی‌لیتر از مایهٔ سویه مورد نظر اضافه گردید و حفرات با خاک گلدان پوشیده شدند. در طول دورهٔ رشد گیاه در گلخانه، دمای روز و شب به ترتیب ۳۰ و۲۰ درجه سانتیگراد ، طول دورهٔ روشنایی بین ۱۴-۱۲ ساعت و مقدار نور بین ۱۴-۱۲ هزار لوکس از طریق لامپ‌های بخار سدیم و هلیم تنظیم شد. با آبیاری منظم گلدانها با آب مقطر و توزین آنها رطوبت خاک بین FC ۰/۸ تا FC تأمین گردید. برای جلوگیری از آلودگیهای سطحی، سطح گلدانها با پرلیت سترون پوشانده شد. بعداز دوهفته رشد، گیاهان تنک شدند و در هر گلدان ۴ بوته نگهداشته شد. پس از ۳ ماه از زمان کاشت، در مرحله‌ای که اکثر خوشه‌ها رسیده بودند و گیاهان حالت زردی پیدا کرده بودند، برداشت آنها انجام گرفت. از بین ۴۰ سویهٔ پسودوموناس فلورسنس مایه زنی شده به گندم، ۱۷ سویه که به لحاظ صفات زراعی عملکرد نسبتاً بهتری را نشان داده بودند به همراه شاهد برای تجزیهٔ عناصر انتخاب شدند. عملکرد بیولوژیک براساس وزن خشک مجموع اندام‌های هوایی گیاه تعیین گردید. برای اندازه‌گیری عناصر غذایی در اندام‌های هوایی گیاه، پس از آسیاب کردن آن از پودر حاصل به روش سوزاندن خشک و استفاده از اسیدکلریدریک ۲ مولار عصاره تهیه شد و مقدارآهن،روی و منگنز توسط دستگاه جذب اتمی قرائت شدند. فسفر در نمونه‌های گیاهی به روش رنگ‌سنجی (رنگ زرد مولیبدات – وانادات)با استفاده ازدستگاه اسپکتروفتومتر وپتاسیم با فلیم‌فتومتر قرائت شدند(۱ و۲). داده‌های حاصل با استفاده از برنامهٔ کامپیوتریMSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.

1. Nutrient Broth

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱- برخی از ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در کشت گلدانی

مشخصات خاک مورد آزمایش	بافت	pH_e*	EC_e** (dS/m)	$CaCO_3$ %	N(Total) %	O.M. %	FC %	Fe	Mn	Zn	Cu	Na	P	K
								mg.kg-1						
	لوم	۷/۵	۱/۲	۵/۹	۰/۰۶	۱	۱۹/۹	۳/۵	۱۲/۸	۰/۹۵	۱۶/۶	۴/۱	۱۰/۰۲	۱۸۵/۷

نتایج

اثرات مایه زنی گندم با سویه‌های پسودوموناس فلورسنس بر روی جذب برخی عناصر غذایی به شرح زیر خلاصه شده‌اند.

۱- آهن

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که مایه زنی با سویه‌های پسودوموناس فلورسنس با حدود اطمینان بیش از۹۹٪ بر روی مقدار جذب آهن توسط گندم اثرگذاشته است(جدول۲). براساس جدول مقایسه میانگین‌ها،در اکثر تیمارهای مایه زنی شده با باکتری، غلظت آهن در گیاه نسبت به شاهد مایه زنی نشده افزایش یافته است. بیشترین میزان جذب آهن در گیاهانی است که با سویه‌های B_{36}وB_{31}، B_{17}،B_9 مایه زنی شده‌اند که اختلاف تیمار با این سویه‌ها نسبت به شاهد در سطح ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول ۳). بعلاوه مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن نشان می‌دهد که حتی در سطح اطمینان ۹۹ درصد نیز افزایش غلظت آهن در گیاه در مورد دو سویهٔB_9 و B_{36} به لحاظ آماری معنی‌دار می‌باشد(شکل ۱).

۲-روی

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که مایه زنی با سویه‌های پسودوموناس فلورسنس بر میزان جذب روی توسط گندم تأثیر معنی‌دار نداشته است (جدول ۲) جدول مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که در اثر مایه زنی با اکثر سویه‌ها جذب روی توسط گیاه افزایش یافته است. در مورد سویهٔ B_2 هرچند این مقدار افزایش به حدود ۵۰ درصدروی جذب شده درگیاه شاهدمی‌رسد،ولی با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد این تفاوت معنی‌دارنشده است (جدول ۳). در عین حال آزمونLSD حاکی از معنی‌دار بودن تفاوت این تیمار نسبت به شاهد در سطح ۵ درصد می‌باشد(شکل۲).

۳-منگنز

نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن است که تأثیر مایه زنی با سویه‌های پسودوموناس فلورسنس بر روی جذب منگنز توسط گیاه در سطح ۱۰ درصد معنی‌دار می‌باشد(جدول ۲). مقایسهٔ میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن نشان می‌دهد که دو سویهٔ B_{20} و B_{34} بیشترین تأثیر را در جذب منگنز توسط گیاه داشته‌اند و تفاوت تیمارآنها نسبت به شاهد مایه زنی نشده در سطح ۵ درصد (جدول ۳) و براساس آزمون LSD در سطح ۱ درصد (شکل ۳) معنی‌دار می‌باشد. بعلاوه، مایه زنی گیاه با اکثر سویه‌ها موجب افزایش جذب منگنز در گیاه نسبت به شاهد شده است(شکل ۳).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر سویه‌های مختلف پسودوموناس فلورسنس بر غلظت عناصر غذایی جذب شده در اندام هوایی گندم

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات(MS) برای صفات مورد بررسی				
		Mn	Fe	Zn	K	P
بلوک	۳	۱۰۲/۵ n.s.	۱۶۰۱/۶ n.s.	۵۳/۹ n.s.	۰/۴۹۹ n.s.	۰/۰۱۲ n.s.
تیمار (سویه‌های پسودوموناس فلورسنس)	۱۷	۱۵۳/۸۲*	۱۵۹۱/۹***	۶۳/۱۵ n.s.	۰/۴۵۲ n.s.	۰/۰۰۲ n.s.
خطا	۵۱	۹۷/۶۶	۶۱۰/۳	۷۱/۶	۰/۴۵	۰/۰۰۲
CV%	-	۱۶/۷	۲۷/۶	۲۹/۲	۲۵/۳	۲۰/۰

n.s ،*،**و*** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مقایسهٔ میانگین تیمارها برای عناصر غذایی جذب شده توسط گندم مایه زنی شده با پسودوموناس فلورسنس در شرایط گلخانه‌ای

عناصر / سویه‌ها	Mn میلی‌گرم در کیلوگرم	Fe میلی‌گرم در کیلوگرم	Zn میلی‌گرم در کیلوگرم	K (%)	P (%)	عملکرد بیولوژیک (گرم)
B0	۵۱/۷۵ C	۶۸/۵۵DE	۲۶/۴۲AB	۲/۴۴۴A	۰/۱۹۴۱B	۴/۹۶۶ABCDE
B2	۶۰/۶۲ ABC	۱۰۵/۳ABCD	۳۹/۷۵A	۲/۴۶۴A	۰/۲۴۶۸AB	۵/۳۵۳ABCD
B4	۶۶/ ۰۰ ABC	۷۷/۴۳CDE	۳۰/۳۳AB	۲/۴۵۱A	۰/۲۲۴۶AB	۵/۵۴۸ABC
B5	۵۵/ ۹۹ ABC	۶۴/۴۰DE	۲۶/۹۸AB	۲/۹۰۵A	۰/۲۰۲۴AB	۵/۲۰۵ABCDE
B8	۶۲/ ۷۵ ABC	۶۷/۰۷DE	۲۶/۴۲AB	۲/۴۶۹A	۰/۲۵۰۳AB	۴/۵DE
B9	۶۱/ ۹۷ ABC	۱۱۹/۸AB	۲۸/۰۵AB	۲/۴۳۰A	۰/۲۲۳۳AB	۴/۹۳۸ABCDE
B10	۵۶/ ۷۲ ABC	۵۹/۴۰E	۲۵/۳۸AB	۲/۲۴۸A	۰/۲۳۵۱AB	۴/۸۵۸ABCDE
B14	۵۵/ ۹۹ ABC	۷۶/۷۵CDE	۳۶/۵۳AB	۲/۵۵۲A	۰/۲۱۰۵AB	۵/۲۵ABCDE
B16	۵۰/ ۶۲ C	۷۸/۹۵BCDE	۲۵/۹۲AB	۲/۴۹۸A	۰/۲۴۴۸AB	۵/۳۰۹ABCD
B17	۵۷/ ۵۷ ABC	۱۱۴/۹ABC	۲۳/۵۵B	۲/۱۸۸A	۰/۲۳۵۱AB	۵/۲۸۳ABCDE
B19	۵۴/ ۲۲ C	۸۷/۶۵ABCDE	۲۷/۹۲AB	۲/۵۴۵A	۰/۲۳۷۴AB	۴/۹۴ABCDE
B20	۷۱/ ۷۹ AB	۹۷/۱۵ABCDE	۲۹/۷۵AB	۳/۰۷۱A	۰/۲۴۰۹AB	۵/۴۹۴ABC
B21	۵۳/۴۶ C	۹۲/۶۵ABCDE	۲۶/۷۵AB	۲/۷۸۴A	۰/۲۷۷۲A	۵/۲۷۲ABCDE
B23	۵۵/۲۱BC	۷۷/۰۰CDE	۲۸/۱۵AB	۲/۱۸۲A	۰/۲۴۱۰AB	۴/۹۶۵ABCDE
B30	۵۶/۳۵ ABC	۱۰۰/۴ABCDE	۲۸/۲۰AB	۳/۲۵۳A	۰/۲۶۶۳AB	۴/۹۷۸ABCDE
B31	۵۸/۷۹ ABC	۱۱۲/۹ABC	۳۱/۸۸AB	۳/۰۷۶A	۰/۲۶۴۳AB	۴/۹۵۵ABCDE
B34	۷۲/۴۲ A	۸۶/۶۷ABCDE	۲۷/۳۰AB	۳/۱۲۵A	۰/۲۳۳۹AB	۵/۲۹۹ABCD
B36	۶۲/۶۰ ABC	۱۲۳/۵A	۳۱/۱۷AB	۲/۸۸۹A	۰/۲۳۳۹AB	۴/۹۵۸ABCDE

مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند. B0 تیمار شاهد

۴-فسفر

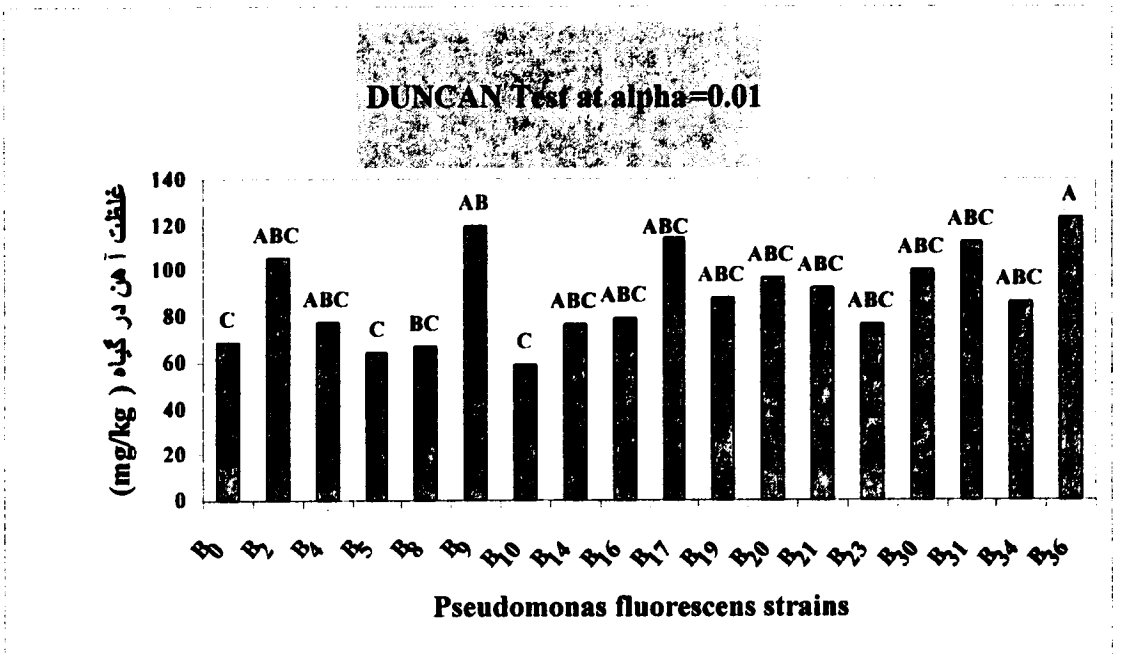
نتایج جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که تیمارهای مایه زنی گیاه با باکتری در مجموع تأثیر معنی‌داری بر جذب فسفر توسط گیاه نداشته‌اند (جدول۲). پائین‌ترین درصد فسفر مربوط به گیاه شاهد مایه زنی نشده وبالاترین درصدآن مربوط به تیمارمایه زنی شده با سویهٔ B21 است. که براساس آزمون دانکن با شاهد مایه زنی نشده اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) نشان می‌دهد (جدول ۳).

۵-پتاسیم

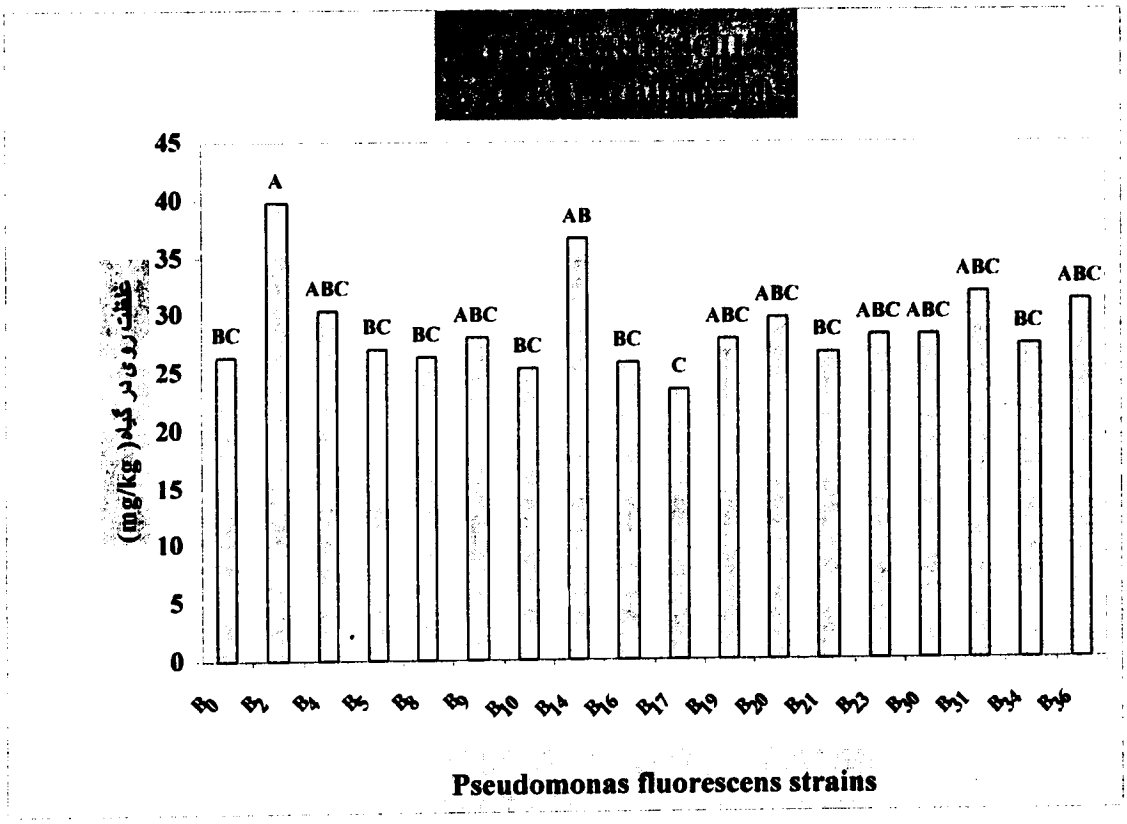
جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که تیمار مایه زنی شده با باکتری در مجموع تأثیر معنی‌داری بر درصد پتاسیم در گیاه نداشته است(جدول ۲). مقایسهٔ میانگین‌ها نیز نشان می‌دهد که هرچند غلظت پتاسیم در اکثر گیاهان مایه زنی شده نسبت به شاهد،افزایش یافته ولی به لحاظ آماری با شاهد تفاوت معنی‌دار پیدا نکرده است(جدول۳).

www.SID.ir

Archive of SID



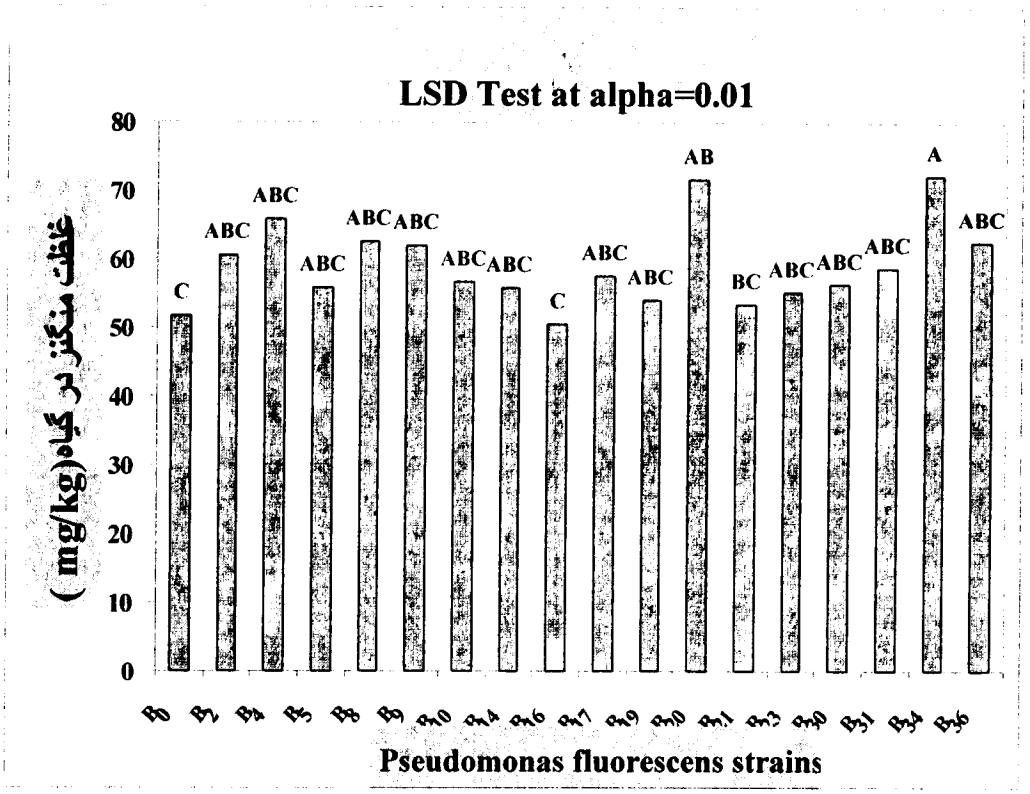
شکل ۱- اثرمایه زنی سویه‌های پسودوموناس فلورسنس بر جذب عنصر آهن در بخش هوایی گندم



شکل ۲- اثرمایه زنی سویه‌های پسودوموناس فلورسنس بر جذب عنصر روی در بخش هوایی گندم

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- اثرمایه زنی سویه‌های پسودوموناس فلورسنس بر جذب عنصر منگنز در بخش هوایی گندم

بررسی روابط همبستگی بین پارامترهای اندازه‌گیری شده در گیاه

در روابط رگرسیونی بین پارامترهای اندازه‌گیری شده در گیاه که متعاقباً ارائه می‌شوند، DM عملکرد بیولوژیک و Zn_u, Mn_u و Fe_u , K_u, P_u به ترتیب مقدار فسفر ، پتاسیم، آهن، روی و منگنز جذب شده در اندام‌های هوایی گندم می‌باشند(جداول ۴ و۵).

جدول ۴- روابط همبستگی ساده بین عملکرد بیولوژیک و غلظت عناصر غذایی در گندم

روابط همبستگی	R^2
$DM=۲/۶۲۹+۰/۰۳۹۸۴\ Mn_u$	۰/۶۹**
$DM=۳/۶۹۵+۰/۰۱۳۷۳\ Fe_u$	۰/۹۱**
$DM=۳/۱۸۲+۰/۰۱۹۹۶\ Zn_u$	۰/۶۵**
$DM=۳/۷۷+۰/۴۰۸\ K_u$	۰/۲۲*
$DM=۳/۳۲۸+۵/۵۷\ P_u$	۰/۶**

**و * به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد

همانطور که در جداول ۴و ۵ مشاهده می‌شود، همهٔ عناصر غذایی اندازه‌گیری شده با عملکرد بیولوژیک گیاه دارای ضرائب همبستگی معنی‌دار هستند. آهن جذب شده در بخش هوایی بالاترین ضریب همبستگی را بخود اختصاص داده است و این همبستگی در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد. بین فسفر و روی جذب شده، همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح ۵ درصد مشاهده می‌شود که با اطلاعات موجود در زمینه اثرات متقابل این عناصر مطابقت دارد.

بحث

نتایج این بررسی حاکی از این است که مایه زنی گندم باسویه‌های بومی باکتری پسودوموناس فلورسنس در اکثر موارد موجب بهبود جذب عناصر غذایی در مقایسه با گیاه شاهد گردیده، هرچند این افزایش تنها در مورد مقدار آهن و منگنز گیاه از لحاظ آماری به سطح معنی‌دار رسیده است. این نتایج تا حدودی قابل توجیه هستند، زیرا حلالیت و در نتیجه، جذب بهتر عناصری مانند فسفر و روی بستگی زیادی به کاهش pH دارند. از آنجا که این باکتری‌ها، pH ریزوسفر را بطور قابل توجه کاهش نمی‌دهند، لذا طبیعی است که جذب عناصر فوق‌الذکر هم بطور معنی‌دار تحت تأثیر آنها قرار نگیرند(۷، ۸).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۵- ماتریس ضرائب همبستگی ساده بین صفات مورد بررسی

صفت	X1	X2	X3	X4	X5	X6
منگنز جذب‌شده در بخش هوایی(X1)	۱					
آهن جذب‌شده در بخش هوایی(X2)	۰/۷۹۳**	۱				
روی جذب‌شده در بخش هوایی(X3)	۰/۷۰۲**	۰/۷۶۳**	۱			
پتاسیم جذب‌شده در بخش هوایی(X4)	۰/۴۸۷*	۰/۴۹۰*	۰/۲۴۴n.s.	۱		
فسفر جذب‌شده در بخش هوایی(X5)	۰/۶۷۰*	۰/۷۶۹**	-۰/۵۶۱*	۰/۸۷۱**	۱	
عملکرد بیولوژیک (X6)	۰/۸۳**	۰/۹۵۶**	۰/۸۱۲**	۰/۴۷۹**	۰/۷۷۶**	۱

*و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

در مورد پتاسیم هم به دلیل کافی بودن مقدار این عنصر در خاک، بین تیمارهای مایه زنی شده و شاهد تفاوتی پیدا نشده است. اما در مورد آهن بدلیل توان سویه‌های این باکتری در تولید سیدروفورهایی که تمایل زیادی به پیوند شدن با آهن دارند و این کمپلکس سیدروفور- آهن ممکن است برای گیاهان هم قابل استفاده باشد، طبیعی است که باکتری بیشترین تأثیر را بر جذب این عنصر داشته باشد. نقش مؤثر گونهٔ پسودوموناس فلورسنس در تولید سیدروفور توسط بسیاری از محققین به اثبات رسیده است (۴ ، ۵، ۸). در ابتدا کلوپر و همکاران به نقش سیدروفورهای تولید شده توسط پسودوموناس فلورسنس در تحریک رشد گیاه اشاره کردند(۳). از آن پس، موارد متعدد دیگری درخصوص تأثیر سیدروفورهای میکربی در بهبود جذب آهن در گیاه، گزارش شده است که بطور مثال می‌توان به نتایج تحقیقات جورکوویچ و همکاران (۵) و مظفر و همکاران(۱۰) استناد نمود.

در مورد منگنز نیز ممکن است تشکیل کمپلکس این عنصر با برخی موادآلی ترشح شده توسط باکتری، در افزایش قابلیت جذب آن مؤثر بوده است(۸).

روابط همبستگی ارائه شده در جدول‌های ۴ و۵ نیز با اطلاعات موجود در زمینهٔ تغذیه معدنی گیاهان کاملاً هماهنگی دارند.

با توجه به نتایج مثبت حاصل از این تحقیق ، پی گیری اهدافی چون جمع آوری سویه های برتر پسودوموناس ها به منظور تحریک رشد ، بهبود تغذیه وتأمین سلامت گیاهان زراعی ونیز ادامهٔ بررسیهای گلخانه ای در شرایط طبیعی مزرعه و استفاده از این باکتریهای مفید برای تولید کودهای بیولوژیک ، قابل توصیه هستند.

سپاسگزاری

این پژوهش مستخرج از «طرح بررسی جمعیت پسودوموناس‌های فلورسنت در ریزوسفر گندم کشت شده درخاکهای زراعی استان تهران وتعیین پتانسیل آنها برای افزایش رشد گیاه» به شماره ۷۱۴/۱/۳۰۳ می باشد که بدینوسیله از حمایت مالی معاونت محترم پژوهشی دانشگاه تهران قدردانی می شود.

مراجع مورد استفاده

REFERENCES

۱. احیایی، م. و ع.ا. بهبهانی‌زاده، ۱۳۷۲. شرح روشهای تجزیه شیمیایی خاک . نشریهٔ فنی شمارهٔ ۸۹۳ مؤسسه تحقیقات خاک و آب.

۲. امامی، ع. ۱۳۷۵. روشهای تجزیهٔ گیاه . جلد اول، نشریهٔ فنی شمارهٔ ۹۸۲، مؤسسه تحقیقات خاک و آب

۳. علوی، ا. و ع.آهون‌منش. ۱۳۷۶. ترجمه .کنترل بیولوژیکی عوامل بیماریزای گیاهی خاکزاد. جلد اول، نشرآموزش کشاورزی.

4. Hemming, B.C.1986. Microbial – iron interactions in the plant rhizosphere : An overview. J.Plant Nutr. 9 : 505-521

www.SID.ir

Archive of SID

5. Jurkvitch, E., Y.Hadar and Y.Chen. 1988. Involvement of bacterial siderophores in the remendy of lime induced chlorosis in peanut. Soil. Sci. Soc. Am.J. 52 : 1032-1037.
6. Kapulnik, Y. 1991. Plant – Growth – Promoting Rhizobacteria, In : Plant Roots, The Hidden Half, Waisel, Y.et al. (Eds) Marcel Dekker, Newyork, 717-729.
7. Lynch, J.M. 1993. Soil Biotechnology, Microbiological Factors in Crop Productivity , Blackwell, Oxford, 191 P.
8. Lynch, J.M., Ed. 1990. The Rhizosphere, John wiley, Chichester, 458 P.
9. Moenne – Loccoz, Y., J.Powell, P.Higgins, J.Britton and F.O'Gara.1998. Effect of the biocontrol agent *Pseudomonas fluorescens F 113* released as sugarbeet inoculant on the nutrient contents of soil and foliage of a red clover rotation crop. Biol . Fertil. Soils . 27 : 380-385.
10. Mozafar, A., F.Duss. and J.J.Oertli. 1992. Effect of *Pseudomonas fluoresens* on the root exudates of two tomato mutants differently sensitive to Fe chlorosis. Plant and Soil. 144 : 167-176.
11. Naseby, D.C., Y.Moenne-Loccoz, J.Powell, F.O'Gara and J.M.Lynch. 1998. Soil enzyme activities in the rhizosphere of field –grown sugar beet inoculated with the biocontrol agent *Pseudomonas fluorescens F113.* Biol. Fertil. Soils. 27:39-43.

www.SID.ir

Archive of SID

Effects of Native *Pseudomonas Fluorescens* Strains on the Nutrient Uptake by Wheat

A. REIHANI TABAR[1], N. SALEH RASTIN[2], H. A. ALIKHANI[3] AND M. MOHAMMADI[4]

1, 2, 3, 4, Ph.D. Student, Associate Professor, Ph.D. Student and Assistant Professor, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran

Accepted Oct. 30, 2002

SUMMARY

Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) specially some strains of *Pseudomonas fluorescens* produce siderophores, and ionophores that chelate some nutrient elements thereby improving their uptake. Also, these bacteria may produce growth regulator substances which affect availability of nutrient elements. This study was carried out to determine the potential of native *P. fluorescens* strains to improve nutrient uptake by wheat. For this purpose, 40 strains of *P. fluorescens* were used to inoculate the spring wheat, Moghan 1 variety, in a RCBD experiment with four replications, under greenhouse conditions. The data were analyzed using MSTATC program. Based on results, inoculation with different strains improved the nutrient uptake by wheat, but increase was significant ($P<0.01$) only in Fe and Mn content ($P<0.05$) in inoculated plants. The B9 and B36 Strains presented the upper concentration and amount of Fe uptake with their differences with control being significant ($P<0.05$). Biological yield presented the highest significant correlation with Fe – uptake ($R^2=0.91^{**}$) and lowest for K-uptake ($R^2=0.22^{*}$).

Key words: *Pseudomonas fluorescens*, Nutrient elements, Spring wheat

www.SID.ir