

تاثیر باکتری های حل کننده فسفات و مقایسه کاربرد کود شیمیایی و بیولوژیک فسفر در زراعت سیب زمینی

ابوالفضل سفیدگران*، کارشناس ارشد زراعت سازمان جهاد کشاورزی استان مرکزی

چکیده

به منظور ارزیابی اثرسه عامل باکتری های حل کننده فسفات، فسفر شیمیایی و ارقام سیب زمینی با استفاده از یک آزمایش اسپیلت اسپیلت پلات در قالب بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار طی سال زراعی ۱۳۸۶ در مزرعه ای در روستای اناج از توابع شهرستان اراک، ارزیابی شد. نتایج نشان داد که باکتری های حل کننده فسفات و تقابل آن با سایر عامل ها، به نحو معنی داری وزن تر اندام هوایی، وزن تر غده، وزن خشک غده، محتوای فسفر بوته و شاخص برداشت را تحت تاثیر قرار داده و باعث افزایش معنی دار عملکرد غده، نسبت به تیمارهای شیمیایی در سطح ۱٪ شد. اثر متقابل باکتری های حل کننده فسفات و فسفر شیمیایی در صفات وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن خشک غده، تعداد ساقه در بوته، عملکرد بیوماس و محتوای فسفر بوته در سطح حداقل ۵٪ معنی دار شده و تیمار کاربرد باکتری های حل کننده فسفات همراه با ۷۵ کیلوگرم فسفر شیمیایی از نظر عملکرد با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی فسفره، تفاوت معنی داری نداشته است. نتایج نشان داد مصرف فسفر شیمیایی به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در اکثر صفات مانند عملکرد غده، درصد فسفر جذب شده، محتوای فسفر بوته، وزن خشک اندام هوایی و عملکرد بیوماس، تفاوت معنی دار در سطح ۱٪ دارد و بالا ترین نتیجه را حاصل می نماید. در بین ارقام مختلف سیب زمینی، رقم لیدی رزیتا در اکثر صفات خصوصا عملکرد غده، شاخص برداشت، محتوای فسفر بوته و وزن تر غده و اندام هوایی، با ارقام دیگر و فسفر شیمیایی تفاوت معنی دار در سطح ۱٪ داشته و بالاترین میزان را به خود اختصاص داده است ولی در تقابل با باکتری های حل کننده فسفات تفاوت معنی داری دیده نشد.

واژه های کلیدی: فسفر بیولوژیک، سیب زمینی، فسفر، عملکرد و اجزای عملکرد

* نویسنده مسئول: E-mail: sefidgaran47@gmail.com

مقدمه

سیب زمینی بعد از ذرت دارای گسترده ترین توزیع در دنیاست. این محصول در حدود ۱۴۰ کشور دنیا کشت می شود. که بیش از ۱۰۰ کشور آن در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری واقع شده اند اما، هنوز بیشترین تولید در مناطق معتدله در کشورهای صنعتی متمرکز است. سیب زمینی نقش مهمی در تغذیه مردم جهان دارد و بدلیل عملکرد بسیار بالا در واحد سطح، انرژی و مقدار پروتئین تولیدی آن در واحد سطح بیش از گندم و برنج است (۳). اهمیت سیب زمینی به خاطر ارزش غذایی خاص، سازگاری خوب با شرایط آب و هوایی و شرایط انبار داری و حمل و نقل آسان آن است. از این نظر در اقصی نقاط جهان به کشت آن اقدام می شود (۱۷). از غدد سیب زمینی برای تهیه غذاهای مختلف در منزل و صنعت مانند چیپس، تهیه نشاسته و الکل استفاده می شود. از غددی که فاقد قابلیت برای مصارف بذری، خانگی و یا صنعتی می باشند برای تهیه تغذیه دام استفاده می شود (۳).

اهمیت غذایی این محصول موجب افزایش سطح زیر کشت آن در ایران شده است. با توجه به تنوع ارقام این محصول و تنوع آب و هوایی ایران، سیب زمینی به عنوان محصولی مهم در تناوب کشاورزی ایران قرار دارد. فسفر نقش اساسی و مستقیمی در انتقال انرژی، بسیاری از پیوندهای شیمیایی و تولید انرژی ایفا می کند. تأمین فسفر مورد نیاز گیاه عمدتاً توسط کودهای شیمیایی فسفره (فسفات آمونیم و سوپر فسفات تریپل) انجام می شود و معمولاً به علت pH بالای خاک های کشورمان بصورت غیر محلول و غیر قابل جذب در می آید. به نحویکه مقدار فسفر خاک بیشتر از فسفر قابل جذب است. استفاده از کودهای شیمیایی فسفره نه تنها مشکلات زیست محیطی را به همراه دارد به علت تجمع فسفر در خاک جذب سایر عناصر و صحت خصوصیات خاک را تحت تأثیر قرار می دهد. استفاده از برخی کودهای بیولوژیک در تغذیه گیاه، ضمن اینکه از آلوده شدن خاک و محیط زیست جلوگیری می کند، با کاهش هزینه های تولید، موجب آزاد شدن فسفر موجود در خاک شده، و بتدریج این عنصر را در اختیار گیاه قرار می دهد. از جمله ریز جاندارهای موثر بر جذب و آزاد کردن فسفر، باکتری های حل کننده فسفات می باشند در این تحقیق تاثیرات بکار بردن باکتری های حل کننده فسفات به همراه مقادیر مختلف کود شیمیایی فسفره (۰-۷۵-۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) بر روی سه رقم سیب زمینی بنام های آگریا، لیدی رزینا و محلی که در منطقه اراک متداول می باشند مورد بررسی قرار گرفته است.

فسفر از عناصر پر مصرف گیاهان است که در اکثر فعل و انفعالات شیمیایی گیاهی دخالت داشته موجب رشد مناسب بوته ها و غده ها در سیب زمینی می شود. تأمین کودهای شیمیایی فسفره با خروج مبالغ هنگفتی ارز همراه است. استفاده بیش از حد کودهای فسفره شیمیایی نه تنها تعادل طبیعی موجودات خاک را برهم می زند. ساختمان خاک را دستخوش تغییرات نموده و تاثیرات مخربی بر محیط زیست دارد. از طرفی حدود ۸۰٪ از کودهای شیمیایی فسفره به صورت غیر قابل جذب برای گیاه در می آید.

لذا توجه ویژه به کودهای بیولوژیک که حاوی میکروارگانیزم های حل کننده فسفر می باشند با رویکرد به کشاورزی پایدار موجب بالارفتن جذب فسفر می شود و در خاکهای آهکی که اکثر خاکهای کشورمان را شامل می شود شده تاثیرات منفی کودهای شیمیایی را نخواهد داشت.

بطورکلی این طرح اهداف زیر را دنبال میکند:

- ۱- بالارفتن جذب فسفر در خاکهای آهکی و افزایش راندمان تولید از این طریق
- ۲- جلوگیری از آلودگی محیط زیست بوسیله کودهای شیمیایی
- ۳- جلوگیری از خروج ارز، کم شدن وابستگی به واردات کودهای شیمیایی فسفره
- ۴- حفظ ساختمان و محیط طبیعی خاک
- ۵- کم شدن هزینه های تولید برای کشاورزان
- ۶- بالارفتن عملکرد در واحد سطح در کشت سیب زمینی

مواد و روش ها

این بررسی در استان مرکزی، شهرستان اراک، روستای اناج انجام گردید که در فاصله ۶۵ کیلومتری از مرکز استان قرار گرفته است. نتایج آزمایش خاکشناسی انجام شده از مزرعه مشخص کرد که خاک از نظر فیزیکی بافت لومی شنی داشته که جهت کاشت سیب زمینی بسیار مناسب است. سایر عامل های مورد آزمایش از قبیل شوری و اسیدیته و مواد آلی نیز حاکی از مناسب بودن آن جهت کشت سیب زمینی است. استفاده از کودهای ازته (اوره) و پتاسه (سولفات پتاسیم) براساس این نتایج در زمین محل آزمایش بکار برده شده است. کود فسفره (سوپر فسفات تریبل) در سه سطح (۱۵۰-۷۵-صفر) کیلوگرم در هکتار بطور تصادفی بین تیمارهای فرعی بکار برده شده است. روش کار به این صورت بوده که پس از اندازه گیری دقیق سطح تیمار مقدار کودفسفره مورد استفاده (یکی از سطوح) در آن بکار رفته است. آزمایش به صورت طرح کرت های دوبار خرد شده در قالب بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار پیاده شده است.

عامل اصلی استفاده یا عدم استفاده از باکتری های حل کننده فسفات می باشد. باکتری های استفاده شده *Bacillus lentus* (P_5) و *Psodomonas putida* (P_{15}) است.

b1: عدم استفاده از باکتری های حل کننده فسفات

b2: استفاده از باکتری های حل کننده فسفات *Psodomonas putida* - *Bacillus lentus*

کرت های فرعی استفاده از کود شیمیایی فسفره در سه سطح به شرح ذیل بوده است.

P₀: عدم استفاده از کود فسفره

P₁: استفاده از کود فسفره به میزان ۷۵ کیلوگرم در هکتار

P₂: استفاده از کود فسفره به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار
عامل فرعی ارقام می باشد که شامل سه رقم سیب زمینی محلی، آگریا و لیدی رزیتا بوده و به صورت کامل تصادفی کشت گردیده اند.

V₁: رقم محلی

V₂: رقم لیدی رزیتا

V₃: رقم آگریا

روش استفاده از کود بیولوژیک

محتوی یک بسته ۱۰۰ گرمی کود حاوی باکتری های حل کننده فسفات در ۱۵ الی ۲۰ لیتر آب ریخته سپس در ظرف دیگری ۱۰ برابر رقیق می کنیم. سپس غده ها را به مدت چند ثانیه با محلول فوق خیس نموده و بلافاصله اقدام به کاشت می کنیم.

نمونه برداری

از تیمارهای مختلف جهت بررسی تعداد ساقه های اصلی در بوته، روند رشد سطح سبز و روند غده زایی و رشد غده ها و دیگر صفات مورد نظر نمونه گیری بعمل آمد. در هر مرحله از نمونه برداری ۲ بوته بصورت تصادفی برداشت گردید و باتوجه به اهداف نمونه برداری پس از انتقال به آزمایشگاه، آزمایش های لازم انجام گرفت. اولین نمونه برداری از زمان گلدهی شروع گردید و تا زمان رسیدن فیزیولوژیکی ادامه پیدا کرد.

نتایج و بحث

عملکرد بیوماس

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفت عملکرد بیوماس (جدول ۱) نشان داد که بین تیمارهای مختلف کاربرد و عدم کاربرد فسفر بیولوژیک تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۱٪ وجود داشته و با کاربرد باکتری های حل کننده فسفات عملکرد بیوماس افزایش نشان می دهد. آزمایشات با باکتری های حل کننده فسفات نشان دهنده آن بودند که این افزایش محصول در تولید برنج، ذرت و دیگر غلات هم مشاهده شده است (۱۰، ۱۱ و ۱۲). بایا و همکارانش (۱۹۸۱) نیز افزایش وزن خشک رادر پنبه گزارش کرده اند.

همچنین نتایج نشان داد که عملکرد بیوماس بین تیمارهای مختلف فسفر شیمیایی تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۱٪ وجود داشته و با افزایش میزان فسفر شیمیایی عملکرد بیوماس نیز افزایش داشته است.

در استفاده از سنگ فسفات و سنگ پتاسیم و تلقیح آنها به وسیله باکتری های محلول کننده فسفر و پتاسیم در مقایسه با روش معمول استفاده از کود به این نتیجه رسیدند که دسترسی به فسفر از ۱۲٪ به ۲۱٪ افزایش یافته است، فتوستنز حدود ۱۶٪ و سطح برگ حدود ۳۵٪ افزایش پیدا کرده و به همین ترتیب بیوماس و محصول نهایی به ترتیب ۲۳ و ۳۰٪ افزایش یافت (۲۰).

همچنین بین اثرات متقابل تیمارهای کاربرد و عدم کاربرد باکتری های حل کننده فسفات با میزان فسفر شیمیایی تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۱٪ وجود داشته و با کاربرد باکتریهای حل کننده فسفات همراه با مصرف فسفر شیمیایی، بیشترین عملکرد بیوماس حاصل شد و بین ارقام مختلف سیب زمینی تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۱٪ وجود داشته و بیشترین عملکرد بیوماس مربوط به رقم لیدی رزیتا به میزان ۳۵۳/۱۷ گرم می باشد. نتایج حاصل از جدول ۱ همچنین نشان داد که بین اثرات متقابل فسفر شیمیایی و ارقام مختلف سیب زمینی تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۱٪ وجود داشته و با افزایش میزان مصرف فسفر شیمیایی عملکرد بیوماس نیز افزایش می یابد و بیشترین افزایش عملکرد بیوماس مربوط به رقم لیدی رزیتا به میزان ۳۸/۵ تن می باشد.

عملکرد غده

مطابق با نتایج جدول ۱ بین تیمارهای کاربرد و عدم کاربرد باکتری های حل کننده فسفات از نظر عملکرد غده تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۱٪ وجود دارد. البته در تیمار کاربرد باکتری های حل کننده فسفات عملکرد بالاتری مشاهده می گردد و از نظر گروه آماری بین تیمارها اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ وجود دارد. عملکرد سیب زمینی تحت تاثیر عوامل متعددی مانند شرایط آب و هوایی، وضعیت خاک زراعی، نوع رقم و نوع و میزان کودهای شیمیایی و آلی می باشد. تولید و عملکرد بالا در سیب زمینی مستلزم وجود مقدار کافی و متعادل از عناصر غذایی در خاک است (۸).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارهای مختلف فسفر شیمیایی تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۱٪ وجود دارد و با افزایش میزان مصرف فسفر شیمیایی عملکرد غده نیز افزایش یافته است. عملکرد غده بین اثرات متقابل دو و چند گانه تیمارهای باکتری حل کننده فسفات و فسفر شیمیایی با ارقام سیب زمینی تفاوت معنی داری وجود ندارد و البته به طور کلی می توان اثر مثبت کاربرد فسفر بیولوژیک و مصرف فسفر شیمیایی را در افزایش عملکرد غده مشاهده نمود. کاربرد ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفره به همراه باکتری های حل کننده فسفات بالاترین عملکرد سیب زمینی را در کرج و اراک ایجاد کرد. در انتها چنین نیجه گیری شد که باکتری ها سبب حل کردن فسفر موجود در خاک و بالا بردن راندمان استفاده از کود شیمیایی فسفره شدند (۱۳).

محتوای فسفر بوته

مطابق با نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱) صفت محتوای فسفر بوته بین تیمارهای کاربرد وعدم کاربرد فسفر بیولوژیک، فسفر شیمیایی، ارقام سیب زمینی و اثرات متقابل دو گانه آنها تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۱٪ دارد. بیشترین محتوای فسفر بوته مربوط به تیمارهای فسفر بیولوژیک و سطوح بالای فسفر شیمیایی می باشد.

جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس صفات

شاخص برداشت	میانگین مربعات		عملکرد غده	درجه آزادی	منابع تغییرات
	محتوای فسفر بوته	عملکرد بیوماس			
۱۰۳/۹۸۶	۰/۰۱۱	۲/۱۴۱	۴۳/۲۶۲	۲	بلوک
۸۱/۶۲۳ns	۱/۲۹**	۲۰۱/۴۱**	۹۵۲/۲۲۴**	۱	فسفر بیولوژیک
۱۳/۷۸۵	۰/۰۱	۰/۴۹۴	۲/۶۴۱	۲	خطا
۹۸/۵۹*	۱/۲۲۴**	۲۳۱/۸۳۲**	۱۶۴۱/۴۷۲**	۲	فسفر شیمیایی
۴۷/۶۴۷*	۰/۱۰۱**	۱۴/۴۷**	۷۹/۱۱۴ns	۲	فسفر بیولوژیک × شیمیایی
۱۱/۴۲۷	۰/۰۰۸	۱/۶۷۴	۲۸/۹۶۰	۸	خطا
۲۷/۰۶۵ns	۰/۰۷۲**	۳۸/۵۸۴**	۲۱۹/۳۱۶**	۲	ارقام سیب زمینی
۱۹/۱۹۹ns	۰/۰۰۴ns	۰/۳۳۱ns	۲۵/۶۳۲ns	۲	فسفر بیولوژیک × ارقام
۱۴۰/۰۱۸**	۰/۰۰۴**	۲۷/۳۸۹**	۲۹۵/۸۹**	۴	فسفر شیمیایی × ارقام
۱۸/۴۸۳ns	۰/۰۰۴ ns	۰/۸۱۱ns	۲۶/۱۵۳ns		فسفر بیولوژیک × شیمیایی × ارقام
۵/۵۹	۱۴/۷۴	۱۲/۳	۱۴/۰۵		ضریب تغییرات (%)

**، * و ns: به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و غیر معنی دار

افزایش محتوای فسفر بوته در تیمارهای مختلف ناشی از افزایش محتوای فسفر در اندام هوایی گیاه نسبت به محتوای غده می باشد. ارقام مختلف سیب زمینی در تقابل با فسفر بیولوژیک اختلاف معنی داری نشان نمی دهد اما در تیمارهای فسفر شیمیایی تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۱٪ دیده می شود و این امر احتمالاً مربوط به نحوه و میزان حلالیت و جذب فسفر شیمیایی می باشد. همچنین بسیاری از باکتریها با تولید اسیدهای آلی موجب حل شدن اشکال مختلف فسفر معدنی و آلی شده و امکان دسترسی به گیاه به این منابع غیر قابل استفاده فسفر را فراهم می کنند (۱۵).

باکتریهای حل کننده فسفات نیز با ترشح آنیزم فسفاتاز و اسیدهای آلی موجب محلول سازی فسفات و افزایش فسفات قابل جذب گیاه می شوند (۵ و ۶). عنصر فسفر حدود نیم درصد وزن خشک گیاه را تشکیل داده و جزء اصلی پروتئین ها و اسیدهای نوکلئیک است (۱۴). فسفر آلی مستقیماً اثری در تغذیه فسفر گیاه ندارند، بلکه باید فسفر آلی پیش از اینکه جذب گیاه گردد معدنی شود (۱۹) این فرآیند به وسیله خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و فعالیت های میکرواورگانیزم ها کنترل می شوند (۱۱).

ریزوباکتری های محرک رشد گیاه از راه های مختلف مثل تولید فیتوهورمون ها، ویتامین ها، اسیدهای آمینه و افزایش فرم قابل جذب عناصر غذایی می توانند به صورت مستقیم بر رشد گیاه اثر بگذارند. بسیاری از باکتری های خاک به خصوص باکتری های از جنس *Bacillus* و *Pseudomonas* فسفات های غیر محلول خاک را به وسیله ترشحات اسیدهای آلی مانند اسیدهای منومیک، استیک پروپیونیک، لاستیک، گلیکولیک فوماریک و سوکسینیک به فرم های محلول تبدیل می کنند. نقش این اسیدها ابتدا کاهش pH است و سپس پیوند موجود در فرم های فسفات را تجزیه می کنند (۲).

منابع

- ۱- حسینی، ج.، حاجیان فر، ر. و میرکمالی، ح. ۱۳۸۳. آفات. بیماریها و علفهای هرز مهم سیب زمینی در ایران و مدیریت تلفیقی آنها. نشر آموزش کشاورزی
- ۲- آستارایی، ع. ر. و کوچکی، ع. ۱۳۷۵. کاربرد کودهای بیولوژیکی در کشاورزی - انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- ۳- خواجه پور، م. ر. ۱۳۸۳. گیاهان صنعتی. جهاد دانشگاهی واحد اصفهان
- ۴- شناسنامه تصویری سیب زمینی. اداره کل آمار و اطلاعات - وزارت کشاورزی. ۱۳۷۶.
- ۵- صالح راستین، ن. ۱۳۸۰. کودهای بیولوژیک و نقش آنها در راستای نیل به کشاورزی پایدار. وزارت جهاد کشاورزی. نشر آموزش کشاورزی.
- ۶- غزالی بیگلر. ۱۳۸۱. مایکوریزا و اهمیت آنها در کشاورزی پایدار - همایش راه کارهای کشاورزی پایدار در ایران. دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین ..
- ۷- خواجه پور، م. ر. ۱۳۷۳. تولید نباتات صنعتی، جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان.
- ۸- علی اصغر زاده، ن. ۱۳۷۶. میکروبیولوژی و بیوشیمی خاک (ترجمه). چاپ اول. انتشارات دانشگاه تبریز.
- 9- Paulitr. 1991. My corrhizal interaction with soil organisms In :Arora, "etal" Handbook of applied my cology vol. 1:soil and plants marcel Dekker, INC. pp.77-129.
- 10- Tiwari,V. N., Lehri, L. K. and pathak, A. N. 1989. Effect of inoculating crops with phosphor. Microbes. Exp. Agric,25;45-50.
- 11- Pal, S. S. 1999. Interaction of an acid tolerant strain of phosphate solubilizing bacteria with a few acid to terant crops. Plant soil,213.221-30.
- 12-OztUrk, A., O. ca"glar and Sahin, F. 2003. yield response of wheat and barley to inoculation of plant growth promoting rhizobacteria various levels of nitrogen fertilization.J.plant Nutr.Soil Sci,166;1-5.
- 13- Madani, H. 2006. The Effects of phosphate solubleizing Bactria (PSB) on potato yield at Iran Enviroment.18th. world congress of soil science. Jule.9.15.2006.philadelphia Pennsylvania.u.
- 14-Bareay, M., Azcan, R. and Hyman, D. S. 1975. Possible synergist interactions between endogone and phosphate- solubilizing bacteria in low phosphate soils In Endomy corrhizas Eds.FE sanders.B.moose and PB thinkler.409-417.Academic Press.London.
- 15-paul, M. 1990. the potuto. The scientific Basis for Improvement champan and Hall, London, England. 882p.
- 16-levy, D. 1985. The response of potatoes to a single tran sient heat of drought stress imposed of different stages of tuber growth. Potuto Research. 1985. 28:3. 415-424.
- 17- Han, H. S., supanjani, K. and Lee, D. 2006. Effect of co- in culation with phosphate and potassium solubilizing bacteria on mineral up take and growth of pepper and cucumber. Plant soil Environ, 52(3):130-136.
- 18- Baya, M. A., Boehhing, R. S. and Ramos- comenzan, A. 1981. Vitamin production in relation to phosphate solubilization by bacteria soil boil. Biochem. 13:527-531.

19- vazques, P., olguin- M, G., Puente, E., Lopez- cortes, A. and Bashan, Y. 2000. phosphate- solubilizing microorganisms associated with the rhizosphere of mangroves in a semiarid coastal lagoon. Biol Fertil soils. 30:46-468

20- Ponnuragan, P. and Gopi, C. 2006. In vitro production of growth regulators and phosphatase activity by phosphate solubilizing bacteria African journal of Biotechnology vol.5(4)pp.348-350