دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران
تبریز، 12 الی 14 شهریور 1390
(بیولوژی و بیوتکنولوژی خاک)

تاثیر باکتری های حل کننده فسفات به همراه مقادیر مختلف کود شیمیایی فسفر بر عملکرد، اجزای عملکرد و کیفیت رقم های سیب زمینی

ابولفضل سفیدگران[1]، مجتبی یوسفی راد[2]، مجید مجیدیان[3]*

1- کارشناس ارشد زراعت، سازمان جهاد کشاورزی استان مرکزی 2- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی ساوه 3- استادیار زراعت دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان

E-mail: ma_majidian@guilan.ac.ir

چکیده

فسفر پس از نیتروژن یکی از عناصر پرمصرف برای گیاه به شمار می رود. این عنصر در بیشتر فرایندهای بیوشیمیایی، سازوکارهای انتقال انرژی و انتقال پیام ها دخالت می نماید و از عناصر ضروری برای گیاهان است، که رشد و عملکرد آنها را تحت تاثیر قرار می دهد. کمبود این عنصر در حال حاضر با کاربرد کودهای شیمیایی جبران می شود. کودهای شیمیایی اثرهای مضری بر محیط زیست داشته و کیفیت محصولات کشاورزی را کاهش می دهد. این آزمایش به منظور ارزیابی اثر سه فاکتور باکتری های حل کننده فسفات، فسفر شیمیایی و رقم های سیب زمینی با استفاده از یک آزمایش اسپیلت اسپیلت پلات در قالب بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار طی سال زراعی 87-1386 اجرا شد. نتایج این تحقیق نشان داد کاربرد باکتری های حل کننده فسفات و برهمکنش آن با دیگر فاکتورها، به نحو معنی داری صفت های مطالعه شده وزن تر اندام هوایی، وزن تر غده، وزن خشک غده، محتوای فسفر بوته و شاخص برداشت را تحت تاثیر قرار داد و باعث افزایش معنی دار پارامترهای اجزاء عملکرد به ویژه عملکرد غده، نسبت به تیمارهای شیمیایی شد. همچنین نتایج نشان داد که برهمکنش باکتری های حل کننده فسفات و فسفر شیمیایی در صفت های وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن خشک غده، تعداد ساقه در بوته، عملکرد زیستی و محتوای فسفر بوته در سطح احتمال پنج درصد معنی دار شد و تیمار کاربرد باکتری های حل کننده فسفات همراه با 75 کیلوگرم فسفر شیمیایی از نظر عملکرد با مصرف 150 کیلوگرم کود شیمیایی فسفر، تفاوت معنی داری نداشته است. در بین رقم های سیب زمینی، رقم لیدی رزیتا در بیشتر صفت ها با رقم های دیگر تفاوت معنی دار داشته و بالاترین میزان را به خود اختصاص داده است.

کلمات کلیدی: اجزای عملکرد، سیب زمینی، عملکرد، فسفر و فسفر زیستی

مقدمه

گیاه سیب زمینی بعد از ذرت دارای گسترده ترین توزیع در دنیاست. این محصول در حدود 140 کشور دنیا کشت می شود، که بیش از 100 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 به دلیل عملکرد بسیار بالا در واحد سطح، انرژی و مقدار پروتئین تولیدی آن در واحد سطح بیش از گندم و برنج است (خواجه پور، 1386). 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 (پال، 1990).

اهمیت غذایی این محصول موجب افزایش سطح زیر کشت آن در ایران شده است. با توجه به تنوع رقم های 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. تامین فسفر مورد نیاز گیاه به طور عمده توسط کودهای شیمیایی فسفره (فسفات آمونیم و سوپر فسفات تریپل) انجام می شود و معمولا به

علت پی اچ بالای خاک های کشورمان به صورت 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 بلکه به علت تجمع فسفر در خاک، جذب سایر عناصر و خصوصیات خاک را تحت تاثیر قرار می دهد. استفاده از برخی کودهای زیستی 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 به تدریج 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 تاثیر به کار بردن باکتری های حل کننده فسفات به همراه مقادیر مختلف کود شیمیایی فسفر بر روی سه رقم سیب زمینی به نام های آگریا، لیدی رزیتا و محلی که در منطقه اراک متداول می باشند مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش ها

این آزمایش به صورت طرح کرت های دوبار خرد شده در قالب بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار پیاده شد. استفاده از کودهای نیتروژن و پتاسیم بر اساس نتایج آزمون خاک زمین محل آزمایش به کار برده شد. کود فسفر (سوپر فسفات تریبل) در سه سطح (صفر، 75 و 150) کیلوگرم در هکتار به طور تصادفی بین تیمارهای فرعی به کار برده شد. فاکتور اصلی استفاده یا عدم استفاده از باکتری های حل کننده فسفات می باشد. باکتری های استفاده شده شامل (*Bacillus lentus* (P_5) و *Psodomonas putida* (P_{15})) بود. کرت های فرعی استفاده از کود شیمیایی فسفر در سه سطح به شرح ذیل بود، عدم استفاده از کود فسفر، استفاده از کود فسفر به میزان 75 کیلوگرم در هکتار و استفاده از کود فسفر به میزان 150 کیلوگرم در هکتار و فاکتور فرعی فرعی، ارقام می باشد که شامل سه رقم سیب زمینی محلی، آگریا و لیدی رزیتا بوده و به صورت کامل تصادفی کشت گردیده اند. برای 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 صفت های مورد نظر نمونه گیری به عمل آمد. در هر مرحله از نمونه برداری 15 بوته به صورت تصادفی برداشت شد و با توجه 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 فیزیولوژیک ادامه پیدا کرد. صفت های مورد بررسی: غلظت و محتوی فسفر، تعداد ساقه در بوته، ضریب برداشت، وزن تر غده، وزن خشک غده، وزن ترا ندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی، تعداد غده در بوته، عملکرد در هکتار، عملکرد زیست توده و... بودند.

نتایج و بحث

وزن تر کل بوته: نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفت وزن ترکل بوته (جدول، 1) نشان داد که بین تیمارهای کاربرد و عدم کاربرد فسفر زیستی تفاوت معنی دار وجود دارد، و با کاربرد فسفر زیستی صفت وزن تر کل بوته افزایش معنی داری از خود نشان داد، این نکته نشان می دهد که فسفر زیستی توانایی تامین نیاز گیاه به فسفر را داراست. همچنین بین تیمارهای مختلف فسفر شیمیایی نیز تفاوت معنی دار در سطح احتمال یک درصد دیده شد که نشان دهنده آن است که میزان فسفر می تواند در صفت وزن تر کل بوته تاثیر گذار بوده و با افزایش مصرف فسفر وزن ترگیاه نیز افزایش می یابد. همچنین نتایج نشان داد که بین رقم های مختلف سیب زمینی نیز از این نظر تفاوت معنی داری وجود دارد. بیشترین وزن تر بوته مربوط به رقم لیدی رزیتا می باشد. در رقم های مختلف وقوع مراحل فنولوژی متفاوت بوده و این بدان معنی است که علاوه بر عوامل محیطی خصوصیت های ژنتیکی وابسته به رقم نقش تعیین

کننده ای در طول هر یک از مراحل رشد و نموی دارند. همچنین نتایج نشان داد که برهمکنش کاربرد و عدم کاربرد فسفر زیستی با رقم های مختلف سیب زمینی تفاوت معنی داری وجود ندارد. البته تیمارهای حاوی فسفر زیستی دارای وزن تر بالاتری بوده واز نظر آماری در گروه های بالاتری قرار می گیرند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفت وزن تر کل بوته نشان داد که برهمکنش تیمارهای مختلف فسفر شیمیایی و ارقام سیب زمینی تفاوت معنی دار داشته و با افزایش میزان فسفر، وزن تر رقم لیدی رزیتا افزایش بیشتری نشان می دهد.

وزن خشک کل بوته: نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفت وزن خشک کل بوته (جدول، 1) نشان داد که بین تیمارهای مختلف کاربرد و عدم کاربرد فسفر زیستی تفاوت معنی داری وجود داشته و با کاربرد فسفر زیستی وزن خشک بوته افزایش نشان می دهد. آزمایش ها با باکتریهای حل کننده فسفات نشان دهنده آن بودند که افزایش محصول را می توان در گیاهان برنج (تیواری و همکاران، 1989) ذرت، و دیگر غلات (اوزتوک و همکاران، 2003: افضل و اصغری، 2008) مشاهده کرد. همچنین نتایج نشان داد که بین تیمارهای مختلف فسفر شیمیایی تفاوت معنی داری وجود داشته و با افزایش میزان فسفر شیمیایی وزن خشک بوته نیز افزایش داشته است. در آزمایشی با استفاده از سنگ فسفات و سنگ پتاسیم و تلقیح آنها بوسیله باکتری های محلول کننده فسفر و پتاسیم در مقایسه با روش معمول استفاده از کود به این نتیجه رسیدند که دسترسی به فسفر از 12 درصد به 21 درصد افزایش یافته است، فتوسنتز حدود 16درصد و سطح برگ حدود 35 درصد افزایش پیدا کرده اند. به همین ترتیب زیست توده و محصول نهایی به ترتیب 23 و 30 درصد افزایش یافت (ساپانجانی و همکاران، 2006). بین برهمکنش تیمارهای کاربرد و عدم کاربرد فسفر زیستی با میزان فسفر شیمیایی تفاوت معنی داری وجود داشته و با کاربرد فسفر زیستی همراه با مصرف فسفر شیمیایی به میزان 150 کیلوگرم، بیشترین وزن خشک بوته حاصل شد. بین رقم ها مختلف سیب زمینی تفاوت معنی داری وجود داشته و بیشترین وزن خشک بوته مربوط به رقم لیدی رزیتا به میزان 353/17 گرم می باشد. همچنین برهمکنش فسفر شیمیایی و ارقام مختلف سیب زمینی تفاوت معنی دار وجود داشته و با افزایش میزان مصرف فسفر شیمیایی وزن خشک بوته نیز افزایش می یابد و بیشترین افزایش وزن خشک بوته مربوط به رقم لیدی رزیتا به میزان 353/17 گرم می باشد.

جدول 1- تجزیه واریانس برای وزن تر و خشک کل بوته، عملکرد غده و محتوای فسفر بوته تحت تاثیر باکتری های حل کننده فسفات و کود شیمیایی فسفر

		میانگین مربعات			
منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن تر کل بوته	وزن خشک کل بوته	عملکرد غده	محتوای فسفر بوته
تکرار	2	3481.06	146.79	43.26	0.01
فسفر زیستی	1	86400**	3213.99^{ns}	952.22**	1.29**
خطا	2	105.39	43.1	2.64	1.01
فسفر شیمیایی	2	249729.39**	7702.43**	1641.47**	1.22**
فسفر زیستی × شیمیایی	2	21086.72**	228.73**	79.11^{ns}	0.101**
خطا	8	612.19	25.86	28.96	0.01
رقم های سیب زمینی	2	42050.17**	983.03**	3203**	0.072**
فسفر زیستی × رقم	2	13668.5**	253.93**	25.63^{ns}	0.004^{ns}
فسفر شیمیایی × رقم	4	6905.56**	262.22**	295.89**	0.054**
فسفر زیستی × شیمیایی × رقم	4	2299.39**	56.84^{ns}	26.15^{ns}	0.004^{ns}
خطا	24	225.98	32.88	28.27	0.008
درصد ضریب تغییرات		2.85	6.93	14.05	14.74

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد.

عملکرد غده: نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفت عملکرد غده (جدول، 1) نشان داد که بین تیمارهای کاربرد و عدم کاربرد فسفر زیستی تفاوت معنی داری وجود دارد. البته در تیمار کاربرد فسفر زیستی عملکرد بالاتری مشاهده می گردد و از نظر گروه آماری بین تیمارها اختلاف معنی داری وجود دارد. عملکرد سیب زمینی تحت تاثیر عوامل متعددی مانند شرایط آب و هوایی، وضعیت خاک زراعی، نوع رقم، 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. نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفت عملکرد غده نشان داد که بین تیمارهای مختلف فسفر شیمیایی تفاوت معنی داری وجود دارد و با افزایش میزان مصرف فسفر شیمیایی عملکرد غده نیز افزایش یافته است. نتایج صفت عملکرد نشان داد که بین برهمکنش دو و چند گانه تیمارهای فسفر زیستی و شیمیایی با رقم های سیب زمینی تفاوت معنی داری وجود ندارد و البته به طور کلی می توان اثر مثبت کاربرد فسفر زیستی و مصرف فسفر شیمیایی را در افزایش عملکرد غده مشاهده نمود. کاربرد 50 و 100 کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفره به همراه باکتریهای حل کننده فسفات بالاترین عملکرد سیب زمینی را ایجاد کرد. در این تحقیق چنین نتیجه می شود که باکتری ها سبب حل کردن فسفر موجود در خاک و بالا بردن راندمان استفاده از کود شیمیایی فسفره شدند.

محتوای فسفر بوته: نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفت محتوای فسفر بوته (جدول، 1) نشان داد که بین تیمارهای کاربرد و عدم کاربرد فسفر زیستی، فسفر شیمیایی، رقم های سیب زمینی و برهمکنش دو گانه آنها تفاوت معنی داری وجود دارد. بیشترین محتوای فسفر بوته مربوط به تیمارهای فسفر زیستی و سطوح بالای فسفر شیمیایی می باشد. 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 زیستی اختلاف معنی داری نشان نمی دهد اما در تیمارهای فسفر شیمیایی تفاوت معنی دار در سطح احتمال یک درصد دیده می شود و این امر احتمالا مربوط به نحوه و میزان حلالیت و جذب فسفر شیمیایی می باشد. همچنین بسیاری از باکتری ها 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. باکتری های حل کننده فسفات نیز با ترشح آنزیم فسفاتاز و اسیدهای آلی موجب محلول سازی فسفات و افزایش فسفات قابل جذب گیاه می شوند. عنصر فسفر حدود نیم درصد وزن خشک گیاه را تشکیل داده و جزء اصلی پروتئین ها و اسید های نوکلئیک است (باربر، 1995؛ تیسدال و همکاران 1993). فسفر آلی مستقیماً اثری در تغذیه فسفر گیاه ندارند، بلکه باید فسفر آلی پیش از اینکه جذب گیاه گردد معدنی شود (برانون و همکاران، 1985) این فرآیند به وسیله خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و فعالیت های میکرواورگانیسم ها کنترل می شوند (پنفلود،2000). ریزوباکتری های محرک رشد گیاه از راههای مختلف مثل تولید فیتوهورمونها، ویتامینها، اسیدهای آمینه و افزایش فرم قابل جذب عناصر غذایی می توانند به صورت مستقیم بر رشد گیاه اثر بگذارند.

منابع

اصغر زاده ن، 1376. میکروبیولوژی و بیوشیمی خاک. انتشارات دانشگاه تبریز.

خواجه پور م ر، 1386. تولید نباتات صنعتی. جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان.

Afzal A and Asghari B, 2008. Rhizobium and phosphate solubilizing bacteria improve the yield and phosphorus uptake in wheat (*Triticum aestivum* L.) International Journal Agriculture Biology 10:85-88.

Paul M, 1990. The potato the scientific Basis for Improvement. Chapman and Hall. London.

OztUrk A, Caglar O and Sahin F, 2003. Yield response of wheat and barley to

inoculation of plant growth promoting rhizobacteria various levels of nitrogen fertilization. Journal Plant Nutrition Soil Science 166:262-266.
Tiwari, VN, Lehri LK and Pathak AN, 1989. Effect of inoculating crops with phosphor-microbes. Exp. Agriculture 25:45-50.