Archive of SID

نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار/ جلد 21 شماره 2/ سال 1390

تاثیر کودهای زیستی فسفاته بر عملکرد و اجزای عملکرد سیب زمینی

مصطفی قبادی[1*]، شاهرخ جهانبین[2]، رحیم مطلبی فرد[3]، خسرو پرویزی[3]

تاریخ دریافت : 89/8/27 تاریخ پذیرش : 90/6/13

1- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه یاسوج
2- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج
3- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان
* مسئول مکاتبه : E-mail: gobady1364@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کودهای بیولوژیک فسفاتی بر عملکرد و اجزای عملکرد سیب‌زمینی رقم ساوالان، آزمایشی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سال 1388 در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان اجرا گردید. تیمارها شامل شاهد و 10 ترکیب از سطوح مختلف دو نوع کود زیستی تولید داخل بنامهای بیوفسفر (BP) و بیوفسفات طلایی (GBP) به صورت مجزا و در ترکیب با کود شیمیایی سوپرفسفات تریپل (TSP) بودند. نتایج آزمایش نشان داد، که حداکثر تعداد غده در بوته (11/5)، وزن غده دربوته (1173گرم در بوته) ، تعداد غده در متر مربع(63/3) و عملکرد کل (67083 کیلوگرم در هکتار) و عملکرد قابل فروش(65657 کیلوگرم درهکتار) مربوط به تیمار هفتم (TSP100+GBP300+Thio7.2) بود. میزان نشاسته با سطوح مختلف کود فسفر همبستگی مثبت و بالایی داشت. بیشترین درصد نشاسته در تیمار پنجم (TSP100+GBP300+Thio3.6) و بیشترین و کمترین درصد پروتئین نیز به ترتیب در تیمار دهم (TSP100+BP10) و هفتم مشاهده شد. بیشترین درصد غده‌های با قطر کوچکتر از 35 میلی‌متر در تیمار سوم (TSP200) وقطر غده‌های بزرگتر از 55 میلی‌متر و غده‌های بیمار و بدشکل در تیمار شاهد بود. بیشترین درصد غده‌های با قطر 55-35 میلی‌متر در تیمار پنجم ثبت گردید. کاربرد توام باکتری‌های حل‌کننده‌فسفات با فسفات معدنی در قابل دسترس نمودن و حلالیت فسفر در خاک موثر بود.

واژه‌های کلیدی: کود بیولوژیک، فسفر، سیب زمینی، عملکرد

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of Phosphorus Biofertilizers on Yield and Yield Components of Potato

M Ghobady [*1], S jahanbin[2], K Parvizi[3] and R Motalebifard[3]

Received: 18 September 2011 Accepted: 04 November 2010
[1]MSc. Student of Agronomy, Agronomy and Plant Breeding Department, Yasouj University
[2]Assoc Prof, Dept of Agronomy and Plant Breeding, Yasouj University
[3]Faculty members of agricultural and natual resource research center of Hamedan
*Corresponding author: E-mail: gobady1364@yahoo.com

Abstract

In order to study the influence of phosphorus biofertilizer on yield and yield components of potato cv. Savalan an experiment was conducted in agricultural and natural resource research center of Hamedan during 2009. The experiment was arranged on complete randomized block design with three replications. The treatments included control and ten other treatment including different levels of bio-fertilizer (biophosphor (BP) and golden biophosphate (GBP)) with or without triple super phosphate (TSP) . The results showed that maximum number of tuber per plant (No mean 11.5) , tuber weight per plant (1173 g), number of tuber in m^2 (63.3) and total (67083 kg ha^{-1}) and marketable yield (65657 kg ha^{-1}) observed in TSP_{100}+GBP_{300}+$Thio_{7.2}$ treatment. The amount of starch in tuber had positive and high correlation with variation level of phosphorus fertilizer. The highest starch percent in tuber was belonging related to fifth (TSP_{100}+GBP_{300}+$Thio_{3.6}$) treatment and the lowest protein percent was observed in the T10 (BP_{10}) and T7 TSP_{100}+GBP_{300}+$Thio_{7.2}$ respectively. The maximum percent of tubers smaller than 35 mm diameter was observed in the T3(TSP_{200}) moreover tubers with bigger than 55 mm diameter and deformed tuber belonged to control treatment. The maximum percent of tuber with 35-55 mm diameter was observed in T5 (TSP_{100}+GBP_{300}+$Thio_{3.6}$). Application of phosphate solubilizing microorganisms with mineral phosphor positively affected available and soluble phosphor in the soil.

Keywords: Biofertilizer, Phosphorus, Potato, Yield

مقدمه

سیب‌زمینی نقش مهمی در تغذیه انسانی دارد، سطح زیر کشت سیب‌زمینی در ایران 176 هزار هکتار می‌باشد که تولید سالانه این محصول در سال به بیش از 4 میلیون تن می‌رسد (بی‌نام 1388). این گیاه از نظر مصرف کودهای شیمیایی یک محصول پر نیاز به شمار می‌آید. سیب‌زمینی به علت دارا بودن ریشه سطحی در جذب فسفر کارآیی بالایی ندارد (اکیلوف 2007).

فسفر پس از نیتروژن یکی از مهمترین عناصر مورد نیاز برای تولید محصولات زراعی است شکل‌های

www.SID.ir

Archive of SID

مختلف فسفر در خاک به وسیله ویژگی‌هایی از قبیل pH، مقدار ماده‌آلی خاک و نوع گیاه کنترل می‌شود. ماده مغذی فسفر نقش مهمی در متابولیسم‌های پایه کربوهیدرات و سیستم انتقال انرژی ایفا می‌کند. از آنجایی که فسفر بخشی از ساختمان DNA، RNA، ATP و فسفولیپیدهای غشایی را تشکیل می‌دهد، کمبود آن باعث کاهش قابل توجهی در پروسه‌های متابولیکی مرتبط با تقسیم سلولی، توسعه و گسترش سلول، تنفس و فتوسنتز می‌شود. کمبود فسفر در گیاه سیب‌زمینی باعث تولید غده‌های می‌گردد که ماده خشک کمتری دارند (اکیلوف 2007) به نقل از مارشنر)در اندک تحقیقات انجام گرفته همبستگی بسیار بالایی بین کاربرد فسفر و کیفیت غده مشاهده شده است. اکیلوف (2007) به نقل از بودین گزارش کرد که کاربرد کود فسفر باعث افزایش نشاسته غده سیب زمینی می‌شود و تا حدی از تغییر رنگ غده جلوگیری می‌کند. در تحقیقی کوددهی فسفر تاثیر معنی‌داری بر روی عملکرد غده سیب‌زمینی و عملکرد قابل فروش غده داشت، بدین ترتیب که 62 درصد در عملکرد قابل فروش و 50 درصد در عملکرد کل نسبت به شاهد افزایش پیدا کرد. تعداد غده قابل فروش نیز در کوددهی فسفر 43/5 درصد بیشتر از تیمار بدون مصرف کود بود. در این تحقیق کاربرد کود فسفره همبستگی بالایی با شاخص سطح برگ و عملکرد کل و عملکرد قابل فروش سیب‌زمینی نشان داد (روسین و همکاران 2010). فسفر مورد نیاز گیاه عموما از طریق مصرف کودهای شیمیایی تامین می‌گردد. با این وجود مقدار زیادی از فسفر موجود در کودهای شیمیایی بعد از ورود به خاک به صورت نامحلول درآمده و از دسترس گیاهان خارج می‌شود. علاوه بر مصرف کودهای شیمیایی یکی دیگر از روش‌های تامین فسفر مورد نیاز گیاهان استفاده از کودهای زیستی می‌باشد. میکروارگانیسم‌های موجود در این کودها به صورت مستقیم و غیر مستقیم باعث بهبود رشد گیاهان می‌شود. نتایج تحقیقات انجام گرفته در این زمنیه بیانگر تاثیر مکانیزم‌های مختلف این میکروارگانیسم‌ها در بهبود رشد و عملکرد گیاهان می‌باشد. از جمله این مکانیزم‌ها ترشح هورمون‌های گیاهی، کاهش pH و در پی آن افزایش حلالیت فسفر و تولید سیدروفور(میتال و همکاران 2008) ایجاد خاصیت آنتاگونیستی با پاتوژن‌های بیماری زا (لیبن وهمکاران 1987) را می‌توان نام برد. دخالت ریزجانداران در افزایش حلالیت فسفات‌های معدنی در دهه اول قرن بیستم شناخته شد و از آن زمان تا کنون مطالعات زیادی در این باره انجام شده است. حل‌کنندگان شامل باکتری‌های حل کننده فسفات از جنس‌های *Pseudomonas*، *Bacillus* و به ویژه *Thiobacillus* و همچنین چند نوع قارچ می‌باشند. اکثریت این ریزجانداران در انحلال فسفر از کمپلکس‌های فسفات کلسیم نقش دارند، تنها بخش کوچکی از آنها فسفر را از ترکیبات فسفات آهن و فسفات آلومینیوم آزاد می‌سازند. از این رو ریزجانداران حل‌کننده فسفات نقش موثرتری در خاک‌های آهکی که حاوی مقادیر فراوانی فسفات کلسیم می‌باشد، دارند. ریزجانداران‌حل‌کننده فسفات با تولید اسیدهای آلی موجب افزایش حلالیت فسفات‌های معدنی کم محلول نظیر سنگ فسفات می‌شوند. همچنین بسیاری از آنها با تولید آنزیم‌های فسفاتاز، سبب آزاد شدن فسفر از ترکیبات آلی می‌گردند (حامدا و همکاران 2006). با توجه به تحقیقات صورت گرفته در مورد کودهای زیستی، مشخص شده است که با مصرف این کودها می‌توان میزان فسفر قابل جذب را برای گیاه افزایش داد. با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان کودهای زیستی را به عنوان جایگزین یا مکمل کودهای شیمیایی استفاده نمود (محمدی‌آریا و همکاران 2010). در پژوهشی که فرزانه و رادیزا (2005) در مورد تاثیر باکتری‌های ریزوسفری بر روی رشد دو رقم سیب‌زمینی انجام دادند، افزایش معنی‌داری در وزن خشک ساقه و ریشه در گیاهان تلقیح شده با باکتری گزارش کردند. جذب عناصر غذایی پتاسیم و فسفر در گیاهان تلقیح شده با باکتری‌های ریزوسفری افزایش معنی‌داری نسبت به گیاهان تلقیح نشده داشتند. این محققین اظهار داشتند که این افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی و آب و افزایش رشد ریشه که منجر به افزایش توانایی جذب ریشه و در نهایت این عوامل با افزایش میزان تولید سیدرفور و آنتی‌بیوتیک و قدرت رقابت ریشه در مصرف مواد غذایی در ریزوسفر، مانع رشد پاتوژن‌های بیماری‌زای گیاهی می‌شود. این عوامل باعث بهبود شرایط رشد گیاه تلقیح شده با باکتری‌ها نسبت به شاهد می‌شود. در پژوهش

www.SID.ir

Archive of SID

دیگری که در همین ارتباط توسط فرانکبرگر و ارشد (1995) انجام گرفت نشان داده شد که اکسین تولید شده توسط این باکتری‌ها و درپی آن، تحریک توسعه سلولی باعث افزایش رشد گیاه و ریشه‌زایی و افزایش غده‌زایی می‌شود.

افزایش تولید جبیرلین که یکی از تنظیم کننده‌های رشد در سیب‌زمینی می‌باشد نیز، از اثرات باکتری‌های تحریک کننده رشد است. این تنظیم کننده رشد اثرات قابل توجهی بر روی آغاز استولن‌زایی و تعداد استولن دارد (کومار و وارینگا 1972). میتال و همکاران (2008) در پژوهشی گزارش کردند حل کننده های فسفات باعث افزایش 26 درصد فسفر محلول در خاک نسبت به شاهد شد. اسماعیلی و همکاران (2009) نشان دادند، باکتری-های حل‌کننده فسفات افزایش معنی‌داری در عملکرد غده سیب‌زمینی داشت. سطوح مختلف کود شیمیایی نیز بر روی عملکرد تاثیر معنی‌داری داشت و باعث افزایش عملکرد گردید. در این پژوهش، کاربرد باکتری‌های حل-کننده فسفات افزایش معنی‌داری در شاخص سطح برگ و ماده خشک کل ایجاد کرد که این عوامل ناشی از افزایش میزان و مدت آسیمیلاسیون می‌باشد که این عوامل باعث افزایش کارایی جذب نور در دوره رشد گیاه، و نهایتا افزایش عملکرد را پی داشت.

امروزه عواملی تولید کودهای شیمیایی فسفر را محدود کرده است. ازجمله این محدویت‌ها می‌توان هزینه‌های زیاد تولید، کاهش منابع خاک فسفات، تولید مواد سمی انبوه در حین فرآوری کودهای شیمیایی فسفر و عناصر سنگین سمی موجود در کودها (کادمیم) را نام برد. استفاده از کودهای زیستی به عنوان مکمل یا جایگزین کودهای شیمیایی می‌تواند بسیاری از مشکلات ناشی از مصرف کودهای شیمیایی را برطرف سازد. علاوه بر این، سهم عمده‌ای از کودهای شیمیایی فسفر مورد استفاده در کشور، وارداتی بوده که با توسعه‌ی مصرف کودهای زیستی صرفه‌جویی ارزی قابل توجهی را فراهم می‌سازد. با توجه به اینکه در استان همدان کشت سیب‌زمینی سطح زیر کشت قابل توجهی رابه خود اختصاص داده است . مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی کودهای شیمیایی باعث بروز مشکلات عدیده‌ای شده است. هدف از این تحقیق امکان‌سنجی استفاده از کودهای زیستی و آلی به عنوان مکمل و یا جایگزین کودهای شیمیایی جهت راهکاری راهبردی برای کاهش این معضلات می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور تعیین تاثیر سطوح مختلف دو نوع کود زیستی تولیدی در داخل کشور، بیوفسفر (تولید شده توسط شرکت مابکو) و بیوفسفات طلایی (تولید شده توسط شیمی فرآور زنجان) به صورت مجزا و در ترکیب با کود شیمیایی سوپرفسفات تریپل بر رشد و عملکرد سیب‌زمینی رقم ساوالان، آزمایشی در قالب طرح بلوک-های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان در سال 1388 اجرا گردید.

تیمارها عبارت بودند از:

تیمار اول: شاهد (بدون استفاده از کود زیستی و کود شیمیایی سوپرفسفات تریپل(TSP_0)

تیمار دوم: 100 کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات-تریپل(TSP_{100})

تیمار سوم:200 کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات-تریپل(TSP_{200})

تیمار چهارم : 300 کیلوگرم بیوفسفات طلایی با 3600 گرم باکتری تیوباسیلوس در هکتار (GBP_{300}+$Thio_{3.6}$)

تیمار پنجم: 100 کیلوگرم سوپرفسفات تریپل به همراه 300 کیلوگرم بیوفسفات طلایی و3600 گرم باکتری تیوباسیلوس در هکتار(TSP_{100}+GBP_{300}+$Thio_{3.6}$)

تیمار ششم: 300 کیلوگرم بیوفسفات طلایی با7200 گرم باکتری تیوباسیلوس در هکتار (GBP_{300}+$Thio_{7.2}$)

تیمار هفتم: 100 کیلوگرم سوپرفسفات تریپل به همراه300 کیلوگرم کود بیوفسفات طلایی با 7200 گرم باکتری تیوباسیلوس در هکتار (TSP_{100}+ GBP_{300}+$Thio_{7.2}$)

تیمار هشتم : مایع تلقیح بیوفسفر به صورت بذرمال به میزان 5 لیتر در هکتار(BP_5)

تیمار نهم: 100 کیلوگرم سوپرفسفات تریپل به همراه مایع تلقیح بیوفسفر به صورت بذرمال به میزان 5 لیتر در هکتار(TSP_{100}+BP_5)

www.SID.ir

Archive of SID

تیمار دهم: مایع تلقیح بیوفسفر به صورت بذرمال به میزان 10 لیتر در هکتار (BP_{10})

تیمار یازدهم: 100 کیلوگرم سوپرفسفات تریپل به همراه مایع تلقیح بیوفسفر به صورت بذرمال به میزان 10 لیتر در هکتار($TSP_{100}+BP_{10}$)

ابعاد هر کرت مزرعه‌ای 3 متر در10 متر، فاصله ردیف‌های کشت 75 سانتیمتر و فاصله بوته بر روی ردیف‌ها 25 سانتیمتر در نظر گرفته شد. کشت با استفاده از بذور غده سیب‌زمینی به وزن 45 تا 85 گرم و بدون برش انجام گردید. بیوفسفات طلایی حاوی ترکیبی از از ماده‌آلی (25%)، گوگرد (20 %)، سولفات روی (15 %)، خاک فسفات (40 % خاک فسفات با 17 % P_2O_5 کل) وپودر باکتری حل‌کننده‌فسفات (تیوباسیلیوس)، با میزان مشخص شده (با توصیه شرکت تولید کننده کود زیستی و با توجه به پژوهش‌های پیشین در این ارتباط که بین سطوح کود زیستی اختلاف معنی‌داری گزارش نشده بود میزا ن کود بیولوژیک به نسبت 1 به 2 در نظر گرفته شد) با کود همراه مخلوط و قبل از کاشت به صورت نواری استفاده شد. کود بیوفسفر بصورت سوسپانسیون حاوی باکتری‌های تیوباسیلیوس و سودموناس به همراه مواد نگهدارنده که قبل از کشت با نسبت‌های مشخص رقیق شده تهیه، و محلول بدست آمده به میزان مشخص شده در تیمارها با بذور غده‌ای تلقیح شد. تعیین میزان کودهای مصرفی نیتروژن و پتاسیم با توجه به نتیجه آزمون خاک به ترتیب 250 و150 کیلوگرم در هکتار مصرف شد. کود نیتروژنه مورد استفاده در سه نوبت به ترتیب یک نوبت قبل از کشت، نوبت دوم در مرحله چهار برگی بوته بعد از کشت و نوبت سوم یک هفته قبل از گل‌دهی در کرت‌ها به صورت دستی پاشیده شد. خاک مزرعه مورد نظر دارای فسفر پایین‌تری (7/6 ppm) نسبت به حد مطلوب گیاه سیب‌زمینی و دارای خصوصیات آهکی (8/2 pH) که در سال قبل از انجام آزمایش به صورت آیش بود. کودها به روش نواری، در عمق 5 سانتیمتری در خاک زیر بذر استفاده شدند. تمام عملیات کاشت، داشت و برداشت به صورت دستی انجام گرفت. نمونه برداری برای تعیین شاخص‌های عملکرد در سطح 2 متر مربع انجام گرفت.

غده‌های غده‌های دارایی قطر کمتر از 35 میلی‌متر و غده-های دارای رشد ثانویه و بیمار به عنوان غده‌های غیر قابل فروش قلمداد شد. بود.

روش اندازه‌گیری پروتئین غده سیب‌زمینی: برای تعیین پروتئین خام از دستگاه کلدال خودکار استفاده شد. برای این منظور مقدار یک گرم نمونه پودر شده در داخل لوله مخصوص هضم ریخته شد. سپس کاتالیزور که شامل 2 گرم از مخلوط سولفات مس و سولفات پتاسیم به نسبت 16 به 100 بود به نمونه‌ها اضافه شد و 15 میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ به لوله هضم اضافه گردید. چند قطره N- اکتانال به نمونه‌ها اضافه شد. سپس نمونه‌ها در حرارت 350 درجه سانتی‌گراد و به مدت تقریبی 45 دقیقه قرار گرفتند. محلول نهایی در دستگاه کلدال برای اندازه-گیری نیتروژن قرار گرفت. دستگاه به طور اتوماتیک به این محلول 2 واحد آب و 9 واحد سود اضافه نمود و به مدت 268 ثانیه عمل تقطیر انجام شد. نتیجه تقطیر وارد بشر شده و حدود 20 سی‌سی آب مقطر خالص و چند قطره بروم کروزول به آن اضافه شد تا قرمز رنگ شود. سپس محلول وارد بورت گردید و پس از اضافه کردن ماده تقطیری تغییر رنگ شروع شد و به محض تغییر رنگ از قرمز به سبز زیتونی به صورت عدد روی بورت خوانده شد که نشان دهنده مقدار نیتروژن است. سپس این عدد در ضریب 6/25 ضرب شد (حسینی، 1373).

روش تعیین درصد نشاسته غده (با معرف آنترون): 5/ گرم نمونه پودر سیب‌زمینی را برای جدا کردن قندها در اتانول 80% به حالت یکنواخت در آورده، مخلوط مذکور سانتریفوژ شد. قسمت رویی جدا و به بخش باقی‌مانده که ته نشین شده بود، با اتانول 80% گرم شستشو گردید. سپس معرف آنترون (200 میلی‌گرم آنترون را در 100 میلی‌لیتر اسید سولفوریک 95% سرد حل شد) و سپس به لوله‌های حاوی نمونه اضافه نموده و 20 دقیقه در حمام آب گرم قرار داده شد. به بخش باقیمانده 5 میلی‌لیتر آب مقطر و 6/5 میلی‌لیتر اسیدپرکلریک 52% اضافه گردید. بعد از سرد شدن نمونه-ها، عصاره‌گیری و سانتریفوژ شده، سپس بخش رویی نمونه‌ها را جدا و با آب مقطر به حجم 100 میلی‌لیتر رسانده شد. از هر نمونه 0/2 میلی‌لیتر برداشته و با آب دو

www.SID.ir

Archive of SID

بار تقطیر به حجم یک میلی‌لیتر رسانده شد. برای تهیه محلول مادر گلوگز استاندارد – 100 میلی‌گرم گلوکز به 100 میلی‌گرم آب مقطر اضافه گردید. 10 میلی‌لیتر محلول مادر با 100 میلی‌لیتر آب مقطر رقیق شده و به عنوان استاندارد استفاده گردید. سپس0/2، 0/4، 0/6، 0/8 و 1 میلی‌لیتر از استاندارد را در لوله‌های آزمایش ریخته و حجم آن را با استفاده از آب مقطر به یک میلی‌لیتر رسانده شد. 4 میلی‌لیتر از معرف آنترون به هر یک از لوله‌های آزمایشگاه اضافه گردید. سپس 8 دقیقه در حمام آب جوش قرار داده شد. بعد از سرد شدن لوله‌های آزمایش، به وسیله اسپکتروفتومتر در طول موج 630 نانومتر قرائت شد. مقدار گلوکز در یک نمونه را به وسیله منحنی استاندارد محاسبه و جهت تعیین میزان نشاسته در 0/9 ضرب شد (مستوفی و نجفی 1384). تجزیه وتحلیل آماری داده‌ها با نرم افزار SAS صورت گرفت.

جدول شماره 1-نتایج تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش

عمق خاک (cm)	هدایت‌الکتریکی (dS/m)	واکنش گل‌اشباع	کربنات کلسیم معادل (%)	کربن آلی (%)	فسفر قابل جذب(ppm)	پتاسیم قابل- جذب (ppm)	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	بافت خاک
30-0	0/45	8/2	7/14	/62	7/6	248	13	31	56	لوم سیلتی

نتایج و بحث

عملکرد کل: تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف در سطح احتمال یک درصد بر میزان عملکرد وجود دارد (جدول 2). بیشترین عمکرد کل غده سیب‌زمینی معادل 67/083 تن در هکتار مربوط به تیمار هفتم و کمترین عملکرد معادل 19/167 تن در هکتار مربوط به تیمار اول (شاهد) بود. در تیمارهای دیگر آزمایش بین سطوح مختلف کود بیولوژیک اختلاف معنی‌داری (بین تیمارهای پنجم وهفتم، بین تیمار چهارم و ششم، بین تیمار هشتم و دهم و بین تیمار نهم و یازدهم) وجود نداشت، ولی بین سطوح مختلف کود شیمیایی سوپرفسفات‌تریپل (صفر، 100، 200 کیلوگرم) اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول 3). استفاده از ترکیب کودهای زیستی ، شیمیایی و آلی به عنوان جایگزین کودهای شیمیایی می‌تواند با ایجاد تعادل بین عناصر خاک و بهبود شرایط ریزوسفر مانند کاهش اسیدیته خاک (محمدی‌آریا و همکاران، 2010) و کاهش اثرات ناشی از تنش‌ها (لیبن، 1987)، باعث افزایش عملکرد غده سیب‌زمینی گردد. مولوبرهان (2004) گزارش کرد که کاربرد کودهای فسفر باعث تسریع در غده‌زایی می‌شود. در یک پژوهش با آغشته کردن قطعات بذری سیب زمینی به باکتری سودموناس باعث افزایش وزن و تعداد غده به ترتیب به میزان 70 و 93 درصد نسبت به شاهد شد (گیلس واسچیپر، 1983)، که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت دارد.

تعداد و وزن غده در تک بوته و تعداد غده در متر مربع: در این شاخص‌ها نیز تفاوت معنی‌داری بین تیمارها در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد (جدول 2). بیشترین متوسط وزن غده‌ها در بوته 1173 گرم و متوسط تعداد غده در بوته تعداد 11/5غده در بوته در تیمار هفتم ثبت گردید. همچنین بیشترین تعداد غده در متر مربع نیز مربوط به همین تیمار با 63/3 غده در متر مربع حاصل گردید. کمترین سطح این صفات مربوط به تیمار بدون استفاده از کود بود (جدول 3). تشکیل غده سیب‌زمینی حاصل ذخیره شدن کربوهیدرات به خصوص نشاسته در آخرین گره استولون می‌باشد. فسفر از طریق افزایش میزان و مدت فتوسنتز و انتقال کربوهیدرات از برگ‌ها به غده‌ها باعث تشکیل غده می‌شود (خلدبرین و اسلامی‌زاده، 1384). کاربرد کودهای فسفر باعث تسریع در غده‌زایی (مولوبرهان، 2004) و افزایش طول دوره رشد گیاه (اکیلوف، 2007) در نتیجه افزایش تعداد غده می‌شود. الیسون و همکاران (2001) در بررسی 22 مزرعه سیب‌زمینی جهت تعیین تاثیر کودهای فسفر بر روی غده‌زایی گزارش کردند افزایش میزان فسفر خاک از صفر

www.SID.ir

Archive of SID

میلی‌گرم در هر کیلوگرم به 16 میلی‌گرم در هر کیلوگرم خاک باعث افزایش معنی‌داری در تعداد در سیب‌زمینی می‌گردد. وزن متوسط غده، تعداد غده در بوته و متر مربع با عملکرد کل و عملکرد قابل فروش همبستگی بسیار بالا و مثبتی داشت (جدول6). این نتایج به دست آمده با یافته‌های ساندرا و همکاران (2002) مبنی بر افزایش عملکرد در گیاه نیشکر در اثر کاربرد حل‌کننده‌های فسفات مطابقت داشت.

درصد عمکرد غیر قابل فروش: درصد عملکرد غیر قابل فروش در سطح احتمال یک درصد توسط تیمارهای آزمایش تحت تاثیر معنی‌دار قرار گرفت (جدول 2). بیشترین درصد عملکرد غیر قابل فروش در تیمار سوم با 14/3 درصد و کمترین درصد آن به میزان 2/1 درصد از عملکرد کل نیز در تیمار هفتم مشاهده شد (جدول 3). این نتایج با یافته‌های به دست آمده از تحقیق روسین و همکاران (2010) مبنی بر افزایش عملکرد قابل فروش به دلیل مصرف کود فسفر، مطابقت دارد. علت افزایش درصد عملکرد غیر قابل فروش د ر تیمار سوم، افزایش میزان غده‌های ریز نسبت به سایر تیمارها بود. در تیمارهایی که کود فسفر مورد نیاز گیاه به همراه کود بیولوژیک استفاده شد، ریزجانداران موجود در این کودها باعث بهبود در تغذیه سایر عناصر غذایی نیز شد. کاربرد فسفر باعث افزایش تعداد غده گردید و تامین سایر عناصر غذایی باعث افزایش وزن غده شد، به عبارتی کاربرد تلفیقی کود زیستی،آلی و شیمیایی باعث توازن بین مخزن و منبع شد، بدین صورت که فسفر باعث افزایش ظرفیت مخزن (تعداد غده) گردید و تامین سایر عناصر غذایی به همراه فسفر از طریق کاربرد تلفیقی کودها باعث افزایش قدرت منبع(افزایش میزان آسیمیلاسیون (فرزانا و رادیزا، 2005)) شد.

عملکرد قابل فروش: این صفت در سطح احتمال یک درصد تحت تاثیر معنی‌دار تیمارها قرار گرفت (جدول 2). بیشترین عملکرد قابل فروش مربوط به تیمار هفتم معادل 65/657 تن در هکتار و کمترین عملکرد قابل فروش در تیمار کنترل با عملکرد 18 تن در هکتار ثبت گردید (جدول 3). یکنواختی غده از نظر اندازه، شکل و سالم بودن غده از شاخص‌های مهم بازارپسندی سیب‌زمینی به شمار می‌آید. استفاده از کودهای زیستی، آلی و شیمیایی با بهبود شرایط محیط ریشه و تغذیه سیب‌زمینی (به ویژه فسفر) باعث تولید غده‌های یکنواخت و سالم شد. این نتایج، با نتایج روسین و همکاران (2010) مبنی بر افزایش عملکرد قابل فروش بر اثر کاربرد کود فسفر مطابقت دارد. این پژوهشگران گزارش کردند که میزان عملکرد قابل فروش نسبت شاهد 62 درصد افزایش پیدا کرد.

جدول 2- تجزیه واریانس صفات مربوط به عملکرد سیب زمینی تحت تأثیر مقادیر مختلف کود شیمیایی فسفر وانواع و سطوح مختلف کود بیولوژیک فسفر

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		وزن غده در بوته	عملکرد در هکتار	تعداد غده در هر متر مربع	تعداد غده در بوته	درصد عملکرد غیر قابل فروش	عملکرد (قابل فروش)
تکرار	2	8711^{ns}	47143939^{ns}	3/5^{ns}	/3^{ns}	1/3^{ns}	41738189^{ns}
تیمار	10	139077**	466749337**	352**	11/1**	46**	452655949**
خطا	20	4448	35445501	3/4	/14	1/07	29357964
Cv		8	12	3/9	4/3	18	12/2

ns، **، * به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال یک و پنج درصد می‌باشند

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 3- مقایسه میانگین‌های عملکرد سیب زمینی تحت تأثیر مقادیر مختلف کود شیمیایی فسفر و انواع و سطوح مختلف کود بیولوژیک فسفر

تیمارهای آزمایش*	متوسط وزن غده در بوته (گرم)	عملکرد(کیلوگرم در هکتار)	تعداد غده در هر متر مربع	تعداد غده در بوته	درصد عملکرد غیر قابل فروش	عملکرد قابل فروش (کیلوگرم در هکتار)
TSP_0	346/6^{h}	19167^{f}	23/5^{g}	4/3^{f}	6/5^{c}	18000^{f}
TSP_{100}	760^{efg}	41625^{ed}	44^{e}	8^{d}	11/5^{b}	36704^{e}
TSP_{200}	699/6^{cb}	55875^{b}	58/8^{b}	10/6^{b}	14/3^{a}	47759^{cd}
GBP_{300} + $Thio_{3.6}$	834/3^{def}	45333^{cde}	46^{ed}	8/3^{d}	3/5^{edf}	43700^{cde}
GBP_{300} + $Thio_{3.6}$+ TSP_{100}	1060^{ab}	59042^{ab}	55/5^{b}	10/2^{b}	4^{ef}	57399^{ab}
GBP_{300} + $Thio_{7.2}$	856^{cde}	49208^{bcd}	50/6^{c}	9^{c}	3/4^{ef}	47506^{cd}
GBP_{300} + $Thio_{7.2}$+ TSP_{100}	1173^{a}	67083^{a}	63/3^{a}	11/5^{a}	2/1^{f}	65657^{a}
BP_5	690^{g}	38875^{e}	44/1^{e}	8^{d}	5/3^{c}	36795^{e}
BP_5 + TSP_{100}	803^{edf}	45583^{cde}	48/8^{cd}	8/4^{cd}	3/1^{ef}	44102^{cde}
BP_{10}	730^{fg}	42042^{cde}	37^{f}	7^{e}	4^{ed}	40315de
BP_{10}+ TSP_{100}	896^{cd}	52000^{bc}	50/3^{c}	9^{c}	3/4^{ef}	50138^{bc}

اعداد با حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن ($P\leq0.05$) اختلاف معنی‌داری ندارند.

* GBP_{300}: 300 کیلوگرم کود بیوفسفات طلایی، $Thio_{3.6}$:3600 گرم باکتری تیوباسیلوس ؛ $Thio_{7.2}$: 7200 گرم باکتری در هکتار؛ BP_5 : کود مایع بیوفسفر5 لیتر در هکتار؛ BP_{10} : کود مایع بیوفسفر 10 لیتر در هکتار ؛ TSP_0: بدون کود سوپرفسفات تریپل ؛ TSP_{100}: 100 کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار؛ TSP_{200}: 200 کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار

جدول 4- تجزیه واریانس صفات مربوط به عملکرد سیب زمینی تحت تأثیر مقادیر مختلف کود شیمیایی فسفر و انواع و سطوح مختلف کود بیولوژیک فسفر

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		% پروتئین غده	% نشاسته غده	% غده با قطر بزرگتر از 55 میلی‌متر	% غده با قطر 35-55 میلی‌متر	% غده با قطر کوچکتر از 35 میلی‌متر	% غده‌های بیمار و بدشکل
تکرار	2	1/32^{ns}	18/02^{ns}	20/02^{ns}	11/16^{ns}	/34^{ns}	/11^{ns}
تیمار	10	15/61**	184/66**	185/5**	211**	24/62**	4/16**
خطا	20	1/68	36/36	10/92	12/9	/37	/101
Cv		13/92	8/7	6/81	7/8	12/87	18/13

^{ns}،**،* به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال یک و پنج درصد می‌باشند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 5- مقایسه میانگین‌های عملکرد سیب زمینی تحت تأثیر مقادیر مختلف کود شیمیایی فسفر و انواع و سطوح مختلف کود بیولوژیک فسفر

تیمارهای آزمایش*	غده با قطر بزرگتر از 55 میلی‌متر %	غده با قطر 55-35 میلی‌متر %	غده با قطر کوچکتر از 35 میلی‌متر %	غده‌های بیمار و بدشکل %	نشاسته غده %	پروتئین غده %
TSP_0	64/65[a]	28/32[e]	2/39[e]	5/12[a]	53/41[e]	11/25[a]
TSP_{100}	49/69[cd]	41/4[cd]	9/26[b]	1/53[cd]	62/42[bcde]	10/93[a]
TSP_{200}	39/58[e]	49/3[b]	11/17[a]	1/53[cd]	72/5[ab]	6/39[b]
GBP_{300} + $Thio_{3.6}$	49/29[cd]	44/55[bcd]	5/37[c]	1/27[de]	64/37[bcde]	9/22[a]
GBP_{300} + $Thio_{3.6}$+ TSP_{100}	38/96[e]	56/61[a]	2/82[e]	1[de]	76/62[a]	5/79[b]
GBP_{300} + $Thio_{7.2}$	45/82[d]	49/5[b]	4/44[cd]	1/32[de]	64/77[bcde]	10/21[a]
GBP_{300} + $Thio_{7.2}$+ TSP_{100}	39/06[e]	57/92[a]	2/92[e]	/91[e]	76/54[a]	5/75[b]
BP_5	56/39[b]	38/2[d]	3/17[e]	2/12[b]	56/18[ed]	11/55[a]
BP_5 + TSP_{100}	47/63[cd]	48/21[b]	4/46[cd]	1/12[de]	68/58[abc]	10/31[a]
BP_{10}	53/58[cb]	40/89[cd]	2/98[e]	1/96[bc]	57/59[cde]	11/59[a]
BP_{10}+ TSP_{100}	48/6[cd]	47/23[bc]	3/46[de]	1/35[de]	67/66[abcd]	9/89[a]

اعداد با حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن ($P\leq0.05$) اختلاف معنی‌داری ندارند.

* GBP_{300}: 300 کیلوگرم کود بیوفسفات طلایی، $Thio_{3.6}$:3600گرم باکتری تیوباسیلوس ؛ $Thio_{7.2}$: 7200 گرم باکتری در هکتار؛ BP_5 : کود مایع بیوفسفر5 لیتر در هکتار؛ BP_{10} : کود مایع بیوفسفر 10 لیتر در هکتار ؛ TSP_0: بدون کود سوپرفسفات تریپل ؛ TSP_{100}: 100 کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار؛ TSP_{200}: 200 کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار

درصد غده‌های با قطر بزرگتر از 55 میلی‌متر: این صفت به طور معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد تحت تاثیر تیمارها قرار گرفت (جدول 4). بیشترین درصد غده‌های دارای قطر بزرگتر از 55 میلی‌متر در تیمار شاهد (کنترل) با 64/65 درصد از کل غده‌ها و کمترین درصد نیز در تیمار پنجم با 38/96 درصد مشاهده شد (جدول 5). کاربرد کود فسفر باعث افزایش تعداد غده در زراعت سیب‌زمینی می‌شود (خواجه‌پور، 1386). فسفر در تنظیم سنتز کربوهیدرات به خصوص نشاسته نقش مهمی دارد (خلدبرین و اسلام‌زاده، 1384). کودهای بیولوژیک فسفر علاوه بر تامین فسفر با بهبود شرایط تغذیه گیاه سایر عناصر غذایی نظیر آهن باعث ایجاد تعادل در بین اجزای عملکرد یعنی تعداد غده و وزن تک غده باعث افزایش عملکرد، یکنواختی غده و بازارپسندی محصول سیب-زمینی می‌شود. در تیمارهای که دارای درصد بالایی ازغده‌های درشت (درصد غده‌های با قطر بزرگتر از 55 میلی‌متر) دارا بودند می‌توان دلیل افزایش قطر غده‌ها را کاهش تعداد غده به علت کمبود فسفر مرتبط دانست. کاهش تعداد غده باعث افزایش وزن تک غده گردید، اما این افزایش وزن تک غده، کاهش عملکرد ناشی از کاهش تعداد غده را جبران نکرد

درصد غده‌های با قطر 35-55 میلی‌متر : درصد غده‌های با قطر 35-55 میلی‌متر توسط در سطح احتمال یک درصد تحت تاثیر معنی‌دار کاربرد سطوح مختلف کود فسفر قرار گرفت (جدول 4). بیشترین درصد غده‌های با قطر 35-55 میلی‌متر در تیمارهفتم با57/92 درصد از کل غده‌ها و کمترین درصد نیز در تیمار شاهد با 28/32 درصد بود (جدول 5). شارما و اروا (1987) گزارش کردند، که کود فسفر از طریق افزایش تعداد و اندازه غده باعث افزایش عملکرد می‌شود. در تیمارهای که فسفر مورد نیاز گیاه تامین شده بود تعداد و وزن غده به صورت متعادل افزایش پیدا کرد. وزن غده با تعداد غده رابطه معکوس داشت.

www.SID.ir

Archive of SID

درصد غده‌های دارای قطر کوچکتر از 35 میلی‌متر: اثر تیمارها بر این صفت نیز در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار شد (جدول 4). بیشترین درصد غده‌های ریز در تیمار سوم با 11/17 درصد از کل غده‌ها و کمترین میزان آن در تیمار شاهد با 2/39 درصد غده ریز از کل غده‌ها بود (جدول 5). در تیمار سوم کاربرد کود شیمیایی فسفر باعث افزایش تعداد غده در نتیجه کاهش وزن غده شد. اما در تیمارهایی که کودهای شیمیایی، زیستی و آلی به صورت توامان استفاده شد، تعداد و وزن غده رشد متوازنی داشت و محصول یکنواختی حاصل شد. در تیمار شاهد نیز کمبود فسفر باعث کاهش تعداد غده و متعاقبا افزایش اندازه تک غده گردید. غده‌های دارای قطر کوچکتر از 35 میلی‌متر مهم‌ترین دلیل افزایش عملکرد غیر قابل فروش بود که این صفت با عملکرد غیر قابل فروش همبستگی بالایی داشت (جدول6).

درصد غده‌های بیمار و بدشکل: درصد غده‌های بیمار و بدشکل در سطح احتمال یک درصد تاثیر معنی‌داری از تیمارهای آزمایش پذیرفت. (جدول 4). بیشترین درصد غده‌های بیمار و بدشکل در تیمار شاهد با 5/12 درصد کل غده‌ها و کمترین میزان آن نیز در تیمار هفتم با 0/91 درصد از کل غده‌ها به دست آمد (جدول 5). می‌توان عنوان نمود که باکتری‌های حل‌کننده فسفات با مکانیزم-هایی، نظیر تولید سیدرفور باعث کلات شدن آهن شده و بدین صورت آهن را از دسترس عوامل بیماری‌زا خارج نموده و قدرت رقابت آن را با ریزجانداران مفید ریزوسفر و ریشه گیاه کاهش داده است، این دلیل شاید قابل توجیه باشد گرچه در این آزمایش ما بر روی تولید سایدروفور کودهای زیستی مطالعه‌ای انجام ندادیم. همچنین باکتری حل‌کننده فسفات با بهبود شرایط تغذیه گیاه و رقابت با عوامل بیماری‌زا جهت استقرار در ریزوسفر گیاه، موجب افزایش قدرت مقاومت گیاه در برابر هجوم عوامل بیماری-زا می‌شود. این میکروارگانیسم ها محیط اطراف ریشه گیاه را کلنیزه کرده جمعیت خود را به سرعت گسترش می‌دهد و با تولید متابولیت های ثانویه بسیاری مانند، آنتی بیوتیک، سیانیدهیدروژن از رشد فیتوپاتوژن‌ها جلوگیری کرده و موجب افزایش رشد گیاه می‌شود (لیبن و همکاران، 1987، کلویپر 1983).

برگ (1966) در مورد مناب گزارش کرد تیمار بذور منداب به باکتری‌های باسیلوس و سودوموناس خسارت بیماری پژمردگی ورتیسیلومی در شرایط مزرعه کاهش معنی‌داری نسبت به شاهد (بدون تلقیح با عامل کنترل بیولوژیک) و افزایش معنی‌دار عملکرد نسبت به شاهد شد (برگ، 1996).احتمالا در این پژوهش نیز کاهش غده‌های بیمار در کرت‌های مربوط به تیمارهای کود زیستی فسفر می‌تواند به همین دلیل باشد.

درصد نشاسته: درصد نشاسته در سطح احتمال یک درصد تحت تاثیر معنی‌دار تیمارهای اعمال شده قرار گرفت (جدول 4). بیشترین درصد نشاسته در تیمار پنجم با میانگین 76/62 درصد و کمترین درصد نشاسته در تیمار شاهد با میانگین 53/41 درصد حاصل شد (جدول 5). در سایر تیمارها نیز کاربرد سطوح مختلف کود فسفر بر روی میزان نشاسته غده تاثیر بسزایی داشت به عنوان مثال در تیمارهای که کود شیمیایی سوپرفسفات‌تریپل دریافت کرده بودند افزایش معنی‌داری نسبت به تیمارهای بدون کود دست آمد. نشاسته مهمترین و بیشترین درصد ماده مغذی سیب‌زمینی را تشکیل می‌دهد. یکی از شاخص-های مهم و مورد توجه در کیفیت غده سیب‌زمینی است. در تبدیل قند به نشاسته فسفر یک عنصر مهم و ضروری به شمار می‌رود. تامین فسفر مورد نیاز گیاه باعث تسهیل در تبدیل قندها به نشاسته می‌شود (ملکوتی و نفیسی، 1373). مشاهده شده است که در غده‌های سیب‌زمینی تا 40 درصد فسفر همراه با نشاسته است. فسفر از طریق فیتاتها (نوعی فسفات اینوزیتول) در زمان رشد غده در تنظیم ساختن نشاسته دخالت دارند (خلدبرین و اسلام-زاده، 1380) همچنین ترکیب کود شیمیایی، آلی و زیستی باعث بهبود شرایط رشد و افزایش فتوسنتز و در پی آن باعث افزایش آسیمیلاسیون و افزایش ذخیره نشاسته در غده شد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶ – همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده در این آزمایش

	وزن غده در بوته	عملکرد در هکتار	تعداد غده در متر مربع	تعداد غده در بوته	درصد غیر قابل فروش	عملکرد قابل فروش	غده‌های با قطر بزرگتر از ۵۵ (mm)	غده‌های با قطر ۵۵-۴۵ (mm)	غده‌های با قطر ۴۵-۳۵ (mm)	درصد غده‌های پسمار	تنباکه	پروتئین
وزن غده در بوته	۱											
عملکرد در هکتار	۰/۹۸**	۱										
تعداد غده در متر مربع	۰/۹۲**	۰/۹۰**	۱									
تعداد غده در بوته	۰/۹۴**	۰/۹۱**	۰/۹۸**	۱								
درصد غیر قابل فروش	-۰/۱۴ns	-۰/۱۲ns	-۰/۰۵ns	-۰/۰۳ns	۱							
عملکرد قابل فروش	۰/۹۷**	۰/۹۸**	۰/۸۷**	۰/۸۸**	-۰/۲۷ns	۱						
غده‌های با قطر بزرگتر از ۵۵ (mm)	-۰/۸۷**	-۰/۸۵**	-۰/۸۸**	-۰/۸۸**	۰/۰۵ns	-۰/۸۲**	۱					
غده‌های با قطر ۵۵-۴۵ (mm)	۰/۸۸**	۰/۸۶**	۰/۸۶**	۰/۸۶**	۰/۲۵ns	-۰/۸۷**	-۰/۹۵*	۱				
غده‌های با قطر ۴۵-۳۵ (mm)	۰/۱۶ns	۰/۱۶ns	۰/۲۷ns	۰/۲۶ns	۰/۰۵**	-۰/۰۲ns	-۰/۲۱ns	۰/۰۹ns	۱			
درصد غده‌های پسمار و بد شکل	-۰/۸۴**	-۰/۸۲**	-۰/۸۱**	-۰/۸**	۰/۱۶ns	-۰/۸۱**	۰/۷۷**	-۰/۸**	-۰/۲۱ns	۱		
تنباکه	۰/۹۴**	۰/۹**	۰/۹۳**	۰/۹۸**	-۰/۰۹ns	۰/۹**	۰/۸۲**	۰/۸۱**	۰/۱۵ns	-۰/۵۹**	۱	
پروتئین	-۰/۹۰**	-۰/۸۷**	-۰/۸۹**	-۰/۹۳**	۰/۰۷ns	-۰/۸۵**	۰/۸۵**	-۰/۸۶**	-۰/۱۶ns	۰/۴۵**	-۰/۸۶**	۱

ns، **، * به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال یک و پنج درصد می‌باشند

www.SID.ir

Archive of SID

پروتئین غده : درصد پروتیئن غده در سطح احتمال یک درصد در اثر کاربرد سطوح مختلف کود فسفر تحت تاثیر معنی‌دار بود (جدول 4). بیشترین درصد پروتئین غده با 11/59 درصد از ماده خشک غده در تیمار دهم و تیمار هفتم نیز با 5/75 درصد کمترین درصد پروتئین غده در ماده خشک را دارا بود (جدول 5). میزان پروتئین در گیاه رابطه مستقیمی با میزان نیتروژن دارد. چون میزان کود نیتروژنه به کاربرده شده در تیمارها ثابت بود اما کودهای زیستی، آلی و شیمیایی فسفر سطوح مختلفی را دارا بود باعث حصول میزان عملکردهای متفاوت غده شد که این عوامل باعث ایجاد رقت عنصر نیتروژن در غده سیب‌زمینی شد. بین پروتئین و عملکرد کل همبستگی منفی و معنی‌داری مشاهده شد، که تائید کننده ایجاد رقت نیتروژن و پروتئین غده است. در سایر تیمارها نیز روال مشابه‌ای مشاهده شد، بدین صورت که میزان پروتئین غده در اثر کاربرد کودفسفر کاهش یافت.

به طور کلی می‌توان چنین نتیجه گرفت که کاربرد کود فسفره باعث افزایش در رشد شاخ و برگ (گریوال و تریهان، 1993) و غده در سیب‌زمینی می‌شود این افزایش منجر به افزایش فتوسنتز سیب‌زمینی می‌شود. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که غلظت بین فسفر برگ و غده با تعداد غده در بوته یک رابطه خطی دارد. به طوری که افزایش تعداد غده منجر به افزایش عملکرد در واحد سطح می‌شود (اکیلوف، 2007).

تامین مقدار کافی عناصر غذایی می‌تواند باعث افزایش کارایی میکروارگانیسم‌های ریزوسفری محرک رشد شود اگر چه در شرایط نامطلوب تغذیه‌ای هم این باکتری ها قادر به افزایش رشد و عملکرد گیاه هستند. این مورد توسط ذبیحی و همکاران (1388) نیز تایید شده است. با توجه به اینکه عدم دسترسی به مواد غذایی کافی، به عنوان یک عامل غالب درعدم موفقیت کاربرد مایه‌ی تلقیح میکروبی در خاک به شمار می‌رود، باید این میکروارگانیسم ها به صورت ترکیب‌های مناسب با کودهای شیمیایی و آلی استفاده شوند.

منابع مورد استفاده

بی‌نام ، 1388. سازمان جهاد کشاورزی استان همدان. آمارنامه پایه‌ای سازمان جهاد کشاورزی استان همدان کشاورزی.

خلدبرین، ب و اسلام زاده ط، 1380. تغذیه ی معدنی گیاهان عالی (نویسنده: هورست مارشنر). انتشارات دانشگاه شیراز. 945 صفحه.

خواجه پور، م. ر.، 1386. گیاهان صنعتی. جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان.چاپ سوم. 571 صفحه.

ذبیحی. ح، ثواقبی غ ر، خاوازای ک و گنجعلی ع، 1388. رشد عملکرد گندم در پاسخ به تلقیح باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه در سطوح مختلف فسفر. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ج 7. ش 1. 41-50.

صالح راستین، ن. 1380. کودهای بیولوژیک و نقش آنها در راستای نیل به کشاورزی پایدار. مجموعه مقالات ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور. انتشارات سنا، 464صفحه.

مستوفی ی و نجفی ف، 1384. روش‌های آزمایشگاهی تجزیه‌ای در علوم باغبانی. انتشارات دانشگاه تهران، 135 صفحه.

ملکوتی، م ج و نفیسی م ، 1373. مصرف کود در اراضی فاریاب ودیم (ترجمه). چاپ دوم. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، 242 صفحه.

www.SID.ir

Archive of SID

Allison JH, Flower JH and Allen EJ, 2001. Effects of soil - and foliar - phosphorus fertilizers on the potato (*Solanum tuberosum*) crop. J agri sci. 137: 379-395.

Berg G, 1996. Rhizobacteria of oilseed rape antagonistic to Verticillium dahliae var. longisporum stark. Journal of Plant Disease and Protection 103: 20-30.

Ekelof J, 2007. potato yield and tuber set as affected by phosphorus fertilization. Master project in the Horticultural science programme 2: 20 p (30 ECTS).

Esmaeili MA., Ahmadinia H., Ranjbar GA and Yasari E, 2009. A Consideration of Optimum Method for Application of Phosphorous Bacterial in Potato (*Solanum tuberosum* L.) Culture in Isfahan Region of Iran. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 3(3): 2914-2918.

Farzana. Y and Radizah O, 2005. Influence of Rhizobacterial inoculation on growth of the sweet potato cultivar. Online journal of biological sciences 1(3): 176-179.

Frankenberger J. W and Arshad M, 1995. phytohormons in soils microbial production and function. Marcel Dekker. Inc. New York.

Geels FP and Schippers B, 1983. Reduction of yield in high frequency potato cropping soil after seed tuber treatments with antagonistic Pseudomonas fluorescent spp. Phytopathol. 108: 207-214.

Grewal JS and Trehan SP, 1993. phosphorus and potassium nutrition of potato. (in) Advances in Horticulture 7: 261-298.

Hameeda B, Rupela OP, Reddy G. and Satyavani K, 2006. Application of plant growth-promoting bacteria associated with composts and macrofauna for growth promotion of pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.). Biol Fertil Soils, 44: 260-266.

Kloepper JW, 1983. Effect of seed piece inoculation with plant promoting rhizobacteria on population of E. carotovora on potato roots and daughter tubers. Phytoathol 73: 217-219.

Kumar D and Wareing PF. 1972. Factor controlling stolon development in potato plant. New Phytology 71: 639-648.

Leben SD, Wadi JA and Easton GD, 1987. Effect of Pseudomonas on potato plant growth and control of verticillium dahliae. Phytopathology 77: 1592-1595.

Mittal V, Sigh O, Nayyar H, Kaur G and Tewari R, 2008. Stimulatory effect of phosphate-solubilizng fungal starins (Aspergillus Awarvori and Pencillum Citrinum)on the yield of chickpea *Cicer Arictinum* L. Cv. Gpfz). Soil Biology and Biochemistry 40: 718-727.

Mohammady-Aria M, Lakzzian A., Haghnia GH and Berengi AR, 2010. Effect of Thiobacillus, sulfur, and vermicompost on the water-soluble phosphorus of hard rock phosphate. Bioresource Technology 101: 551-554.

Mulubrhan, H. 2004. The effect of Nitrogen, Phosphorus and Potassium fertilization on the yield and yield components of potato (*Solanum tuberosum* L.) grown on vertisols of Mekele area. M.Sc. Thesis. Haramaya University, Ethiopia, p. 24 .

www.SID.ir

Archive of SID

Rosen C, Mcnearney M and Bierman P, 2010. Evalution of specialty phosphorus fertilizer sources for potato.Northern plains potato Growers Association Reserch Reporting Meetin. Available in. http://www.nppga.org/crop_science/research_reports_17_2768967167.pdf. USA.

Sharma VC and Arora BR, 1987. Effects of nitrogen, phosphorus, and potassium application on the yield of potato tubers (*Solanum tuberosum* L.). J. Agri. Sci. 108: 321-329.

Sundara B, Natarajan V, and Hari K, 2002. Influence of phosphorus solubilizing bacteria on the changes in soil available phosphorus and sugar cane and sugar yields. Field Crop Research 77: 43-49.

Wadi JA and Easton GD, 1985. Control of Verticillium dahliae by coating potato seed pieces with antagonistic bacteria, pp. 134-136.

www.SID.ir