دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال دوازدهم، شماره چهلم، ۱۳۹۹

اثر تلقیح مینی‌تیوبر با باکتری‌های محرک رشد گیاهی بر رشد و عملکرد غده ارقام مختلف سیب‌زمینی

مهدی پناهیان کیوی[۱]، یعقوب راعی[۲]، داود حسن پناه[۳]، سعید حکم علی پور[٤]

دریافت: ۹۷/۳/۲۲ پذیرش: ۹۷/۱۲/۱٦

چکیده

به منظور بررسی تاثیر باکتری‌های محرک رشد گیاهی بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد غده‌های بذری حاصل از کاشت مینی تیوبر سه رقم سیب زمینی، آزمایشی فاکتوریل بر پایه بلوک های کامل تصادفی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل در سال ۱۳۹۵ اجراء گردید. فاکتور اول شامل مینی‌تیوبرهای سه رقم سیب‌زمینی آگریا، خاوران و مارفونا و فاکتور دوم چهار سطح باکتری محرک رشد گیاهی شامل آزوسپیریلوم، سودوموناس، ترکیب باکتری آزوسپیریلوم و سودوموناس و بدون تلقیح بودند. نتایج نشان داد اثر متقابل فاکتورهای آزمایشی برای کلیه صفات به جز عملکرد بیولوژیک و قطر غده معنی‌دار شد. بیشترین عملکرد غده در تیمار کاربرد همزمان دو باکتری آزوسپیریلوم و سودوموناس در رقم مارفونا مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با ارقام خاوران و آگریا نداشت. بیشترین قطر غده مربوط به رقم مارفونا بود. بیشترین ارتفاع بوته و تعداد ساقه اصلی به ترتیب در ارقام آگریا و خاوران و در شرایط کاربرد همزمان دو باکتری آزوسپیریلوم و سودوموناس حاصل شد. بیشترین عملکرد بیولوژیک به طور مشترک در کاربرد آزوسپریلوم و سودوموناس و ترکیب دو باکتری حاصل گردید. کمترین میزان این صفت در تیمار بدون تلقیح به دست آمد. بیشترین زمان برای سبز کامل، تعداد روز تا غده دهی و تعداد روز تا استولون‌زایی در رقم مارفونا و شرایط کاربرد باکتری آزوسپیریلوم حاصل شد. کمترین مقادیر این صفات نیز در رقم خاوران و شرایط عدم تلقیح به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: آزوسپریلوم، تعداد روز تا استولن‌زایی، تعداد روز تا غده‌دهی، سبز کامل و سودوموناس

پناهیان کیوی، م.، ی. راعی، د. حسین پناه و س. حکم علی پور. ۱۳۹۹. اثر تلقیح مینی‌تیوبر با باکتری‌های محرک رشد گیاهی بر رشد و عملکرد غده ارقام مختلف سیب‌زمینی. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ٤۰: ۲۳۸-۲۲۵.

۱- عضو هیات علمی گروه کشاورزی دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

۲- استاد گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز ، تبریز، ایران

۳- عضو هیات علمی بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران

٤- استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران- **مسئول مکاتبات**.hokmalipour@yahoo.com

مقدمه

سیب‌زمینی گیاهی یک ساله از تیره سولاناسه و جنس سولانوم است. گونه‌های وحشی و زراعی سیب‌زمینی که شامل این جنس هستند، در حدود ۲۰۰۰ گونه را شامل می‌شوند، ولی تنها ۱۵۰ گونه از آن تولید غده می‌کند. سیب‌زمینی از نظر اهمیت غذایی سومین محصول پس از گندم و برنج در کشور ما به شمار می‌رود. براساس آخرین آمار وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۳۹۲، سطح زیرکشت سیب‌زمینی کشور حدود ۱۵۹هزار هکتار با تولید حدود ٤/٦ میلیون تن و متوسط عملکرد غده آبی ۲۹ تن در هکتار برآورد شده است (بی‌نام، ۱۳۹٤). استان اردبیل با سطح زیرکشت حدود ۲۱ هزار هکتار و تولید بیش از ۸۰۰ هزار تن سیب‌زمینی، با توجه به شرایط آب و هوایی یکی از مناطق مساعد و مناسب جهت کشت و کار این محصول می‌باشد (حسن‌پناه، ۱۳۹۳).

غده بذری به علت آلودگی به بیماری های مختلف ویروسی، قارچی و باکتریایی به طور تدریجی رو به تباهی می رود. بنابراین تامین غده بذری سالم و استاندارد و جلوگیری از احتمال شیوع و ورود بیماری های بذر زاد به سایر مناطق تولید سیب زمینی از برنامه های مهم ملی در بخش کشاورزی در هر کشور می باشد. بر این اساس، جهت تولید و تکثیر بذر پایه سیب زمینی (مینی‌تیوبر)، فرآیند سالم سازی و تکثیر گیاهچه های عاری از عوامل بیماریزا در شرایط کنترل شده در چرخه تولید بذر مورد توجه قرار می گیرد (حسن‌پناه، ۱۳۹۳). بنابراین تولید هسته اولیه بذری سیب زمینی (مینی‌تیوبر) به عنوان نقطه عطفی در جهت خودکفایی تولید بذر پایه سیب زمینی، نه تنها در بهبود و پایداری عملکرد کمی و کیفی محصول جایگاه ارزشمندی دارد، بلکه قادر است به عنوان یک پدافند غیر عامل در عرصه صنعت بذر سیب زمینی، قدرت اثر تهدیدات را کاهش داده و میزان تلفات احتمالی ناشی از تهدیدات را به حداقل ممکن برساند (حسن‌پناه، ۱۳۹۳).

کودهای زیستی به عنوان طبیعی‌ترین و مطلوب‌ترین راه حل برای زنده و فعال نگهداشتن نظام‌های زیستی مطرح می‌شوند. تأمین عناصر غذایی به صورت مناسب با تغذیه گیاهان و تعادل در عرضه این عناصر، کمک به تنوع زیستی، تشدید فعالیت‌های حیاتی، بهبود کیفیت محیط زیست و جلوگیری از آلودگی منابع طبیعی و در مجموع حفاظت و حمایت از سرمایه‌ها و منابع ملی یعنی آب و خاک و نیز منابع انرژی غیر قابل تجدید، از مهم‌ترین دلایل ضرورت استفاده از کودهای زیستی می‌باشد (قوشچی و همکاران، ۱۳۸۵). کودهای زیستی شامل تعداد کافی از یک یا چند باکتری می‌باشند. سودوموناس، ازوتوباکتر و آزوسپیریلیوم از مهم‌ترین باکتری‌های محرک رشد گیاهی (PGPR) می‌باشند. باکتری‌های محرک رشد گیاهی به طور مستقیم و غیرمستقیم موجب بهبود رشد و عملکرد گیاه می‌شوند (حکم‌علی‌پور، ۱۳۹۳). قاسم‌خانلو و همکاران (۱۳۸۸) بیان نمودند کود زیستی بارور ۲ موجب افزایش تعداد برگ، ارتفاع بوته، متوسط تعداد و وزن غده‌های سیب‌زمینی می‌شود.

نیتروکسین حاوی موثرترین باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن (آزتوباکتر و آزوسپریلیوم) می‌باشد. باکتری‌های موجود در نیتروکسین علاوه بر تثبیت نیتروژن هوا و متعادل کردن جذب عناصر اصلی پرمصرف و ریزمغذی مورد نیاز گیاه، یا سنتز و ترشح مواد محرک رشد گیاه نظیر انواع هورمون‌های تنظیم کننده رشد مانند اکسین (IAA)، ترشح اسیدهای آمینه مختلف، انواع آنتی‌بیوتیک‌ها، سیانید هیدروژن و سیدروفور موجب رشد و توسعه ریشه و قسمت‌های هوایی گیاهان می‌شوند و با حفاظت ریشه گیاهان از جمله عوامل بیماری‌زای خاکزی، افزایش محصول در واحد سطح و بهبود کیفیت آنها را سبب می‌گردند (بی‌نام، ۱۳۹۲ب). هجران‌کش و همکاران (۱۳۹۲) با بررسی اثر کودهای آلی زیستی، بردهیوم و آگروبیوآلکان بر تولید مینی‌تیوبر سیب‌زمینی رقم آگریا نشان دادند با مصرف کود آلی آگروبیوآلکان نسبت به کودهای ارگانیک آلی زیستی و بردهیوم، بیشترین تعداد و وزن غده در بوته، وزن مینی‌تیوبر در مترمربع، قطر غده ، ارتفاع بوته و تعداد برگ مرکب در بوته تولید شد. ایمانی و همکاران (۱۳۹۳) با بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف کودهای زیستی بر تولید مینی‌تیوبر از میکروتیوبر سیب‌زمینی رقم آگریا، نتیجه گرفتند بین کود زیستی هیومی‌فرت و نیتروکارا و بین اثر متقابل آنها از لحاظ صفات تعداد و وزن مینی‌تیوبر در مترمربع، متوسط وزن مینی‌تیوبر و ارتفاع بوته اختلاف معنی‌داری وجود دارد. بهبود و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی باکتری‌های محرک رشد در سیب‌زمینی رقم آگریا نشان دادند که استفاده از آنها موجب افزایش عملکرد غده، تعداد و وزن غده در بوته و مقدار ماده خشک غده گردید.

فرزانا ورادیزا (۲۰۰۵) با بررسی تاثیر باکتری‌های ریزوسفری روی رشد دو رقم سیب‌زمینی، افزایش معنی‌داری در وزن خشک ساقه و ریشه در گیاهان تلقیح شده با باکتری گزارش کردند. مزایای تلقیح گیاه با باکتری‌های محرک رشد شامل افزایش شاخص‌های متعددی مانند سرعت جوانه‌زنی، رشد ریشه، میزان تولید در واحد سطح، وزن اندام هوایی و ریشه، سطح برگ، محتوای کلروفیل، همچنین کنترل زیستی عوامل بیماری‌زا،

مقاومت به خشکی و افزایش فعالیت میکروبی می‌باشد (لیوسی و همکاران، ۲۰۰٤). احمد و مولقتا (۲۰۱٤) اعلام نمودند باکتری-های محرک رشد گیاهی موجب رشد گیاه به طور مستقیم از طریق کمک به دستیابی به منابع نیتروژن، فسفر و مواد معدنی ضروری یا تعدیل هورمون گیاهی یا از طریق غیرمستقیم با کاهش اثرات مهاری پاتوژن‌های مختلف بر رشد و توسعه گیاه می‌شود. میومینا و همکاران (۲۰۱۵) نتیجه گرفتند باکتری محرک رشد گیاهی در گیاه سیب‌زمینی موجب تولید ایندول استیک اسید (IAA) گردید. باشن و همکاران (۲۰۰٤) نشان دادند کاربرد کودهای بیولوژیک، به ویژه آزوسپریلیوم می‌تواند موجب بهبود قابل توجه مادهٔ خشک، جذب عناصر غذایی، ارتفاع بوته، اندازه برگ و طول ریشه شود. چن و همکاران (۲۰۱۵) نقش باکتری محرک رشد سودوموناس را در عملکرد گیاهان مثبت گزارش کردند.

با توجه به اثرات مثبت کودهای زیستی و باکتری های محرک رشد گیاه بر رشد و عملکرد گیاهان، هدف از این آزمایش بررسی اثر کاربرد باکتری های محرک رشد گیاهی بر برخی صفات مورفولوژیک، فنولوژیک و عملکرد غده‌های بذری حاصل از کاشت مینی‌تیوبر ارقام مختلف سیب زمینی بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به منظور بررسی تاثیر باکتری های محرک رشد گیاهی بر برخی صفات مورفولوژیک و فنولوژیک و عملکرد غده‌های بذری حاصل از کاشت مینی‌تیوبر سه رقم سیب‌زمینی در سال ۱۳۹۵ در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل واقع در جنوب اردبیل، کیلومتر ۱۲ جاده اردبیل- خلخال اجراء گردید. محل اجرای آزمایش، دارای زمستان‌های سرد و بهار و تابستان‌های معتدل و ارتفاع حدود ۱۳۵۰ متر بالاتر از سطح دریا، میانگین بارش سالانه حدود ۳۰۰ میلی‌متر می باشد که شرایط مناسبی برای کشت سیب‌زمینی است. اردبیل از نظر مختصات جغرافیایی، در عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ٤۸ درجه و ۱۵ دقیقه شرقی واقع شده است.

در این تحقیق دو فاکتور مورد ارزیابی قرار گرفت. فاکتور اول شامل مینی‌تیوبرهای سه رقم سیب‌زمینی (آگریا، خاوران و مارفونا) و فاکتور دوم شامل چهار سطح باکتری محرک رشد گیاهی (آزوسپیریلوم، سودوموناس، ترکیب باکتری آزوسپیریلوم و سودوموناس و بدون تلقیح) بودند. مینی تیوبر ارقام مختلف سیب زمینی از شرکت سبلان سبز اردبیل تهیه شدند. میانگین وزن غده های مینی تیوبر برای ارقام مختلف در حدود سه تا پنج گرم بودند. مایه تلقیح باکتری ها از موسسه تحقیقات آب و خاک کرج تهیه و در زمان کاشت با تهیه پنج میلی لیتر سوسپانسیون با جمعیت باکتری $۱/٦\times۱۰^{۹}$ زنده در هر میلی لیتر مورد استفاده قرار گرفت. زمان کاشت ۱۸ اردیبهشت و زمان برداشت ۱۵ شهریور بود. عمق کاشت چهار تا شش سانتی متر با تراکم هفت بوته در متر مربع بود. هر کرت شامل چهار ردیف کاشت به طول ۲/۵ متر، فاصله بین ردیف ۷۵ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۲۵ سانتی‌متر بود. به منظور کاهش اثرات حاشیه‌ای، یک ردیف از مینی‌تیوبر رقم آگریا در دو طرف آزمایش به عنوان حاشیه کشت گردید. براساس آزمون خاک (جدول ۱)، مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات آمونیوم (قبل از کاشت)، نیترات آمونیوم به مقدار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار در سه نوبت (۲۵ درصد موقع کاشت، ۵۰ درصد در زمان سبز شدن و ۲۵ درصد بلافاصله پس از تشکیل غده) مصرف گردید. آبیاری به روش جوی پشته و بر اساس نیاز آبی گیاه انجام شد. برای کنترل سوسک کلرادو از سم کنفیدور به مقدار ۲۵۰ میلی‌متر در هکتار در دو نوبت استفاده شد. برای مبارزه با علف‌های هرز در دو نوبت قبل از غده‌زایی وجین دستی صورت پذیرفت.

تعداد ساقه اصلی در بوته، تعداد ساقه فرعی در بوته، تعداد و وزن غده در بوته، متوسط وزن غده، عملکرد غده کل و قابل فروش (غده های بزرگ‌تر از ۳۵ میلی‌متر) (صمدی کلخوران، ۱۳۹۵)، درصد ماده خشک غده پس از برداشت اندازه گیری شدند. به منظور اندازه گیری وزن خشک، نمونه های غده پس از برداشت در آون های تهویه دار به مدت ٤۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. نهایتاً بعد از سپری شدن این مدت وزن خشک نمونه ها با ترازوی حساس با دقت ۰/۰۱ گرم توزین و یادداشت برداری شدند. ارتفاع بوته در شروع گلدهی یادداشت‌برداری گردید. در طی دوران رشد، تعداد ده بوته به طور تصادفی انتخاب و صفات ذکر شده اندازه گیری شدند. ظهور اولین استولون در بوته‌ها به عنوان زمان شروع استولون-زایی در نظر گرفته شد. متورم شدن انتهای استولون در بوته‌ها به عنوان زمان شروع غده‌زایی در نظر گرفته شد. تعداد غده‌های برداشت شده از ده بوته شمارش و میانگین آن‌ها به عنوان تعداد غده در بوته در نظر گرفته شد. وزن غده‌های برداشت شده از ده بوته توزین و میانگین آنها به عنوان وزن غده در بوته در نظر گرفته شد.

تجزیه واریانس داده ها با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 و مقایسات میانگین اثرات اصلی و متقابل با استفاده از آزمون چند

دامنه ای دانکن و در سطح ۵ درصد انجام گرفت. برای رسم نمودارها و جداول از نرم‌افزارهای کامپیوتری SAS 9.1 و Excel استفاده شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش

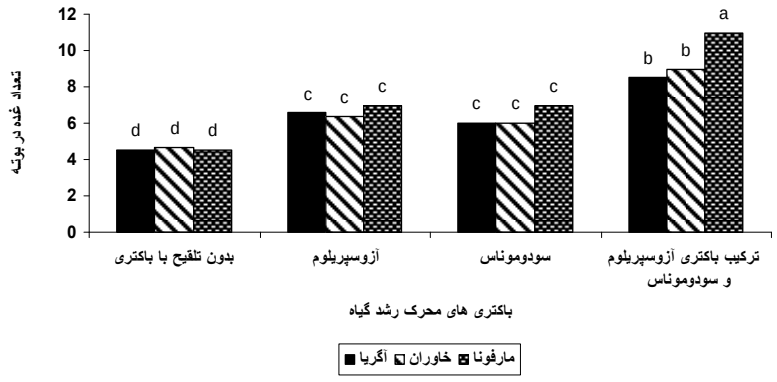
EC (dS/m)	pH	درصد اشباع خاک	درصد کربنات کلسیم	درصد کربن آلی(٪)	درصد نیتروژن کل(٪)	فسفر قابل جذب	پتاس قابل جذب	درصد رس (٪)	درصد سیلت (٪)	درصد شن (٪)
۰/٤۲	۷/٦۲	٥٤/۹	۱/۲٥	۰/٥۳	۰/۰٥	۲٦/٦	٥۸٤	۲۸	٥٥	۱۷

نتایج و بحث

تعداد غده در بوته

اثر رقم، باکتری و اثر متقابل رقم در باکتری بر تعداد غده در بوته معنی دار گردید (جدول۲). تلقیح با باکتری‌های آزوسپیریلوم و سودوموناس به تنهایی یا به صورت تلفیقی، موجب افزایش معنی‌دار تعداد غده در بوته ارقام مارفونا، آگریا و خاوران در مقایسه با شرایط عدم تلقیح گردید. بالاترین تعداد غده در بوته در رقم مارفونا و در شرایط تلقیح با دو باکتری آزوسپیریلوم و سودوموناس مشاهده شد که به طور معنی‌داری بیشتر از ارقام آگریا و خاوران بود. به نظر می رسد کاربرد همزمان باکتری های محرک رشد گیاهی با تامین شرایط تغذیه‌ای مناسب موجب افزایش تعداد غده در بوته شده است. در شرایط عدم تلقیح و همچنین تلقیح جداگانه با باکتری‌های آزوسپیریلوم و سودوموناس، تفاوت معنی‌داری بین ارقام مورد مطالعه در رابطه با تعداد غده در بوته مشاهده نشد (جدول ۲).

قاسم‌خانلو و همکاران (۱۳۸۸) بیان نمودند کود زیستی موجب افزایش تعداد غده‌های سیب‌زمینی می‌شود. بهبود و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی باکتری‌های محرک رشد در سیب‌زمینی رقم آگریا نشان دادند که کاربرد این باکتری ها موجب افزایش تعداد غده در بوته گردید. به نظر می رسد کاربرد باکتری های محرک رشد گیاهی از طریق بهبود شرایط تغذیه ای و افزایش جذب مواد معدنی موجب افزایش تعداد غده در بوته شده است. احمد و مولقتا (۲۰۱٤) گزارش کردند باکتری‌های محرک رشد گیاهی موجب رشد گیاه به طور مستقیم از طریق کمک به دستیابی به منابع نیتروژن، فسفر و مواد معدنی ضروری یا تعدیل هورمون گیاهی یا از طریق غیرمستقیم با کاهش اثرات مهاری پاتوژن‌های مختلف بر رشد و توسعه گیاه می‌شود.



شکل ۱- میانگین تعداد غده در بوته ارقام سیب‌زمینی در سطوح مختلف باکتری های محرک رشد گیاهی

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه متاثر از باکتری محرک رشد و ارقام مختلف سیب‌زمینی

		میانگین مربعات											
		تعداد غده در بوته	وزن غده در بوته	متوسط وزن غده	قطر غده	ارتفاع بوته	تعداد ساقه اصلی در بوته	عملکرد غده	عملکرد غده قابل فروش	عملکرد بیولوژیک	زمان سبز کامل	تعداد روز تا غده زایی	تعداد روز تا استولون زایی	شاخص برداشت
تکرار	۲	۰/۰۰۱	۱۸۷۵/۰	۳۸/۳٤	۰/۲۰	۱/٦۹	۰/۱۸۷	۵/۳۳	۵/٤۷	۰/۰۱۸	۲۸/۵۸	۲۷/۰۱	۳۰/۱۱	۱۰/۷۳
رقم	۲	۱/۹٤**	٤۲٦٤٦/۹٤**	۲۸۹/۱۹**	۰/۱۰**	۳/۵۷*	۰/۰۰۱	۱۲۰/۲۸**	۱۰۸/٦۹**	۱۱/۱٤**	۲۵/۵۸**	۲۹/٦۹**	۲٦/٤٦**	۹۵/۲۱**
باکتری محرک رشد	۳	۱۱/۰۸**	٤۸۷۰۷/۵۸**	۸۷/۸۳	۰/۳۳**	۳۳۵/۲۳**	۱/۷۳**	۱۳٦/۹۰**	۱۲٤/۱۱**	۰/۱٤**	۲۱۱/۲۷**	۲۰۸/٦۷**	۲۰٦/٦۹**	۲٤۲/۵۹**
رقم × باکتری محرک رشد	٦	۱/۵۲**	۹٦٤۷/۲۷**	۳۳۵/۰۸**	۰/۰۳٤	٤۰/۷۳**	۰/۱٦۷*	۲۷/۲٤**	۲٤/۳٦**	۰/۰۱۷	۵۲/۳۹**	۵۰/۱۱**	۵۰/۵٤**	۷۸/۰۹**
اشتباه	۲۲	۰/۲۳	۷۲۰/۷۷	٤۰/۲۳	۰/۰۲۹	۰/۸۲	۰/۰۵۱	۲/۰۳	۱/۷٤	۰/۰۱۲	۲/۵۵	۲/٤۵٤	۲/۲۹	٦/۰٤
ضریب تغیرات	–	٦/۰۲	۹/۲۸	۷/۹۳	٤/۸	۸/۵۵	۹/۵۲	۹/۲۸	٤/۳٦	۰/۷۲	۵/٦۷	۸/۹۵	۳/۵۹	۵/۲۵

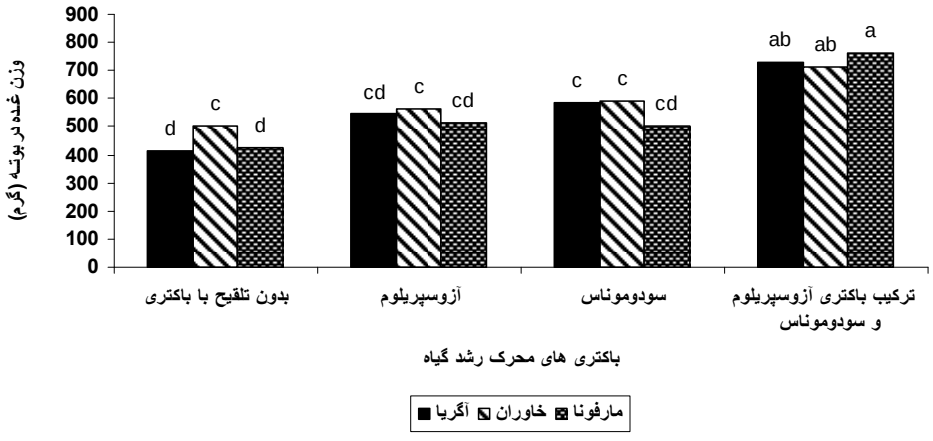
* و ** معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

وزن غده در بوته

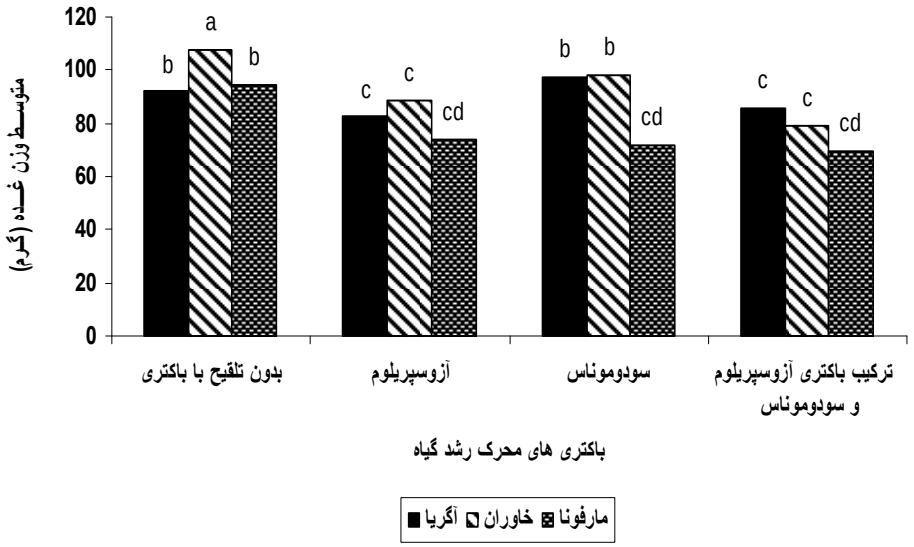
اثر رقم، باکتری و اثرمتقابل رقم در باکتری بر صفت وزن غده در بوته معنی دار بود (جدول ۲). تلقیح با باکتری‌های آزوسپیریلوم و سودوموناس به صورت تلفیقی، موجب افزایش معنی‌دار وزن غده در بوته ارقام مارفونا، آگریا و خاوران در مقایسه با شرایط عدم تلقیح گردید. بین ارقام از نظر وزن غده در بوته اختلاف آماری معنی داری مشاهده نشد (شکل ۲). از آنجایی‌که آزتوباکتر و آزوسپیریلوم با تثبیت نیتروژن هوا و متعادل کردن جذب عناصر اصلی مورد نیاز گیاه و تولید مواد محرک رشد گیاه نظیر انواع هورمون‌های تنظیم کننده رشد گیاه و ترشح اسیدهای آمینه مختلف، موجب رشد و توسعه ریشه و قسمت‌های هوایی گیاهان می‌شوند (بی‌نام، ۱۳۹۲ب)، به نظر می رسد از این طریق شرایط مناسبی برای تغذیه غده ها ایجاد و در نتیجه وزن غده در بوته افزایش می یابد. افزایش وزن غده به دنبال کاربرد همزمان آزتوباکتر و آزوسپیریلوم نشان دهنده اثر افزیشی این دو باکتری روی هم دارد. در شرایط عدم تلقیح، رقم خاوران از وزن غده بیشتری نسبت به سایر ارقام برخوردار بود. به نظر می رسد از این نظر رقم خاوران پتانسیل بالاتری نسبت به سایر ارقام در استفاده از عناصر غدایی دارا می باشد. قاسم‌خانلو و همکاران (۱۳۸۸) بیان نمودند کود زیستی موجب افزایش وزن غده‌های سیب‌زمینی می‌شود. بهبود و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی باکتری‌های محرک رشد گیاهی در سیب‌زمینی رقم آگریا نشان دادند که تلقیح موجب افزایش وزن غده در بوته گردید. المقربی و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند استفاده از باکتری محرک رشد گیاهی *Serratia marcescens* در گیاه سیب زمینی موجب افزایش وزن غده در بوته شد.

متوسط وزن غده

اثر رقم و اثر متقابل رقم در باکتری بر صفت متوسط وزن غده معنی دار بود (جدول ۲). تلقیح با باکتری‌های آزوسپیریلوم و سودوموناس به تنهایی یا به صورت تلفیقی، موجب کاهش معنی‌دار متوسط وزن غده ارقام مارفونا، آگریا و خاوران در مقایسه با شرایط عدم تلقیح گردید. کمترین متوسط وزن غده در تلقیح همزمان با دو باکتری در رقم مارفونا مشاهده گردید که تفاوت معنی‌داری با ارقام خاوران و آگریا در شرایط مشابه نداشت (شکل ۳). این نتیجه منطقی به نظرمی رسد چرا که تلقیح منجر به افزایش تعداد غده در بوته می گردد و با افزایش تعداد غده در بوته متوسط وزن غده کاهش می یابد. ایمانی و همکاران (۱۳۹۳) نتایج مشابهی را با کاربرد کود زیستی در سیب زمینی گزارش نمودند. البته در بخش مربوط به اثر باکتری بر وزن و قطر غده انتظار می رفت با افزایش قطر غده وزن غده نیز افزایش یابد که نتیجه ی برعکسی مشاهده شد. به نظر می رسد با توجه به تغییر ترکیب مواد معدنی جذب شده در اثر تلقیح در باکتری ها که در برخی مطالعات گزارش شده است، ظاهرا این تناقض در ارتباط با مطلب ذکر شده باشد. البته برای اثبات می بایست آزمایش ترکیب و تراکم بافت انجام گیرید که این صفات در این طرح مورد ارزیابی قرار نگرفته است.



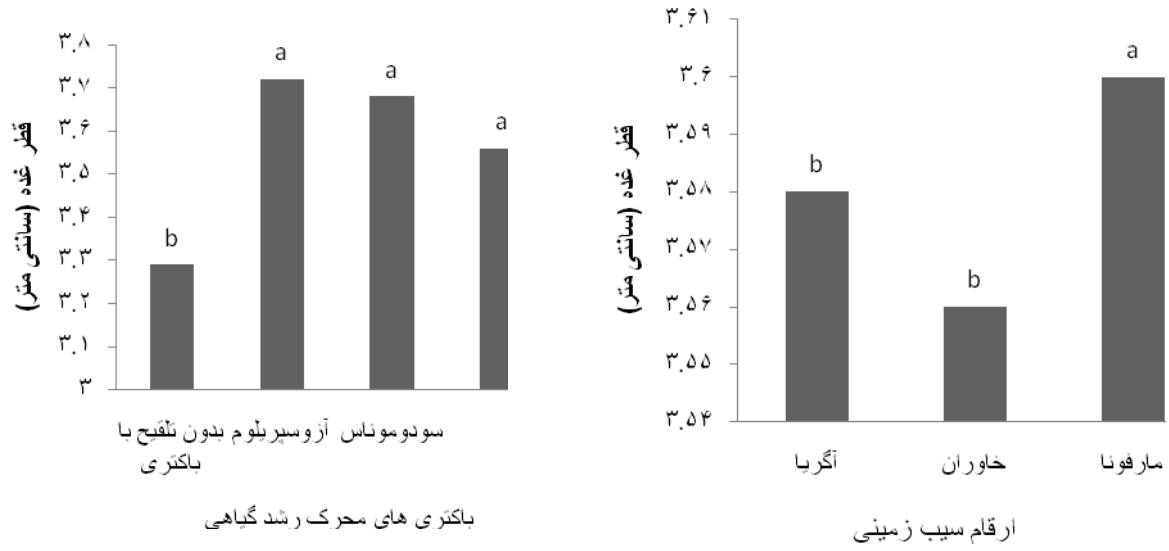
شکل ۲- میانگین وزن غده در بوته ارقام سیب‌زمینی در سطوح مختلف باکتری های محرک رشد گیاهی



شکل ۳- میانگین متوسط وزن غده ارقام سیب‌زمینی در سطوح مختلف باکتری های محرک رشد گیاهی

قطر غده

جدول تجزیه واریانس نشان داد قطر غده تحت تاثیر اثر ساده رقم و باکتری های محرک رشد قرار گرفت. اثر متقابل باکتری در رقم برای این صفت معنی دار نبود (جدول ۲). بیشترین قطر غده در کاربرد باکتری آزوسپیریلوم حاصل گردید که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای کاربرد باکتری سودوموناس و ترکیب دو باکتری نداشت. این در حالی بود که کمترین میزان این صفت در شرایط بدون تلقیح به دست آمد (شکل ٤). بیشترین میزان این صفت مربوط به رقم مارفونا و کمترین آن متعلق به رقم خاوران بود که تفاوت آماری معنی داری با رقم اگریا نداشت (شکل ٤).



شکل ٤- میانگین قطر غده در ارقام سیب زمینی و سطوح مختلف باکتری های محرک رشد گیاهی

جدول ۳- اثر متقابل رقم در باکتری محرک رشد گیاهی بر برخی صفات مورد مطالعه

		ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد ساقه اصلی در بوته	عملکرد قابل فروش (تن در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	زمان سبز کامل (روز)	تعداد روز تا استولون زایی
آگریا	آزوسپیریلوم	55/0 fg	2/5 b	24.54 ef	51.66 b	23.00 f	38.00 e
	سودوموناس	63/0 d	2/0 c	26.06 de	49.85b cd	29.83 cdf	44.83 cd
	آزوسپیریلوم + سودوموناس	71/0 a	3/0 a	35.46 ab	46.39 de	31.66 bcd	46.50 bcd
	بدون تلقیح	50/5 h	2/0 c	28.15 dc	36.99 g	22.00 f	37.00 ef
خاوران	آزوسپیریلوم	59/0 e	2/7 b	29.05 c	47.2 cde	33.66 ab	48.66 ab
	سودوموناس	55/0 fg	2/2 c	27.21 dc	51.31 bc	28.00 e	43.00 d
	آزوسپیریلوم + سودوموناس	65/0 c	3/3 a	34.4 ab	60.28 a	33.00 abc	48.00 abc
	بدون تلقیح	55/5 fg	2/2 c	23.34 f	40.84 fg	18.16 g	33.50f
مارفونا	آزوسپیریلوم	54/5 g	2/0 c	35.02 ab	41.72 f	36.50 a	51.50 a
	سودوموناس	57/0 fg	2/0 c	28.70 c	51.48 b	28.66 de	43.66 d
	آزوسپیریلوم + سودوموناس	68/0 b	3/0 a	37.065 a	43.63 ef	30.00 cdf	45.00 cd
	بدون تلقیح	57/0 f	2/5 b	34.11 b	40.66 fg	23.00 f	38.00 e

ارتفاع بوته

اثر اصلی رقم و باکتری و اثرات متقابل آنها بر ارتفاع بوته معنی دار شد (جدول ۲). تلقیح سبب افزایش ارتفاع بوته گردید به طوری‌که بیشترین ارتفاع بوته مربوط به تلقیح توام دو باکتری در رقم اگریا با اختلاف معنی دار با سایر ارقام بود. بدنبال آن رقم مارفونا و سپس رقم خاوران از نظر این صفت در شرایط تلقیح توام قرار گرفتند (جدول ۳). کمترین ارتفاع بوته نیز در شرایط بدون تلقیح در رقم آگریا با اختلاف معنی دار نسبت به سایر ارقام مشاهده شد. در بین ارقام رقم اگریا بیشتر از دو رقم دیگر تحت تاثیر مثبت تلقیح قرار گرفته است. تاثیر تلقیح آزسپریلیوم برافزایش ارتفاع عموما بیشتر از سودوموناس است (جدول ۳). به نظر می‌رسد افزایش رشد و در نتیجه آن ارتفاع بوته به دنبال کاربرد باکتری های محرک رشد گیاهی به دلیل ایجاد شرایط تغدیه ای مناسب توسط این باکتری‌ها باشد (احمد و مولقتا، ۲۰۱٤). قاسم‌خانلو و همکاران (۱۳۸۸) بیان نمودند کود زیستی موجب افزایش تعداد برگ و ارتفاع بوته در سیب زمینی می‌شود. دیوان پانگ و همکاران (۲۰۱۲) نتیجه گرفتند استفاده از باکتری‌های محرک رشد گیاه موجب افزایش ارتفاع ساقه شد. المقربی و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند استفاده از باکتری محرک رشد *Serratia marcescens* در گیاه گوجه‌فرنگی موجب افزایش ارتفاع بوته شد. باشن و همکاران (۲۰۰٤) نشان دادند کاربرد کودهای زیستی، به ویژه آزوسپریلیوم می‌تواند موجب بهبود قابل توجه مادهٔ خشک، ارتفاع بوته، اندازه برگ و طول ریشه شود.

تعداد ساقه اصلی در بوته

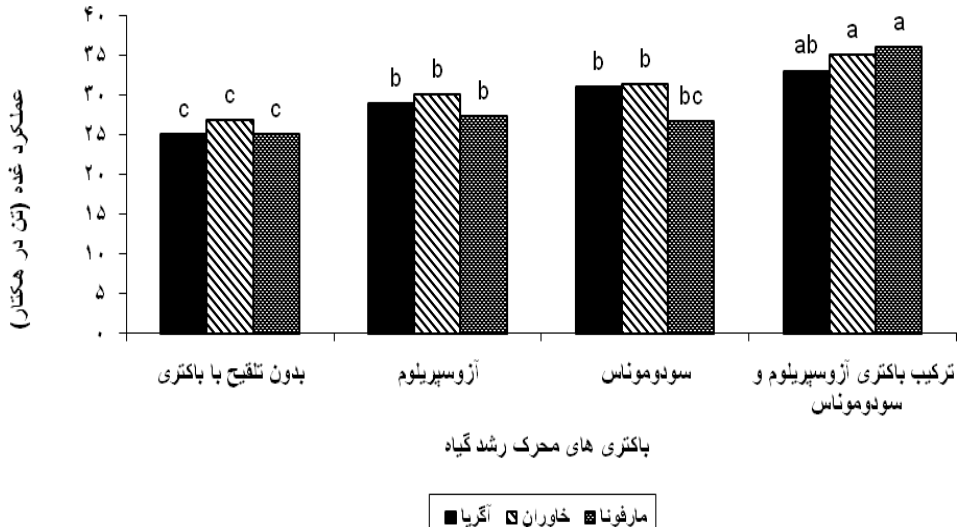
نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که این صفت تحت تاثیر معنی دار باکتری و رقم × باکتری قرار گرفته است (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین ها حاکی از آن بود که تلقیح جداگانه اثرات متفاوتی بر تعداد ساقه اصلی ارقام مختلف داشت به طوری‌که تلقیح با آزوسپریلیوم منجر به بهبود معنی‌دار این صفت در ارقام آگریا و خاوران شد، اما تعداد ساقه اصلی در بوته مارفونا را به طور معنی داری کاهش داد. باکتری سودوموناس بر تعداد ساقه اصلی در بوته ارقام اگریا و خاوران نسبت به شاهد اثر معنی داری نداشت، اما منجر به کاهش معنی دار در رقم مارفونا در مقایسه با شاهد گردید. تلقیح توام منجر به تولید بیشترین تعداد ساقه اصلی در بوته برای هر سه رقم شد و اختلاف معنی‌داری از این نظر بین ارقام ملاحظه نشد هر چند از نظر عددی خاوران برتر بود (جدول ۳). دیوان پانگ و همکاران (۲۰۱۲) نتیجه گرفتند استفاده از باکتری‌های محرک رشد گیاه موجب افزایش تعداد ساقه در بوته می‌شود. المقربی و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند استفاده از باکتری محرک رشد *Serratia marcescens* در گیاه گوجه‌فرنگی موجب افزایش تعداد ساقه در بوته گردید.

عملکرد غده

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس مشخص گردید که اثرات رقم، باکتری و رقم در باکتری بر عملکرد غده در واحد سطح معنی دار است (جدول ۲). نتایج مربوط به مقایسه میانگین ها حاکی از آن است که تلقیح جداگانه ارقام با باکتری ها تاثیر معنی داری بر عملکرد آنها در مقایسه با عدم تلقیح نداشت، هر چند در دو رقم اگریا و خاوران منجر به بهبود آن شده است، اما این بهبود معنی دار نبود. تلقیح توام با دو باکتری منجر به افزایش معنی دار عملکرد در هر سه رقم گردید. در بین ارقام تحت شرایط تلقیح توام، اختلاف معنی داری ملاحظه نگردید. میانگین عملکرد غده در ارقام آگریا، مارفونا و خاوران در تیمار ترکیب دو باکتری آزوسپیریلوم و سودوموناس نسبت به سایر تیمارها بالاترین مقدار بود (شکل ۵). بیشترین عملکرد غده مربوط به تلقیح توام دو باکتری در رقم مارفونا با ۳٦ تن در هکتار بود که در مقایسه با شاهد (۲۵ تن در هکتار) افزایش عملکرد ٤٤ درصدی را نشان می دهد.

باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه به طور مستقیم و غیرمستقیم موجب بهبود رشد و عملکرد گیاه می‌شوند (بی‌نام، ۱۳۹۲الف). قاسم‌خانلو و همکاران (۱۳۸۸) بیان نمودند کود زیستی موجب افزایش وزن غده‌های سیب‌زمینی می‌شود. گزارش شده است باکتری‌های موجود در نیتروکسین موجب رشد و توسعه ریشه و قسمت‌های هوایی گیاهان شده و با حفاظت ریشه گیاهان از عوامل بیماری‌زای خاکزی، افزایش محصول در واحد سطح و بهبود کیفیت آنها را سبب می‌گردند. نیتروکسین حاوی موثرترین باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن (آزتوباکتر و آزوسپریلیوم) می‌باشد (بی‌نام، ۱۳۹۲ب). بهبود و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی باکتری‌های محرک رشد در سیب‌زمینی رقم آگریا نشان دادند که موجب افزایش عملکرد غده و مقدار ماده خشک غده گردید. داویس و همکاران (۲۰۰۵) اعلام نمودند باکتری‌های محرک رشد موفق به افزایش عملکرد در مقایسه با شاهد در رقم یانگای سیب‌زمینی شد. چن و همکاران (۲۰۱۵)

نقش موثر باکتری محرک رشد سودوموناس را در عملکرد گیاهان را مثبت گزارش کردند.



شکل ۵- میانگین عملکرد غده ارقام سیب‌زمینی در سطوح مختلف باکتری های محرک رشد گیاهی

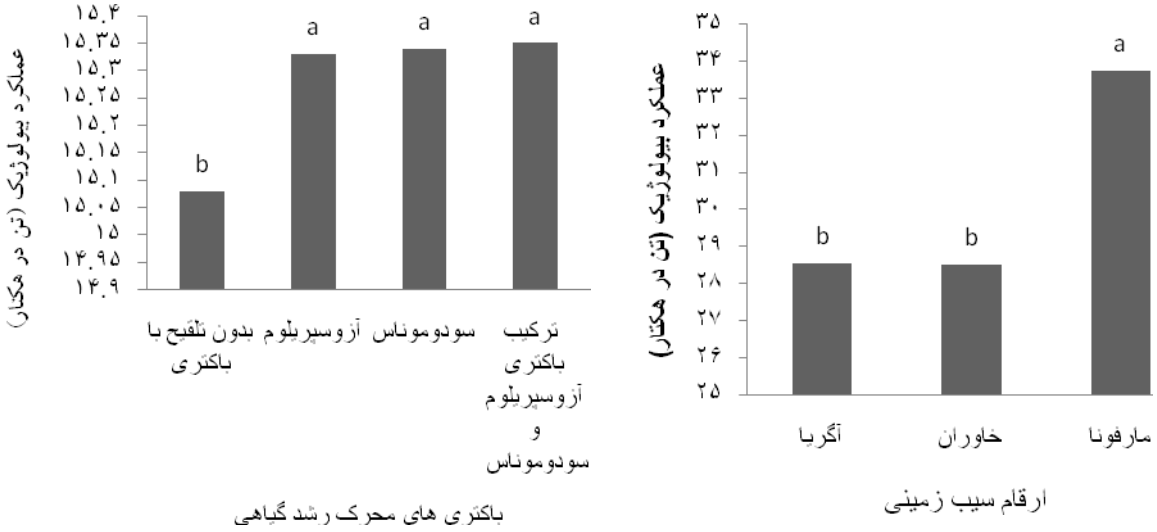
عملکرد غده قابل فروش

جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده و متقابل فاکتورهای مورد بررسی برای صفت عملکرد غده قابل فروش در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. بالاترین عملکرد غده قابل فروش (۲۷ تن در هکتار) در رقم مارفونا و ترکیب دو باکتری آزوسپیریلوم و سودوموناس به دست آمد. این در حالی در بود که کمترین میزان این صفت (۲٤ تن هکتار) مربوط به رقم آگریا در کاربرد باکتری آزوسپیریلوم بود (جدول ۳).

عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس نشان داد عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر نوع رقم و باکتری های محرک رشد قرار گرفت. اثر متقابل باکتری در رقم برای عملکرد بیولوژیک معنی دار نبود. بیشترین عملکرد بیولوژیک در تیمار ترکیب دو باکتری حاصل گردید که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای کاربرد آزوسپیریلوم و سودوموناس به تنهایی نداشت. این در حالی بود که کمترین میزان این صفت در شرایط بدون تلقیح به دست آمد (شکل ٦). بیشترین عملکرد بیولوژیک (۳٤ تن در هکتار) مربوط به رقم مارفونا و کمترین میزان آن (۲۸ تن در هکتار) متعلق به رقم اگریا بود.

تجزیه واریانس اثر فاکتورهای آزمایشی بر شاخص برداشت نشان داد که اثر ساده و متقابل برای این صفت در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۲). بالاترین شاخص برداشت (٦۰/۲۸ درصد) در رقم خاوران و کاربرد همزمان دو باکتری حاصل شد. پایین ترین شاخص برداشت (۳٦/۹۹) نیز متعلق به رقم اگریا و سطح شاهد باکتری بود (شکل ٦).



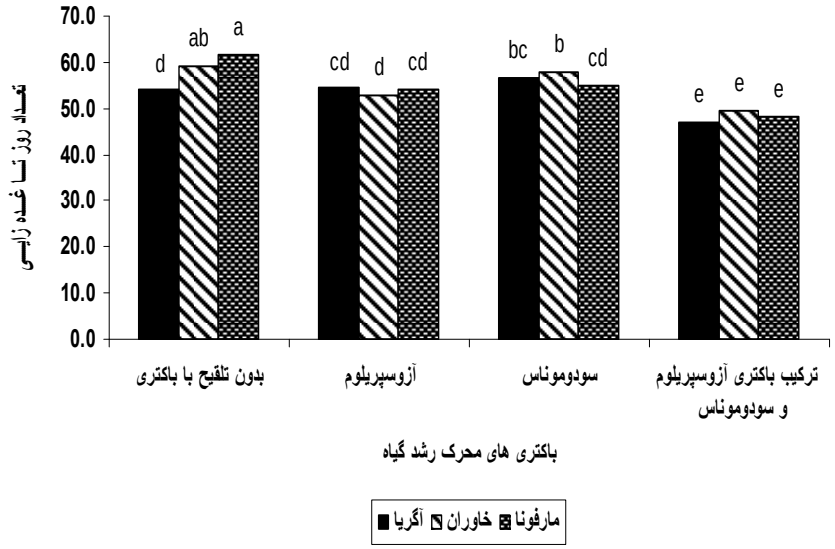
شکل ٦- عملکرد بیولوژیک متاثر از ارقام سیب زمینی و سطوح مختلف باکتری های محرک رشد گیاهی

زمان سبز کامل

نتایج تجزیه واریانس اثر فاکتورهای آزمایشی بر صفت زمان سبز کامل نشان داد اثر ساده و متقابل فاکتورهای آزمایشی برای این صفت در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۲). جدول مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد طولانی‌ترین زمان برای سبز کامل در ترکیب تیماری رقم خاوران در باکتری سودوموناس و کوتاه‌ترین زمان برای این صفت در ترکیب تیماری رقم خاوران و سطح شاهد باکتری محرک رشد گیاهی حاصل گردید. به نظر می رسد با توجه به تغییر ریزوسفر گیاه بر اثر کاربرد باکتری محرک رشد، زمان سبز شدن در گیاه و ارقام مختلف تحت تاثیر قرار گرفته است.

تعداد روز تا غده‌زایی و استولون زایی

اثرات اصلی و اثر متقابل رقم در باکتری برای هر دو صفت تعداد روز تا غده‌زایی و استولون زایی معنی دار بدست آمد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان می دهد که تلقیح توام دو باکتری منجر به کاهش معنی‌دار تعداد روز تا غده زایی شد که می توان نتیجه گرفت استفاده از باکتری‌ها موجب می شود غده زایی ارقام زودتر اتفاق بیافتد. غده زایی در اثر تیمار آزوسپریلیوم زودتر حادث شد. در بین ارقام، رقم اگریا کمترین تعداد روز تا غده زایی و رقم مارفونا بیشترین روز تا غده زایی را به خود اختصاص دادند (شکل ۷). فرانک برگر و ارشد (۱۹۹۵) گزارش کردند اکسین تولید شده توسط باکتری‌ها و در پی آن، تحریک توسعه سلولی و رشد گیاه، باعث بهبود ریشه‌زایی و غده‌زایی می‌شود. بیشترین زمان استولون زایی مربوط به رقم مارفونا در کاربرد باکتری ازوسپیریلوم به دست آمد. کمترین میزان این صفت متعلق به رقم مارفونا و سطح شاهد باکتری بود (شکل ۷).



شکل ۷- میانگین تعداد روز تا غده‌زایی ارقام سیب‌زمینی در سطوح مختلف باکتری های محرک رشد گیاهی

نتیجه‌گیری

کاربرد باکتری های محرک رشد در این آزمایش روی بسیاری از صفات مرتبط با عملکرد اثر مثبت و معنی داری داشت. اثر متقابل باکتری و رقم نیز برای کلیه صفات (به جز عملکرد بیولوژیک و قطر غده) معنی دار شد. بیشترین عملکرد غده متعلق به رقم مارفونا در کاربرد همزمان دو باکتری محرک رشد گیاهی بود. بالاترین تعداد و وزن غده نیز در رقم مارفونا و کاربرد همزمان دو باکتری به دست آمد. بیشترین قطر غده مربوط به رقم مارفونا بود. بیشترین ارتفاع بوته و تعداد ساقه اصلی به ترتیب درارقام اگریا و خاوران و در شرایط کاربرد همزمان دو باکتری آزوسپیریلوم و سودوموناس حاصل شد. بیشترین عملکرد بیولوژیک در ترکیب دو باکتری حاصل گردید. بیشترین زمان برای سبز کامل، تعداد روز تا غده‌دهی و تعداد روز تا استولون زایی در رقم مارفونا و کاربرد باکتری آزوسپیریلوم حاصل شد. لذا به نظر می‌رسد کاربرد باکتری ها محرک رشد گیاهی در کاشت مینی تیوبر سیب زمینی می تواند موجب افزایش کمیت تولید و کاهش کاربرد کودهای شیمیایی گردد.

منابع

ایمانی، ع.، د. حسن‌پناه. و ج. عظیمی. ۱۳۹۳. بررسی تأثیر سطوح مختلف کود آلی نیتروکارا و هیومی‌فرتی بر تولید مینی‌تیوبر از میکروتیوبر رقم سیب‌زمینی آگریا در سیستم هیدروپونیک. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل.

بهبود، م.، ا. گلچین و ح. بشارتی. ۱۳۹۱. تأثیر فسفر و باکتری‌های محرک رشد سودوموناس‌فلورسنس بر عملکرد و کیفیت گیاه سیب‌زمینی رقم آگریا، آب و خاک. جلد ۲۱، شماره ۲ و٤:(۲ و ٤): ۳۳٦-۳۲۷.

بی‌نام. ۱۳۹۲ب. کود بیولوژیک ازتوباکتر (پودر) و نیتروکسین (ازتوباکتر مایع). http://mabco.asia/index.php/fa

بی‌نام. ۱۳۹٤. آمارنامه کشاورزی. جلد اول: محصولات زراعی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. ۱٥٦ صفحه.

حسن‌پناه، د. ۱۳۹۳. ارزیابی پتانسیل تولید مینی‌تیوبر ارقام و کلون‌های امیدبخش نیمه‌دیررس سیب‌زمینی در سیستم هواکشت. اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. جلد ۳، شماره ۳۱: ۳۳۱-۳٤٦.

حکم علی پور، س و ر. سیدشریفی. ۱۳۹۳. اثر تلقیح بذر با باکتری های افزاینده رشد گیاه (PGPR) و سطوح مختلف کودهای نیتروژن و فسفر بر عملکرد و برخی شاخص‌های فیزیولوژیک جو. نشریه پژوهش های زراعی ایران. جلد ۱۲ شماره ٤ :۸۲۲-۸۳۳.

صمدی کلخوران. ا. آل ابراهیم م.ت. و م. محب الدینی. ۱۳۹٥. بررسی عملکرد قابل فروش غده سیبزمینی در شرایط کاربرد

علفکش اگزادیارژیل در مراحل مختلف رشدی سیب زمینی. مجله به زراعی کشاورزی، جلد ۱۸، شماره ٤: ۷۷۵-۷۸۷.

قاسم‌خانلو، ز.، ع .نصراله‌زاده‌اصل.، ا.علیزاده و ن .حاجی‌حسنی‌اصل. ۱۳۸۸. اثر کود زیستی فسفات بارور ۲ بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام سیب‌زمینی در منطقه چالدران. مجله پژوهش در علوم زراعی. جلد ۱، شماره ۳: ۱۳-۱.

قوشچی، ف.، ش. لک.، و ح.ر. توحیدی‌مقدم.۱۳۸۵. مبانی کشاورزی پایدار. واحد علوم و تحقیقات خوزستان. ۲٤۳ صفحه.

هجران‌کش، ن.، ش. عزیزی.، ش. حمیدی.، و ش. شاهمارزاده. ۱۳۹۲. تأثیر مصرف کودهای ارگانیک آلی زیستی، بردهیوم و آگروبیوآلکان بر تولید مینی‌تیوبر سیب‌زمینی رقم آگریا در شرایط گلخانه. اولین همایش ملی تخصصی آشنایی با فرصت‌های کشاورزی، امنیت غذایی، تولید محصول سالم و ارگانیک سیب‌زمینی، سازمان بسیج مهندسین کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل.

Ahemad, M. and K. Mulugeta. 2014. Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: Current perspective. J. King Saud Univ. Sci. 26: 1-20.

Ahemad, M. and M. Saghir-Khan, 2012. Alleviation of fungicide-induced phytotoxicity in greengram [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] using fungicide-tolerant and plant growth promoting Pseudomonas strain. Saudi Journal Biological Science. 19: 451-459.

Almaghrabi, O. A., S. I. Massoud and T.S. Abdelmoneim. 2013. Influence of inoculation with plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on tomato plant growth and nematode reproduction under greenhouse conditions. Saudi J. Biol. Sci. 20: 57-61.

Bashan, Y., G. Holguin, and L.E. De-Bashan. 2004. Azospirillum-plant relationships: physiological, molecular, agriculture and environmental advances (1997-2003). Canadian J. Microbiology. 50: 521-577.

Chen, Y., X. Shen., H. Peng., Hu Wang, W., and X. Zhang. 2015. Comparative genomic analysis and phenazine production of Pseudomonas chlororaphis, a plant growth-promoting rhizobacterium. Genomics. 4: 33-42.

Cristina, M., C.Filippi., G.B. Da Silv., Silva-Lobo, V.L., Vincius, M., Côrtes, C.B., Jackeline, A., Moraes, G., and A.S. Prabhu. 2011. Leaf blast (Magnaporthe oryzae) suppression and growth promotion by rhizobacteria on aerobic rice in Brazil. Biol. Control. 58: 160-166.

Davies J., F.T. Calderón. , and Z.Huainan, 2005. Influence of arhuscular on growth, yield, and leaf elemental concentration of 'Yungay' potatoes. Hort. Sci. 40: 381-385.

Dawwam, G.E., A. Elbeltagy. , H.M. Emara. , I.H.Abbas. , and M.M. Hassan. 2013. Beneficial effect of plant growth promoting bacteria isolated from the roots of potato plant. Ann. Agric. Sci. 58(2): 195-201.

Egamberdieva, D., D.Jabborova., and A.Hashem. 2015. Pseudomonas induces salinity tolerance in cotton (*Gossypium hirsutum*) and resistance to Fusarium root rot through the modulation of indole-3-acetic acid. Saudi J. Biol. Sci. 22: 773-779.

El-Borollosy, A.M., and M.M. Oraby. 2012. Induced systemic resistance against Cucumber mosaic cucumovirus and promotion of cucumber growth by some plant growth-promoting rhizobacteria. Ann. Agric. Sci. 57(2): 91-97.

El-Howeity, M.A. and M.M. Asfour. 2012. Response of some varieties of canola plant (*Brassica napus* L.) cultivated in a newly reclaimed desert to plant growth promoting rhizobacteria and mineral nitrogen fertilizer. Ann. Agric. Sci. 57(2): 129-136.

Farzana, Y., and O. Radizah. 2005. Influence of rhizobacterial inoculation on growth of the sweet potato cultivar. J. Biol. Sci. 1(3): 176-179.

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

Lucy, M., E.Reed. and B.R.Glick. 2004. Applications of free living plant growth-promoting rhizobacteria. Antonie van Leewenhoek. 86: 1-25.

Marrero, M.A., B. Agaras., L.G. Wall and C.Valverde. 2015. Enriquecimiento diferencial de Pseudomonas spp. En el rizoplano de distintas especies cultivadas. Rev. Argent Microbiol. 47(2): 132-137.

Mu'minaha, B., S. Hazarin and Fahruddind. 2015. Isolation and screening bacterial Exopolysaccharide (EPS) from potato rhizosphere in highland and the potential as a producer Indole Acetic Acid (IAA). Procedia Food Sci. 3: 74-81.

Shrivastava, P., and R.Kumar. 2015. Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. Saudi J. Biolo. Sci. 22: 123-131.

Effect of minituber inoculation with plant growth promotiong rhizobacteria on growth and tuber yield of different potato cultivars

M. Panahian[1], Y. Raei[2], D. Hassan Panah[3], S. Hokm Alipour[4]

Received: 2018-6-12 Accepted: 2019-3-7

Abstract

In order to investigate the effect of minituber inoculation with plant growth promotiong rhizobacteria (PGPR) on tuber yield and yield components of different potato cultivars, a Factorial experiment was caried out based on randomized complete block design at agriculurtal and natural resources research staition of Ardabil in 2016. The First factor included mini-tubers of three cultivars of potato: Agria, Khavaran, and Marfona:, The second factor included four treatments of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) (*Azospirillum*, *Seudomonas* and combination of two bacteria). Results showed that interaction of experimental factors was significant for all traits except biological yield and tuber diameter. Maximum of tuber yiled was observed in interaction effect of application of tow bacteria × cultivars. That did not have significant difference with cultivars of Agria and Khavaran. Maximum of tuber diameter was observed at Marfona. Maximum of plant height and number of main branch were observed respectively at Agria and Khavaran cultivars in *inuclation of Azospirillum*× *Seudomonas* bacteria. Minimum of this trait was observed in treatment without insemination. Maximum numbers of days to emergencation, number of days to stolon, formation, number of days to tuberization were obtined in *Marfona* and condition of application *Azospirillum.* Minimum of those traits were observed in Khavaran and condition whithout insemination.

Keywords: *Azospirillum*, number of days to emergencation, number of days to stolon formation, number of days to tuberization, *Seudomonas*

1- Academic Staff, Department of Agriculture, Payame noor University, Tehran, Iran
2- Professor, Department of Agrophysiology, College of Agriculture, Tabriz University, Tabriz, Iran
3- Agronomic and Horticultural Crop Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, , AREEO, Ardabil, Iran
4- Assistant Professor, Department of Agriculture, Payame noor University, Tehran, Iran