اولین همایش ملی
توسعه پایدار کشاورزی با کاربرد الگوی زراعی
همدان- ۲۴ بهمن ۹۲

بررسی اثر کودبیولوژیک ازتوبارور 1 و فسفاته بارور 2 در مرحله استولون‌زایی بر تولید مینی‌تیوبر سه رقم سیب‌زمینی

علی مرادی‌پیام[1]، قاسم اسدیان[2]، هادی فصیحی[3]، مهرداد چایچی[4]، محمد سعید پذیرنده[5]

[1، 2 و 3] دانشگاه جامع علمی کاربردی جهاد کشاورزی همدان

[4] عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان

[5] کارشناس ارشد فیزیولوژی دانشگاه تهران

ali_moradipayam@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی اثر کودهای بیولوژیک در مرحله استولون‌زایی بر تولید مینی‌تیوبر سه رقم سیب زمینی، این پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور، شامل رقم در سه سطح (آگریا، مارفونا و سانته) وکود بیولوژیک در چهار سطح (بدون کود بیولوژیک، ازتوبارور 1، فسفاته بارور 2 و ازتوبارور1+فسفاته بارور 2) در چهار تکرار انجام شد. ابتدا قلمه‌های تک گره از سه رقم آگریا، مارفونا و سانته تهیه و در محیط MS کشت گردید. سپس گیاهچه‌های حاصل به گلخانه منتقل شده و در داخل گلدان کشت شدند. سطوح مختلف کود بیولوژیک شامل بدون مصرف کود بیولوژیک، ازتوبارور 1، فسفاته بارور 2 و ازتوبارور1+فسفاته بارور 2 به میزان 0/5 گرم در لیتر تهیه شده در مرحله استولون‌زایی اعمال گردیدند. نتایج نشان داد که رقم، مصرف کود بیولوژیک و اثر متقابل رقم در کود بیولوژیک بر عملکرد و اجزای عملکرد مینی‌تیوبر در سطح 1 درصد اثر معنی‌دار داشت. مصرف کود بیولوژیک نیز با افزایش سطح برگ و سرعت جذب خالص نور باعث افزایش میزان فتوسنتز گردیده و عملکرد مینی‌تیوبر را افزایش داد.

کلید واژه: مینی‌تیوبر، کود بیولوژیک، ازتوبارور1، فسفاته بارور 2

Absrtact

In order to study the effect of bio-fertilizer on the stolon formation stage in mini-tuber procuction of three potato cultivars, this study was carried on factorial randomized complete block design with two factors including cultivars (Agria, marfona and Sante) and Bio-fertilizer (no-fertilizer, Azeto-barvar1, Phosphate barvar2 and Azeto-barvar 1 + Phosphate-barvare2) with four replications. At first the single-node cuttings of three cultivars Agria, Sante and marphona were planted on MS medium. The produced seedlings were transferred to the greenhouse in pots. The levels of bio-fertilizer were prefered at 2.5g/l and were used on the stolon formation stage. Results revealed that cultivars, bio-fertilizers and bio-cultivars-fertilizers interactions had a significant effect at the 1% on yield and yield components of mini-tuber. Bio- fertilizer increased photosynthesis with incresing leaf area and net assimilation rate of light and increased mini-tuber yield.

Key words; Mini-tuber,Bio-fertilizer, Azeto-barvar1, Phosphate-barvare2

مقدمه

سیب زمینی یکی از مهمترین محصولات کشاورزی در جهان است. در ایران با توجه به تغذیه و تولید اهمیت، آن را در رتبه سوم، پس از گندم و برنج قرار می‌دهند این در حالی است که عملکرد سیب زمینی و مقدار پروتئین آن بیشتر ازگندم و برنج در واحد سطح می‌باشد (عسگری و همکاران، 2006). سیب‌زمینی به خاطر تکثیر رویشی نسبت به بیماریهای قارچی و باکتریایی و ویروس‌های گیاهی حساس است. یکی از دلائل کاهش عملکرد سیب‌زمینی در واحد سطح، خسارت ناشی از عوامل بیماری‌زا بخصوص عوامل بیماری‌زای ویروسی است. این عامل از طریق غده سیب‌زمینی قابل انتقال می‌باشد. تکنیک‌های چندی نظیر میکروتیوبر، مینی‌تیوبر و تکنوتیوبر به منظور تولید غدد بذری سیب‌زمینی عاری از هرگونه عوامل بیماری‌زا وجود دارد که درحال حاضر عملی‌ترین روش استفاده از تکنیک تولید مینی‌تیوبر می‌باشد (حسین زاده و حسن‌پناه، 2009). نولید مینی‌تیوبر با استفاده از کشت مریستم در محیط غذایی مصنوعی تحت شرایط کنترل شده انجام می‌شود (نایک و کاری هالو، 2007a). کودهای بیولوژیک به مواد حاصل‌خیزکننده‌ای گفته می‌شود که دارای تعداد کافی از یک یا چند گونه از میکروارگانیسم‌های سودمند خاکزی هستندکه قادرند عناصر غذایی خاک را در یک فرآیند زیستی تبدیل به مواد مغذی همچون ویتامینها و دیگر مواد معدنی کرده و به ریشه گیاه برساند (کوچی و همکاران، 2006). استفاده از کودهای زیستی علاوه بر اثرات مثبتی که در خواص خاک دارد، می‌تواند علاوه بر صرفه اقتصادی، باعث پایداری منابع خاک، حفظ توان تولید در دراز مدت و جلوگیری از آلودگی محیط زیست گردد (داداش‌زاده و همکاران، 2013).

با توجه به پتانسیل بالای تولید سیب‌رمینی و محتوای مواد پروتئینی و ویتامینی زیاد و قابلیت سازگاری به اقلیم‌های مختلف، کـه توجه بسیاری از اصلاحگران نبات را به خود معطوف کرده است و نیز متداول شدن استفاده از فنون کشت بافت جهت تولیـد گیاهـان عاری از ویروس در تحقیقات پایه‌ای و تولیدات تجاری و همچنـین اهمیـت تولیـد مینـی‌تیـوبر و رشـد روزافـزون مصـرف کودهـای بیولوژیک این تحقیق انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به منظور بررسی اثر کودهای بیولوژیک در مرحله استولون‌زایی بر تولید مینی‌تیوبر سه رقم سیب زمینی در آزمایشگاه کشت بافت سیب‌زمینی و گلخانه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان، انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریـل در قالـب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور، شامل رقم در سه سطح (آگریا، مارفونا و سانته) وکود بیولوژیک در چهار سطح (بدون کود بیولوژیک، ازتوبارور 1، فسفاته بارور 2 و ازتوبارور1+فسفاته بارور 2) در چهار تکرار انجام شد.

ابتدا، تعدادی غده از سه رقم آگریا، مارفونا و سانته در داخل گلدانهایی درون گلخانه با دمای 22 تا 25 درجه سانتی‌گراد، کشت شدند و هنگامی گیاهچه‌هایی به طول 15 تا 22 سانتی‌متر تولید کردند، با استفاده از تیغه اسکالپل، که کاملا ضد عفونی شده بود اقدام به عملیات سربرداری و قطع جوانه انتهایی کردیم، تا جوانه‌های جانبی بتوانند، رشد کرده و تولید شاخه‌های بیشتری نمایند. گیاهان سرزنی شده سه رقم آگریا، مارفونا و سانته، به اتاق حرارت درمانی منتقل شده و تحت شرایط دمایی و نوری مناسب قرار گرفتند و جهت جداسازی مریستم، به آزمایشگاه منتقل شدند. مریستم‌های جدا شده از هر سه رقم آگریا، مارفونا و سانته با سرعت و دقت فراوان، به طوری که خشک نشده و آسیب نبینند، به محیط کشت MS (موراشگ و اسکوگ 1962) مایع که حاوی 2/1 میلی‌گرم اسید جیبرلیک بود، انتقال داده شد. مریستم‌های کشت شده به اتاق رشد منتقل شده و در نوری معادل 122 لوکس و دمای 22 تا 24 درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. پس از گذشت یک ماه، مریستم‌ها، تحت شرایط نوری 1222 لوکس قرار داده شدند. زمانی که مریستم‌ها رشد کرده و تولید گیاهچه‌هایی به طول یک سانتی‌متر نمودند، به محیط نیمه جامد عاری از هورمون منتقل شدند و در شدت نوری 3222 لوکس قرار گرفتند. بعد از رشد گیاهچه‌ها و طویل شدن آنها، هر گیاهچه از هر رقم، به قطعات تک‌گره تقسیم شد و قطعات در ارلن‌های 252سی‌سی که حاوی مقداری محیط MS نیمه جامد عاری از هورمون بودند، قرار گرفتند و درب هر ارلن با استفاده از پارافیلم بسته شد و ارلن‌ها داخل اتاق رشد قرار داده شدند که پس از گذشت 7 هفته، گیاهچه تولید شد. وقتی طول گیاهچه‌ها به 15 تا 22 سانتی‌متر رسید، به گلخانه منتقل شده و مطابق نقشه طرح آزمایشی در داخل گلدانهایی به ارتفاع 22 سانتی‌متر و قطر دهانه 19 سانتی‌متر کشت گردید.

مخلوط بستر کشت در گلدان، ترکیبی از پیت‌ماس، پرلیت، خاکبرگ و خاک مزرعه ضد عفونی شده می‌باشد و طوری انتخاب شئ که 25 تا 32 درصد حجم مخلوط بستر کشت از هوا و 52 درصد آن از اجزای جامد تشکیل شود.سپس میزان 100 سی‌سی محلول 1/5 درصد تهیه شده از کود کامل (عناصر ماکرو و میکرو) به هر گلدان اضافه شد. جهت کشت، گیاهچه‌ها از داخل هر ارلن خارج و ریشه آنها با آب شستشو داده شد تا بقایای محیط کشت پاک شود. سپس داخل بستر کشت در هر گلدان، حفره‌ای با دست ایجاد شد و هر گیاهچه در داخل آن کشت گردید. به منظور ایجاد سازگاری گیاهچه‌ها با محیط گلخانه و جلوگیری از تبخیر رطوبت اطراف آنها، روی هر گیاهچه کشت شده، یک لیوان پلاستیکی بی‌رنگ یک بار مصرف قرار داده شد و حدود دو هفته بعد از کاشت،

سازگاری به محیط جدید برای هر گیاهچه ایجاد شده و لیوانهای یکبار مصرف از روی گیاهچه‌ها برداشته شدند. آبیاری گیاهچه‌ها، هر هفته صورت می‌گرفت و به منظور تامین مواد غذایی مورد نیاز گیاهچه‌ها، هر 15 روز یکبار، کود کامل که حاوی عناصر ریزمغذی با غلظت 3 در هزار و درشت‌مغذی با غلظت 1/5 در هزار بود، در داخل آب آبیاری حل گردیده و به گیاهچه‌ها داده شد. هر 22 روز یکبار نیز، کود آهن با غلظت 1/5 در هزار، همراه با آب آبیاری به مصرف گیاهچه‌ها می‌رسید.

با توجه به این که، در موقع کاشت گیاهچه‌ها فقط مقداری از حجم هر گلدان با مخلوط بستر کشت پر شده بود، بقیه حجم گلدان، در طول دوره رشد طی 3 مرحله خاکدهی پر شد. خاکدهی گیاه بعد از رشد و نمو کافی اندام هوایی، سطح جذب آب و مواد غذایی را افزایش داده و برای افزایش سطح غده‌زایی ضروری است. سطوح مختلف کو بیولوژیک شامل بدون مصرف کود بیولوژیک، ازتوبارور 1، فسفاته بارور 2 و ازتوبارور1+فسفاته بارور 2 به میزان 0/5 گرم در لیتر تهیه شده و مطابق نقشه آزمایشی در هر گلدان در مرحله استولون‌زایی اعمال گردیدند. بعد از گذشت حدود 4 ماه از انتقال گیاهچه‌ها به گلدان، مینی‌تیوبر تولید شد. برداشت مینی-تیوبرها به صورت مجزا برای هر تیمار صورت گرفت.

مقدار عملکرد مینی‌تیوبرهای تولید شده و اجزاء عملکرد آنها اندازه‌گیری شده و با استفاده از نرم‌افزار SAS(9.1) آنالیز گردید. مقایسه میانگین‌ها به بهره‌گیری از آزمون دانکن در سطح 5 درصد انجام شد و نمودارهای مربوطه نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم گردید. جهت ترسیم نمودار شاخص سطح برگ و جذب خالص از معادلات زیر استفاده شد:

$LAI= Exp(a't^2+b't+c')$

$NAR= (b+2ct)\times Exp[(a-a')+(b-b')T+(c-c')T^2)]$

شکل 1- گیاهچه‌های حاصل از کشت قلمه‌های تک گره

شکل 2- مینی‌تیوبرهای تولید شده

نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات مورد بررسی نشان داد که بین سه رقم آگریا، مارفونا و سانته از لحاظ تعداد مینی‌تیوبر، وزن متوسط مینی-تیوبر، وزن کل و تعداد استولون در سطح 1 درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول 1). کاربرد کود بیولوژیک نیز روی هر یک از صفات تعداد مینی‌تیوبر، وزن متوسط مینی‌تیوبر، وزن کل و تعداد استولون در سطح 1 درصد معنی‌دار بود (جدول 1). اثر متقابل رقم و کودبیولوژیک نیز روی تعداد مینی‌تیوبر در سطح 5 درصد وروی تعداد استولون، وزن متوسط و وزن کل در سطح 1 درصد معنی‌دار بود (جدول 1). اثر معنی‌داری که بین ارقام مشاهده شد، ناشی از ویژگیها و پتانسیل ژنتیکی هر رقم می‌باشد. رقم سانته در بین ارقام مورد بررسی بیشترین تعداد مینی‌تیوبر را تولید نمود در حالی که وزن متوسط مینی‌تیوبرهای رقم سانته از ارقام آگریا و مارفونا کمتر بود. رقم آگریا نیز کمترین تعداد تولیدی مینی‌تیوبر را داشت در حالی‌که وزن متوسط مینی‌تیوبرهای تولیدی آن بیشتر بود

جدول1- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه

		میانگین مربعات				
منبع تغییرات	درجه آزادی	تعداد مینی تیوبر	وزن متوسط مینی تیوبر	وزن کل در گلدان	تعداد چشم مینی تیوبر	تعداد استولون
تکرار	3	2/021	1/391	58/105	0/330	2/026
رقم	2	9/614**	10/511**	279/281**	0/181ns	4/330*
کود بیولوژیک	3	7/122**	11/607**	158/213**	0/486ns	4/079*
رقم در کود بیولوژیک	6	4/774*	12/468**	175/241**	0/222ns	4/152*
خطا	21	1/580	1/53	35/474	0/288	1/204
درصد ضریب تغییرات		11/47	17/88	8/20	12/57	4/89

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد

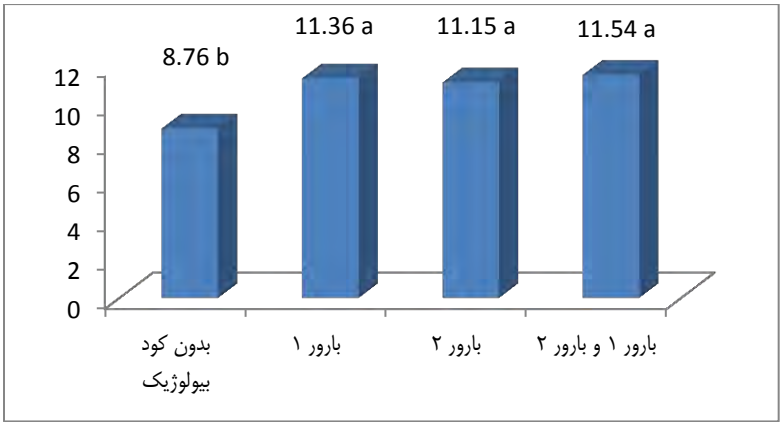
جدول 2 – مقایسه میانگین اثرات متقابل

	تعداد مینی‌تیوبر	وزن متوسط مینی تیوبر (گرم)	وزن کل در گلدان (گرم)	تعداد چشم در هر مینی‌تیوبر	تعداد استولون
آگریا بدون کود بیولوژیک	7/78 d	6/11 bcd	48/53 c	3/93 d	16/58 h
آگریا با کود بارور1	10/70 bc	8/9 a	52/23 c	4/82 a	19/23 g
آگریا با کود فسفاته بارور 2	9/39 cd	8/01 ab	75/31 b	4/07 a	19/92 fg
آگریا با کودهای ازتوبارور 1 و فسفاته بارور 2	10/3 bc	8/65 a	89/21 a	4/56 a	19/89 d
مارفونا بدون کود بیولوژیک	7/81 d	5/51 d	44/03 c	4/36 a	21/69 e
مارفونا با کود بارور1	11/03 abc	8/01 ab	87/35 a	4/06 a	23/41 d
مارفونا با کود فسفاته بارور 2	11/67 abc	7/87 ab	90/52 a	4/18 a	24/01 cd
مارفونا با کودهای ازتوبارور 1 و فسفاته بارور 2	11/36 bc	7/71 abc	75/58 b	4/26 a	24/98 bcd
سانته بدون کود بیولوژیک	10/69 bc	4/41 d	46/15 c	3/91 a	21/01 ef
سانته با کود بارور1	12/38 ab	6/01 bcd	74/4 b	3/97 a	25/17 bc
سانته با کود فسفاته بارور 2	12/37 ab	5/76 cd	71/3 b	2/12 a	26/28 ab
سانته با کودهای ازتوبارور 1 و فسفاته بارور 2	12/97 a	5/41 bcd	75/08 b	4/01 a	27/01 a

میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح پنج درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌دار ندارند.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین به روش دانکن در سطح 5 درصد نشان داد که در گروه بندی دانکن، کودهای ازتوبارور 1، بارور2 و بارور1+فسفاته بارور 2 در یک گروه آماری قرار گرفته و اختلاف معنی‌داری با زمانی که کود بیولوژیک مصرف نشد، دارا می‌باشد و مصرف کودهای بیولوژیک سبب افزایش تولید تعداد مینی‌تیوبر گردید (نمودار 1).

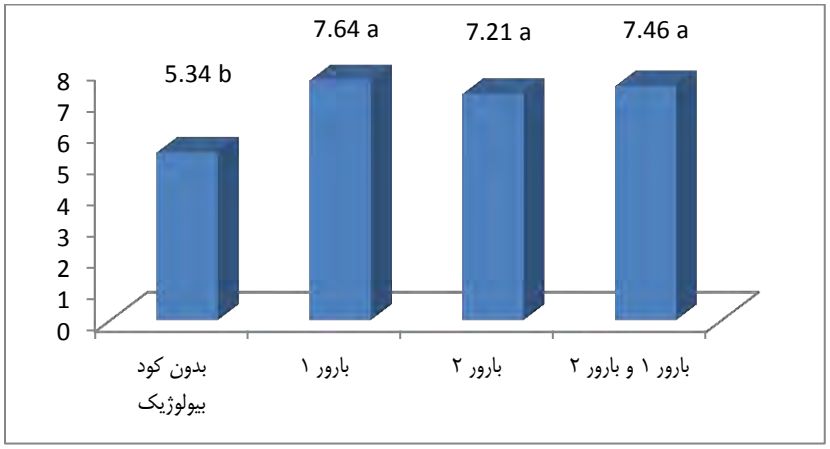
نمودار 1– مقایسه میانگین تعداد مینی‌تیوبر برای کودهای مصرفی



بیشترین تعداد مینی‌تیوبر با متوسط 12/97 عدد در رقم سانته که تحت تأثیر کودهای بیولوژیک بارور1 و فسفاته بارور 2 بطور همزمان قرار گرفته بود، تولید گردید و کمترین تعداد مینی‌تیوبربا متوسط 7/78 عدد در رقم آگریا و بدون استفاده از کود بیولوژیک تولید شد جدول 2).

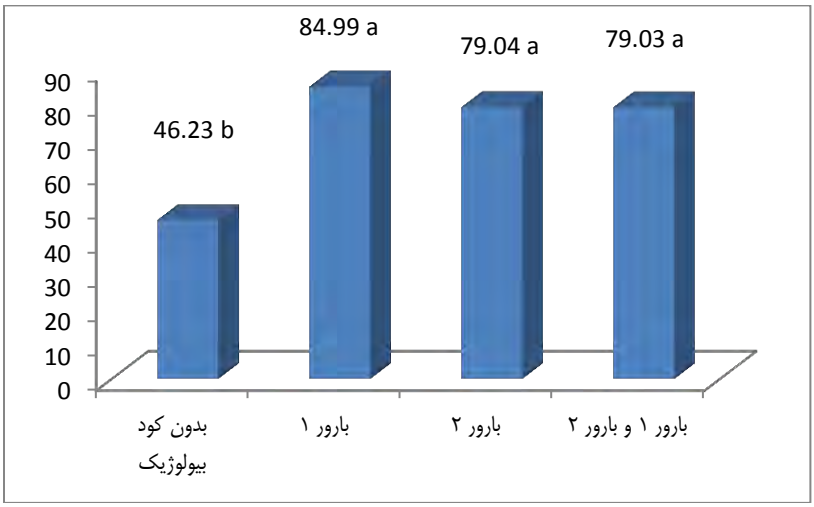
از نظر وزن متوسط هر مینی‌تیوبر نیز کودهای ازتوبارور 1، فسفاته بارور 2 و بارور1+فسفاته بارور 2 در یک گروه آماری قرار گرفته و اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند ولی عدم استفاده از کود بیولوژیک در گروه آماری مجزا قرار گرفت و اختلاف معنی‌داری با کودهای بیولوژیک مصرفی نشان داد (نمودار2) . مصرف کودهای بیولوژیک منجر به افزایش وزن متوسط هر مینی تیوبر گردید. رقم آگریا که تحت تأثیر همزمان کودهای ازتوبارور 1 و فسفاته بارور 2 قرار گرفت، با متوسط 8/65 گرم بیشترین وزن متوسط هر مینی‌تیوبر را داشت. کودهای ازتوبارور 1 و فسفاته بارور 2 با تولید ترکیبات هورمونی، آنزیمی و متابولیت‌های محرک رشد سبب افزایش وزن متوسط مینی‌تیوبر گردیده است .

نمودار 2- مقایسه میانگین وزن متوسط (گرم) برای کودهای مصرفی



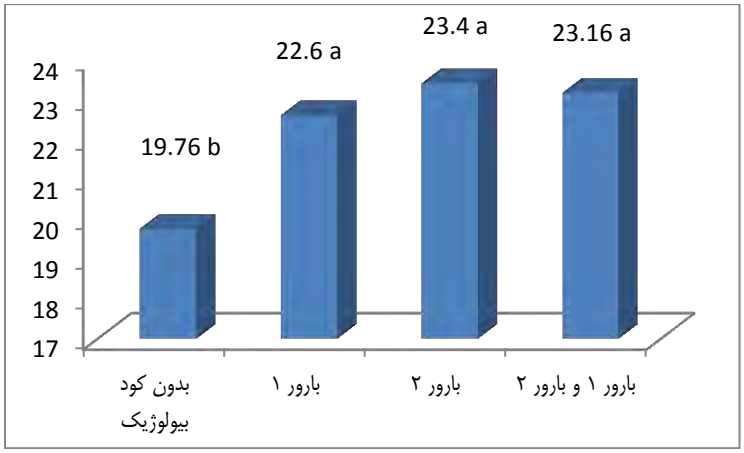
اثر مصرف کودهای بیولوژیک در افزایش تعداد مینی‌تیوبر و وزن متوسط مینی‌تیوبر، باعث افزایش وزن کل مینی‌تیوبر در هر گلدان گردید، بطوریکه اختلاف معنی‌داری بین مصرف کودهای بیولوژیک و عدم مصرف آنها دیده شد (نمودار 3). بیشترین وزن کل با متوسط 89/21 گرم در گلدان، در رقم آگریا که بطور همزمان تحت تیمار کودهای بیولوژیک ازتوبارور 1 و فسفاته بارور 2 قرار گرفته بود، تولید شد (جدول 2). کود بیولوژیک از طریق اثر بر بهره‌وری بهینه از عناصر غذایی جذب شده منجر به افزایش وزن کل مینی‌تیوبرها گردید. گول و همکاران (2004) نیز در آزمایشی مشابه بر افزایش وزن کل در اثر مصرف کود بیولوژیک اشاره نمودند. کودهای بیولوژیک با افزایش گسترش سطح ریشه جهت جذب بهینه و نیز تولید هورمون‌های رشد و برخی ویتامین‌ها سبب رشد کیفی و کمی مینی‌تیوبر شده که نتیجه آن به صورت افزایش عملکرد نمایان می‌گردد (کاپور و موکری، 2002).

نمودار 3- مقایسه میانگین وزن کل مینی‌تیوبر (گرم) برای کودهای مصرفی



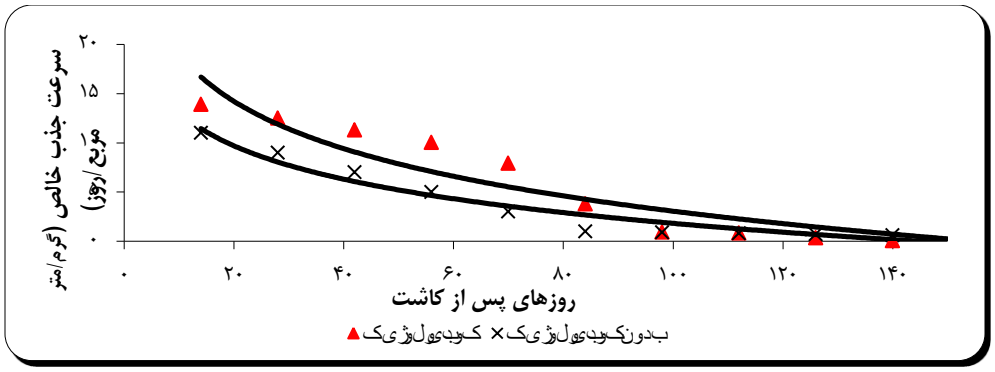
تعداد استولون نیز تحت تأثیر کودهای بیولوژیک قرار گرفت بطوریکه مصرف کودهای ازتوبارور 1، بارور2 و بارور1+فسفاته بارور 2 منجر به افزایش تعداد استولون گردید و در گروه‌بندی دانکن کودهای بیولوژیک مصرفی در یک گروه قرار گرفتند (نمودار 4). تعداد استولونهای تشکیل شده در یک بوته نشان دهنده تعداد غده نهایی است و مصرف کود بیولوژیک با اثر بر فعل و انفعالات بیوشیمیایی و فتوسنتزمنجر به افزایش تعداد استولون گردید.

نمودار 4- مقایسه میانگین تعداد استولون برای کودهای مصرفی



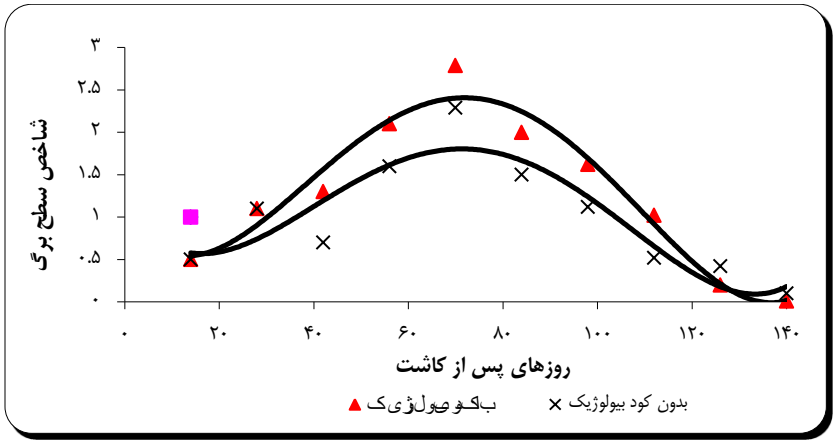
سرعت جذب خالص عبارت است از مقدار ماده ساخته شده گیاهی در واحد سطح برگ در هر روز که نشان دهنده کارایی فتوسنتز است. با توجه به اینکه در طول دوره رشد از کارایی برگها در تولید مواد فتوسنتزی کاسته می‌شود، مقدار سرعت جذب خالص نیز روند نزولی خواهد داشت. با تولید غده‌های گیاه و از بین رفتن برگهای در سایه مانده مقدار NAR بطور جزئی افزایش پیدا می‌کند. از دلایل افزایش جزئی NAR از دست دادن برگهای پیر و کاهش سطح برگ است. کود های ازتوبارور 1 و فسفاته بارور 2 با ایجاد تعادل در جذب مواد اصلی مورد نیاز گیاه و با ترشح هورمون رشد اکسین , رشد و توسعه ریشه و قسمت های هوایی گیاه را افزایش داده و در نتیجه موجب افزایش سرعت جذب خالص نور گردیده که در نهایت با افزایش فتوسنتز سبب افزایش وزن مینی‌تیوبر گردید (نمودار 5).

نمودار 5- مقایسه جذب خالص (NAR)



افزایش اندازه برگ را بر پایه بزرگ شدن سلول هم از نظر طویل شدن سلول و هم از نظر تقسیم سلولی می‌توان بررسی کرد. تولید انواع هورمون‌های محرک رشد گیاه نظیر اکسین و اسید جیبرلیک در نتیجه کابرد کودهای بیولوژیک، مسئول افزایش رشد و نمو گیاهان و افزایش شاخص سطح برگ می باشد. از طرفی همیاری باکتری های تثبیت کننده نیتروژن به دلیل تامین نیتروژن مورد نیاز باعث افزایش سطح برگ شده و دریافت تشعشع نوری توسط برگ بالا رفته و فتوسنتز افزایش یافته که به دنبال آن تولید اسیمیلات همچنین تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلول زیاد شده و نهایتاً رشد رویشی و عملکرد افزایش یافته است.

نمودار 6- شاخص سطح برگ



کاربرد باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپریلیوم به صورت ترکیبی با باکتری سودوموناس ضمن داشتن قابلیت تحرک رشد گیاه به علت اثرات سینرژیستی دو باکتری بر روی یکدیگر باعث بهبود مضاعف رشد گیاه می‌شود (مورالیدهاران و همکاران، 2010)

علاوه بر ان این باکتریها موجود در کودهای بیولوپیک ازتو باکتر با ترشح انواع آنتی بیوتیک ها , سمانید هیدروژن و سیورفور از تهاجم بسیاری از عوامل بیماریزای خاکزی به ریشه گیاه جلوگیری می کند. کار اصلی تثبیت کنندهای ازت , تثبیت ازت هوا و تبدیل آن به ازت معدنی قابل استفاده برای گیاه است .

نتایج این پژوهش بیانگر آن است کودهای بیولوژیک مورد استفاده توانسته‌اند شرایط مطلوب‌تری را نسبت به تیمار شاهد (بدون کود بیولوژیک) تأمین نماید. پاسخ گیاهان به آلودگی با باکتری‌های حل‌کننده فسفات و ازتوباکتر، بیشتر به صورت افزایش وزن خشک گیاه، ازدیاد میزان نیتروژن غده، افزایش ساقه‌ها و گل آذین‌های بارور، افزایش تعداد غده‌های هر گیاه و وزن متوسط غده‌ها، ازدیاد ارتفاع گیاه و طول برگ، تسریع در مراحل جوانه زنی و گل‌دهی گزارش شده است (فاگریا و بالیگار 2001، خاوزی، 2005) .محققین نیز به این مسأله اذعان دارند که کودهای بیولوژیک در برخی موارد جایگزین و در اکثر موارد به شکل مکمل، می‌توانند تضمین کننده پایداری سیستم‌های کشاورزی باشد و کودهای شیمیایی نیز همچنان به عنوان جزئی لازم در کشاورزی پایدار مد نظر قرار خواهند گرفت (لوف و همکاران، 2001).

کودهای ازتوبارور 1 و فسفاته بارور 2 با آزاد سازی عناصر نیتروژن و فسفر مورد نیاز گیاه خاک و عناصر ریز مغذی باعث تلقیح بیشتر گل ها شده که منجر به افزایش غده در گیاه می گردد و از طرفی با افزایش اندام های فتوسنتز کننده تولید اسیمیلات بالا رفته و مخزن های جدیدی در این رابطه ایجاد می شود. در این صورت تعداد مینی‌تیوبرها تا زمانی که عرضه مواد فتوسنتزی بیش از مصرف باشد افزایش می یابد، ضمن اینکه از توباکتر با داشتن توانایی سنتز اکسین ها و هورمون های محرک رشد توانسته در غده-زایی نقش بسزایی داشته باشد.

References

Asghari-Zakaria R, Fathi M, Hasan-Panah D. 2006. Sequential path analysis of yield components in potato. Potato Research 49: 273-279

Siyamak Dadashzadeh1, Mehrdad Yarnia1, and Davoud Hassanpanah.2013. Effects of NitroxinBio-Fertilizer onYield and YieldComponents of Potato Cultivars in SarabRegion. International Journal of Agronomy and Plant Production. Vol., 4 (12), 3152-3156

Fageria, n. k., and v. c. baligar. 2001. low land rice response to nitrogen fertilization. soil. science plant annual. 32(1&9): 1405-1429.

Ghushchi, Ph., Sh. Lak, H. R. Tohidi moghaddam, 2006. Principles of sustainable agriculture. Science and Research Branch, Khuzestan, p 243.

Gull, F. Y., Hafeez I., Saleem, M. and Malik, K. A. 2004. Phosphorus uptake and growth promotion of chickpea buy co-inoculation of mineral phosphate solubilizing bacteria and mixed rhizobial culture. Australian Journal of Experimental Agriculture. 44: 623-628

Hosseinzadeh A and Hassanpanah D, 2009. Study about possibilities of using repeated harvestin of potato plantlets in the greenhouse conditions. SPII, publications.

Kapoor R., Giri B. and Mukeri K.G. 2002. *Glomus macrocarpum*: a potential bioinoculant to improve essential oil quality and concentration in Dill (*Anethum gravolens*) and carum (*Trachyspermum ammi*). World Journal of Microbiology and Biotechnology. 18:459-463.

Khavazi, k, 2005. Necessity of production of industrial biological fertilizers in the countary. Soil and Water Research Institute, Agricultural Research and Education Organization, Ministry of Agriculture.

Lough, L.C., J.M. Varrieur, and R.E. Veilleux, 2001. Selection inherent in monoploied derivation mechanisms for potato. Theor. Appl. Genet. 103: 178-184.

Muraleedharan H. Seshadri S. Prumal K. 2010. Biofertilizer (Phosphobacteria). Chattier research center

Naik PS, Karihaloo J. 2007b. Micropropagation for production of quality potato seed in Asia-Pacific. Asia-Pacific Consortium on Agricultural Biotechnology