بررسی اثرات اندازه و مدت زمان خواب میکروتیوبر بر تولید مینی تیوبر در دو رقم سیب‌زمینی

احمد رضا بلندی[۱]، حسن حمیدی[۲]، حسین سابقی[۳] و رضا خوشبزم[۳]

چکیده

در این پژوهش پتانسیل جوانه‌زنی و شاخص‌های عملکرد میکروتیوبرهای حاصل از دو رقم سیب‌زمینی تجاری به نام‌های آگریا و مارفونا که دارای قطر کوچک‌تر از ۵، ۵ تا ۱۰ و بزرگتر از ۱۰ میلی‌متر بودند و ۳ تا ۵ ماه دوره‌ی خواب را گذرانده بودند مورد مطالعه قرار گرفتند. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. درصد میکروتیوبرهای جوانه‌زده و جوانه نزده و هم‌چنین وزن، تعداد و قطر مینی‌تیوبرها یادداشت گردید. ارتباط مثبت و معنی‌داری بین قطر میکروتیوبر با درصد جوانه زنی آن‌ها مشاهده گردید و میکروتیوبرهایی که دارای قطر بزرگ‌تر بودند عملکرد بهتری را از خود نشان دادند. نتایج نشان داد که رقم مارفونا با ۵۶/۳۷ درصد جوانه‌زنی، عملکرد بهتری را نسبت به رقم آگریا (۴۸/۸۷٪) دارد در صورتی‌که از نظر صفات شاخص عملکرد، رقم آگریا برتری داشت. در ارقام مورد مطالعه، میکروتیوبرهای با قطر بزرگ‌تر که دوره خواب طولانی‌تری را گذرانده بودند نسبت به میکروتیوبرهای کوچک‌تر که دوره خواب کوتاه‌تری را گذرانده بودند از نظر وزن، تعداد و قطر مینی‌تیوبر برتری نشان دادند. در این پژوهش اثر متقابل بین تیمارهای مختلف برای اکثر صفات مرتبط با شاخص عملکرد معنی‌دار بود.

واژه‌های کلیدی: سیب‌زمینی، مینی تیوبر، اندازه میکروتیوبر، دوره خواب، عملکرد

Archive of SID

۱ و ۲. به ترتیب عضو هیئت علمی و کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، مشهد
۳. کارشناس ارشد سازمان جهاد کشاورزی خراسان رضوی، مشهد

www.SID.ir

مقدمه

سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی جهان است که با تولید ۳۲۵/۳ میلیون تن در سال پس از گندم، برنج و ذرت از نظر اقتصادی رتبه چهارم را به خود اختصاص داده است (فائو ، ۲۰۰۷). گیاه سیب‌زمینی عموماً به‌وسیله غده که ضریب تکثیر آن پایین می‌باشد زدیاد می‌شود. در کشورهای مناطق گرمسیر و نیمه‌گرمسیر که فاقد زمستان‌های سرد می‌باشند، به دلیل عدم قطع سیکل زندگی پاتوژن و نتیجتاً تراکم بالای عوامل بیماری‌زا در غده، تولید سیب‌زمینی با مشکل مواجه می‌گردد. این کشورها غده‌ی مورد نیاز را از مناطقی که دارای شرایط نامطلوب برای رشد پاتوژن‌ها هستند تامین می‌کنند که به دلیل هزینه بالای آزمون‌های ویروسی بیشتر از ۵۰٪ مجموع هزینه تولید در این مناطق بدین منظور اختصاص می‌یابد (لکلرک،۱۹۹۴). استفاده از کشت بافت گیاهی برای ایجاد گیاه سالم و عاری از عوامل بیماری‌زا از گیاهان آلوده به انواع عوامل بیماری‌زا با هدف تولید هسته اولیه بذری توسط بسیاری از محققین برای کشورهایی که به دلیل شرایط کلیمایی امکان تولید بذر سالم وجود ندارد، پیشنهاد گردیده است (بلندی و ضرغامی، ۱۳۸۳؛ لاخوآ و الوز، ۱۹۹۳؛ احمد و همکاران، ۱۹۹۵؛ پروسکی و همکاران، ۲۰۰۳). بدین منظور پس از سالم‌سازی ارقام مطلوب و مورد نظر نسبت به تکثیر آن‌ها در شرایط درون شیشه‌ای اقدام می‌گردد. پس از رسیدن گیاهچه‌ها به وضعیت رشدی مناسب (حدود ۴ هفته پس از کشت) نسبت به انتقال مستقیم آن‌ها به گلخانه (احمد و همکاران، ۱۹۹۵) و یا حفظ مدت زمان بیشتر گیاهچه‌ها در شرایط درون شیشه‌ای (۱۲ تا ۱۶ هفته) برای تولید میکروتیوبر و سپس کشت آن‌ها در گلخانه برای تولید هسته اولیه بذری (مینی تیوبر) اقدام می‌گردد (لکلرک و همکاران، ۱۹۹۵؛ پروسکی و همکاران، ۲۰۰۳؛ کاواکامی و همکاران، ۲۰۰۳؛ پارک و همکاران، ۲۰۰۸).

مزیت استفاده از میکروتیوبر نسبت به گیاهچه برای تولید مینی تیوبر را می‌توان در آسیب پذیری کمتر آن در زمان انتقال به گلخانه، تسریع در عمل کاشت، عدم نیاز به گذراندن مرحله سازگاری، جابه‌جایی آسان از یک منطقه به منطقه دیگر و امکان ذخیره کردن آن‌ها نام برد (لاخوا و الوز، ۱۹۹۳؛ پروسکی و همکاران، ۲۰۰۳). در عین حال مدت زمان تولید مینی تیوبر از میکروتیوبر در مقایسه با گیاهچه به دلیل نیاز به گذراندن دوره خواب میکروتیوبرها قبل از کشت طولانی‌تر می باشد ضمن این‌که به دلیل نسبت بالای سطح به حجم به آسانی آب خود را از دست داده و در صورت عدم نگهداری در شرایط مطلوب از بین می‌روند (لکلرک و همکاران، ۱۹۹۵؛ استروییک و لومن، ۱۹۹۹؛ پارک و همکاران، ۲۰۰۸).

مینی تیوبرهای تولیدی به عنوان اولین نسل حاصل از کشت درون شیشه‌ای بوده و حد وسط بین مواد گیاهی با منشاء درون شیشه‌ای و مزرعه می‌باشند (رولوت و همکاران، ۲۰۰۲). این کلاس بذری به عنوان منبع اولیه بذر پایه برای بذور گواهی شده در سیب زمینی می‌باشد (احمد و همکاران، ۱۹۹۵).

عملکرد مینی تیوبرهای حاصل از کشت میکروتیوبر تحت تاثیر عوامل مختلفی از جمله نوع رقم، قطر میکروتیوبر و مدت زمان دوره‌ی خواب آن قرار دارد. کاواکامی و همکاران (۲۰۰۳) رشد و عملکرد گیاهان سیب زمینی حاصل از کشت میکروتیوبر در شرایط مزرعه را مورد مطالعه قرار دادند. آن‌ها از میکروتیوبرهای رقم Norin1 با دو اندازه ۱- ۰/۵ و ۳-۱ گرم و هم‌چنین غده‌های با وزن حدود ۵۰ گرم استفاده کردند و نشان دادند که پتانسیل استفاده از میکروتیوبر جهت کشت در شرایط مزرعه وجود دارد. نتایج این پژوهش‌گران هم‌چنین نشان داد که در ابتدا گیاهان حاصل از کشت میکروتیوبر دارای شاخص سطح برگ کم‌تری نسبت به گیاهان حاصل از کشت غده‌ها می‌باشند، اما ۴۰ روز پس از سبز شدن، شاخص سطح برگ در تمام گیاهان مشابه می‌شود. در این پژوهش غده‌زایی در گیاهان حاصل از کشت میکروتیوبر ۷ روز دیرتر از گیاهان حاصل از کشت غده شروع شد. پروسکی و همکاران (۲۰۰۳) گزارش دادند نوع رقم و شرایط گیاهچه در زمان رشد در آزمایشگاه عملکرد مینی تیوبرها در مزرعه را تحت تاثیر قرار

Archive of SID

www.SID.ir

می‌دهند و برای دستیابی به تولید مطلوب، بهینه کردن این عوامل برای هر ژنوتیپ مشخص به عنوان یک فاکتور کلیدی می‌باشد. در این پژوهش از سه ژنوتیپ مورد مطالعه یک ژنوتیپ قادر به تولید میکروتیوبر نبود و بین دو ژنوتیپ دیگر اختلاف معنی‌داری از نظر تعداد و وزن مینی تیوبرهای تولید شده گزارش گردید. در پژوهشی که احمد و همکاران (۱۹۹۵) روی عملکرد مینی تیوبرهای حاصل از کشت گیاهچه‌های ۶ ژنوتیپ سیب-زمینی در گلخانه انجام دادند اختلاف معنی‌داری از نظر وزن، تعداد و اندازه مینی تیوبر بین ژنوتیپ‌ها گزارش دادند. در این مطالعه تعداد مینی تیوبر تولید شده از گیاهچه‌ها بین ۶۰۰ تا ۱۵۰۰ عدد و وزن آن‌ها از ۰/۸۹ تا ۲/۶۱ کیلوگرم در مترمربع بر حسب ژنوتیپ متغیر بود.

در پژوهشی که توسط استرییک و همکاران (۱۹۹۹) روی میکروتیوبرهای شش رقم سیب‌زمینی انجام شد وجود اختلاف معنی‌دار برای سرعت جوانه‌زنی بر اساس اندازه‌ی میکروتیوبر گزارش گردید. نتایج این پژوهش نشان داد میکروتیوبرهای با وزن ۳ گرم پس از ۱۰ روز جوانه زدند در صورتی‌که این مدت برای میکروتیوبرهای با وزن ۳۷۵ و ۷۵۰ میلی‌گرم به ترتیب ۱۵ و ۱۳ روز بود. در گزارش دیگر پارک و همکاران (۲۰۰۸) استفاده از میکروتیوبر جهت کشت در گلخانه و یا به‌صورت مستقیم در مزرعه را پیشنهاد نمودند و تاکید نمودند که اندازه میکروتیوبرهای انتخاب شده تاثیر زیادی روی وضعیت محصول تولید شده دارد و به عنوان یکی از مهم‌ترین شاخص‌های تعیین کیفیت بذر سیب زمینی از لحاظ تعداد جوانه می‌باشد. دونلی و همکاران (۲۰۰۳) در مطالعه‌ای که روی تاثیر اندازه میکروتیوبرها بر کیفیت مینی تیوبرهای حاصل از این بذور انجام دادند، گزارش کردند که اندازه‌ی میکروتیوبر فاکتور مهمی بدین منظور می‌باشد و غده‌های بزرگتر دارای عملکرد بیشتری می‌باشند.

استرووییک و ویرسوما (۱۹۹۹) گزارش دادند میکروتیوبرهای تشکیل شده در کشت درون شیشه‌ای عموماً دوره‌ی خواب طولانی دارند و برای تشکیل جوانه باید حداقل به مدت ۴ ماه در دمای پایین نگهداری شوند. این پژوهشگران استفاده از میکروتیوبرهای پیش جوانه‌دار شده که دوره‌ی خواب آن‌ها تکمیل شده باشند را موجب افزایش تعداد جوانه فعال در غده و سرعت رشد جوانه و ساقه ذکر کردند. در پژوهش دیگری پروسکی و همکاران (۲۰۰۳) گزارش دادند کامل نشدن دوره‌ی خواب میکروتیوبرها موجب تشکیل تعداد کمتر گیاه در مزرعه می‌شود.

تکنولوژی تولید مینی تیوبر در سال‌های اخیر در کشور به-دست آمده، اما هنوز تحقیقات زیادی در ارتباط با پیش تیمار میکروتیوبرهای مادری با هدف افزایش عملکرد مینی تیوبر مورد نیاز است. در این پژوهش بررسی تاثیر اندازه و مدت زمان خواب میکروتیوبرهای مادری بر صفات مرتبط با عملکرد مینی تیوبرهای حاصل بر روی دو ژنوتیپ تجاری منطقه با هدف انتخاب بهترین تیمار برای تولید حداکثر مینی تیوبر با کیفیت مطلوب در شرایط گلخانه مورد مطالعه قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

میکروتیوبرها از گیاهچه‌های عاری از ویروس دو رقم سیب‌زمینی به نام های آگریا و مارفونا با ۴ ماه سن که در شرایط درون شیشه‌ای رشد کرده بودند، تهیه و به عنوان ماده‌ی گیاهی در این آزمایش مورد استفاده قرار گرفتند. به منظور داشتن میکروتیوبرهایی که در زمان کاشت دوره‌های خواب مورد نظر در این پژوهش را گذرانده باشند، در سه زمان مختلف (۳، ۴ و ۵ ماه قبل از کشت) برداشت میکروتیوبر انجام شد. میکروتیوبرها سپس به داخل پتری‌دیش منتقل و در دمای ۴ درجه‌ی سانتی‌گراد در تاریکی نگهداری شدند. در زمان کاشت، میکروتیوبرهای مربوط به هر تیمار دوره‌ی خواب، بر اساس قطر به سه گروه: کمتر از ۵ میلی‌متر، ۵ تا ۱۰ میلی‌متر و بزرگتر از ۱۰ میلی‌متر طبقه بندی گردیدند. میکروتیوبرها در داخل گلدان هایی با قطر و ارتفاع حدود ۲۰ سانتی‌متر که محتوی خاک برگ، کود حیوانی و خاک زراعی با نسبت مساوی بودند، از قرار یک میکروتیوبر در هر گلدان کشت شدند. آبیاری در مراحل اولیه کشت یک نوبت در روز و سپس طبق نیاز گیاه در زمان‌های مناسب انجام می‌شد. تعداد میکروتیوبرهای

Archive of SID

www.SID.ir

جوانه‌زده ۱۰ و ۲۰ روز پس از کشت برای هر تیمار یاداشت گردید. چهل روز پس از کشت، یاداشت برداری مجدداً انجام و تعداد میکروتیوبرهایی که قادر به تولید جوانه نبوده و یا جوانه های آن‌ها پس از تشکیل قادر به ادامه‌ی رشد نبوده و از بین رفته بودند برای هر تیمار مشخص گردید. در پایان فصل رشد پس از برداشت مینی تیوبرها، وزن کل مینی تیوبر در هر گیاه، تعداد مینی تیوبر در هر گیاه و هم‌چنین میانگین وزن و قطر مینی تیوبر، اندازه گیری شدند. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار که هر تکرار شامل ۱۰ گلدان (واحد آزمایشی) بود، اجرا گردید. تجزیه واریانس برای صفات مورد مطالعه با استفاده از نرم افزار آماری SAS انجام گرفت. رسم نمودارها و مقایسه میانگین به ترتیب با استفاده از نرم افزارهای Excel و MSTAT-C انجام شد و از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد برای مقایسه میانگین ها استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین ارقام مورد استفاده و هم‌چنین قطر میکروتیوبرها از نظر کلیه صفات مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری وجود دارد. در این آزمایش بین سطوح مختلف دوره‌ی خواب از نظر درصد جوانه‌زنی میکروتیوبرها پس از ۱۰ روز، وزن مینی تیوبر تولید شده توسط هر گیاه و هم‌چنین میانگین وزن مینی تیوبرها تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید که این تفاوت برای درصد جوانه‌زنی در سطح ۵٪ و برای دو صفت دیگر در سطح ۱٪ وجود داشت (جدول ۱). در این پژوهش، پس از انتقال میکروتیوبرها به داخل خاک، عدم یکنواختی در سبز شدن و سرعت جوانه زنی آن‌ها با توجه به قطر میکروتیوبرها و دیگر تیمارهای اعمال شده مشاهده گردید. اختلاف ارقام از نظر سرعت جوانه‌زنی در اوایل کشت بیشتر از مراحل بعدی بود به طوری‌که ۱۰ روز پس از کشت ۴۴/۸۶ درصد میکروتیوبرهای مربوط به رقم مارفونا تولید جوانه نمودند در صورتی‌که درصد جوانه‌زنی میکروتیوبرهای رقم آگریا در این مدت فقط ۳۱/۹۵ درصد بود. این اختلاف در مرحله بعدی یادداشت برداری که ۲۰ روز پس از کشت صورت پذیرفت به ۷/۵ درصد کاهش پیدا کرد و از ۵۶/۳۷ درصد در رقم مارفونا به ۴۸/۸۷ درصد برای رقم آگریا رسید. درصد میکروتیوبرهایی که قادر به تولید جوانه نبودند و یا گیاهچه های آن‌ها در مراحل اولیه‌ی رشد از بین رفتند بر حسب ژنوتیپ متفاوت بود که این مقدار برای رقم آگریا ۵۴/۲۶ درصد و برای رقم مارفونا ۴۶/۰۱ درصد بود (جدول ۲).

از نظر صفات شاخص عملکرد در این پژوهش به جز برای صفت تعداد مینی تیوبر در هر گیاه که بین دو رقم اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید، برای بقیه صفات مورد مطالعه رقم آگریا عملکرد بهتری نسبت به رقم مارفونا نشان داد، به طوری‌که از نظر وزن کل مینی تیوبر تولید شده توسط هر گیاه، رقم آگریا با ۴۲/۴ گرم در مقابل ۳۶/۵۵ گرم مینی تیوبر تولید شده توسط رقم مارفونا برتری خود را نشان داد. برای صفات میانگین وزن و قطر مینی تیوبرها، مقادیر به‌دست آمده از رقم مارفونا به ترتیب ۶/۶۴ گرم و ۱۶/۵۱ میلی‌متر بود که این مقادیر برای رقم آگریا با افزایش معنی‌داری همراه بود و به ترتیب به ۷/۴۴ و ۱۷/۷۷ رسید (جدول۲) . رولوت و همکاران (۲۰۰۲) جهت تولید مینی تیوبر از میکروتیوبرهای شش واریته سیب‌زمینی با تراکم ۵۹ عدد میکروتیوبر در مترمربع استفاده نمودند. نتایج نشان داد که عملکرد مینی تیوبر در ارقام مورد آزمایش از ۲۲۴ تا ۷۷۹ عدد مینی تیوبر (با قطر بیشتر از ۱۰ میلی‌متر) در هر متر مربع بر حسب ژنوتیپ متفاوت می-باشد. در پژوهش دیگر گوپال و همکاران (۱۹۹۷) تعداد ۲۲ صفت زراعی و مورفولوژیکی کشت‌های حاصل از دو تیپ میکروتیوبر (سبز و سفید) را روی ۱۶ ژنوتیپ سیب‌زمینی مطالعه نمودند و اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها، تیپ‌های میکروتیوبر و اثر متقابل آن‌ها برای صفات مختلف مورد مطالعه گزارش دادند.

علاوه بر تاثیر ژنوتیپ، وضعیت میکروتیوبر و شرایط تولید آن روی پتانسیل عملکرد مینی تیوبرهای تولیدی توسط پژوهشگران متعددی گزارش گردیده است (لاخوآ و الوز، ۱۹۹۳؛ گوپال و همکاران، ۱۹۹۷؛ آلسادون و همکاران، ۱۹۹۸؛ دونلی و همکاران، ۲۰۰۳؛

Archive of SID

www.SID.ir

پارک و همکاران، ۲۰۰۸). در این آزمایش، میکروتیوبرهای با قطر بزرگتر پاسخ بهتری به جوانه‌زنی و تولید گیاهچه نسبت به میکروتیوبرهای با قطر کوچک‌تر نشان دادند به‌طوری‌که ارتباط مثبت و معنی‌داری بین قطر میکروتیوبر با درصد جوانه‌زنی آن‌ها مشاهده گردید. درصد میکروتیوبرهای جوانه زده پس از ۲۰ روز که دارای قطر بزرگتر از ۱۰ میلی‌متر بودند ۳/۴۶ برابر بیشتر از آن‌های با قطر کوچک‌تر از ۵ میلی‌متر بودند. بر عکس درصد تلفات میکروتیوبرهای با اندازه بزرگتر از ۱۰ میلی‌متر، ۵۶/۷۴ درصد کمتر از میکروتیوبرهای با اندازه کمتر از ۵ میلی‌متر بود و از ۷۹/۰۷ درصد به ۲۲/۳۳ در صد کاهش پیدا کرد (جدول ۲). به‌علاوه نتایج ارتباط مستقیم و معنی‌داری را بین قطر میکروتیوبرهای مورد استفاده با وزن و تعداد مینی تیوبر تولید شده در هر گیاه نشان داد، به طوری‌که وزن کل مینی تیوبر تولید شده توسط هر گیاه که از کشت میکروتیوبرهای با قطر کمتر از ۵ میلی‌متر حاصل گردید، ۲۹/۴۸ گرم بود که این مقدار برای میکروتیوبرهای بزرگتر از ۱۰ میلی‌متر به ۴۹/۰۸ گرم رسید. از نظر تعداد مینی تیوبر تولید شده توسط هر گیاه، مقادیر حاصل از کشت میکروتیوبرهای بزرگ‌تر از ۱۰ میلی‌متر ۶/۵۲ عدد بود که در مقایسه با تعداد حاصل از کشت میکروتیوبرهای کوچک‌تر از ۵ میلی‌متر (۴/۹۲) برتری معنی‌داری را نشان داد. به‌علاوه نتایج مقایسه میانگین‌ها برای صفات میانگین وزن و قطر مینی تیوبرهای تولید شده اختلاف معنی‌داری را بین مقادیر به‌دست آمده برای این صفات بر اساس اندازه میکروتیوبرهای استفاده شده نشان داد. بیش‌ترین میانگین به‌دست آمده برای هر دو صفت ذکر شده از میکروتیوبرهای بزرگتر از ۱۰ میلی‌متر به‌دست آمد که به ترتیب ۷/۹ گرم و ۱۸/۴ میلی‌متر برای میانگین وزن و قطر بود . مقادیر به‌دست آمده برای این دو صفت (میانگین وزن و قطر مینی تیوبر) برای میکروتیوبرهای کوچکتر از ۵ میلی‌متر به ترتیب ۶/۱۴ گرم و ۱۶/۰۶ میلی‌متر بود.

لاخوآ و الوز (۱۹۹۳) از میکروتیوبرهای با سه اندازه کم‌تر از ۳ میلی‌متر، ۳ تا ۵ میلی‌متر و بزرگ‌تر از ۵ میلی‌متر جهت تولید مینی تیوبر استفاده نمودند. نتایج آن‌ها نشان داد که ارتباط مستقیمی بین قطر و درصد سبز شدن میکروتیوبرها وجود دارد. در این پژوهش فقط ۴۶٪ میکروتیوبرهایی که دارای قطر کم‌تر از ۳ میلی‌متر بودند قادر به تولید جوانه بودند در حالی‌که این مقدار برای میکروتیوبرهای با قطر ۳ تا ۵ میلی‌متر و بزرگتر از ۵ میلی‌متر به ترتیب ۷۵٪ و ۹۸٪ بود. این نتایج هم‌چنین نشان داد که میکروتیوبرهای با اندازه بزرگ‌تر، درصد مینی تیوبرهای بزرگ‌تر بیش‌تری نسبت به میکروتیوبرهای کوچک‌تر تولید می‌کنند. به‌علاوه در این پژوهش عملکرد مینی تیوبرها در واحد سطح با افزایش قطر میکروتیوبرها افزایش یافت و مقدار آن به ترتیب ۲۰، ۲۷ و ۴۰ تن در هکتار برای میکروتیوبرهای با قطر کم‌تر از ۳ میلی‌متر، ۳ تا ۵ میلی‌متر و بزرگ‌تر از ۵ میلی‌متر گزارش گردید. در پژوهشی دیگر آلسادون و همکاران (۱۹۸۸) گزارش دادند که عملکرد غده‌های گیاهان حاصل از میکروتیوبرهای کوچک‌تر معمولا کم‌تر از آن‌های حاصل از غده‌های بزرگ می‌باشد. ژورگاکیس و همکاران (۱۹۹۷) چهار اندازه مینی تیوبر (کوچک‌تر از ۱۰، ۱۵-۱۰، ۲۰-۱۵ و بزرگ‌تر از ۲۰ میلی‌متر) را با چهار تراکم کشت مورد مطالعه قرار دادند و اختلاف معنی‌داری بین سطوح تیمارهای اعمال شده از نظر اندازه، تعداد و وزن غده‌های تولید شده مشاهده نمودند.

مدت زمان دوره‌ی خواب میکروتیوبرها به عنوان یکی از فاکتورهای مهم دیگری است که در پژوهش حاضر علاوه بر تاثیر معنی‌دار روی درصد جوانه‌زنی میکروتیوبرها، وزن کل مینی تیوبر تولید شده توسط هر گیاه و هم‌چنین میانگین وزن مینی تیوبرها را تحت تاثیر قرار داد. نتایج نشان داد سرعت جوانه‌زنی در میکروتیوبرهایی که دوره‌ی خواب طولانی‌تری را گذرانده‌اند بیشتر از میکروتیوبرهای با دوره‌ی خواب کوتاه‌تر است، به گونه‌ای که ده روز پس از کشت ۴۶/۴۸ درصد میکروتیوبرهای با ۵ ماه دوره‌ی خواب تولید جوانه نمودند در صورتی‌که این مقدار برای میکروتیوبرهای با ۳ ماه دوره‌ی خواب ۳۴/۳۶ درصد بود. در این پژوهش هم‌چنین میکروتیوبرهایی که ۵ ماه دوره‌ی خواب را گذرانده بودند با تولید ۴۱/۴۷ گرم مینی تیوبر توسط هر گیاه برتری خود را نسبت به آن‌هایی که با ۴ ماه دوره‌ی

Archive of SID

www.SID.ir

خواب (۳۶/۰۱ گرم) نشان دادند، ضمن این‌که در این تیمار برتری برای صفت میانگین وزن مینی تیوبر حدود ۱۸٪ مشاهده گردید (جدول ۲). در تحقیقی که مولت (۱۹۹۱) روی میکروتیوبرهای بزرگتر از ۷ میلی‌متر انجام داد نشان داد که تعداد مینی تیوبر تولید شده در واحد سطح با افزایش مدت زمان خواب میکروتیوبر افزایش می‌یابد. در این آزمایش تعداد مینی تیوبر تولید شده از میکروتیوبرهای با ۷ ماه دوره‌ی خواب ۵۰۰ عدد در متر-مربع بود در صورتی‌که این تعداد برای میکروتیوبرهای با سه ماه دوره‌ی خواب به ۲۰۰ عدد در مترمربع کاهش پیدا کرد. در پژوهش دیگر رانالی و همکاران (۱۹۹۴) نشان دادند که طول دوره‌ی خواب ارتباط معکوس با اندازه‌ی میکروتیوبر دارد. بنابراین میکروتیوبرهای با اندازه کوچک (۹۰ تا ۱۲۰ میلی‌گرم) به دلیل عدم امکان نگهداری برای مدت طولانی و نتیجتاً تکمیل نشدن دوره‌ی خواب توانایی جوانه‌زنی پایینی دارند.

مطالعه اثرات متقابل تیمارهای اعمال شده وجود اختلاف معنی‌داری را بر اساس صفات مورد مطالعه نشان می‌دهد. برای صفت وزن مینی تیوبر تولید شده توسط گیاه، بیش‌ترین مقدار به‌دست آمده در رقم آگریا از میکروتیوبرهای بزرگ‌تر از ۱۰ میلی‌متر با ۵ ماه دوره‌ی خواب به‌دست آمد (۵۹/۲۴) در صورتی‌که در رقم مارفونا برای این صفت بالاترین عملکرد از میکروتیوبرهای بزرگ‌تر از ۱۰ میلی‌متر با ۳ ماه دوره‌ی خواب حاصل شد (۵۱/۱۱). مطالعه وزن مینی تیوبرهای حاصل از کشت میکروتیوبرهای کوچک‌تر از ۵ میلی‌متر نشان داد که در رقم آگریا بالاترین عملکرد با ۳۷/۷ گرم از میکروتیوبرهای با دوره‌ی خواب ۳ ماه به‌دست آمد در حالی‌که در رقم مارفونا بیش‌ترین مقدار برای این صفت از میکروتیوبرهای با ۵ ماه دوره‌ی خواب حاصل گردید (جدول ۳). بین تیمارهای اعمال شده اثر متقابل معنی-داری از نظر سایر صفات مورد مطالعه نیز مشاهده گردید. به طور مثال برای تعداد مینی تیوبر تولید شده در رقم آگریا، میکروتیوبرهای با قطر ۱۰-۵ میلی‌متر که ۵ ماه دوره‌ی خواب را گذرانده بودند، نسبت به تیمار مشابه در رقم مارفونا عملکرد کم‌تری نشان داد (۴/۸۱ در مقابل ۶/۰۷) .در صورتی‌که عملکرد رقم آگریا در اندازه اشاره شده با دوره‌ی خواب ۳ ماه به صورت معنی-داری از تعداد تولید شده در تیمار مشابه رقم مارفونا بیشتر بود.

به‌طور کلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد که اندازه و مدت زمان خواب میکروتیوبرهای مادری تاثیر معنی‌داری روی صفات مرتبط با عملکرد در مینی تیوبرهای تولیدی دارند. هم‌چنین در ارقام مورد مطالعه، میکروتیوبرهای با قطر بزرگ‌تر که دوره خواب طولانی-تری را گذرانده بودند نسبت به میکروتیوبرهای کوچک‌تر با دوره خواب کوتاه‌تر از نظر کلیه صفات شاخص عملکرد برتری نشان دادند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس اثرات اندازه و مدت زمان خواب میکروتیوبر بر صفات مورد مطالعه در دو رقم سیب‌زمینی

منابع تغییرات	درجات آزادی	میانگین مربعات						
		میکروتیوبرهای جوانه‌زده پس از ۱۰ روز (٪)	میکروتیوبرهای جوانه‌زده پس از ۲۰ روز (٪)	میکروتیوبرهای جوانه- زده پس از ۴۰ روز (٪)	وزن کل مینی تیوبر در هر گیاه (گرم)	تعداد مینی تیوبر در هر گیاه	میانگین وزن مینی تیوبر (گرم)	میانگین قطر مینی تیوبر (میلی‌متر)
تکرار	۲	۲۶۱/۶۴ **ns**	۲۱۹/۳ **ns**	۱۹۵/ ۲۷**ns**	۷۳/۳۸ **ns**	۰/۲۹ **ns**	۰/۰۴ **ns**	۰/۶۴ **ns**
رقم (**a**)	۱	۲۲۵۱/۷ **	۷۵۸/۶۲ *	۹۱۸/۴۳ *	۴۶۱/۷۷ **	۰/۹۶ *	۸/۷ **	۲۱/۴۷ **
قطر میکروتیوبر (**b**)	۲	۹۰۳۰/۰۸ **	۱۴۷۱۰/۱۵ **	۱۴۵۰۴/۰۳ **	۱۷۳۰/۳۴ **	۱۱/۴۹ **	۱۳/۹ **	۲۵/۴۴ **
مدت خواب (**c**)	۲	۸۸۰/۸۸ *	۸۷/۸۲ **ns**	۱۰۶/۸۸ **ns**	۱۶۲/۶۵ **	۰/۲۷ **ns**	۹/۳۶ **	۵/۲۴ **ns**
a×b	۲	۵۴/۷۶ **ns**	۱۹۸/۱۵ **ns**	۱۳۳/۸۶ **ns**	۳۶/۳۳ **ns**	۱/۱۷ *	۱/۱۳ **ns**	۰/۱۲ **ns**
a×c	۲	۶/۶۲ **ns**	۶۲/۴۴ **ns**	۶۲/۷۱ **ns**	۲۹/۰۵ **ns**	۲/ ۶۵**	۱/۳۲ **ns**	۰/۸۸ **ns**
b×c	۴	۱۸۵/۹۳ **ns**	۳۷۵/۷۹ **ns**	۳۶۶/۵۵ **ns**	۳۸/۸۷ **ns**	۱/۷ **	۵/۹۵ **	۷/۱۱ *
a×b×c	۴	۱۹۹/۹۲ **ns**	۲۱۶/۱۶ **ns**	۲۳۷/۴۴ **ns**	۲۵۶/۵۶ **	۰/۸۷ *	۷/۶۴ **	۹/۱۸ **
خطای آزمایشی	۳۴	۲۰۳/۹۳	۱۷۰/۱۳	۱۷۰/۳۶	۱۷/۴۹	۰/۲۳	۰/۸۱	۲/۱۴

: معنی‌دار در سطح ۱٪، *: معنی‌دار در سطح ۵٪ و **ns: غیر معنی‌دار

جدول۲: مقایسه میانگین اثرات اندازه و مدت زمان خواب میکروتیوبر بر صفات مورد مطالعه در دو رقم سیب‌زمینی

	تیمار	میکروتیوبرهای جوانه‌زده پس از ۱۰ روز (٪)	میکروتیوبرهای جوانه- زده پس از ۲۰ روز (٪)	میکروتیوبرهای جوانه- زده پس از ۴۰ روز (٪)	وزن کل مینی تیوبر در هر گیاه (گرم)	تعداد مینی تیوبر در هر گیاه	میانگین وزن مینی تیوبر (گرم)	میانگین قطر مینی تیوبر (میلی‌متر)
رقم	آگریا	۳۱/۹۵b	۴۸/۸۷b	۵۴/۲۶a	۴۲/۴a	۵/۸۷a	۷/۲۲a	۱۷/۷۷a
	مارفونا	۴۴/۸۶a	۵۶/۳۷a	۴۶/۰۱b	۳۶/۵۵b	۵/۶۱a	۶/۵۱b	۱۶/۵۱b
قطر میکروتیوبر	کمتر از ۵ میلی‌متر	۱۵/۴۴c	۲۳/۲۵c	۷۹/۰۷a	۲۹/۴۸c	۴/۹۲c	۵/۹۹c	۱۶/۰۶b
	۱۰-۵ میلی‌متر	۳۹/۵۸b	۵۴/۲۴b	۴۹/۰۱b	۳۹/۸۵b	۵/۷۸b	۶/۸۹b	۱۶/۹۶b
	بزرگتر از ۱۰ میلی‌متر	۶۰/۱۹a	۸۰/۳۶a	۲۲/۳۳c	۴۹/۰۸a	۶/۵۲a	۷/۵۳a	۱۸/۴۱a
دوره خواب	۳ ماه	۳۴/۳۶b	۵۰/۴۴a	۵۲/۲۶a	۴۰/۹۳a	۵/۸۴a	۷/۰۱a	۱۷/۶۳a
	۴ ماه	۳۴/۳۷b	۵۲/۵۶a	۵۰/۶۸a	۳۶/۰۱b	۵/۷۷a	۶/۲۴b	۱۶/۵۶b
	۵ ماه	۴۶/۴۸a	۵۴/۸۶a	۴۷/۴۸a	۴۱/۴۷a	۵/۶a	۷/۴a	۱۷/۲۴ab

در هر ستون اعداد دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری با هم ندارند (دانکن و ٪۵=α)

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳: مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم و اندازه میکروتیوبر و مدت دوره خواب بر صفات مورد مطالعه در سیب‌زمینی

رقم	قطر میکروتیوبر (میلی‌متر)	دوره خواب (ماه)	میکروتیوبرهای جوانه‌زده پس از ۱۰ روز (٪)	میکروتیوبرهای جوانه‌زده پس از ۲۰ روز (٪)	میکروتیوبرهای جوانه‌زده پس از ۴۰ روز (٪)	وزن کل مینی تیوبر در هر گیاه (گرم)	تعداد مینی تیوبر در هر گیاه	میانگین وزن مینی تیوبر (گرم)	میانگین قطر مینی تیوبر (میلی‌متر)
آگریا	کوچکتر از ۵ میلی‌متر	۳	۱۰/۴۳ef	۱۸/۶g	۸۴/۷۳a	۳۷/۷fgh	۵/۶۳cdef	۶/۷ bc	۱۸/۲abc
		۴	۶/۷۷f	۱۲/۱۳g	۸۹/۸۷a	۲۹/۱۶ijk	۴/۷۷fgh	۶/۱۱ cdef	۱۶/۸۱bcd
		۵	۷/۳۳f	۱۷/۳۳g	۸۳/۶۷a	۲۵/۴۹jk	۴/۲۸gh	۵/۹۶ cdef	۱۵/۲۴de
	۵-۱۰ میلی‌متر	۳	۲۶/۳۷cdef	۳۵/۳efg	۶۸/۷abc	۴۲/۹۹def	۶/۷۵ab	۶/۳۷ cde	۱۶/۸۵bcd
		۴	۲۷/۹۳cdef	۵۸/۳cde	۴۶/۷cd	۴۱/۴۱defg	۵/۷۷cde	۷/۱۸ bcd	۱۷/۵bcd
		۵	۵۱/۰۷bc	۶۷/۲۳abcd	۳۶/۴۳de	۴۵/۷۹cde	۴/۸۱fgh	۹/۵۲ a	۱۸/۱۵abc
	بزرگتر از ۱۰ میلی‌متر	۳	۴۵/۶۷bcd	۸۸/۳a	۱۵/۲۳e	۵۵/۲۵ab	۶/۵bc	۸/۵ a	۲۰/۳۴a
		۴	۴۸/۲bc	۶۹/۶۷abcd	۳۳/۶۷de	۴۴/۵۳cdef	۷/۴۹a	۵/۹۴ def	۱۷/۳۶bcd
		۵	۶۳/۷۷ab	۷۲/۹۷abcd	۲۹/۳۷de	۵۹/۲۴a	۶/۸۴ab	۸/۶۶ ab	۱۹/۵۱ab
مارفونا	کوچکتر از ۵ میلیمتر	۳	۱۸/۶۳def	۲۸/۹fg	۷۲/۷۳ab	۲۳/۶۴k	۵/۱efg	۴/۶۳ f	۱۳/۶۹e
		۴	۲۰/۸def	۳۰/۵۳fg	۷۳/۴۷ab	۲۲/۶۶k	۴/۱h	۵/۵۳ def	۱۵/۴۵cde
		۵	۲۸/۷cdef	۳۲/۰۳fg	۶۹/۹۷abc	۳۸/۲۶efgh	۵/۶۵cdef	۶/۷۷ cde	۱۶/۹۵bcd
	۵-۱۰ میلیمتر	۳	۳۴/۸۳cde	۴۸/۷def	۵۲/۹۷bcd	۳۴/۹۱ghi	۵/۴۶def	۶/۳۹ bcd	۱۶/۴۶cd
		۴	۴۸/۷۷bc	۶۲/۹۷bcd	۳۸/۲de	۳۱/۳۷hij	۵/۷۹cde	۵/۴۲ ef	۱۵/۶۱cde
		۵	۴۸/۵bc	۵۲/۹۳def	۵۱/۰۷bcd	۴۲/۶۲defg	۶/۰۷bcd	۷/۰۲ cde	۱۷/۲bcd
	بزرگتر از ۱۰ میلیمتر	۳	۷۰/۲۳ab	۸۲/۸۳abc	۱۹/۲e	۵۱/۱۱bc	۵/۶۱cdef	۹/۱۱ a	۲۰/۲۳a
		۴	۵۳/۷۷bc	۸۱/۷۷abc	۲۲/۱۷e	۴۶/۹۶cd	۶/۷۱ab	۷ bcde	۱۶/۶۵cd
		۵	۷۹/۵۳a	۸۶/۶۳ab	۱۴/۳۷e	۳۷/۴۱fgh	۵/۹۶bcde	۶/۲۸ cdef	۱۶/۳۸cde

در هر ستون اعداد دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری با هم ندارند(دانکن و ٪۵=α).

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

بلندی، ا. ر. و ضرغامی. ر. ۱۳۸۳. بررسی فاکتورهای موثر بر تولید جوانه و میکروتیوبر در سیب‌زمینی در شرایط *In vitro*. مجله پژوهش کشاورزی، ج ۴، ش۲، ص ۳۲-۲۴.

Ahmed, A., Alam, S. M. M. and Souza, V. 1995. Potato minituber production from nodal cuttings compared to whole *in vitro* plantlets using low volume media in a greenhouse. Potato Research, 38: 69-76.

Alsadon, A. A., Knutson, K. W. and Wilkinson, J. C. 1988. Relationships between microtuber and minituber production and yield characteristics of six potato cultures. American Potato Journal, 65: 468

Donnelly, D. J., Coleman, W. K., Coleman, S. E. 2003. Potato microtuber production and performance. Am. J. Potato Res. 80 (2): 103–115

FAO. 2007. International year of the potato 2008. www.potato2008.org.

Georgakis, D. N., Karafyllidis, D. and Stavropoulos, N. I. 1997. Effect of planting density and size of potato seed-minitubers on the size of the produced potato seed tubers. Acta Horticulture, 462: 935 – 942.

Gopal, J., Minocha, J. L. and Sidhu, J. S. 1997. Comparative performance of potato crops raised from microtubers induced in the dark versus microtubers induced in light. Potato Res, 40: 407-412.

Kawakami, J., Iwama, K., Hasegawa, T. and Jitsuyama, Y. 2003. Growth and yield of potato plants grown from microtubers in fields. American Journal of Potato Research. 80: 371-378.

Lakhoua, L. and Ellouze, O. 1993. Utilisation des microtuber cules produits in vitro pour la production de semences de pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.). Le progres genetique et l'inventaire des genes: Ed. Aupelf-Uref, John Libbey Eurotext, Paris, pp: 233-236.

Leclerc, Y. 1994. The production and utilization of potato microtubers. Ph.D. Thesis. McGill University. Canada.

Leclerc, Y., Donnelly, D. J., Coleman, W.K., King, R. R., 1995. Microtuber dormancy in 3 potato cultivars. American. Potato J, 72 (4): 215–223.

Mulet, D. 1991. Uutilisation des microtubercules. Resultats 'experimentations dans la Region Nord. La Pomme de Terre Francaise. 463: 72-79.

Park, S. W., Heung, J., Hyun, S. K., Se, J. H. 2008. The effect of size and quality of potato microtubers on quality of seed potatoes in the cultivar 'Superior'. Scientia Horticulturae (article in press).

Pruski, K., Astatkie, T., Duplessis, P. .and Struik, P. C. 2003. Manipulation of microtubers for direct field utilization in seed production. Amer. J. of Potato Res, 80: 173-181.

Ranalli, P., Bassi, F. Ruaro, G. and Mandolino, G. 1994. Microtuber and minituber production and field performance compared with normal tubers. Potato Res, 37: 383-391.

Rolot, J., Seutin, H. and Michelant, D. 2002. Production de minitubercules de pomme de terre par hydroponie. Biotechnol. Agron. Soc. Environ., 6(3): 155-161.

Struik, P. S. and Lommen, W. J. 1999. Improving the field performance of micro- and minitubers. Potato Research, 42: 559-568.

Struik, P. C., and Wiersema, S. G. 1999. Seed potato technology. Wageningen Pers, The Netherlands.

Archive of SID

www.SID.ir

Study the Effects of Microtuber Size and Dormancy Period on Production of Seed-Minituber in Two Potato Cultivars

Bolandi[1], A. R., Hamidi[2], H., Sabeghi[3], H. and Khoshbazm[3], R.

Abstract:

In this research germination potential and yield of microtuber on two potato cultivars (Agria and Marfona) with three diameter size (<5, 5-10 and >10 millimeter) and three dormancy periods (3, 4 and 5 months) were investigated. Trial was a factorial based on RCBD design, with three replications. Percentage of germinated and non-germinated microtubers, weight, number and diameter of minitubers were recorded. A possitive and significant correlation was observed between microtuber diameter and germination percentage. The higher size of microtuber was associated with more tuber yield. Results showed that cv. Marfona with 56.37% germination had greater yield than Agria (with 48.87%). Although in term of other parameters, Agria showed superiority. Amongst cultivars under studying, microtubers with greater diameter and longer dormancy period showed superiority for minituber weight, number and diameter. In this research, the interaction effects between treatments for majority of parameters related to yield was significant.

Keywords: *Solanum tuberosum* L., Minituber, Microtuber size, Dormancy, Yeild

Archive of SID

1 and 2. Arrangement by: Faculty member and M.Sc. Agriculture and Natural Resources Research Center of Khorasan-e-Razavi, Mashhad

3. M.Sc. Gehad-e-Keshavarzi Organization of Khorasan-e-Razavi, Mashhad

www.SID.ir