نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۷، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۲، ص. ۱۶۵-۱۵۸
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 27, No. 2, Summer 2013, P. 158-165
ISSN: 2008 - 4730

بررسی تأثیر هورمون و فتوپریود بر تولید ریزغده در دو رقم سیب‌زمینی در شرایط درون شیشه‌ای

احمد رضا بلندی[۱]- حسن حمیدی[۲*]- رویا بیدختی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۳/۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۰/۵

چکیده

به منظور بررسی تأثیر هورمون و فتوپریود بر روی تولید ریزغده، گیاهچه‌های سالم و عاری از عوامل پاتوژن دو رقم سیب‌زمینی به نام‌های سانته و ساوالان که در شرایط درون شیشه‌ای تولید شده بودند، مورد مطالعه قرار گرفتند. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. نتایج نشان داد که اثر رقم، هورمون و فتوپریود بر کلیه صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود. رقم سانته برای همه صفات اندازه‌گیری شده عملکرد بهتری نسبت به رقم ساوالان نشان داد. در این آزمایش ترکیب دو هورمون 2,4-D و BAP با یکدیگر باعث افزایش تعداد، قطر و وزن ریزغده‌ها گردید. نتایج مقایسه میانگین‌ها برای فتوپریود نشان داد که بالاترین عملکرد برای همه صفات از تیمار ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی تا زمان تولید اولین ریزغده و سپس تاریکی کامل (P3) بدست آمد. در این پژوهش بیشترین تعداد ریزغده در هر ارلن (۹/۴۷) مربوط به رقم سانته بود که در تیمار هورمونی 2,4-D و فتوپریود P3 بدست آمد. در رقم ساوالان نیز حداکثر عملکرد برای این صفت از تیمار ترکیب دو هورمون با همدیگر و در فتوپریود P3 حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: سیب زمینی، کشت بافت، ریزغده، فتوپریود، هورمون

مقدمه

سیب زمینی (*Solanum tuberosum* L.) یکی از مهمترین گیاهان زراعی خانواده سولاناسه است که سالیانه با تولید ۳۲۵ میلیون تن محصول پس از گندم، برنج و ذرت رتبه چهارم را در جهان از نظر میزان تولید به خود اختصاص داده است (۲۱). بهترین رشد این گیاه در مناطق سرد که دارای شب های خنک و روزهای معتدل بوده و از تابش کامل برخوردار می‌باشد، صورت می‌گیرد (۱۵). سطح زیر کشت این گیاه در ایران در سال زراعی ۸۹-۸۸ به میزان ۱۴۶۳۰۳ هکتار و تولید ۴۲۷۴۴۹۰ تن محصول برآورد شده است (۱).

به منظور بهبود عملکرد کمی و کیفی ریز غده‌ها در شرایط کشت درون شیشه‌ای تحقیقات زیادی بر روی تأثیر ژنوتیپ، ترکیبات محیط کشت مانند افزایش مقدار ساکارز و هورمونهای رشد، تغییر شرایط کشت مانند درجه حرارت، نور، فتوپریود و همچنین استفاده از محیط مایع، جامد و کشت در بیوراکتور و... انجام شده است (۱۰).

در مطالعه‌ای که گوپال و همکاران (۷) بر روی سه ژنوتیپ سیب زمینی انجام دادند، اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ ها برای تعداد و وزن ریزغده گزارش دادند. در این تحقیق عملکرد ریزغده در هر ارلن (حاوی ۵ گیاهچه) از ۲۴۷ تا ۴۶۴ میلی‌گرم و تعداد ریزغده از ۳/۷ تا ۵/۱ عدد بر حسب ژنوتیپ متفاوت بود. در تحقیق دیگری که آرگویی و همکاران (۴) بر روی توان غده زایی ۶ رقم سیب زمینی در کشت درون شیشه‌ای و در شرایط تاریکی انجام دادند، مشخص گردید بین ارقام مورد مطالعه از نظر زمان شروع غده زایی و همچنین درصد غده زایی تفاوت معنی داری وجود دارد. بلندی و ضرغامی (۲) فاکتورهای مؤثر بر تولید جوانه و میکروتیوبر دو رقم آگریا و مارفونا را بر روی دو محیط مایع و جامد بر پایه MS با تراکم‌های مختلف کشت مورد مطالعه قرار دادند. آنها گزارش کردند که بین ارقام از نظر تعداد جوانه تشکیل شده اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

در رابطه با تأثیر هورمون ها بر روی غده‌زایی، نتایج تحقیقات نشان داده است که هورمون های گیاهی نقش برجسته و مهمی درغده‌زایی دارند. برخی از این هورمون ها موجب القاء غده‌زایی و

۱ و ۲- به ترتیب استادیار و کارشناس ارشد بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی
(*- نویسنده مسئول: (Email: Hamidy1065@yahoo.com
۳- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت، گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی مشهد، واحد گلبهار

برخی نیز دارای اثر بازدارندگی می‌باشند (۱۳ و ۱۹). در تحقیقی که ژانگ و همکاران (۲۲) بر روی تأثیر سه نوع هورمون (BAP، IAA و GA3) در تولید ریزغده یک رقم تجاری سیب زمینی به نام Zihuabai انجام دادند، مشخص گردید که برای تشکیل ریزغده، استفاده از هورمون BAP در محیط کشت ضروری است و در محیط فاقد این هورمون در صورت استفاده از دو هورمون دیگر به تنهایی و یا تواماً هیچگونه ریزغده ای تشکیل نمی‌شود. نتایج بدست آمده توسط گوپال و همکاران (۸) نشان داد که استفاده از هورمون BAP میانگین وزن ریزغده‌ها را افزایش می‌دهد به گونه ای که میانگین عملکرد ریزغده‌ها در تیمار استفاده از هورمون ۳۶۷ میلیگرم برای هر گیاهچه بود که این مقدار به ۲۲۹ میلیگرم برای هر گیاهچه در تیمار بدون هورمون کاهش پیدا کرد. علاوه بر سیتوکنین‌ها مطالعات زیادی در ارتباط با تأثیر اکسین‌ها روی تولید ریز غده در سیب زمینی صورت گرفته است. غلظت‌های نسبتاً پایین (کمتر از ۵ میکرومول) این گروه از هورمونها باعث غده‌زایی می شود، درحالیکه استفاده از غلظت‌های بالا (۱۰ میکرومول یا بیشتر) موجب تشکیل استولون می‌گردد (۲۰). معمولاً از محیط فاقد هورمون در مواقعی که هدف تعیین پتانسیل باززایی ژنوتیپ‌ها برای تولید ریزغده بوده و اثرات نامطلوب هورمونها ممکن است روی صفات مورفولوژی، دوره خواب و یا تولید جوانه تأثیر گذار باشد، استفاده می‌شود.

رشد، اندام‌زایی و غده‌زایی در بافت‌های سیب زمینی در شرایط این ویترو تحت تأثیر نور قرار می‌گیرد. جنبه های مختلف نور که رشد و نمو سیب زمینی را کنترل می‌کنند، بررسی شده است. عواملی چون تشعشع، طیف نوری و فتوپریود، پاسخ بافت‌های سیب زمینی در کشت ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۵). کارایی ریز غده‌زایی در گیاهانی که تحت شرایط طول روز بلند (۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) تکثیر شده و سپس ریز غده‌زایی در طول روز کوتاه یا تاریکی مداوم در آن ها القا شده، حداکثر می‌باشد. لذا کاهش طول روز از بلند به کوتاه، باعث تحریک تولید ریز غده های بیشتر و بزرگتر می‌شود. لازم به ذکر است که تغییرات از طول روز بلند یا کوتاه به تاریکی مداوم، القای ریز غده را در بعضی ارقام تحریک می‌کند. اما این موضوع همیشه عمومیت ندارد. وقتی کشت‌ها تحت شرایط به شدت القایی (محیط کشت حاوی ساکارز و ستوکینین‌های بیشتر) رشد کنند، اثرات محرک فتوپریود کوتاه در القا کمتر مشخص است. پاسخ ریز غده زایی در ارتباط با بلوغ نسبی ارقام متفاوت است و به نظر می‌رسد که تا حدی تحت کنترل فتوپریود است (۶). ریز غده‌زایی در شرایط تاریکی سریعتر انجام می‌شود، اما در بعضی ارقام درصد گره هایی از غده زایی در آن ها القا می‌شود و وزن تر ریز غده ها در شرایط نوری نسبت به تاریکی مداوم بیشتر است (۶). گیاهچه‌های سیب زمینی را می‌توان با قرار دادن در شرایط مناسب فتوپریود حتی در غیاب سطوح بالای ساکارز و بدون هورمون وادار به غده‌زایی نمود (۵ و ۱۵). در تحقیقی که توسط اسلیمون و همکاران (۱۸) روی ۴ رقم سیب زمینی در دو فتوپریود مختلف انجام شد، مشخص گردید که فتوپریود در محل تشکیل ریزغده روی گیاهچه تأثیر گذار می‌باشد به گونه‌ای که در شرایط تاریکی کامل، ریزغده‌ها در قسمتهای هوایی گیاهچه‌ها تشکیل می‌شوند در صورتیکه این ریز غده ها در فتوپریود ۸ ساعت اکثراً در داخل و یا سطح بستر کشت تولید می‌شوند.

گرچه مطالعاتی در خصوص تأثیر هورمون‌های رشد گیاهی و فتوپریود در شرایط درون شیشه انجام شده است، لیکن کمبود اطلاعات جامع در زمینه اثرات هورمون‌های گیاهی و فتوپریود در شرایط درون شیشه و تأثیرات بعدی آنها بر روی تولید ریز غده سیب زمینی، هنوز از مشکلات اساسی و عمده به شمار می‌آید و ضرورت انجام مطالعات جامع در این زمینه کاملاً ضروری و الزامی به نظر می‌رسد. هدف اصلی این تحقیق، شناسایی اثرات هورمون‌های گیاهی (BAP و 2,4-D) و فتوپریود در شرایط درون شیشه بر روی تولید ریز غده سیب زمینی دو رقم سیب زمینی سانته و ساوالان به منظور افزایش تعداد، قطر و وزن ریز غده است.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش گیاهچه‌های دو رقم سیب زمینی به نامهای سانته و ساوالان با سن حدود ۴ هفته که در آزمایشگاه و در شرایط درون شیشه ای تولید شده بودند به عنوان ماده اولیه گیاهی مورد استفاده قرار گرفتند. گیاهچه ها در شرایط کاملاً استریل از محیط کشت خارج و به قطعات یک سانتی متری که حاوی یک جوانه بودند تقسیم گردیدند.

چهار تیمار هورمونی و سه فتوپریود در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای هورمونی شامل ۲۲/۱۹ میکرو مول (۴/۹ میلی‌گرم در لیتر) BAP، ۲/۲۶ میکرو مول (۰/۴۹ میلی‌گرم در لیتر) 2,4–D، ترکیب دو هورمون (۲۲/۱۹ میکرو مول BAP + ۲/۲۶ میکرو مول 2,4–D) و شاهد (بدون هورمون) بود (۳). تیمارهای فتوپریود عبارت بود از ۱۶ساعت روشنایی + ۸ ساعت تاریکی (P1)، ۸ ساعت روشنایی+ ۱۶ ساعت تاریکی (P2) و ۱۶ ساعت روشنایی + ۸ ساعت تاریکی تا تولید اولین ریزغده و سپس قرار دادن گیاهچه‌ها در تاریکی کامل تا زمان برداشت ریزغده‌ها (P3).

جهت اعمال تیمارهای هورمونی تعداد زیادی قطعات تک گره از هر رقم تهیه و سپس به چهار گروه مساوی تقسیم شدند. هر گروه از قطعات در داخل ارلن های ۲۵۰ سی‌سی که محتوی یکی از تیمارهای هورمونی بودند از قرار ۵ عدد ریزنمونه در داخل هر ارلن قرار گرفتند. محیط کشت مورد استفاده در این آزمایش بر پایه MS (۱۲) بود که به آن ۵۰ گرم در لیتر ساکارز و ۷ گرم در لیتر آگار اضافه شده بود.

به منظور اجرای تیمارهای مرتبط با فتوپریود، ظروف کشت

مربوط به هر تیمار هورمونی به سه دسته تقسیم و هر دسته در یکی از فتوپریودهای ذکر شده در فوق در اتاقک رشد قرار گرفتند. لازم به ذکر است جهت اعمال تیمار P1 و P2 از اتاق رشدهای جداگانه استفاده شد و برای اعمال تیمار تاریکی کامل (P3)، ارلن‌های مورد نظر به وسیله ورق آلومینیم پوشیده و در داخل یکی از اتاق‌های رشد قرار داده شدند. دمای اتاقک‌های رشد ۲±۲۵ درجه سانتیگراد و شدت نور در زمان روشنایی ۵۰۰۰ لوکس تنظیم گردید. هشت هفته پس از کشت مجموع جوانه‌های تشکیل شده (تعداد میان گره) روی گیاهچه‌های داخل هر ارلن شمارش گردید.

سه ماه پس از کشت، گیاهچه‌ها به همراه ریزغده‌های موجود از ظروف کشت خارج و پس از برداشت ریز غده‌ها، تعداد، وزن و قطر آنها به صورت جداگانه برای هر واحد آزمایشی (ارلن محتوی ۵ گیاهچه) اندازه‌گیری گردید و سپس میانگین صفات اندازه‌گیری شده برای انجام عملیات آماری برای هر تیمار در هر تکرار محاسبه گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۲۴ تیمار و ۳ تکرار (هر تکرار شامل ۵ ارلن برای هر تیمار) اجرا شد. بر روی داده‌های شمارشی قبل از تجزیه واریانس، تبدیل لگاریتمی انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

ریزنمونه‌های کشت شده گیاهی سه روز پس از کشت شروع به رشد و تولید ساقه نمودند و بهترین وضعیت رشدی آنها در ۴ هفته پس از کشت مشاهده گردید. تشکیل ریزغده روی قسمتهای هوایی گیاهچه‌ها حدود ۶ هفته پس از استقرار ریز نمونه‌ها بر روی محیط کشت شروع شد و با گذشت زمان، تعداد و اندازه آنها افزایش یافت. در برخی از گیاهچه‌ها ریز غده‌ها روی ریشه و داخل محیط کشت و در بعضی دیگر روی اندام هوایی و یا سطح بستر کشت تشکیل گردید.

همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌گردد اثرات اصلی و متقابل برای تمامی صفات مورد مطالعه معنی دار می‌باشد (جدول ۱).

مقایسه میانگین های محاسبه شده برای صفات مورد مطالعه در این آزمایش برتری رقم سانته نسبت به رقم ساوالان را برای بیشتر صفات مورد مطالعه نشان می‌دهد (جدول ۲). این رقم از نظر تعداد، قطر و وزن ریزغده‌ها به ترتیب ۱۱۷/۳، ۶۶/۹ و ۱۱۸/۷ در صد نسبت به رقم ساوالان برتری نشان داد. اختلاف در پاسخ به کشت درون شیشه‌ای ناشی از فاکتور ژنوتیپ در سیب زمینی قبلاً گزارش گردیده است (۳، ۱۰، ۱۱ و ۲۳). در تحقیقی که شرما و همکاران (۱۷) بر روی شش رقم سیب زمینی در شرایط کشت درون شیشه‌ای انجام دادند اختلاف معنی‌داری بین ارقام برای صفات مورد مطالعه گزارش کردند به طوریکه در صد غده‌زایی بین ارقام از ۶۳/۳ درصد تا ۴۰/درصد و مجموع بیوماس در هر ظرف کشت از ۸/۶ گرم تا ۱۳/۲ گرم بر حسب ژنوتیپ متغییر بود. این محققان اختلاف عملکرد بین ارقام را به رشد بهتر گیاهچه‌ها و نتیجتاً سنتز بیشتر مواد غذایی در ارقام مطلوب نسبت به سایر ارقام بیان کردند.

در مطالعه دیگری که توسط لکلرک و همکاران (۱۱) روی پتانسیل تولید ریزغده سه رقم سیب زمینی به نامهای Kennebec، Russet Burbank و Superior انجام شد، تأثیر معنی‌دار ژنوتیپ بر صفات مورد مطالعه گزارش گردید. در این تحقیق میانگین وزن ریزغده‌ها از ۳۵۸ میلیگرم برای رقم سوپریر تا ۶۲۹ میلیگرم برای رقم روزت بوربانک متغیر بود.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس تأثیر هورمون و فتوپریود بر شاخص‌های عملکرد ریزغده در کشت درون شیشه‌ای دو رقم سیب زمینی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		تعداد جوانه در هر ارلن	تعداد ریز غده در هر ارلن	قطر ریزغده (میلی‌متر)	وزن ریزغده (میلی‌گرم)
رقم (C)	۱	۱۳۲/۵۷۳**	۱۱۳/۶۲۸ **	۸۲/۱۳۳ **	۲۰۲۷۳۸/۰۲ **
هورمون (H)	۳	۸۵۰/۱۸۶**	۲۵/۷۷ **	۶۳/۳۸۷ **	۱۴۹۰۳۹/۶۷ **
فتوپریود (P)	۲	۲۳۰/۵۳۹**	۱۲/۶۲۴ **	۵/۹۰۷ **	۲۲۵۲۶/۲۰۲ **
C*H	۳	۵۹۶/۲۱۳**	۱۴/۶۲۶ **	۸/۸۲۶ **	۱۸۵۰۹/۱۸۵ **
C*P	۲	۵۷۶/۰۸**	۶۱/۸۶۹ **	۴۴/۵۲۷ **	۸۲۳۷۰/۱۱۹ **
H*P	۶	۵۳۱/۴۹۴**	۱۱/۳۸۱ **	۱/۹۷۷ *	۷۵۹۱/۵۲۳ **
C*H*P	۶	۹۳/۲۳**	۱۲/۰۰۹ **	۱۱/۵۰۲ **	۱۴۴۴۱/۷۷۸ **
خطا	۴۸	۹/۴۰۲	۰/۹۳۲	۰/۷۵۴	۱۹۹۴/۳۶۶

*و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

در این تحقیق علی رغم برتری رقم سانته نسبت به رقم ساوالان برای بیشتر صفات مورد مطالعه، معهذا برای صفت تعداد جوانهٔ تولید شده در هر ارلن رقم ساوالان برتری معنی‌داری نسبت به رقم سانته نشان داد (جدول ۲). این نتایج مؤید این است که پتانسیل ارقام برای صفات مختلف متفاوت می‌باشد به گونه ای که یک رقم ممکن است برای تعدادی از صفات نسبت به رقم دیگر برتری نشان دهد، در صورتیکه برای تعداد دیگری از صفات عملکرد کمتری داشته باشد. پاسخ متفاوت ارقام سیب زمینی به صفات مختلف در کشت درون شیشه‌ای توسط برخی از محققین گزارش گردیده است (۲، ۹، ۱۱ و ۱۴). مطالعات انجام شده توسط انجوم و ویلیرز (۳) بر روی چهار ژنوتیپ سیب زمینی در شرایط درون شیشه‌ای نشان داد علی رغم اینکه رقم Commersonii بالاترین عملکرد را در بین ارقام برای صفت تعداد ریزغده در هر گیاهچه تولید نمود، اما از نظر متوسط وزن ریزغده در بین چهار ژنوتیپ در رتبه سوم قرار گرفت.

علاوه بر ژنوتیپ، فاکتورهای دیگری از جمله هورمون و فتوپریود بر روی تولید ریزغده در سیب زمینی تأثیر گذار می‌باشد. در این آزمایش استفاده از هورمون‌های BAP و 2,4-D در محیط کشت تعداد، قطر و وزن ریزغده‌ها را به طور معنی‌داری افزایش دادند (جدول ۲). مقادیر بدست آمده برای تعداد و قطر ریزغده‌ها در تیمار شاهد به ترتیب ۱/۹۵ عدد و ۲/۰۳ میلیمتر بود که این مقادیر در تیمار استفاده از هورمون 2,4-D برای صفات ذکر شده به ترتیب ۳/۷۲ عدد و ۴/۲۸ میلیمتر بدست آمد. این برتری در تیمار استفاده از هورمون BAP نسبت به شاهد نیز مشاهده گردید . برای این صفات (تعداد و قطر ریزغده) بین دو تیمار BAP و 2,4-D اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج این آزمایش همچنین نشان داد که استفاده توأم از دو هورمونBAP و 2,4-D در محیط کشت تأثیر مطلوب‌تری بر صفات مرتبط با عملکرد ریزغده در مقایسه با استفاده از هر یک از این هورمون‌ها به تنهایی دارد. در این تحقیق تیمار ترکیب دو هورمون با هم (2,4-D + BAP) در مقایسه با تیمار هورمونی BAP برای صفات تعداد ریزغده و قطر آنها به ترتیب ۵۵/۵ و ۵۹/۱ درصد برتری و نسبت به تیمار هورمونی 2,4-D برای صفات ذکر شده به ترتیب ۲۹/۶ و ۵۴/۷ درصد برتری نشان داد (جدول ۲).

انجوم و ویلیرز (۳) تأثیر سه تیمار هورمونی را بر تعداد و میانگین وزن ریزغده چهار ژنوتیپ سیب زمینی مطالعه نمودند. نتایج تأثیر قابل ملاحظهٔ استفاده از هورمون‌های BAP و 2,4-D را بر عملکرد ریزغده در مقایسه با شاهد نشان داد. همچنین آن‌ها گزارش کردند که ترکیب دو هورمون ذکر شده با همدیگر می‌تواند تأثیر مضاعفی بر اجزای عملکرد ریزغده داشته باشد. علاوه بر این نتایج نشان داد که محیط فاقد هورمون برای القاء و رشد ریزغده مناسب نمی‌باشد به طوریکه کمترین مقدار برای میانگین وزن ریزغده در رقم دزایری از این تیمار بدست آمد.

از صفات دیگر مورد مطالعه در این تحقیق تعداد جوانهٔ تشکیل شده (میان گره) روی گیاهچه‌ها بود که با توجه به تیمارهای مختلف هورمونی پاسخ های متفاوتی مشاهده گردید (جدول ۲). در این آزمایش بیشترین تعداد جوانه (میان گره) روی گیاهچه‌های کشت شده در محیط حاوی هورمون 2,4-D و کمترین آن روی محیط حاوی ترکیب دو هورمون (2,4-D + BAP) بدست آمد. همانطور که مشاهده می‌گردد علی رغم پاسخ ضعیف تیمار ترکیب دو هورمون برای این صفت، برای بقیه صفات بهترین پاسخ از اعمال این تیمار هورمونی حاصل گردید. نتایج مشابهی از پاسخ متفاوت تیمارها به صفات مختلف گزارش گردیده است. در تحقیقی که ژانگ و همکاران (۲۲) روی تأثیر سه هورمون IAA ، GA3 و BAP بر ارتفاع گیاهچه و همچنین تشکیل ریزغده در سیب زمینی مطالعه نمودند، گزارش دادند برای تولید گیاهچه‌هایی با ارتفاع بلندتر سطوح بالای اکسین‌ها از جمله IAA بسیار مؤثر می باشد و اضافه نمودن هورمونGA3 به میزان ۵ میلیگرم در لیتر به محیط این افزایش را تشدید می‌کند در صورتیکه هورمون BAP موجب کاهش چشمگیر این صفت می‌شود. در گزارش فوق در محیط های حاوی IAA و GA3 + IAA هیچگونه ریز غده‌ای تولید نگردید، در حالیکه افزودن BAP به هر یک از این محیطها موجب تشکیل ریز غده گردید. این نتیجه ضمن تأیید تأثیر متفاوت تیمارها بر صفات مختلف اهمیت BAP و نقش کلیدی این هورمون در القاء و تولید ریزغده در سیب زمینی را نشان می‌دهد. بنابراین با توجه به هدف تحقیق، برای دستیابی به حداکثر عملکرد صفات مورد نظر، بایستی ترکیب مناسبی از هورمون را انتخاب نمود.

نتایج تأثیر فتوپریود روی صفات مورد مطالعه در این آزمایش در جدول ۲ نشان داده شده است. همانگونه که در این جدول مشاهده می‌شود برای صفات مورد بررسی، بین تیمارهای مختلف فتوپریود اختلاف معنی‌داری وجود دارد. برای صفت تعداد جوانهٔ تشکیل شده روی هر گیاهچه (میان گره) تیمارهایی که مدت زمان بیشتری در معرض نور قرار گرفته بودند پاسخ بهتری نشان دادند. در این آزمایش بین تیمارهای P1 و P3 که هر دو تا شروع غده زائی از نظر فتوپریود در شرایط مشابه قرار گرفته بودند (۱۶ ساعت روشنایی + ۸ ساعت تاریکی) برای این صفت اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید و مقادیر بدست آمده به ترتیب برابر ۳۵/۶۷ و ۳۴/۹۹ عدد جوانه در هر ارلن بود. این مقدار در تیمار P2 (۸ ساعت روشنایی + ۱۶ ساعت تاریکی) با کاهش معنی داری به ۲۹/۹۹ عدد جوانه رسید. مطالعات سی بروک (۱۵) روی تأثیر فتوپریود بر رشد رویشی گیاهچه‌های سیب زمینی حاصل از کشت مریستم نشان داد که فتوپریود ۱۶ ساعته با شدت نور حدود ۹۰ میکرو مول بر متر مربع بر ثانیه برای رشد مطلوب

گیاهچه‌ها ضروری می‌باشد و در صورت کاهش دوره نوری به ۱۴ ساعت شدت نور بایستی افزایش یابد.

برای صفات تعداد ریزغده و قطر آنها، تیمار P3 با تولید ۴/۱۹ ریز غده در هر ارلن و میانگین قطر ۴/۸ میلیمتر در مقایسه با دو تیمار فتوپریودی دیگر بهترین پاسخ را نشان داد. در این تیمار گیاهچه ها تا قبل از تولید ریزغده در ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی قرار داشتند و پس از شروع غده زایی تا زمان برداشت به تاریکی دائم منتقل گردیدند (جدول ۲).

دانلی و همکاران (۶) گزارش دادند پتانسیل غده‌زایی ریزنمونه‌های گیاهی سیب زمینی تحت شرایط روز بلند (۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) در مقایسه با شرایط روز کوتاه (۸ ساعت روشنایی و ۱۶ ساعت تاریکی) بیشتر است و در صورت قرار دادن ریزنمونه‌ها در طول روز کمتر و یا تاریکی مداوم پتانسیل غده‌زایی کاهش می‌یابد. در تحقیق دیگر سی بروک و همکارن (۱۶) گزارش کردند که رژیم فتوپریودی روز بلند- کوتاه (۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) به شدت غده‌زایی را در گیاه تحریک نموده و غده‌های تشکیل شده نیز دارای قطر بزرگتر و وزن تر بیشتری می‌باشند.

در جدول ۳ اثر متقابل رقم × هورمون نشان داده شده است. در رقم سانته بیشترین تعداد جوانه از تیمار هورمونی 2,4-D بدست آمد که اختلاف معنی‌داری با بقیه تیمارها داشت، در صورتیکه در رقم ساوالان برای این صفت بین تیمارهای هورمونی اختلاف مهمی مشاهده نگردید. برای صفات مرتبط با عملکرد ریزغده علی رغم اینکه رقم سانته در تمامی تیمارهای هورمونی پاسخ بهتری نسبت به رقم ساوالان نشان داد معهذا پاسخ ارقام به تیمارهای هورمونی در این آزمایش متفاوت بود. به طور مثال برای صفت تعداد ریزغده در هر ارلن بهترین پاسخ برای رقم سانته با تولید ۶ عدد ریز غده از تیمار هورمونی2,4-D بدست آمد در حالیکه در رقم ساوالان بیشترین تعداد ریز غده از تیمار ترکیب دو هورمون با هم (2,4-D + BAP) حاصل گردید.

در جدول ۴ اثر متقابل رقم × فتوپریود بر صفات مورد مطالعه نشان داده شده است. برای صفت تعداد جوانه در هر ارلن، رقم سانته در فتوپریود P1 با تعداد ۳۷/۶۵ جوانه بهترین پاسخ را نشان داد. برای این صفت بیشترین عملکرد برای رقم ساوالان در فتوپریود P2 بدست آمد (۳۶/۹۸)، در این فتوپریود رقم سانته ضعیف ترین پاسخ را نشان داد (۲۳/۰۱). همانگونه که در این جدول مشاهده می‌شود عکس العمل ارقام و تیمارهای فتوپریود برای صفات مرتبط با عملکرد ریز غده متفاوت می‌باشد. به طور مثال رقم سانته در تیمار P1 بیشترین تعداد ریز غده را تولید نمود در صورتیکه در این فتوپریود رقم ساوالان کمترین تعداد ریز غده را تولید کرد. برای صفات قطر و وزن مینی تیوبر پاسخ مشابه بدست آمد.

نتایج اثرات متقابل هورمون × فتوپریود در جدول ۵ نشان داده شده است. همانطور که در این جدول مشاهده می‌گردد به دلیل اختلاف معنی‌دار اثر متقابل این دو فاکتور عکس العمل‌های متفاوتی در تیمارها مشاهده گردید. به طور مثال بالاترین عملکرد برای صفت تعداد جوانه در هر ارلن از تیمار 2,4-D در فتوپریود P3 بدست آمد در حالیکه برای این صفت حداکثر عملکرد از تیمار هورمونی BAP در فتوپریود P2 حاصل شد.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر رقم، هورمون و فتوپریود بر شاخص‌های عملکرد ریزغده در کشت درون شیشه‌ای سیب زمینی

	تیمار	تعداد جوانه در هر ارلن	تعداد ریزغده در هر ارلن	قطر ریزغده (میلی‌متر)	وزن ریزغده (میلی‌گرم)
رقم	سانته	۳۲/۱۹b	۴/۶۵ a	۵/۳۴ a	۱۹۵/۵۷ a
	ساوالان	۳۴/۹۱a	۲/۱۴ b	۳/۲ b	۸۹/۴۴ b
هورمون	شاهد	۳۴/۶۸b	۱/۹۵ c	۲/۰۳ c	۴۵/۹۷ d
	2,4–D	۴۲/۷۳a	۳/۷۲ b	۴/۲۸ b	۱۴۶/۵۱ b
	BAP	۲۹/۶c	۳/۱ b	۴/۱۶ b	۱۱۳/۸۶ c
	BAP+ 2,4–D	۲۷/۱۹d	۴/۸۲ a	۶/۶۲ a	۲۶۳/۶۹ a
فتوپریود	P1*	۳۵/۶۷a	۳/۲۲ b	۳/۸۱ b	۱۶۹/۵۶ a
	P2	۲۹/۹۹b	۲/۷۸ b	۴/۲۱ b	۱۰۹/۲۴b
	P3	۳۴/۹۹a	۴/۱۹ a	۴/۸ a	۱۴۸/۷۲a

میانگین‌های در هر ستون و برای هر تیمار دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

*P1 = ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی; P2 = ۸ ساعت روشنایی و ۱۶ ساعت تاریکی; P3 = ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی تا تولید اولین ریز غده و سپس تاریکی کامل

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم×هورمون بر شاخص‌های عملکرد ریزغده در کشت درون شیشه‌ای سیب زمینی

رقم	هورمون	تعداد جوانه در هر ارلن	تعداد ریزغده در هر ارلن	قطر ریزغده (میلی‌متر)	وزن ریزغده (میلی‌گرم)
سانته	شاهد	۳۴/۱۳ bc	۳/۶۴ bc	۳/۵۹ c	۸۶/۱۴ d
	2,4-D	۴۹/۱۳ a	۶ a	۵/۹۹ b	۲۴۴/۹ b
	BAP	۲۲/۹۸ d	۳/۳۶ bc	۴/۳۸ c	۱۳۷/۶ c
	BAP+ 2,4-D	۲۲/۵۳ d	۵/۶۲ a	۷/۳۹ a	۳۱۳/۷ a
ساوالان	شاهد	۳۵/۲۴b	۰/۲۷ e	۰/۴۵ e	۵/۸۱ e
	2,4-D	۳۶/۳۳ b	۱/۴۴ d	۲/۵۷ d	۴۸/۱۶ d
	BAP	۳۶/۲۲ b	۲/۸۴ c	۳/۹۴ c	۹۰/۰۹ d
	BAP+ 2,4-D	۳۱/۸۴ c	۴/۰۲ b	۵/۸۵ b	۲۱۳/۷ b

میانگین‌های در هر ستون و برای هر تیمار دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم × فتوپریود بر شاخص‌های عملکرد ریزغده در کشت درون شیشه‌ای سیب زمینی

رقم	فتوپریود	تعداد جوانه در هر ارلن	تعداد ریزغده در هر ارلن	قطر ریزغده (میلی‌متر)	وزن ریزغده (میلی‌گرم)
سانته	P1	۳۷/۶۵ a	۶/۰۷ a	۶/۳۵ a	۲۸۳/۸ a
	P2	۲۳/۰۱ c	۲/۴۱ b	۴/۰۶ c	۱۰۶/۸ c
	P3	۳۵/۹۲ ab	۵/۴۹ a	۵/۶۱ b	۱۹۶/۱ b
ساوالان	P1*	۳۳/۶۸b	۰/۳۸ c	۱/۲۷ d	۵۵/۲۸ d
	P2	۳۶/۹۸ a	۳/۱۵ b	۴/۳۶ c	۱۱۱/۷ c
	P3	۳۴/۰۷ b	۲/۹ b	۳/۹۸ c	۱۰۱/۳ c

میانگین‌های در هر ستون و برای هر تیمار دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

*P1 = ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی; P2 = ۸ ساعت روشنایی و ۱۶ ساعت تاریکی; P3 = ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی تا تولید اولین ریزغده و سپس تاریکی کامل

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل هورمون × فتوپریود بر شاخص‌های عملکرد ریزغده در کشت درون شیشه‌ای سیب زمینی

هورمون	فتوپریود	تعداد جوانه در هر ارلن	تعداد ریزغده در هر ارلن	قطر ریزغده (میلی‌متر)	وزن ریزغده (میلی‌گرم)
شاهد	P1*	۴۰/۸۷ b	۳/۶۳ b	۲/۰۹ e	۵۳/۸۸ ef
	P2	۲۳/۲۲ e	۱/۳۲ fg	۲/۳۵ e	۵۸/۵۸ ef
	P3	۳۹/۹۷ b	۰/۹۲ gh	۱/۶۳ e	۲۵/۴۶ f
2,4-D	P1	۵۰/۴۷ a	۳/۵۷ b	۳/۷۴ d	۲۰۳b
	P2	۲۸/۶۷ cd	۲/۳ gh	۳/۸۹ d	۸۲/۷۷de
	P3	۴۹/۰۷ a	۵/۳ a	۵/۲۲ c	۱۵۳/۸ bc
BAP	P1	۲۵/۸۳ de	۲/۴۷ def	۳/۴۱ d	۱۱۰/۴ cde
	P2	۳۷/۶۳ b	۲/۷ h	۳/۸۹ d	۹۲/۱۸ de
	P3	۲۵/۳۴ de	۴/۱۳ cde	۵/۱۸ c	۱۳۹ cd
BAP+ 2,4-D	P1	۲۵/۵ de	۳/۲۳ bcd	۶ bc	۳۱۱ a
	P2	۳۰/۴۶ c	۴/۷۹ cde	۶/۶۹ ab	۲۰۳/۴ b
	P3	۲۵/۶de	۶/۴۳ bc	۷/۱۶ a	۲۷۶/۶ a

میانگین‌های در هر ستون و برای هر تیمار دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

*P1 = ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی; P2 = ۸ ساعت روشنایی و ۱۶ ساعت تاریکی; P3 = ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی تا تولید اولین ریزغده و سپس تاریکی کامل

همانطور که در جدول ۶ مشاهده می‌گردد، بهترین پاسخ برای تعداد جوانه توسط رقم سانته از تیمار 2,4-D در تناوب‌های نوری P1 و P3 با مقادیر ۶۳/۷۳ و ۶۱ به ترتیب بدست آمد. برای این صفت رقم ساوالان بیشترین عملکرد را در استفاده از هورمون BAP با تناوب نوری P2 تولید نمود. پاسخ رقم سانته برای تعداد میکروتیوبر تولید شده و همچنین میانگین قطر و وزن میکروتیوبرتقریباً مشابه عکس‌العمل این تیمار برای صفت تعداد جوانه بود به طوریکه حداکثر تعداد میکروتیوبر تولید شده توسط این رقم (۹/۴۷) از تیمار 2,4-D در تناوب نوری P3 و حداکثر میانگین وزن میکروتیوبر (۴۰۵/۹ میلیگرم) از تیمار2,4-D در تناوب نوری1P بدست آمد. در رقم ساوالان بهترین پاسخ برای صفات تعداد میکروتیوبر، میانگین قطر و همچنین میانگین وزن میکروتیوبرها از ترکیب BAP+2,4D در تناوب نوری P3 بدست آمد، اگرچه این مقادیر به صورت معنی‌داری از حداکثر عملکرد بدست آمده توسط رقم سانته کمتر می‌باشد.

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج نشان داد که اثر رقم، هورمون و فتوپریود بر کلیه صفات مورد مطالعه در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). در این آزمایش، بیشترین تعداد جوانه در هر ارلن (۶۳/۷۳) در رقم سانته با استفاده از هورمون 2,4–D و فتوپریود P1 مشاهده گردید. بیشترین تعداد ریز غده در هر ارلن (۹/۴۷) نیز در رقم سانته با استفاده از هورمون 2,4–D و فتوپریود P3 مشاهده شد.

جدول ٦- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم × هورمون× فتوپریود بر شاخص‌های عملکرد ریزغده در کشت درون شیشه‌ای دو سیب زمینی

رقم	هورمون	فتوپریود	تعداد جوانه در هر ارلن	تعداد ریزغده در هر ارلن	قطر ریزغده (میلی‌متر)	وزن ریزغده (میلی‌گرم)
سانته		P1*	۴۳/۲bc	۷/۲۷ b	۴/۱۹ f	۱۰۷/۸ fghi
	شاهد	P2	۱۸/۷۲i	۲/۶۳ fg	۴/۷۱ def	۱۱۷/۲ efgh
		P3	۴۰/۴۷cd	۱/۰۳ gh	۱/۸۹ g	۳۳/۵ hijk
		P1	۶۳/۷۳a	۷/۱۳ b	۷/۴۷ab	۴۰۵/۹ a
	2,4–D	P2	۲۲/۶۷i	۱/۴ gh	۳/۶۳f	۷۸/۸۱ghijk
		P3	۶۱a	۹/۴۷ a	۶/۸۸abc	۲۴۹/۸ bc
		P1	۲۱/۰۷i	۴/۲ def	۵/۷۲ cde	۱۹۰/۲ cdef
	BAP	P2	۲۸gh	۰/۸۷ h	۱/۲۲ gh	۳۳/۶۱ hijk
		P3	۱۹/۸۸i	۵ cde	۶/۲ bcd	۱۸۹/۱ cdef
		P1	۲۲/۶hi	۵/۶۷ bcd	۸/۰۲ a	۴۳۱/۵ a
	BAP+ 2,4–D	P2	۲۲/۶۷hi	۴/۷۳ cde	۶/۶۷ abc	۱۹۷/۵ cde
		P3	۲۲/۳۳hi	۶/۴۷ bc	۷/۴۸ ab	۳۱۲ b
ساوالان		P1	۳۸/۵۳cde	۰ h	۰ h	۰ k
	شاهد	P2	۲۷/۷۲gh	۰ h	۰ h	۰ k
		P3	۳۹/۴۷ cde	۰/۸ h	۱/۳۶ gh	۱۷/۴۲ jk
		P1	۳۷/۲ de	۰ h	۰ h	۰ k
	2,4–D	P2	۳۴/۶۷ef	۳/۲ ef	۴/۱۶ f	۸۶/۷۳ ghij
		P3	۳۷/۱۳de	۱/۱۳ gh	۳/۵۵ f	۵۷/۷۴ hijk
		P1	۳۰/۶۰fg	۰/۷۳ h	۱/۱ gh	۳۰/۵۷ ijk
	BAP	P2	۴۷/۲۷b	۴/۵۳ de	۶/۵۶ abc	۱۵۰/۷ defg
		P3	۳۰/۸ fg	۳/۲۷ ef	۴/۱۵ ef	۸۸/۹۷ ghij
		P1	۲۸/۴ g	۰/۸ h	۳/۹۹ f	۱۹۰/۵ cdef
	BAP+ 2,4–D	P2	۳۸/۲۵cde	۴/۸۵ cde	۶/۷۱ abc	۲۰۹/۴ cd
		P3	۲۸/۸۷g	۶/۴۰ bc	۶/۸۵ abc	۲۴۱/۲ bc

میانگین‌های در هر ستون و برای هر تیمار دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

*P1 = ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی; P2 = ۸ ساعت روشنایی و ۱۶ ساعت تاریکی; P3 = ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی تا تولید اولین ریزغده و سپس تاریکی کامل

علاوه بر این بیشترین قطر ریزغده (۸/۰۲ میلیمتر) و وزن ریزغده (۴۳۱/۵ میلیگرم) در رقم سانته با استفاده از ترکیب دو هورمون 2,4-D و BAP و فتوپریود P1 وجود داشت. نتایج حاکی از برتری تیمار هورمونی حاصل از ترکیب دو هورمون 2,4-D و BAP (P3) نسبت به سایر تیمارهای هورمونی از نظر صفات شاخص عملکرد ریز غده می‌باشد. همچنین از نظر کلیه شاخص‌های عملکرد ریز غده، رقم سانته نسبت به رقم ساوالان برتری نشان داد (جدول ۶).

منابع

۱- آمارنامه. ۱۳۸۹. آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی. جلد اول. محصولات زراعی و باغی. سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸.

۲- بلندی ا.ر. و ضرغامی ر. ۱۳۸۴. بررسی فاکتورهای مؤثر بر تولید جوانه و میکروتیوبر در سیب زمینی در شرایط *In vitro*. مجله پژوهش کشاورزی. ۴(۲):۳۲-۲۴.

3-Anjum M.K. and Villiers T.A. 1997. Induction of microtubers *in vitro* from stem segments of *Solanum tuberosum* L., *S. commersonii* Dun. and *S. acaule* Bitt. Scientia Horticulture, 70:231-235.

4-Arregui L.M., Veramendi J.J. and Mingo-Castel A.M. 2003. Effect of gelling agents on *in vitro* tuberization of six potato cultivars. American Journal of Potato Research, 80:141-144.

5-Coleman W.K. and Coleman S.E. 2000. Modification of potato microtuber dormancy during induction and growth *in vitro* or *ex vitro*. American Journal of Potato Research, 77:103-110.

6-Donnelly D.J., Coleman W.K. and Coleman S.E. 2003. Potato microtuber production and performance: A review. American Journal of Potato Research, 80(2):103-115.

7-Gopal J., Chamail A. and Sarkar D. 2004. *In vitro* production of microtubers for conservation of potato germplasm: effect of genotype, abscisic acid and sucrose. *In vitro* Cellular and Development Biology Plant, 40: 485–490.

8-Gopal J., Minocha J.L. and Dhaliwal H.S. 1998. Microtuberization in potato (*Solanum tuberosum* L.). Plant Cell Reports, 17:794-798.

9-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 Research, 40:407-412.

10-Jim´enez E., P´erez N., Feria M., Barb´on R., Capote A., Ch´avez M., Quiala E. and P´erez J.C. 1999. Improved production of potato microtubers using a temporary immersion system. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 59:19-23.

11-Leclerc Y., Donelly D.J. and Seabrook J.E.A. 1994. Microtuberization of layered shoots and nodal cuttings of potato: the influence of growth regulators and incubation periods. Plant Cell Tissue and Organ Culture, 37:113-120.

12- Murashige T. and Skoog F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures. Physiology Plant, 15:473-497.

13-Obata-Sasamoto H. and Suzuki H. 1979. Activities of enzymes relating to starch synthesis and endogenous levels of growth regulators in potato stolon tips during tuberization. Physiologia Plantarum, 45:320-324.

14-Ochotorena M., Santamaria I., Arregui L.M. and Mingocastel A.M. 1999. *In vitro* tuberization of potato: the interaction of ancymidol and photoperiod. Potato Research 42: 601-606.

15-Seabrook J.E.A. 2005. Light effects on the growth and morphogenesis of potato (*Solanum tuberosum*) In vitro. American J. of Potato Research, 82:353-367.

16-Seabrook J.E.A., Coleman S. and Levy D. 1993. Effect of photoperiod on in vitro tuberization of potato (*Solanum tuberosum* L.). Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 34(1):43-51.

17-Sharma A.K., Venkatasalam E.P. and Singh R.K. 2011. Micro-tuber production behaviour of some commercially important potato (*Solanum tuberosum*) cultivars. Indian Journal of Agricultural Sciences, 81(11):1008-1013.

18-Slimmon T., Machado V.S. and Coffin R. 1989. The effect of light on *in vitro* microtuberization of potato cultivars. American Potato Journal, 166:843-848.

19-Vreugdenhil D. and Struik P.C. 1989. An integrated view of the hormonal regulation of tuber formation in potato (*Solanum tuberosum*). Physiologia Plantarum, 75:525-531.

20-Wang P.J. and Hu C.Y. 1985. Potato tissue culture and its applications in agriculture. In: Li, P. H. (Ed.), Potato Physiology. Academic Press, London, pp. 503-577.

21-World Book. 2000. Potato. In: World Book Millennium 2000, World Book International.

22-Zhang Z., Zhou W. and Li H. 2005. The role of GA, IAA and BAP in the regulation of *in vitro* shoot growth and microtuberization in potato. Acta Pysiologiae Plantarum, 27(3):363-369.

23-Ziv M. and Shemesh D. 1996. Progration and tuberization of Potato bud clusters from bioreactor culture. *In vitro* Cellular and Development Biology Plant, 32:31-36.