تأثیر تیواوره بر روی شکستن خواب و عملکرد مینی‌تیوبرهای سیب‌زمینی رقم آگریا در شرایط آزمایشگاه و گلخانه

سردار گرمچی (۱)، محمد باقر خورشیدی بنام (۲)، داود حسن پناه (۳)

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه ۲- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی ۳- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل

این آزمایش به منظور بررسی اثرات کاربرد تیواوره بر شکستن خواب و عملکرد مینی‌تیوبرهای سیب زمینی رقم آگریا در شرایط آزمایشگاه و گلخانه در سال ۱۳۸٦ و ۱۳۸۷ اجرا گردید. تیواوره در سه غلظت متفاوت (صفر، ۰/۵ و ۱ درصد) در قالب طرح کاملاًتصادفی در سه تکرار به کار رفت. مینی‌تیوبرهای رقم آگریا بلافاصله پس از برداشت به منظور حذف خاک‌های رویی با آب مقطر شسته شده و سپس به صورت تصادفی انتخاب گشته و درون تیمارهای مختلف تیواوره به مدّت یک ساعت و در دمای

۱۸ درجهٔ سانتی‌گراد غوطه‌ور شدند و پس از خشک کردن، مینی‌تیوبرها به شرایط انبارداری استاندارد منتقل گشتند. تیمار شاهد بدون کاربرد تیواوره مستقیماً پس از برداشت و شستشو با آب مقطر در شرایط انبارداری استاندارد قرار گرفت. پس از شکستن خواب، صفات تعداد نیش، طول بلندترین نیش و تعداد روز تا نیش‌زنی یادداشت گردید و سپس مینی‌تیوبرها به گلخانه منتقل و در گلدان‌ها کاشته شدند. در طول دورهٔ رشد صفات دیگری از قبیل تعداد روز تا سبز شدن، تعداد ساقهٔ اصلی و ارتفاع بوته اندازه‌گیری گردید. پس از ٤ ماه غدّه‌ها برداشت شدند. پس از برداشت غدّه‌ها صفات تعداد غدّه در بوته، وزن کلّ غدّه و میانگین وزن غدّهٔ تولید شده در هر بوته اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که تأثیر تیواوره بر تمام صفات معنی‌دار بود. محلول تیواوره با غلظت ۰/۵ درصد باعث کاهش معنی‌دار تعداد روز تا نیش‌زنی و تعداد روز تا سبز شدن و وزن تک غدّه گردید ولی تعداد نیش، طول بلندترین نیش،تعداد ساقه، ارتفاع بوته، تعداد غدّه در بوته و عملکرد افزایش یافت. با توجه به این نتایج، تیمار تیواوره با غلظت ۰/۵ درصد به علّت شکستن سریع خواب، تسریع سبز شدن بوته ها، افزایش تعداد غدّه در بوته و حصول حداکثر عملکرد در تولید مینی‌تیوبرهای رقم آگریا پیشنهاد می گردد.

مقدمه

سیب زمینی (*Solanum tuberosum* L.) محصولی مهّم و استراتژیک در کشورمان می باشد که از نظر تولید دوّمین و از لحاظ اهمیّت غذایی سوّمین رتبه را بین سایر محصولات غذایی تولیدی در اختیار دارد. اکثر کشاورزان از غدّه‌های بذری سیب‌زمینی برای تکثیر و زراعت استفاده می کنند (اطرشی و استرویک، ۲۰۰٦). استفاده از غدّه‌های بذری معایبی دارد از جمله این‌که غدّه‌های بذری در معرض بیش از صد بیماری باکتریایی، قارچی، مایکوپلاسمایی و ویروسی قرار دارند و وجود این عوامل باعث کاهش کیفیت زیستی بذر و در نتیجه اُفت شدید عملکرد در واحد سطح و تباهی تدریجی بذور می گردد. ویروس ها از عوامل بیماری‌زایی هستند که می‌توانند به طور چشمگیری محصول سیب‌زمینی را کاهش داده و باعث آلودگی محصول بذری طی چند نسل شوند. در سال‌های اخیر مؤثرترین روش کنترل و مبارزه با ویروس‌ها، تولید گیاهچه‌های سالم در شرایط آزمایشگاهی با استفاده از روش تلفیقی حرارت‌درمانی و کشت سلول‌های مریستمی این گیاه به منظور تولید میکروتیوبر و مینی‌تیوبرهای سیب‌زمینی تشخیص داده شده است (موسلی و همکاران، ۲۰۰۷). مینی‌تیوبرها غدّه‌های کوچک سیب‌زمینی به وزن تقریبی ۰/۱ تا ٦ گرم می باشند که در طول سال با کاشت گیاهچه‌های آزمایشگاهی در گلخانه تولید می‌شوند (لومن، ۱۹۹۵). مینی‌تیوبرهای سیب‌زمینی همانند بیشتر محصولات کشاورزی بلافاصله پس از برداشت و در دورهٔ نامشخصی بعد از آن قابل کشت نیستند و دارای دورهٔ خواب می باشند. طول دورهٔ خواب مینی‌تیوبرهای سیب‌زمینی به رقم، زمان رسیدگی، شرایط رشد، شرایط نگهداری در انبار و اندازهٔ غدّه بستگی دارد. دورهٔ خواب مینی‌تیوبرها نسبت به غدّه‌های بذری معمولی طولانی‌تر می باشد (ویرسما و همکاران، ۱۹۸۷؛ لومن، ۱۹۹٤؛ یاشار، ۱۹۹۵؛ امیلسون، ۱۹۹۹). در برخی از مناطق بیش از یک بار در سال امکان کشت سیب‌زمینی وجود دارد و یا این که مدّت زمان بین برداشت و کاشت مینی‌تیوبرها کوتاه‌تر از دورهٔ خواب بذر بوده و غدّه‌های بذری ممکن است هنوز در خواب باشند. در این شرایط و در برنامه‌های اصلاحی و تولید بذور عاری از ویروس و همچنین تولید تجاری محصول شکستن دورهٔ خواب الزامی می‌باشد. از طرف دیگر، عملکرد محصول سیب‌زمینی شدیداً تحت تأثیر کیفیت غدّه‌های بذری می باشد و عملکرد زمانی بیشترین است که غدّه‌های بذری با کیفیت بالاتری کاشته شوند. کیفیت غدّهٔ بذری از منظر فیزیولوژیکی، عدم وجود خواب و داشتن بنیهٔ قوی در هنگام کاشت می باشد (راستووسکی و وان اِس، ۱۹۸۷). طبق استانداردهای گواهی بذر، دورهٔ خواب غدّه‌های بذری بایستی در هنگام تحویل به زارع رفع شده و غدّه‌ها نیش‌زده باشند. تحقیقات بر روی تغییرات مورفولوژیکی در نیش‌های غدّه نشان داده است که ظهور ۲ تا ۳ میلی‌متر نیش اوّلیه معیار قابل اطمینانی برای تشخیص پایان دورهٔ خواب می‌باشد (وان ایترسام و

استرویک، ۱۹۹۲). به‌طور کلّی دورهٔ خواب مینی‌تیوبرها را می توان با تنظیم درجه‌حرارت انبار، بریدن غدّه و تیمار کردن با موّاد شیمیایی رفع نمود. تیمار کردن مینی‌تیوبرها با موّاد شیمیایی روش قابل اطمینانی می‌باشد. از جمله موّاد شیمیایی که برای شکستن خواب غدّه‌های سیب‌زمینی استفاده می‌شود می‌توان به اسیدجیبرلیک، تیواوره، دی سولفید کربن، اتیلن دی کلراید، اتیلن بروماید، ریندیت و غیره اشاره نمود (رضایی و سلطانی، ۱۳۷۵؛ مرتضوی بک، ۱۳٦۸). تیواوره یکی از موّاد شیمیایی است که برای شکستن خواب بذور مینی تیوبر مورد استفاده قرار می‌گیرد. این مادّهٔ شیمیایی یک بازدارندهٔ کاتالاز است که باعث جوانه‌زنی غدّه‌های سیب‌زمینی و التیام زخم غدّه‌ها می‌شود. محلول تیواوره در یک غلظت مناسب نه تنها باعث جوانه‌زنی سریع می‌شود بلکه باعث تولید بیش از یک جوانه در هر چشم سیب‌زمینی می‌گردد. بدین شکل که تیواوره به اثر بازدارندگی جوانهٔ اصلی بر روی جوانه‌های فرعی در هر چشم غلبه نموده و تا حدّی ظرفیت جوانه‌های انتهایی برای ممانعت از نمو جوانه‌های پائینی در غدّه بذری را خنثی می‌کند. گزارش شده است که با استفاده از تیمار تیواوره و یا به کار بردن آب اکسیژنه می توان خواب غدّه‌ها را رفع نمود (باجی و همکاران، ۲۰۰۷) و همچنین اشاره شده است که تیمار نمودن غدّه‌های بریده یا تازه برداشت شده با محلول یک تا دو درصد تیواوره به مدّت یک تا دو ساعت (رضایی و سلطانی، ۱۳۷۵) و سه درصد به مدّت یک ساعت (رحمان و همکاران، ۲۰۰۲) باعث شکستن خواب می‌شود. در آزمایشی از تیمار اسید جیبرلیک با غلظت ۱۵۰۰ قسمت در میلیون و تیواوره ۵ درصد برای شکستن خواب مینی‌تیوبرهای رقم آگریا استفاده شد که این تیمار باعث کاهش دورهٔ خواب از ٦۳ روز به ۳۲ روز گردید (حسن پناه و همکاران، ۱۳۸٦). با توجّه به ناشناخته بودن جنبه‌های خواب و نیز پرهزینه بودن روش‌های شکستن‌خواب مینی‌تیوبرها و همچنین با عنایت به فعالیّت شرکت های متعدد کشت بافت و تولید کنندهٔ مینی‌تیوبر سیب‌زمینی در سطح کشور، هرگونه فعالیّت و تحقیقی که در این راستا صورت بگیرد می تواند گامی مؤثر در جهت اعتلای این تکنولوژی و کاهش هزینه‌های تولید و افزایش بهره وری باشد از این رو پژوهش حاضر برای بررسی اثر غلظت‌های مختلف اسیدجیبرلیک بر روی کاهش دورهٔ خواب و افزایش عملکرد مینی‌تیوبرهای رقم آگریا و تعیین بهترین غلظت مصرف این هورمون انجام گردید.

موّاد و روش ها

با استفاده از روش تلفیقی حرارت درمانی و جداسازی مریستم و کشت آن در محیط مایع موراشیگ و اسکوگ بر روی پل کاغذی و سپس انتقال کشت ها به شرایط رشدی مناسب در اتاقک رشد، گیاهچه‌های عاری از ویروس سیب‌زمینی رقم آگریا تولید گردیدند. گیاهچه‌های بدست آمده از کشت مریستم، با استفاده از روش قلمه های تک گره بر روی محیط کشت استاندارد موراشیگ و اسکوگ جامد شده با آگار تکثیر شده و به اطاقک رشد با دمای ۲٤ درجهٔ سانتی گراد و مدّت نور ۱٦ ساعت با شدّت نور ٤۵۰۰ لوکس منتقل گشته و حدود ٤ هفته تا رشد و تبدیل شدن به گیاهچه های جدید در آنجا نگهداری شدند. گیاهچه‌های ۲۵ تا ۳۰ روزه که دارای ۷ تا ۹ برگ و حدود ۲۰ تا ۲۵ سانتی‌متر طول بودند، برای انتقال به گلخانه انتخاب شدند. در گلخانه، گیاهچه‌ها با دقّت به داخل بستری حاوی مخلوطی از خاک ضدعفونی شده با سموم قارچ‌کش و حشره‌کش (سوین و کاپتان)، پرلیت و پیت ماس به نسبت ۱:۲:۱ منتقل گشت. این گیاهچه‌ها در گلخانه‌ای با دمای روز و شب ۱۸ و ۱۲ درجهٔ سانتی‌گراد، طول روز ۱۲ ساعت و رطوبت نسبی ۸۵ درصد رشد نمودند. پس از گذشت حدود ۱۰۰ روز، مینی تیوبرها برداشت شده و برای انجام آزمایش به آزمایشگاه منتقل گردید (حسن‌پناه و همکاران، ۱۳۸٤). غلظت های مورد نظر تیواوره با استفاده از روش محلول‌سازی وزنی/ حجمی تهیه گردیدند. بدین ترتیب تیواوره در ۲ غلظت (۰/۵ و ۱ درصد) آماده گردید. تعداد ٤۵ مینی‌تیوبر از رقم آگریا بلافاصله پس از برداشت به منظور حذف خاک‌های رویی با آب مقطر شسته شده و سپس هر ۱۵ مینی‌تیوبر به صورت تصادفی انتخاب گشته و درون تیمارهای مختلف تیواوره به مدّت یک ساعت و در دمای ۱۸ درجهٔ سانتی‌گراد آزمایشگاه غوطه‌ور شدند.

پس از تیمار نمودن، مینی‌تیوبرها خشک شده و هر ۵ غدّه در یک تکرار قرار گرفته و تا زمان رفع خواب در انباری با رطوبت نسبی ۹۰٪ ، تاریکی مطلق و دمای ۱۸ درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شدند (ریکازوسکا، ۱۹۹٦). تیمار شاهد بدون کاربرد تیواوره مستقیماً پس از برداشت و شستشو با آب مقطر در شرایط انبارداری استاندارد قرار گرفت. پژوهش بر اساس طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار بود. خروج ۲ میلی‌متر نیش از مینی‌تیوبر معیار مناسبی برای اتمام دورهٔ خواب می باشد و این زمان به عنوان زمان شکستن خواب منظور گردید (رحمان و همکاران، ۲۰۰۲). بررسی‌ها در طول دورهٔ شکستن خواب در آزمایشگاه به طور روزانه انجام شد. در پایان صفات مربوط به تعداد روز تا نیش‌زنی، تعداد مینی‌تیوبر نیش زده، تعداد نیش در هر مینی‌تیوبر و طول بلندترین نیش یادداشت گردید. پس از شکستن خواب، مینی‌تیوبرها به گلخانه منتقل و در عمق ۵ سانتی‌متری خاک گلدان‌ها بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار کاشته شدند. پس از جوانه زنی و رشد بوته، عملیّات داشت شامل آبیاری، کوددهی، مبارزه با آفات و خاک‌دهی پای بوته‌ها انجام شد. جهت تأمین موّاد غذایی مورد نیاز بوته های رشد کرده، گلدان‌ها در سه مرحله ۳۰، ٦۰ و ۹۰ روز پس از کاشت، با استفاده از کود مایع کامل (حاوی عناصر ماکرو و میکرو) محلول‌پاشی شدند. در طول دورهٔ رشد صفاتی از قبیل تعداد روز تا سبزشدن، تعداد ساقهٔ اصلی و ارتفاع بوته اندازه‌گیری گردید. پس از گذشت ٤ ماه و در پایان دورهٔ رشد، غدّه‌ها برداشت شدند و صفاتی نظیر تعداد غدّه در بوته، وزن کلّ غدّه و میانگین وزن غدّهٔ تولید شده در هر بوته اندازه‌گیری شد. محاسبات آماری و تجزیهٔ واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری Mstatc انجام شد و مقایسهٔ میانگین‌ها با روش آزمون چند دامنه ای دانکن و در سطح معنی‌داری پنج درصد انجام گرفت.

نتایج

تجزیهٔ واریانس اثر تیواوره بر صفات مورد بررسی در آزمایشگاه نشان داد که تیواوره بر تعداد نیش‌های ظاهر شده روی مینی‌تیوبرها و نیز روی طول نیش و تعداد روز تا نیش‌زنی کاملاً معنی‌دار است (جدول۱). مقایسهٔ میانگین اثر تیواوره بر تعداد روز تا نیش زنی رقم آگریا (نمودار۱) نشان می دهد که مصرف هر مقدار تیواوره باعث کاهش تعداد روز تا نیش زنی و یا تسریع نیش زنی شد. در مقایسهٔ میانگین تعداد نیش‌های ظاهر شده در غلظت‌های مختلف تیواوره (نمودار۲) مشاهده گردید که مصرف هر مقدار تیواوره باعث افزایش معنی‌دار تعداد نیش‌های ظاهر شده بر روی مینی‌تیوبرهای رقم آگریا می‌شود. مقایسهٔ میانگین طول بلندترین نیش ظاهر شده در غلظت‌های مختلف تیواوره (نمودار۳) نشان داد که با اعمال هر مقدار تیواوره، طول بلندترین نیش افزایش معنی‌داری می یابد.

جدول (۱): تجزیهٔ واریانس اثر تیواوره بر صفات مورد بررسی در شرایط آزمایشگاه

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		تعداد نیش	طول بلند ترین نیش	تعداد روز تا نیش زنی
تیواوره	۲	۱/۱۱۳ *	٤/۱٤۷ *	۹۵۷/۰٤۰ **
خطا	٦	۰/۱۵۳	۰/٦۱۲	۵/۱۰۰
C.V %		۱۵/۱۸	۲٤/۵۳	۵/۵۹

(ns، * و ** به ترتیب نشان دهندهٔ غیر معنی داری و معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد)

جدول شماره (۲)، تجزیهٔ واریانس اثر تیواوره بر صفات مورد بررسی در شرایط گلخانه را نشان می‌دهد. ملاحظه می گردد که تأثیر تیواوره بر تمام صفات معنی‌دار بود. مقایسهٔ میانگین‌های سطوح مختلف مصرف تیواوره بر تعداد روز تا سبز شدن (نمودار٤) نشان داد که مصرف هر مقدار تیواوره باعث تسریع در سبز شدن بوته‌ها نسبت به تیمار شاهد می‌گردد.

مقایسهٔ میانگین تأثیر غلظت های مختلف تیواوره بر تعداد ساقه (نمودار۵) نشان می دهد که مصرف هر مقدار تیواوره باعث افزایش معنی‌دار تعداد ساقه ایجاد شده در هر بوته گردید.

مقایسهٔ میانگین تأثیر غلظت‌های مختلف تیواوره بر ارتفاع بوته در نمودار شماره (٦) نشان داده شده است. ملاحظه می‌گردد که مصرف هر مقدار تیواوره ارتفاع بوته را افزایش می‌دهد.

نمودار شماره (۷)، مقایسهٔ میانگین تأثیر غلظت های مختلف تیواوره بر تعداد غدّه در بوته را نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که مصرف تیواوره باعث افزایش معنی‌دار تعداد غدّه در بوته گردیده است.

تأثیر غلظت‌های مختلف مصرف تیواوره بر روی عملکرد غدّه در نمودار شماره (۸) نشان داده شده است. ملاحظه می‌گردد که بین مصرف ۰/۵ درصد تیواوره و تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد امّا با افزایش مصرف تیواوره، عملکرد غدّه در بوته در مقایسه با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نشان داد.

نمودار شماره (۹) تأثیر سطوح مختلف تیمار تیواوره بر روی وزن تک غدّه در بوته را نشان می دهد. ملاحظه می‌گردد که استفاده از تیمار تیواوره باعث کاهش معنی‌دار وزن تک غدّه‌ها نسبت به شاهد شده است.

جدول (۲): تجزیهٔ واریانس اثر تیواوره بر صفات مورد بررسی در شرایط گلخانه

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		تعداد روز تا سبز شدن	تعداد ساقهٔ اصلی در بوته	ارتفاع بوته	تعداد غدّه در بوته	وزن غدّه در بوته	وزن تک غدّه در بوته
تیواوره	۲	۵۸/۵۸۳ **	۰/۸۰٤ **	۱٦/۱۳٤ *	۱۱/٦٦۳ *	۲۸۹/۸۱۸ *	۱۳۳/۷۸۱ *
خطا	٦	۰/۲٦٤	۰/۰۱۳	۱/۳۹۱	۰/۰٤۷	٤۹/۰۱۰	۰/۹۱٤
C.V %		۱/۵٤	٦/۰٤	٤/۱۵	۳/۰۳	۳/٦۱	۳/۳۷

(ns، * و ** به ترتیب نشان دهندهٔ غیر معنی داری و معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد)

نتیجه گیری و بحث

با توجه به نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها در تحقیق صورت گرفته در شرایط آزمایشگاه، می‌توان چنین نتیجه گرفت که مصرف هر مقدار تیواوره باعث تسریع نیش‌زنی و در نتیجه افزایش تعداد نیش می‌گردد (نمودار ۱ و ۲). رحمان و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که نیش‌های قوی و ضخیم در غدّه‌های تیمار شده با دی‌سولفید کربن و تیواوره ایجاد گردید. از طرف دیگر به نظر می‌رسد تیواوره با کاستن تعداد روز تا نیش‌زنی منجر به افزایش طول نیش‌ها گردیده است و مینی‌تیوبرها آمادهٔ نشاء شده‌اند. بنابراین در صورتی که نیاز به انبارداری باشد مصرف تیواوره توصیه نمی‌شود امّا اگر هدف آماده کردن مینی‌تیوبرها برای کاشت باشد، مصرف

محلول تیواوره با غلظت ۰/۵ درصد کافی است (نمودارهای ۱ و ۳). مصرف تیواوره با غلظت ۰/۵ درصد به طور متوسط باعث کاهش زمان نیش‌زنی از ٦۰ روز به ۳۰ روز شد. حسن‌پناه و همکاران (۱۳۸٦) با بررسی اثر تیواوره ۵ درصد بر روی مینی‌تیوبر سیب‌زمینی رقم آگریا نتیجه گرفتند که این تیمار باعث می‌شود دورهٔ خواب مینی‌تیوبرها از ٦۳ روز به ۳۲ روز کاهش یابد. جو و همکاران (۲۰۰۱) با مطالعهٔ موّاد شیمیایی مختلف در شکستن خواب مینی‌تیوبرها متوجه شدند که اثر تیواوره از سایر تیمار ها (ایندول استیک اسید و اسید جیبرلیک) بهتر بوده و غوطه‌ور کردن مینی‌تیوبرها در محلول تیواوره با غلظت ۱ درصد به مدّت ۱ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، سریع‌ترین جوانه‌زنی رخ داده و جوانه‌های قوی تولید شدند. دنی (۱۹۲٦) با انجام آزمایشی اثبات نمود که محلول‌های تیواوره در غلظت‌های مناسب علاوه بر تسریع جوانه‌زنی، رشد دو یا تعداد بیشتری نیش (اغلب ٤ یا ۵ و گاهاً بیش از ۸ نیش) از هر چشم را نیز القاء می‌نمایند. نتایج مشابهی توسط باجی و همکاران (۲۰۰۷) گزارش شده است. با توجه به نمودار٤ ملاحظه می‌گردد که مصرف ۰/۵ درصد تیواوره اختلاف معنی‌داری را با تیمار شاهد از نظر تعداد روز تا سبز شدن (نمودار٤) و همچنین تعداد ساقه (نمودار۵) داشت. کمترین تعداد روز تا سبز شدن بوته‌ها و همچنین بیشترین تعداد ساقهٔ تولید شده در بوته با محلول یک درصد تیواوره بدست آمد که با دیگر غلظت‌های این مادّهٔ شیمیایی و نیز با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری داشت. حسن‌پناه و همکاران (۱۳۸٦) نیز نتایج مشابهی را گزارش نموده اند. با توجه به نتایج مقایسهٔ میانگین ها متوجه می شویم که روند افزایش ارتفاع بوته با روند کاهش دورهٔ سبز شدن نسبت منفی دارد. با مصرف تیواوره تعداد روز تا سبز شدن بوته‌ها کاهش یافته است (نمودار٤) در نتیجه ارتفاع بوته افزایش یافت (نمودار ٦)؛ بنابراین اثر تیواوره با کاهش تعداد روز تا سبز شدن به‌طور غیرمستقیم بر ارتفاع بوته اثر گذاشته است. با توجه به رابطهٔ مثبت تعداد غدّه با ارتفاع بوته به نظر می‌رسد که بوته‌های قوی‌تر تعداد بیشتری غدّه تولید می‌کنند. مصرف محلول ۰/۵ درصد تیواوره متوسط تعداد غدّه در بوته را از ۵ به ۸/۵ افزایش داده است. مصرف تیواوره با غلظت‌های بالاتر منجر به افزایش معنی‌دار تعداد غدّه در بوته گردید (نمودار۷). همچنین می توان چنین بیان نمود که تیواوره با کاهش دورهٔ سبز شدن منجر به افزایش ارتفاع بوته و نیز افزایش تعداد ساقه گردید افزایش ارتفاع بوته و تعداد ساقه نیز با فراهم آوردن سطح فتوسنتزکنندهٔ بیشتر و در نتیجه اسمیلات مازاد و هدایت آنها به سمت استولون ها منجر به افزایش تعداد غدّه در بوته شده و از آن طریق عملکرد غدّه را افزایش داده است (نمودار۸). اوتیب و همکاران (۱۹۸۱) نشان دادند که مصرف تیواوره با غلظت ۲ درصد به‌طور معنی‌داری تعداد ساقه‌ها و غدّه‌ها، نسبت وزن غدّه به بوته، عملکرد و کیفیت غدّه‌ها را افزایش می‌دهد. با وجود این که هم تعداد غدّه و هم عملکرد غدّه در بوته با مصرف تیواوره افزایش یافت امّا تعداد غدّه در بوته روند سریع‌تر و یا شیب بیشتری داشت و در نتیجه وزن تک غدّه در بوته کاهش زیادتری داشته و از ۳۵ گرم در تیمار شاهد به کمتر از ۲۵ گرم در تیمار ۱ درصد تیواوره رسید. حسن‌پناه و همکاران (۱۳۸٦) گزارش نموده‌اند که استفاده از اسیدجیبرلیک و تیواوره برای شکستن خواب غدّه‌ها باعث می‌شود که پس از کاشت بذور در گلخانه عملکرد غدّه و وزن غدّه در بوته کاهش یابد. کسروی و الفییاد (۱۹۸۹) نشان دادند که تیواوره ۱ درصد در کاهش طول دورهٔ خواب، افزایش تعداد و طول جوانه‌ها در هر غدّه در مقایسه با تیمار شاهد مؤثرتر بود.

با توجه به مطالب ذکر شده، اگر هدف آماده کردن مینی‌تیوبرها برای کاشت باشد، مصرف محلول تیواوره با غلظت ۰/۵ درصد کافی است. مصرف تیواوره با غلظت ۰/۵ درصد به طور متوسط باعث کاهش زمان نیش‌زنی از ٦۰ روز به ۳۰ روز شد. بنابراین غلظت ۰/۵ درصد تیواوره برای شکستن خواب، تسریع سبز شدن بوته، افزایش تعداد غدّه در بوته و حصول حداکثر عملکرد در مینی‌تیوبرهای سیب‌زمینی رقم آگریا پیشنهاد می‌گردد.

منابع

حسن پناه، د. شهریاری، ر. و ابراهیمی مشیران، م. (۱۳۸٤). اصول کشت مینی تیوبر سیب زمینی. انتشارات رهرو دانش. ٤۲ صفحه.

حسن پناه، د. شهریاری، ر. شامل، ع. و فتحی، ل. (۱۳۸٦). اثر تیواوره و جیبرلیک اسید بر شکستن خواب مینی‌تیوبر سیب‌زمینی رقم آگریا. خلاصه مقالات پنجمین کنگره علوم باغبانی ایران. دانشگاه شیراز، دانشکدهٔ کشاورزی، ۱۲ تا ۱۵ شهریور ۱۳۸٦. صفحه ۱۰۰.

رضایی، ع. و سلطانی، ا. (۱۳۷۵). زراعت سیب زمینی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۷۹ صفحه.

مرتضوی بک، ا. (۱۳٦۸). گزارش علمی، آموزشی و فراگیری تکنیک های تکثیر سریع سیب زمینی. موسسهٔ تحقیقات اصلاح و تهیهٔ نهال و بذر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان. ۹٦ صفحه.

Bajji, M., Hamdi, M.M., Gastiny, F., Rojas-Beltran, J.A. & Jardin, P. (2007). Catalase inhibition accelerates dormancy release and sprouting in potato (Solanum tuberosum L.) tubers. Biotechnology Agronomy Social Environmental, 11(2), 121-131.

Denny, F.E. (1926a). Effect of thiourea upon bud inhibition and apical dominance of potato. *Botanical Gazette*, *81*(3), 297-311.

Emilson, B. (1999). Studies on the rest period and dormant period in the potato tuber. *Acta. Agric. Suecana. 3*, 189-284.

Ju, Y.L., Gu, L., Wang, B.J., Jiang, L. & Luo, Z.M. (2001). Studies on dormancy breaking in virus-free potato minituber. *Acta Agriculturae Boreali Sinica*, *16*(4), 36-41.

Kasrawi, M.A. & Alfayyad, M. (1989). Yield and quality of potatoes as influenced by breaking dormancy of tuber seed. *Research Journal of Aleppo University (Syria), Agricultural Science*, *13*, 51-68.

Lommen, W.J.M. (1994). Effect of weight of potato minitubers on sprout growth, emergence and plant characteristics at emergence. *Potato Research*, *37*(3), 315-322.

Lommen, W.J.M. (1995). Basic studies on the production and performance of potato minitubers. *PhD Thesis, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands*, 181 p.

Mosley, A.R., Yilma, S. & Charlton, B.A. (2007). Production of pre-nuclear potato seed from meristem to minitubers. *Oregon state university*, *Potato project*, 1-19.

Otroshy, M. & Struik, P.C. (2006). Utilization of tissue culture techniques in a seed potato tuber production scheme. *PhD Thesis, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands,* 264 p.

Rastovski, A. & Van Es, A. (1987). Storage of potatoes: post-harvest behaviour, Store design, Storage practice, and handling. *Center for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen*, 453 p.

Rehman, F., Lee, S.K., Khabir, A., Joung, H.V. & Yada, R.Y. (2003). Evaluation of various chemicals on dormancy breaking and subsequent effects on growth and yield in potato microtubers under greenhouse conditions. *Acta Hoticulturae*, *619*, 375-381.

Rehman, F., Seung, K.L. & Joung, H. (2002). Effects of various chemicals on carbohydrate content in potato microtubers after dormancy breaking. *Journal of Plant Science*, *1*(3), 224-225.

Rykaczewska, K. (1996). The dormancy period of minitubers of five potato cultivars. *Biuletyn Instytutu Ziemniaka*, *47*, 37-43.

Utheib, N.A., Abbas, M.F. & Alsammara, A.S. (1981). The effect of some growth regulators and thiourea on dormancy and subsequent growth of the potato in basrah. *Journal of Indian Potato Association*, *8*(3), 134-141.

Van Ittersum, M.K. & Struik, P.C. (1992). Relation between stolon and tuber characteristics and the duration of tuber dormancy in potato. *Netherlands Journal of Agri Science*, *40*, 159-177.

Wiersema, S.G., Cabello, R. & Booth, R.h. (1987). Storage behaviour and subsequent field performance of small seed potatoes. *Tropical Science, 27*, 105-112.

Yashar, A., Abdolla, M. & Abdel, M. (1995). Effects of seed tuber size of some potato cultivars on productivity of autumn plantation. *Assiut J. of Agric. Sci. 26*(2), 1-11.