نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد ششم، شماره اول، بهار ۹۲
۹۷-۱۰۸
http://ejcp.gau.ac.ir

ارزیابی برخی از عوامل مؤثر بر کارایی رایندیت در شکستن خواب ریزغده‌های سیب‌زمینی

*سالار منجم[۱]، احمد نوشکام[۲]، خالد سلیمی[۲] و عنایت رضوانی[۱]
[۱]دانشجوی دکتری گروه تکنولوژی بذر، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
[۲]دانشجوی دکتری گروه زراعت، دانشگاه تهران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج
تاریخ دریافت: ۹۱/٤/۱۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۰/۲۰

چکیده

در این آزمایش تأثیر کاربرد رایندیت در غلظت‌ها (صفر، ۰/۲، ۰/٤ و ۰/٦ میلی‌لیتر در لیتر) و مدت زمان‌های مختلف (۲٤، ٤۸ و ۷۲ ساعت) بر روی شکستن خواب ریزغده‌های سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) رقم مارفونا در دو سن مختلف (بلافاصله و یک هفته پس از برداشت)، مورد بررسی قرار گرفت. در مقایسه با ریزغده‌های شاهد، ریزغده‌های تیمار شده با رایندیت به‌طور معنی‌داری دارای دوره خواب کم‌تری داشتند، به‌خصوص زمانی‌که ریزغده‌ها ۱ هفته پس از برداشت تیمار شدند. اثر متقابل بین غلظت، مدت و زمان مصرف رایندیت معنی‌دار بود به این صورت که بهترین تأثیر در غلظت ۰/۲ میلی‌لیتر به‌مدت ٤۸ ساعت و ۰/٤ میلی‌لیتر به‌مدت ۲٤ ساعت در ۱ هفته پس از برداشت مشاهده شد. ریزغده‌های تیمار شده با رایندیت جوانه‌های فعال بیش‌تری (۲/۵۸ جوانه در ریزغده) نسبت به ریزغده‌های شاهد تولید کردند اما اختلاف معنی‌داری بین غلظت‌ها و مدت‌های مختلف دیده نشد. رایندیت تأثیر معنی‌داری بر افزایش (٤ برابر نسبت به شاهد) طول جوانه داشت. همچنین اثر متقابل بین غلظت و مدت تیمار بر طول جوانه معنی‌دار بود. به‌طوری‌که در غلظت ۰/۲ میلی‌لیتر در لیتر همبستگی مثبتی بین طول جوانه و افزایش مدت تیمار وجود داشت که این همبستگی در غلظت ۰/٦ میلی‌لیتر در لیتر منفی بود. افزایش غلظت یا مدت تیمار باعث افزایش پوسیدگی در ریزغده‌ها شد.

واژه‌های کلیدی: تعداد جوانه، ریزغده، طول جوانه، طول دوره خواب

* مسئول مکاتبه: monajjems@yahoo.com

مقدمه

سیب‌زمینی به‌صورت زایشی به‌وسیله بذرهای حقیقی و غیرزایشی به‌وسیله غده (ساقه‌های زیرزمینی کوتاه و ضخیم با جوانه‌های جانبی) تکثیر می‌شود. در ایران به‌طور سنتی برای تکثیر و تولید سیب‌زمینی از غده‌های بذری استفاده می‌شود. این روش تکثیر دارای معایبی است مانند: سرعت تکثیر پایین، بازدهی کم، خطر انتقال بیماری‌ها و آفات مختلف به نسل‌های بعدی، نیاز به کنترل شدید و همچنین برای تکثیر نیاز به اراضی زیادی دارد به این صورت که در سیستم سنتی حدود ۱۵ درصد از سطح اراضی زیر کشت برای تولید بذر سیب‌زمینی مورد نیاز است، که این رقم برای گندم حدود ۱ به ۳۰ می‌باشد (استروک و ویرسما، ۱۹۹۹). اخیراً روش‌های جدیدی برای تکثیر غده بذری استفاده می‌شود. یکی از این روش‌ها، تکثیر سریع (ریزازدیادی) است. این روش بسیار انعطاف‌پذیر بوده و منجر به تولید مقدار زیادی از غده‌های سیب‌زمینی عاری از بیماری‌های خاک‌زی می‌شود. ریزازدیادی می‌تواند بسیاری از مشکلات را که در ارتباط با سیستم تکثیر سنتی است حل کند. میزان بالای تکثیر و مواد عاری از ویروس (شامل گیاهک، نشاء، میکروتیوبر و ریزغده)، حمل و نقل و انبارداری آسان و نیاز کم به فضا هنگام تکثیر به‌عنوان فواید تکثیر سریع شناخته شده‌اند (اوتروشی و استروک، ۲۰۰۶).

در کشور ما نیز استفاده از تکنیک کشت بافت برای تولید ریزغده به‌عنوان بذر پایه رایج است. ریزغده از گیاهچه‌های تولید شده در شرایط استریل پس از انتقال این گیاهچه‌ها به گلخانه تولید می‌شود. ریزغده‌ها کوچک‌تر از غده‌های مزرعه‌ای هستند و معمولاً بین ۲۵-۵ میلی‌متر قطر و ۱۰-۰/۱ گرم وزن دارند (استروک، ۲۰۰۷). ریزغده دارای قابلیت کشت در محیط‌های طبیعی برای تولید غده‌های بذری می‌باشد. یکی از مشکلات عمده در برابر تکثیر ریزغده‌های داخلی، جوانه‌زنی کم به‌خاطر دوره خواب است که منجر به فاسد شدن غده‌های کاشته شده و پایین آمدن درصد سبزشدن و بنیه بذرها می‌شود. خواب در غده‌های سیب‌زمینی دوره‌ای از رشد است که جوانه‌های موجود در چشم هیچ‌گونه رشدی نمی‌کنند، حتی اگر در شرایط مناسب برای جوانه‌زنی قرار گیرند، که این دوره بسته به رقم ۱۹-۸ هفته طول می‌کشد (وریگدنهیل، ۲۰۰۷). زمانی‌که غده‌ها برای مصرف خوراکی در نظر گرفته شوند یک دوره طولانی خواب برای افزایش عمر انبارداری مناسب است. اما در مناطقی که غده‌های تولید شده در تابستان، در پاییز به‌عنوان بذر مصرف می‌شوند یا در تولید غده‌های بذری گل‌خانه‌ای که بین تولید و کاشت آن‌ها مدت زمان کوتاهی است، کوتاه کردن دوره خواب ضروری است (الکسوپولوس و همکاران، ۲۰۰۷). همچنین برای گواهی بذر، آزمایش ریزغده‌ها به‌ویژه از نظر

آلودگی به ویروس الزامی است. برای آزمایش بعضی از بیماری‌ها، مانند ویروس عامل پیچیدگی برگ سیب‌زمینی، لازم است که غده‌ها دارای جوانه‌های فعال باشند (راسوو، ۲۰۰۸). بعضی از ارقام دارای خواب طولانی می‌باشند که انجام آزمایش‌های مربوط به آلودگی ویروس را به تأخیر می‌اندازد. بنابراین لازم است که غده‌ها به‌صورت مصنوعی تحریک شوند تا موجب کوتاه شدن مراحل گواهی بذر و از دست ندادن فصل کشت شود. خواب در غده‌های سیب‌زمینی توسط کاربرد مواد شیمیایی (قبل یا بعد از برداشت)، زخمی کردن غده‌ها، کنترل رطوبت هوا، دمای هوا (شوک گرما، شوک سرما و انبارداری در محیط گرم) یا تغییر ترکیب هوای داخل انبار کوتاه می‌شود (استروک، ۲۰۰۷). در زمان رشد غده، کاربرد جیبرلیک اسید بر روی بوته مادری، موجب کوتاه شدن دوره خواب می‌شود (وان‌ایترسوم و اسچولت، ۱۹۹۳) اما تأثیر این روش به مرحله رشدی بوته مادری و میزان نمو غده در زمان کاربرد جیبرلیک اسید وابسته است (الکسوپولوس و همکاران، ۲۰۰۷). کارایی جیبرلیک اسید به رقم وابسته است و به‌خصوص دوره خواب رقم مارفونا (در این پژوهش) واکنش کمی به آن نشان می‌دهد (سلیمی و همکاران، ۲۰۱۰b). تحریک جوانه‌زنی در غده سیب‌زمینی، همچنین توسط کاربرد مستقیم جیبرلیک اسید بر روی غده، بعد از برداشت به‌دست می‌آید (الکسوپولوس و همکاران، ۲۰۰۸). همچنین با استفاده از تیمار مواد شیمیایی مانند کربن دی‌سولفید (میجرز، ۱۹۷۲)، بروموا‌تان (کولمن، ۱۹۸۳) و رایندیت (کیم و همکاران، ۱۹۹۹) می‌توان طول دوره خواب در غده‌های سیب‌زمینی را کاهش داد. رایندیت قوی‌ترین ماده مؤثر در شکستن خواب غده‌های سیب‌زمینی است (رحمان و همکاران، ۲۰۰۱). رایندیت از ترکیب ۷ قسمت کلروهیدرین، ۳ قسمت اتیلن دی‌کلراید و ۱ قسمت تتراکلریدکربن به‌دست می‌آید. کلروهیدرین مهم‌ترین جزو آن است که به تنهایی به‌صورت محلول در آب خاصیت خواب‌شکنی دارد. اتیلن دی‌کلراید نیز خاصیت خواب‌شکنی دارد. اما استفاده از تتراکلریدکربن تنها برای تسهیل در تبخیر ترکیب است. دی‌بوکس (۱۹۷۰) نشان داد که شانس تشخیص وجود آلودگی ویروسی در غده‌های تیمار شده با رایندیت بیش‌تر از غده‌هایی است که توسط جیبرلیک اسید یا به‌طور طبیعی جوانه‌دار شده بودند.

در آزمایش سلیمی و همکاران (۲۰۱۰b) مشخص شد که رقم مارفونا نسبت به آگریا واکنش کم‌تری به تیمارهای رایج خواب‌شکنی (اسید جیبرلیک و دی‌سولفیدکربن) نشان می‌دهد. بنابراین این پژوهش با هدف ارزیابی عوامل مؤثر بر کارایی رایندیت در شکستن خواب ریزغده‌های سیب‌زمینی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

آزمایش در بهار سال ۱۳۹۰ در شرکت کشت بافت پیشتاز، واقع در شهرستان کرج انجام گرفت. ریزغده‌های رقم مارفونا از گیاهچه‌های آزمایشگاهی تولید شد. گیاهچه‌های آزمایشگاهی در جعبه‌های شامل پیت‌موس و پرلایت به نسبت ۳ به ۱ کشت شد. جعبه‌های کشت در گل‌خانه در دمای شب/ روز، ۲۰/۱٤ درجه سانتی‌گراد و طول روز ١٤ ساعت قرار داده شدند (اوتروشی و استروک، ۲۰۰٦؛ سلیمی و همکاران، ۲۰۱۰b). ۱۲۰ روز پس از کاشت، ریزغده‌ها توسط دست برداشت شدند. پس از برداشت، به‌میزان مورد نیاز ریزغده‌های با وزن ۱/۵ گرم انتخاب شد و آزمایشی که شامل تیمارهای زیر بود بر روی آن‌ها صورت گرفت.

زمان تیمار: ریزغده‌های انتخاب شده به ۲ دسته تقسیم شدند و یک گروه از آن‌ها بلافاصله پس از برداشت و گروه دوم در ۱ هفته پس از برداشت با رایندیت تیمار شدند. ریزغده‌های تیمار نشده تا زمان تیمار در شرایط مشابهی با ریزغده‌های تیمار شده نگهداری شدند.

غلظت: در این آزمایش از ٤ غلظت صفر، ۰/۲، ۰/٤ و ۰/٦ میلی‌لیتر بر لیتر محلول رایندیت استفاده شد.

مدت زمان تیمار: هر غلظت به‌مدت ٢٤، ٤٨ و ۷۲ ساعت استفاده شد. برای تیمار با رایندیت ریزغده‌ها در جعبه‌های پلاستیکی بدون منفذ درب‌دار قرار داده شدند. سپس مقداری مایع رایندیت برای تهیه غلظت موردنظر در پتری‌دیش به‌صورتی‌که تماس مستقیم با ریزغده‌ها نداشته باشد در جعبه قرار داده شد. همچنین یک تکه دستمال کاغذی برای افزایش سطح تماس مایع با هوا و بهبود تبخیر در پتری‌دیش قرار داده شد. پس از اعمال تیمار ریزغده‌ها در ژرمیناتور در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵ درصد در محیط کاملاً تاریک قرار داده شدند و به فاصله هر دو روز یک‌بار تعداد غده‌های جوانه‌دار شمارش شد. ریزغده‌هایی که قرار بود در ۱ هفته بعد از برداشت تیمار شدند، تا زمان تیمار در شرایطی مشابه با ریزغده‌های تیمار شده بودند. غده‌هایی که دارای حداقل یک جوانه به طول ۲ میلی‌متر بودند به‌عنوان غده جوانه زده در نظر گرفته شد. همچنین ۸۰ درصد جوانه‌زنی به‌عنوان پایان یافتن دوره خواب در نظر گرفته (کیم و همکاران، ۱۹۹۹) و پس از اتمام دوره خواب تعداد جوانه در غده، طول جوانه و غده‌های پوسیده شده شمارش شدند. در این پژوهش برای بررسی تیمارهای آزمایشی از آزمایش فاکتوریل سه‌عاملی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار استفاده شد. با توجه به این‌که در این آزمایش عامل صفر (شاهد) وجود داشت، بنابراین عامل‌های دیگر مانند زمان

مصرف و مدت تیمار در این سطح متغیر نبودند (کرت‌های غیرواقعی یا موهوم). بنابراین جدول تجزیه واریانس با کمی تغییر ارایه شد. به این ترتیب برای اثر اصلی طبق روال معمول محاسبه‌ها انجام گرفت، اما برای اثر متقابل که در آن‌ها کرت غیرواقعی (سطح صفر) وجود داشت، سطح صفر از جدول ۲ یا سه‌طرفه حذف شد. با توجه به این‌که تفاوت میان تیمارهای سطح صفر، تنها ناشی از خطای آزمایشی است بنابراین درجه آزادی و مجموع مربعات آن‌ها در خطای آزمایشی ادغام شد (جاین و سری واستاوا، ۲۰۰۷). با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه میانگین تیمارها انجام شد.

نتایج و بحث

طول دوره خواب: تجزیه واریانس نشان داد که در این آزمایش درصد جوانه‌زنی ریزغده‌ها در زمان‌های مختلف پس از برداشت برای زمان مصرف در سطح ۰/۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱)، به‌طوری‌که ریزغده‌هایی که ۱ هفته پس از برداشت تیمار شده بودند، نسبت به آن‌هایی که که بلافاصله پس از برداشت تیمار شدند، سریع‌تر جوانه زدند (شکل ۱). زمان لازم برای ۸۰ درصد جوانه‌زنی در ریزغده‌های شاهد ۷٦ روز بود و با توجه به این‌که تا ۳۵ روز پس از تیمار، جوانه‌زنی در آن‌ها دیده نشد، میانگین‌های مربوط به تیمار شاهد در شکل ۱ آورده نشده است. بلافاصله پس از برداشت ریزغده‌ها دارای پوسته نازکی هستند و در برابر محلول رایندیت آسیب‌پذیر هستند که ممکن است عامل اصلی در به تأخیر انداختن جوانه‌زنی باشد. همچنین، کیم و همکاران (۱۹۹۹) در آزمایشی که بر روی میکروتیوبرهای سیب‌زمینی انجام دادند، گزارش کردند که بهترین زمان مصرف رایندیت برای شکستن خواب ۲ هفته پس از برداشت است. همچنین سلیمی و همکاران (۲۰۱۰a) ۱ هفته پس از برداشت را بهترین زمان برای تیمار ریزغده‌های سیب‌زمینی با دی‌سولفیدکربن گزارش کردند. اثر متقابل زمان مصرف × غلظت × مدت تیمار برای طول دوره خواب معنی‌دار بود (جدول ۱)، به‌طوری‌که بلافاصله پس از برداشت در غلظت ۰/۲ میلی‌لیتر بر لیتر، ٤۸ ساعت قرار دادن ریزغده‌ها در معرض بخار رایندیت بهترین نتیجه را داشت (شکل ۱). اما در این غلظت در ۱ هفته پس از برداشت، بین مدت‌های مختلف تیمار تفاوتی مشاهده نشد. در حالی‌که در غلظت ۰/٤ و ۰/٦ میلی‌لیتر بر لیتر در تیمار بلافاصله پس از برداشت، مدت تیمار ۲٤ ساعت بهترین نتیجه را داشت و بین ٤۸ و ۷۲ ساعت اختلافی دیده نشد. در تیمار ۱ هفته پس از برداشت نیز شبیه حالت قبل، تیمار ۲٤ ساعت بهترین نتیجه را داشت با این تفاوت که تیمار ٤۸ ساعت نیز بهتر از ۷۲ ساعت بود. به احتمال زیاد علت این

اختلاف‌ها در میزان مقاومت ریزغده‌ها به رایندیت باشد. در ۱ هفته پس از برداشت ریزغده‌ها دارای پوسته ضخیم‌تری هستند و می‌توانند غلظت و مدت زمان بیش‌تر تیمار با رایندیت را تحمل کنند. در آزمایش سلیمی و همکاران (۲۰۱۰b) مشخص شد که رقم مارفونا نسبت به آگریا واکنش کم‌تری به تیمارهای خواب‌شکنی (اسید جیبرلیک و دی‌سولفیدکربن) نشان می‌دهد، بنابراین با توجه به نتایج این آزمایش مشخص می‌شود که رایندیت ماده مؤثرتری برای شکستن خواب ریزغده‌های این رقم است.

جدول ۱- تجزیه واریانس بر مبنای میانگین مربعات (MS) برای درصد جوانه‌زنی به‌ازای روز پس از تیمار (۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰)، تعداد جوانه در غده، طول جوانه و پوسیدگی.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		درصد جوانه‌زنی در زمان‌های مختلف پس از برداشت					تعداد جوانه	طول جوانه	پوسیدگی
		۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰			
زمان	۱	۰/۵^{ns}	٤۳/٥***	۱۹***	۲٤/٥***	۲۰***	۱/۸***	۲۱۷***	۰/۰٥^{ns}
غلظت	۳	۳۱/۱**	۱۱٤***	۱۷٦***	۲۱۷***	۲۲٥***	۱۱/۲***	٥٦۱***	٥٤/٥***
مدت	۲	۲۸۷***	٤۹/۲***	۷۲***	۷٦***	۷۸***	۰/۰٦^{ns}	۲۳/۲^{ns}	۲۱/۳***
زمان× غلظت	۲	۱/٤^{ns}	۸/٦***	۲/٤^{ns}	۳/٤*	۳**	۰/۲٤^{ns}	٥٤/۲^{ns}	۰/٦^{ns}
زمان× مدت	۲	۹/٥**	٦/٦**	۳/۳^{ns}	۳/۷*	٤**	۰/۱۳^{ns}	۱٤/٦^{ns}	۰/۲٦^{ns}
مدت× غلظت	٤	٥/۲**	۲۰/۸***	۲۹***	۲٤/۸***	۲٦/٥***	۰/۱۳^{ns}	۹۱/٦***	۸/۷٤***
زمان× غلظت× مدت	٤	٤/٦**	۲/۳ ^{ns}	۲/٥^{ns}	۱/٤*	٤/۷***	۰/۰٥^{ns}	۲۹/۱^{ns}	۰/۳۷^{ns}
خطا	٥٦	۱/۳	۱/۳	۱/۱۹	۰/۸	۰/۷	۰/۰۹	۱۹/٤	۱/٥٤

*معنی‌دار در سطح احتمال ٥ درصد، **معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ^{ns}غیرمعنی‌دار.

درصد پوسیدگی: اثر متقابل غلظت و مدت تیمار از نظر درصد پوسیدگی در سطح ۰/۱ معنی‌دار بود (جدول ۱). با افزایش غلظت یا مدت تیمار در درصد پوسیدگی افزایش معنی‌داری دیده شد (جدول ۲). در غلظت ۰/۲ میلی‌لیتر بر لیتر، بین سطوح مدت تیمار و همچنین در مقایسه با شاهد اختلافی دیده نشد. اما در ۰/٤ میلی‌لیتر بر لیتر اختلاف معنی‌داری میان هر سه مدت تیمار وجود داشت. در تیمار ۰/٦ میلی‌لیتر بر لیتر تیمار ٤۸ و ۷۲ ساعت تأثیر مشابهی داشتند اما تأثیر آن‌ها بیش‌تر از تیمار ۲٤ ساعت بود. این نتایج با یافته‌های کیم و همکاران (۱۹۹۹) در بررسی واکنش میکروتیوبرهای سیب‌زمینی به رایندیت مطابقت دارد.

جدول ۲- تأثیر غلظت و مدت تیمار با رایندیت بر روی میزان پوسیدگی ریزغده‌های سیب‌زمینی.

غلظت رایندیت (حجم/ حجم)	مدت تیمار (ساعت)		
	۲٤	٤۸	۷۲
شاهد (۰)	۰[c]	–	–
۰/۲ میلی‌لیتر بر لیتر	۳[c]	٦[c]	٦[c]
۰/٤ میلی‌لیتر بر لیتر	۳[c]	۲۱[b]	٤٥[a]
۰/٦ میلی‌لیتر بر لیتر	۱۸[b]	٤٦[a]	٥۳[a]

در هر ستون میانگین‌های دارای حرف مشترک براساس آزمون LSD در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار نیستند.

تعداد جوانه فعال: تجزیه واریانس تعداد جوانه در غده برای اثر زمان در سطح ۰/۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). ریزغده‌های که ۱ هفته پس از برداشت تیمار شده بودند (۲/۳ جوانه در هر ریزغده)، نسبت به آن‌هایی که بلافاصله پس از برداشت تیمار شده بودند (۲ جوانه در هر ریزغده)، جوانه‌های بیش‌تری تولید کردند. در مقایسه با شاهد (۱ جوانه در هر ریزغده) رایندیت باعث حذف غالبیت انتهایی و افزایش تعداد جوانه فعال در ریزغده‌ها شد (شکل ۲). در غلظت ۰/٦ میلی‌لیتر بر لیتر بیش‌ترین تعداد جوانه (۲/۷٥ جوانه در هر ریزغده) در ریزغده‌ها تولید شد، اما در بین غلظت‌های ۰/۲ (۲/٤۹ جوانه در هر ریزغده) و ۰/٤ (۲/٥۲ جوانه در هر ریزغده) از نظر تعداد جوانه تولیدی در هر ریزغده اختلافی دیده نشد.

از عوامل تعیین‌کننده عملکرد در سیب‌زمینی تعداد ساقه در مترمربع است که توسط تراکم کاشت و نسبت تعداد جوانه‌های که به ساقه تبدیل می‌شوند، تعیین می‌شود. بنابراین، تنظیم تعداد ساقه در مترمربع توسط تیمار غده‌ها و تراکم کاشت از اهمیت زیادی برخوردار است. با توجه به قیمت زیاد ریزغده‌های سیب‌زمینی افزایش تراکم ساقه توسط افزایش تراکم کاشت مقرون به صرفه نمی‌باشد. بنابراین افزایش تعداد جوانه در غده توسط تیمارهای شیمیایی به‌خصوص زمانی‌که ریزغده‌ها مدت کمی پس از برداشت کشت می‌شوند و ممکن است به‌خاطر غالبیت انتهایی تعداد جوانه در ریزغده پایین باشد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. اما گاهی اوقات که این تیمارها باعث افزایش بیش از حد تعداد جوانه می‌شوند، در چنین حالتی غده مادری به‌خاطر کوچک بودن و کمبود مواد ذخیره‌ای قادر به حمایت تمامی جوانه‌ها نیست و رقابت شدیدی در بین جوانه‌ها بر سر مواد غذایی به‌وجود می‌آید. همچنین تعداد زیاد جوانه موجب افزایش تنفس و تبخیر از ریزغده شده و موجب تخلیه مواد غذایی غده مادری قبل از کاشت می‌شود (سلیمی و همکاران، ۲۰۱۰a).

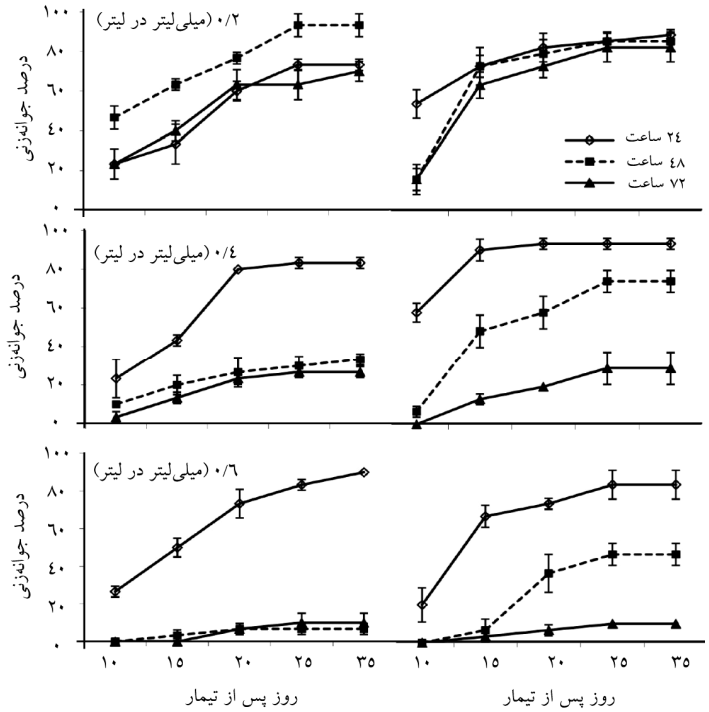
طول جوانه: اثر زمان بر طول جوانه در سطح ۰/۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). ریزغده‌های که ۱ هفته پس از برداشت (۱۳ میلی‌متر) تیمار شده بودند، نسبت به غده‌های که بلافاصله پس از برداشت (۹ میلی‌متر) تیمار شده بودند جوانه‌های طویل‌تری تولید کردند. اختلاف غلظت‌های مصرفی در عکس‌العمل به‌مدت تیمار در طول جوانه در سطح ۰/۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). با افزایش مدت تیمار، غلظت‌های مختلف عکس‌العمل متفاوتی نشان دادند (جدول ۳). در غلظت ۰/۲ میلی‌لیتر بر لیتر با افزایش مدت تیمار طول جوانه نیز افزایش پیدا کرد و بیش‌ترین طول جوانه در ۷۲ ساعت مدت تیمار دیده شد (جدول ۳). در غلظت ۰/٤ میلی‌لیتر بر لیتر ابتدا با افزایش مدت تیمار از ۲٤ ساعت به ٤۸ ساعت افزایش معنی‌داری مشاهده شد اما افزایش بیش‌تر در مدت تیمار یعنی ۷۲ ساعت باعث کاهش دوباره طول جوانه شد. در غلظت ۰/٦ میلی‌لیتر بر لیتر دقیقاً برعکس حالت ۰/۲ میلی‌لیتر اتفاق افتاد یعنی افزایش مدت تیمار، کاهش طول جوانه را به‌دنبال داشت.

در آزمایش‌های سلیمی و همکاران (۲۰۱۰a) و سلیمی و همکاران (۲۰۱۰b) دی‌سولفیدکربن و اسید جیبرلیک باعث افزایش طول جوانه شدند. اندازه جوانه قدرت بذر را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. لومن (۱۹۹٤) نشان داد که اگر ریزغده‌ها با جوانه‌های بلند (تا ۸ میلی‌متر) کشت شوند، زمان لازم برای سبزشدن کم می‌شود و اختلاف زمانی بین سبزشدن غده‌های با وزن‌های مختلف کاهش می‌یابد. همچنین او نشان داد که در کاشت عمیق ریزغده‌های با جوانه‌های بلند شانس بیش‌تری برای سریع سبزشدن و فرار از عوامل بیماری‌زای خاک دارند.

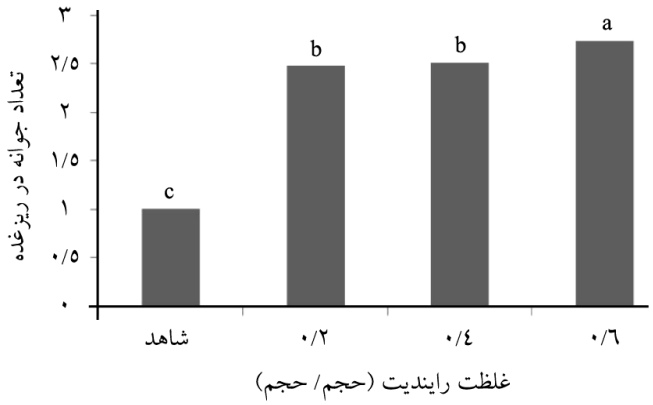
جدول ۳- تأثیر غلظت و مدت تیمار با رایندیت بر روی طول جوانه.

غلظت رایندیت (حجم/ حجم)	مدت تیمار (ساعت)		
	۲٤	٤۸	۷۲
شاهد (۰)	۳/۵[c]	–	–
۰/۲ میلی‌لیتر بر لیتر	۱۲/۱[b]	۱۵/۸[ab]	۱۷/٦[ab]
۰/٤ میلی‌لیتر بر لیتر	۱۳/٦[ab]	۱۸[a]	۱٤/۱[ab]
۰/٦ میلی‌لیتر بر لیتر	۱۸/۵[a]	۱۱/٦[b]	٦/۵[c]

در هر ستون میانگین‌های دارای حرف مشترک براساس آزمون LSD در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار نیستند.



شکل ۱- اثر زمان مصرف (سمت راست؛ ۱ هفته پس از برداشت، سمت چپ؛ بلافاصله پس از برداشت)، غلظت و مدت تیمار بر روی کارایی رایندیت در شکستن خواب ریزغده‌های سیب‌زمینی. خطوط عمودی نشان‌دهنده میانگین ± خطای استاندارد است.



شکل ۲- تأثیر غلظت رایندیت بر روی تعداد جوانه در ریزغده.

میانگین‌های دارای حرف مشترک براساس آزمون LSD در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار نیستند.

به‌طورکلی نتایج این آزمایش نشان داد که تیمار رایندیت در غلظت ۰/٤ میلی‌لیتر بر لیتر به‌مدت ۲٤ ساعت در ۱ هفته پس از برداشت بیش‌ترین کارایی را در کوتاه کردن دوره خواب ریزغده‌های سیب‌زمینی دارد.

منابع

1. Alexopoulos, A.A., Aivalakis, G., Akoumianakisa, K.A., and Passam, H.C. 2008. Effect of gibberellic acid on the duration of dormancy of potato tubers produced by plants derived from true potato seed. Postharvest Biol. Tech. 49: 424-430.
2. Alexopoulos, A.A., Akoumianakis, K.A., Vemmos, S.N., and Passam, H.C. 2007. The effect of postharvest application of gibberellic acid and benzyl adenine on the duration of dormancy of potatoes produced by plants grown from TPS. Postharvest Biol. Tech. 46: 54-62.
3. Coleman, W.K. 1983. An evaluation of bromoethane for breaking tuber dormancy in *Solanum tuberosum* L. Amer. Potato J. 60: 161-167.
4. De Bokx, J.A. 1970. The effect of breaking dormancy of potato tubers by Rindite or Gibberellic acid on the detection of potato virus A by A6-testleaves. Potato Res. 13: 101-113.
5. Jain, R.C., and Srivastava, R. 2007. Factorial experiments-some variations. I.A.S.A.I. Library Avenue, New Delhi-110012. Pp: 389-392.
6. Kim, H.S., Joen, J.H., Choi, K.H., Joung, Y.H., and Joung, H. 1999. Effect of rindite on breaking dormancy of potato microtubers. Amer. J. Potato Res. 76: 5-8.
7. Lommen, W.J.M. 1994. Effects of weight of potato minitubers on sprout growth, emergence and plant characteristics at emergence. Potato Res. 37: 315-322.
8. Meijers, C.P. 1972. Effect of carbon-disulphide on the dormancy and sprouting of seed-potatoes. Potato Res. 15: 160-165.
9. Otroshy, M., and Struik, P.C. 2006. Effects of storage temperature, size of minitubers and growth regulator application on the dormancy, sprout behaviour, growth vigour and quality of minitubers of different cultivars of potato. Ph.D. Thesis, Wageningen University, 264p.
10. Rehman, F., Lee, S.K., Kim, H.S., Jeon, J.H., Park, J., and Joung, H. 2001. Dormancy breaking and effects on tuber yield of potato subjected to various chemicals and growth regulators under greenhouse conditions. J. Biol. Sci. 1: 818-820.
11. Rossouw, J.A. 2008. Effect of cytokinin and gibberellin on potato tuber dormancy. M.Sc. Thesis, Pretoria University, 83p.
12. Salimi, Kh., Hosseini, M.B., Struik, P.C., and Tavakkol Afshari, R. 2010a. carbon disulphide promotes sprouting of potato minitubers. Austr. J. Crop Sci. 4: 163-168.

13. Salimi, Kh., Tavakkol Afshari, R., Hosseini, M.B., and Struik, P.C. 2010b. Effects of gibberellic acid and carbon disulphide on sprouting of potato minitubers. Scientia Horticulture, 124: 14-18.
14. Struik, P.C. 2007. The canon of potato science. 25. Minitubers. Potato Res. 50: 305-308.
15. Struik, P.C., and Wiersema, S.G. 1999. Seed Potato Technology, Wageningen Press, The Netherlands, 383p.
16. Van Ittersum, M.K., and Scholte, K. 1993. Shortening dormancy of seed potatoes by haulm application of gibberellic acid and storage temperature regimes. Amer. J. Potato Res. 70: 7-19.
17. Vreugdenhil, D. 2007. The canon of potato science. 39. Dormancy. Potato Research, 50: 371-373.

EJCP., Vol. 6 (1): 97-108
http://ejcp.gau.ac.ir

Evaluation of the effect of some factors on efficacy of Rindite on breaking dormancy of potato minitubers

***S. Monajjem[1], A. Noshkam[2], Kh. Salimi[2] and E. Rezvani[1]**
[1]Ph.D. Student, Dept. of Seed Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [2]Ph.D. Student, Dept. of Agronomy, University of Tehran, Karaj
Received: 07/09/2012; Accepted: 01/09/2013

Abstract

In this study the effects of post-harvest application of Rindite in various concentrations (0, 0.2, 0.4 and 0.6 ml L^{-1}) and with different exposure duration (24, 48 and 72 h) on breaking of dormancy and sprouting of potato (*Solanum tuberosum* L., cv. Marfona) minitubers of two ages (freshly harvested and one week after harvest) was investigated. In comparison with the control minitubers, Rindite treated minitubers showed significantly shorter dormancy, especially when minitubers were treated one week after harvest. Three-way interactions effect of concentration, duration and minitubers age on the minituber sprouting were statistically significant and application of Rindite by fumigation with 0.2 ml L^{-1} for 48 h or 0.4 ml L^{-1} for 24 h effectively reduced the dormancy period of one week old minitubers. The number of sprouts per minituber was significantly enhanced by treating minitubers with Rindite where compared with the untreated control minitubers, however, there were no differences among concentrations or exposure durations. The length of sprouts per minituber was significantly increased by treating minitubers with Rindite. There were also strong interaction between concentration and duration, in concentration of 0.2 ml L^{-1}, the length of sprout showed a positive correlation with exposure duration, but in 0.6 ml L^{-1}, this correlation was negative. In concentration of 0.4 ml L^{-1}, with increase in duration until 48 h the sprout length increased, but further increase in duration led to decrease in sprout length. When longer duration was accompanied with higher concentration, treatment with Rindite led to rotting of minitubers.

Keywords: Dormancy period, Minitubers, Number of sprout, Sprout length

* Corresponding author; Email: monajjems@yahoo.com