اثر روش‌های مختف آماده‌سازی بذر بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر گوجه‌فرنگی

احمد جوادی[1*]، سعید خماری[2]

[1]دکتری علوم و تکنولوژی بذر، دانشگاه محقق اردبیلی

[2]دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه محقق اردبیلی

تاریخ دریافت: ۹۷/۹/۲۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۴

چکیده

به‌منظور ارزیابی روش‌های مختلف آماده‌سازی بذر گوجه‌فرنگی آزمایشی در قالب طرح آزمایشی کاملاً تصادفی در چهار تکرار در آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر دانشگاه محقق اردبیلی انجام شد. عامل‌های آزمایش شامل آب شویی، تخمیر (دماهای ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ درجه سلسیوس و زمان‌های ۲۴، ۳۶، ۴۸ و ۶۰ ساعت) و اسید شویی (مقادیر کلریدریک اسید ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ میلی‌لیتر به ازای هر کیلوگرم میوه و زمان‌های ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ دقیقه) بود. به منظور تعیین کیفیت بذور فرآوری شده، آزمون جوانه‌زنی استاندارد اجرا شد و شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج آزمایش نشان داد که بذرهای فراوری شده به روش تخمیر در دمای ۲۵ درجه به مدت ۲۴ ساعت بالاترین درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر، طول و وزن خشک گیاهچه و شاخص طولی قدرت گیاهچه را داشتند. در بین سطوح مختلف اسیدشویی غلظت ۱۰ میلی‌لیتر اسید و مدت زمان ۲۰ دقیقه شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و رشد اولیه گیاهچه زیادتری داشتند.

واژه‌های کلیدی: اسید شویی، تخمیر، کیفیت بذر، گوجه‌فرنگی

مقدمه

تولید سبزیجات یکی از مهارت‌های اساسی بشر است. انسان در هر مکانی که برای مدت طولانی توقف داشته است، به همراه گیاهان زراعی به کاشت سبزیجات نیز پرداخته تا غذای خود و دام‌هایش را تهیه نماید. در حال حاضر سبزیجات مرغوب به طور فزاینده‌ای مورد استقبال قرار می‌گیرند، که تولید موفقیت‌آمیز آن به میزان بسیار زیادی به تهیه و تولید بذر خوب بستگی دارد (George, 2009). گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum*) دومین سبزی پرمصرف دنیا پس از سیب‌زمینی است که به‌عنوان یک منبع غنی از ویتامین و مواد معدنی در دنیا مطرح است (Eevera and Vanangamudi, 2006). در سال‌های اخیر رشد چشمگیری در زمینه تولید گوجه‌فرنگی در بسیاری از مناطق جهان مشاهده می‌شود. به نحوی‌که، میزان تولید جهانی گوجه‌فرنگی در سال ۲۰۱۴ چیزی حدود ۱۷۷ میلیون تن گزارش شده است (FAO, 2016). به‌طورکلی، بذر حلقه اصلی تولید در کشاورزی است و با در نظر گرفتن این مهم که سرمایه‌گذاری‌های دیگر در نتیجه استفاده از بذور نامرغوب از بین می‌روند، اهمیت بذر به خوبی مشخص می‌شود (George, 2009). بنابراین، با در نظر گرفتن این موضوع تولید بذر مرغوب و افزایش کیفیت بذر بسیار حایز اهمیت است.

*مسئول مکاتبه: ahmadjavadi55@gmail.com

از جمله مشکلاتی که در تولید بذر گوجه‌فرنگی وجود دارد، آماده‌سازی و استخراج بذر است. آماده‌سازی و استخراج مناسب بذرها از میوه گوجه‌فرنگی می‌تواند به‌طور بالقوه عاملی مؤثر در دستیابی به بذر با کیفیت باشد. چرا که در اطراف بذرهای گوجه‌فرنگی ماده ژلاتینی وجود دارد که دارای مواد شیمیایی بازدارنده جوانه‌زنی است. این مواد طی فرآیند جداسازی بذر تجزیه می‌شوند (Thirumalmurugan et al., 2006). استخراج بذر گوجه‌فرنگی شامل تیمارهایی جهت از بین بردن لایه ژلاتینی پوشاننده بذور می‌باشد که شامل چند مرحله است که با له کردن میوه با دست یا ماشین شروع شده و با حذف لایه ژلاتینی با یکی از روش‌های تخمیر، استفاده از مواد شیمیایی و یا روش مکانیکی دنبال می‌شود (Silva et al., 1982; Neamati et al., 2010). فرایند تخمیر یکی از روش‌های حذف این مواد می‌باشد. در واقع تخمیر نوعی تغییر شیمیایی است که به وسیله سیستم‌های آنزیمی میکروارگانیسم‌ها انجام می‌شود (Agrawal, 1995). در این فرآیند، میوه‌های رسیده برداشت شده، له شده و بذور به همراه مواد ژلاتینی و گاهی سایر قسمت‌های گوشت میوه در ظروف غیر فلزی به مدت ۳-۲ روز در دمای ۲۵-۲۰ درجه سلسیوس قرار می‌گیرند تا لایه ژلاتینی پوشاننده بذور توسط میکروارگانیسم‌ها تجزیه شود. البته بسته به مرحله رسیدگی میوه و دمای تخمیر، این فرایند به مدت ۵-۱ روز کامل می‌شود (Eevera and Vanangamudi, 2006; McDonald and Copeland, 2012). اگرچه فرآیند تخمیر مشکل نیست، اما باید در شرایط کنترل شده صورت گیرد و اگر به‌طور غیر صحیح انجام گیرد، مثلاً در مواردی که مخمر بوی بدی تولید می‌کند و یا قارچ سفید رشد زیادی دارد، می‌تواند به بذر صدمه بزند (Bagheri et al., 2013). جهت تجزیه کافی ماده موسیلاژ احاطه کننده بذر توسط میکروارگانیسم‌ها مدت زمان تخمیر باید کافی باشد. دما به میزان زیادی تعیین کننده سرعت فرایند تخمیر یا طول دوره تخمیر است. به طوری‌که اگر دمای تخمیر بین ۲۷ -۲٤ درجه سلسیوس باشد، فرایند تخمیر سریع صورت گرفته و بین ۷۲-٤۸ ساعت کامل می‌شود، اما جهت کنترل شانکر باکتریایی تخمیر باید حداقل به مدت ۹٦ ساعت ادامه یابد و از آنجا که این دوره طولانی ممکن است منجر به صدمه بذر شود، توصیه می‌شود که در چنین شرایطی دمای تخمیر تا حد ممکن نزدیک ۲۱ درجه سلسیوس حفظ شود. دمای کمتر باعث کند شدن فرایند تخمیر می‌شود (Agrawal, 1995). در شرایط سردتر تخمیر به مدت ۳ روز مورد نیاز است و بیش از ۳ روز باعث ایجاد صدمه و کاهش کیفیت بذر می‌شود (Kelly and George, 1998; Neamati et al., 2010). تخمیر زیاد کیفیت بذر را کاهش می‌دهد. لذا، فرایند تخمیر باید با دقت کنترل شود (McDonald and Copeland, 2012). دولور (Dolor, 2011) اظهار داشت که درصد جوانه‌زنی در زمان‌های تخمیر طولانی‌تر از ۳ روز کاهش یافته و این کاهش جوانه‌زنی بذور با افزایش دما افزایش یافته است. کاهش کیفیت بذر گوجه‌فرنگی در اثر افزایش طول دوره تخمیر نیز توسط بسیاری از محققان گزارش شده است (Liptay, 1989; Manjunatha, 2008; Neamati et al., 2010; Dolor, 2011; Bagheri et al., 2013).

روش دیگر جداسازی ماده ژلاتینی اطراف بذر گوجه‌فرنگی استفاده از اسید است. این روش به دلیل تولید بذر روشن و تمیز، بیش‌تر برای مصارف تجاری به‌کار می‌رود. میزان رقیق‌سازی و زمان تیمار معمولاً اطلاعات محرمانه‌ای است که در دست تولیدکنندگان بذر تجاری است. هرچند این تیمار اغلب با آنچه در مراحل اواخر تخمیر انجام می‌شد ترکیب می‌شود (Bagheri et al., 2013). جهت بذرگیری از میوه گوجه‌فرنگی به صورت تجاری توسط کلریدریک‌اسید، از میزان مشخصی اسید برای هر کیلوگرم گوجه‌فرنگی استفاده می‌شود. اسید با میوه‌های له شده کاملاً مخلوط شده، سپس مخلوط را تکان داده و مدت زمان مشخصی صبر می‌کنند. دوباره مواد را تکان داده و با آب آن را می‌شویند و اجازه می‌دهند تا بذرها در محل سایه خشک شوند. انبارداری بذور در رطوبت ۱۰-۸ درصد در ظروف

ضد رطوبت انجام می‌گیرد. قبل از قرار دادن بذرها در ظروف، بذرها را با کاپتان یا تیرام با غلظت ۲ گرم در هر کیلوگرم بذر تیمار می‌کنند (Khodadadi, 2010).

با توجه به این‌که بذور گوجه‌فرنگی که در داخل کشور تولید می‌شود، دارای کیفیت مناسبی به خصوص از لحاظ شکل ظاهری، درصد و سرعت جوانه‌زنی نیستند و همه ساله بذر زیادی از خارج از کشور وارد می‌شود، هدف از این پژوهش یافتن مناسب‌ترین روش برای آماده‌سازی بذرهای گوجه‌فرنگی جهت به‌دست آوردن بذرهای با کیفیت مناسب بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی روش‌های مختلف آماده‌سازی بذرهای گوجه‌فرنگی اقدام به برداشت میوه‌های رسیده رقم وای (Y) از مزرعه تولید بذر شرکت فلات واقع در شهرک کشاورزی شهرستان کرج گردید. در ادامه پس از انتقال میوه‌های برداشت شده به آزمایشگاه تکنولوژی بذر دانشگاه محقق اردبیلی، این میوه‌ها به طور عرضی برش داده شد و محتوای داخلی برچه‌ها شامل بذرها و پالپ‌های گوجه‌فرنگی خارج گردید. سپس، جهت حذف مواد ژلاتینی اطراف بذر از روش‌های آب شویی، تخمیر در دماهای ۲۵، ۳۰، ۳۵، ٤٠ درجه سلسیوس و زمان‌های ٢٤، ٣٦، ٤٨ و ٦٠ ساعت و اسید شویی با کلریدریک اسید ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ میلی‌لیتر به ازای هر کیلوگرم میوه و زمان‌های ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ٤٠ دقیقه در قالب طرح آزمایشی کاملا تصادفی در چهار تکرار استفاده شد. ابتدا کیسه‌های پلاستیکی حاوی بذور احاطه شده با مواد ژلاتینی، به صورت درب بسته، در مدت زمان‌های مورد نظر در درون انکوباتورهایی با دماهای تعیین شده قرار گرفتند. فرآیند تخمیر در کیسه‌های پلاستیکی و شرایط بی‌هوازی انجام شد. به منظور تخمیر یکنواخت، مخلوط حداقل روزی دو بار به هم زده شد. با کامل شدن تخمیر، بذور در کف ظرف ته‌نشین شده و بیشتر گوشت در قسمت بالا معلق مانده و یک مایع شفاف در بین آن‌ها قرار گرفت. در روش اسیدشویی بذور دارای مواد ژلاتینی با استفاده از غلظت‌های تعیین شده کلریدریک‌اسید به ازای هر کیلوگرم گوجه‌فرنگی در مدت زمان‌های مشخص اسیدشویی شدند. در ادامه، پس از انجام عملیات حذف مواد ژلاتینی در هر دو روش، بذور چندین بار در یک صافی به وسیله آب جاری به‌طور کامل شسته شدند و سپس با قرار گرفتن در شرایط آزمایشگاه (دمای ۳۰-۲۵ درجه سلسیوس) تا رطوبت ۸ درصد خشک گردیدند (شکل ۱). به منظور تعیین درصد رطوبت بذرها، بعد از نمونه‌برداری تصادفی، دو تکرار ۵-٤ گرمی از بذور فرآوری شده تهیه شد و سپس، نمونه‌ها همراه با ظروف کوارتزی با قطر ٦ سانتی‌متری در آون ۱۳۰ درجه سلسیوس به مدت ۱ ساعت قرار گرفتند. پس از پایان مدت مذکور، با رعایت اصول آزمایش، نمونه‌ها از آون خارج و توزین شدند و با استفاده از معادله‌ی زیر محتوای رطوبت بذور بر پایه وزن تر و برحسب درصد محاسبه گردید.

معادله ۱

$$\text{رطوبت بذر} = \frac{\text{وزن تر نمونه} - \text{وزن خشک نمونه}}{\text{وزن تر نمونه}} \times ۱۰۰$$

پس به‌منظور تعیین کیفیت بذور فرآوری شده از هر سه روش (آب‌شویی، تخمیر و اسیدشویی) آزمون جوانه‌زنی استاندارد به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار به اجرا درآمد. در این آزمون ابتدا بذور گوجه‌فرنگی به مدت ده دقیقه در محلول هیپوکلریت سدیم یک درصد ضد عفونی شدند و سپس ٤-۳ بار با آب مقطر شستشو گردیدند و در نهایت در دمای ۲۵ درجه سلسیوس خشک شدند. بذرها در ظروف پلاستیکی ۵ × ۱۰ سانتی‌متری حاوی دو ورق

کاغذ واتمن شماره یک در ٤ تکرار کشت گردیدند. بدین‌ترتیب که ۵۰ عدد بذر روی کاغذ صافی مرطوب شده با آب مقطر دیونیزه کشت شدند. بذور کشت شده به داخل ژرمیناتور با شرایط تاریکی و دمای متناوب (روز/ شب) ۳۰-۲۵ درجه سلسیوس منتقل شد.

شکل ۱: مراحل مختلف آماده سازی بذر

شمارش تعداد بذرهای جوانه‌زده به‌طور مرتب و روزانه انجام گردید و تا پایان روز چهاردهم از شروع آزمایش ادامه یافت. شمارش روزانه به این صورت بود که پس از ٢٤ ساعت بذرهای کلیه تیمارها به طور جداگانه از ژرمیناتور بیرون آورده شده و بعد از شمارش تعداد بذرهای جوانه‌زده در همان روز، مجدداً ظروف کشت در داخل ژرمیناتور قرار داده شدند. ظهور ریشه‌چه به اندازه ۲ میلی‌متر به عنوان معیار جوانه‌زنی بذرها در نظر گرفته شد. در پایان آزمایش، تعداد جوانه‌های نرمال در هر تیمار و تکرار ثبت گردید و درصد جوانه‌زنی استاندارد آنها محاسبه شد. سرعت جوانه‌زنی با استفاده از معادله زیر (Ellis and Roberts, 1981) محاسبه گردید:

معادله ۲

$$\text{سرعت جوانه زنی} = \frac{\sum n}{\sum D.n}$$

n= تعداد بذور جوانه زده در هر روز

D= تعداد روز از آغاز آزمایش

در پایان آزمون جوانه‌زنی، طول گیاهچه‌های نرمال با استفاده از خط کش با دقت یک میلی‌متر اندازه‌گیری شد. در پایان گیاهچه‌های هر تیمار و تکرار به صورت جداگانه در پاکت‌های کاغذی ریخته و سپس در آون ۸۰ درجه سلسیوس به‌مدت ٢٤ ساعت قرار داده شدند. پس از این مدت وزن خشک گیاهچه‌ها با استفاده از ترازوی با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم تعیین گردید.

پس از پایان دوره چهارده روزه آزمایش و اندازه‌گیری طول گیاهچه‌های نرمال، شاخص طولی قدرت با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (ISTA, 2010).

معادله ۳ میانگین طول گیاهچه (cm) × جوانه‌زنی استاندارد (٪) = شاخص طولی قدرت

پس از آزمون نرمال بودن توزیع داده‌ها (بر اساس آزمون شاپیرو–ویلک) و بررسی یکنواختی واریانس خطاهای آزمایشی (طبق آزمون لون)، تجزیه‌ی واریانس متغیرهای اندازه‌گیری شده توسط نرم‌افزار آماری SAS (VER 9.1) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش LSD در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت و رسم شکل‌ها توسط برنامه EXCEL انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

با توجه به نتایج تجزیه واریانس، بین بذرهای گوجه‌فرنگی حاصل از روش‌های مختلف آماده سازی بذر (آبشویی، اسیدشویی و تخمیر) از لحاظ درصد جوانه‌زنی استاندارد، سرعت جوانه‌زنی بذور، طول و وزن خشک گیاهچه و شاخص طولی قدرت گیاهچه اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد (جدول ۱).

جدول ۱: تجزیه واریانس اثر روش‌های مختلف آماده‌سازی بذر بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه گوجه‌فرنگی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		درصد جوانه‌زنی استاندارد	سرعت جوانه زنی	طول گیاهچه	وزن خشک گیاهچه	شاخص طولی قدرت
تیمار	۳۲	۱۱۰/۲۰٤**	۰/۰۳٦۸**	۳/۸۵٦**	۰/۱٦۲**	۱۲/۱۵۸**
خطا	۹۹	٦/٤۹٤	۰/۰۰۰۵	۰/۱۸۳	۰/۰۰۲۸	۰/۳۳٦
ضریب تغییرات (٪)	–	۲/۷٤٤	٤/۱۲۱	۲/۵۲۳	۳/۸۸۱	۳/٦٦۵

** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

تخمیر بذرها در دمای ۲٤ و ۳۰ درجه سلسیوس به مدت ۲٤ ساعت و هم‌چنین حذف مواد ژلاتینی اطراف بذر با غلظت ۱۰ و ۱۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک به ازای هر کیلوگرم گوجه‌فرنگی در مدت ۲۰ دقیقه بیش‌ترین و تخمیر در ٤۰ درجه سلسیوس و زمان ٦۰ ساعت کم‌ترین درصد جوانه‌زنی استاندارد را از خود نشان دادند. در روش تخمیر با افزایش زمان در دماهای مختلف درصد جوانه‌زنی بذرهای گوجه‌فرنگی کاهش قابل توجهی را نشان داد. در دماهای مختلف تخمیر (۲۵، ۳۰، ۳۵ و ٤۰ درجه سلسیوس) زمان ۲٤ ساعت نسبت به سایر زمان برتری داشت. در مورد روش اسید شویی تغییرات درصد جوانه‌زنی استاندارد روند یکنواختی نداشت. اما در غلظت‌های مختلف اسید (۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ میلی‌لیتر به ازای هرکیلو گرم گوجه‌فرنگی) بالاترین درصد جوانه‌زنی استاندارد در بین سطوح مختلف اسید شویی در غلظت‌های ۱۰ و ۱۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک در زمان ۲۰ دقیقه به‌دست آمد (جدول ۲).

روش‌های مختلف آماده‌سازی بذر اثر قابل توجهی بر سرعت جوانه‌زنی بذرهای گوجه‌فرنگی داشت. به‌طوری‌که، از بین تیمارهای مختلف آماده سازی بذر (آبشویی، اسید شویی و تخمیر)، تخمیر در دمای ۲۵ درجه‌سلسیوس به مدت ۲٤ ساعت بالاترین سرعت جوانه‌زنی بذر و تخمیر در دمای ۳۰ و ٤۰ درجه سلسیوس به‌مدت ٦۰ ساعت کم‌ترین سرعت جوانه‌زنی بذر را به خود اختصاص دادند. به‌طور کلی در روش تخمیر با افزایش مدت زمان تخمیر جوانه‌زنی بذرها با تاخیر بیشتری مواجه بود. از بین سطوح مختلف اسید شویی غلظت ۱۰ میلی‌لیتر و ۲۰ دقیقه سریع‌ترین جوانه‌زنی و تیمار ۲۰ میلی‌لیتر اسید به‌مدت ٤۰ دقیقه کندترین جوانه‌زنی را نسبت به سایر سطوح اسید شویی داشتند (جدول ۲).

در بین تیمارهای مختلف آماده‌سازی بذر بیشترین طول و وزن خشک گیاهچه در تیمار تخمیر در دمای ۲۵ درجه سلسیوس به مدت ۲٤ ساعت و کمترین وزن خشک و طول گیاهچه در تخمیر در دمای ٤۰ درجه سلسیوس به مدت ٦۰ ساعت حاصل شد که با تیمارهای تخمیر در تمامی دماهای مورد مطالعه در مدت زمان‌های ٤۸ و ٦۰ ساعت و همچنین اسید شویی در تمامی غلظت‌های اسید در مدت زمان ٤۰ دقیقه در یک گروه آماری قرار گرفت. به‌طور کلی با افزایش مدت زمان تخمیر در تمام دماهای تخمیر، طول و وزن خشک گیاهچه‌های گوجه‌فرنگی بشدت کاهش یافت. این در حالی است که تغییرات طول و وزن خشک گیاهچه تحت تاثیر اسید شویی روند یکنواختی نداشت و در سطوح مختلف اسیدشویی گیاهچه‌هایی با طول و وزن خشک متفاوتی مشاهده شد. اما در مجموع از بین سطوح مختلف اسید شویی غلظت ۱۰ میلی‌لیتر اسید کلریدریک در مدت ۲۰ دقیقه بالاترین و غلظت ۲۰ میلی‌لیتر اسید در مدت ٤۰ دقیقه کم‌ترین طول و وزن خشک گیاهچه را به خود اختصاص دادند (جدول ۲).

روش‌های مختلف آماده‌سازی بذر تاثیر معنی‌داری بر میانگین شاخص طولی قدرت بذر داشت. به‌طوری‌که، بیش‌ترین شاخص طولی قدرت به تیمار تخمیر در ۲۵ درجه سلسیوس در مدت ۲٤ ساعت تعلق داشت و کم‌ترین شاخص طولی قدرت در تیمار تخمیر ٤۰ درجه سلسیوس به مدت ٦۰ ساعت مشاهده شد که با تیمارهای تخمیر در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سلسیوس در مدت زمان ٦۰ ساعت در یک گروه آماری قرار گرفت. در سطوح مختلف تخمیر با افزایش مدت زمان تخمیر در دماهای مختلف کاهش معنی‌داری در شاخص طولی قدرت ثبت گردید. در بین سطوح مختلف اسید شویی غلظت ۱۰ میلی‌لیتر اسید به مدت ۲۰ دقیقه بیش‌ترین شاخص طولی قدرت و غلظت ۲۰ میلی‌لیتر به مدت ٤۰ دقیقه کم‌ترین مقدار شاخص طولی قدرت را به خود اختصاص دادند (جدول ۲).

جدول ۲: میانگین درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر، طول و وزن خشک گیاهچه و شاخص طولی قدرت متاثر از روش‌های مختلف آماده سازی بذر گوجه‌فرنگی

روش استخراج	تیمار	درصد جوانه‌زنی(٪)	سرعت جوانه زنی (۱/day)	طول گیاهچه (cm)	وزن خشک گیاهچه (mg)	شاخص طولی قدرت
آبشویی	-	۹۸b	۰/۳۸٤dc	۱۸/۱ cd	۱/٦۰۲c	۱۷/۷۳۳cd
تخمیر	۲۵°C-۲٤h	۹۹/۵a	۰/٤۸۵a	۱۹/۵۵۵a	۱/۹۱۲a	۱۹/٤۵۵a
	۲۵°C-۳٦h	۹۸ab	۰/۳۹۵dc	۱۸/۵٦۲bc	۱/٦۸۵b	۱۸/۱۹۲bc
	۲۵°C-٤۸h	۹۰ef	۰/۱۸٤jk	۱٦/۳٤۷l-o	۱/۲٤۰j-p	۱٤/٤۱۱j-l
	۲۵°C-٦۰h	۸٦gh	۰/۱٦۵k	۱٦/۰۱no	۱/۱۷n-p	۱۳/۷۷۱m-p
	۳۰ °C-۲٤h	۹۹a	۰/٤۰٦c	۱۸/۷۷۵b	۱/۷۳۵b	۱۸/۵۸۳b
	۳۰°C-۳٦h	۹۸ab	۰/۳٤۱f	۱۷/۱۷e-h	۱/٤۰۷ef	۱٦/۸۲۵ef
	۳۰°C-٤۸h	۸۹efg	۰/۱۷٦jk	۱٦/۲۲۲l-o	۱/۲۱٤l-p	۱٤/٤۳۷k-m
	۳۰°C-٦۰h	۸٤hi	۰/۱۵۹k	۱٦no	۱/۱٦۰op	۱۳/٤۲۲n-p
	۳۵°C-۲٤h	۹۸ab	۰/۳٦۷d-f	۱۷/۳٤۲e-g	۱/٤٤۵d-f	۱٦/۹۹۵de
	۳۵°C-۳٦h	۹۲de	۰/۲۵٦hi	۱٦/٦۸۷h-m	۱/۳۱۳g-j	۱۵/۳۵۳h-j
	۳۵°C-٤۸h	۸۷/۵f-h	۰/۱٦۹k	۱٦/۰٤no	۱/۱۸m-p	۱٤/۰۳۷l-n
	۳۵°C-٦۰h	۸۲i	۰/۱۵۹k	۱۵/۹۵no	۱/۱٦٦n-p	۱۳/۰۸۷op
	٤۰°C-۲٤h	۹۲de	۰/۲۵۱hi	۱٦/٦۸۷h-m	۱/۳۰۱h-k	۱۵/۳۵۲h-j
	٤۰°C-۳٦h	۹۲de	۰/۲٤۷hi	۱٦/٤۳۵k-o	۱/۲٦۸i-l	۱۵/۱۱i-k
	٤۰°C-٤۸h	۸۷/۵f-h	۰/۱٦۷k	۱٦/۰۲no	۱/۱۷٤m-p	۱۳/۸٦۱m-o
	٤۰°C-٦۰h	۸۲i	۰/۱۵٦k	۱۵/۹o	۱/۱۵٦p	۱۳/۰۳٦p

	۵ ml-۱۰min	۹٤dc	۰/۲٦۱hi	۱٦/۷٤۷g-k	۱/۳۲۳g-i	۱۵/۷٤۳g-i
	۵ ml-۲۰min	۹۸ab	۰/۳٦۸d-f	۱۷/۳۸۲ef	۱/٤۵۷de	۱۷/۰۳٦de
	۵ ml-۳۰min	۹۸ab	۰/۳٤٦ef	۱۷/۳۱۲e-g	۱/٤۳۹d-f	۱٦/۹٦۷de
	۵ ml-٤۰min	۹۲de	۰/۲٤٦i	۱٦/۳۸۷l-o	۱/۲٤۸j-p	۱۵/۰۷۷i-k
	۱۰ ml-۱۰min	۹٤/۵b-d	۰/۲٦۸hi	۱۷/۰۱g-k	۱/۳۷۵f-h	۱٦/۰۷٤f-h
	۱۰ ml-۲۰min	۹۹a	۰/٤٤۷b	۱۸/۷۹۵b	۱/۷۳۹b	۱۸/٦۰٤b
	۱۰ ml-۳۰min	۹٤/۵b-d	۰/۲۳۷hi	۱۷/۰۵f-i	۱/۳۸۳e-g	۱٦/۱۱۱f-h
	۱۰ ml-٤۰min	۹۰ef	۰/۲۰۱g	۱٦/۳۷۷l-o	۱/۲۳۲k-p	۱٤/۷٤۰j-l
اسید شویی	۱۵ ml-۱۰min	۹٦/۵a-c	۰/۲۷۸gh	۱۷/۱e-i	۱/۳۹۹ef	۱٦/۵۰۲e-g
	۱۵ ml-۲۰min	۹۹a	۰/٤۰۱c	۱۸/۷۳۵b	۱/۷۲۷b	۱۸/۵٤٦bc
	۱۵ ml-۳۰min	۹۲de	۰/۲٤۹hi	۱٦/۵٤۹i-n	۱/۲۸۳i-l	۱۵/۲۲٤i-k
	۱۵ ml-٤۰min	۸۹/۵e-g	۰/۱۷۹jk	۱٦/۲٤۲l-o	۱/۲۱۸l-p	۱٤/۵۳۱k-m
	۲۰ ml-۱۰min	۹٦/۵a-c	۰/۳۰٦g	۱۷/۱۳e-i	۱/٤۰۱ef	۱٦/۵۳۱e-g
	۲۰ ml-۲۰min	۹۸ab	۰/۳۷٦ce	۱۷/٦۵۵de	۱/٤۹۷d	۱۷/۳۰۱de
	۲۰ ml-۳۰min	۹۲de	۰/۲٤۷hi	۱٦/٤۵۵j-n	۱/۲۷۲i-l	۱۵/۱۳۸i-k
	۲۰ ml-٤۰min	۸۷/۵f-h	۰/۱۷۰jk	۱٦/۰۹۵m-o	۱/۱٦۹n-p	۱٤/۰۸٤l-n
	$LSD_{5\%}$	۳/۵۷۵	۰/۰۳۱٤	۰/٦۰۱	۰/۰۷٤	۰/۸۱۳

نتایج این آزمایش موید آن است که تخمیر در دمای ۲۵ درجه سلسیوس به‌مدت ۲٤ ساعت بهترین تیمار آماده‌سازی بذر گوجه‌فرنگی رقم وای جهت حصول بذور با کیفیت مناسب، بود. این نتایج با یافته‌های لیپتای (Liptay, 1989)، پاندیتا و همکاران (Pandita et al., 1996)، سینگ و همکاران (Singh et al., 1985) و نعمتی و همکاران (Neamati et al., 2010) مطابقت دارد. بر اساس اظهار نظر مک دونالد و کاپلند (McDonald and Copeland, 2012) تخمیر به مدت طولانی باعث ایجاد گرما و صدمه مکانیکی به بذور می‌شود. اورا و وانانگامودی (Eevera and Vanangamudi, 2006) نیز گزارش کردند که ممکن است در اثر دوره طولانی تخمیر، جوانه‌زنی زودهنگام اتفاق افتد که در نهایت باعث کاهش جوانه‌زنی و کیفیت بذور می‌شود. با توجه به این‌که دما تعیین کننده طول فرآیند تخمیر است (Agrawal, 1995)، طبیعی است که جوانه‌زنی بذور حاصل از تخمیر با دما و مدت زمان‌های مختلف متفاوت باشد. سیلوا و همکاران (Silva et al., 1982) عنوان نمودند که تخمیر طولانی‌تر و دمای بیش‌تر در طول تخمیر باعث کاهش بیش‌تر جوانه‌زنی می‌شود. در این پژوهش نیز مشاهده شد که بذور حاصل از تخمیر در دمای بالاتر از ۲۵ درجه سلسیوس، کیفیت کم‌تر نسبت به دمای ۲۵ درجه سلسیوس داشته و وقتی دمای بالا با مدت طولانی تخمیر ترکیب می‌شود، جوانه‌زنی و کیفیت بذر به میزان زیادی کاهش می‌یابد. به طور کلی می‌توان چنین بیان کرد که در اثر دمای بالا و مدت زمان طولانی‌تر تخمیر، احتمالا فرسودگی بذر آغاز شده و با افزایش دما و مدت زمان تخمیر این روند سریع‌تر شده و باعث کاهش سرعت و درصد جوانه‌زنی بذور می‌شود. با تاخیر در جوانه‌زنی بذرها، رشد اولیه گیاهچه کاهش یافته و این امر موجب کاهش طول و وزن خشک گیاهچه می‌گردد. بسیاری از پژوهشگران معتقدند که بهترین تیمار برای آماده سازی بذر گوجه‌فرنگی که منجر به تولید بذرهای با کیفیت بالا می‌شود، تخمیر می‌باشد. چرا که تخمیر یک فرآیند طبیعی است که آسیب کم‌تری به بذرها وارد می‌کند و موجب ریشه کن شدن شانکر باکتریایی و سایر بیماری‌های بذر زاد می‌شود (Neamati et al., 2010). در حالی که، سیلوا و همکاران (Silva et al., 1982) و هم‌چنین جدلی و سینگ (Jadli and Singh, 2009) دریافتند که تخمیر طبیعی باعث حذف کامل مواد ژلاتینی اطراف

بذر نمی‌شود و بنابراین قدرت بذر را به شدت کاهش می‌دهد. دلایل کاهش قدرت و قابلیت جوانه‌زنی بذرهای گوجه در آزمایش‌های این پژوهشگران، ممکن است به دلیل استفاده از دما و مدت زمان غیر بهینه برای انجام فرآیند تخمیر می‌باشد. همسو با این مباحث باید خاطر نشان کرد که گرچه در این پژوهش از بین روش‌های آماده سازی بذر، تخمیر در ۲۵ درجه سلسیوس به‌مدت ۲٤ ساعت موجب تولید بذور با کیفیت بالاتری گردید، اما برخی از سطوح اسید شویی (۱۰ میلی‌لیتر در مدت زمان ۲۰ دقیقه) بذرهایی با کیفیت مطلوب تولید نمودند. هر چند که به لحاظ کیفیت بذر نسبت به بذرهای حاصل از تیمار تخمیر در ۲۵ درجه سلسیوس به مدت ۲٤ ساعت در رتبه پایین‌تری قرار داشتند. در این راستا برخی از پژوهشگران در مطالعات خود گزارش نمودند که تیمار اسیدشویی در فرآیند آماده‌سازی بذرهای گوجه‌فرنگی باعث ایجاد بذرهایی با کیفیت بالاتر می‌گردد (Silva et al., 1982; Jadli and Singh, 2009). بنابراین، می‌توان توصیه نمود که در صورت ضرورت (کمبود امکانات و زمان کافی) و نبود شرایط تخمیر، می‌توان از غلظت بهینه کلریدریک اسید جهت آماده‌سازی بذرهای گوجه‌فرنگی استفاده نمود.

نتیجه‌گیری کلی

تخمیر بذرها در دمای ۲٤ درجه سلسیوس به‌مدت ۲٤ ساعت، قابلیت جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه بالاتری نسبت به سایر سطوح آماده سازی بذر داشتند. به‌طورکلی، با افزایش مدت زمان تخمیر در دماهای مختلف قابلیت جوانه‌زنی بذور و رشد اولیه گیاهچه‌های گوجه‌فرنگی به شدت کاهش یافت. به نحوی که پایین‌ترین مقادیر از نظر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه در تیمار تخمیر در ٤۰ درجه سلسیوس و زمان ٦۰ ساعت حاصل شد. این تغییرات در مورد اسیدشویی ماده ژلاتینی اطراف بذر گوجه‌فرنگی روند یکسانی نداشت. اما نتایج نشان داد که در تمامی غلظت‌های کلریدریک اسید زمان ۲۰ دقیقه نسبت به سایر زمان‌ها قابلیت جوانه‌زنی بذر و رشد اولیه گیاهچه بیش‌تری از خود بروز داد. از سوی دیگر، در بین سطوح مختلف اسیدشویی غلظت ۱۰ میلی‌لیتر اسید و مدت زمان ۲۰ دقیقه شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و رشد اولیه گیاهچه بالاتری داشتند. تیمار آبشویی نیز از نظر صفات مذکور، نسبت به زمان و دماهای بالای تخمیر و هم‌چنین غلظت‌ها و زمان‌های بالای اسید شویی وضعیت بهتری داشت، اما در مقایسه با دما و زمان تخمیر بهینه و غلظت و زمان مناسب اسید شویی در رتبه پایین‌تری قرار داشت.

Reference

Agrawal, R.L. 1995. Seed Technology. 2nd ed. Oxford & IBH Publishing Co. PVt. LTD. New Dehli Calcutta, Pp: 222-246.

Bagheri, A.R., Nemati, Z., and Naseri, M. 2013. Vegetable seeds production. Mashhad University Press. 325 p. (In Persian)

Dolor, D. 2011. Effect of fruit fermentation on the germination and growth of Irvingia wombolu (*Vermoesen*) seedlings. A.m. J. Biotechnol. Mol. Sci., 1, 45-50.

Eevera, T., and Vanangamudi, K. 2006. Tomato. P159-185, In: Vanangamudi, K., N. Natarajan., P. Srimathi., K. Natarajan., T. Saravanan., M. Bhaskaran., A. Bharathi., P. Natesan., and K. Malarkodi (eds.), Advances in science and technology, Vol. 2. Quality seed production in vegetables. Agrobios, India.

Ellis, R.H., and Roberts, E.H. 1981. The quantification of aging and survival in orthodox seeds. Seed Sci. Technol., 9, 373-409.

FAO. 2016. FAO statistics division. http://www.faostat.fao.org.

George, R.A.T. 2009. Vegetable seed production. 3nd ed. CABI Publishing. 329p.

ISTA. 2010. International rules for seed testing. International seed testing association (ISTA).

Jadli, S. and Singh, J.P. 2009. Effect of seed extraction methods on seed quality of tomato cv. Pant T-3. Pantnagar. J. Res, 7(1), 127-130.

kelly, F.A., and George, R.A.T. 1998. Encyclopedia of seed production of world crops. John Willey SONS, 12, 356-364.

Khodadadi, M. 2010. Technology of vegetable seed production. Iran's agricultural science publications. 265 p. (In Persian)

Liptay, A. 1989. Extraction procedures for optimal tomato seed quality. Acta Hort, 253, 163-170.

Manjunatha, C.N. 2008. Studies on Fruit Maturity Stages, Seed Extraction Methods on Seed Quality in Brinjal (*Solanum Melangena* L.). Doctoral dissertation, University of Agricultural Sciences GKVK, Bangalore.

McDonald, M.F., and Copeland, L.O. 2012. Seed production: principles and practices. Springer Science & Business Media. 748p.

Neamati, S.H., Azizi, M., and Arouiee, H. 2010. The Effect of Seed Extraction Methods on Seed Quality of Two Cultivars Tomato (*Solanum lycopersicum* L.). Paki. J. Biol. Scie, 13, 325-336.

Olympio, N.S., and Dankyira, J.O. 1999. Preliminary studies on extraction techniques and their effects on the quality of tomato (*Lycopersicon esculentum*, Mill) seeds. J. Ghana Scie. Asso, 1(3), 5-10.

Pandita, V.K., Randhawa, K.S., and Modi, B.S. 1996. Seed quality in relation to fruit maturity stage and duration of pulp fermentation in tomato. Garten, 61(1), 33-36.

Silva, R.F., Koch, R.B., and Moore, E.L. 1982. Effect of extraction procedures on tomato (*Lycopersicon esculentum*) seed germination and vigour. Seed Scie. Technol, 2, 187-191

Singh, G., Singh, H., and Dillon, T.S. 1985. Some aspects of seed extraction in tomato. Seed Res, 13(2), 67-72.

Thirumalmurugan, V., Arunkumar, R., Kannan, K., Latha, K., and Nanthakumar, S. 2006. Floral and fruit structures in vegetables. P55-78, In: Vanangamudi, K., N. Natarajan., P. Srimathi., K. Natarajan., T. Saravanan., M. Bhaskaran., A. Bharathi., P. Natesan., and K. Malarkodi (eds.), Advances in science and technology, Vol. 2. Quality seed production in vegetables. Agrobios, India.

Journal of Seed Research, Vol. 8, No. 3, Autumn 2018

Effect of different methods of seed preparation in tomato seed germination indices

Javadi, A.[1*], Khemari, S.[2]
[1]PhD in Seed Science and Technology, University of Mohaghegh Ardabili
[2]Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding,
University of Mohaghegh Ardabili

Abstract

In order to evaluate the different methods of tomato seed preparation, an experiment was conducted in a completely randomized design with four replications in Laboratory of Seed Science and Technology of Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran. Factors included: washing with tap water, fermentation (temperatures: 25, 30, 35 and 40˚C; times: 24, 36, 48 and 60 hour), washing with acid (HCl: 5, 10, 15 and 20 $ml.kg^{-1}$ fruit; times: 10, 20, 30 and 40 min). To determine the quality of processed seed, the standard seed germination test was implemented. Results showed that seeds processed by fermentation at 25° C for 24 hours had the highest percentage and germination speed, seedling length, dry weight and vigor index. Between different levels of acid washing, 10 ml hydrochloric acid and 20 minutes duration showed higher seed germination and seedling growth indices.

***Keywords*:** Acid washing, Fermentation, Seed quality, Tomato.

*Corresponding author; ahmadjavadi55@gmail.com