



به زراعی کشاورزی

دوره ۱۸ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۵
صفحه‌های ۴۹۵-۵۰۶

اثر دما و مدت زمان نگهداری بر قوه نامیه دانه گرده ارقام مختلف خرما

محمد کمال پورادیب^{۱*}، وحید روحی^۲، سعدالله هوشمند^۳، عبدالرحمان محمدخانی^۴ و حمید زرگری^۵

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد - ایران
۲. استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد - ایران
۳. استاد، گروه اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد - ایران
۴. دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد - ایران
۵. کارشناس ارشد، مرکز تحقیقات کشاورزی جهرم، جهرم - ایران

تاریخ وصول مقاله: ۹۳/۱۲/۲۶

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۲/۰۸

چکیده

ذخیره دانه گرده می‌تواند باعث سهولت در مشکل زمان و مکان گرده‌افشانی دستی گردد. هدف اصلی، حفظ قوه نامیه دانه گرده است که بستگی زیادی به رقم و شرایط نگهداری دارد. در این آزمایش اثرات ارقام، درجه حرارت انبار و زمان نگهداری بر جوانه‌زنی دانه گرده مورد مطالعه قرار گرفت. بدین منظور، تحقیقی در قالب یک آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح آزمایشی کاملاً تصادفی در سه تکرار جهت بررسی قوه نامیه دانه گرده چهار رقم خرما استان فارس در شرایط آزمایشگاهی انجام گردید. ارقام شامل 'کازرون (۷۰۱۳)'، 'لار (۷۰۳۵)'، 'داراب (۷۰۱۶)' و 'فیروکارزین (۷۰۲۱)' از ایستگاه تحقیقات کشاورزی شهرستان جهرم بودند. تیمارها شامل دماهای مختلف (دمای اتاق (20 ± 5)، ۴، ۲۰- و ۸۰- درجه سانتی‌گراد) و دوره‌های زمانی مختلف نگهداری (۶۰، ۱۲۰، ۱۵۰، ۱۸۰، ۲۱۰ و ۳۷۵ روز) بود. نتایج تجزیه واریانس ساده و مرکب نشان‌دهنده معنی‌دار بودن اثر رقم، دما و مدت زمان نگهداری و همچنین اثرات متقابل آنها بر میزان جوانه‌زنی دانه گرده بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد با کاهش دما میزان جوانه‌زنی افزایش یافت. از طرف دیگر، با گذشت زمان از شروع آزمایش (تا حدود ۱۵۰ روز)، میزان جوانه‌زنی در همه ارقام ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت. به‌طور کلی، دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد به عنوان بهترین دما و گرده رقم 'فیروکارزین (۷۰۲۱)' به عنوان ماندگارترین رقم پس از یک سال نگهداری معرفی گردیدند.

کلیدواژه‌ها: ارقام نر، انبارداری، جوانه‌زنی، زمان، گرده‌افشانی، نخل خرما

۱. مقدمه

خرما (*Phoenix dactylifera L.*) گیاهی دوپایه است که برای حصول اطمینان از تشکیل میوه و برداشت اقتصادی به صورت مصنوعی گرده‌افشانی می‌شود [۲۷]. تاکنون بیش از ۲۰۰۰ نوع خرما شناسایی شده است که از این تعداد حدود ۴۰۰ نوع در ایران کشت شده است [۲۹]. این گیاه یکی از مهم‌ترین محصولات باغی با میزان تولید بیش از سه میلیون تن در جهان می‌باشد [۲۹]. خرما با تقریباً ۲۰۰ هزار هکتار سطح زیرکشت بارور و تولید حدود ۱/۰۱ میلیون تن، رتبه چهارم میزان تولید را در بین محصولات باغی کشور به خود اختصاص داده است [۲].

گرده‌افشانی خرما نقش بسیار مهمی در افزایش کمیت و کیفیت محصول دارد. گل‌های نر و ماده نخل خرما به صورت مجزا روی پایه‌های متفاوت قرار دارند. زمان ظهور گل‌های نر و ماده در هر منطقه بستگی به شرایط آب و هوایی، رقم و عملیات به زراعی نخلستان دارد. در ایران، فصل گرده‌افشانی از اواسط بهمن ماه تا اواسط اردیبهشت ماه به طول می‌انجامد [۳].

حفظ قدرت جوانه‌زنی دانه گرده به شرایط نگهداری آن مانند دما، رطوبت نسبی، گازهای اتمسفری و فشار هوای انبار بستگی دارد [۲۰، ۳۰ و ۳۲]. نگهداری دانه گرده به منظور انعطاف زمان گرده‌افشانی و صرفه‌جویی در فضای فیزیکی در گرده‌افشانی مصنوعی حائز اهمیت است [۱۹]. امروزه یکی از روش‌های نگهداری ذخائر ژنتیکی در گیاهان، ذخیره دانه‌های گرده می‌باشد [۱۲]. همچنین عدم همزمانی در رسیدن گل‌های نر و ماده درخت خرما، باعث شده تا باغداران برای گرده‌افشانی مصنوعی از گرده‌های سال قبل استفاده نمایند [۱۸]. برای رفع این مسئله می‌توان از دانه‌های گرده‌ای که قبلاً تهیه و در دمای پایین نگهداری شده‌اند، استفاده نمود. البته این گرده‌ها باید قوه نامیه بالایی داشته باشند [۲۴].

آزمایش‌هایی به منظور تعیین اثر دما بر جوانه‌زنی دانه‌های گرده ارقام مختلف زردآلو و گیلاس صورت گرفته که در همه ارقام، دما بر جوانه‌زنی دانه گرده و رشد لوله آن مؤثر بوده است [۲۸]. بررسی اثر دماهای مختلف نگهداری دانه گرده ۲ ژنوتیپ ایرانی گل محمدی در بازه‌های زمانی ۱۰، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز پس از نگهداری، گواه این بود که بیشترین درصد جوانه‌زنی دانه‌های گرده در کلیه بازه‌های زمانی، در دمای ۸۰- و کمترین درصد جوانه‌زنی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد بود [۶].

حفظ قوه نامیه دانه گرده در دمای زیر صفر درجه سانتی‌گراد، بدون کنترل رطوبت در مقایسه با دماهای بالاتر از صفر درجه سانتی‌گراد و رطوبت کنترل شده مناسب‌تر است [۱۵]. میزان قوه‌نامیه دانه گرده در دمای ۴- تا ۶- درجه سانتی‌گراد با سرعت کمتری کاهش می‌یابد [۳۵]. نگهداری دانه گرده مرکبات در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد، باعث افزایش طول عمر دانه گرده شد [۳۱]. تحقیقات بر روی نگهداری دانه گرده مرکبات نشان داد که دانه‌های گرده رقم 'شل محله' حتی بعد از ۱۴۰ روز نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد، ۲۲/۲ درصد جوانه‌زنی داشتند که این میزان جوانه‌زنی با توجه به حساسیت دانه‌های گرده مرکبات، می‌تواند برای نگهداری طولانی‌مدت در برنامه‌های تلاقی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار باشد. همچنین مناسب‌ترین روش نگهداری دانه گرده مرکبات، استفاده از فریزر بیان شد [۱].

تحقیقات بر روی قوه نامیه دانه گرده نگهداری شده درخت خرما، قبل از سال ۱۹۳۰ صورت گرفته است. درصد جوانه‌زنی دانه گرده به مدت یک سال در دمای ۳/۳ درجه سانتی‌گراد بیشتر از نگهداری آن در دمای اتاق بود [۹]. برای نگهداری دانه گرده، دمای پایین لازم است، اما میزان دمای نگهداری با توجه به نوع گونه متفاوت است [۱۷]. یخ خشک به عنوان یکی از شرایط مطلوب برای

سایه) منتقل گردید. پس از شکاف غلاف‌ها، رشته‌های هر خوشه به آرامی جدا شد و به مدت ۱ تا ۲ روز در دمای محیط و به دور از نور مستقیم قرار گرفتند [۲۵]. پس از گذشت زمان مذکور، با حصول اطمینان از خشک شدن کامل خوشه‌ها، با استفاده از الک ریز، دانه‌های گرده بوجاری، بسته‌بندی و روی یخ در داخل یخچال به آزمایشگاه علوم باغبانی دانشگاه شهرکرد منتقل شدند.

نگهداری دانه‌های گرده

دانه‌های گرده ارقام مختلف به طور جداگانه در ظروف شیشه‌ای استریل درب‌دار منتقل و سپس جهت نگهداری در دوره‌های مختلف به مدت ۶۰، ۱۲۰، ۱۵۰، ۱۸۰، ۲۱۰ و ۳۷۵ روز در دماهای اتاق (20 ± 5 درجه سانتی‌گراد)، ۴، ۲۰- و ۸۰- درجه سانتی‌گراد درون یخچال یا فریزر نگهداری شدند.

آزمون جوانه‌زنی

بعد از اتمام دوره نگهداری هر گروه، آزمون جوانه‌زنی دانه‌های گرده در محیط کشت مایع حاوی ۸ درصد ساکارز و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدبوریک انجام پذیرفت [۴] و [۲۵]. در این رابطه، ابتدا پتری‌دیش و لام تهیه شده و در ته هر پتری‌دیش، یک کاغذ صافی خیس از آب مقطر قرار گرفت. بر روی هر لام، سه قطره از محیط کشت قرار داده شد و مقداری گرده به آرامی بر روی قطرات محیط کشت پاشیده شد. لام‌ها به نحوی داخل پتری‌دیش گذاشته شدند که محیط کشت با رطوبت کاغذ صافی تماسی نداشته باشد. درب ظروف نیز بسته شد تا محیط داخل آن در حالت اشباع بماند و محیط کشت دانه‌های گرده خشک نشود. سپس پتری‌دیش‌ها درون انکوباتور با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۶ ساعت قرار گرفتند [۸] و [۲۵]. پس از ۱۶ ساعت، لام همراه با محیط کشت مستقیماً در

نگهداری طولانی‌مدت دانه‌های گرده خرما معرفی شده است [۱۴]. دمای ۱۹۶- درجه سانتی‌گراد می‌تواند برای نگهداری ذخائر ژنتیکی دانه‌های گرده خرما مورد استفاده قرار گیرد [۲۵]. انجماد به عنوان یک روش مؤثر برای ذخیره‌سازی طولانی مدت دانه گرده خرما می‌باشد. دانه‌های گرده خرمای منجمد شده برای مدت طولانی (بیش از ۸ سال)، بدون از دست دادن قابل توجه قدرت جوانه‌زنی، می‌توانند برای گرده‌افشانی مورد استفاده قرار گیرند [۳۳].

باتوجه به مشکل عدم همزمانی در رسیدن دانه گرده و مادگی پایه مادری در فصل گرده‌افشانی درخت خرما و نیز اهمیتی که نگهداری ذخائر ژنتیکی دارد، هدف از انجام پژوهش حاضر، تعیین مناسب‌ترین دما و مدت زمان نگهداری دانه‌های گرده برخی از ارقام خرمای نر استان فارس بود.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری و خشک کردن دانه‌های گرده

پژوهش حاضر در آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشگاه شهرکرد، در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ انجام گرفت. به منظور بررسی میزان جوانه‌زنی دانه‌های گرده در شرایط دمایی و دوره‌های مختلف نگهداری، دانه‌های گرده چهار رقم خرمای نر از استان فارس شامل خرمای نر 'کازرون' (۷۰۱۳)؟، 'لار' (۷۰۳۵)؟، 'داراب' (۷۰۱۶)؟ و 'فیروکارزین' (۷۰۲۱)؟ موجود در کلکسیون نخیلات ایستگاه تحقیقات کشاورزی شهرستان جهرم تهیه گردید. جهت جمع‌آوری دانه‌های گرده، در ابتدای فصل گلدهی (نیمه دوم اسفندماه ۹۲)، درختان نر مورد استفاده مشخص گردید. در طول فصل گلدهی، درختان به صورت روزانه مورد بررسی قرار گرفت و غلاف‌های رسیده پس از جدا شدن از درخت، جهت استخراج گرده به شرایط محیطی مناسب (خنک و

آزمایش تجزیه مرکب انجام شد. لازم به ذکر است با توجه به این که دانه های گرده نگهداری شده در محیط اتاق در دوره های ۱۲۰، ۱۵۰، ۱۸۰، ۲۱۰ و ۳۷۵ روز هیچ گونه جوانه زنی نداشتند، از تجزیه و تحلیل این دوره ها حذف گردیدند. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون فیشر LSD صورت پذیرفت. برای تجزیه آماری از نرم افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده گردید [۶].

زیر میکروسکوپ نوری قرار گرفت و با بزرگنمایی ۴۰ برابر در سه میدان دید که به طور تصادفی انتخاب می شدند، تعداد کل دانه های گرده شمارش و درصد جوانه زنی از نسبت دانه های گرده جوانه زده به کل دانه های گرده در هر میدان دید محاسبه گردید و در نهایت میانگین درصد سه میدان دید به عنوان درصد جوانه زنی آن تکرار منظور گردید. دانه گرده ای جوانه زده محسوب می شد که طول لوله گرده آن برابر یا بیشتر از قطر دانه گرده بود [۸].

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد در هر دوره نگهداری (۶۰، ۱۲۰، ۱۵۰، ۱۸۰، ۲۱۰ و ۳۷۵ روز)، دمای نگهداری تأثیر بسیار معنی داری بر درصد جوانه زنی دانه گرده خرما داشته است (جدول ۱). همچنین، اثر رقم در کلیه دوره ها معنی دار بود، درحالی که اثر متقابل ارقام مختلف و دمای نگهداری فقط در دوره های ۱۸۰ و ۳۷۵ روز از نگهداری اختلاف معنی دار در سطح پنج درصد نشان دادند.

طرح آزمایشی و تجزیه و تحلیل آماری

طی هر یک از دوره های زمانی نگهداری دانه گرده (۶۰، ۱۲۰، ۱۵۰، ۱۸۰، ۲۱۰ و ۳۷۵ روز) در هر یک از شرایط دمایی (دمای اتاق (۲۰±۲)، ۴، ۲۰- و ۸۰- درجه سانتی گراد) جوانه زنی دانه گرده چهار رقم خرما ذکر شده در یک طرح آزمایشی کاملاً تصادفی در قالب فاکتوریل با سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفت. روی داده های حاصل از هر دوره زمانی و همچنین کل داده های

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس مرکب جوانه زنی دانه گرده ارقام خرما در دمای متفاوت برای هر دوره نگهداری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات دوره نگهداری (d)					
		۳۷۵	۲۱۰	۱۸۰	۱۵۰	۱۲۰	۶۰
دما (T)	۲(۳) [†]	۵۷۲/۳۲**	۱۰۳۵/۴۰**	۲۴۱/۰۹**	۴۷۵/۲۱**	۱۱۳۵/۴۹**	۱۱۶۶/۴۹**
تکرار در دما	۶(۸)	۳۷/۲۸	۱۹/۹۷	۳۳/۱۸	۲۱/۱۳	۷۹/۷۴	۶۰/۰۱
رقم (V)	۳	۵۵۷/۲۱**	۳۲۰/۲۵**	۱۳۰۰/۹۰**	۱۴۸/۴۸*	۵۷۸/۰۵**	۲۸۸/۳۰*
V × T	۶(۹)	۹۱/۴۱*	۴۳/۴۳ ^{ns}	۳۱۳/۵۴*	۱۱۲/۴۳ ^{ns}	۲۴۱/۳۸ ^{ns}	۱۶۶/۳۱ ^{ns}
خطای آزمایش	۱۸(۲۴)	۲۷/۵۶	۳۳/۶۴	۹۸/۹۲	۵۱/۷۴	۱۱۳/۶۴	۹۵/۴۳

[†] - اعداد داخل پرانتز، نشان دهنده درجه آزادی تجزیه پس از ۶۰ روز نگهداری و اعداد خارج پرانتز، مربوط به تجزیه سایر دوره ها می باشد.

ns، * و ** - به ترتیب عدم معنی دار، معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

اثر دما و مدت زمان نگهداری بر قوه نامیه دانه گرده ارقام مختلف خرما

دمای نگهداری نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد و اثر متقابل رقم، دوره و دما نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد است که این امر به معنی عدم استقلال این عوامل در تأثیر بر جوانه‌زنی دانه گرده خرما می‌باشد.

نتایج تجزیه واریانس مرکب جوانه‌زنی دانه گرده ارقام خرما در دما و دوره‌های نگهداری مختلف در جدول ۲ آورده شده است. نتایج بیانگر اختلاف معنی‌دار جوانه‌زنی دانه‌های گرده در دوره‌های مختلف نگهداری، رقم و دمای مختلف نگهداری دانه گرده در سطح ۱ درصد می‌باشد. همچنین، اثرات متقابل رقم و دوره، رقم و دما و نیز دوره و

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس مرکب جوانه‌زنی دانه گرده ارقام خرما در دما و دوره‌های نگهداری متفاوت

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
دوره (D)	۵	۴۱۵۰/۸۰**
دما (T)	۲	۳۷۸۲/۲۴**
تکرار در D × T	۳۶	۴۹/۳۳
رقم (V)	۳	۱۶۲۳/۹**
V × D	۱۵	۳۳۲/۵۷**
V × T	۶	۲۲۹/۵۶**
T × D	۱۰	۱۸۳/۸۹**
V × T × D	۳۰	۱۵۱/۴۷*
خطای آزمایش	۱۰۸	۷۷/۷۵

* و ** - به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

مختلف در زمان‌های مختلف نگهداری دانه گرده، اختلاف معنی‌داری مشاهده می‌شود که علت آن را می‌توان ساختار ژنتیکی ارقام مختلف بیان نمود. با گذشت زمان از شروع این تحقیق (از ۶۰ روز به ۳۷۵ روز)، میزان جوانه‌زنی در همه ارقام ابتدا افزایش و سپس کاهش یافته است (جدول ۱) و این سیر صعودی - نزولی به خوبی در شکل (۱) نیز قابل مشاهده است. این نتیجه، با نتایج سایر پژوهشگران در مورد خرما [۱۳ و ۲۵]، مرکبات [۱ و ۳۱]، انگور [۳۰] و رز [۱۹] مطابقت دارد که علت این امر ممکن است در اثر افزایش یا آزادسازی آنزیم‌های درونی از جمله آمیلاز، دیاستاز، اینورتاز و غیره باشد [۲۶ و ۳۰]. این احتمال نیز وجود دارد

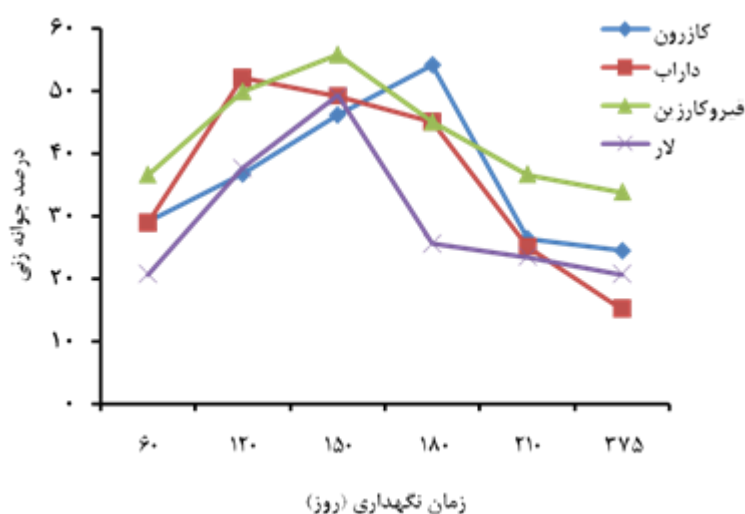
مقایسه میانگین تأثیر زمان‌های مختلف نگهداری بر درصد جوانه‌زنی دانه گرده ارقام مختلف، در جدول ۳ آورده شده است. بیشترین میزان جوانه‌زنی مربوط به رقم 'قیروکارزین' پس از ۱۵۰ روز نگهداری (۵۵/۷۸ درصد) می‌باشد که با ارقام 'داراب' و 'لار' در همین مدت (به ترتیب ۴۹/۱۳ و ۴۹/۲۲ درصد) و با ارقام 'داراب' و 'قیروکارزین' پس از ۱۲۰ روز (به ترتیب ۵۲/۰۵ و ۴۹/۸۹ درصد) و با رقم 'کازرون' پس از ۱۸۰ روز (۵۴/۱۳ درصد) اختلاف معنی‌داری ندارد. کمترین میزان جوانه‌زنی نیز مربوط به رقم 'داراب' پس از ۳۷۵ روز نگهداری (۱۵/۱۲ درصد) بوده است. به‌طورکلی، بین جوانه‌زنی ارقام

که در زمان شروع آزمایش، تعدادی از دانه‌های گرده نابالغ بوده و در مدت زمان نگهداری، دانه‌های گرده بالغ گردیده و درصد جوانه‌زنی افزایش یافته است [۱۳ و ۱۹].

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر زمان نگهداری بر درصد جوانه‌زنی دانه‌های گرده ارقام مختلف خرما

جوانه‌زنی دانه گرده (%)				زمان نگهداری (d)
لار	داراب	کازرون	قیروکارزین	
۲۰/۶۶ ^g	۲۸/۹۰ ^{fg}	۲۹/۰۹ ^{fg}	۳۶/۶۰ ^{ef}	۶۰
۳۷/۶۱ ^{de}	۵۲/۰۵ ^{abc}	۳۶/۷۷ ^{ef}	۴۹/۸۹ ^{abc}	۱۲۰
۴۹/۲۲ ^{abc}	۴۹/۱۳ ^{abc}	۴۶/۱۶ ^{bc}	۵۵/۷۸ ^a	۱۵۰
۲۵/۵۹ ^g	۴۴/۹۶ ^{cd}	۵۴/۱۳ ^{ab}	۴۵/۰۳ ^{cd}	۱۸۰
۲۳/۴۵ ^g	۲۵/۰۹ ^g	۲۶/۴۵ ^g	۳۶/۶۷ ^{ef}	۲۱۰
۲۰/۷۴ ^g	۱۵/۱۲ ^h	۲۴/۵۳ ^g	۳۳/۸۳ ^{ef}	۳۷۵

میانگین‌های با حروف مشابه در ستون‌ها و ردیف‌ها، دارای حداقل یک حرف مشابه در سطح ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.



شکل ۱. درصد جوانه‌زنی دانه گرده ارقام مختلف خرما در زمان‌های مختلف

جوانه‌زنی دانه‌های گرده نگهداری شده در دمای اتاق، بعد از گذشت ۶۰ روز به صفر رسید، لذا در این جدول از آوردن دمای اتاق صرف‌نظر شده است.

نتایج حاصل مقایسه میانگین تأثیر دمای نگهداری بر درصد جوانه‌زنی دانه‌های گرده خرما را نشان می‌دهد (جدول ۴). ذکر این نکته لازم است از آنجا که درصد

اثر دما و مدت زمان نگهداری بر قوه نامیه دانه گرده ارقام مختلف خرما

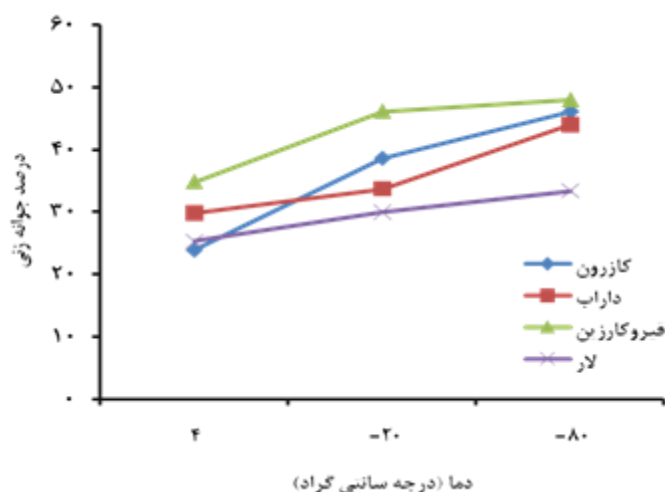
جدول ۴. مقایسه میانگین اثر دما بر درصد جوانه‌زنی دانه‌های گرده ارقام مختلف خرما

جوانه‌زنی دانه گرده (%)				دما (°C)
لار	داراب	کازرون	فیروکارزین	
۲۵/۲۹ ^{ef}	۲۹/۸۶ ^{de}	۲۳/۸۶ ^f	۳۴/۸۴ ^{cd}	۴
۲۹/۹۶ ^{def}	۳۳/۷۵ ^{cd}	۳۸/۶۰ ^{bc}	۴۶/۱۲ ^{ab}	-۲۰
۳۳/۳۸ ^d	۴۴/۰۱ ^{ab}	۴۶/۱۰ ^{ab}	۴۷/۹۵ ^a	-۸۰

میانگین‌های با حروف مشابه در ستون‌ها و ردیف‌ها، دارای حداقل یک حرف مشابه در سطح ۵ درصد آزمون LSD-اختلاف معنی‌داری ندارند.

دمای محیط و نیز از دست دادن سریع آب دانه‌های گرده است. زمانی که آب درونی گرده‌ها کاهش می‌یابد، فرآیند-های متابولیکی متوقف شده و تنفس به‌طور چشم‌گیری کاهش یافته و یا متوقف می‌گردد. همچنین از دست رفتن قوه نامیه می‌تواند ناشی از تغییرات هم‌زمان در ویتامین‌ها، آنزیم‌ها و فعالیت هورمون‌های درونی باشد. از طرف دیگر، افزایش طول عمر دانه گرده در دمای زیر صفر درجه سانتی‌گراد به کاهش سرعت تنفس و عدم مصرف سریع اندوخته غذایی دانه گرده نسبت داده می‌شود [۱]. نتایج نشان‌دهنده افزایش میزان جوانه‌زنی دانه‌های گرده ارقام مختلف با کاهش دمای محیط نگهداری می‌باشد (شکل ۲).

بیشترین میزان جوانه‌زنی مربوط به رقم 'فیروکارزین' و در شرایط نگهداری -۸۰ درجه سانتی‌گراد (۴۷/۹۵ درصد) می‌باشد که با رقم‌های 'کازرون' (۴۶/۱۰ درصد) و 'داراب' (۴۴/۰۱ درصد) در این دما و با رقم 'فیروکارزین' در دمای -۲۰ درجه سانتی‌گراد (۴۶/۱۲ درصد) اختلاف معنی‌داری ندارد (جدول ۴). کمترین میزان جوانه‌زنی نیز (صرف نظر از دمای اتاق)، مربوط به رقم 'کازرون' و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد (۲۳/۸۶ درصد) می‌باشد که با رقم 'لار' در همین دما (۲۵/۲۹ درصد) و در دمای -۲۰ درجه سانتی‌گراد (۲۹/۹۶ درصد) اختلاف معنی‌داری ندارد. اتلاف قوه نامیه دانه‌های گرده نگهداری شده در دمای اتاق به دلیل افزایش



شکل ۲. درصد جوانه‌زنی دانه گرده ارقام مختلف خرما در دماهای مختلف

به‌زراعی کشاورزی

دوره ۱۸ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۵

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر متقابل زمان نگهداری و دما بر درصد جوانه‌زنی دانه‌های گرده خرما

دما (°C)		زمان نگهداری (d)		
-۸۰	-۲۰	۴	دمای اتاق	
۴۰/۳۳ ^{de}	۲۵/۰۴ ^{hi}	۲۱/۰۶ ^{hi}	۱۸/۱۹ ⁱ	۶۰
۵۱/۳۴ ^{ab}	۴۷/۸۷ ^{bc}	۳۳/۰۳ ^{fg}	- [†]	۱۲۰
۵۵/۹۳ ^a	۵۰/۸۵ ^{ab}	۴۳/۴۲ ^{cde}	-	۱۵۰
۴۲/۱۳ ^{cde}	۴۷/۰۵ ^{bcd}	۳۸/۱۰ ^{ef}	-	۱۸۰
۳۷/۴۸ ^{ef}	۲۷/۳۳ ^{gh}	۱۸/۹۳ ⁱ	-	۲۱۰
۲۹/۹۴ ^{gh}	۲۴/۴۹ ^{hi}	۱۶/۲۱ ⁱ	-	۳۷۵

میانگین‌های با حروف مشابه در ستون‌ها و ردیف‌ها، دارای حداقل یک حرف مشابه در سطح ۵ درصد آزمون LSD-اختلاف معنی‌داری ندارند. [†] قبل از ۱۲۰ روز جوانه‌زنی به صفر رسید.

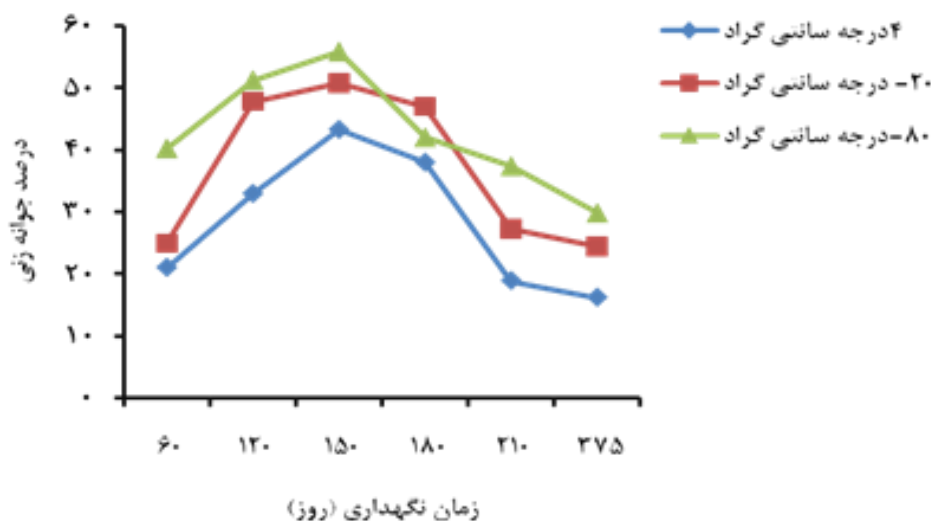
به‌طور کلی، میزان جوانه‌زنی دانه‌های گرده در ماه‌های مختلف آزمایش با کاهش دما، افزایش یافته و با گذشت زمان نگهداری، پس از طی کردن یک سیر صعودی، مجدداً کاهش یافته است (شکل ۳).

دانه‌های گرده پس از نگهداری بیش از یک سال در دماهای پایین (-۲۰ و -۸۰ درجه سانتی‌گراد)، هنوز قوه نامیه خود را حفظ کرده بودند. نتایج این پژوهش با نتایج دیگر تحقیقات بر روی رز [۲۲]، فندق [۵] و خربزه درختی [۲۷] مطابقت دارد، به‌طوری‌که با کاهش دما، مدت زمان زنده‌مانی دانه‌های گرده افزایش یافت. در نتایج مشابهی با کاهش دما در طول مدت نگهداری، روند کاهش میزان جوانه‌زنی، کندتر گردید [۲۳]. دانه‌های گرده ۳ رقم توت‌فرنگی در دماهای مختلف نگهداری شدند که با کاهش دما، مدت زمان ذخیره‌سازی دانه‌های گرده افزایش و با طولانی شدن زمان ذخیره‌سازی، جوانه‌زنی دانه‌های گرده کاهش پیدا کرد [۱۰].

نتایج بیانگر کاربرد عملی نگهداری دانه گرده در دمای پایین برای گرده‌افشانی مصنوعی، ذخیره منابع ژنتیکی و انجام برنامه‌های اصلاحی می‌باشد. نتایج تحقیق حاضر با نتایج سایر محققین در مورد خرما [۱۱ و ۲۵]، پسته [۱۱]، چری مویا [۲۱]، سیب‌زمینی [۳۴]، پیاز [۱۶] و مرکبات [۱] مطابقت دارد. مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح زمان نگهداری و دما بر درصد جوانه‌زنی دانه‌های گرده خرما در جدول ۵ آورده شده است.

بیشترین میزان جوانه‌زنی دانه گرده مربوط به نگهداری دانه‌های گرده در دمای -۸۰ درجه سانتی‌گراد و پس از ۱۵۰ روز (۵۵/۹۳ درصد) بود که با نگهداری دانه‌های گرده در همین مدت در دمای -۲۰ درجه سانتی‌گراد (۵۰/۸۵ درصد) و نگهداری دانه‌های گرده پس از ۱۲۰ روز در دمای -۸۰ درجه سانتی‌گراد (۵۱/۳۴ درصد) اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۵). کمترین میزان جوانه‌زنی نیز مربوط به نگهداری دانه‌های گرده در محیط آزاد بود که پس از ۱۲۰ روز نگهداری، جوانه‌زنی به صفر رسیده بود.

اثر دما و مدت زمان نگهداری بر قوه نامیه دانه گرده ارقام مختلف خرما



شکل ۳. درصد جوانه‌زنی دانه گرده خرما در دماها و زمان‌های مختلف

آورده شده است. در بین کل ترکیبات تیماری موجود، بیشترین میزان جوانه‌زنی دانه گرده، مربوط به رقم 'کازرون' پس از ۱۸۰ روز نگهداری در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد (۷۰/۳۷ درصد) می‌باشد که با نگهداری رقم 'قیروکارزین' در همین دما به مدت ۱۵۰ روز (۵۷/۷۳ درصد) و ارقام 'داراب' و 'قیروکارزین' به مدت ۱۲۰ روز (به ترتیب ۶۷/۱۷ و ۵۹/۶۵ درصد) و رقم 'کازرون' به مدت ۱۵۰ روز در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد (۵۹/۰۳ درصد) اختلاف معنی‌داری ندارد. با این حال، با توجه به این که یکی از اهداف کلی نگهداری دانه گرده، استفاده از آن جهت گرده‌افشانی در سال آینده می‌باشد، لذا در آخرین زمان مورد بررسی (۳۷۵ روز)، بین ترکیبات تیماری اعمال شده، رقم 'قیروکارزین' در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد بیشترین میزان جوانه‌زنی (۴۰/۴۲ درصد) را حفظ نموده است که در این دوره با بقیه تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان می‌دهد.

درصد جوانه‌زنی دانه‌های گرده نگهداری شده در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد، پس از ۱۸۰ روز با اختلاف غیرمعنی‌دار بسیار کمی کمتر از دانه‌های گرده نگهداری شده در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد بود. علت این امر را می‌توان خصوصیات ژنتیکی دانه‌های گرده ارقام مختلف و بلوغ دیررس برخی از دانه‌های گرده نگهداری شده در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد پس از ۱۸۰ روز دانست که البته پس از یک ماه نگهداری، مجدداً جوانه‌زنی تیمار مذکور، کاهش چشم‌گیری نشان داد. براساس نتایج دیگر محققان و نتایج حاصل از تحقیق حاضر، می‌توان چنین بیان نمود که نگهداری دانه گرده خرما در دمای ۲۰- و ۸۰- درجه سانتی‌گراد، نتایجی نزدیک به هم دارند و در صورتی که امکان نگهداری دانه گرده در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نباشد، می‌توان آن را در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری نمود [۲۵].

مقایسه میانگین اثرات متقابل هر سه عامل رقم، دما و زمان نگهداری بر جوانه‌زنی دانه گرده خرما در جدول ۶

جدول ۶. مقایسه میانگین اثر متقابل رقم، دما و زمان نگهداری بر درصد جوانه‌زنی دانه گرده خرما

رقم	دما (°C)	زمان نگهداری (d)					
		۳۷۵	۲۱۰	۱۸۰	۱۵۰	۱۲۰	۶۰
قیروکارزین	۴	۲۵/۰۲ ^{r-v}	۲۷/۰۸ ^{q-v}	۴۳/۸۶ ^{e-n}	۵۲/۷۹ ^{c-g}	۳۴/۲۰ ^{l-s}	۲۶/۰۹ ^{q-v}
	-۲۰	۳۶/۰۴ ^{j-r}	۳۸/۵۳ ^{i-q}	۴۶/۷۵ ^{c-m}	۵۷/۷۳ ^{a-d}	۵۵/۸۳ ^{b-f}	۴۱/۸۲ ^{g-p}
	-۸۰	۴۰/۴۲ ^{g-p}	۴۴/۴۲ ^{e-n}	۴۴/۵۰ ^{e-n}	۵۶/۸۱ ^{b-e}	۵۹/۶۵ ^{abc}	۴۱/۹۱ ^{g-p}
کازرون	۴	۱۳/۶۲ ^w	۱۵/۶۰ ^v	۳۵/۷۷ ^{k-s}	۲۹/۸۷ ^{p-u}	۲۴/۵۰ ^{f-v}	۲۳/۷۸ ^{s-v}
	-۲۰	۲۲/۶۷ ^{s-v}	۲۵/۰۴ ^{r-v}	۷۰/۳۷ ^a	۴۹/۵۷ ^{c-j}	۳۸/۹۶ ^{h-q}	۲۵/۰۱ ^{f-v}
	-۸۰	۳۷/۲۸ ^{j-r}	۳۸/۷۲ ^{h-q}	۵۶/۲۵ ^{b-e}	۵۹/۰۳ ^{a-d}	۴۶/۸۴ ^l	۳۸/۴۸ ^{i-q}
داراب	۴	۱۲/۱۰ ^w	۱۸/۷۳ ^{tu-v}	۳۹/۱۱ ^{h-q}	۴۷/۳۰ ^{c-k}	۴۳/۰۰ ^{f-o}	۱۸/۹۳ ^{tu-v}
	-۲۰	۲۰/۱۸ ^{s-v}	۲۶/۷۲ ^{q-v}	۴۶/۱۸ ^{d-m}	۴۷/۴۳ ^{c-k}	۴۵/۹۸ ^{d-m}	۱۶/۰۳ ^v
	-۸۰	۱۳/۰۵ ^v	۲۹/۸۱ ^{p-u}	۴۹/۶۱ ^{c-j}	۵۲/۶۶ ^{c-g}	۶۷/۱۷ ^{ab}	۵۱/۷۵ ^{c-h}
لار	۴	۱۴/۱۲ ^v	۱۴/۳۴ ^v	۳۳/۶۷ ^{m-s}	۴۳/۷۳ ^{e-n}	۳۰/۴۱ ^{o-u}	۱۵/۴۶ ^v
	-۲۰	۱۹/۰۸ ^{tu-v}	۱۹/۰۴ ^{tu-v}	۲۴/۹۲ ^{r-v}	۴۸/۶۹ ^{c-k}	۵۰/۷۳ ^{c-i}	۱۷/۳۳ ^{tu-v}
	-۸۰	۲۹/۰۱ ^{p-u}	۳۶/۹۹ ^{j-r}	۱۸/۱۸ ^{uv}	۵۵/۲۳ ^{b-f}	۳۱/۶۹ ^{n-t}	۲۹/۱۹ ^{p-u}

میانگین‌های با حروف مشابه در ستون‌ها و ردیف‌ها که دارای حداقل یک حرف مشابه می‌باشند، در سطح ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان می‌دهد دانه‌های گرده خرما می‌توانند در دماهای پایین، قوه نامیه خود را حفظ کنند و با مهیا شدن شرایط دمایی مناسب، جوانه بزنند. به‌طور کلی، دمای -۸۰ درجه سانتی‌گراد به عنوان بهترین دما و گرده رقم 'قیروکارزین (۷۰۲۱)' به عنوان ماندگارترین رقم پس از یک سال نگهداری معرفی گردیدند، اگرچه نگهداری دانه‌های گرده در دماهای بالاتر تا حدود صفر درجه نیز می‌تواند قوه نامیه دانه‌های گرده خرما را حفظ کند.

منابع

۱. احمدی ن، ارزانی ک و معینی ا (۱۳۸۰) مطالعه نگهداری، جوانه‌زنی و رشد لوله گرده برخی از ارقام مرکبات. نهال و بذر. ۱۷: ۲۲۹-۲۱۶.
۲. بی‌نام (۱۳۹۳) آمارنامه محصولات باغی سال ۱۳۹۲. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. ۱۱۰ ص.
۳. پژمان ح (۱۳۸۱) راهنمای خرما (کاشت، داشت و برداشت). انتشارات نشر آموزش کشاورزی، کرج. ۲۸۶ ص.

12. Bajaj YPS (1987) Cryopreservation of potato germplasm. In: Biotechnology in agriculture and forestry. 3rd. ed, Bajaj, Y.P.S., pp. 472-486. Springer verlag, Berlin. Heidelberg.
13. Boughediri L and Bounanga N (1991) Storage of date palm pollen (*Phoenix dactylifera* L.). I- Preliminary Results. Annal Science Natural. 11(4): 119-124.
14. Engelmann F (1997) Importance of desiccation for the cryopreservation of recalcitrant seed and vegetatively propagated species. Plant Genetic Resources Newsletter. 112: 9-18.
15. Ganeshan S and Sulladmath VV (1983) Pollen storage studies on *Citrus limon* Burm Varietal difference and influence of flower type. Gartenbauwissenschaft. 48(2): 51-54.
16. Gomes PR, Raseira MCB, Baudet LL and Peske ST (2003) Onion (*Allium cepa* L.) pollen storage. Revista Brasileira de Sementes. 25(1): 14-17.
17. Hanna WW and Towill LW (1995) Long-term pollen storage. Plant Breeding Reviews. 13: 179-207.
18. Ibrahim AMF (1989) Germination of date palm pollen, I-preliminary results. Annals des Science Naturelles Botanique et Biologie Vegetable. 11: 119-124.
19. Khush-khui M, Bassiri A and Niknejad M (1976) Effect of temperature and humidity on pollen viability of six rose species. Canadian Journal of Plant Science. 56(3): 517-523.
20. linskens HF (1964) Pollen physiology and fertilization. First Ed. North-Holland Publishing Company, Amsterdam. 257 p.
21. Lora J, Pe´rez de Oteyza MA, Fuentetaja P and Hormaza JI (2006) Low temperature storage and *In vitro* germination of Cherimoya (*Annona cherimola* Mill.) pollen. Scientia Horticulturae. 108: 91-94.
۴. پیری س، ایمانی ع، معصومی ح و بدرزاده د (۱۳۹۲) بهینه‌سازی محیط کشت دانه گرده توت‌فرنگی و ارزیابی جوانه‌زنی آن پس از نگهداری در دماهای مختلف. پژوهش‌های گیاهی (زیست‌شناسی ایران). ۲۶(۲): ۱۸۳-۱۷۶.
۵. حسین‌آوا س، تاتاری م، جوادی مجدد د و ساعدی ژ (۱۳۸۹) بررسی قوه نامیه دانه گرده و انتخاب گرده‌دهنده مناسب برای سه رقم فندق. به‌نژادی نهال و بذر. ۱(۲۶): ۳۸۱-۳۶۷.
۶. حسینی س، احمدی ن و یداللهی ع (۱۳۹۳) بررسی اثر دمای نگهداری و غلظت‌های مختلف پوترسین بر جوانه‌زنی دانه و رشد لوله گرده دو ژنوتیپ ایرانی گل محمدی (*Rosa damascena* Mill.). به‌زراعی کشاورزی. ۱۶(۲): ۳۳۷-۳۲۱.
۷. خادمی ر (۱۳۸۳) گزارش نهایی طرح تحقیقاتی بررسی اثرات گرده بر خواص کمی و کیفی خرمای کبکاب و زاهدی. انتشارات مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، بوشهر (برازجان). ۲۷ ص.
۸. محمدخانی ع (۱۳۸۱) بررسی تشکیل و تکامل جوانه گل، خودناسازگاری و تعیین گرده‌دهنده مناسب برای گلابی شاه میوه. دانشگاه تهران. تهران. رساله دکتری.
9. Albert DW (1930) Viability of pollen and receptivity of pistillate flowers. Report of Date Growers Institute. 7: 5-7.
10. Aslantas R and Pirlak L (2002) Storage of strawberry pollen. IV International Symposium on strawberry pollen, Acta Horticulturae. 567: 228-229.
11. Ateyyeh AF (2012) Effect of Storage Method on Date Palm and Pistachio Pollen Viability. Jordan Journal of Agricultural Sciences. 8(4): 573-582.

22. Marchant R, Power JB, Davey MR, Chartier JM and Lynch PT (1992) Cryopreservation of pollen from two rose cultivars. *Euphytica*. 66(3): 235-241.
23. Masum Akond ASMG, Pounders CT, Blythe EK and Wang X (2012) Longevity of Crapemyrtle pollen stored at different temperatures. *Scientia Horticulturae*. 139: 53-57.
24. Mitrovic M, Nikolic M and Plazinic R (2001) Biological and pomological characteristics of hazelnut cv. Ennis Under the conditions of Cacak (Yugoslavia). *Acta Horticulturae*. 556: 181-184.
25. Mortazavi SMH, Arzani K and Moieni A (2010) Optimizing storage and *in vitro* germination of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) pollen. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 12(2): 181-189.
26. Paton JB (1921) Pollen and pollen enzymes. *American Journal of Botany*. 8(10): 471-501.
27. Perveen A, Shaukat AK and Rubina A (2007) Maintenance of pollen germination capacity of *Carica papaya* L. (Caricaceae). *Pakistan Journal of Botany*. 39(5): 1403-1406.
28. Pirlak L (2002) The effects of temperature on pollen germination and pollen tube growth of apricot and sweet cherry. *Gartenbauwissenschaft*. 67(2): 61-64.
29. Rabani Khorasgani S, Saboktakin Rizi F and Mirghazanfari SM (2013) Assay of pharmacological features of *Phoenix dactylifera* in the view of traditional and modern medicine. *Life Science Journal*. 10(7s): 430-435.
30. Randhawa GS, Agarwal PK and Singh R (1982) Pollen storage studies in grapes. I. Effect of different humidity regimes on viability. *Indian Journal of Horticulture*. 39(1&2): 24-28.
31. Sahar N and Spiegel-Roy P (1980) Citrus pollen storage. *HortScience*. 15(1): 81-82.
32. Snope AJ and Ellison JH (1963) Storage of asparagus pollen under various conditions of temperature, humidity and pressure. *American Society of Horticulture Science*. 83: 447-452.
33. Tandon R, Chaudhury R and Shivanna KR (2007) Cryopreservation of oil palm pollen. *Current Science*. 92(2): 182-183.
34. Weatherhead MA, Grout BWW and Henshaw GG (1978) Advantages of storage of potato pollen in liquid nitrogen. *Potato Research*. 21(3): 331-334.
35. Wen-Li W, Lan-Yong Z, Cui-Ying Z, Cheng-Shu Z, You-Peng Z and Cui-Fang G (2009) Studies on Pollen Viability and Its Storage Conditions of *Pingyin Rose*. *Acta Horticulturae*. 36(4): 593-598.