Archive of SID

مجله تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی) جلد ۳۸ شماره ۳، پاییز ۹۴

اثر گرمادهی متناوب بر شدت سرمازدگی و برخی خصوصیات کیفی نارنگی کینو در انبار سرد

سید محمد حسن مرتضوی[۱*]، عبدالرضا دهقان[۲]، مجید راحمی[۳] و نورالله معلمی[۴]

۱* **نویسنده مسوول:** دانشیار گروه باغبانی، دانشگاه شهید چمران اهواز (mortazavi_mh@scu.ac.ir)

۲ و ۴ به ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و استاد گروه باغبانی، دانشگاه شهید چمران اهواز

۳ استاد گروه علوم باغبانی، دانشگاه شیراز

تاریخ دریافت: ۹۲/۷/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۱۷

چکیده

نارنگی از جمله میوه‌های حساس به دمای پایین می‌باشد و نگهداری طولانی‌مدت آن در سردخانه منجر به بروز عوارضی مانند پوست‌مردگی و افت کیفی محصول می شود. این پژوهش به منظور بررسی اثر شرایط مختلف تیمار گرمادهی متناوب بر کیفیت و ماندگاری میوه نارنگی "کینو" انجام گردید. گرمادهی متناوب در ۵ سطح (شامل انتقال به دمای بالا هر هفته به مدت ۲٤ ساعت؛ هر هفته به مدت ٤۸ ساعت؛ هر دو هفته به مدت ۲٤ ساعت؛ هر دو هفته به مدت ٤۸ ساعت و شاهد) بر روی میوه‌ها اعمال شد و کیفیت میوه‌ها در سه مرحله (پس از ۰، ٤۵ و ۹۰ روز نگهداری در انبار سرد) از نظر کیفی آنالیز گردید. نتایج نشان داد که با طولانی‌تر شدن زمان نگهداری، کاهش وزن میوه‌ها افزایش قابل توجه‌ای یافت و اعمال گرمادهی سبب بیشتر شدن کاهش وزن نسبت به نمونه‌های شاهد گردید. خصوصیات کیفی مانند ثلظت مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتر تحت تأثیر تیمار گرمادهی متناوب قرار نگرفت ولی بررسی نتایج مربوط به نشت الکترولیت، پتاسیم و شاخص سرمازدگی نشان داد که گرمادهی متناوب به نحو مؤثری خسارت سرمازدگی را کاهش داد. از میان تیمارهای گرمادهی اعمال شده در این تحقیق بهترین نتایج مربوط به میوه‌هایی بود که هر هفته و نیز هر دو هفته به مدت ۲٤ ساعت در معرض دمای بالا قرار می‌گرفتند.

کلید واژها: نارنگی، انبار سرد، گرمادهی متناوب، سرمازدگی

مقدمه

بر اساس آمار سازمان خوار و بار جهانی (فائو) ایران با داشتن ۱۶۴۰۰۰ هکتار سطح زیر کشت و تولید بیش از ۲ میلیون تن محصول، از مهم‌ترین کشورهای تولید کننده مرکبات به حساب می‌آید (فائو[1]، ۲۰۱۲). یکی از مرغوب‌ترین انواع مرکبات تولید شده در کشور نارنگی کینو می‌باشد که عمدتاً با مناطق جنوبی کشور سازگار است. از جمله عواملی که صنعت مرکبات را تهدید می‌کند، ضایعات بخش قابل توجه‌ای از محصول به دلایل آلودگی‌های قارچی پس از برداشت، مشکلات حمل و نقل و نیز عدم تعادل بین عرضه و تقاضا می‌باشد (فتاحی مقدم و فقیه نصیری، ۱۳۸۴). یکی از مؤثرترین روش‌های افزایش طول دوره نگهداری محصولات مختلف باغی، نگهداری آنها در انبارهای سرد تا زمان مناسب عرضه به بازار است. انبار سرد برای بسیاری از محصولات باغی به صورت تجاری مورد استفاده قرار می‌گیرد ولی نگهداری در دمای پایین می‌تواند منجر به بروز برخی ناهنجاری‌های فیزیولوژیک در محصولات

1- FAO

www.SID.ir

Archive of SID

باغی حساس به سرما شود (ویلز و همکاران[1]، ۱۹۹۸). از جمله محصولات حساس به دمای پایین مرکبات هستند که نگهداری طولانی‌مدت آنها در انبار سرد منجر به بروز علایم سرمازدگی و پوست‌مردگی[2] می‌شود (قادر و آرپایا[3]، ۱۹۹۲). جهت مقابله با اثرات ناشی از سرمازدگی، تیمارهای مختلفی توصیه شده است که از جمله آنها می‌توان به گرمادهی کوتاه‌مدت با آب و یا هوای داغ پیش از انبار، کاهش تدریجی دمای انبار و نیز گرمادهی متناوب اشاره کرد (وانگ[4]، ۱۹۹۵). منظور از گرمادهی متناوب این است که طی دوره سردانباری، محصول باغی در فواصل زمانی مشخص در معرض دمای بالاتر قرار داده می‌شود. مکانیسم عمل این تیمار مربوط به تغییر مسیر چرخه‌های بیوشیمیایی مختلفی است که در دماهای پایین منجر به تجمع متابولیت‌های سمی و کشنده سلول‌های بافت می‌شوند (فرناندز تروجیلو و آرتس[5]). در زمینه کاربرد تیمار گرمادهی برای میوه مرکبات گزارشات مختلفی شده است. هارهاش و عبید[6] (۲۰۰۶) اثر تیمارهای متناوب گرمایی روی لایم مکزیکی (لیموترش مکزیکی) برای کاهش خسارت سرمازدگی در طول انبارداری را بررسی و گزارش کردند که در تیمار گرمادهی متناوب ۲۰°C برای ۴۸ ساعت هر دو هفته یکبار هیچ‌گونه سرمازدگی مشاهده نشد. همچنین بن‌یهاشو و همکاران[7] (۱۹۸۹) گزارش کردند که گرمادرمانی باعث کاهش آلودگی حاصل از قارچ پنی‌سیلیوم دیجیتاتوم در مرکبات می‌شود. شاه‌بیک (۱۳۷۶) گزارش نمود که پوشش میوه پرتقال والنسیا و واشنگتن‌ناول با پلی‌اتیلن و گرمادهی پیش از انبار در کنترل بیماریهای قارچی و جلوگیری از کاهش وزن میوه‌ها موثر می‌باشد. کلوج و همکاران[8] (۲۰۰۳) با بررسی اثر گرمادهی متناوب بر روی لیموترش در انبار دریافتند که تیمار گرمادهی علاوه بر کاهش خسارت سرمازدگی در کنترل بیماری‌های پوسیدگی محصول اثر زیادی دارد. لافنت و همکاران[9] (۲۰۰۳) در مطالعات خود روی عمر پس از برداشت پرتقال رقم "والنسیا" به این نتیجه رسیدند که غوطه‌ور کردن میوه‌ها در آب گرم با افزایش سطح پلی‌آمین‌ها در بافت پوست مرکبات و به تأخیر انداختن پیری در بافت‌های گیاهی می‌توانند در افزایش عمر پس از برداشت مرکبات اثرگذار باشند. این پژوهش به منظور بررسی اثر تیمارهای مختلف گرمادهی متناوب بر خصوصیات کیفی نارنگی کینو طی مدت زمان نگهداری در انبار سرد انجام گردید.

مواد و روش‌ها

میوه‌های مورد نیاز جهت انجام این پژوهش از باغی واقع در مبارک‌آباد قیروکارزین فارس تهیه و به آزمایشگاه گروه باغبانی دانشگاه شیراز منتقل شدند. میوه‌های یکسان و عاری از صدمات فیزیکی و پاتولوژیکی جهت اعمال تیمارهای مورد نظر جداسازی و انتخاب شدند. این آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه کاملاً تصادفی طراحی گردید که در آن اثر دو فاکتور گرمادهی متناوب در ۵ سطح و زمان نگهداری در سه سطح بر خصوصیات کیفی میوه نارنگی در سه تکرار بررسی گردید. برای هر تکرار ۱۰ عدد میوه در نظر گرفته شد. سطوح مختلف گرمادهی متناوب عبارت بودند از انتقال به دمای ۲۰°C:

- هر ۷ روز یکبار به مدت ۲۴ ساعت
- هر ۷ روز یکبار به مدت ۴۸ ساعت
- هر ۱۴ روز یکبار به مدت ۲۴ ساعت
- هر ۱۴ روز یکبار به مدت ۴۸ ساعت
- شاهد (نگهداری در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد)

برای اطمینان از عدم وجود آلودگی، میوه‌ها در ابتدا توسط قارچ‌کش تکتور ۶۰ شستشو داده شدند و سپس به

1 -Wills *et al.*
2- Pitting
3 -Kader & Arpaia
4- Wang
5- Fernandez-Trujillo & Artes
6- Harhash & Obeed
7- Ben–Yehoshua *et al.*
8- Kluge *et al.*
9- Lafuente *et al.*

www.SID.ir

Archive of SID

سردخانه‌ای با دمای ۲°C و رطوبت نسبی ۸۰٪ منتقل شدند. میوه‌ها در سه زمان (روزهای صفر، ۴۵ و ۹۰ پس از قرار دادن در سردخانه) از نظر خصوصیات مختلف کیفی مورد بررسی قرار گرفتند. پ‌هاش با استفاده از دستگاه پ‌هاش متر (ساخت شرکت آیلا[1]، ژاپن) و محتوی کل مواد جامد محلول با استفاده از رفراکتومتر دیجیتالی (ساخت شرکت آتاگو[2]، ژاپن) اندازه‌گیری شد. اسیدیته قابل تیتر به روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به پ‌هاش ۸/۱ و درصد کاهش وزن میوه‌ها بر اساس اختلاف وزن نسبت به شروع آزمایش محاسبه گردید. جهت محاسبه خسارت سرمازدگی، پس از خروج از سردخانه، میوه‌ها به مدت ۳۰ ساعت در دمای اتاق (۲۵±۳) درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۳۰-۲۵٪ قرار گرفتند تا شرایط برای ظهور علایم سرمازدگی فراهم گردد. سپس از نظر بروز علایم ظاهری مثل قهوه‌ای شدن پوست و فرورفتگی مورد بررسی قرار گرفته و به هر کدام از میوه‌ها با توجه به این فاکتورها نمره‌هایی از صفر تا پنج داده شد. با استفاده از رابطه زیر درصد سرمازدگی اندازه‌گیری شد:

رابطه ۱:

CI (٪)= (۵×تعداد میوه‌ها)/(مجموع نمره‌ها×۱۰۰)

CI: شاخص سرمازدگی

به منظور تعیین اندازه‌گیری میزان هدایت الکتریکی و میزان نشت پتاسیم میوه‌ها، بعنوان شاخص‌های تعیین‌کننده سلامت غشاء و اندازه‌گیری سرمازدگی، از پوست میوه‌های موجود در هر تیمار تعداد ۶ دیسک به قطر ۱۰ میلی‌متر جدا گردید. دیسک‌های تهیه شده در ظروف حاوی ۲۵ میلی‌لیتر محلول ۰/۴ مولار مانیتول در دمای اتاق (۲۵±۳) درجه سانتی‌گراد غوطه‌ور و به مدت ۴ ساعت بر روی دستگاه تکان‌دهنده قرار داده شد. سپس هدایت الکتریکی اولیه و مقدار پتاسیم محلول این محلول‌ها به ترتیب توسط دستگاه EC متر و فلیم‌فتومتر اندازه‌گیری گردید. در ادامه هر یک از ظروف حاوی بافتهای میوه و محلول مانیتول در فشار ۱ اتمسفر به مدت ۲۰ دقیقه اتوکلاو شد. پس از خنک شدن مجدداً، هدایت الکتریکی و مقدار پتاسیم محلول‌ها اندازه‌گیری و با استفاده از روابط ۲ و ۳ به ترتیب درصد نشت الکترولیت و نشت پتاسیم تعیین گردید (لوری و کلین، ۱۹۹۱).

رابطه ۲:

نشت الکترولیت (٪)= ۱۰۰× (EC نهایی/EC اولیه)

EC: هدایت الکتریکی

رابطه ۳:

نشت پتاسیم (٪)= ۱۰۰× (KC نهایی/KC اولیه)

KC: غلظت پتاسیم در محلول

مقدار اسید آسکوربیک به وسیله روش تیتراسیون ید (روش جاکوبس) بر حسب میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه اندازه‌گیری شد. هر میلی‌لیتر رنگ مصرفی ید در یدور پتاسیم که باعث تغییر رنگ آب میوه گردید معادل ۰/۸۸ اسید آسکوربیک محاسبه گردید (لوری و کلین[3]، ۱۹۹۱).

داده‌های بدست آمده توسط نرم‌افزار آماری MSTAT-C آنالیز و مقایسه میانگین‌ها با روش آزمون LSD انجام شد.

نتایج و بحث

همانگونه که نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان می‌دهد به جز اسیدیته عصاره و اسیدیته قابل تیتر، سایر خصوصیات کیفی مورد مطالعه میوه تحت تأثیر تیمار گرمادهی متناوب قرار گرفتند. همچنین زمان نگهداری نیز بر کلیه خصوصیات کیفی به جز پ‌هاش عصاره تأثیر قابل ملاحظه‌ای گذاشت.

1- Eyela
2- Atago
3- Lurie & Klein

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تیمارها بر خصوصیات کیفی نارنگی کینو

		میانگین مربعات						
	درجه آزادی	کاهش وزن	شاخص سرمازدگی	نشت الکترولیت	نشت پتاسیم	مواد جامد محلول	ویتامین ث	اسید کل
تیمارهای گرمادهی متناوب	۴	۱۴۰/۵۹**	۷۰۵**	۴۰۸/۹۳**	۹۸۸/۳۶**	۳۰/۳۸*	۱۷۳/۹۹*	۰/۰۵^{ns}
زمان	۱	۳۱۹/۱۷**	۳۶۳۰**	۱۹۱۰/۲۰**	۱۴۰۰۵/۱**	۳/۶۷*	۹۲۴/۵۹**	۲/۳۵**
تیمارهای گرمادهی * زمان	۴	۷/۷۳۸^{ns}	۲۱۳/۱۳**	۱۱/۳۹**	۷۰/۸۵**	۶/۱۳**	۱/۱۵^{ns}	۰/۰۸*
خطای آزمایش	۲۰	۶/۶۲۲	۴۳/۳۳	۲/۲۸۳	۷/۵۲۵	/۷۷۵	۴۹/۵۰۸	/۰۲۴

*معنی‌دار در سطح ۵ درصد **معنی‌دار در سطح ۱ درصد ns غیر معنی‌دار

محصولات باغی پس از برداشت و طی دوره نگهداری در معرض از دست دادن آب قرار دارند. کاهش وزن یکی از مهمترین علل زوال کیفیت میوه‌ها می‌باشد که از نظر تجاری حائز اهمیت بسزایی می‌باشد. همانگونه که در شکل ۱-الف مشخص است، کاهش وزن میوه‌ها با گذشت زمان انبارداری بیشتر شد و پس از ۹۰ روز نسبت به روز صفر و ۴۵ روز انبارداری اختلاف معنی‌داری نشان داد. در بین تیمارهای گرمادهی نیز، میوه‌هایی که هر هفت روز یکبار به مدت ۴۸ ساعت به دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد منتقل می‌شدند از درصد کاهش وزن بیشتری برخوردار بودند و ۴۵ و ۹۰ روز پس از نگهداری به ترتیب ۲۲/۸۳ و ۲۷/۰۲ درصد از وزن اولیه خود را از دست دادند. به طور کلی تیمار شاهد (عدم گرمادهی متناوب) کمترین درصد کاهش وزن را داشت و میوه‌ها در پایان آزمایش حداکثر ۱۴/۱۸٪ کاهش وزن داشتند. هارهاش و عبید (۲۰۰۶) نیز نتایج مشابهی را برای کاهش وزن میوه‌های لیمو که با گرمادهی آنها با تناوب بیشتری انجام شده بودند گزارش کردند. کاهش وزن بیشتر میوه با طولانی‌تر شدن زمان نگهداری و نیز در میوه‌هایی که با تناوب و به مدت بیشتری در معرض دمای بالا قرار داشتند را به خوبی می توان با تعرق بیشتر از سطح پوست میوه در ارتباط دانست.

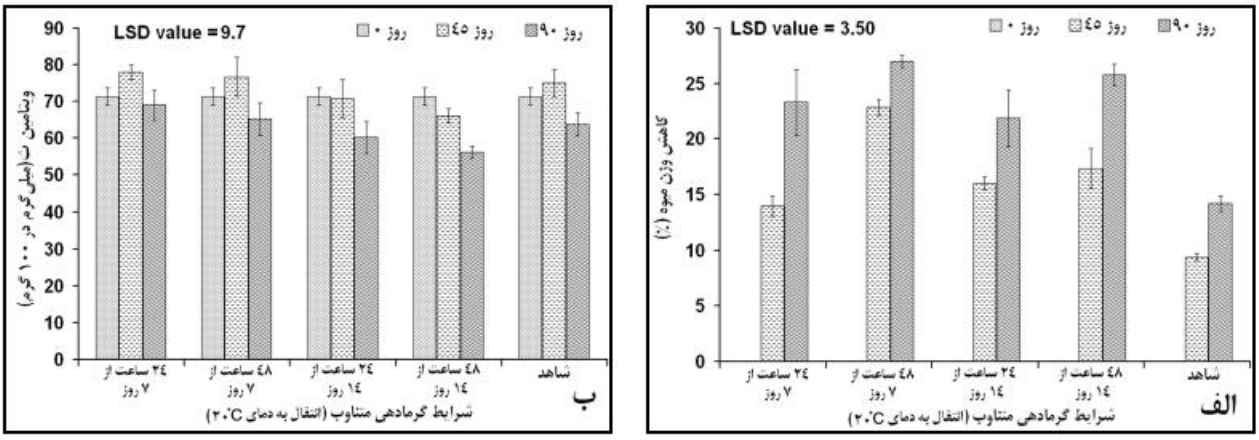
یکی از مهم‌ترین خصوصیات کیفی مرکبات که از نظر ارزش غذایی آنها اهمیت زیادی دارد، مقدار ویتامین ث آب میوه است. برهمکنش تیمارهای گرمادهی متناوب و زمان نگهداری (شکل ۱-ب) نشان داد که پس از پایان ۹۰ روز نگهداری، ویتامین ث میوه کاهش قابل توجهی یافت، بیشترین میزان کاهش ویتامین ث در تیمارهایی مشاهده شد که میوه به مدت ۲۴ و ۴۸ ساعت از هر دو هفته در معرض دمای بالاتر قرار می‌گرفت. همچنین کمترین کاهش در مقدار ویتامین ث در نمونه‌های شاهد (عدم گرمادهی) و نیز میوه‌هایی دیده شد که ۲۴ ساعت در هفته به دمای بالاتر منتقل شدند. کمتر شدن مقدار ویتامین ث میوه طی زمان نگهداری برای محصولات مختلف باغی گزارش شده است. هارهاش و عبید (۲۰۰۶) گزارش کردند که گرمادهی متناوب بر مقدار ویتامین ث میوه لیموی مکزیکی تأثیر منفی دارد. ویتامین ث از انواع ویتامین‌های محلول در آب و حساس به تجزیه توسط آنزیم‌های اکسایشی است که عموماً با افزایش دمای نگهداری و طول دوره انبارداری مقدار آن در اغلب محصولات باغی کاهش می‌یابد (لی و قادر[1]، ۲۰۰۰).

اثر متقابل تیمارهای گرمادهی و زمان نگهداری نشان داد که بجز تیمار شاهد، در همه تیمارهای گرمادهی متناوب، مقدار مواد جامد محلول از ۱۲/۴٪ در روز اول به بیش از ۱۴ درصد در پایان دوره نگهداری افزایش قابل ملاحضه‌ای یافت. بیشترین درصد مواد جامد محلول (۱۶/۳۳٪) پس از ۹۰ روز و در تیمار انتقال به دمای ۲۰

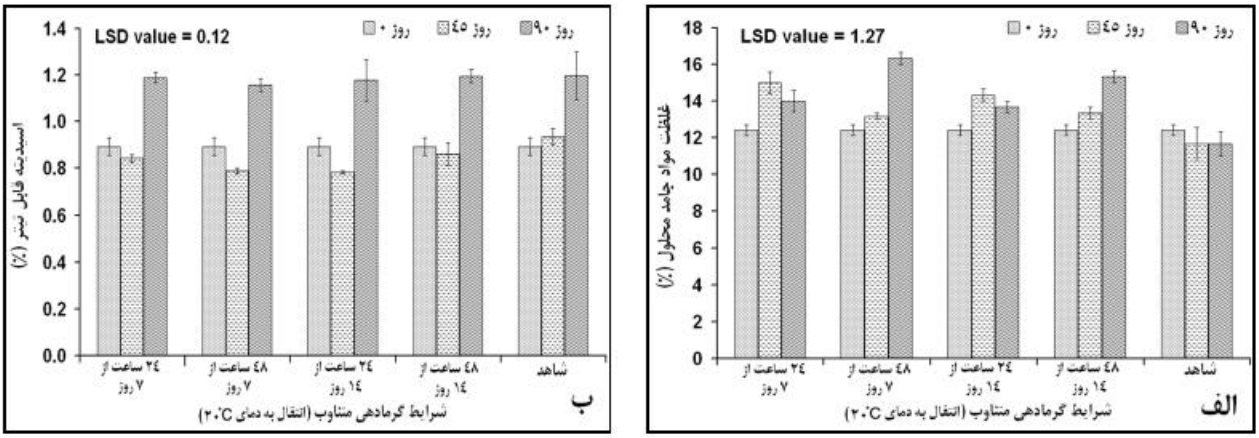
1 -Lee & Kader

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- تأثیر شرایط مختلف تیمار گرمادهی متناوب بر درصد کاهش وزن (الف) و ویتامین ث (ب) میوه نارنگی کینو طی ۹۰ روز نگهداری در انبار سرد. میله‌های روی هر ستون بیانگر خطای استاندارد بوده و اختلاف میانگین‌ها بر اساس مقدار LSD در سطح ۵٪ نشان داده شده است.



شکل ۲- تأثیر شرایط مختلف تیمار گرمادهی متناوب بر غلظت مواد جامد محلول (الف) و اسیدیته قابل تیتر (ب) میوه نارنگی کینو طی ۹۰ روز نگهداری در انبار سرد. میله‌های روی هر ستون بیانگر خطای استاندارد بوده و اختلاف میانگین‌ها بر اساس مقدار LSD در سطح ۵٪ نشان داده شده است.

درجه سانتی‌گراد هر ۷ روز یکبار به مدت ۴۸ ساعت به دست آمد (شکل ۲-الف). افزایش مقدار مواد جامد محلول در اثر تیمار گرمادهی توسط ایز و همکاران[1] (۲۰۰۴) برای میوه گریپ‌فروت نیز گزارش شده است. مقدار مواد جامد محلول عمدتاً متأثر از قندهای محلول می‌باشد که مقدار آن در مرکبات طی دوره نگهداری اندکی افزایش می‌یابد.

افزایش غلظت مواد جامد محلول طی دوره نگهداری و در میوه‌هایی که به مدت بیشتری در معرض دمای بالا قرار داشتند می‌تواند به دلیل فعالیت‌های کاتابولیک درون سلولی و تجزیه برخی ترکیبات کربوهیدراتی پیچیده به قندها باشد (راب و همکاران[2]، ۲۰۱۰).

بیشتر مرکبات از اسیدیته قابل توجه‌ای برخوردارند. نتایج این آزمایش نشان داد که مقدار اسیدیته قابل تیتر نارنگی کینو ۱/۲-۰/۸٪ در مراحل مختلف نگهداری بود ولی اختلاف قابل توجهی میان تیمار شاهد و تیمارهای گرمادهی متناوب از نظر اسیدیته قابل تیتر دیده نشد (شکل ۲-ب). افزایش مقدار اسیدیته میوه در پایان دوره

1- Ezz *et al.*

2- Rab *et al.*

www.SID.ir

Archive of SID

نگهداری بر خلاف گزارشات فرناندز تروجیلو و آرتس (۱۹۹۷) و مارسیلا و همکاران[1] (۲۰۰۶) بود ولی آفولابی[2] (۲۰۰۹) با اعمال تیمار واکس بر روی میوه پرتقال و نگهداری طولانی‌مدت آنها در انبار سرد به این نتیجه رسید که اسیدیته میوه اندکی افزایش می‌یابد.

شکل ۳-الف نشان می‌دهد که علیرغم اینکه با گذشت زمان نگهداری، غلظت مواد جامد محلول و اسیدیته تحت تأثیر قرار گرفت ولی به دلیل روند همسوی این تغییرات، نسبت آنها نسبتاً ثابت ماند. میوه‌ها ۴۵ روز پس از نگهداری از بیشترین نسبت قند به اسید برخوردار بودند و در پایان آزمایش این نسبت به کمترین مقدار خود رسید. کمترین نسبت قند به اسید در میوه‌های شاهد (عدم گرمادهی) و پس از ۹۰ روز نگهداری در انبار سرد ثبت گردید (۹/۸۳).

نارنگی میوه‌ای حساس به سرما می‌باشد که در نتیجه نگهداری در دمای پایین لکه‌های قهوه‌ای آبکی و همچنین پیتینگ (لکه های فرورفته) بر روی پوست آنها ظاهر می‌شود. این تحقیق عمدتاً به منظور بررسی اثر تیمارهای مورد استفاده بر شدت و میزان بروز علایم سرمازدگی انجام شد و درصد بروز لکه‌های قهوه‌ای و نیز فرورفته به عنوان شاخص سرمازدگی در نظر گرفته شد. نتایج مندرج در شکل ۳-ب نشان داد که با طولانی‌تر شدن زمان نگهداری میوه‌ها در انبار سرد، درصد بیشتری از میوه‌ها دچار عوارض سرمازدگی شدند. همانگونه که انتظار می‌رفت میوه‌های تیمار شاهد که به مدت ۹۰ روز در معرض دمای ۲ درجه سانتی‌گراد قرار داشتند از بالاترین درصد سرمازدگی برخوردار بودند (۵۳/۳٪). اعمال تیمارهای گرمادهی متناوب توانست به نحو مؤثری درصد سرمازدگی میوه‌ها را کاهش دهد به گونه‌ای که در میوه‌های که هر ۷ و یا ۱۴ روز به مدت ۲۴ ساعت در معرض دمای بالا قرار گرفته بودند درصد میوه‌های سرما زده پس از ۴۵ و ۹۰ روز نگهداری در دمای پایین انبار به ترتیب ۸/۳ و ۱۸/۳ درصد بود.

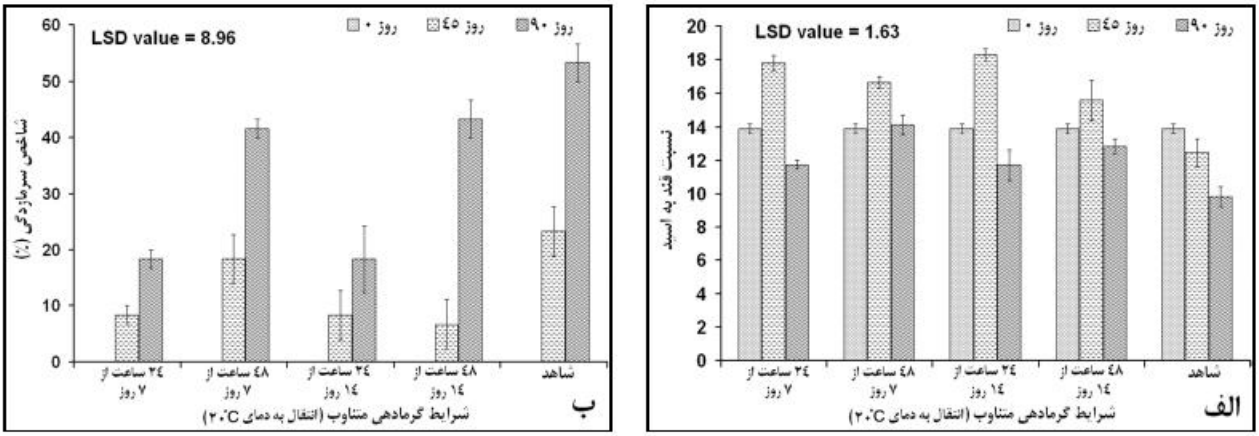
از جمله دیگر شاخص‌هایی که به منظور بررسی اثر تیمارهای به کار رفته بر میزان سرمازدگی میوه‌ها مورد استفاده قرار گرفت درصد نشت الکترولیت و درصد نشت پتاسیم بودند که نتایج بدست آمده آنها به ترتیب در شکل‌های ۴-الف و ۴-ب نشان داده شده است. همانگونه که از شکل ۴-الف برمی‌آید، میوه‌های شاهد پس از ۹۰ روز نگهداری از بالاترین درصد نشت الکترولیت برخوردار بودند (۶۶/۴۲٪). همچنین این نتایج نشان داد که درصد نشت الکترولیت میوه‌ها در پایان انبارداری نسبت به روزهای ۴۵ و صفر نگهداری به نحو قابل توجهی افزایش یافته بود. کمترین مقدار نشت الکترولیت مربوط به میوه‌هایی بود که هر ۱۴ روز فقط ۲۴ ساعت به دمای بالا منتقل می‌شدند (۴۲/۷۵٪ پس از ۹۰ روز نگهداری). روند مشابهی برای تغییرات درصد نشت پتاسیم در میوه‌ها نیز بدست آمد (شکل ۴-ب). در پایان دوره نگهداری درصد نشت پتاسیم برای همه تیمارها افزایش قابل توجه‌ای یافته بود هر چند در تیمار انتقال میوه‌ها به دمای بالا هر ۱۴ روز به مدت ۲۴ ساعت این افزایش نسبت به دیگر تیمارها کمتر بود (۴۱/۸۳ و ۷۵/۳۰٪ به ترتیب پس از ۴۵ و ۹۰ روز نگهداری در انبار سرد). نتایج به دست آمده با گزارش میردهقان (۱۳۷۷) که نشان دادند میوه‌های سرمادیده انار نشت یون پتاسیم بیشتری دارند و همچنین لوری و کلین (۱۹۹۱) که دریافتند انجام تیمارهای گرمادهی روی گوجه‌فرنگی باعث کاهش نشت یون پتاسیم می‌شود، مطابقت دارد. آنها عنوان کردند که میوه‌های تیمار شده فسفولیپید بیشتری در مقایسه میوه‌های تیمار نشده دارند. به نظر می‌رسد افزایش فسفولیپیدها باعث ثبات بیشتر یاخته شده و نشت یون پتاسیم کاهش می‌یابد. بسیاری از تحقیقات انجام شده بر نفوذپذیری غشاء نشان می‌دهد که افزایش آهنگ نشت یون در محصولات حساس به سرما در نتیجه تنش سرمازدگی می‌باشد. همچنین نشان داده شده است

1- Marcilla *et al.*
2- Afolabi

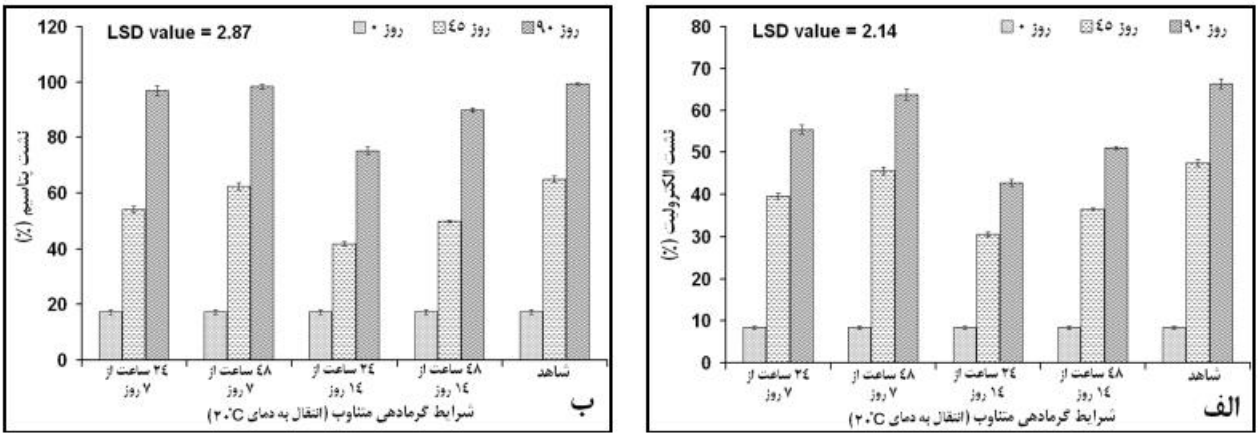
www.SID.ir

Archive of SID

که تیمارهای گرمادهی قبل از انبار باعث کاهش نشت یون خواهد شد.



شکل ۳- تأثیر شرایط مختلف تیمار گرمادهی متناوب بر نسبت قند به اسید (الف) و شاخص سرمازدگی (ب) میوه نارنگی کینو طی ۹۰ روز نگهداری در انبار سرد. میله‌های روی هر ستون بیانگر خطای استاندارد بوده و اختلاف میانگین‌ها بر اساس مقدار LSD در سطح ۵٪ نشان داده شده است.



شکل ٤- تأثیر شرایط مختلف تیمار گرمادهی متناوب بر درصد نشت الکترولیت (الف) و درصد نشت پتاسیم (ب) میوه نارنگی کینو طی ۹۰ روز نگهداری در انبار سرد. میله‌های روی هر ستون بیانگر خطای استاندارد بوده و اختلاف میانگین‌ها بر اساس مقدار LSD در سطح ۵٪ نشان داده شده است.

جدول ۲- ضرایب همبستگی خصوصیات کیفی نارنگی کینو

	کاهش وزن	ویتامین ث	مواد جامد محلول	اسیدیته قابل تیتر	شاخص سرمازدگی	نشت الکترولیت	نشت پتاسیم
کاهش وزن	۱						
ویتامین ث	۰/۳^{ns}	۱					
مواد جامد محلول	۰/۵۶**	۰/۰۸^{ns}	۱				
اسیدیته قابل تیتر	۰/۴۷**	۰/۳۸*	۰/۲۲^{ns}	۱			
شاخص سرمازدگی	۰/۲۱^{ns}	۰/۴۴*	۰/۱۶^{ns}	۰/۵۹**	۱		
نشت الکترولیت	۰/۲۹^{ns}	۰/۲۶^{ns}	۰/۱۹^{ns}	۰/۷۲**	۰/۸۳**	۱	
نشت پتاسیم	۰/۴۱*	۰/۴۱*	۰/۰۵^{ns}	۰/۸۲**	۰/۸۲**	۰/۹۶**	۱

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج به دست آمده در این آزمایش با گزارش‌های چان و همکاران[1] (۱۹۸۵)، لیپینگ و تائو[2] (۱۹۹۷)، سالتویت[3] (۲۰۰۲) و میردهقان (۱۳۷۷) که رابطه همبستگی مثبتی بین افزایش نشت یون و سرمازدگی را نشان دادند مطابقت دارد. این نتایج بیانگر آن است که اگر تعداد دوره های گرمادهی بیش از حد لازم باشد نه تنها درصد نشت یون و سرمازدگی را کاهش نمی‌دهد بلکه باعث افزایش نشت خواهد شد. گواه این مطلب اظهارات وانگ (۱۹۹۵) می‌باشد که گزارش کرده است اگر تیمارهای گرمادهی خیلی زود با تکرار زیاد و به مدت طولانی انجام پذیرد باعث متلاشی شدن یاخته و نرم شدن بافت می‌شود. بنابراین برای استفاده از گرمادهی متناوب به عنوان تیماری جهت کنترل سرمازدگی در محصولات باغی، انتخاب زمان گرمادهی و تناوب گرمادهی از اهمیت بسزایی برخوردار است.

تناوب تیمارهای گرمادهی باید به گونه‌ای باشد که قبل از اینکه صدمات ناشی از سرما غیرقابل برگشت شود، به کار رود، در غیر این صورت خسارت‌های ناشی از سرمازدگی پیشرفت کرده و قابل ترمیم نیست. در این حالت بالا رفتن دما فروپاشی بافت‌ها را تشدید خواهد کرد (والدمن و همکاران[4]، ۱۹۷۵). فرضیه عمومی برای گرمادرمانی متناوب این است که بالا رفتن دما در اواسط دوره انبارداری معمولاً باعث انگیزش فعالیت‌های متابولیکی بیشتری شده و به بافت اجازه می‌دهد که مواد سمی و متابولیکی تجمع یافته در دوره انبارداری را مورد مصرف و تجزیه قرار دهد. همچنین گرما دادن بافت سرمادیده برای یک دوره کوتاه ممکن است به ترمیم خسارت‌های وارد شده به غشاء اندامک‌های درون‌سلولی کمک کند یا باعث سنتز موادی خواهد شد که در طول دوره انبارداری مصرف شده و یا قادر به سنتز نیستند (وانگ، ۱۹۹۵). فرضیه‌های دیگر راجع به مکانیسم‌های گرمادهی متناوب اینست که انتقال از دماهای سرد به گرم و سپس بازگشت به حالت اول باعث انگیزش سریع واکنش‌های متابولیکی شده که سنتز اسیدهای چرب غیر اشباع را افزایش می‌دهد. زیاد شدن اسیدهای چرب و غیر اشباع بودن آنها زمانی به وقوع می‌پیوندد که دما از بالا به پایین تغییر داده شده و این تغییر منجر به سیالیت غشاء و افزایش مقاومت به دماهای سرد خواهد شد (کرامر و وانگ[5]، ۱۹۹۰).

بررسی نتایج مندرج در جدول همبستگی صفات (جدول ۲) نشان می‌دهد که بین سه شاخص مورد مطالعه جهت سرمازدگی (شاخص ظاهری، نشت الکترولیت و نشت پتاسیم) همبستگی قوی وجود دارد. به عبارتی نشت یون‌ها را می‌توان به خوبی با بروز تغییرات ظاهری ناشی از سرما مثل بروز لکه‌های قهوه‌ای و آبدار در ارتباط دانست. همچنین ارتباط مثبت کاهش وزن میوه و غلظت مواد جامد محلول و اسیدیته را می‌توان به از دست دادن آب، غلیظ‌تر شدن شیره سلولی و افزایش غلظت قندها و اسیدها در ارتباط دانست.

نتیجه‌گیری

نتایج بدست آمده در این پژوهش نشان داد که اعمال تیمار گرمادهی متناوب می‌تواند به نحو مؤثری خسارت سرمازدگی را کاهش دهد. همچنین انتخاب تناوب گرمادهی و طول دوره گرمادهی نیز از اهمیت بسزایی برخوردار است زیرا تناوب زیاد گرمادهی به کاهش وزن شدید و از هم پاشیدگی بافت منجر می‌شود و تناوب کمتر نیز می‌تواند به گسترش خسارت سرمازدگی و رسیدن آن به آستانه غیر قابل بازگشت شود. از میان تیمارهای گرمادهی اعمال شده در این تحقیق بهترین نتایج مربوط به میوه‌هایی بود که هر هفته و نیز هر دو هفته به مدت ۲۴ ساعت در معرض دمای بالا قرار می‌گرفتند اما با توجه به اینکه این تیمارها از نظر کنترل علایم سرمازدگی اختلاف معنی‌داری نداشتند، با

1- Chan *et al.*
2- Liping & Tao
3- Saltveit
4- Waldman *et al.*
5- Kramer & Wang

www.SID.ir

Archive of SID

درنظر گرفتن هزینه‌های جابجایی و گرمادهی، بهترین تیمار جهت کاهش سرمازدگی هر دو هفته به مدت ۲۴ ساعت گرمادهی می‌باشد. همچنین طول دوره نگهداری محصولات حساس به سرما در دمای پایین بسیار تعیین کننده است. با توجه به مشاهدات انجام گرفته در طول آزمایش مشخص گردید که میوه‌ها تا ۷۰ روز بعد از انبارداری از وضعیت ظاهری مناسبی برخوردار بودند (داده ها نشان داده نشده‌اند) و نتایج بدست آمده نیز نشان داد که شدت خسارت تا ۴۵ روز پس از نگهداری به نحو چشمگیری کمتر است و افزایش طول دوره نگهداری خسارت سرمازدگی و نیز خسارات ناشی از گرمادهی را نیز افزایش قابل توجهی می‌دهد.

سپاس گزاری

بدینوسیله از پرسنل گروه‌های باغبانی دانشگاه شهید چمران اهواز و دانشگاه شیراز جهت همکاری در اجرای این پژوهش سپاسگزاری می‌شود.

منابع

۱. جلیلی مرندی، ر. ۱۳۸۶. میوه کاری. انتشارات جهاد دانشگاهی. ۲۵۱ ص.

۲. شاه‌بیک، م.ع. ۱۳۷۶. کاهش ضایعات پس از برداشت در میوه‌های مرکبات با استفاده از برودت، گرمادرمانی، پوشش پلی اتیلن واتمسفر تغییر داده شده. مجموعه مقاله‌های روز جهانی غذا، انتشارات وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و پشتیبانی ص ۴.

۳. فتاحی مقدم ج. و فقیه‌نصیری، م. ۱۳۸۴. تحلیلی بر روش‌های سبزدایی مرکبات. خلاصه مقالات اولین همایش و جشنواره ملی مرکبات، ۵-۴ بهمن، ساری، ص ۲۲۰.

۴. میردهقان، س.ح. ۱۳۷۷. اثر گرمادهی و مواد شیمیایی بر کاهش خسارت سرمازدگی میوه انار (*Punica granatum*). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز، ۹۸ ص.

5. Afolabi, I.S. 2009. The preservative efficacies of bemul-wax coatings in combination with calcium chloride dip on low temperature stored *Citrus sinensis*. Biokemistri, 21: 9-16.

6. Ben–Yehoshua, S., Kim, J. and Shapiro, B. 1989. Curing of citrus fruit, applications and mode of action. International Controlled Atmosphere Research Conference, Fifth Proceedings, 2: 161-179.

7. Chan, H.T., Sanxter, S., and Couey, H.M. 1985. Electrolyte leakage and ethylene production induced by chilling injury of papayas. Hort Science, 20: 1070-1072

8. Clarke, K., and Prakash, N. 2001. Floral morphology and embryology of two Australian species of Citrus (Rutaceae). Australian Journal of Botany; 49: 199–207.

9. Ezz, T.M., Ritenour, M.A., and Brecht, J.K. Hot water and elevated CO_2 effects on proline and other compositional changes in relation to post-harvest chilling injury of

www.SID.ir

Archive of SID

Marsh grapefruit. Journal of the American Society for Horticultural Science, 129:578–582.

10. FAO statistics, 2012. www.fao.org

11. Fernandez-Trujillo, J.P., and Artes, F. 1997. Quality improvement of peaches by intermittent warming and modified-atmosphere packaging. Z Lebensm Unters Forsch A, 205: 59-63

12. Harhash, M.M., and Obeed, R.S. 2006. Intermittent warming of "Mexican" lime to reduce chilling injury during cold storage. Journal of Advanced Agricultural Research, 11: 519-527.

13. Kader, A.A., and Arpaia, M.L. 2002. Postharvest handling systems: subtropical fruits, p. 375- 384. In Kader, A.A. (ed.), Postharvest Technology of Horticultural Crops, 3rd Edition, Publication 3311, University of Calif., Div. of Agriculture and Natural Res., Oakland, CA, USA.

14. Kluge; R.A., Jomori; M.L.L., Jacomino; A.P., Vitti; M.C.D., and Vitti, D.C.C. 2003. Intermittent warming of “Tahiti” lime to prevent chilling injury during cold storage. Scientia Agricola, 60: 729-734.

15. Kramer. G.F., and Wang, C.Y., 1990. Effects of chilling and temperature preconditioning on the activity of polyamine biosynthetic enzymes in zucchini squash. Journal of Plant Physiology, 136: 115-119.

16. Lafuente, M.t., Zacarias, L., Martinez- Tellez, M.A., Sanchez-Balesta, M.T., and Granell, A. 2003. Phenylalanine ammonia-lyase and ethylene in relation to chilling injury as affected by fruit age in citrus. Postharvest Biological Techniqes, 29: 308-317.

17. Lee, S.K., and Kader, A.A. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. Postharvest Biology and Technology, 20: 207–220

18. Liping, L., and Tao, H. 1997. Study on response of heated tomato after cold storage. Hort. Abstracts, 67: 1057

19. Lurie, S., and Klein, J. D. 1991. Acquisition of low-temperature tolerance in tomatoes by exposure to high-temperature stress. Journal of American Society of Horticultural Science, 116:1007-1012

20. Marcilla A., Zarzo, M., and del Rio, M.A. 2006. Effect of storage temperature on the flavour of citrus fruit. Spanish Journal of Agricultural Research, 4: 336-344.

21. Rab, A., Haq, S., Khalil, S.A., and Ali, S.G. 2010. Fruit quality and senescence related changes in sweet orange cultivar blood red uni-packed in different packing materials. Sarhad Journal of Agriculture, 26: 221-227.

www.SID.ir

Archive of SID

22. Saltveit, M.E., 2002. The rate of ion leakage from chilling-sensitive tissue does not immediately increase upon exposure to chilling temperatures. Postharvest Biology and Technology, 26: 295–304 .

23. Waldman, M., Rakin, A., Dovrat, A., and Richmond, A.E. 1975. Hormonal Regulation of Morphogenesis and Cold-resistance. Journal of Experimantal Botany, 26: 853-859.

24. Wang, C.Y. 1995. Effect of temperature preconditioning on catalase, peroxidase, and superoxide dismutase in chilled zucchini squash. Postharvest Biology and Technology, 5: 67-76.

25. Wills, R., McGlasson, B., Graham, D., and Joyce, D. 1998. Postharvest: An introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals. UNSW Press, Australia, 262 p.

www.SID.ir