

کنترل پس از برداشت کپک سبز در پرتقال ارقام یافا و خونی با استفاده از بی کربنات سدیم

حسن صدرنیا^{۱*}، اسماعیل یامپی^۲ و محمدحسین آق‌خانی^۳

۱، ۲ و ۳. استادیار، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۷/۴ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۶/۱۵)

چکیده

ترکیبات سالم مثل بی کربنات سدیم، بی کربنات پتاسیم، اسانس‌های گیاهی، بیوکترلرها از جمله انواع مخمرها به همراه تیمارهای گرمایی جایگزین خوبی برای سموم شیمیایی مضر برای سلامت انسان و محیط زیست‌اند. در این بررسی میوه‌های دو رقم پرتقال محلی استان گلستان، شامل پرتقال یافا و سانگین خونی، پس از مایه‌زنی با سوسپانسیون کپک سبز (پنی‌سیلیوم دیجیتاتوم)، با غلظت‌های مختلف بی کربنات سدیم (صفر، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و غلظت ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر همراه با غوطه‌وری در آب داغ ۵۳ درجه سانتی‌گراد تیمار شدند. میوه‌های تیمار شده سپس در دمای ۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی 85 ± 5 انبار شدند. صفاتی مثل درصد پوسیدگی، کاهش وزن، مواد جامد محلول، اسیدیته، نسبت قند به اسید و سفتی بافت در شش مرحله با فاصله زمانی ۱۴ روز یک‌بار اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد رقم، تیمار کنترل و زمان بر میزان اسیدیته و مواد جامد محلول اثر معنادار دارند. همچنین فاکتورهای تیمار کنترل و زمان بر مقدار کاهش وزن و درصد پوسیدگی اثر معنادار داشتند. در هر دو رقم پرتقال یافا و خونی مناسب‌ترین نتایج در تیمار کنترل ترکیبی ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بی کربنات سدیم با غوطه‌وری در آب داغ ۵۳ درجه سانتی‌گراد به مدت سه دقیقه به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: بی کربنات سدیم، پرتقال، پنی‌سیلیوم دیجیتاتوم، پوسیدگی، عمر انبارمانی.

مقدمه

ایران یکی از کشورهای عمده تولیدکننده مرکبات است و در بین کشورهای تولیدکننده مقام هشتم را دارد. این محصول به دلیل داشتن مواد مغذی ضروری مثل قندها، فیبرها، پتاسیم و ویتامین‌های حیاتی مثل ویتامین‌های C، B1، B6 و ریبوفلاوین B12 و مواد معدنی مثل فسفر، مس، پتاسیم و سدیم و اسیدهای پانتوتنیک و انواعی از رنگدانه‌های گیاهی فیتوکمیکال، بعد از سیب دومین میوه مصرف‌شده تمام مردم جهان است (Fotouhazvini, 2006). یکی از بیماری‌های مهم خسارت‌زا در مرحله پس از برداشت میوه مرکبات در دنیا کپک سبز ناشی از قارچ پنی‌سیلیوم دیجیتاتوم^۱

(Zhang & Swingel, 2003; Plaza *et al.*, 2004)

است. آسیب‌های مکانیکی وارد شده به پوست میوه در زمان برداشت یا پس از برداشت موجب نفوذ این قارچ و سبب فساد میوه می‌شود (Palou *et al.*, 2002). رابطه سلامت با نوع رژیم غذایی، انسان مصرف‌کننده را بر آن داشته است تا به دنبال غذای دور از بقایای سموم، توکسین‌ها و میکروارگانیسم‌های مضر باشد (Eckert, 2001). در سال‌های گذشته از نظر استفاده وسیع از قارچ‌کش‌های ایمازالیل، اورتوفنیل فنات سدیم و تیابندازول در سطوح تجاری، مقاومت جدی‌های پنی‌سیلیوم علیه این ترکیبات بروز کرده است که این مورد در کنار نگرانی‌های مربوط به خطر

قارچ بر روی محیط کشت^۱ PDA برداشت شد و غلظت آن با استفاده از لام گلبول شمار در حدود 1×10^6 Con/ml تنظیم شد. مایه‌زنی ۲۴ ساعت قبل از اعمال تیمار انجام شد. ابتدا زخمی به طول ۵، عرض ۲ و عمق ۱ میلی‌متر در پوست هر میوه پرتقال توسط اسکالپل سترون ایجاد شد و سپس میوه‌ها با وارد کردن ۱۰ میکرولیتر از سوسپانسیون اسپور توسط میکروپیپت در داخل زخم‌های ایجاد شده مایه‌زنی شدند (Zeng et al., 2012).

اعمال تیمار

این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار به اجرا درآمد. فاکتورها شامل تیمار رقم در دو سطح (رقم یافا و رقم سانگین خونی)، تیمار کنترل کپک سبز در چهار سطح (بی‌کربنات سدیم در غلظت‌های صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و تیمار ترکیبی بی‌کربنات سدیم ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر و آب گرم) و تیمار زمان نگهداری در شش سطح (زمان شروع، هفته دوم، هفته چهارم، هفته ششم، هفته هشتم، هفته دهم انبارداری) بودند. اعمال تیمارهای کنترل کپک سبز بدین شرح است. پس از تهیه غلظت‌های مورد نیاز بی‌کربنات سدیم، نمونه‌ها درون محلول به مدت ۳ دقیقه غوطه‌ور شدند. به منظور غوطه‌ور شدن یکنواخت میوه‌ها، با استفاده از وزنه، فشار به روی سطح میوه‌های مستغرق درون ظرف وارد می‌شد. میوه‌ها پس از گذشت ۳ دقیقه از محلول بی‌کربنات سدیم خارج و در هوای آزاد خشک شدند و درون سبدهای پلاستیکی مرکبات چیده و به سردخانه با دمای ۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی 85 ± 5 منتقل شدند. لازم به یادآوری است که سطح ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بی‌کربنات سدیم به صورت تیمار ترکیبی، غوطه‌وری در آب گرم ۵۳ درجه به مدت ۳ دقیقه بود. اعمال تیمار داخل بن ماری با گنجایش ۱۰ لیتر صورت پذیرفت و برای بررسی و مقایسه با حالت بدون اعمال تیمار بی‌کربنات سدیم از غلظت صفر یا همان شاهد استفاده شد.

باقی‌مانده قارچ‌کش‌های سیستمیک برای سلامت انسان و محیط زیست، پژوهشگران را بر آن داشته است که در پی روش‌های جدید کنترل این بیماری باشند (Palou et al., 2002). پژوهشگران زیادی استفاده از آب گرم برای کنترل پوسیدگی پس از برداشت میوه‌های مرکبات را مطالعه کرده‌اند و نتایج مطالعات بیانگر آن است که وقتی قارچ‌کش‌ها با آب گرم ترکیب می‌شوند، اثر آن‌ها به میزان زیادی بهبود پیدا می‌کند و به غلظت‌های کمتری از آن‌ها برای کنترل مطلوب کپک سبز و آبی نیاز است (Ben-Yehoshua et al., 2000). اثر بی‌کربنات سدیم در آزمایشگاه تقریباً مشابه و قابل مقایسه با اثر غلظت‌های توصیه‌شده ایمزالیل و تیابندازول روی کپک سبز و آبی مرکبات گزارش شده است (Zhang & Swingel, 2003).

در این پژوهش سعی شده است تیماری که از نظر حفظ خواص کیفی میوه‌ها، بهترین نتیجه را دارد ارائه شود؛ همچنین روش کنترلی ارزان، قابل دسترس و بی‌خطر برای سلامت انسان و محیط زیست در خصوص کپک سبز میوه پرتقال در شمال کشور باشد.

مواد و روش‌ها

تهیه نمونه‌ها

میوه‌های پرتقال رقم یافا و خونی رقم سانگین، از باغی واقع در شهر فاضل‌آباد استان گلستان، پس از رسیدن برداشت شدند. میزان مواد جامد محلول به ترتیب ۹/۲ و ۱۰/۴ درصد پرتقال یافا و خونی سانگین بوده است. میوه‌ها بلافاصله به آزمایشگاه صنایع غذایی دانشکده کشاورزی فردوسی مشهد منتقل شدند. سپس نمونه‌ها از نظر وضعیت ظاهری، دوربودن از هر گونه بیماری و صدمات پوستی بررسی و میوه‌های سالم جدا شدند. در آزمایشگاه ابتدا در آب حاوی مواد شوینده (هیپوکلریت سدیم ۲ درصد) کاملاً شسته و مدتی در مجاورت هوا قرار داده شدند تا خشک شوند و پس از آن برای حصول اطمینان از نبود میکروارگانیسم‌ها در سطح میوه با محلول الکل اتیلیک ۷۰ درصد ضد عفونی و در دمای اتاق خشک شدند.

تهیه سوسپانسیون قارچ عامل بیماری و مایه‌زنی

سوسپانسیون اسپور مورد نظر از کشت هفت تا ده‌روزه

۱. سیب‌زمینی، دکستروز، آگار (Potato Dextrose Agar)

صفات اندازه‌گیری شده

صفات اندازه‌گیری شده شامل اسیدیته، مواد جامد محلول، نسبت قند به اسید (اندیس رسیدگی)، میزان کاهش وزن، سفتی و میزان پوسیدگی است که در طول دوره انبارداری به مدت ۷۰ روز در سردخانه با دمای ۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی 85 ± 5 اندازه‌گیری شدند. برای انجام آزمایش‌های به‌صورت دوره‌ای هر دو هفته یکبار ۴ نمونه از هر رقم با ترازوی دیجیتال توزین و وزن این نمونه‌ها تا پایان دوره انبارداری برای هر رقم اندازه‌گیری و ثبت شد. برای انجام شاخص‌های کیفی هر مرحله آزمایش، از نمونه‌های کدگذاری شده مربوط به همان هفته ابتدا با دستگاه کشش فشار مورد آزمون سفتی قرار گرفت. سپس از همان نمونه برای اندازه‌گیری میزان اسیدیته، مواد جامد محلول (بریکس) استفاده شد. به این صورت که ابتدا میوه‌ها برش عرضی داده می‌شد و سپس پس از آب‌گیری میوه و صاف کردن آن مبادرت به اندازه‌گیری می‌شد.

اندازه‌گیری میزان کاهش وزن

برای اندازه‌گیری میزان کاهش وزن از یک ترازوی آزمایشگاهی مدل (A & D500A) ساخت کشور ژاپن با دقت ۰/۰۱ گرم استفاده شد. میوه‌ها در شروع و پایان انبارداری در زمان‌های مورد نظر توزین و درصد کاهش وزن از رابطه زیر محاسبه شد.

$$(1) \quad \text{درصد} = \frac{\text{وزن ثانویه} - \text{وزن اولیه}}{\text{وزن اولیه}} \times 100$$

کاهش وزن

اندازه‌گیری میزان سفتی بافت

با استفاده از دستگاه کشش فشار مدل (H5KS) ساخت کشور انگلستان با استفاده از پروپ دایره‌ای مسطح با قطر ۷۵/۲ میلی‌متر مطابق با استاندارد انجمن مهندسان کشاورزی آمریکا ASAES368 (2008) با سرعت ۱۰ mm/min نمونه به‌طور عرضی (عمود بر محور دم‌گل) تحت نیروی فشاری قرار داده شد. آزمایش تا مشاهده اولین ترک در پوسته میوه ادامه پیدا کرد و بیشترین مقدار نیرو به‌منزله سفتی هر نمونه ثبت شد.

اندازه‌گیری میزان اسیدیته

ابتدا ۵ گرم آب پرتقال را با ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر در داخل ارلن به حجم رسانده و آن‌گاه ۳ قطره محلول فنل‌فتالین به آن اضافه شد. سپس محلول هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال را قطره‌قطره تا ظهور رنگ صورتی تیترا شد. مقدار TA به‌صورت درصد اسید سیتریک با استفاده از رابطه ۲ بیان شد.

$$(2) \quad T.A = \frac{V \times 0.064}{M} \times 100$$

T.A: اسیدیته برحسب درصد اسید سیتریک

V: حجم سود مصرفی

M: وزن نمونه (g)

اندازه‌گیری مواد جامد محلول

در این پژوهش پس از کالیبره کردن دستگاه با آب مقطر، مقدار چند قطره از محلول صاف‌شده آب میوه را روی صفحه شیشه‌ای رفرکتومتر دیجیتال ساخت ژاپن مدل (5000CXCETI-BBELGUM) با دقت ± 0.02 ریخته شد. سپس عدد نمایش داده‌شده بیانگر مواد جامد محلول (درجه بریکس) یا قند کل میوه برحسب درصد است. درنهایت با تقسیم مواد جامد محلول به اسیدیته قابل تیترا نسبت قند به اسید (شاخص رسیدگی) میوه محاسبه شد.

درصد پوسیدگی

با بازبینی میوه‌های داخل جعبه‌های مربوط به هر تیمار، در هر مرحله میوه‌های دچار آلودگی مشاهده و میزان آلودگی به‌صورت درصد بیان شد (درصد میوه‌های آلوده شده به سالم). درصد پوسیدگی میوه‌ها با شمارش میوه‌های دارای علامت پوسیدگی و یا لکه‌دار شدن سطحی میوه صورت گرفت.

$$(3) \quad \text{درصد} = \frac{\text{تعداد میوه‌های دارای علامت پوسیدگی}}{\text{تعداد کل میوه‌های داخل جعبه هر تیمار}} \times 100$$

پوسیدگی

برای تحلیل‌های آماری از نرم‌افزار جامپ (jmp - 6.0) نسخه ۶ استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

در این پژوهش به منظور حفظ خواص کیفی مرکبات در دوره انبارداری از بی‌کربنات سدیم به همراه غوطه‌وری در آب داغ به‌روی پرتقال ارقام یافا و خونی استفاده شد. شاخص‌های درصد پوسیدگی، اسیدیته،

مواد جامد محلول، نسبت قند به اسید، درصد کاهش وزن و سفتی در طول دوره انبارداری به مدت ۷۰ روز اندازه‌گیری شد. تأثیر فاکتورهای رقم، تیمار کنترل کپک سبز و مدت انباری بر صفات اندازه‌گیری شده در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس تأثیر رقم، تیمار کنترل کپک سبز و مدت انبارداری بر صفات اندازه‌گیری شده

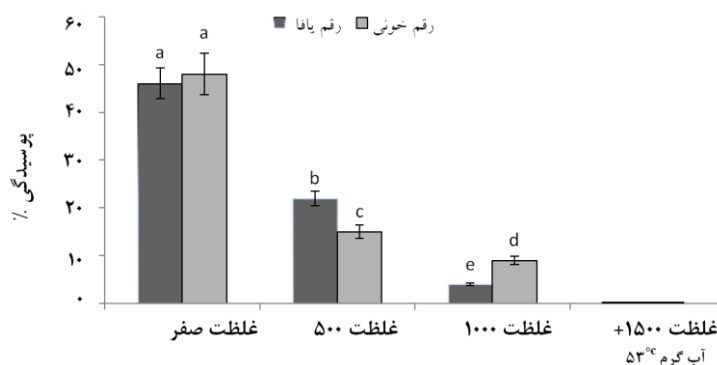
منبع تغییر	درجه آزادی	پوسیدگی	کاهش وزن	مواد جامد محلول	اسیدیته قابل تیتراژ	نسبت قند به اسید	سفتی
رقم	۱	۵۳/۳ ^{ns}	۸۶۸۷/۳ ^{ns}	۵۸/۲۳۴ ^{**}	۴۴/۴۸۲ ^{**}	۵۸/۲۳۴ ^{**}	۳۲/۳۰۲ ^{**}
تیمار کنترل	۳	۱۳/۳۰۱۶ ^{**}	۱۱۲/۴۶۶ ^{**}	۳۱۳/۳ [*]	۱۰۸/۱۴ ^{**}	۳۱۳/۳ ^{ns}	۸۷/۱۱۱ ^{**}
زمان	۵	۴۰/۱۷۶۷ ^{**}	۷۴/۹۵۹ ^{**}	۹۹۱/۲۸ ^{**}	۷۷/۲۲۶ ^{**}	۹۹۱/۲۸ ^{**}	۸۳۲/۳۴ ^{**}
رقم × تیمار کنترل	۳	۲۹/۳۶ [*]	۹۵۳۶/۱ ^{ns}	۵۷۸/۳ [*]	۰۴۵/۵ ^{**}	۵۷۸/۳ ^{**}	۸۹۷/۸ ^{**}
رقم × زمان	۵	۸۳/۶ [*]	۲۱۹۹/۱ ^{ns}	۴۸۶/۱ [*]	۴۱۷/۴۳۲ ^{**}	۴۸۶/۱ ^{**}	۰۴۲/۹ ^{**}
تیمار کنترل × زمان	۱۵	۵۰۶/۶۹ ^{**}	۲۱۵/۶ ^{**}	۱/۶۱۸ ^{ns}	۲۱۵/۶ ^{**}	۱/۶۱۸ ^{ns}	۵۸/۲۷ ^{**}
رقم × تیمار کنترل × زمان	۱۵	۹۶۳/۴ ^{ns}	۸۹۱۱/۱ ^{ns}	۱۸۵/۱ ^{ns}	۲/۳۰۹ [*]	۱۸۵/۱ ^{ns}	۰۹۰/۳ ^{**}
ضرب تغییرات (cv)	۱۹۱	۱۳/۶۸	۱۹/۴۸	۱۱/۸۹	۱۲/۳۶	۱۱/۵۷	۱۵/۲۶

** معنادار در سطح ۰/۰۱، * اثر معنادار در سطح ۰/۰۵، ns اثر معنادار ندارد.

درصد پوسیدگی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمار کنترل و زمان در سطح ۰/۰۱ بر میزان پوسیدگی معنادار است و نیز اثر متقابل رقم در تیمار کنترل و رقم در زمان در سطح ۰/۰۵ معنادار است. مقایسه میانگین نشان داد اثر متقابل رقم و زمان نشان داد که غلظت ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بی‌کربنات سدیم به‌صورت تیمار ترکیبی با غوطه‌وری در آب گرم ۵۳ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳ دقیقه بهترین نتیجه را حاصل کرده است و توانسته بیماری کپک سبز را به‌طور ۱۰۰٪ کنترل کند. غلظت ۱۰۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بی‌کربنات سدیم بدون

غلظت صفر یا شاهد ۴۵ درصد آلودگی به کپک سبز در برابر کپک سبز مصونیت حاصل کنند (شکل ۱). در مشاهده شد. *Shekari et al.* (2012) توانستند کپک سبز در نارنگی و پرتقال به کمک تیمارهای دمایی و نمک‌های کربنات و بی‌کربنات کنترل کنند. این نتایج با بررسی *Smilanick et al.* (2008) که تأثیر تیمارهای دمایی به همراه نمک‌های کربنات و بی‌کربنات بر روی پرتقال والنسیا انجام دادند همخوانی داشت همچنین با نتایج *Zhang et al.* (2003) بر روی کنترل سبز مرکبات فلوریدا انجام داده بودند نیز مطابقت داشت.

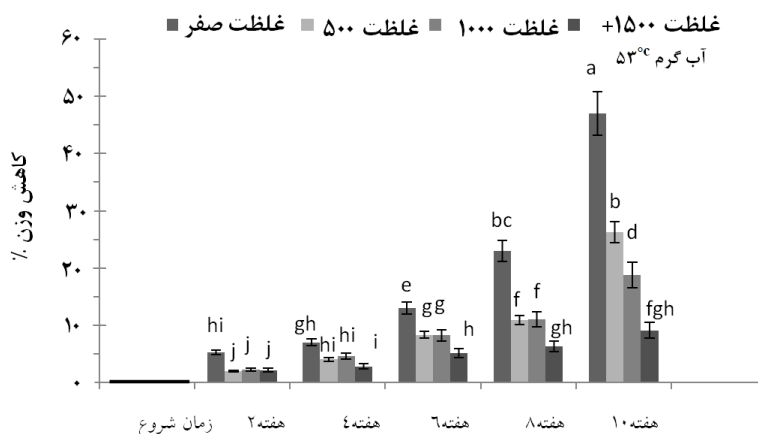


شکل ۱. تغییرات درصد پوسیدگی پرتقال ارقام یافا و خونی در غلظت‌های مختلف بی‌کربنات سدیم میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک اختلاف معناداری در سطح ۰/۰۵ دارند.

پرتقال در غلظت ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بی‌کربنات سدیم که به‌صورت ترکیبی غوطه‌وری در آب گرم ۵۳ درجه به‌مدت ۳ دقیقه بود، مشاهده شد (شکل ۲). Piga *et al.* (2000) گزارش کردند که کاهش وزن میوه‌های مرکبات بر اثر از دست دادن آب هنگام انبارداری بستگی زیادی به طول دوره انبارداری و دمای انبار دارد. Shekari *et al.* (2012) نشان دادند که غوطه‌وری میوه‌ها در محلول‌های نمکی به‌مدت ۳ دقیقه سبب کنترل بیشتری با غلظت‌های مشابه بدون غوطه‌وری در آب گرم یا با غوطه‌وری در زمان کمتر می‌شود. حاصل این پژوهش نیز موافق با گزارش‌های قبلی است.

کاهش وزن

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد تیمار کنترل و زمان و همچنین اثر متقابل تیمار کنترل در زمان در سطح ۱ درصد معنادار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار کنترل و زمان نشان داد که میزان کاهش وزن تا هفته دوم اختلاف معناداری بین غلظت‌های ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده نمی‌شود در صورتی که از هفته دوم به بعد تا هفته دهم بین تمام سطوح غلظت بی‌کربنات سدیم اختلاف معنادار وجود دارد (شکل ۲). می‌توان نتیجه گرفت اثر غلظت بی‌کربنات سدیم در هفته اول و نهایی متفاوت است. بهترین نتایج در هر دو رقم

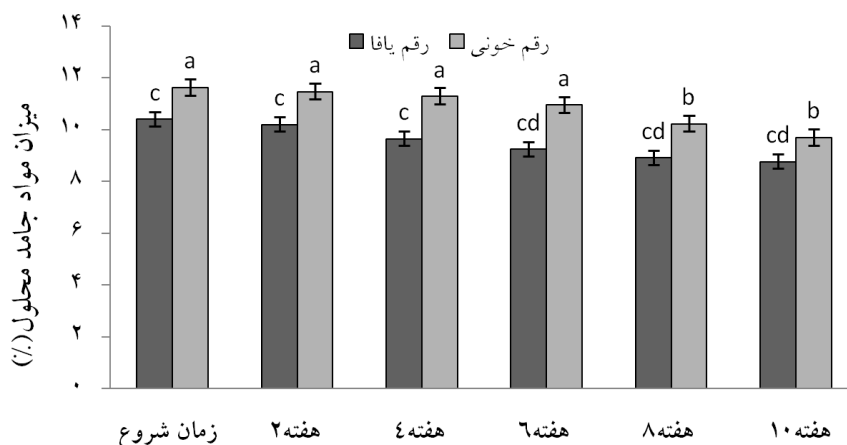


شکل ۲. تغییرات کاهش وزن در غلظت‌های مختلف بی‌کربنات سدیم پس از ۷۰ روز انبارداری میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک اختلاف معناداری در سطح ۰/۰۱ دارند.

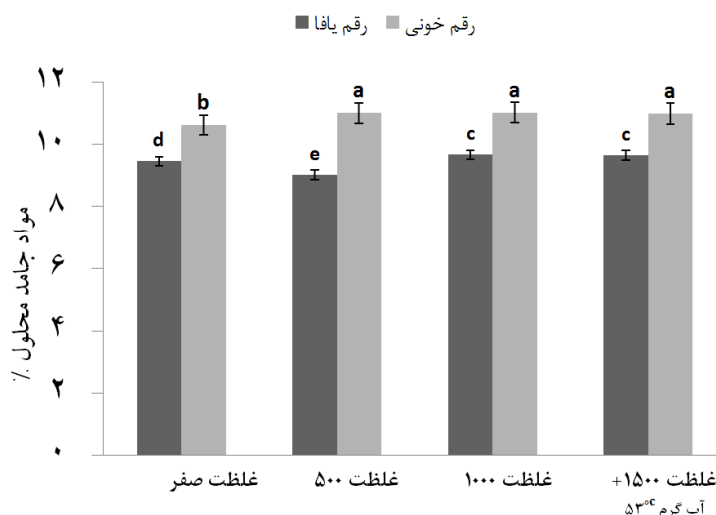
کاهش مواد جامد محلول میوه‌های مرکبات طی انبارداری طولانی‌مدت در انبار را گزارش کردند. Loscalzo *et al.* (2004) نشان دادند که میزان مواد جامد محلول در مراحل اولیه انبارداری ثابت باقی می‌ماند ولی پس از آن تا پایان انبارداری کاهش می‌یابد. Lo Piero *et al.* (2005) بیان کردند کاهش میزان مواد جامد محلول طی انبارداری به‌دلیل مصرف آن در تنفس و تأمین انرژی برای فرایندهای انرژی‌خواه است. Hong *et al.* (2007) در پژوهشی تأثیر تیمارهای گرمایی در کنترل پوسیدگی پرتقال رقم والنسیا بررسی کردند نتایج نشان داد که میزان مواد جامد محلول با گذشت زمان انبارداری کاهش می‌یابد که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد.

مواد جامد محلول

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد رقم، زمان و تیمار کنترل به‌ترتیب در سطح ۰/۰۱ و ۰/۰۵ بر میزان مواد جامد محلول تأثیر دارد و معنادار است (جدول ۱). همچنین اثر متقابل رقم در تیمار کنترل و رقم در زمان در سطح ۰/۰۵ معنادار است. مقایسه میانگین میزان مواد جامد محلول در رقم یافا و خونی در این آزمایش نشان داد که در طول مدت انبارداری میزان آن کاهش می‌یابد. این کاهش در رقم خونی بیشتر از یافاست (شکل ۳). در پایان مدت انبارداری کمترین میزان مواد جامد محلول در رقم یافا دیده شد. پژوهش‌های قبلی نشان داد که کیفیت داخلی میوه‌های برداشت‌شده در طول انبارداری کاسته می‌شود (Robards *et al.* 2003) و Monforte *et al.*



شکل ۳. تغییرات میزان مواد جامد محلول پرتقال ارقام یافا و خونی پس از ۷۰ روز انبارمانی میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک در هر ستون اختلاف معناداری در سطح ۰/۰۱ دارند.



شکل ۴. تغییرات میزان مواد جامد محلول پرتقال ارقام یافا و خونی در تیمارهای مختلف غلظت بی‌کربنات سدیم میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک در هر ستون اختلاف معناداری در سطح ۰/۰۱ دارند.

و زمان در سطح ۰/۰۱ بر میزان اسیدیته معنادار است. همچنین آثار متقابل رقم در تیمار کنترل، رقم در زمان و تیمار کنترل در زمان در سطح ۰/۰۱ معنادار است. آثار متقابل هر سه فاکتور در سطح ۰/۰۵ معنادار است. بنابراین، میزان تغییرات اسیدیته در زمان‌های مختلف انبارمانی تحت تأثیر هر سه فاکتور مستقل بوده است.

بررسی تغییرات میزان اسیدیته با زمان برای دو رقم یافا و خونی در شکل ۵ نشان داده شده است. میزان اسیدیته در پرتقال رقم یافا با افزایش مدت انبارداری به تدریج کاهش یافت. در رقم خونی تا هفته ششم کاهش اسیدیته مشاهده شد و بعد از آن در

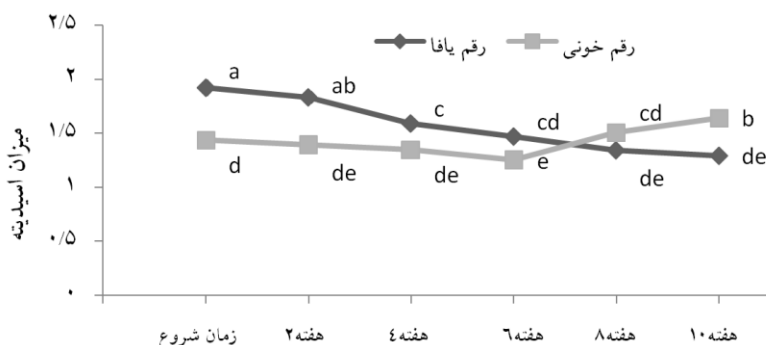
اثر متقابل رقم در تیمار کنترل در شکل ۴ نشان داده شده است. روند کلی نشان می‌دهد افزایش غلظت، موجب افزایش مواد جامد محلول در هر دو رقم می‌شود، ولی در تیمار کنترل ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بی‌کربنات سدیم اثر متفاوتی در دو رقم مشاهده می‌شود. غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بی‌کربنات سدیم در رقم یافا موجب کاهش و در رقم خونی موجب افزایش معنادار مواد جامد محلول نسبت به شاهد می‌شود.

بررسی تغییرات اسیدیته

براساس جدول تجزیه واریانس داده‌های حاصل از میزان اسیدیته نشان داد فاکتورهای رقم، تیمار کنترل

آنتی‌اکسیدانی پرتقال ارقام تامسون و خونی طی ۶۰ روز نگهداری بررسی کردند و نشان دادند که میزان اسیدیته در مراحل اولیه نگهداری در سردخانه ثابت باقی ماند، ولی پس از آن تا پایان انبارداری رفتار متفاوتی نشان داد، در رقم تامسون تا پایان مدت انبارداری کاهش یافت و در رقم خونی در اواخر دوره افزایش ناگهانی در میزان اسیدیته مشاهده شد.

هفته‌های هشتم و دهم افزایش میزان اسیدیته مشاهده شد که این اتفاق می‌تواند به دلیل سنتز آنتوسیانین و ترکیبات فنلی در اواخر دوره انبارداری باشد. این یافته‌ها با نتایج تحقیقات پژوهشگران دیگر بر روی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی ارقام پرتقال همخوانی داشت (Lo Piero *et al.*, 2005). (Loscalzo *et al.*, 2004) تأثیر تیمارهای گرمایی را بر روی ظرفیت



شکل ۵. تغییرات میزان اسیدیته پرتقال ارقام یافا و خونی پس از ۷۰ روز انبارداری میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک در هر ستون اختلاف معناداری در سطح ۰/۰۱ دارند.

جدول ۲. اثر متقابل رقم، تیمار کنترل و زمان بر میزان اسیدیته

تیمار کنترل	رقم یافا					رقم خونی						
	زمان شروع	هفته ۲	هفته ۴	هفته ۶	هفته ۸	هفته ۱۰	زمان شروع	هفته ۲	هفته ۴	هفته ۶	هفته ۸	هفته ۱۰
غلظت صفر	۱/۹۲۳a	۱/۸۴ab	۱/۶۸۰b	۱/۴۹۱bc	۱/۲۵de	۱/۱۱۵e	۱/۴۴۲c	۱/۴۰۲c	۱/۳۶cd	۱/۱۸de	۱/۵۲۲bc	۱/۶۱b
غلظت ۵۰۰	۱/۹۳۵a	۱/۸۲ab	۱/۵۴۵b	۱/۴۱۹c	۱/۳۴۴d	۱/۲۵۰d	۱/۴۴۷c	۱/۳۹c	۱/۳۴cd	۱/۲۸۹d	۱/۴۲۹c	۱/۶۲۷b
غلظت ۱۰۰۰	۱/۹۳۲a	۱/۸۶ab	۱/۵۴۰b	۱/۴۵۱bc	۱/۴۰۷c	۱/۳۶۸c	۱/۴۴۵c	۱/۳۹۸c	۱/۳۵cd	۱/۲۶۳d	۱/۴۸۹bc	۱/۶۴۲b
غلظت ۱۵۰۰	۱/۹۲۷a	۱/۸۳ab	۱/۶۲۱b	۱/۵۲bc	۱/۴۳۵c	۱/۴۱۱c	۱/۴۳۳c	۱/۳۹۶c	۱/۳۴cd	۱/۲۷۰d	۱/۶۱۲b	۱/۶۵۲b

میانگین‌های دارای حروف غیرمشابه اختلاف معنادار در سطح ۰/۰۵ آزمون توکی دارند.

رقم و زمان در سطح ۰/۰۱ بر نسبت قند به اسید (اندیس رسیدگی) معنادار است، همچنین اثر متقابل رقم در تیمار کنترل، رقم در زمان در سطح ۰/۰۱ معنادار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که نسبت قند به اسید بسته به رقم تغییرات کاملاً متفاوتی از خود نشان دادند، به طوری که در رقم یافا که رنگیزه آنتوسیانین نداشته است به تدریج افزایش یافته اما در رقم خونی ابتدا اندکی افزایش یافت و در پایان انبارداری به طور معناداری کاهش یافت (شکل ۶). Piga *et al.* (2000) نشان دادند که نسبت قند به اسید میوه مرکبات در طول دوره انبارداری افزایش می‌یابد،

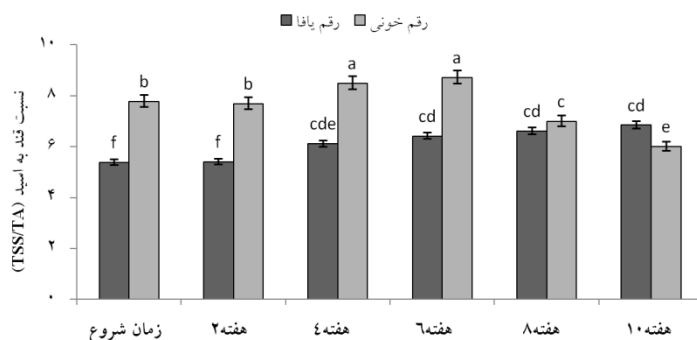
جدول ۲ نشان می‌دهد که اثر تیمار کنترل بر تغییرات اسیدیته طی زمان‌های مختلف متفاوت است. سطوح غلظت تا هفته چهارم اختلاف معناداری را در میزان اسیدیته هر دو رقم ایجاد نمی‌کند در حالی که در هفته ششم سطوح غلظت بر روی اسیدیته اثر معناداری دارد. از طرفی زمان اثر متفاوتی در تغییرات اسیدیته در ارقام یافا و خونی دارد (شکل ۵) که موجب به وجود آمدن اثر متقابل زمان، رقم و تیمار کنترل می‌شود.

نسبت قند به اسید (TSS/TA)

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که فاکتورهای

آنتوسیانین باشد. این رنگیزه جزء قندی‌ای دارد که حلقه فنلی غیرقندی به آن اضافه شده است. همچنین با نتایج Robard *et al.* (2003) که بر روی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی ارقام پرتقال انجام دادند همخوانی داشت.

البته دمای انبارداری تأثیر زیادی بر روی آن داشته است. افزایش نسبت قند به اسید به دلیل کاهش شدید اسیدیته نسبت به مواد جامد محلول است. کاهش این نسبت در پایان انبارداری میوه‌های پرتقال خونی می‌تواند ناشی از مصرف شدن قندها در سنتز

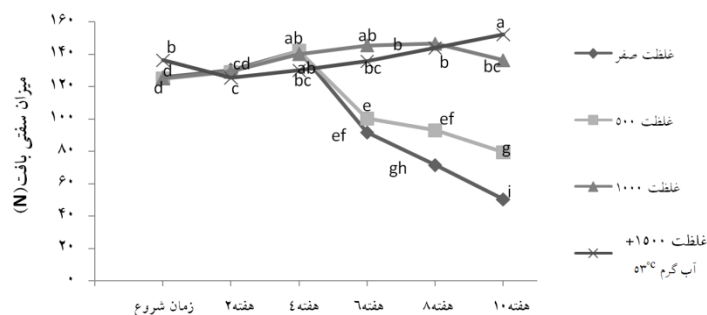


شکل ۶. تغییرات میزان (TSS/TA) پرتقال ارقام یافا و خونی پس از ۷۰ روز انبارمانی میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک اختلاف معناداری در سطح ۰/۰۱ دارند.

کپک سبز به گونه‌ای است که سبب انحلال مواد پکتیکی داخل میوه می‌شود که موجب شده است نیروی شکست کمتری مشاهده شود و همچنین با نتایج Zhang & Swingel (2003) که میزان بیماری‌زایی کپک سبز را بر روی پرتقال والنسیا انجام دادند مطابقت داشت. نتایج آن‌ها نشان داد که در تیمار آب داغ ۴۵ درجه به همراه بی‌کربنات پتاسیم ۵ درصد که کپک سبز کنترل شده بود، سفتی بافت افزایش داشت و به‌عکس در تیمار شاهد که دچار آلودگی کپک سبز شده بودند سفتی بافت میوه کاهش معناداری مشاهده شد. همچنین با نتایج Teixido *et al.* (2001) که کنترل پس از برداشت کپک سبز بر روی ارقام پرتقال را بررسی کردند همخوانی دارد.

بررسی میزان سفتی بافت

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد تمامی فاکتورهای رقم، زمان و غلظت و آثار متقابل آن‌ها در سطح ۰/۰۱ بر سفتی معنادار است (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل غلظت و زمان نشان داد در هر دو رقم یافا و خونی میزان افزایش سفتی در غلظت ۱۰۰۰ میلی‌لیتر بی‌کربنات سدیم دیده می‌شود (شکل ۷). همان‌طور که انتظار می‌رود در غلظت‌های شاهد و ۵۰۰ به‌طبع باید بیشترین افزایش سفتی را می‌داشتیم که این اتفاق صورت نگرفت. دلیل این اتفاق می‌تواند این باشد که در غلظت شاهد و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر کمترین التیام زخم و بیشترین آلودگی به کپک سبز مشاهده شد و سیستم توسعه



شکل ۷. تغییرات سفتی پرتقال ارقام یافا و خونی پس از ۷۰ روز انبارمانی میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک اختلاف معناداری در سطح ۰/۰۱ دارند.

نتیجه‌گیری کلی

۱۰۰ درصد بیماری کپک سبز غلظت ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بی‌کربنات سدیم به‌صورت تیمار ترکیبی با غوطه‌وری در آب گرم ۵۳ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳ دقیقه بهترین نتیجه را نشان داد. کمترین تغییرات در میزان اسیدیت و مواد جامد محلول نسبت به زمان برداشت در غلظت ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بی‌کربنات سدیم با غوطه‌وری در آب داغ ۵۳ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳ دقیقه به دست آمد.

در هر دو رقم پرتقال یافا و خونی بهترین نتایج در تیمار ترکیبی ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بی‌کربنات سدیم با غوطه‌وری در آب داغ ۵۳ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳ دقیقه به دست آمد. کمترین کاهش وزن به میزان ۱۰-۱۲ درصد در رقم یافا و خونی در تیمار ترکیبی ۱۵۰۰ میلی‌گرم بی‌کربنات سدیم با غوطه‌وری در آب داغ ۵۳ درجه به مدت ۳ دقیقه به دست آمد. کنترل

REFERENCES

1. American Society of Agricultural Engineering (ASAE). (2008). Compression Test of Food Material of Convex Shape. *ASAE standard S368.4 DEC2000 (R2008)*. American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph, Michigan.
2. Ben-Yehoshua, S., Peretz, J., Rodo, V., Nafussi, B., Yekutieli, O., Weiseblum, A. & Regev, R. (2000). Postharvest application of hot water treatment in citrus fruit. *Journal of the road from the laboratory to the packing-house. Acta Horticultureae*, 518, 19-28.
3. Eckert, J. W. (2001). Resistance of citrus fruit pathogens to Postharvest fungicides. *Proceedings of the International Citrus Symposium*. (pp.695-703). International Academic Publishers, Printing House of China Building Industry Press.
4. Fotohghazvini, R. (2006). *Citrus growing in Iran*. Guilan University Press. (in Farsi)
5. Hong, S. I., Lee, H.H. & Kim, D. (2007). Effects of hot water treatment on the storage stability of Satsuma mandarin as a postharvest decay control. *Journal of Postharvest Biology and Technology*, 43, 271-279.
6. Lo-Piero, A.R., Puglisi, I., Rapisarda, P. & Petrone, G. (2005). Anthocyanins accumulation and related gene expression in red orange fruit induced by low temperature. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 9083-9088.
7. Loscalzo, R., Innoocari, T., Summa, C., Morelli, R. & Rapisarda, P. (2004). Effect of thermal treatment on antioxidant and antiradical activity of blood orange juice. *Journal of Food Chemistry*, 85, 41-47.
8. Monforte, M.T., Travato, A. K., Jrjavainen, S., Forestieri, A.M. & Galati, E.M. (2004). Biological effect of hesperidin, a citrus flavonoid hypolipidemic activity on experimental hypercholesterolemia in rat. *Journal of Farmaco*, 50, 595-599.
9. Palou, L., Usall, J., Munoz, J.A., Smilanick, J.L. & Vinas, I. (2002). Hot water sodium carbonate and sodium bicarbonate for the control of postharvest green and blue molds of Clementine mandarins. *Journal of Postharvest Biology and Technology*, 24, 93-96.
10. Hong, P., Hao, W., Luo, J., Chen, S., Hu, M. & Zhong, G. (2014). Combination of hot water, *Bacillus amyloliquefaciens* HF-01 and sodium bicarbonate treatments to control postharvest decay of mandarin fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 88, 96-102.
11. Piga A., D Aquino, S. & Agabbio, M. (2000). Influence of cold storage and self-life on quality of Salustiana. *Journal of Orange Fruits*, 55, 37-44.
12. Plaza, P., Sanbruno, A., Usall, J., Lamarca, N., Torres, R., Pon, J. & Vinas, I. (2004). Integration of curing treatments with degreening to control the main postharvest diseases of Clementine mandarins. *Journal of Postharvest Biology and Technology*, 34, 29-37.
13. Robards, K., Li, X., Antolovich, M. & Boy, S. (2003). Characterization of citrus by chromatographic analysis of flavonoids. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 75, 87-101.
14. Shekari, A., Banihashemi, Z., Razavi, M. & Saborohmonfared, A. (2012). Control of post harvest green mold of oranges and tangerines by heat treatments, carbonate and bicarbonate salts. *Iranian Journal of Plant Pathology*, 48(2), 165-181. (in Farsi)
15. Smilanick, J. L., Mansour, M. F., Gabler, F. M. & Sorenson, D. (2008). Control of citrus postharvest green mold and sour rot by potassium sorbate combined with heat and fungicides. *Postharvest Biology and Technology*, 47, 226-238.
16. Teixido, N., Usall, J., Palou, L., Asensio, A., Nunes, C. & Vinas, I. (2001). Improving control of green and blue molds of oranges by combining pantoeaagglomerans (CPA-2) and sodium bicarbonate. *European Journal of Plant Pathology*, 107(7), 685-694.
17. Zeng, R. & Zhang, A. (2012). Postharvest quality and physiological responses of clove bud extract dip on 'Newhall' navel orange. *Scientia Horticulturae*, 138, 253-258.
18. Zhang, J. & Swingel, P. (2003). Control of green mold Florida citrus fruit using bicarbonate salts. *In Proc. Fla. State Hort. Soc.*, 116, 475-478.

Control of postharvest green mold using sodium bicarbonate in Jaffa and Blood orange varieties

Hassan Sadrnia^{1*}, Esmail Yampi² and Mohammad Hossein Aghkhani³

1, 2, 3. Assistant Professor, Former M.Sc. Student and Associate Professor, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

(Received: Sep. 26, 2013 - Accepted: Sep. 6, 2014)

ABSTRACT

Among the healthy compounds such as sodium bicarbonate, potassium bicarbonate, vegetable oils, and biocontrol yeasts including heat treatments, as well as a good alternative to chemical pesticides are considered hazardous. In this study, the effect of different levels of sodium bicarbonate treatment (0, 500 and 1000 mg/l and combination 1500 mg/l sodium bicarbonate with hot water 53 °C) were investigated on wound healing in oranges, c.v Jaffa and Sanguinella of Golestan local, inoculated with a suspension of *Penicillium digitatum*. The treated fruits were stored at eight degrees Celsius and relative humidity 85±5%. Variables such as weight loss, firmness, TSS, acidity, maturity index, decay rate were measured once per two weeks in six steps. The ANOVA results showed that acidity value, maturity index, decay rate were significantly influenced by variety and storage duration. Also, the amounts of weight loss and decay rate were significantly affected by period of storage and concentrations. In both variety of oranges, Jaffa and Sanguinella, the appropriate result was found in combination treatment, using 1500 mg/l sodium bicarbonate and hot water immersion at 53 °C for three minutes.

Keywords: decay, orange, *penicillium digitatum*, shelf-life, sodium bicarbonate.