

تاثیر تیمار حرارتی بر افزایش طول عمر انبارداری پرتقال

مهرناز اسماعیل پور^۱، محمود دژم

چکیده

هر ساله بخش عمده‌ای از میوه‌ها و سبزی‌ها به دلیل ماهیت فاسد شدنی‌شان در معرض فساد قرار گرفته و ضایع می‌شوند. ضایعات میوه‌ها و سبزی‌ها به ویژه در کشورهای در حال توسعه به دلیل عدم توجه و نبود امکانات و تجهیزات کافی در زمینه تکنولوژی پس از برداشت بسیار جدی بوده و منجر به کاهش عرضه، افزایش قیمت و زیان به تولیدکنندگان می‌گردد. مرکبات از جمله میوه‌هایی می‌باشد که به دلیل ارزش اقتصادی و تغذیه‌ای مورد توجه می‌باشد. از طرفی ضایعات مرکبات پس از برداشت قابل توجه بوده و نیازمند مطالعه و ارزیابی راهکارهایی جهت کاهش ضایعات می‌باشد. از دیرباز شیوه‌های مختلفی مانند استفاده از دماهای پایین، قارچ کش‌ها، مواد شیمیایی، تیمارهای فیزیکی، بسته‌بندی و غیره در جهت کاهش ضایعات و افزایش مدت نگهداری مرکبات مورد استفاده قرار گرفته است. در سالهای اخیر توسعه شیوه‌های ارزان، کم‌خطر برای مصرف‌کننده و سازگار با محیط زیست مورد توجه قرار گرفته است. در این میان استفاده از تیمارهای حرارتی مانند استفاده از هوای داغ و آب داغ به عنوان راهکارهایی برای افزایش مدت نگهداری، کاهش پوسیدگی، حفظ کیفیت میوه‌ها و کاهش سرمازدگی میوه در دمای پایین در مرکبات نتایج موفقیت‌آمیزی به بار آورده است. روشهای حاضر که در این مقاله به بررسی آنها خواهیم پرداخت، روشهایی کاملاً طبیعی می‌باشد و از هیچگونه مواد شیمیایی استفاده نشده است. در سالهای اخیر، با افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان تمایل آنها به استفاده از میوه‌هایی که تیمار شیمیایی ندیده‌اند، افزایش یافته است. بنابراین ضرورت بکارگیری روش کاملاً طبیعی برای افزایش عمر انباری مرکبات احساس می‌شود. واژه‌های کلیدی: تیمارهای آب داغ، دمای انبار، سرمازدگی، پوسیدگی میوه، کیفیت میوه، مرکبات

¹ - عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد فسا

مقدمه:

مرکبات یک منبع ضروری و لازم از احتیاجات تغذیه ای انسان مانند ویتامینها، مواد معدنی و اسیدهای آلی است. همچنین نگهداری این محصولات یکی از مشکلات عمده تولید کنندگان در سراسر دنیا می باشد. ضایعات پس از برداشت میوه ها و سبزیها بطوط متوسط 20-40٪ است. استفاده از مواد شیمیایی سنتزی در محصول تازه یکی از مشکلات در ارتباط با سلامتی انسان است، زیرا باقیمانده مواد شیمیایی مخصوصا در رژیم غذایی اطفال سلامتی افراد را به خطر می اندازد. بنابراین علاقه در استفاده از روشی غیر از روش حاضر برای کنترل پوسیدگی پس از برداشت میوه جات و سبزیجات اهمیت بسیاری پیدا کرده است. استفاده از آب داغ برای کنترل بیماریهای پس از برداشت مرکبات از مشکلات ناشی از استفاده مواد شیمیایی جلوگیری می کند. پوسیدگی پس از برداشت یک فاکتور اصلی است که طول نگهداری بسیاری از محصولات تازه را محدود می کند. همه میوه جات و سبزیجات تازه برای استفاده در بازارهای خارجی یا داخلی قبل از بسته بندی باید عاری از آلودگی، گرد و غبار، پاتوژنها و مواد شیمیایی باشند. استعداد مواد تازه برداشت شده برای بیماریهای پس از برداشت در طول نگهداری طولانی به علت تغییرات فیزیولوژیکی است که پاتوژنها را مقدور می سازد که در میوه جات توسعه پیدا کنند. تیمارهای شیمیایی بعد از برداشت در کنترل پوسیدگی مرکبات بسیار موثر است و بطور گسترده در مرکبات استفاده می شود. تعدادی از قارچ کشها که بطور موثری از بیماریهای پس از برداشت میوه ها جلوگیری می کنند برای استفاده در مرکبات مجاز نیستند. تنها قارچ کشهای ایمیزالیل، تیابندازول و ارتوفنیل فئات در نگهداری مرکبات استفاده می شوند که مشکلاتی نظیر مقاومت پاتوژنها به این قارچ کشها، مسائل محیطی و ... در استفاده از این قارچ کشها وجود دارد. در سالهای اخیر افزایش آگاهی مصرف کنندگان باعث شده است که آنها علاقه به استفاده از میوه هایی که تیمار غیر شیمیایی دیده اند داشته باشند. استفاده از حرارت روشی است که برای شمار بسیاری از میوه ها مطالعه شده است. حرارت معمولا با فرورودن میوه ها در حمام آب داغ بکار برده می شو، همچنین هوای مرطوب نیز بکار می رود. تیمار حرارتی روشی برای جلوگیری از

بیماریهای پس از برداشت، حشرات، مشکلات فیزیولوژیکی نظیر سرمازدگی بوده است. در مرکبات افزایش تقاضا برای میوه های بدون باقیمانده سموم سنتزی، منجر به توسعه روشهای استفاده از تیمار حرارتی آب داغ شد.

تیمار حرارتی که برای میوه جات و سبزیجات بکار می رود شامل:

1- تیمار با هوای گرم به مدت طولانی و رطوبت نسبی بالا

2- تیمار با آب داغ در مدت کوتاه یا طولانی

3- بخار آب داغ

4- هوای خشک داغ

5- اسپری آب داغ در مدت کوتاه

برای اولین بار تیمار حرارتی داغ برای مرکبات در سال 1922 بوسیله Fawcett برای کاهش *Phytophthora Citrophthora* انجام شد. در این مورد میوه به مدت 1-3 روز در دمای 30-36 درجه سانتی گراد در اتمسفر اشباع شده از رطوبت نگهداری شد. Ben-Yehoshua و همکاران در سال 1987 نشان دادند تیمار مرکبات بسته بندی نشده در 36 درجه سانتی گراد و رطوبت اشباع برای 3 روز بطور موثری پوسیدگی را بدون صدمه در طول نگهداری در 17 درجه سانتی گراد به مدت 35 روز کاهش داد. همچنین تحقیقات دیگر نشان داد تیمار بعد از برداشت در 34-36 درجه سانتی گراد برای 48-72 ساعت بطور موثری پوسیدگی را کنترل کرده و سرمازدگی را کاهش داد. (Ben-Yehoshua et al. 1987, Del Rio et al. 1992)

- استفاده از بخار داغ (Vapor Heat):

مشکل اساسی برای استفاده گسترده از دما برای کاهش بیماریهای پس از برداشت و یا جلوگیری از حمله حشرات، حساسیت بسیاری از میوه جات به دماهای بالا است. برای مثال پرتقال نافی، لیمو و آووکادو بوسیله تیمار حرارتی بخار صدمه می بینند. صدمه حرارتی برای گریپ فروتی که به مدت 3/75 ساعت در معرض بخار 46 درجه سانتی گراد قرار گرفت، مشاهده گردید. طعم و ظاهر

گریپ فروتی که در معرض هوای 46 درجه سانتی گراد با اتمسفر کنترل شده به مدت 3 ساعت قرار گرفت، به خوبی میوه های حرارت دیده نبود. تیمار با بخار در 95 درجه سانتی گراد به مدت 180 ثانیه سوختگی پوست گریپ فروت را در بیشتر از 77٪ سطح میوه را نشان داد (Ritenour et al., 2003).

- فرو بردن در آب داغ (Hot Water Dipping):

تیمار با آب داغ برای تنها چند ثانیه یا چند دقیقه در دماهای بالاتر از آنچه در بخار داغ یا هوای داغ بکار می رفت استفاده می شوند. تیمار با آب داغ برای سالها به عنوان یک روش غیر شیمیایی برای کنترل پوسیدگی پس از برداشت در بسیاری از میوه ها و سبزیجات استفاده شده است (Barkai-Golan and Phillips, 1991; Couey, 1989; Lurie, 1998b).

Fawcett در سال 1922 اولین مطالعه با آب داغ و اولین گزارش کنترل پوسیدگی در مرکبات را انجام داد. برای مرکبات تیمار با آب داغ 53-50 درجه سانتی گراد به مدت 3-2 دقیقه به عنوان یک تیمار موثر مشابه تیمار در 36 درجه سانتی گراد به مدت 72 ساعت برای کنترل پوسیدگی پس از برداشت و سرمازدگی در مرکبات گزارش شده است که ارزانتر است و به زمان کوتاهتری احتیاج دارد (Rodov et al., 1993, 1995a). Rodov و همکاران (1995) اثر فرو بردن مرکبات در آب داغ 53 درجه سانتی گراد به مدت 3-2 دقیقه را بررسی کردند و دریافتند که استفاده از تیمار حرارتی آب داغ، پوسیدگی و سرمازدگی را کاهش می دهد. Schirra و D hallewin (1997) دریافتند که فرو بردن نارنگی رقم "فورچون" در آب 50، 52 و 54 درجه سانتی گراد به مدت 3 دقیقه، پوسیدگی میوه را در طول نگهداری میوه ها در 6 و 20 درجه سانتی گراد بدون اثر بد سطح پوست کاهش می دهد. Ganzales-Aguilar و همکاران (1997) تاثیر دماها و زمانهای مختلف فروبری میوه های نارنگی رقم "فورچون" را در آب داغ بر میزان سرمازدگی، پوسیدگی و مقدار پلی آمینها را در انبار یا در دو دمای 2 و 12 درجه سانتی گراد بررسی نمودند و بهترین نتایج را با استفاده از دمای آب 47 درجه سانتی گراد به مدت 6 دقیقه و یا آب 53 درجه به مدت 3 دقیقه بدست آوردند. Ben-

Yehoshua و همکاران (2000) گزارش کردند که دمای مناسب برای فرو بردن گریپ فروت در آب داغ 54-51 درجه سانتی گراد به مدت 2 دقیقه است. دمای بالای 54 درجه سانتی گراد باعث تغییر رنگ پوست می شود و دمای زیر 51 درجه سانتی گراد تاثیری در جلوگیری از پوسیدگی ندارد. قاسم نژاد و همکاران (2007) اثر تیمار حرارتی آب داغ را روی تحمل به سرمازدگی، کیفیت میوه و فعالیت آنزیمهای آنتی اکسیدانی در میوه نارنگی رقم "ساتسوما" در نیوزیلند بررسی نمودند. آب داغ با دمای 50 درجه سانتی گراد به مدت 2 دقیقه میزان و شدت سرمازدگی را در میوه ها کاهش داد. دماهای بالاتر از 50 درجه سانتی گراد منجر به صدمه به پوست میوه ها شد. همچنین در میوه های تیمار شده با آب داغ میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز کاهش یافته و فعالیت آنزیم کاتالاز ثابت ماند. فواید استفاده از آب داغ در میوه ها شامل:

- کاهش رسیدن میوه های کلایماتریک که باعث افزایش مدت زمان نگهداری آن می شود.
 - کاهش حساسیت میوه های نواحی زیر گرمسیری به دمای پایین، در نتیجه نگهداری طولانی تر این میوه ها در دمایی که در حالت عادی
 - کاهش بیماریهای بعد از برداشت با غیر فعال کردن پاتوژنها
 - کنترل حشرات به عنوان یک تیمار قرنطینه
 - امکان استفاده از قارچ کشها پس از برداشت در غلظت پایین تر
- بطور کلی ثابت شده است که تیمار حرارتی آب داغ باعث مقاومت به توسعه رشد پاتوژنها و عوامل رشد پاتوژنها در مرکبات شده است.

- برس زدن میوه با آب داغ (Hot Water Brushing):

اخیرا علاقه به استفاده از برس زدن میوه با آب داغ در زمان کوتاه پیدا شده است. در این روش آب داغ بر روی محصول، هنگامی که محصول در طول برس حرکت می کند، اسپری می شود. بنابراین همزمان محصول تمییز شده و از عفونتها عاری می شود. برس زدن با آب داغ 55-64 درجه سانتی گراد به مدت 10-30 ثانیه بطور تجاری برای فلفل (Fallik et al. 1999)، مانگو (Prusky et

al. 1999)، کامکوات (Ben-Yeshua et al. 1998)، مرکبات (Porat et al. 2000) و چندین محصول دیگر برای کاهش پوسیدگی پس از برداشت انجام شده است. برس زدن گریپ فروت با آب داغ 56، 59 و 62 درجه سانتی گراد به مدت 20 ثانیه به ترتیب پوسیدگی را 80٪، 95٪ و 99٪ کاهش داد (Porat et al. 2000). همچنین برس زدن گریپ فروت با آب داغ 62 درجه سانتی گراد به مدت 20 ثانیه بطور چشمگیری کپک سبز را کاهش داد.

واکنش میوه ها در برابر تیمار حرارتی:

هنگامی که میوه ها در دمای بالا حرارت می بینند، در معرض خطر صدمه دیدن قرار می گیرند. نشانه های صدمه حرارتی می تواند خارجی (سوختگی پوست، ایجاد حفره و ...) یا داخلی (نرم شدن، بی رنگ شدن، تجزیه بافت، از دست دادن طعم و ...) باشد (Lurie, 1998). به عنوان مثال Miller و همکاران در سال 1998 گریپ فروت را در دمای 43/5 درجه سانتی گراد به مدت 4 ساعت قرار دادند و بی رنگ شدن پوست را بعد از 3 هفته مشاهده کردند.

- سوختگی:

سوختگی پوست رنگ قهوه ای است که ممکن است بوسیله تیمار حرارتی بوجود آید. Schirra و D'hallewin در سال 1997 نارنگی رقم فورچون را در آب 50، 54، 56 و 58 درجه سانتی گراد به مدت 3 دقیقه فرو برد و آنها را به مدت 30 روز در 6 درجه سانتی گراد و سپس 3 روز در 20 درجه سانتی گراد نگهداری کردند. پس از نگهداری در 10٪، 70٪ و 100٪ میوه ها سوختگی پوست پس از فرو بردن میوه در آب 54، 56 و 58 درجه سانتی گراد به ترتیب توسعه پیدا کرد. فرو بردن پرتقال "Tarocco" در آب 53 درجه سانتی گراد به مدت 3 دقیقه باعث سوختگی کمی از پوست میوه شد (Schirra et al. 1997).

Ritenour و همکاران در سال 2003، رابطه زمان و دما را برای سوختگی پوست در گریپ فروت نشان دادند. میوه جاتی که در آب 56 درجه سانتی گراد به مدت 120 ثانیه، 59 درجه سانتی گراد به

مدت 20-120 ثانیه و 62 درجه سانتی گراد به مدت 10-120 ثانیه قرار گرفتند پس از 33 روز نگهداری در 10 درجه سانتی گراد سوختگی پوست را کاملا نشان دادند. فرو بردن میوه جات در آب 62 درجه سانتی گراد به مدت 60-120 ثانیه، 100٪ سوختگی را نشان دادند.

- تراوش الکترولیتها

نارنگی فورچون در آب 50، 52، 54، 56 و 58 درجه سانتی گراد به مدت 3 دقیقه فرو برده شد و در 6 درجه سانتی گراد به مدت 30 روز و سپس در 20 درجه سانتی گراد به مدت 3 روز نگهداری شد (Schirra and D'hallewin, 1997). سریعا پس از تیمار هیچ تفاوت مشخصی در تراوش الکترولیتها مشاهده نشد در حالیکه در انتهای دوره نگهداری میوه هایی که در آب 56 و 58 درجه سانتی گراد تیمار شده بودند تراوش الکترولیتهای بیشتری نسبت به میوه هایی که در آب 50، 52 و 54 درجه سانتی گراد تیمار شده بودند، نشان دادند. اگرچه Schirra و همکارانش هیچ تغییری در تراوش الکترولیتها پرتقال "Tarocco" تیمار شده در 53 درجه سانتی گراد به مدت 3 دقیقه مشاهده نکردند.

- تنفس و کیفیت آب میوه:

تنفس فرایند شکستن مواد آلی به محصولات ساده است که انرژی لازم برای متابولیسم را فراهم می کند. افزایش تنفس سرعت متابولیسم در میوه جات را افزایش داده و در نتیجه پیری را تسریع می کند. دما سرعت تنفس را با افزایش نیاز به انرژی برای واکنشهای متابولیکی، تحت تاثیر قرار می دهد. بنابراین سرعت تنفس با افزایش دمای محصول افزایش می یابد. فرو بردن پرتقال "Tarocco" در آب 53 درجه سانتی گراد به مدت 3 دقیقه سرعت تنفس، تولید اتیلن، TSS، TA را تحت تاثیر قرار نداد (Schirra et al. 1997). برس زدن با آب داغ پرتقال "Shamouti" در 56 درجه سانتی گراد به مدت 20 ثانیه تاثیری بر TSS و TA نداشت (

Porat et al. 2000). بطور کلی سرعت تنفس دقیقا بعد از تیمار حرارتی افزایش یافته اما پس از مدتی کاهش می یابد. TSS و TA تحت تاثیر تیمار حرارتی قرار نگرفتند.

- رنگ پوست:

هیچ تفاوت رنگی بین نارنگی فورچون تیمار نشده و آنهایی که در اب 50 یا 54 درجه سانتی گراد به مدت 3 دقیقه قرار گرفتند مشاهده نشد (Schirra and D'hallewin, 1997). برس زدن با آب داغ 60 درجه سانتی گراد به مدت 10 ثانیه که با واکس زدن همراه شد، فرایند زرد شدن Oroblanco را نشان داد. یک تاخیر 2 هفته ای در تغییر رنگ پوست در مقایسه با میوه های تیمار نشده مشاهده گردید (Rodov et al., 2000).

- استحکام پوست و گوشت میوه:

تیمار حرارتی باعث توزیع دوباره واکس اپی کوتیکولار طبیعی سطح میوه می شود و بسیاری از سوراخهای میکروسکوپی را می بندد (Rodov et al. 1996). که این می تواند برای حفاظت بهتر از استحکام میوه ای که تیمار حرارتی دیده اند باشد. همچنین مشاهده کردند، میوه ای که تیمار حرارتی دیده، دچار کاهش وزن چشمگیری نشده است. تیمار حرارتی از فعالیت آنزیمهایی که در نرم شدن دخالت دادند جلوگیری می کند. برس زدن "Oroblance" به مدت 2 دقیقه در دمای 52 درجه سانتی گراد، استحکام میوه را حفظ کرد و از نرم شدن آن جلوگیری کرد. برس زدن میوه در 52 یا 56 درجه سانتی گراد کاهش استحکام را به همراه داشت.

- تغییرات ساختاری واکس روی کوتیکولار:

تعدادی از سوراخهای سطح که از شبکه ناپیوسته داخلی سطح پوست بوجود می آید بر روی واکس روی کوتیکولار سیبهای حرارت ندیده مشاهده شد (Roy et al. 1999). تغییرات در ساختار واکس روی کوتیکولار کاملا در انواع فرایندهای حرارتی مشابه است. پس از فرایند حرارتی 38 درجه سانتی گراد به مدت 4 روز، سوراخهای کوتیکولار بر روی سیب ناپدید می شود که شاید به دلیل ذوب

شدن واکس باشد. گریپ فروت رقم "Marsh" حرارت دیده نشان داد که در طول نگهداری طولانی، سوراخهای کوتیکولار عمیقتر و گسترده تر می شوند و همچنین در طول نگهداری طولانی مدت، تغییرات شدیدی در stomatal chamber اتفاق می افتد. بنابراین سایتهای هجومی برای پاتوژنهای عامل زخم می شوند (Eckert and Eaks, 1988).

- رشد پاتوژنها:

Schirra و همکاران در سال 2000 گزارش کردند که تیمار حرارتی تاثیر مستقیمی بر روی قارچهای بیماریزا، از طریق کاهش جوانه زدن و یا کشتن اسپور آنها دارد. غده های روغنی پوست مرکبات حاوی ترکیباتی نظیر سیترال در لیمو است که خاصیت ضد قارچی دارد. تیمار حرارتی بهبود زخمها را با افزایش سنتز ترکیبات شبیه لیگنین افزایش می دهد و این ترکیبات به عنوان یک محافظ فیزیکی از وزود پاتوژنها جلوگیری می کند. غلظت بالای scoparone در مرکبات حرارت دیده مشاهده شده است که این ترکیب خاصیت ضد قارچی دارد. تیمار حرارتی ممکن است استعداد پوسیدگی را با تغییر سطح میوه تحت تاثیر قرار دهد. برای مثال برس زدن نارنگی با آب داغ 56 درجه سانتی گراد به مدت 20 ثانیه، واکس پوست میوه را صاف کرده که سوراخهای میکروسکوپی میوه را می پوشاند (Porat et al. 2000). این عمل می تواند ورود پاتوژنها را کاهش داده، در نتیجه پوسیدگی را کاهش دهد.

- پوسیدگی انتهای ساقه:

پوسیدگی انتهای ساقه در مرکبات بوسیله *Lasiodiplodia theobromae* و *Phomopsis citri* اتفاق می افتد. پاتوژنها بر غلاف گل مرکبات اثر گذاشته و ساکن باقی می ماند. بعد از برداشت هنگامی که قارچ در غلاف گل رشد می کند و به داخل میوه می رود، پوسیدگی اتفاق می افتد. پوسیدگی انتهای ساقه در زخمهایی در پوست ته میوه نیز شروع می شود. همچنین در نواحی انعطاف پذیر ته ساقه نیز می تواند ظاهر شود. این ناحیه رنگ چرمی تا قهوه ای دارد.

- اختلالات فیزیولوژیکی:

اختلالات فیزیولوژیکی بوسیله عدم تعادل مواد مغذی، برداشت نامناسب و نگهداری در دمای نامناسب اتفاق می افتد. بعضی از اختلالات فیزیولوژیکی معمول در مرکبات، سرمازدگی متاشی شدن پوست انتهای ساقه، لکه های فرو رفتگی پس از برداشت، الئو کلوسیس می باشد.

سرمازدگی در میوه جات نواحی گرمسیری و زیر گرمسیری، هنگامی که در زیر آستانه دمای بحرانی قرار می گیرند، ولی بالاتر از نقطه انجماد، اتفاق می افتد (Kader, 2000). در گریپ فروت سرمازدگی هنگامی که در دمای 10-12 درجه سانتی گراد نگهداری می شود، اتفاق می افتد. نشانه های سرمازدگی، زمانی که میوه به دماهای بالاتر منتقل می شود، بیشتر چشمگیر می شود. گریپ فروت برداشت شده در اول فصل و آخر فصل بسیار مستعدتر برای سرمازدگی، نسبت به اواسط فصل است (Grierson and Hatton, 1997). نشانه های معمول سرمازدگی شامل سوراخ شدن سطح و بی رنگ شدن پوست می باشد. سرمازدگی در بسیاری از میوه جات به طور موفقیت آمیزی با تیمار اولیه در دمای بالا، کاهش پیدا کرده است (Wang, 1990).

Rodov و همکاران در سال 1995 اثر تیمار آب داغ را بر روی سرمازدگی گریپ فروت بررسی کردند. تیمار در 36 درجه سانتی گراد به مدت 72 ساعت، تیمار با آب داغ 53 درجه سانتی گراد به مدت 3 دقیقه و یا فرو بردن در ایمیزالیل 53 درجه سانتی گراد به مدت 3 دقیقه، هر کدام سرمازدگی را به میزان 40٪ کاهش دادند. هنگامی که گریپ فروت بعد از تیمار در فیلم پلاستیکی بسته بندی شد، سرمازدگی حدود 60٪ کاهش یافت.

- نتیجه گیری:

با بررسی این مطالعه در مورد تیمار حرارتی مرکبات به عنوان یک روش برای افزایش ماندگاری پرتقال می توان نتیجه گیری کرد که فرو بردن مرکبات در آب داغ 53-58 درجه سانتی گراد به مدت 3-3 دقیقه بهترین نتیجه را برای کنتری بیماریهای پس از برداشت به همراه داشت. که

توانست در حد مطلوبی از پوسیدگی، رشد پاتوژنها، سرمازدگی، کاهش وزن میوه و ... جلوگیری نماید. بنابراین با توجه به این که این روش، هزینه بسیار کمی دارد، باغداران ایران، بخصوص استان فارس برای جلوگیری از ضایعات ناشی از هدر رفتن مرکبات و افزایش طول عمر ماندگاری آنها استفاده نمایند.

- منابع

1. Ben-Yehoshua, S., Peretz, J. Rodov, V., and Nafussi, B. 2000. Postharvest application of hot water treatment in citrus fruits: The road from laboratory to the packing-house. *Acta Hort.* 518:19-28.
2. Eckert, J.W. and J.M. Ogawa. 1988. The chemical control of postharvest diseases: deciduous fruits, berries, vegetables and root/tuber crops. *Annu. Rev. Phytopathol.* 26:433-469.
3. Ghasemnezhad, M., Marsh, K., Shilton, R., Babalar, M., and Woolf, A. 2007. Effect of hot water treatments on chilling injury and heat damage in "Satsume" mandarins: Antioxidant enzymes and vacuolar ATPase and pyrophosphatase. *Postharvest Biology and Technology.* In press.
4. Gonzalez-Aguilar, G.A., Zacarias, L., Mulas, M., and Lafuente, M.T. 1997. Temperature and duration of water dips influence chilling injury, decay and polyamine content in "Fortune" mandarins. *Postharvest Biology and Technology.* 12: 61-69.
5. Hong, S.I., Lee, H.H., Kim, D. 2007. Effect of hot water treatment on the storage stability of Satsuma mandarin as a postharvest decay control. *Postharvest Biology and Technology.* 43:271-279.
6. Kader, A.A. 2002. *Postharvest Technology of Horticultural Crops.* 3rd ed. University of California, Oakland, Calif.
7. Lurie, S. 1998a. Postharvest heat treatments. *Postharvest Biol. Technol.* 14:257-269.
8. Lurie, S. 1998b. Postharvest heat treatments of horticultural crops. *Hort. Rev.* 22:91-121.
9. Porat, R., A. Daus, B. Weiss, L. Cohen, E. Fallik, and S. Droby. 2000a. Reduction of postharvest decay in organic citrus fruit by a short hot water brushing treatment. *Postharvest Biol. Technol.* 18:151-157.

10. Rodov, V., Ben-Yehoshua, S., Albagli, R., and Fang, D.Q. 1995. Reducing chilling injury and decay of stored citrus fruit by hot water dips. *Postharvest Biology and Technology*. 5: 119-127.
11. Rodov, V., Agar, T., Peretz, J., Nafussi, B., Kim, J.J., and Ben-Yehoshua, S. 2000. Effect of combined application of heat treatments and plastic packaging on keeping quality of 'Oroblanco' fruit (*Citrus grandis* L * *C. paradisi* Macf.). *Postharvest Biology Technology*. 20:287-294.
12. Rodov, V., S. Ben-Yehoshua, R. Albagli, and D.Q. Fang. 1995a. Reducing chilling injury and decay of stored citrus fruit by hot water dips. *Postharvest Biol. Technol.* 5:119-127.
13. Roy, S., W.S. Conway, A.E. Watada, C.I. Sams, E.F. Erbe, and W.P. Wergin. 1994. Heat treatment affects epicuticular wax structure and postharvest calcium uptake in 'Golden delicious' apples. *HortScience* 29:1056-1058.
14. Roy, S., W.S. Conway, A.E. Watada, C.I. Sams, E.F. Erbe, and W.P. Wergin. 1999. Changes in ultrastructure of the epicuticular wax structure and postharvest calcium uptake in apple. *HortScience* 34:121-124.
15. Schirra, M., M. Agabbio, G. D'hallewin, M. Pala, and R. Ruggiu. 1997. Response of 'Tarocco' oranges to picking date, postharvest hot water dips, and chilling storage temperature. *J. Agr. Food Chem.* 45:3216-3220.
16. Schirra, M. and S. Ben-Yehoshua. 1999. Heat treatments: a possible new technology in citrus handling – Challenges and prospects, p. 133-147. In: Schirra, M. (ed.), *Advances in Postharvest Diseases and Disorders Control of Citrus Fruit*. Research Signpost Publisher, Trivandrum, India.
17. Schirra, M. and G. D'hallewin. 1996. Storage of Fortune mandarin following postharvest dips in hot water and coating with an edible sucrose polyester. *Proc. VIII Intl. Citrus Congr.*, 12-17 May 1996. Sun City Resort, South Africa. 2:1209-1214.
18. Schirra, M. and G. D'hallewin. 1997. Storage performance of Fortune mandarins following hot water dips. *Postharvest Biol. Technol.* 10:229-238.

19. Schirra, M., G. D'hallewin, S. Ben-Yehoshua, and E. Fallik. 2000. Host-pathogen interactions modulated by heat treatment. *Postharvest Biol. Technol.* 21:71-85.
20. Schirra, M., G. D'hallewin, P. Cabras, A. Angioni, S. Ben-Yehoshua and S. Lurie. 2000. Chilling injury and residue uptake in cold-stored 'Star Ruby' grapefruit following thiabendazole and imazalil dip treatments at 20 and 50 °C. *Postharvest Biol. Technol.* 20:91-98.
21. Schirra, M., G. D'hallewin, P. Cabras, A. Angioni, and V.L. Garau. 1998. Seasonal susceptibility of 'Tarocco' oranges to chilling injury as affected by hot water and thiabendazole postharvest dip treatments. *J. Agr. Food Chem.* 46:1177-1180.
22. Schirra, M. and M. Mulas. 1995a. Improving storability of 'Tarocco' oranges by postharvest hot-dip fungicide treatments. *Postharvest Biol. Technol.* 6:129-138.
23. Schirra, M. and M. Mulas. 1995b. Influence of postharvest hot-water dip and imazalil fungicide treatments on cold-stored 'Di Massa' lemons. *Adv. Hort. Sci.* 1:43-46.
24. Williams, M.H., Brown, M.A., Vesk, M., and Brady, C. 1994. Effect of postharvest heat treatments on fruit quality, surface structure, and fungal disease in Valencia oranges. *Australian Journal of Experimental Agriculture.* 34: 1183-1190.