

افزایش ماندگاری مرکبات با استفاده از پوشش‌های خوراکی

زهرا عرب سید نصری^{۱*}، یحیی مقصدلو^۲

تاریخ دریافت مقاله: خرداد ماه ۱۳۹۲

تاریخ پذیرش مقاله: مرداد ماه ۱۳۹۲

چکیده

فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی، لایه نازکی از مواد خوراکی هستند که برای بهبود کیفیت و افزایش ماندگاری بر روی محصولات غذایی قرار می‌گیرند. پوشش‌دهی میوه‌ها و سبزی‌های تازه با پوشش‌های خوراکی روشی مناسب برای حفظ کیفیت آن‌ها و جلوگیری از بروز ضایعات می‌باشد. میزان ضایعات مرکبات در ایران بین ۲۸ تا ۳۱ درصد تخمین زده شده است، لذا مطالعه و آگاهی از روش‌های مختلفی که منتهی به کاهش میزان ضایعات شود، دارای اهمیت زیادی است. امروزه، توجه بیشتر محققین به منظور یافتن ترکیبات طبیعی برای جایگزین کردن مواد شیمیایی و نگه‌دارنده‌هاست. به طور کلی، هدف از کاربرد این پوشش‌ها، به حداقل رساندن کاهش وزن میوه، جلوگیری از سرایت قارچ‌های بیماریزا به میوه‌های سالم مجاور، افزایش عمر نگهداری میوه، به حداقل رساندن ضایعات و کاهش استفاده از مواد شیمیایی در دوره انبارداری و صادرات می‌باشد. در این مقاله، پوشش‌های خوراکی به کار برده شده، اثرات آن‌ها بر کیفیت مرکبات، مواد ضد میکروبی طبیعی مورد استفاده در افزایش ماندگاری و نیز عوامل محدودکننده کیفیت بررسی خواهد شد.

واژه‌های کلیدی

پوشش خوراکی^۳، ماندگاری، مرکبات، واکس^۴ و مواد ضد میکروبی.

۱- مقدمه

امروزه مصرف میوه به صورت تازه، سالم و مغذی گسترش یافته است، اما میوه‌ها در مقطع خاصی از سال تولید می‌شوند و یا فاصله بین محل تولید و مصرف زیاد بوده و دسترسی به محصولات تازه کمتر می‌شود. مرکبات میوه‌هایی با ارزش غذایی بالا هستند و در سرتاسر جهان جهت مصرف تازه‌خوری و همچنین محصولات فرآوری شده، کشت می‌شوند. مرکبات از مهم‌ترین میوه‌های گرمسیری و باغبانی در جهان به شمار می‌رود. نواحی تولید مرکبات در امتداد کمربند وسیعی بوده که از خط استوا شروع شده و در هر دو طرف آن تا عرض ۳۵ درجه شمالی و جنوبی گسترش یافته است. طبق برآوردهای انجام شده، میزان ضایعات مرکبات بین ۲۸ تا ۳۱ درصد تخمین زده شده است، لذا مطالعه و آگاهی از روش‌های مختلفی که منتج به کاهش میزان ضایعات شود از اهمیت زیادی برخوردار است. پوشش‌های خوراکی، لایه نازکی از بیوپلی‌مرها^۵ هستند که برای نگه‌داری بهتر محصولات غذایی و افزایش جذابیت استفاده می‌شوند. چینی‌ها از دوران باستان، پرتقال و لیموی تازه را با لایه نازکی از موم می‌پوشاندند تا از خشک شدن سریع آن جلوگیری کنند.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه

علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

(* نویسنده مسئول: zseyednasri@yahoo.com)

۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و

منابع طبیعی گرگان

3- Edible coating

4- Wax

5- Biopolymers

در حلال‌های روغنی ساخته می‌شوند. نرم‌کننده‌ها و دیگر ترکیبات نیز جهت بهبود ویژگی‌های ظاهری و جابه‌جایی اضافه می‌شدند [۲۳]. واکس‌های استخراج شده با حلال به دلایل زیست محیطی و ایمنی در ایالات متحده استفاده نشدند. میکروامولسیون^۷ واکس کارنوبا^۸، اولین واکس بر پایه آب، در سال ۱۹۵۰ برای پوشش‌دهی میوه‌ها و سبزیجات تازه معرفی شد [۱۸].

واکس‌های بر پایه کاندلیا^۹، سد مناسبی در برابر افت آب ایجاد می‌کرد ولی اغلب جلای کمتری نسبت به واکس کارنوبا داشت. واکس‌های پلی‌اتیلنی مانع متوسطی در برابر افت آب داشت و به دلیل نفوذپذیری بالا به O_۲ و CO_۲ برای محصولاتی نظیر نارنگی که در صورت استفاده از واکس شلاک^{۱۰} و رزین در آن طعم بدی ایجاد می‌گردید، ترجیح داده می‌شد. واکس‌های محلول در آب با درخشندگی بالا و رزین‌های قابل حل در قلیا در سال ۱۹۶۰ معرفی شدند و به طور معمول در مکان‌های بسته‌بندی استفاده می‌شد. واکس‌های با ماده جامد بالا و تغلیظ شده در سال ۱۹۷۰ به عنوان واکس‌هایی با درخشندگی بالا که به زمان کمتری برای خشک شدن نیاز داشت، معرفی شدند.

در اواسط دهه ۸۰ قرن بیستم چندین پوشش پلی‌ساکاریدی^{۱۱} محلول در آب، شامل کربوکسی متیل سلولز^{۱۲} و استرهای اسید چرب ساکارز^{۱۳} در دسترس بودند [۹]. در (جدول ۱) انواع پوشش‌هایی که روی مرکبات مورد مطالعه قرار گرفته‌اند، ذکر شده است [۹].

پوشش‌هایی که روی سطح میوه‌ها و سبزیجات به کار می‌روند، واکس نامیده می‌شوند. در این صورت، هر ترکیبی که به عنوان پوشش استفاده شود، واکس خوانده می‌شود [۹]. کاربرد پوشش روی مرکبات، عملیاتی استاندارد در ایالات متحده آمریکا و بسیاری از دیگر کشورها می‌باشد. هدف از کاربرد پوشش، کاهش افت آب، کند کردن پیری، جلا دادن و بازاریابی بهتر می‌باشد. پوشش باعث ایجاد اتمسفر اصلاح شده در محصول می‌گردد و آن را از پاتوژن^۱ و آلودگی محافظت می‌کند. استفاده از پوشش برای میوه‌هایی که قبل از نگهداری و حمل و نقل شسته می‌شوند، دارای اهمیت بیشتری است، زیرا در طی عملیات شستشو، واکس طبیعی سطح محصول از بین می‌رود که این عمل، افت آب و فساد را افزایش می‌دهد [۱۰]. در هنگام درست کردن پوشش باید به ترکیبات موجود در آن توجه ویژه داشت، زیرا ممکن است موجب اصلاح بیش از حد O_۲ و CO_۲ درونی شده و تنفس غیر هوازی که باعث تولید اتانول^۲ و بوی بد شده و همچنین دیگر اختلالات فیزیولوژیکی را در پی داشته باشد.

اگرچه پوشش‌دهی مرکبات در چین از قرن ۱۲ و ۱۳ استفاده می‌شده است، اما استفاده تجاری از آن برای سبزیجات و میوه‌ها تا قرن ۲۰ صورت نگرفت [۱۰]. گسترش استفاده مدرن از واکس‌ها در ایالات متحده از سال ۱۹۳۰ شروع شد. آن‌ها واکس پارافین^۳ را ذوب کرده و با برس روی پرتقال می‌کشیدند [۱۶]. این واکس‌ها برای جلوگیری از کاهش وزن ناشی از افت آب که در طی نگهداری رخ می‌دهد، به کار برده می‌شد. در سال ۱۹۴۰ واکس‌های استخراج شده با حلال^۴، جایگزین واکس‌های پارافینی شدند و برای بیش از ۴۰ سال، نوع غالب واکس‌های مورد استفاده بودند [۱۵]. واکس‌های استخراج شده با حلال، عمدتاً از رزین‌های سنتزی^۵ (کومارون-ایندن^۶) یا رزین چوب حل شده

- 7- Microemulsion
- 8- Carnuba
- 9- Kandlya
- 10- Shellac wax
- 11- Polysaccharide
- 12- Methyl cellulose
- 13- Sucrose fatty

فصلنامه علمی-ترویجی علوم و فنون
بسته‌بندی

- 1- Pathogen
- 2- Etanol
- 3- Paraffin wax
- 4- Solvent wax
- 5- Synthetic
- 6- Coumarone-inden

جدول ۱- پوشش‌هایی به کار برده شده روی مرکبات [۹]

مرجع	اجزای اصلی
Bai et al., 2003b; Hagenmaier and Baker, 1996	کاندلیا
Amarante et al., 2001b; Bai et al., 2003b; Chiumarelli and Ferreira, 2006; Hagenmaier and Baker, 1994b; Perez-Gago et al., 2005	کارنوبا
Bai et al., 2002a; Hagenmaier, 2002; Hagenmaier and Shaw, 1991b; Perez-Gago et al., 2003a; Rojas-Argudo et al., 2005	شلاک
Bai et al., 2002a; Hagenmaier and Grohmann, 1999	پلی‌وینیل استات
Chien et al., 2007b; Choi et al., 2002; El Ghaouth et al., 1991b; Fornes et al., 2005; Hernandez-Munoz et al., 2006; Ratanachinakorn et al., 2005; Ribeiro et al., 2007; Romanazzi et al., 2002; Vargas et al., 2006, 2009	کیتوزان
Perez-Gago et al., 2002, 2003a, 2005; Zhuang and Huang, 2003	هیدروکسی- پروپیل متیل سلولز

را در مرکبات افزایش می‌دهد [۲۵]. شستن گریپ‌فروت، پرتقال و دیگر مرکبات با برس، میزان چروکیدگی را تا ۴۰ الی ۵۰ درصد افزایش می‌دهد. بنابراین استفاده از پوشش‌های خوراکی برای حفظ تازگی محصولات در طی نگهداری، جابه‌جایی و بازاریابی ضروری است.

۲-۲- نرم شدن، بافت آردی یا سختی

دیواره سلولی گیاهان، نقش اساسی را در تعیین بافت میوه‌ها و سبزیجات ایفا می‌کند. در طی نرم شدن میوه، پکتین^۴ و همی سلولز و اسپارش^۵ و تجزیه می‌شوند. اکثر میوه‌ها در طی رسیدن بر اثر عمل پکتینولیتیک^۶، استحکام بافت آن‌ها کاهش می‌یابد [۲۰]. پوشش‌های خوراکی نرم شدن را کاهش می‌دهند. بنابراین مدت زمان نگهداری در بسیاری از میوه‌ها افزایش می‌یابد. همچنین، استحکام میوه را با مکانیسم CA^۷ و MAP^۸ با کاهش تنفس و تعرق، کند کردن رسیدن و به تعویق انداختن پیری و تأخیر در تجزیه دیواره سلولی، افزایش می‌دهند [۶]. برای مثال پوشش‌های استر اسیدهای چرب ساکارز از طریق ممانعت از تجزیه پکتین و پوشش‌های نشاسته از طریق ممانعت از کاهش پکتین‌های محلول، موجب حفظ استحکام می‌شود [۵].

۲- فساد پس از برداشت و تأثیر پوشش‌دهی

۲-۱- دهیدراسیون^۱ و چروکیدگی

افت آب، هدف اصلی کاربرد پوشش‌ها برای محافظت از محصولات تازه می‌باشد. سینگ^۲ در سال (۱۹۷۱) دمای بهینه نگهداری، مدت زمان نگهداری و کیفیت لیموشیرین و نارنگی را بررسی کرد. در طی نگهداری، افت رطوبت از پوست به طور مداوم از طریق حرکت رطوبت از پالپ^۳ جبران می‌شد. اگر افت رطوبت به دلیل تنفس و تعرق ادامه یابد، میوه، چروکیده شده و قابلیت بازاریابی نخواهد داشت. شستن میوه‌ها که عمل متداول امروزی اتاق بسته‌بندی است، مواد محافظ روی پوست را از بین برده و در نتیجه افت آب

۲-۳- بدرنگی و کاهش جلای میوه مرکبات

رنگ به عنوان مهم‌ترین عامل خارجی کیفیت میوه‌ها و سبزیجات است، چون ظاهر، شدیداً مصرف‌کننده را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در مرکبات جیمنز^۹ و همکارانش (۱۹۸۱) استفاده از فرمول ۱۰۰۰a/lb را به عنوان ضریب رنگ جهت فرآیند سبزدایی پرتقال پیشنهاد دادند. برخی از پوشش‌ها از زرد شدن مرکبات ترش به دلیل ایجاد اتمسفر اصلاح شده جلوگیری می‌کنند [۱۷]. بدون پوشش،

4- Pectin

5- Depolymerization

6- Pectinolytic

7- Controlled atmosphere

8- Modified atmosphere packaging

9- Jimenz

فصلنامه علمی-ترویجی علوم و فنون

بسته‌بندی

1- Dehydration

2- Singh

3- Pulp

و طعم بد می‌شود [۲۲]. نیسپرس^۷ و همکارانش (۱۹۹۰) دریافتند که استفاده از پوشش موم زنبور و استر اسید چرب ساکاروز، نمک‌های سدیم کربوکسی متیل سلولز^۸ و مونو^۹ و دی گلیسرید^{۱۰} روی پرتقال سطح ترکیبات فرار، اتیل استات، اتیل بوتیرات، متیل بوتیرات^{۱۱}، اتانول و متانول^{۱۲} در پرتقال‌های نگهداری شده در ۲۱ درجه سانتی‌گراد در ۱۲ روز را می‌توان افزایش داد. پوشش، پروفایل^{۱۳} آروما^{۱۴} را تغییر داده و محتوای اتانول را افزایش می‌دهد [۲۱].

۶-۲- بیماری‌ها و آسیب‌های مکانیکی

اصلی‌ترین دلیل خسارت محصولات تازه، آسیب‌های ناشی از آلودگی پس از برداشت است. جابه‌جایی نامناسب موجب ضربه‌های درونی شده که منجر به آسیب‌های غیرمعمول فیزیولوژیکی و ترک در پوست می‌شود. بنابراین افت آب و میزان تجزیه فیزیولوژیکی سریعاً افزایش می‌یابد. ترک موجب نفوذپذیر شدن پوست در برابر آلودگی‌های بیماری‌زای مولد فساد می‌شود. پوشش می‌تواند یک مانع فیزیکی در برابر آلودگی پاتوژنی ایجاد کرده و وقوع بیماری‌های پس از برداشت را کاهش دهد. همچنین می‌تواند بار میکروبی سطح میوه و فساد را توسط تأخیر در رسیدن و کم کردن افت آب کاهش دهد. اضافه کردن مواد ضد میکروبی مانند اسیدهای آلی و نمک‌های آن، پارابن‌ها^{۱۵}، اسانس‌های روغنی یا مواد ضد میکروبی طبیعی به فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی در به تأخیر انداختن رشد میکروب‌های آلوده‌کننده در طی نگهداری یا توزیع محصولات تازه مؤثر بوده است. زهرا کریمی و

پرتقال، به ویژه پس از نگهداری دارای جلای کمتری است. پوشش، میوه را جلا می‌دهد و از افت آب جلوگیری می‌کند [۲۷]. بسیاری از پوشش‌ها در طی نگهداری درخشندگی خود را از دست می‌دهند. به ویژه وقتی با آب مواجه می‌شوند (مانند میعان آب در سردخانه‌ها) [۸]. پوشش‌های شلاک^۱ درخشندگی بالایی را ایجاد می‌کنند و پوشش کارنوبا درخشندگی کمتری را نسبت به شلاک ایجاد می‌نماید.

۴-۲- کاهش ارزش تغذیه‌ای

در طی نگهداری، مرکبات تا حدودی ارزش تغذیه‌ای خود را حتی در شرایط بهینه از دست می‌دهد. معمولاً مقدار مواد معدنی، فنولیک^۲ و آنتی‌اکسیدان‌ها^۳ در طی نگهداری ثابت است [۱۹] ولی محتوای آسکوربیک اسید^۴ و فیبرهای رژیمی به طور ثابت در طی نگهداری کاهش می‌یابد [۱۲]. آزاده شجاع و همکارانش (۱۳۹۰) در پژوهشی، تغییرات ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و کیفیت را پس از ۶۰ روز انبارداری در دمای ۷ درجه سانتی‌گراد پرتقال تامسون و پرتقال «تاراکو» و «مورو» [دو رقم پرتقال گوشت قرمز (خونی)] در رطوبت نسبی ۹۰ درصد بررسی کردند. نتایج نشان داد که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه مرکبات در طی انبارداری کاهش یافته است [۱].

۵-۲- افت طعم

پوشش از دو طریق طعم را تحت تأثیر قرار می‌دهد. یکی به طور مستقیم از طریق تجمع ترکیبات فرار در میوه در نتیجه کاهش نفوذپذیری پوست و دیگری توسط تغییر متابولیسم بافت میوه مانند به تأخیر انداختن رسیدن، تخریب و فساد و یا از طریق کاهش شدید O_۲ درونی و افزایش CO_۲ که موجب تخمیر، تجمع غیر معمول اتانول^۵ و اتیل استات^۶

- 6- Ethylacetate
- 7- Nisperos-carriedo
- 8- Carboxymethyl cellulose
- 9- Mono
- 10- Deglyceride
- 11- Methylbutyrate
- 12- Mtnanol
- 13- Profile
- 14- Aromatic
- 15- Paraben

فصلنامه علمی-ترویجی علوم و فنون
بسته‌بندی

- 1- Shlak
- 2- Phenolic
- 3- Anty oxidant
- 4- Ascorbic acid
- 5- Etanol

مجید راحمی (۱۳۸۷) اثر عصاره روغنی آویشن و میخک را بر پوسیدگی کپک آبی مرکبات در انبار سرد بررسی و نتایج را با کاربرد قارچ‌کش ایمزالیل^۱ مقایسه کردند. عصاره‌های روغنی آویشن و میخک با غلظت‌های ۰/۱، ۰/۳ و ۰/۵ و قارچ‌کش ایمزالیل (۲ میلی‌لیتر در لیتر) به کار برده شد. کاربرد عصاره‌های روغنی خالص میخک و آویشن روی پرتقال والنسیا^۲، موجب کاهش پوسیدگی از ۹۰ درصد در شاهد به ترتیب به صفر و ۱۲/۵ درصد شدند. مقایسه اثر عصاره‌های روغنی خالص میخک و آویشن با قارچ‌کش از نظر آماری، تفاوت معنی‌داری در کاهش پوسیدگی نشان نداد. تیمارهای میخک و آویشن در الکل ۲۵ درصد به اندازه قارچ‌کش مؤثر نبود [۳]. پوشش‌دهی پرتقال با شلاک فساد را کاهش داد ولی بر پوشش‌های بر پایه متیل سلولز تأثیری نداشت و پوشش‌های کیتوزان در کاهش فعالیت قارچ، مخمر و باکتری مؤثر بوده است [۲۲]. راتانچیراکور^۳ و همکارانش (۲۰۰۵) از کیتوزان در پوشش مرکبات استفاده کردند. این محققین نشان دادند که استفاده از کیتوزان موجب کاهش افت آب و افزایش عمر نگهداری گریپ‌فروت چینی می‌گردد [۲۴]. کیتوزان با وزن مولکولی پایین و غلظت بیشتر دارای فعالیت قارچ‌کشی بیشتر است [۴]. پوشش می‌تواند به عنوان حامل قارچ‌کش باشد. قارچ‌کش‌ها اغلب در پوشش مرکبات استفاده می‌شوند. هرچند اثر قارچ‌کش‌ها وقتی در پوشش حل می‌شوند، کاهش می‌یابند. غلظت قارچ‌کش باید ۲ تا ۳ برابر افزایش یابد تا باعث کنترل فساد ماندگاری محلول آبی قبل از پوشش‌دهی شود.

۳- انواع پوشش‌ها

پوشش‌های خوراکی مورد استفاده در میوه‌ها و سبزی‌ها از ترکیبات متعددی شامل چربی‌ها، رزین‌ها، کربوهیدرات‌ها^۴ و پروتئین‌ها تولید می‌شوند. هر کدام از این

پوشش‌ها، دارای مزایا و معایبی است. در نتیجه اغلب از پوشش‌های مرکب استفاده می‌شود. پوشش‌های لیپیدی^۵ دارای نفوذپذیری کم در برابر آب می‌باشند، در نتیجه افت آب را کاهش می‌دهند ولی نسبتاً به گازها نفوذپذیر بوده و اثر کمی بر کاهش سرعت رسیدگی و پیری دارند. از طرف دیگر، چندان مستعد ایجاد شرایط بی‌هوازی و ایجاد ترکیبات بد طعم نیستند. در فرمولاسیون پوشش‌های لیپیدی، اکثراً از موم کارنوبا، موم زنبور عسل و مونو گلیسریدها^۶ استفاده می‌شود. استفاده از این پوشش‌ها، روی مرکبات می‌تواند بازارپسندی محصول را افزایش دهد. پوشش‌های رزینی شامل موادی از جنس شلاک یا لاک شیشه‌ای^۷ می‌باشند. این نوع پوشش‌ها تنها در مرکبات که دارای پوست صاف و فاقد فرورفتگی است، قابل استفاده می‌باشد. پوشش‌های پروتئینی و کربوهیدراتی دارای خواص بازدارندگی متوسطی در برابر گاز دارند و عیب آن‌ها، نفوذپذیری کم در برابر بخار آب است.

بسیاری از پوشش‌های تجاری بر پایه موم یا چربی هستند و از آن‌ها به طور گسترده‌ای در مرکبات استفاده می‌شود. این پوشش‌ها با واکنش‌های طبیعی (کارنوبا و موم)، روغن (گیاهی و روغن‌های معدنی)، رزین^۸ و رزین^۹ (رزین چوب، شلاک و رزین کومارین ایندن^{۱۰})، اسیدهای چرب، امولسیون‌کننده^{۱۱}، عوامل ضدکف، سورفاکتانت‌ها^{۱۲} و مواد نگه‌دارنده ساخته شده‌اند. بسیاری از پوشش‌ها امولسیون، میکروامولسیون، و یا محلول در آب است.

کامورا^{۱۳} و همکارانش (۲۰۰۹) اثر پوشش مرکب ضد قارچی هیدروکسی پروپیل متیل سلولز^{۱۴} و لیپید (شلاک و

- 5- Lipid
- 6- Monoglyceride
- 7- Shellak
- 8- Rosine
- 9- Resins
- 10- Coumarin Ayndn
- 11- Emulsifier
- 12- Surfactant
- 13- Valencia-chamorroa
- 14- Hydroxyl polypropyl methyl cellulose

فصلنامه علمی-ترویجی علوم و فنون
بسته‌بندی

- 1- Imazalil
- 2- Valencla
- 3- Ratanachinakorn
- 4- Carbohydrate

اسفنجی و سفید پوست است که عمدتاً از سلول‌های پارانشیم^۹ تشکیل شده و گاز می‌تواند از طریق این لایه نسبتاً آزادانه حرکت کند. بیرونی‌ترین لایه پوست توسط کوتیکول^{۱۰} پوشیده شده است که سدّی در برابر بخار آب و گاز ایجاد می‌کند. روزنه‌ها، سوراخ‌هایی در کوتیکول و سلول‌های اپیدرمی^{۱۱} هستند. بسیاری از منافذ روزنه باقی در میوه‌های بدون واکس، باز است. مرکبات حساس به شرایط بی‌هوایی هستند. در طول بلوغ میوه، تنفس هوایی کاهش یافته و مسیر بی‌هوایی، حتّی بدون استفاده از پوشش و یا انبار کردن در اتمسفر با O₂ کم، افزایش می‌یابد [۱۱]. برخی از پوشش‌های خوراکی، به ویژه آن‌هایی که بر پایه رزین هستند، کل میوه را پوشش می‌دهند، به ویژه منافذ روزنه را مسدود کرده و در نتیجه تبادل گاز بین درون میوه و محیط اطراف محدود می‌گردد. علاوه بر این، شستن تجاری مرکبات تا حد زیادی موجب حذف موم طبیعی روی سطح میوه‌ها شده و آن‌ها را نسبت به چروکیدگی و پوسیدگی مستعد و اعمال پوشش واکس را ضروری می‌سازد. پوشش‌های تجاری کنونی مرکبات شامل شلاک، رزین چوب، کارنوبا و پوشش‌های بر پایه پلی‌اتیلن و یا مخلوطی از واکس‌های بالاست. پوشش‌های بر پایه شلاک و رزین چوب بیشترین درخشش را ایجاد می‌کنند، اما اغلب باعث O₂ بسیار پایین و تجمع بیش از حد CO₂ داخلی می‌شوند، در نتیجه موجب تخمیر، عطر و طعم بد و سایر اختلالات می‌گردند [۱۴]. پوشش‌های بر پایه کارنوبا در برابر افت آب، حفاظت بسیار مناسبی ایجاد کرده و نفوذپذیری متوسطی نسبت به O₂ و CO₂ دارد. اخیراً پوشش ترکیبی از شلاک و کارنوبا ساخته شده که به طور گسترده به صورت تجاری، جهت ترکیب خصوصیات هر دو ماده استفاده شده است. از سوی دیگر، واکس پلی‌اتیلن برای بالا بردن مقاومت ارقام حساس به O₂ داخلی کم و CO₂ داخلی بالا استفاده می‌شود.

موم زنبور عسل را بر توسعه فساد و ویژگی‌های کیفی پس از برداشت پرتقال والنسیا بررسی کردند. نگه‌دارنده‌های غذایی انتخاب شده شامل سوربات پتاسیم^۱ (PS)، بنزوات سدیم^۲ (SB)، پروپیونات سدیم^۳ (SP) و مخلوط آن‌ها بود. پرتقال‌های سالم و یا تلقیح شده به طور مصنوعی با پنی‌سیلیوم دیجیتاتوم^۴ یا پنی‌سیلیوم ایتالیكوم^۵ پوشش داده شد و تا ۶۰ روز در ۵ درجه سانتی‌گراد و به مدت یک هفته در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد انبار شد. برخی از پوشش‌های ضد قارچ هیدروکسی پروپیل متیل سلولز چربی به طور قابل توجهی از بروز و شدت هر دو کپک سبز و آبی را در پرتقال آلوده و ذخیره شده در دوره سرد کاهش داد و پوشش بر پایه PS + SP مؤثرترین پوشش بود [۲۶].

۴- واکنش مرکبات به پوشش‌های خوراکی

توسعه افت آب و کاهش عطر و طعم از عوامل مهم محدودکننده کیفیت پس از برداشت مرکبات است. پوشش‌های خوراکی می‌توانند با ایجاد یک مانع در برابر انتقال رطوبت و گاز موجب کاهش افت آب و کند کردن سرعت پیری شوند. همچنین موجب کاهش بروز پوسیدگی و ممانعت از سبزدایی، آسیب سرمازدگی و لکه حفره‌ای^۶ شوند. با این حال، ممانعت بیش از حد گاز ناشی از پوشش می‌تواند باعث عطر و طعم بد و لکه حفره‌ای شود [۱۳]. کیفیت عطر و طعم نارنگی و نارنگی هیبرید به طور کلی دارای حساسیت بیشتری نسبت به مقاومت بالای پوشش به نفوذ گاز می‌باشند که باعث ایجاد طعم بد می‌شوند [۱۴]. پوست مرکبات شامل آلبدو^۷ و فلاویدو^۸ است. آلبدو لایه بیرونی و بخش رنگدانه‌دار پوست بوده که تبادل گاز بین داخل و خارج میوه را محدود می‌سازد. آلبدو بخش درونی،

- 1- Potassium sorbate
- 2- Sodium benzoate
- 3- Sodium Proionate
- 4- Penicillium digitatum
- 5- Penicillium italicum
- 6- Pitting
- 7- Albedo
- 8- Flavedo

- 9- Parenchyma
- 10- Cuticle
- 11- Epidermal

۵- نتیجه گیری

استفاده از قارچ‌کش‌ها تأثیر عمده‌ای در مدیریت بیماری‌های پس از برداشت دارد ولی استفاده از آن‌ها با در نظر گرفتن اثر بالقوه بر سلامت انسان و آلودگی محیط زیست و همچنین عدم فعالیت به دلیل مقاومت سویه‌ها پیشنهاد نمی‌شود. اخیراً کاربرد و توسعه استفاده از پوشش‌های خوراکی جهت بهبود ایمنی غذایی مورد توجه قرار گرفته است. جایگزینی مواد شیمیایی سنتزی مورد استفاده در واکس‌های تجاری مانند پلی‌اتیلن در واکس‌های تجاری با مواد طبیعی با لحاظ کردن حفظ محیط زیست و ایمنی غذا دارای مزایایی است. بنابراین تیمارهای جایگزین ایمن، یک نیاز اساسی در مدیریت فساد میوه‌ها پس از برداشت می‌باشد. بسته به نوع مواد تشکیل‌دهنده، پوشش‌های خوراکی می‌توانند اتمسفر داخلی میوه را اصلاح کرده و از آن‌ها در برابر میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و آلودگی محافظت کنند، از چروکیدگی و تبخیر آب جلوگیری کرده و یک مانع فیزیکی در برابر ضربه باشند و همچنین با استفاده از مواد افزودنی مناسب، یک سد شیمیایی برای محافظت از میوه در برابر پوسیدگی ایجاد کنند که باعث کاهش ضایعات در مدت نگهداری می‌شود و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است. پوشش‌های خوراکی یک ابزار برای بهبود ظاهر، حفظ کیفیت مواد غذایی، عطر و طعم و گسترش زمان ماندگاری مرکبات است. با استفاده از پوشش می‌توان میزان استفاده از مواد شیمیایی در انبارها را کاهش داد و همچنین ارزش تغذیه‌ای مرکبات را تا حد بالایی حفظ کرد. همچنین، استحکام میوه را با مکانیسم CA¹ و MAP¹ با کاهش تنفس و تعرق، کند کردن رسیدن و به تعویق انداختن پیری و تأخیر در تجزیه دیواره سلولی، افزایش داد.

۶- منابع

۱. شجاع، آ.، قاسم نژاد، م. و مرتضوی، س. ن. ا. «تغییرات ظرفیت آنتی اکسیدانی و کیفیت پس از

1- Modified atmosphere packaging

برداشت میوه پرتقال های تامسون ناول و خونی در طی انبارداری»، نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، شماره ۲، ۱۴۷-۱۵۵، ۱۳۹۰.
 ۲. قنبرزاده، ب «بیوپلیمرهای زیست تخریب‌پذیر و خوراکی در بسته‌بندی مواد غذایی و دارویی». انتشارات. ص. ۱۳۸۸.
 ۳. کریمی، ز. و راحمی، م. «مقایسه عصاره‌های روغنی آویشن و میخک و قارچ‌کش ایمزالیل بر پوسیدگی کپک آبی میوه‌های مرکبات در انبار سرد»، فصلنامه علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره ۴۵، ۲۳۱-۲۳۷، ۱۳۸۷.

4. Badawy, M.E.I., and Rabea E.I., "Potential of the biopolymer chitosan with different molecular weights to control postharvest gray mold of tomato fruit". *Postharvest biol technol.* 51: 110-117. 2009.
5. Bai, J., Baldwin E.A. and Hagenmaier R.H", "Alternatives to shellac coatings provide comparable gloss, internal gas modification, and quality for 'Delicious' apple fruit". *HortScience.* 37: 559-563. 2002.
6. Bai, J., R.K. Prange. and Toivonen P.A., 2009a. Pome fruits, 267-285.
7. Bai, J., Prange R.K. and Toivonen P.A., Modified and controlled atmospheres for the Storage, transportation, and packaging of horticultural commodities. In: E. Yahia (ed.). *Pome fruits: CRC Press.* 267-285. 2009.
8. Bai, J., Alleyne, V., Hagenmaier, R.D., Mattheis, J.P., and Baldwin, E.A., "Formulation of zein coatings for apples (*Malus domestica* borkh)". *Postharvest biol technol.* 28: 259-268.
9. Baldwin, E., hagenmaier, A. and Elizabeth J. R., "Edible coatings and films to improve food quality". second edition. Taylor & Francis Group, LLC. 2012.
10. Baldwin, E.A., "Edible coatings for fresh fruits and vegetables: Past, present, and future". In J.M. 25-64. 1994.

21. Nisperos-Carriedo, M.O., Shaw, P.E. and Baldwin, E.A., "Changes in volatile flavor components of pineapple orange juice as influenced by the application of lipid and composite films". *J Agric food chem*, 38, 1382–1387. 1990.
22. No, H.K., Meyers, S.P., Prinyawiwatkul, W. and Xu, Z., "Applications of chitosan for improvement of quality and shelf life of foods: A review". *J Food Sci*, 72: R87–R101. 2007.
23. Petracek, P.D., Hagenmaier, R.D. and Dou, H., "Waxing effects on citrus fruit physiology". In M. Schirra (ed.). *Advances in Postharvest diseases and disorders control of citrus fruit*. Research signpost, India. 71–92. p. 1999.
24. Ratanachinakorn, B., Kumsiri, W., Buchsapawanich, Y. and Singto, J. "Effect of chitosan on the keeping quality of pummelos". *Acta Hort*, 682:1769–1772. 2005.
25. Singh, K., "Storage behaviour of sweet oranges and mandarins". *Tech Bull ICAR*, 35:106. . 1971.
26. Valencia-Chamorroa, S., Pérez-Gagoa, M., Ángel del Ríoa, M. and Paloua, L. "Effect of antifungal hydroxypropyl methylcellulose (HPMC)–lipid edible development and quality attributes of cold-stored 'Valencia' oranges". *Postharvest. Biology and technology*, 54: 72–79. (2009).
27. Yamauchi, N., Tokuhara, Y., Ohyama, Y. and Shigyo, M., "Inhibitory effect of sucrose laurate ester on degreening in citrus nagato-yuzukichi fruit during storage". *Postharvest biol technol*. 47: 333–337. 2008.
11. Bruemmer, J.H., "Terminal oxidase activity during ripening of Hamlin orange". *Phytochemistry*, 28: 2901–2902. 1989.
12. Dong, T., Xia, R., Wang, Xiao, M. Z. and Liu, P., "Changes in dietary fibre, polygalacturonase, cellulase of 'Navel' orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck 'Cara Cara') fruits under different storage conditions". *Sci Hort*, 116: 414–420. 2008.
13. Hagenmaier, R.D. and Goodner K., "Storage of 'Marsh' grapefruit and 'Valencia' oranges with different coatings". *Proc Fla state hort Soc*, 115: 303–308. 2002.
14. Hagenmaier, R.D. and Shaw, P.E., "Changes in volatile components of stored tangerines and other specialty citrus fruits with different coatings". *J Food Sci*, 67: 1742–1745. 2002.
15. Hall, D.J., "Innovations in citrus waxing—An overview". *Proc fla state hort Soc*, 94: 258–263. 1981.
16. Hardenburg, R.E., "Wax and related coatings for horticultural products: a bibliography". *Agriculture research bulletin*. U.S. Department of agriculture, washington, DC. 57-15. 1967.
17. Jiménez-Cuesta, M. and Cuquerella, J., "Determination of a color index for citrus degreening". *Proc int soc citricult*, 2: 750–753. 1981.
18. Kaplan, H.J., Washing, waxing and color-adding. In W.F. Wardowski, S. Nagy, and W. Grierson (eds.). *Fresh citrus fruits*. AVI, New York. 379–395. 1986.
19. Kevers, C., Falkowski, M. J. Tabart, J.-O., Defraigne, J. D., and Pincemail, J.L., "Evolution of antioxidant capacity during storage of selected fruits and vegetables". *J Agric food Chem*. 55: 8596–8603. 2007.
20. Muramatsu, N., Kiyohide, K. and Tatsushi, O., "Relationship between texture and cell wall polysaccharides of fruit flesh in various species of citrus". *HortScience*, 31: 114–116. 1996.

آدرس نویسنده

گرگان- میدان بسیج- دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.