نشریه فرآوری و نگهداری مواد غذایی
جلد دهم، شماره دوم، ۹۷
۱-۱۸
http://ejfpp.gau.ac.ir
DOI:10.22069/EJFPP.2019.12067.1380

اثر پوشش‌های خوراکی لیپیدی و دمای نگهداری بر کیفیت خرما

حامد کاظمی[۱]، اعظم ایوبی*[۲]، اعظم اعرابی[۳]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهرضا، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرضا، ایران
[۲]استادیار، بخش علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
[۳]استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهرضا، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرضا، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۸/۰۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۵/۰۲

چکیده

سابقه و هدف: خرما یک محصول کشاورزی مهم در ایران به شمار می‌رود. این میوه منبع خوبی از انرژی بوده و غنی از ترکیبات مغذی می‌باشد. در بین واریته‌های مختلف و مهم خرما، واریته مضافتی از لحاظ بازارپسندی و مصرف در ایران در رتبه اول می باشد. به علت شرایط نامناسب نگهداری و نوع بسته‌بندی در طی دوره نگهداری، کیفیت خرما تغییر می‌کند و محصول در نتیجه تراوش شربت و از دست دادن رطوبت نیز چسبنده و سخت می‌شود. استفاده از پوشش خوراکی می‌تواند کمک خوبی به رفع این مشکل بنماید. پوشش‌های خوراکی به دلیل شواهد مربوط به اثرات سودمند آنها بر روی میوه‌ها و سبزی‌ها به‌طور وسیع در سال‌های اخیر مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. استفاده از فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی مزایای کاربردی فراوانی دارد از جمله: اصلاح متابولیسم بافت از طریق تاثیر بر سرعت تنفس، افزایش زمان ماندگاری، حفظ سفتی، و کنترل رشد میکروبی. فیلم‌ها و پوشش‌های پلی‌ساکاریدی، پروتئینی، لیپیدی و ترکیبی از جمله انواع مختلف فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی می‌باشند. فیلم‌های لیپیدی به دلیل قطبیت کم، خواص ممانعت‌کنندگی خوبی در برابر بخار آب دارند. دما نیز یکی از مهمترین فاکتورهای موثر بر ماندگاری و کیفیت خرما است. هدف از این پژوهش، مطالعه اثر پوشش‌های خوراکی لیپیدی و دمای نگهداری بر کیفیت خرمای مضافتی بوده است.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش خرمای مضافتی با پوشش‌های خوراکی لیپیدی (گلیسرول منواستئارات و موم کارنوبا) پوشش‌دهی و به مدت ۳ ماه در دماهای ۴ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. طی دوره نگهداری، افت وزنی، سفتی، اسیدیته، مواد جامد محلول کل (بریکس)، قند احیاءکننده، رنگ (روشنی، قرمزی و زردی) و صفات حسی (رنگ، بافت، طعم، پذیرش کلی) خرما ارزیابی شد. آزمایشات با قالب طرح کاملا تصادفی فاکتوریل انجام شد. پوشش خوراکی، دما و زمان نگهداری متغیرهای مستقل بودند. آنالیز واریانس برای داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS 21 انجام شد. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون توکی در سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام شد.

یافته‌ها: پوشش‌دهی در کاهش مقدار افت وزنی و روند تغییرات اسیدیته و رنگ و حفظ صفات حسی خرما تاثیرگذار بود. اسیدیته خرماهای پوشش‌دهی شده از شاهد بیشتر بود. اگرچه از نظر سفتی بافت، اسیدیته، مواد جامد کل و قند احیاءکننده اختلاف معنی‌داری بین پوشش‌های خوراکی مورد مطالعه مشاهده نشد؛ اما پوشش کارنوبا در حفظ رنگ و صفات حسی خرما موثرتر بود. پوشش خوراکی باعث افزایش معنی‌دار روشنی و زردی خرما شد. افزایش دما و زمان نگهداری به طور معنی‌داری افت وزنی را افزایش و زردی و امتیازات حسی را کاهش داد. افزایش زمان نگهداری نیز باعث افزایش سفتی و قرمزی و کاهش

*مسئول مکاتبه: mayoubi80@yahoo.com

روشنی و امتیازات حسی شد. در پایان دوره نگهداری، کمترین مقدار افت وزنی و بیشترین مقدار زردی (به ترتیب ۸/۱۳ درصد و ۰/۸۴۱-) مربوط به دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و پوشش گلیسرول منواستئارات و بیشترین مقدار روشنی و امتیاز پذیرش کلی و کمترین مقدار قرمزی نیز (به ترتیب ۱۷/۲، ۳/۱ و ۳/۹۹) مربوط به پوشش موم کارنوبا بود.

نتیجه‌گیری: استفاده از پوشش‌های خوراکی لیپیدی و دمای نگهداری پایین توانست تغییرات خواص فیزیکوشیمیایی و حسی خرما را به تاخیر انداخته و زمان ماندگاری خرمای مضافتی را افزایش دهد.

واژگان کلیدی: پوشش خوراکی، خرما، رنگ، گلیسرول منواستئارات، موم کارنوبا.

مقدمه

در بسیاری از کشورهای دنیا به ویـژه خاورمیانـه و شمال آفریقا میوه خرما به عنوان یکی از اجزای اساسی رژیم غذایی محسوب مـی‌شـود (۳۴). ایـران یکـی از مهم‌ترین کشورهای تولید کننده و صادرکننده خرمـا در جهان می‌باشد . حدود ۴۰۰ رقم و در بعضی از منابع تا ۶۰۰ رقم خرما در ایران گزارش شده است (۲۲). خرما به عنوان دومین محصول باغی کشور به دلیـل مزایـای نسـبی فراوانـی کـه در مقایسـه بـا دیگـر محصـولات کشاورزی دارد بسیار مورد توجه است (۲۷). خرمـا از نظر املاح بسیار غنی بوده و حداقل پانزده ماده معدنی دارد که درصد آنها در نوع تر و خشک متفاوت اسـت و پتاسیم، دارای بیشترین میزان می‌باشد (۵). این میوه حـاوی درصـد بـالایی از کربوهیـدرات (۴۴ تـا ۸۸ درصد)، چربی (۰/۲ تا ۰/۵ درصد)، پروتئین (۲/۳ تـا ۵/۶ درصد) ویتامین‌هـا و درصـد بـالایی از فیبرهـای غذایی است. هسـته خرمـا نیـز دارای ۱۴ نـوع اسـید چرب غیراشباع از جملـه اسـید اولئیـک، لینولئیـک و لینولنیـک اسـت (۶). ویتـامین‌هـای A، C، B_1، B_2، نیکوتنیـک اسـید و فولیـک اسـید از مهمتـرین ویتامین‌های موجود در خرمـا هسـتند (۳۱). خرمـای مضافتی را شاید بتـوان یکـی از خـوش‌طعـم‌تـرین و دلچسب‌ترین انواع خرمای جهان دانست. در بین ارقام مختلف خرمای ایران، خرمای مضافتی بهترین رقم از نظر بازار داخلی محسوب می‌شود، امـا بـه دلیـل بـالا بودن رطوبت و فسادپذیری بالای این رقم، نگهـداری آن با مشکل مواجه اسـت. خـروج شـربت، از دسـت دادن رطوبت و در نتیجه چسبنده شدن محصول و نیز تخمیر و ترشیدگی محصول به علت فعالیت کپک‌ها و مخمرها از عمده‌ترین مشکلات طی نگهداری این رقم خرما محسوب می‌شود (۳). به نظر می‌رسد که استفاده از پوشش خوراکی می‌تواند یک راهکار مـوثر جهـت افزایش پایداری این محصول باشد. امـروزه بـه دلیـل مخاطرات زیست محیطی ناشی از کاربرد پوشش‌های مصنوعی تجزیه‌ناپـذیر و همچنـین افـزایش تقاضـای مصرف‌کنندگان برای غذاهایی که حداقل فراینـد روی آنها انجام شده است، پوشش‌های بیوپلیمری و کاربرد آنها بسیار مورد توجه قرار گرفته است. یـک پوشـش خوراکی مطلوب قادر است زمـان مانـدگاری میـوه را بدون تشدید فعل و انفعالات بی‌هوازی افزایش داده و شدت فساد میوه را بدون تاثیر بر کیفیت میوه کـاهش دهد (۱۸). اثر پوشـش خـوراکی بـر میـوه تـا حـدود زیادی به دما، ضخامت و نوع پوشش، واریته و شرایط میـوه بسـتگی دارد (۳۰). پوشـش‌هـای خـوراکی بـه پوشش‌های پروتئینی، پلـی سـاکاریدی، لیپیـدی و یـا ترکیبی از آنها تقسیم‌بندی می‌شوند. استفاده از پوشش چربی در مورد فرآورده‌های غذایی، به ویـژه در مـورد محصولات قنادی و محصولات تـازه (پوشـش میـوه) سابقه طولانی دارد. به دلیل اینکه این ترکیبات قطبیت کمـی دارنـد کـارایی عمـده ایـن پوشـش‌هـا عمومـا جلوگیری از انتقال رطوبت است (۹). انواع ترکیبـات لیپیدی مورد استفاده بـه عنـوان پوشـش‌هـای محـافظ شامل منوگلیسریدهای اسـتیله شـده، اسـترهای متیـل اسیدهای چرب لوریک، پالمیتیک، استئاریک، اولئیـک، لینولئیک و لینولنیک، ترکیبات روغن‌های نخـل، هسـته نخل، آفتابگردان، گلرنگ، نارگیـل و خـوک، لسـیتین، موم‌های طبیعی و ترکیبات فعال‌کننده سطح می‌باشـند (۱۵). روغن‌های معدنی، موم، روغـن‌هـای گیـاهی و منوگلیسریدهای استیلاته شـده بـرای کـاهش کلوخـه شدن و چسـبندگی در فـرآورده‌هـای کشـمش مـورد استفاده قرار گرفته است (۲۸). استفاده از مخلوط‌های روغنهای گیاهی بـه عنـوان پوشـش بـرای میـوه‌هـای خشک، پایداری اندک طعم را نشان داده اسـت (۲۰). پوشش دادن مغزها با روغن های هیدروژنـه شـده یـا منوگلیسریدهای استیله شده حاوی یک آنتی‌اکسـیدان، زمان ماندگاری این محصولات را از طریق کند کـردن

و به تعویق انداختن تندی اکسیداتیو افزایش داد (۲۵). پوشش کیتوزان/اسید لوریک از قهوه‌ای شدن سیب برش خورده جلوگیری کرد (۳۲) در حالیکه پوشش کازئینات/لیپید افت رطوبت محصول را کاهش داد (۷). توانایی دو نوع پوشش خوراکی یکی بر پایه ایزوله پروتئین آب پنیر و دیگری بر پایه منوگلیسرید استیلاته تقطیر شده برای به تاخیر انداختن تندی اکسیداتیو گردو، توسط مات و کروچتا (۱۹۹۷) مورد ارزیابی قرار گرفت و مشخص شد که پوشش ایزوله پروتئین آب پنیر اثر معنی‌داری بر تندی اکسیداتیو گردو نداشت، اما پوشش منوگلیسرید زمان ماندگاری تکه‌های گردو را افزایش داد (۲۹). موم‌ها در ترکیب با روغن‌های گیاهی توسط دبیوفورت و همکاران (۱۹۹۸) برای پوشش دادن انجیر، کشمش، خرما و اسلایس هلوی خشک شده به کار رفته‌اند (۱۶). بالدوین و همکاران (۱۹۹۹) اثر دو نوع پوشش خوراکی مختلف (پوشش پلی ساکاریدی و موم کارنوبا) را بر اتمسفر داخلی و خارجی میوه انبه در طی نگهداری در شرایط تجاری شبیه‌سازی شده بررسی نموده و مشاهده نمودند که هر دو نوع پوشش مورد استفاده ضمن اصلاح اتمسفر، سبب کاهش فساد و بهبود ظاهر میوه شدند (۱۰). در بررسی وارگاس و همکاران (۲۰۰۶) از پوشش خوراکی بر پایه کیتوزان با وزن مولکولی بالا همراه با اسید اولئیک به منظور حفظ کیفیت توت‌فرنگی در طی نگهداری در سرما استفاده شد. افزودن اسید اولئیک به پوشش کیتوزان علاوه بر تقویت اثر ضدمیکروبی، سبب بهبود مقاومت در برابر عبور بخار آب شد (۳۷). نتایج بررسی آونا-بوستیوس و همکاران (۱۹۹۷) نشان داد که استفاده از پوشش خوراکی شامل ۱/۵ درصد کازئینات کلسیم و ۱/۵ درصد منوگلیسرید استیله، میزان افت رطوبت در کرفس را تا ۷۵ درصد کاهش داد و در میوه سیب مقاومت به بخار آب بالاتری را سبب شد (۷ و ۸). نتایج بررسی ایوبی و همکاران (۱۳۹۴) بر تاثیر پوشش خوراکی لیپیدی (گلیسرول منواستئارات و موم کارنوبا) بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و میکروبی کشمش نشان داد که پوشش‌دهی افت رطوبت، سفتی، روشنی، قرمزی، شمارش کلی و تعداد کل کپک و مخمر را در کشمش کاهش داد. موم کارنوبا نسبت به گلیسرول منواستئارات تاثیر بیشتری در پایداری کشمش داشت (۹). شواهد معتبری در مقالات وجود دارد که نشان می‌دهد درجه حرارت نیز نقش مهمی در بروز تغییرات کیفی خرما دارد. درجه حرارت‌های نگهداری بالا عمدتا منجر به افزایش افت کیفی این محصول می‌شود (۱، ۱۲، ۱۴، ۱۷ و ۳۴). نتایج بدست آمده از مطالعه عدالتیان و فضل‌آرا (۱۳۸۷) حاکی از آن بود که نگهداری خرما در دمای پایین، دارای اثر بازدارندگی بر رشد میکروب‌ها بوده است. این محققین، بهترین شرایط نگهداری جهت بازدارندگی و کاهش رشد میکروبی در میوه خرما را نگهداری در دمای یخچال بیان نمودند (۱۷). نظر به اهمیت موضوع، پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر استفاده از پوشش‌های خوراکی لیپیدی (موم کارنوبا و گلیسرول منواستئارات) و دمای نگهداری بر کیفیت و ماندگاری خرما طی ۳ ماه نگهداری انجام شده است.

مواد و روش‌ها

مواد: خرمای رقم مضافتی بم به صورت بسته‌بندی شده در بسته‌های پلی‌اتیلنی داخل کارتن‌های مقوایی از شرکت آبان آریا گستر تجارت کرمان خریداری شد. گلیسریل‌منواستئارات از شرکت ساینس لب[1] و موم کارنوبا از شرکت سیگما آلدریچ[2] تهیه شد. توئین ۸۰ نیز از شرکت مرک خریداری شد. قبل از انجام مرحله پوشش‌دهی، خرما تا انجام آزمایشات در

1. Sciencelab
2. Sigma-Aldrich

یخچال نگهداری شد. به منظور یکنواخت کردن نمونه‌ها و فراهم کردن امکان نمونه‌برداری تصادفی، خرماها با دقت به گونه‌ای که به آنها صدمه وارد نشود از داخل جعبه‌ها خارج شد و عمل مخلوط کردن و یکنواخت سازی بر روی آنها انجام شد.

روش‌ها

پوشش‌دهی: در پژوهش حاضر با توجه به غیریکنواختی سطح خرما، جهت عملیات پوشش‌دهی از روش غوطه‌وری استفاده شد. بدین منظور ابتدا از ترکیبات پوشش‌دهنده مورد نظر به کمک توئین ۸۰ به عنوان یک عامل امولسیون‌کننده محلول آبی تهیه شد. در این پژوهش دو تیمار پوشش‌دهی برای خرما مورد استفاده قرار گرفت و محلول‌های پوشش‌دهی مورد استفاده عبارت بودند از :

۱- محلول آبی ۰/۵ درصد (وزنی/وزنی) گلیسریل-منواستئارات، ۰/۵ درصد (وزنی/وزنی) توئین ۸۰

۲- محلول آبی ۰/۵ درصد (وزنی/وزنی) موم کارنوبا، ۰/۵ درصد (وزنی/وزنی) توئین ۸۰

محلول‌های آبی سازنده پوشش به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد (دمای ذوب ترکیبات لیپیدی مورد بررسی) روی گرم‌کن همزن آزمایشگاهی با سرعت ۱۲۰۰ دور در دقیقه، هم زده شد تا کاملا یکنواخت شود. از آب مقطر برای تهیه تمام محلول‌ها استفاده شد. خرماهای مضافتی به مدت ۳۰ ثانیه در محلول غوطه ور شد، نسبت محلول پوشش‌دهی به خرما ۲ به ۱ انتخاب شد. محلول پوشش‌دهی اضافی با آبکش کردن از خرما جدا شد. خرماهای پوشش داده شده در شرایط آزمایشگاه (دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد) به مدت ۲۴ ساعت خشک شده و سپس در بسته‌های پلی‌اتیلنی بسته‌بندی شدند (۹). تیمار شاهد فاقد پوشش بود. خرماهای تیمار شده و شاهد پس از بسته‌بندی، در دماهای ۴ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شده و در زمان‌های صفر، ۱، ۲ و ۳ ماه پس از نگهداری آزمون شدند.

مواد جامد محلول کل[1]: اندازه گیری مواد جامد محلول کل با استفاده از رفراکتومتر مدل Pal-1 ساخت کمپانی آتاگو کشور ژاپن در دمای ۲۰ درجه سانتی-گراد انجام گردید. بدین منظور حدود ۱۰ گرم از هر نمونه خرما در داخل هاون خمیر شده و سپس هم اندازه وزن خمیر به آن آب مقطر اضافه شد و به مدت ۱۰ دقیقه با همزن شیشه‌ای هم زده شد. سپس با کمک کاغذ صافی چند قطره از آن بر روی رفراکتومتر ریخته شده و عدد آن قرائت شد. مقدار ماده جامد محلول کل با ضرب عدد قرائت شده در عدد ۲ به دست آمد (۳).

اسیدیته: اسیدیته خرما به روش تیتراسیون با هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال اندازه‌گیری شد. بدین منظور ابتدا ۵ گرم از هر نمونه خرما در هاون چینی خمیر شد و پس از افزودن ۵۰ میلی لیتر آب مقطر و ۱۵ دقیقه هم زدن بر روی شیکر، تیتراسیون با استفاده از محلول سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به pH حدود ۸/۴ تا۸/۶ انجام شد (۱۲). اسیدیته خرما با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد: $Z=\frac{V\times N\times Meq\times 100}{W}$

در این رابطه V حجم سود مصرفی به میلی لیتر، N نرمالیته سود مصرفی، Meq میلی‌اکی والان اسید سیتریک (۰/۰۶۴) و W وزن نمونه می‌باشد.

افت وزنی: افت وزنی به‌وسیله اندازه‌گیری وزن خرما در زمان‌های ۱، ۲ و ۳ ماه پس از نگهداری و محاسبه اختلاف وزن در هر زمان با وزن اولیه خرما به دست آمد (۳۳).

قند احیاءکننده: برای اندازه گیری قند احیاءکننده خرما از روش لین آینون استفاده شد (۲۶). اساس این روش احیاء مس دو ظرفیتی ($Cu(OH)_2$) حاصل از

1. Total Soluble Solids

ترکیب فهلینگ A و B توسط قندهای احیاءکننده و تبدیل آن به مس یک ظرفیتی (Cu2O) می‌باشد. بدین‌منظور پس از توزین ۴ گرم خرما و رساندن به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر، تیتراسیون محلول‌های فهلینگ A وB با محلول قندی تا تشکیل رسوب قرمز آجری و در حضور معرف متیلن بلو انجام شد. مقدار گرم قند احیاءکننده در ۱۰۰ گرم نمونه خرما از رابطه زیر محاسبه شد:

$$n=\frac{F\times100\times100}{M\times V}$$

که در این رابطه n مقدار گرم قند احیاءکننده در ۱۰۰ گرم نمونه خرما، F فاکتور فهلینگ، M وزن نمونه خرما و V حجم محلول قندی مصرفی برای تیتراسیون است.

رنگ: رنگ‌سنجی نمونه‌های خرما، توسط سیستم رنگ‌سنجی هانترلب مدل TES-135A ساخت کشور ویتنام صورت گرفت و فاکتورهای روشنی (L)، قرمزی (a) و زردی (b) خرما اندازه‌گیری شد (۱۳).

سفتی: سفتی بافت، پس از جداکردن هسته خرما، طی آزمون نفوذ در دستگاه اینستران مدل ۱۱۴۰ ساخت کشور ایران توسط یک پروب استوانه به قطر ۱/۲۷ سانتی‌متر با سرعت ۲ میلی‌متر در ثانیه و عمق نفوذ ۱/۳ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد.

ارزیابی حسی: صفات حسی مورد مطالعه در این پژوهش شامل رنگ (شدت، شفافیت و کدورت رنگ ظاهری)، بافت (سفتی و نرمی به هنگام جویدن)، عطر و طعم (میزان درک عطر و طعم مطلوب در تست چشایی) و پذیرش کلی (میزان پذیرش محصول با در نظر گرفتن سایر ویژگی‌های حسی) بودند. ارزیابی صفات حسی با مقیاس هدونیک ۵ نقطه‌ای (۱ بسیاربد، ۲ بد، ۳ متوسط، ۴ خوب و ۵ بسیار خوب) توسط ۱۰ آزمونگر صورت گرفت.

آنالیز آماری: داده‌های به دست آمده در قالب طرح کاملا تصادفی در ۳ تکرار با آرایش فاکتوریل، و به کمک نرم‌افزار SPSS 21 تجزیه و تحلیل شدند. مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

افت وزنی: جدول ۱ اثر پوشش خوراکی، دما و زمان نگهداری بر افت وزنی خرما را نشان می‌دهد.

جدول ۱: اثر پوشش خوراکی، دما و زمان نگهداری بر افت وزنی خرما

Table 1. The effect of edible coating, temperature and storage time on weight loss of date fruit

زمان نگهداری (ماه) Storage time (month)			دمای نگهداری (درجه سانتی‌گراد) Storage temperature (Ċ)	پوشش خوراکی Edible coating
3	2	1		
9^{bc}	7.6^{cdefg}	6.2^{gh}	4	شاهد
11.36^{a}	9.7^{b}	6.74^{efgh}	25	Control
8.13^{cde}	7.33^{defg}	4.31^{i}	4	گلیسرول منواستئارات
8.75^{bcd}	7.87^{cdef}	5.41^{hi}	25	Glycerylmonoestearate
8.66^{bcd}	7.57^{cdefg}	6.156^{gh}	4	موم کارنوبا
9.83^{b}	8.7^{bcd}	6.5^{fgh}	25	carnauba wax

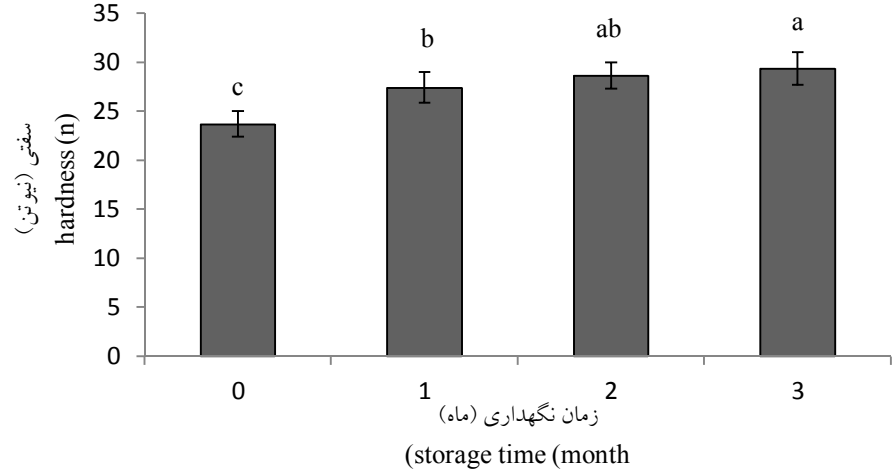
(میانگین‌های دارای حروف مشترک به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری ندارند)

(Means with the same letters are not significantly different)

نتایج پژوهش نشان داد که استفاده از پوشش خوراکی بر کاهش افت وزنی نمونه‌ها تاثیر گذار بوده است. تاثیر پوشش گلیسرول منواستئارات در کاهش میزان افت وزنی بیشتر از پوشش کارنوبا بود. به نظر می‌رسد علت این مسئله تشکیل پوشش یکنواخت‌تر گلیسرول منواستئارات در سطح خرما بوده است. بر

اساس نتایج مقایسه میانگین، در ماه اول نگهدای تنها اختلاف افت وزنی شاهد با پوشش گلیسرول منو استئارات در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و در ماه دوم نگهداری فقط اختلاف افت وزنی شاهد با پوشش گلیسرول منو استئارات در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد معنی‌دار بود. در پایان سومین ماه نگهداری نیز اختلاف معنی‌داری بین افت وزنی شاهد و پوشش-های خوراکی مورد مطالعه در دمای ۴ درجه سانتی-گراد مشاهده نشد؛ اما برای تیمارهای نگهداری شده در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، افت وزنی پوشش‌های گلیسرول منواستئارات و کارنوبا به ترتیب ۲۳ و ۲۲/۳ درصد کمتر از نمونه شاهد بود. اتلاف رطوبت در طی نگهداری و اتلاف قند از طریق تنفس دو عامل کاهش وزن در طی دوره نگهداری میوه می‌باشد (۳۴). بررسی سایر محققین نیز بر تاثیر پوشش‌های خوراکی در کاهش شدت افت وزنی میوه در طی دوره نگهداری دلالت داشته است. (۱۱). افزایش دمای نگهداری با افزایش معنی‌دار میزان افت وزنی خرما در طی دوره نگهداری همراه بود ($P\leq$ ۰/۰۵). مطالعه اثر دماهای مختلف انبارداری بر کیفیت خرما توسط چراغی دهدزی و همدمی (۱۳۹۱) نشان داد که بیشترین مقدار رطوبت در خرماهای نگهداری شده در دمای ۴ درجه سانتیگراد و کمترین میزان رطوبت، در دمای ۴۲ درجه سانتیگراد وجود داشت (۱۴). دمای نگهداری یک فاکتور مهم در میزان افت وزن میوه محسوب می‌شود. در واقع دما از طریق تاثیر بر اختلاف فشار بخار آب اتمسفر و میوه، نیروی لازم برای خروج رطوبت از میوه را فراهم می‌سازد (۳۴). با افزایش مدت زمان نگهداری نیز افت وزنی نمونه‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت ($P\leq$ ۰/۰۵)؛ به طوری که بیشترین مقدار افت وزنی مربوط به زمان ۳ ماه نگهداری بود. کاهش رطوبت در طول دوره نگهداری و شدت بیشتر افت رطوبت خرما در دماهای بالاتر انبارداری، توسط محققین دیگری مانند آچور و همکاران (۲۰۰۳) نیز گزارش شده است (۱). نتایج این بررسی با نتایج ایوبی و همکاران (۱۳۹۴) نیز مطابقت دارد (۹).

سفتی بافت: بر اساس نتایج آنالیز واریانس اثر پوشش خوراکی بر سفتی بافت خرما معنی‌دار نبود، اگرچه سفتی بافت خرمای پوشش‌دهی شده کمتر از شاهد بود. به نظر می‌رسد که پوشش خوراکی با کاهش میزان از دست رفتن رطوبت خرما در طی دوره نگهداری سبب کند شدن میزان افزایش سفتی بافت خرما شده است. با اینکه سفتی خرمای نگهداری شده در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد کمتر از خرمای نگهداری شده در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد بود اما باز هم نتایج آنالیز واریانس نشان داد که تاثیر دمای نگهداری بر سفتی بافت خرما معنی‌دار نبوده است.همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده است افزایش زمان نگهداری سبب افزایش معنی‌دار سفتی بافت خرما شد ($P\leq$ ۰/۰۵). به نظر می‌رسد که افزایش شدت افت رطوبت با افزایش زمان نگهداری علت این مسئله بوده است. افزایش سفتی بافت خرما با افزایش دما و زمان انبارداری توسط چراغی دهدزی و همدمی (۱۳۹۴) نیز گزارش شده است (۱۴). وجود ضرایب همبستگی منفی بالا بین مقدار سفتی و محتوای رطوبت خرما در تحقیقات محققین دیگر بیان شده است. این محققین ضمن گزارش افزایش سفتی بافت خرما با افزایش زمان نگهداری دلیل اصلی احتمالی تغییرات سفتی میوه خرما در طی دوره نگهداری را افزایش استحکام سلولی و متعاقبا سخت شدن اتصالات دیواره سلولی دانستند (۴). در جدول ۲ اثر پوشش خوراکی و دما بر سفتی بافت خرما نشان داده شده است.



شکل ۱: اثر زمان نگهداری بر سفتی بافت خرما

Figure 1. The effect of storage time on hardness of date fruit

جدول ۲: اثر پوشش خوراکی و دما بر سفتی بافت خرما

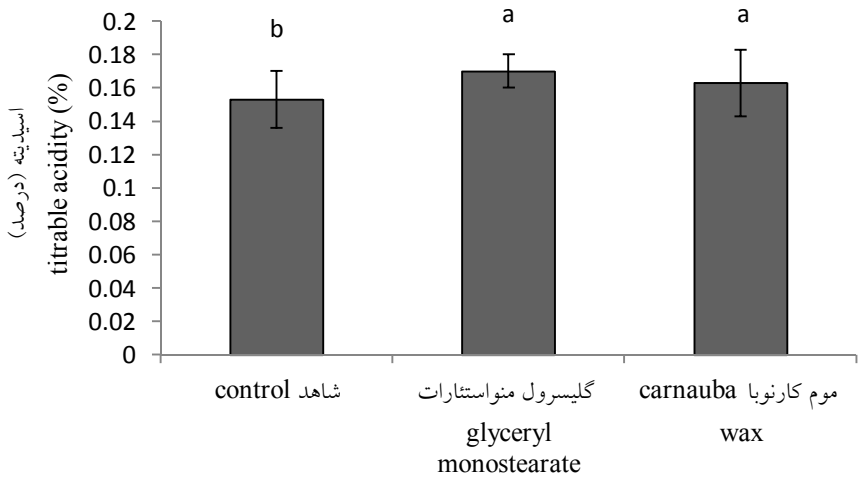
Table 2: The effect of edible coating and temperature on hardness of date fruit

سفتی (نیوتن) Hardness (n)	دمای نگهداری (درجه سانتی‌گراد) Storage temperature (Ċ)	پوشش خوراکی Edible coating
26/98[b]	4	شاهد
28//56[ab]	25	control
26/13[b]	4	گلیسرول منواستئارات
27/54[ab]	25	glycerylmonoestearate
26/91[b]	4	موم کارنوبا
28/55[ab]	25	carnauba wax

میانگین‌های دارای حروف مشترک به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری ندارند

Means followed by the same letters are not significantly different

اسیدیته: شکل ۲ اثر پوشش خوراکی را بر اسیدیته خرما نشان می‌دهد. مقدار اسیدیته نمونه‌های دارای پوشش خوراکی به طور معنی‌داری بیشتر از مقدار اسیدیته شاهد بود ($P\leq$ ۰/۰۵). البته نتایج مقایسه میانگین اختلاف معنی‌داری را بین اسیدیته نمونه دارای پوشش موم کارنوبا و خرمای پوشش‌دهی شده با پوشش خوراکی گلیسرول منواستئارات نشان نداد. به نظر می‌رسد که پوشش خوراکی با کاهش شدت تنفس، شدت کاهش اسیدیته در طی دوره نگهداری میوه را کاهش داده است. این نتیجه با نتایج هاتفی و همکاران (۱۳۹۲) مطابقت دارد (۳۴). نتایج بررسی یوسف (۲۰۱۴) نیز نشان‌دهنده کاهش شدت تغییرات اسیدیته میوه با استفاده از پوشش خوراکی پکتین بود (۳۸). اگرچه افزایش دمای نگهداری احتمالا به دلیل افزایش شدت تخمیر و فعالیت میکروارگانیسم‌ها اسیدیته خرما را افزایش داد و افزایش زمان نگهداری به دلیل پیشرفت رسیدگی خرما کاهش اسیدیته را به دنبال داشت؛ اما بر اساس نتایج آنالیز واریانس تاثیر دما و زمان نگهداری بر اسیدیته خرما معنی‌دار نبوده است (جدول ۳).



شکل ۲: اثر پوشش خوراکی بر اسیدیته خرما

Figure 2. The effect of edible coating on titrable acidity of date fruit

جدول ۳: اثر دما و زمان نگهداری بر اسیدیته خرما

Table 3. The effect of storage time and temperature on titrable acidity of date fruit

اسیدیته (درصد)	زمان نگهداری (ماه)	دمای نگهداری (درجه سانتی‌گراد)
Titrable acidity (%)	Storage time (month)	Storage temperature (Ċ)
0.17[a]	0	4
0.16[a]	1	
0.159[a]	2	
0.143[ab]	3	
0.17[a]	0	25
0.17[a]	1	
0.167[a]	2	
0.17[a]	3	

میانگین‌های دارای حروف مشترک به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری ندارند

Means with the same letters are not significantly different

مواد جامد محلول: بر اساس نتایج آنالیز واریانس تاثیر پوشش خوراکی، دما و زمان نگهداری بر مواد جامد کل معنی‌دار نبود. اگرچه مقدار مواد جامد محلول در نمونه‌های پوشش‌دهی شده کمتر از شاهد بود و با افزایش دما و زمان نگهداری مقدار مواد جامد خرما افزایش یافت. به نظر می‌رسد که کاهش میزان رطوبت در طی دوره نگهداری و تبدیل پلی‌ساکاریدها به قندهای ساده‌تر عمده‌ترین دلایلی هستند که افزایش بریکس را به دنبال دارند. پوشش خوراکی با کاهش میزان اتلاف رطوبت، افزایش بریکس کمتری را سبب می‌شود (۳۴). تشدید اتلاف رطوبت و افزایش غلظت مواد جامد محلول می‌تواند دلیل افزایش مواد جامد محلول با افزایش دما و زمان نگهداری باشد. جدول ۴ اثر پوشش خوراکی، دما و زمان نگهداری را بر مواد جامد محلول خرما نشان می‌دهد.

قند احیاءکننده: نتایج آنالیز واریانس حاکی از آن است که اثر فاکتورهای مورد بررسی بر مقدار قند احیاءکننده خرما معنی‌دار نبوده است (جدول ۵). اگرچه مقدار قند احیاءکننده نمونه‌های پوشش‌دهی شده کمتر از مقدار قند احیاءکننده نمونه شاهد بود. نتایج مطالعات یوسف (۲۰۱۴) نیز بر پایین بودن میزان افزایش قند احیاءکننده در توت‌فرنگی پوشش

داده شده با پکتین دلالت داشت. سنتز کندتر قند احیاءکننده در میوه پوشش‌دهی شده می‌تواند علت این مسئله باشد (۳۸). با افزایش دما و زمان نگهداری مقدار قند احیاءکننده خرما افزایش یافت. در پایان دوره نگهداری بیشترین مقدار قند احیاءکننده مربوط به نمونه شاهد و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد بود. پیشرفت رسیدگی میوه با افزایش دما و زمان نگهداری را می‌توان دلیل این نتیجه دانست.

جدول ٤: اثر پوشش خوراکی، دما و زمان نگهداری بر مواد جامد محلول خرما

Table 4. The effect of edible coating, temperature and storage time on total soluble solids (brix) of date fruit

زمان نگهداری (ماه) Storage time (month)				دمای نگهداری (درجه سانتی‌گراد) Storage temperature (Ċ)	پوشش خوراکی Edible coating
3	2	1	0		
73.38[a]	71.75[a]	71[a]	67[a]	4	شاهد
80.53[a]	77.3[a]	75[a]	67[a]	25	Control
69[a]	68.63[a]	68[a]	67[a]	4	گلیسرول منواستئارات
75.69[a]	73.51[a]	69.12[a]	67[a]	25	glycerylmonoestearate
72[a]	70.39[a]	70.1[a]	67[a]	4	موم کارنوبا
74.59[a]	73.81[a]	72.24[a]	67[a]	25	carnauba wax

میانگین‌های دارای حروف مشترک به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری ندارند

Means with the same letters are not significantly different

جدول ٥: اثر پوشش خوراکی، دما و زمان نگهداری بر میزان قند احیاءکننده خرما

Table 5. The effect of edible coating, temperature and storage time on reduced sugar contents of date fruit

زمان نگهداری (ماه) Storage time (month)				دمای نگهداری (درجه سانتی‌گراد) Storage temperature (Ċ)	پوشش خوراکی Edible coating
3	2	1	0		
67.23[a]	65.71[a]	64.73[a]	61.23[a]	4	شاهد
72.69[a]	69.61[a]	68.28[a]	61.23[a]	25	Control
63.79[a]	63[a]	62.23[a]	61.23[a]	4	گلیسرول منواستئارات
70.44[a]	68.96[a]	61.55[a]	61.23[a]	25	glycerylmonoestearate
65.22[a]	64.34[a]	64.21[a]	61.23[a]	4	موم کارنوبا
67.23[a]	66.51[a]	56.57[a]	61.23[a]	25	carnauba wax

میانگین‌های دارای حروف مشترک به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری ندارند

Means with the same letters are not significantly different

رنگ: نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر فاکتورهای مورد بررسی بر مقدار روشنی خرما معنی‌دار بوده است ($P\leq ۰/۰۵$). مقدار روشنی نمونه‌های پوشش‌دهی شده بیشتر از روشنی نمونه شاهد بود. آلید و همکاران (۲۰۱۴) اظهار داشتند رابطه مستقیمی بین مقدار روشنی رنگ خرما و مقدار رطوبت آن وجود دارد (۴). لذا به نظر می‌رسد که پوشش خوراکی از طریق حفظ بهتر رطوبت به حفظ روشنی رنگ خرما کمک نموده است.

تاثیر دمای نگهداری بر روشنی خرما معنی‌دار نبود. افزایش زمان نگهداری کاهش معنی‌دار روشنی خرما را به دنبال داشت. کاهش روشنی خرما طی دوره نگهداری در تحقیقات دیگر محققین نیز گزارش شده است (۲۴). قهوه‌ای شدن اکسیداتیو ترکیبات فنولیک و قهوه‌ای شدن قند به‌عنوان عوامل اصلی تیره شدن رنگ خرما در تیمارهای دمای بالا بیان شده است (۳۶). اثر پوشش خوراکی و زمان نگهداری بر روشنی رنگ خرما در جدول ۶ نشان داده شده است.

جدول ٦: اثر پوشش خوراکی و زمان نگهداری بر روشنی رنگ خرما.

Table 6. The effect of edible coating and storage time on lightness of date fruit

پوشش خوراکی Edible coating	زمان نگهداری (ماه) Storage time (month)			
	0	1	2	3
شاهد Control	17.56^{bcd}	13.68^{fg}	12.54^{g}	9.37^{h}
گلیسرول منواستئارات Glycerylmonoestearate	20.25^{a}	16.49^{de}	14.99^{ef}	14.11^{fg}
موم کارنوبا carnauba wax	19.36^{a}	18.85^{abc}	18.94^{ab}	17.2^{cd}

میانگین‌های دارای حروف مشترک به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری ندارند

Means with the same letters are not significantly different

تاثیر پوشش‌دهی بر قرمزی خرما نیز معنی‌دار بود (P≤ ۰/۰۵). استفاده از پوشش‌خوراکی گلیسرول منواستئارات، قرمزی بیشتر خرما نسبت به شاهد را سبب شد در حالی که قرمزی خرمای پوشش‌دهی شده با موم کارنوبا کمتر از شاهد بود. اگرچه با افزایش دمای نگهداری قرمزی رنگ خرما افزایش یافت، اما نتایج آنالیز واریانس حاکی از آن بود که تاثیر دمای نگهداری بر قرمزی رنگ خرما معنی‌دار نبوده است. با افزایش زمان نگهداری قرمزی رنگ خرما به طور معنی‌داری افزایش یافت (P≤ ۰/۰۵). به نظر می‌رسد که تغییرات pH محصول بر پایداری پیگمان‌های قرمز و در نتیجه تغییرات قرمزی رنگ آن موثر بوده است (۱۹). اثر پوشش خوراکی و زمان نگهداری بر قرمزی رنگ خرما در جدول ۷ نشان داده شده است.

جدول ۷: اثر پوشش خوراکی و زمان نگهداری بر قرمزی رنگ خرما

Table 7. The effect of edible coating and storage time on redness of date fruit

پوشش خوراکی Edible coating	زمان نگهداری (ماه) Storage time (month)			
	0	1	2	3
شاهد Control	1.85^{e}	2.36^{de}	3.92^{c}	5.53^{a}
گلیسرول منواستئارات Glycerylmonoestearate	$2.21d^{e}$	4.09^{bc}	4.21^{bc}	4.89^{ab}
موم کارنوبا carnauba wax	1.69^{e}	1.54^{e}	2.92^{d}	3.99^{c}

میانگین‌های دارای حروف مشترک به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری ندارند

Means with the same letters are not significantly different

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر فاکتورهای پوشش خوراکی، دما ، مدت زمان نگهداری بر زردی خرما معنی‌دار بوده است (P≤ ۰/۰۵). استفاده از پوشش خوراکی با افزایش زردی و افزایش دما و زمان نگهداری با کاهش زردی خرما همراه بود. کاهش زردی خرما طی دوره نگهداری توسط هزباوی و همکاران (۲۰۱۴) گزارش شده است (۲۴). یافته‌های گولک و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد که طی مدت زمان نگهداری کشمش در دمای محیط، مقدار زردی محصول کاهش یافت (۲۱). تاج‌الدین (۱۳۸۴) نیز گزارش نمود که با افزایش دمای نگهداری شاخص نشان‌دهنده شفافیت و خلوص رنگ (کروما) کاهش می‌یابد (۳۵). نتایج حاصل از اندازه‌گیری پارامترهای رنگ در بررسی افشاری جویباری و فرحناکی (۱۳۹۰) نشان داد که پارامتر b* در حین رسیدن خرما کاهش می‌یابد (۲). اثر پوشش خوراکی،

دما و زمان نگهداری بر زردی رنگ خرما در جدول ۸ نشان داده شده است.

جدول ۸: اثر پوشش خوراکی، دما و زمان نگهداری بر زردی خرما

Table 8. The effect of edible coating, temperature and storage time on yellowness of date fruit

پوشش خوراکی Edible coating	دمای نگهداری (درجه سانتی‌گراد) Storage temperature (Ċ)	زمان نگهداری (ماه) Storage time (month)			
		0	1	2	3
شاهد	4	-0.523^{def}	-0.6138^{def}	-1.25^{g}	-1.834^{h}
Control	25	-0.523^{def}	-0.348^{de}	-2.86^{j}	-4.29^{l}
گلیسرول منواستئارات	4	0.719^{bc}	1.122^{b}	-0.402^{de}	-0.841^{efg}
glycerylmonoestearate	25	0.719^{bc}	0.417^{c}	-0.559^{def}	-1.29^{g}
موم کارنوبا	4	-2.253^{i}	-1.822^{h}	-0.477^{de}	-1.03^{fg}
carnauba wax	25	-2.253^{i}	1.886^{a}	-2.439^{ij}	-3.61^{k}

میانگین‌های دارای حروف مشترک به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری ندارند

Means with the same letters are not significantly different

صفات حسی: بر اساس نتایج آنالیز واریانس اثر پوشش خوراکی، دما و زمان نگهداری بر امتیازات رنگ، بافت، عطر و طعم و پذیرش کلی خرما معنی‌دار بود ($P\leq$ ۰/۰۵). اگرچه در طی مدت نگهداری اختلاف معنی‌داری بین امتیاز رنگ نمونه پوشش‌دهی شده با گلیسرول منواستئارات و شاهد مشاهده نشد، اما امتیاز رنگ خرمای دارای پوشش موم کارنوبا به طور معنی‌داری بیشتر از شاهد بود (جدول ۹). تیمارهای پوشش‌دهی شده با پوشش‌های لیپیدی نسبت به شاهد امتیاز بافت بالاتری نیز داشتند. اگرچه با افزایش دما و زمان نگهداری امتیاز عطر و طعم کاهش پیدا کرد؛ اما پوشش‌دهی با امتیاز عطر و طعم بالاتر خرما همراه بود. در پایان زمان نگهداری در هر دو دمای مورد بررسی، امتیاز پذیرش کلی خرمای پوشش‌دهی شده بالاتر از شاهد بود. افزایش دما و زمان نگهداری، کاهش امتیازات رنگ، بافت و پذیرش کلی خرما را نیز به دنبال داشت. به طور کلی پوشش موم کارنوبا در حفظ صفات حسی خرما در طی دوره نگهداری موثرتر از گلیسرول منواستئارات بود. اثر پوشش خوراکی، دما و زمان نگهداری بر امتیازات بافت، طعم و پذیرش کلی خرما در جداول ۱۰ تا ۱۲ نشان داده شده است. مطالعات یوسف (۲۰۱۴) و ایوبی و همکاران (۲۰۱۵) نیز بر تاثیر پوشش‌های خوراکی در حفظ صفات حسی محصول دلالت داشته است (۹ و ۳۸).

جدول ۹: اثر پوشش خوراکی، دما و زمان نگهداری بر امتیاز رنگ خرما

Table 9. The effect of edible coating, temperature and storage time on the color score of date fruit

پوشش خوراکی Edible coating	دمای نگهداری (درجه سانتی‌گراد) Storage temperature (Ċ)	زمان نگهداری (ماه) Storage time (month)			
		0	1	2	3
شاهد	4	4.2^{a}	3.6^{abc}	-2.7^{cde}	2.1^{fgh}
Control	25	4.2^{a}	2.6^{cdefg}	2.1^{fgh}	1.6^{h}
گلیسرول منواستئارات	4	4.2^{a}	3.2^{bc}	2.7^{cdef}	2.4^{efg}
glycerylmonoestearate	25	4.2^{a}	2.8^{cde}	2.5^{defg}	-2^{gh}
موم کارنوبا	4	4.2^{a}	4^{a}	3.6^{ab}	3.1^{bcd}
carnauba wax	25	4.2^{a}	3.6^{abc}	3.2^{bc}	2.5^{defg}

میانگین‌های دارای حروف مشترک به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری ندارند

Means with the same letters are not significantly different

جدول ۱۰: اثر پوشش خوراکی، دما و زمان نگهداری بر امتیاز بافت خرما

Table 10. The effect of edible coating, temperature and storage time on the texture score of date fruit

زمان نگهداری (ماه) Storage time (month)				دمای نگهداری (درجه سانتی‌گراد) Storage temperature (Ċ)	پوشش خوراکی Edible coating
3	2	1	0		
2.7^{e}	3.1^{cde}	3^{bcde}	4.2^{a}	4	شاهد
1.5^{g}	2.1^{f}	3^{de}	4.2^{a}	25	Control
3.3^{bcd}	3.6^{abc}	3.8^{ab}	4.2^{a}	4	گلیسرول منواستئارات
2.7^{e}	3.1^{cde}	3.4^{bcd}	4.2^{a}	25	glycerylmonoestearate
3.4^{bcd}	3.7^{ab}	4^{a}	4.2^{a}	4	موم کارنوبا
2.9^{de}	3.3^{bcd}	3.8^{a}	4.2^{a}	25	carnauba wax

میانگین‌های دارای حروف مشترک به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری ندارند

Means with the same letters are not significantly different

جدول ۱۱: اثر پوشش خوراکی، دما و زمان نگهداری بر امتیاز عطر و طعم خرما

Table 11. The effect of edible coating, temperature and storage time on the flavor score of date fruit

زمان نگهداری (ماه) Storage time (month)				دمای نگهداری (درجه سانتی‌گراد) Storage temperature (Ċ)	پوشش خوراکی Edible coating
3	2	1	0		
2.1^{gh}	2.5^{efgh}	3.6^{abc}	3.9^{a}	4	شاهد
1.2^{i}	2^{h}	2.2^{gh}	3.9^{a}	25	Control
2.5^{efgh}	3.1^{bcde}	3.7^{ab}	3.9^{a}	4	گلیسرول منواستئارات
2.1^{gh}	2.6^{defg}	3^{cdef}	3.9^{a}	25	glycerylmonoestearate
3.2^{bcd}	3.4^{abc}	3.7^{ab}	3.9^{a}	4	موم کارنوبا
2.4^{fgh}	2.7^{defg}	3.2^{bcd}	3.9^{a}	25	carnauba wax

میانگین‌های دارای حروف مشترک به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری ندارند

Means with the same letters are not significantly different

جدول ۱۲: اثر پوشش خوراکی، دما و زمان نگهداری بر امتیاز پذیرش کلی خرما

Table 12. The effect of edible coating, temperature and storage time on total acceptance score of date fruit

زمان نگهداری (ماه) Storage time (month)				دمای نگهداری (درجه سانتی گراد) Storage temperature (Ċ)	پوشش خوراکی Edible coating
3	2	1	0		
$2.4f^{g}$	3.1^{cde}	3.5^{abc}	4^{a}	4	شاهد
1.5^{h}	2.1^{g}	2.8^{def}	4^{a}	25	Control
3^{cde}	3.5^{abc}	3.7^{ab}	4^{a}	4	گلیسرول منواستئارات
2.1^{g}	2.7^{ef}	3.1^{cde}	4^{a}	25	glycerylmonoestearate
3.1^{cde}	3.3^{bcd}	3.7^{b}	4^{a}	4	موم کارنوبا
2.3^{fg}	2.7^{e}	3.2^{bcde}	4^{a}	25	carnauba wax

میانگین‌های دارای حروف مشترک به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری ندارند

Means with the same letters are not significantly different

نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست آمده در این پژوهش نشان داد که استفاده از پوشش‌های خوراکی لیپیدی در حفظ کیفیت خرمای مضافتی طی انبارداری موثر بوده است. پوشش‌دهی در کاهش مقدار افت وزنی و روند تغییرات اسیدیته و رنگ و نیز حفظ صفات حسی

خرما تاثیرگذار بود. اگرچه از نظر سفتی بافت، اسیدیته، مواد جامد کل و قند احیاءکننده اختلاف معنی داری بین پوشش‌های خوراکی مورد مطالعه مشاهده نشد، اما پوششش خوراکی کارنوبا در حفظ رنگ و صفات حسی خرما موثرتر بود. به علاوه نتایج به دست آمده نشان داد که درجه حرارت نیز نقش مهمی در حفظ کیفیت خرما دارد. افزایش دمای نگهداری باعث افزایش افت وزنی و کاهش زردی رنگ و امتیازات حسی خرما شد. با افزایش مدت زمان نگهداری خرما نیز سفتی بافت و قرمزی محصول افزایش و روشنی و زردی رنگ و امتیازات حسی آن کاهش یافت.

منابع

1. Achour, M., Amara, S., Salem, N., Jebali, A., and Hamdi, M. 2003. Effect of vacuum and modified atmosphere packaging on Deglet Nour date storage in Tunisia. Fruits. 58: 205-212.
2. Afshari jouybari, H., and Farahnaky, A. 2011. Accelerated ripening of Mazafati date by hot water, acetic acid and sodium chloride solutions. Journal of Food Science and Technology. 8 (30): 45- 52. (In Persian)
3. Afshari Jooybari, H., Farahnaky, A., Majzoobi, M., Mesbahi, Gh.R., and Niakousari, M. 2012. Study of color changes of Mazafati date during drying for selecting optimum air temperature of drier. Journal of Food Science and Technology. 36 (9): 1- 10. (In Persian)
4. Aleid, S.M., Elansari, A.M., Zhen-Xing, T., and Sallam, A.A. 2014. Effect of cold storage and packing type on Khalas and Sukkary dates quality. Advance Journal of Food Science and Technology, 6 (5): 603-608.
5. Ali-Mohamed, A.Y., and Khamis. A.S. 2004. Mineralion content of the seeds of six cultivars of Bahraini date palm (*Phoenix dactylifera*). Journal of Agriculture Food Chemistry, 52(21): 6522-6525.
6. Al-Shahib. W., and Marshall, R.J. 2003. The fruit of the date palm: its possible use as the best food for the future. International Journal of Food Science Neutral. 54 (4): 247-259.
7. Avena-Bustillos, R.J. and Krochta, J.M. 1993. Water vapor permeability of caseinate-based edible films as affected by pH, calcium cross linking and lipid content. Journal of Food Science. 58(4): 904-907.
8. Avena-Bustillos, R.J., Krochta, J.M., and Saltveit, M.E. 1997. Water vapor resistance of red delicious apples and celery sticks coated with edible caseinate-acetylated monoglyceride films. Journal of Food Science. 62 (2):351-354.
9. Ayoubi, A., Sedaghat, N., Kashaninejad, M., Mohebbi, M., and Nassiri Mahalati, M. 2015. Effect of lipid based edible coatings on physicochemical and microbial properties of raisin. Iranian Food Science and Technology Research Journal. 11(5): 496-507. (In Persian)
10. Baldwin, E.A., Burns, J.K., Kazocas, W., Brecht, J.K., Hagenmaier, R.D., and Bender, R.J. 1999. Effect of two edible coatings with different permeability characteristics on mango ripening during storage. Journal of Postharvest Biology and Technology. 17: 215-226.
11. Baldwin, E.A., Nisperos-Carriedo, M.O., and Baker, R.A. 1995. Use of edible coatings to preserve quality of lightly (and slightly) processed products. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 35(6):509-52.
12. Baloch, M.K., Saleem, S.A., Ahmad, K., Baloch, A.K., and Baloch, W.A. 2006. Impact of controlled atmosphere on the stability of Dhakki dates. LWT-Food Science and Technology. 39: 671–676.
13. Celik, I., Yýlmaz, Y., Isýk, F., and Ustun, O. 2007. Effect of soapwort extract on physical and sensory properties of sponge cakes and rheological properties of sponge cake batters. Food Chemistry. 101 (3): 907-911.

14. Cheraghi Dehdezi, S., and Hamdami, N. 2014. The effect of storage types and conditions on the texture properties of dates (Kabkab variety) during storage. Journal of Food Science and Technology. 46 (12): 95-103. (In Persian)
15. Debeaufort, F., Peroval, C., Despre, D., Courthaudon, J.T., and Voilley, A. 2002. Arabinoxylan – Lipid – based edible films and coatings. 3. Influence of drying temperature on film structure and functional properties. Journal of Agriculture and Food chemistry. 50: 2423-2428.
16. Debeaufort, F., Quezada-Gallo, J.A., and Voilley, A. 1998. Edible films and coatings: Tomorrow's packaging. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 38(4): 299-313.
17. Edalation, M.R., and Fazlara, A. 2008. Evaluation of microbial characteristics of Stamaran cultivar dates during storage in 1384. Journal of Food Science and Technology. 5(3): 45-052. (In Persian)
18. El Ghaouth, A., Arul, J., Ponnampalam, R., and Boulet, M. 1992. Chitosan coating to extend the storage life of tomatoes. Horticulture Science. 27 (9): 1016-1018.
19. Fernandez- Lopez, J. 1998. Estudio del color por metodos objetivos en sistemas modelo de pastas deembutidos crudo - curados. Ph.D. Thesis, Universidad de Murcia, Spain
20. Goldenberg, N. 1976. The oiling of dried sultanas, Chern. Ind. 21: 956P.
21. Gulec, H., Kundakci, A., and Ergonul, B. 2009. Changes in quality attribute of intermediate-moisture raisins during storage. International Journal of Food Sciences and Nutrition. 60 (3): 210-223.
22. Hashempoor, M., Sanei Shariat Panahi, M., and Daneshvar, M.H. 2003. Identification of date palm cultivars in Khozestan province (Shadegan). Iranian, Journal of Agricultural Science. 34 (3):749-755. (In Persian)
23. Hatefi, H., Mortazavi, S.A., Hadad Khodaparast, M.H., and Milani. A. 2013. The effect of Kheler protein isolated based edible coating containing cinnamon and fumaric acid on physicochemical properties of Bam date fruit. 21st National Congress of Food and Technology. Shiraz University. (In Persian)
24. Hazbavi, I., Khoshtaghaza, M.H., Mostaan, A., and Banakar, A., 2015. Effect of postharvest hot-water and heat treatment on quality of date palm (*cv. Stamaran*). Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. 14(2): 153-159.
25. Hoover, M.W., and Nathan, P.J. 1982. Influence of tertiary butylhydroquinone and certain other surface coatings on the formation of carbonyl compounds in granulated roasted peanuts. Journal of Food Science. 47 (1): 246-248.
26. Institute of Standard and Industrial Research of Iran. 2013. Date syrup-specifications and tests methods. ISIRI Number 5075. (In Persian)
27. Institute of Standard and Industrial Research of Iran. 2013. Soft packed dates – microbiological specification and test methods. ISIRI Number 16217. (In Persian)
28. Kochhar, S.P. and Rossell, J.B. 1982. A vegetable oiling agent for dried fruits, Journal of Food Technology. 17(6): 661-668.
29. Mate, J.I. and Krochta, J.M. 1997. Whey Protein and Acetylated Monoglyceride Edible Coatings: Effect on the Rancidity Process of Walnuts. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 45(7): 2509-2513.
30. Park, H.J., Chinnan, M.S., and Shewfelt, R. 1994. Edible corn-zein film coatings to extend storage life of tomatoes. Journal of Food Processing and Preservation. 18 (4): 317-331.
31. Parker, R.S., and Swanson, J.E. 2002. Bioavailability and vitamin A value of carotenes from red palm oil assessed by an extrinsic isotope reference method. Asia Practice Journal Clinical Nutrition. 11 (7): 438-442.
32. Pennisi, E. 1992. Sealed in edible film, Science News. 141: 12.
33. Sedaghat, N., and Zahedi, Y. 2012. Application of edible coating and acidic washing for extending the storage life of

mushrooms (*Agaricus bisporus*). Journal of Food Science and Technology International. 18(6): 523-530.

34. Shahdadi, F., Mirzaei, H., Maghsoudlou, Y., Ghorbani, M., and Daraei Garmakhany, A. 2011. Effect of drying process on the phenolic-compounds content and antioxidant activity of two varieties of date-palm fruit Kaluteh and Mazafati. Journal of Nutrition Science and Food Technology. 3: 67-74. (In Persian)
35. Tajeddin, B. 2006. Investigation on the quality of raisins packaged using different materials. Journal of Agricultural Engineering Research. 6 (25): 45-64. (In Persian)
36. Vandercook, C.E., Hasegawa, S., and Maier, V.P. 1979. Quality and nutritive value of dates as influenced by their chemical composition. Date Growers' Institute. 54: 3-11.
37. Vargas, M., Albors, A., Chiralt, A., and Gonz´alez-Mart´ınez, C. 2006. Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosan–oleic acid edible coatings. Postharvest Biology and Technology. 41 (2): 164–171.
38. Yossef, M.A. 2014. Comparison of Different Edible Coatings Materials for Improvement of Quality and Shelf Life of Perishable Fruits. Middle East Journal of Applied Sciences. 4(2): 416-424.

EJFPP, Vol. 10 (2): 1-18
http://ejfpp.gau.ac.ir

Influence of lipid-based edible coatings and storage temperature on the quality of date fruit

H. Kazemi[1], A. Ayoubi[2*], A. Aarabi[3]
[1]M.Sc. graduate, Department of Food Science and Technology, Shahreza Branch, Islamic Azad University, Shahreza, Iran
[2]Assistant Professor, Department of Food science and Technology, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar university of Kerman, Kerman, Iran
[3]Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Shahreza Branch, Islamic Azad University, Shahreza, Iran
Received: 2016/10/28; Accepted: 2017/07/24

Abstract

Background and objectives: Date palm fruit (*Phoenix dactylifera L.*) is an important agricultural product in Iran. Date is a good source of energy and rich in nutrients. Amongst several important varieties of dates, Mazafati in terms of marketability and consumption in Iran is placed in first rank. Because of unsuitable storage conditions and poor packaging, fruit quality changes during storage and so the product turns sticky and hard due to the syrup exudation and moisture loss. To overcome this problem, application of edible coatings would be a proper suggestion. Edible coatings have been widely studied in the last years because of their proven beneficial effects on fruits and vegetables shelf life. The use of edible films and coatings has many functional advantages such as modification of fruits metabolism by affecting respiration rate, prolonged storage life, firmness retention, and controlling the microbial growth. Different kinds of polysaccharide, protein, lipid and composites are used as the films and coats. Lipid-based films have good water vapor barrier properties, due to their low polarity. Also, temperature is one of the most important factors, which affects the shelf life and the quality of date fruits. The purpose of this research was to study the effect of lipid based edible coating (glyceryl monostearate and carnauba wax) and storage temperature on quality of Mazafati date fruit.

Materials and methods: In this research Mazafati date fruit was coated with lipid based coatings (glyceryl monostearate and carnauba wax) and stored at 4 and 25 C° for 3 months. During storage, weight loss, hardness, titratable acidity, total soluble solids (TSS), reducing sugars, color (lightness, redness and yellowness) and sensory properties (color, texture, flavor and total acceptance) of date fruit were evaluated. The experiments were performed in factorial experiments on a completely randomized design. The edible coating, temperature and storage time were the independent variables. Analysis of variance (ANOVA) was conducted using SPSS 21 software. Comparisons among the mean values were also determined using Tukey test ($p<0.05$).

Results: The results showed that the coating was effective in decreasing the weight loss and the rate of change in titrable acidity and color, as well as sensory properties of date fruit. The coated date fruits had more titratable acidity compared to the control. Although no significant difference was found for hardness, titrable acidity, total soluble solids and reducing sugars contents, but carnauba wax coat was more effective to maintain color and sensory properties. The used edible coating resulted in increasing lightness, yellowness and sensory scores of date palm significantly. Increase in the storage temperature caused the increased weight loss and

*Corresponding author: mayoubi80@yahoo.com

decreased yellowness significantly. Increasing storage time also caused the increase in hardness, redness and decrease in lightness and sensory scores. At the end of storage time, the least value of weight loss and the highest value of yellowness (8.13% and -0.84, respectively) were found for the samples coated with glyceryl monostearate stored at 4 C°. Also, the highest value of lightness and total acceptance score and the least value of redness (17.2, 3.1 and 3.99 respectively) were obtained for the samples with carnauba wax coating.

Conclusion: The use of lipid based edible coating and low temperature storage could delay changes in physicochemical and sensory properties of date fruit and increase the shelf life of Mazafati date fruit.

Keywords: Carnauba wax, Color, Date palm fruit, Edible coating, Glyceryl monostearat.