مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

بررسی اثر پوشش خوراکی مبتنی بر موسیلاژ دانه بالنگوی شهری حاوی اسانس دارچین بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی توت‌فرنگی طی انبارمانی

رامین تمجیدی[۱]، مصطفی رحمتی جنیدآباد[۲*]، محمدرضا زارع بوانی[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران.

۲- استادیار، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/ ۱۲/۰٤

تاریخ پذیرش: ۱٤۰۱/۱۲/۲۷

کلمات کلیدی:

اسانس،

بالنگوی شهری،

پوشش خوراکی،

توت‌فرنگی،

عمر انبارمانی.

DOI: 10.22034/FSCT.19.135.59

DOR:20.1001.1.20088787.1402.20.135.6.2

*مسئولمکاتبات:

Rahmati@asnrukh.ac.ir

چکیده

پوشش‌های خوراکی ضد میکروب حاوی اسانس‌های گیاهی دارای مزایای مختلفی هستند و در حال حاضر برای طراحی بسته‌بندی‌های زیست تخریب‌پذیر استفاده می‌شوند. در این پژوهش، اسانس دارچین در غلظت‌های صفر، ۰/۳، ۰/٦ و ۰/۹ درصد به محلول موسیلاژ دانه بالنگوی شهری به منظور تولید پوشش خوراکی زیست فعال اضافه گردید. نمونه‌های توت‌فرنگی با پوشش خوراکی پوشش یافتند و تغییرات فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی آن‌ها طی دوره نگهداری ۱۰ روزه در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد بررسی گردید. در مقایسه با نمونه کنترل، استفاده از پوشش خوراکی مبتنی بر موسیلاژ دانه بالنگوی شهری حاوی ۰/۹ درصد اسانس دارچین، بطور معنی‌داری از تغییرات pH، اسیدیته، میزان مواد جامد محلول (۱۳/٦۹ درصد در برابر ٤۳/۵ درصد افزایش)، بارمیکروبی (log CFU/g ۳/۲۲ در برابر ۳/۹۸)، تجزیه بافت (٦/۷٤ در برابر ۳۳/۰۵ درصد) و ویژگی‌های حسی (رنگ، بو، بافت و پذیرش کلی) میوه توت‌فرنگی طی دوره نگهداری جلوگیری نمود. بنابراینپوشش خوراکی بر پایه موسیلاژ دانه بالنگوی شهری غنی شده با اسانس دارچین می‌تواند به‌عنوان یک بسته‌بندی فعال برای بهبود ویژگی‌های کیفی و ایمنی توت‌فرنگی استفاده شود.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.135.6.2]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.135.59]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.135.6.2]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.135.59]

۱- مقدمه

توت‌فرنگی (*Fragaria ananassa*)در سراسر جهان کشت می‌شود و به دلیل عطر خاص، رنگ قرمز روشن، بافت آبدار و شیرینی آن به‌طور گسترده مورد استقبال قرار می‌گیرد.در حال حاضر ایالات متحده آمریکا، اسپانیا، ترکیه، روسیه و کره کشورهای اصلی تولید کننده توت‌فرنگی هستند[۱].

توت‌فرنگی به دلیل سطوح بالای ویتامین C، فولات و ترکیبات فنولی، منبع مناسبی از ترکیبات زیست فعال است که بیشتر آن‌ها ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را در شرایط برون‌تنی و درون‌تنی نشان می‌دهند. علاوه بر این، توت‌فرنگی از نظر اقتصادی و تجاری مهم است و به‌طور گسترده به صورت تازه یا فرآوری شده مانند مربا، آب میوه و ژله مصرف می‌شود[۲].

برای دستیابی به حداکثر کیفیت از نظر ظاهر (تازگی، رنگ و عدم پوسیدگی یا اختلالات فیزیولوژیکی)، بافت (سفتی، شادابی و تردی)، طعم و ارزش غذایی (ویتامین‌ها، مواد معدنی و فیبر رژیمی)، توت‌فرنگی باید در بلوغ کامل برداشت شود. کپک خاکستری که توسط *بوتریتیس سینه‌را*[1] ایجاد می‌شود، مهم‌ترین پاتوژن پس از برداشت میوه‌های توت‌فرنگی از نظر اقتصادی است. فساد توت‌فرنگی پس از برداشت، می‌تواند با آسیب مکانیکی و خشک شدن نیز رخ دهد[۳].

دماهای پایین ذخیره‌سازی و اتمسفرهای اصلاح شده با سطوح بالای دی‌اکسید کربن، روش‌های رایج برای جلوگیری از رشد کپک و پیریمیوه و در نتیجه افزایش ماندگاری توت‌فرنگی هستند. بااین‌حال، قرار گرفتن طولانی‌مدت میوه با غلظت‌های بالای دی‌اکسید کربن می‌تواند باعث ایجاد بدطعمی در محصول گردد [٤و ٥]. استفاده از قارچ‌کش‌های شیمیایی سنتزی روش اصلی برای کاهش بیماری پس از برداشت بوده است. بااین‌حال، نگرانی مصرف‌کنندگان در مورد باقی‌مانده آفت‌کش‌ها در غذاها، همراه با مقاومت پاتوژن‌ها در برابر بسیاری از آفت‌کش‌های مورد استفاده در حال حاضر، نیاز به یافتن روش‌های جایگزین برای کنترل پوسیدگی را افزایش داده است. اخیراً محصولات طبیعی زیست‌فعال به یک جایگزین مؤثر برای قارچ‌کش‌های سنتزی تبدیل شده‌اند [٦و ٧].

نگهداری محصولات تازه با استفاده از پوشش‌های خوراکی بطور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته است. مکانیسم‌های مختلفی در افزایش ماندگاری میوه‌ها و سبزی‌ها توسط پوشش/فیلم خوراکی نقش دارند که شامل کاهش از دست دادن رطوبت و تبادل کنترل شده گاز (CO_2/O_2) است که منجر به کاهش سرعت تنفس می‌شود. فیلم‌های خوراکی همچنین می‌توانند از آسیب‌های مکانیکی ایجاد شده در حین جابجایی و فراوری پس از برداشت جلوگیری نمایند [۱۱-۸]. در دهه گذشته، روند رو به افزایشی در توسعه پوشش‌های زیست تخریب‌پذیر و خوراکی مبتنی بر پلی‌ساکارید وجود داشته است[۹ و ۱۲].

موسیلاژ دانه بالنگوی شهری(*Lallemantiaiberica*) یک منبع کربوهیدرات ارزان قیمت برای تولید فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی مبتنی بر پلیمرهای زیستی برای استفاده در بسته‌بندی مواد غذایی است. بالنگوی شهری از خانواده *Lamiaceae* است و به‌عنوان یک داروی زیستی قوی برای درمان تب، سرفه، استرس، بیماری‌های کبدی و کلیوی استفاده می‌شود[۱۳]. بااین‌حال، پوشش‌های مبتنی بر پلی‌ساکارید به ندرت اثر ضد میکروبی یا آنتی‌اکسیدانی دارند و بنابراین افزودنی‌های زیست فعالی مانند ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی، معمولاً در پوشش‌های خوراکی گنجانده می‌شوند تا عملکرد تکنولوژیکی آن‌ها را اصلاح کنند [۹].

اسانس‌ها یکی از انواع ترکیبات طبیعی پرکاربرد هستند و به دلیل ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی که دارند، به‌عنوان ترکیبات ایمن در فناوری‌های نگهداری مواد غذایی شناخته می‌شوند[١٤]. دارچین (*Cinnamomum zeylanicum*) متعلق به خانواده *Lauraceae* است که به صورت وحشی در هند، سریلانکا، هند، چین و ماداگاسکار می‌روید. پوست داخلی آن به‌عنوان یک عامل درمانی قوی در طب سنتی و به‌عنوان یک ماده طعم‌دهنده در غذاها استفاده شده است. فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی، ضد جهش‌زایی و ضد میکروبی اسانس و عصاره آن در مطالعات مختلف ارزیابی شده است[۱۵]. با اینحال، تاکنون مطالعه‌ای در مورد تأثیر بالقوه پوشش‌های خوراکی مبتنی بر موسیلاژ دانه بالنگوی شهری حاوی اسانس دارچین بر کیفیت و ماندگاری میوه توت‌فرنگی در طول نگهداری در یخچال صورت نگرفته است. بنابراین مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر بازدارندگی پوشش خوراکی زیست‌فعال نسبت به تغییرات فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی میوه توت‌فرنگی در شرایط نگهداری سرد انجام گردید.

1. *Botrytis cinerea*

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

دانه‌های بالنگو شهری و دارچین از عطاری در شهر اهواز خریداری شدند. استخراج اسانس از پوست دارچین تحت روش استخراج تقطیر با آب انجام گرفت[۱۵]. سایر مواد استفاده شده در این مطالعه از درجه آزمایشگاهی برخوردار بودند و از شرکت مرک (آلمان) و یا سیگما (آمریکا) تهیه شدند.

۲-۲- استخراج موسیلاژ

جهت استخراج موسیلاژ، ابتدا دانه‌های بالنگو شهری الک شدند و سپس به مدت ۳۰ دقیقه در اتانول خیسانده شدند تا گرد و غبار و آلودگی احتمالی از بین برود. سپس دانه‌ها به مدت ۱۲ ساعت در آون در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. فرآیندآبپوشانی برای استخراج موسیلاژدانه با توجه به شرایط زیر اعمال شد: نسبت آب به دانه ۲۰ به ۱، pH معادل ۷ و ۳ ساعت هم زدن در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد. سپس موسیلاژ استخراج شده با فیلتر کردن مخلوط اولیه آب-دانه از طریق پارچه نخی و سپس سانتریفیوژ کردن در ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه به دست آمد. موسیلاژ نیمه خالص شده در نهایت در آون و در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ٦ ساعت خشک شد. موسیلاژ خشک سپس بسته‌بندی و در دمای اتاق نگهداریگردید [١٦].

۲-۳-انتخاب میوه و آماده‌سازی

میوه‌های آلوده، فاسد و نارس از سایر میوه‌ها جداسازی شدند و میوه‌های باقیمانده از نظر شکل، رنگ و اندازه بررسی شدند تا یکنواخت باشند. سپس میوه‌ها با آب مقطر کاملاً شسته و خشک گردیدند.

۲-٤- تهیه پوشش خوراکی

پوشش خوراکی با حل کردن ۲ گرم موسیلاژ و ۰/۱ گرم Tween 80 در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر استریل شده تهیه گردید. مخلوط هم زده شد و به مدت ۲ ساعت حرارت داده شد. پس از آن، اسانس به محلول موسیلاژ در غلظت‌های صفر، ۰/۳، ۰/٦ و ۰/۹ درصد اضافه شد و محلول به دست آمده به‌عنوان پوشش خوراکی زیست فعال برای افزایش ماندگاری میوه‌های توت‌فرنگی استفاده شد. میوه‌های توت‌فرنگی به مدت ۵ دقیقه در امولسیون غوطه‌ور و سپس به یک ظرف حاوی توری جهت آبکش شدن منتقل گردیدند.در این مرحله، نمونه‌ها به مدت ۱ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در معرض جریان باد قرار گرفتند تا خشک شوند. نمونه‌ها سپس در جعبه سوراخ‌دار به منظور جلوگیری از تغییرات جوی بسته‌بندی و در نهایت در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. جهت تهیه نمونه کنترل، یک گروه از میوه‌ها در شرایط مشابه در آب مقطر غوطه‌ور شدند. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی نمونه‌های توت‌فرنگی در روزهای ۱، ٤، ۷ و ۱۰ نگهداری در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد بررسی گردید [۱۳و ۱۷و ۱۸].

۲-۵- اسیدیته و pH

مقدار pH آب میوه توت‌فرنگی با کمک دستگاه pH سنج (HI 221, Hanna Instruments, Woonsocket, RI) در دمای محیط تعیین گردید. جهت اندازه‌گیری میزان اسیدیته نمونه‌ها، آب میوه صاف شده (۵ میلی‌لیتر) با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. در ادامه، چند قطره معرف فنول فتالئین به آن اضافه گردید و محلول با سود ۰/۱ نرمال تیتر شد. هر میلی‌لیتر سود ۰/۱ نرمال معادل ۰/۰۰٦۷ گرم سیتریک اسید در نظر گرفته می‌شود [۱۹].

۲-٦- مواد جامد محلول

میزان مواد جامد محلول نمونه‌ها (آب میوه صاف شده) توسط دستگاه رفراکتومتر در دمای محیط بررسی گردید.

۲-۷- شمارش قارچ‌ها

نمونه‌های میوه در هاون چینی استریل خرد شدند تا محلول یکنواختی حاصل گردد. در ادامه، ۲۵ گرم از محلول با ۲۲۵ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژی ترکیب شد تا رقت‌های متوالی تهیه گردد. هر یک از رقت‌های متوالی در محیط سابورود دکستروز آگار کشت سطحی داده شد. پس از آن، محیط کشت به مدت ۳-۵ روز در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد گرمخانه‌گذاری گردید و پرگنه‌های حاصل شمارش شدند [۲۰و ۲۱].

۲-۸- سفتی بافت

دستگاه بافت سنج (Stable Micro System Texture Analyzer, TA, XT2i, UK) جهت تعیین میزان سفتی نمونه‌ها طی دوره نگهداری مورد استفاده گرفت. پروب استوانه‌ای به قطر ٦ میلی‌متر با سرعت ۰/۲ میلی‌متر در ثانیه به

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.135.6.2]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.135.59]

میزان ۳ میلی‌متر به درون بافت میوه نفوذ کرده و میزان نیروی وارده بر حسب نیوتن ثبت و بعنوان سفتی نمونه‌ها گزارش گردید [۱۷و ۲۲].

۲-۹- ویژگی‌های حسی

پارامترهای حسی بو، رنگ، بافتو پذیرش کلی نمونه‌ها توسط ۲۰ نفر ارزیاب از طریق آزمون هدونیک ۹ نقطه‌ای ارزیابی شد. امتیازات حسی از خیلی عالی (۹) تا خیلی بد (۱) رتبه‌بندی شدند[۹].

۲-۱۰- آنالیز آماری

نتایجاین مطالعه با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۶) آنالیز شدند. آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد ($P< ۰/۰۵$) جهت تعیین اختلاف بین میانگین داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت. لازم به ذکر است که تمامی آزمایش‌ها سه مرتبه تکرار شدند.

۳- نتایج و بحث

نتایج تأثیر پوشش خوراکی و زمان نگهداری بر میزان تغییرات pH و اسیدیته نمونه‌های توت‌فرنگی در شکل ۱ نشان داده شده است. افزایش زمان نگهداری از ۱ به ۱۰ روز سبب افزایش میزان pH و کاهش میزان اسیدیته نمونه‌ها گردید ($p > 0.05$). نوع پوشش خوراکی نیز تأثیر معنی‌داری بر میزان pH و اسیدیته نمونه‌ها نشان نداد. در روز دهم نگهداری، بیشترین میزان pH در نمونه کنترل و کمترین مقدار در نمونه‌های پوشش یافته بود. در همین راستا، نمونه‌های کنترل و پوشش یافته به ترتیب کمترین و بیشترین میزان اسیدیته را در روز دهم نگهداری در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد نشان دادند. تغییرات کمتر میزان اسیدیته و pH در نمونه‌های پوشش یافته با موسیلاژ حاوی اسانس دارچین ممکن است ناشی از کاهش شدت تنفس در این گروه باشد. در حقیقت، فعالیت آنزیمی طی دوره نگهداری میوه توت‌فرنگی سبب کاهش اسیدیته میوه می‌گردد [۱۹]. بنابراین، افت بیشتر اسیدیته در نمونه کنترل می‌تواند به دلیل افزایش سرعت تجزیه اسیدها و ترکیبات آلی در این نمونه باشد. نتایج مشابهی توسط سایر محققین گزارش شده است [۱۹و ۲۳].

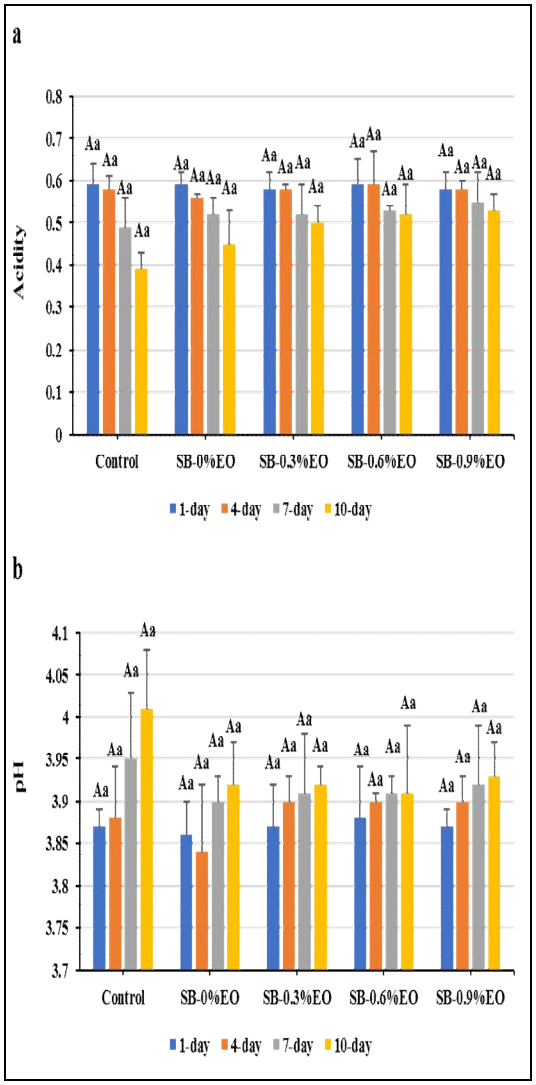

Fig 1 Changes in acidity (a) and pH (b) of strawberries during storage at 4 °C; SB, ShahriBalangu, EO, Essential oil.Significant small and capital letters indicate the effect of coating type and storage time, respectively ($p <0.05$).

روند تغییرات میزان مواد جامد محلول نمونه‌های توت‌فرنگی کنترل و پوشش یافته با موسیلاژ بالنگوی شهری حاوی اسانس دارچین طی دوره نگهداری در شکل ۲ نشان داده شده است. افزایش میزان مواد جامد محلول طی دوره نگهداری میوه عمدتاً ناشی از تجزیه کربوهیدرات‌ها و شروع فساد میوه در کنار تبدیل اسید به قند در طول تنفس می‌باشد [۲٤]. مطابق نتایج، افزایش زمان نگهداری سبب افزایش معنی‌دار میزان مواد جامد محلول نمونه‌ها گردید. با اینحال، روند افزایش مواد

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.135.6.2]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.135.59]

جامد محلول با افزایش غلظت اسانس در پوشش خوراکی کاهش یافت. بطوریکه میزان افزایش مواد جامد محلول در نمونه‌های کنترل، پوشش یافته با موسیلاژ بدون اسانس، پوشش یافته با موسیلاژ حاوی غلظت‌های ۰/۳، ۰/۶ و ۰/۹ درصد اسانس به ترتیب برابر با ۴۳/۵، ۳۵/۶۸، ۲۵/۳۳، ۱۸/۳۶ و ۱۳/۶۹ درصد بود که این حالت می‌تواند ناشی از تنفس کمتر در نمونه‌های پوشش یافته باشد. هماهنگ با نتایج این پژوهش، گزارش شده است که استفاده از پوشش خوراکی مبتنی بر نشاسته روی میوه توت‌فرنگی سبب جلوگیری از افزایش قابل‌توجه مواد جامد محلول در میوه در مقایسه با نمونه کنترل گردید [۲۵].

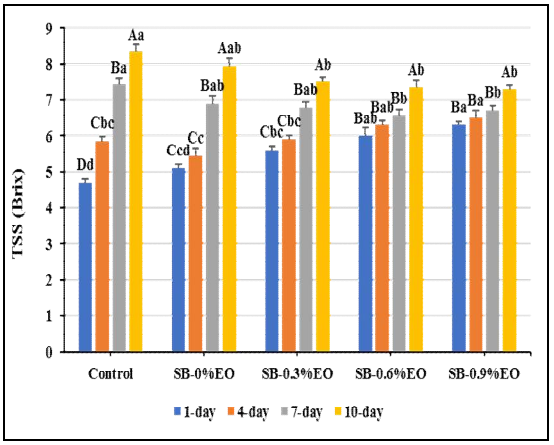

Fig 2 Changes in total soluble solids of strawberries during storage at 4 °C; SB, ShahriBalangu, EO, Essential oil.Significant small and capital letters indicate the effect of coating type and storage time, respectively ($p < 0.05$).

تعداد کل قارچ‌ها در نمونه‌ها با افزایش زمان نگهداری بطور قابل‌توجهی افزایش نشان داد (۸/۳۸ تا ۲۷/۵۶ درصد)، اما این افزایش در نمونه‌های توت‌فرنگی پوشش یافته با موسیلاژ بالنگوی شهری بارگذاری شده با اسانس دارچین معنی‌دار نبود (شکل ۳). در روز دهم نگهداری، بیشترین تعداد قارچ در نمونه کنترل (۳/۹۸ log CFU/g) و کمترین میزان در نمونه پوشش یافته حاوی ۰/۹ درصد اسانس دارچین بود (۳/۲۲ log CFU/g). از آنجایی که گونه‌های قارچ هوازی هستند و عمدتاً روی سطح محصول رشد می‌کنند، پوشش‌های مبتنی بر موسیلاژ بالنگوی شهری به‌عنوان مانع اکسیژن عمل می‌کنند[۱۳] و رشد قارچ‌ها را به‌طور قابل‌توجهی در محصول کاهش می‌دهند. علاوه بر این، فعالیت ضد قارچی اسانس دارچین در سایر مطالعات به اثبات رسیده است [۲۶و ۲۷]. بنابراین، میزان رشد کمتر قارچ در نمونه‌های پوشش یافته با موسیلاژ حاوی اسانس دارچین را می‌توان به نفوذپذیری پایین پوشش خوراکی نسبت به اکسیژن و فعالیت ضد قارچی اسانس دارچین مرتبط دانست که هماهنگ با یافته‌های سایر محققین می‌باشد [۱۱].

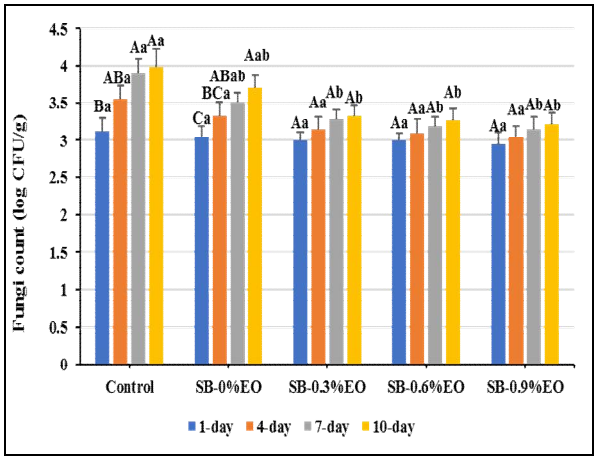

Fig 3 Changes in fungi count of strawberries during storage at 4 °C; SB, ShahriBalangu, EO, Essential oil.Significant small and capital letters indicate the effect of coating type and storage time, respectively ($p < 0.05$).

شکل ٤، تغییرات میزان سفتی نمونه‌های توت‌فرنگی کنترل و پوشش یافته طی دوره نگهداری تحت شرایط یخچالی را نشان می‌دهد. تمامی نمونه‌ها دستخوش کاهش میزان سفتی طی دوره نگهداری شدند، اما این کاهش در نمونه‌های پوشش داده شده با موسیلاژ بالنگوی شهری حاوی اسانس دارچین معنی‌دار نبود ($p > 0.05$) و افزایش غلظت اسانس در پوشش خوراکی سبب ممانعت از تخریب بافت گردید.

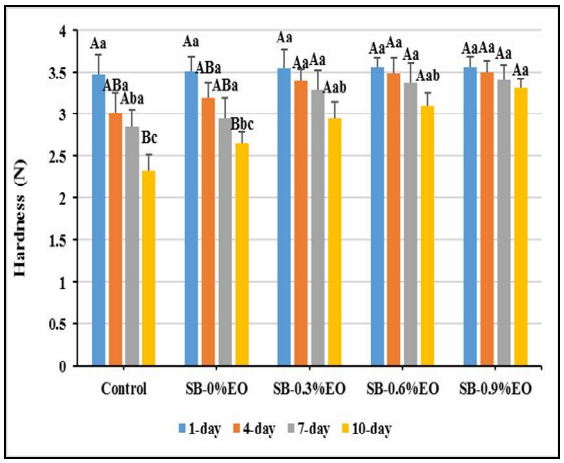

Fig 4 Changes in hardness of strawberries during storage at 4 °C; SB, ShahriBalangu, EO, Essential oil.Significant small and capital letters indicate the effect of coating type and storage time, respectively ($p < 0.05$).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.135.6.2]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.135.59]

بطور کلی، میزان تجزیه بافت در نمونه‌های کنترل، پوشش داده شده با موسیلاژ بدون اسانس و پوشش یافته با موسیلاژ بالنگوی شهری حاوی غلظت‌های ۰/۳، ۰/٦ و ۰/۹ درصد اسانس دارچین به ترتیب برابر با ۳۳/۰۵، ۲٤/٤۳، ۱٦/۹۰، ۱۲/۹۲ و ٦/۷٤ درصد بود. کاهش سفتی میوه توت‌فرنگی طی دوره نگهداری ممکن است به علت حل شدن پلی‌ساکاریدهای دیواره سلولی، فعالیت آنزیمی، تخریب دیواره سلولی و پارانشیم و همچنین فساد قارچی باشد [۳و ۲۸و ۲۹]. بنابراین میزان سفتی بالاتر نمونه‌های پوشش یافته با موسیلاژ حاوی اسانس بعد از دوره نگهداری نسبت به نمونه کنترل می‌تواند ناشی از شدت کمتر تنفس و بار میکروبی (قارچ) پایین‌تر در این نمونه‌ها باشد. هماهنگ با نتایج این مطالعه، پنجی و همکاران [۲٤] و هرناندز مونز و همکاران [۳]به ترتیب گزارش نمودند که میوه‌های توت‌فرنگی پوشش یافته با پوشش‌های خوراکی مبتنی بر کنسانتره پروتئین آب‌پنیر- اسانس دانه گیاه زنیان و نانو امولسیون حاوی کیتوزان، نسبت به نمونه شاهد از میزان سفتی و استحکام بافت بالاتری برخوردار بودند.

ویژگی‌های حسی نمونه‌های توت‌فرنگی طی دوره نگهداری دستخوش تغییر شدند (شکل ۵). به استثنای نمونه پوشش یافته با موسیلاژ حاوی ۰/۹ درصد اسانس، سایر نمونه‌ها متحمل کاهش معنی‌دار شاخص حسی رنگ طی نگهداری شدند ($p<0.05$). با افزایش زمان نگهداری، شاخص حسی بو بطور معنی‌داری کاهش یافت. اگرچه تمامی نمونه‌ها دستخوش تجزیه بافت طی دوره نگهداری شدند، اما این کاهش در نمونه پوشش یافته با موسیلاژ حاوی ۰/۹ درصد اسانس معنی‌دار نبود که در راستای نتایج بافت سنجی می‌باشد (شکل ٤).

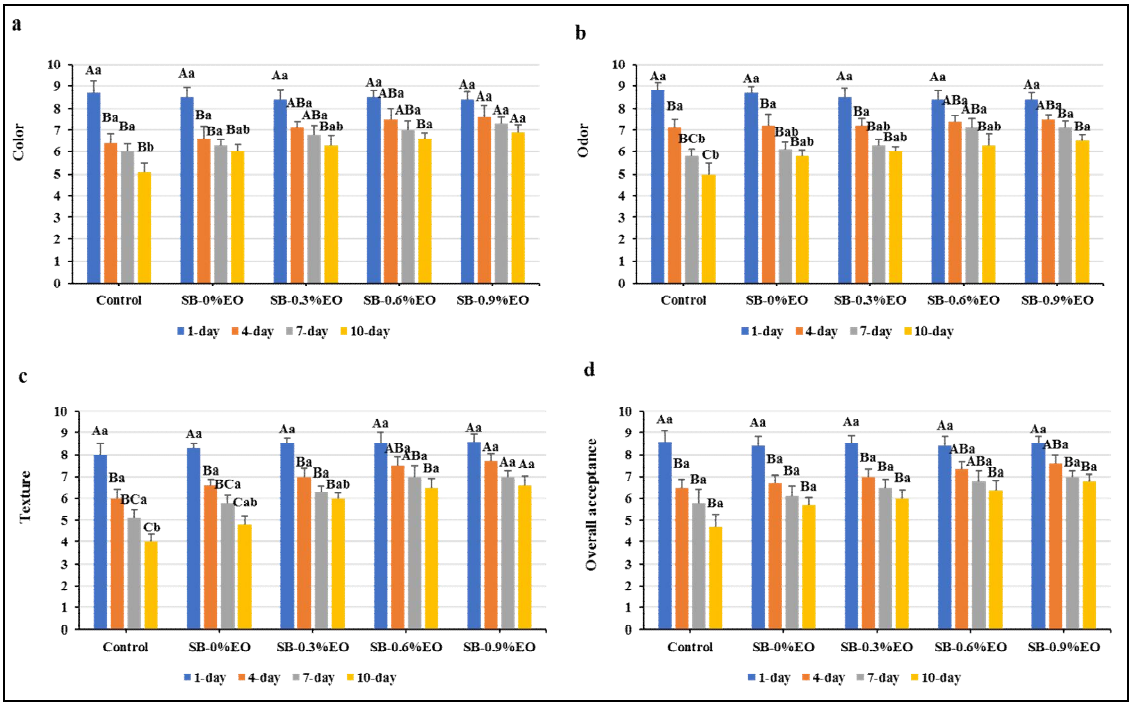

Fig 5 Changes in sensory parameters color (a), odor (b), texture (c), and overall acceptance (d) of strawberries during storage at 4 °C; SB, ShahriBalangu, EO, Essential oil.Significant small and capital letters indicate the effect of coating type and storage time, respectively ($p<0.05$).

روند مشابهی در ارتباط با شاخص حسی پذیرش کلی مشاهده گردید. بطوریکه افزایش زمان نگهداری از ۱ به ۱۰ روز سبب کاهش معنی‌دار این شاخص گردید. با اینحال، شدت افت پذیرش کلی نمونه‌ها در نمونه‌های پوشش یافته، بویژه انواع حاوی اسانس دارچین، کمتر از سایر نمونه‌ها بود. بطور کلی، نمونه‌های کنترل و پوشش یافته با موسیلاژ حاوی ۰/۹ درصد اسانس دارچین به ترتیب کمترین و بیشترین امتیازات حسی را در انتهای زمان نگهداری بخود اختصاص دادند. لازم به ذکر است که کیفیت ظاهری و خوراکی میوه (رنگ و عطر و طعم) طی دوره نگهداری به دلیل افزایش سرعت تنفس و فعالیت آنزیمی کاهش می‌یابد [۲٤]. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که نمونه‌های تیمار شده با موسیلاژ حاوی اسانس دارچین، به

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.135.6.2]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.135.59]

دلیل کاهش تنفس، حفظ بافت، بار میکروبی پایین و حفظ ترکیبات عامل عطر و طعم، از پذیرش کلی بالاتری نسبت به نمونه کنترل برخوردار بودند. نتایج مشابهی توسط سایر محققین گزارش شده است [۲۴و ۳۲-۳۰].

٤- نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که توت‌فرنگی‌های پوشش یافته با موسیلاژ بالنگوی شهری و اسانس دارچین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی مطلوب را در طی ۱۰ روز نگهداری در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد حفظ کردند. با توجه به اثر ضد میکروبی اسانس دارچین در برابر سویه‌های قارچی مولد فساد توت‌فرنگی و همچنین نفوذپذیری پایین پوشش خوراکی زیست فعال مبتنی بر موسیلاژ دانه بالنگوی شهری و اسانس دارچین در برابر اکسیژن، استفاده از این محصول طبیعی بر روی توت‌فرنگی در مزرعه توصیه می‌گردد. علاوه بر این، ارزیابی اثربخشی پوشش خوراکی بر پایه موسیلاژ دانه بالنگوی شهری و اسانس دارچینبر سایر محصولات غذایی و کشاورزی در مطالعات آتی پیشنهاد می‌گردد.

٥- تقدیر و تشکر

مقاله حاضر مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد می‌باشد لذا نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به دلیل حمایت‌های مادی و معنوی صمیمانه تشکر و قدردانی نمایند.

٦- منابع

[1] Banaeian, N., Omid, M., and Ahmadi, H. 2011. Energy and economic analysisof greenhouse strawberry production in Tehran province of Iran. *Energy Conversion and Management52*(2): 1020-1025.

[2] Giampieri, F., Tulipani ,S., Alvarez-Suarez, J. M., Quiles, J. L., Mezzetti, B., and Battino, M. 2012. The strawberry: Composition, nutritional quality, and impact on human health. *Nutrition 28*(1): 9-19.

[3] Hernández-Muñoz, P., Almenar, E., Valle, V. D ,.Velez, D., and Gavara, R. 2008. Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria×ananassa*) quality during refrigerated storage. *Food Chemistry 110*(2): 428-435.

[4] Ke, D., Zhou, L., and Kader, A. A. 1994. Mode of oxygen and carbon dioxide action on strawberry ester biosynthesis. *Journal of the American Society for Horticultural Science 119*(5): 971-975.

[5] Manning, K. 1993. Soft fruits. In T. G. Taylor JE (Ed.), *Biochemistry of fruit ripening*. Cambridge, UK: Chapman and Hall, 347-373.

[6] Rahmati-Joneidabad, M., Alizade Behbahani, B., and Noshad, M. 2021. Antifungal effect of Satureja khuzestanica essential oil on *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*, and *Rhizopus stolonifer* causing strawberry's rot and mold. *Food Science and Technology 18*(115): 171-180. (In Persian with English abstract)

[7] Rahmati-Joneidabad, M., and Alizadeh Behbahani, B. 2021. Identification of chemical compounds, antioxidant potential, and antifungal activity of *Thymus daenensis* essential oil against spoilage fungi causing apple rot. *Iranian Food Science and Technology Research 17*(5): 691-700. (In Persian with English abstract)

[8] Alizadeh Behbahani, B., Falah, F., Vasiee, A., and Tabatabaee Yazdi, F. 2021. Control of microbial growth and lipid oxidation in beef using a *Lepidium perfoliatum* seed mucilage edible coating incorporated with chicory essential oil. *Food Science &Nutrition 9*(5): 2458-2467.

[9] Barzegar, H., Behbahani, B. A., and Mehrnia, M. A. 2020. Quality retentionand shelf life extension of fresh beef using *Lepidium sativum* seed mucilage-based edible coating containing *Heracleum lasiopetalum* essential oil: an experimental and modeling study. *Food Science and Biotechnology 29*(5) 717-728.

[10] Noshad, M., Alizadeh Behbahani, B., Jooyandeh, H., Rahmati‐Joneidabad, M., Hemmati Kaykha, M. E., and Ghodsi Sheikhjan, M. 2021. Utilization of *Plantago major* seed mucilage containing *Citrus limon* essential oil as an edible coating to improve shelf‐life of buffalo meat under refrigeration conditions. *Food Science & Nutrition 9*(3): 1625-1639.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.135.6.2]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.135.59]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.135.6.2]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.135.59]

[11] Ribeiro, C., Vicente, A. A., Teixeira, J. A., and Miranda, C. 2007. Optimization of edible coating composition to retard strawberry fruit senescence. *Postharvest Biology and Technology 44*(1): 63-70.

[12] Alizadeh Behbahani, B., Shahidi, F., Yazdi, F. T., Mortazavi, S. A., and Mohebbi, M. 2017. Use of Plantago major seed mucilage as a novel edible coating incorporated with *Anethum graveolens* essential oil on shelf life extension of beef in refrigerated storage. *International journal of biological macromolecules 94*: 515-526.

[13] Alizadeh Behbahani, B., Noshad, M., and Jooyandeh, H. 2020. Improving oxidative and microbial stability of beef using Shahri Balangu seed mucilage loaded with Cumin essential oil as a bioactive edible coating. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology 24*: 101563.

[14] Alizadeh Behbahani, B., Noshad, M., and Falah, F. 2019. Study Of Chemical Structure, Antimicrobial, Cytotoxic And Mechanism Of Action Of*Syzygium Aromaticum* Essential Oil On Foodborne Pathogens. *Potravinarstvo 13*(1): 875-883.

[15] Alizadeh Behbahani, B., Falah, F., Lavi Arab, F., Vasiee, M., and Tabatabaee Yazdi, F. 2020. Chemical Composition and Antioxidant, Antimicrobial, and Antiproliferative Activities of *Cinnamomum zeylanicum* Bark Essential Oil. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine 2020*: 5190603.

[16] Zanganeh, H., Mortazavi, S. A., Shahidi , F., and Alizadeh Behbahani, B. 2021. Evaluation of the chemical and antibacterial properties of *Citrus paradise* essential oil and its application in *Lallemantia iberica* seed mucilage edible coating to improve the physicochemical, microbiological and sensory properties of lamb during refrigerated storage. *Journal of Food Measurement and Characterization 15*(6): 5556-5571.

[17] Eshghi, S., Hashemi, M., Mohammadi, A., Badie, F., Hosseini, Z., Ahmadi, K., and Ghanati, K. 2013. Effect of nano-emulsion coating containing chitosan on storability and qualitative characteristics of strawberries after picking. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology 8*(2): 9-19(In Persian with English abstract)

[18] Heydari, S., Jooyandeh, H., Alizadeh Behbahani, B., & Noshad, M. (2020). The impact of Qodume Shirazi seed mucilage ‐ based edible coating containing lavender essential oil on the quality enhancement and shelf life improvement of fresh ostrich meat: An experimental and modeling study. *Food Science & Nutrition, 8*(12), 6497-6512.

[19] Vargas, M., Albors, A., Chiralt, A., and González-Martínez, C. 2006. Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosan–oleic acid edible coatings. *Postharvest Biology and Technology 41*(2): 164-171.

[20] Alizadeh Behbahani, B., Shahidi, F., Yazdi, F. T., and Mohebbi, M. 2013. Antifungal effect of aqueous and ethanolic mangrove plant extract on pathogenic fungus" in vitro". *International Journal of Agronomy and Plant Production 4*(7): 1652-1658.

[21] Srivastava, M., Baby, P., and Saxena, A. 1999. GC-MS investigation and antimicrobial activity of the essential oil of *Carum copticum* Benth & Hook. *Acta Alimentaria 28*(3): 291-295.

[22] Norouzi Faz, F., Mirdehghan, S. H., Karimi, H., and Alaei, H. 2016.Eeffect of thymol and menthol essential oils combined with packaging with celofan on the maintenance of postharvest quality of strawberry cv. Parus. *Iranian Journal of Horticultural Science 47*(1): 81-91 (In Persian with English abstract)

[23] Alexandre, E. M., Brandão, T. R., and Silva, C. L. 2012. Efficacy of non-thermal technologies and sanitizer solutions on microbial load reduction and quality retention of strawberries. *Journal of Food Engineering 108*(3): 417-426.

[24] Panji, M., Ghajarbeygi, P., Mahmoudi, R., and Shahsavari, S. 2018. Effect of whey protein concentrate edible coating and *Trachyspermum copticum* essential oil on the microbial, physicochemical and organoleptic characteristics of fresh strawberries during storage. *Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences 23*(4): 53-66 (In Persian with English abstract)

[25] Mali, S., and Grossmann, M. V. E. 2003. Effects of yam starch films on storability and quality of fresh strawberries (*Fragaria ananassa*). *Journal of agricultural and food chemistry 51*(24): 7005-7011.

[26] Ribeiro-Santos, R., Andrade, M., Madella, D., Martinazzo, A. P., de Aquino Garcia Moura, L., de Melo, N. R., and Sanches-Silva, A. 2017. Revisiting an ancient spice with medicinal purposes: Cinnamon. *Trends in Food Science & Technology 62*: 154-169.

[27] Unlu, M., Ergene, E., Unlu, G. V., Zeytinoglu, H. S., and Vural, N. 2010. Composition, antimicrobial activity and in vitro cytotoxicity of essential oil from *Cinnamomum zeylanicum* Blume (Lauraceae). *Food and chemical toxicology 48*(11): 3274-3280.

[28] El Ghaouth, A., Arul, J., Ponnampalam, R., and Boulet, M. 1991. Chitosan coating effect on storability and quality of fresh strawberries. *Journal of food science 56*(6): 1618-1620.

[29] Vu, K., Hollingsworth, R., Leroux, E., Salmieri, S., and Lacroix, M. 2011.Development of edible bioactive coating based on modified chitosan for increasing the shelf life of strawberries. *Food Research International 44*(1): 198-203.

[30] Pavinatto, A., de Almeida Mattos, A. V., Malpass, A. C. G., Okura, M. H., Balogh, D. T., and Sanfelice, R. C. 2020. Coating with chitosan-based edible films for mechanical/biological protection of strawberries. *International journal of biological macromolecules 151*: 1004-1011.

[31] Saleh, I., and Abu-Dieyeh, M. 2022. Novel *Prosopis juliflora* leaf ethanolic extract coating for extending postharvest shelf-life of strawberries. *Food Control 133*: 108641.

[32] Zhang, D., and Quantick, P. C. 1998. Antifungal effects of chitosan coating on fresh strawberries and raspberries during storage. *TheJournal of Horticultural Science and Biotechnology 73*(6): 763-767.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.135.6.2]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.135.59]

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.135.6.2]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.135.59]

Evaluation of the effect of edible coating based on ShahriBalangu seed mucilage containing cinnamon essential oil onphysicochemical, microbial, and sensory properties of strawberry during storage

Tamjidi, R. [1], Rahmati-Joneidabad, M. [2*], Zare-Bavani, M. [2]

1. M.Sc., Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.
2. Assistant professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.

ABSTRACT

Antimicrobial edible coatings containing plant essential oils have various advantages and are currently being used to design biodegradable packaging.In this study, cinnamon essential oil was added at concentrations of 0, 0.3, 0.6 and 0.9% to the ShahriBalangu seed mucilage solution to produce a bioactive edible coating. Strawberry samples were coated with the edible coating and their physicochemical, microbial, and sensory changes were evaluated during a 10-day storage period at 4 °C.Compared to the control sample, the use of edible coating based on ShahriBalangu seed mucilage containing 0.9% of cinnamon essential oil, significantly inhibited the changes in pH, acidity, soluble solids (13.69% *vs*. 43.5% increase), microbial count (3.22 *vs*. 3.98 log CFU/g increase), hardness (6.74% *vs*. 33.05%), and sensory properties (color, odor, texture, and overall acceptance) of strawberry fruit during storage.Therefore, the edible coating based on ShahriBalangu seed mucilage containing cinnamon essential oil can be used as an active packaging to improve the quality and safety characteristics of various food products.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2022/ 02/ 23
Accepted 2023/ 03/ 18

Keywords:

Essential oil,
ShahriBalangu,
Edible coating,
Strawberry,
Shelf-life.

DOI: **10.22034/FSCT.19.135.59**
DOR:**20.1001.1.20088787.1402.20.135.6.2**

*Corresponding Author E-Mail:
Rahmati@asnrukh.ac.ir