



ارزیابی اثر پوشش خوراکی مبتنی بر موسیلاژ بذر شاهی در ترکیب با اسانس میخک بر افزایش عمر انبارمانی توت فرنگی

مصطفی رحمتی جنیدآباد^۱، حسین جوینده^۲

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

۲- استاد، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران

چکیده

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۳/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۴/۲۰

کلمات کلیدی:

توت فرنگی،

پوشش خوراکی زیست فعال،

ویژگی های حسی،

عمر نگهداری.

توت فرنگی میوه ای نافرازگرا است، اما سرعت تنفس پس از برداشت بالایی دارد که منجر به فساد سریع آن در دمای اتاق می شود. این مطالعه با هدف ارزیابی کاربرد پوشش زیست تخریب پذیر مبتنی بر موسیلاژ بذر شاهی و اسانس میخک در حفاظت پس از برداشت میوه توت فرنگی در دمای ۴ درجه سانتی گراد صورت گرفت. تیمارهای پوشش دهی توت فرنگی شامل نمونه کنترل، موسیلاژ بدون اسانس، موسیلاژ حاوی ۰/۵ درصد اسانس، موسیلاژ حاوی ۰/۷۵ درصد اسانس و موسیلاژ حاوی ۱ درصد اسانس بودند. ویژگی های فیزیکوشیمیایی (مواد جامد محلول، pH، اسیدیته، سفیدی)، میکروبی (کپک و مخمر) و حسی (رنگ، بو، بافت و پذیرش کلی) میوه ها در روزهای ۱، ۴، ۷ و ۱۰ نگهداری بررسی گردید. تیمارهای حاوی اسانس بر کیفیت پس از برداشت توت فرنگی تأثیر مثبت نشان دادند. اگرچه افزایش زمان نگهداری سبب کاهش کیفیت نمونه ها شد، اما در مقایسه با نمونه کنترل، پوشش موسیلاژ حاوی ۱ درصد اسانس سبب جلوگیری از تغییرات شدید اسیدیته، pH، سفیدی، تعداد قارچ ها و ویژگی های حسی نمونه ها طی دوره نگهداری شد و بعنوان بهترین تیمار انتخاب گردید. بطورکلی، نمونه های پوشش داده شده با موسیلاژ بذر شاهی حاوی اسانس میخک به دلیل بار میکروبی پایین و حفظ بافت و ترکیبات مولد عطر و طعم، بالاترین پذیرش کلی را نسبت به نمونه کنترل نشان دادند. بنابراین، پوشش خوراکی مبتنی بر موسیلاژ بذر شاهی و اسانس میخک می تواند جهت افزایش عمر نگهداری سایر محصولات غذایی استفاده گردد.

DOI: 10.22034/FSCT.20.139.190

DOR:20.1001.1.20088787.1402.20.139.13.7

* مسئول مکاتبات:

Rahmati@asnruk.ac.ir

۱- مقدمه

توت فرنگی در سراسر جهان نه تنها به دلیل طعم منحصر به فرد و طعم متمایز، بلکه به دلیل فواید سلامتی آن بسیار مورد استقبال قرار گرفته است. توت فرنگی حاوی مواد مغذی معمولی مانند مواد معدنی و ویتامین‌ها و طیف متنوعی از آنتوسیانین‌ها، فلاونوئیدها و اسیدهای فنولیک با خواص بیولوژیکی مانند فعالیت آنتی‌اکسیدانی، ضد سرطانی و ضدالتهابی است. ترکیب فیتوشیمیایی از طریق ژنوتیپ، شرایط محیطی و عوامل قبل و بعد از برداشت تحت تأثیر قرار می‌گیرد [1-3].

باین‌حال، توت فرنگی عمر پس از برداشت کوتاه با فساد سریع دارد که نشان‌دهنده حساسیت بالا به آسیب مکانیکی، نرم شدن بیش از حد بافت، اختلالات فیزیولوژیکی و عفونت از طریق چندین پاتوژن در طول حمل‌ونقل، ذخیره‌سازی و فراوری است [4]. چندین مطالعه نشان داده‌اند که عمر پس از برداشت توت فرنگی را می‌توان با روش‌های مختلف نگهداری، مانند سرد کردن، قارچ‌کش‌های شیمیایی مصنوعی، بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح‌شده، تیمارهای اسمزی، عملیات حرارتی و پوشش خوراکی افزایش داد [5-8]. در چند سال اخیر، پوشش‌های خوراکی به‌طور گسترده‌ای برای نگهداری میوه‌ها و سبزی‌ها مورد مطالعه قرار گرفته است. پوشش خوراکی با لایه‌های نیمه‌تراوا ممکن است عمر پس از برداشت توت فرنگی را از طریق کاهش رطوبت، تبادل گاز، تنفس و سرعت واکنش اکسیداتیو افزایش دهد [7, 9].

گیاه شاهی (*Lepidium sativum*) معمولاً به‌عنوان شاهی باغی شناخته می‌شود و بذر آن شامل حدود ۶/۵ تا ۱۵ درصد موسیلاژ با خواص زیست‌تخریب‌پذیر، آبدوستی و رئولوژیکی خوب همراه با هزینه تولید پایین است. این ویژگی‌ها، موسیلاژ بذر شاهی را به یک جایگزین جالب برای مواد معمولی مبتنی بر پلاستیک مصنوعی در ساخت

فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی تبدیل می‌کند [10]. باین‌حال، پوشش‌های مبتنی بر پلی‌ساکارید به ندرت اثر ضد میکروبی یا آنتی‌اکسیدانی دارند و بنابراین مواد افزودنی مانند ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی، معمولاً در پوشش‌های خوراکی گنجانده می‌شوند تا عملکرد تکنولوژیکی آنها را اصلاح کنند [11, 12].

اسانس‌ها توسط سازمان غذا و دارو به عنوان ترکیبات ایمن برای استفاده در مواد غذایی طبقه‌بندی می‌شوند و علاقه به استفاده از آنها برای تیمار میوه‌ها و سبزیجات و در دوره پس از برداشت آنها افزایش پیدا کرده است. بنابراین، جستجو برای جایگزین‌های جدید برای حفظ مواد غذایی که عمده‌تاً کارآمد و آسان به دست می‌آیند، یک زمینه تحقیقاتی رو به رشد است [13]. میخک (*Syzygium aromaticum* L.) درختی با اندازه متوسط (۸-۱۲ متر) از خانواده میرتاسه (*Mirtaceae*) بومی شرق اندونزی است. میخک یکی از منابع گیاهی اصلی ترکیبات فنولی مانند فلاونوئیدها، اسیدهای هیدروکسی بنزوئیک، اسیدهای هیدروکسی سینامیک و هیدروکسی فنیل پروپن است. اوژنول اصلی‌ترین ترکیب زیست فعال میخک است که در غلظت‌های ۹۳۸۱ تا ۱۴۶۵۰ میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم ماده گیاهی تازه یافت می‌شود. با توجه به اسیدهای فنولیک از قبیل اسید گالیک، کافئیک، فرولیک، الازیک و سالیسیلیک و فلاونوئیدهایی مانند کامفرول، کورستین و مشتقات آن (گلیکوزیده شده) نیز در میخک یافت می‌شوند. غلظت تا ۱۸ درصد اسانس را می‌توان در جوانه‌های گل میخک یافت. تقریباً ۸۹ درصد از اسانس میخک را اوژنول و ۵-۱۵ درصد اوژنول استات و β -کاریوفیلین تشکیل می‌دهند [14]. اثرات آنتی‌اکسیدانی، ضد باکتریایی و ضد قارچی اوژنول در منابع علمی گزارش شده است [15, 16]. بنابراین، در این پژوهش، تأثیر تیمار پوشش خوراکی مبتنی بر موسیلاژ بذر شاهی در ترکیب با اسانس میخک بر روی میوه توت فرنگی

بر اساس تغییرات در ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی و حسی در طول ذخیره‌سازی سرد پس از برداشت ارزیابی گردید.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- تهیه اسانس میخک

اسانس گیاه میخک مطابق روش استخراج تقطیر با آب به دست آمد و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد تا زمان آنالیز نگهداری شد [17].

۲-۲- تهیه پوشش خوراکی موسیلاژ شاهی

موسیلاژ بذر شاهی بر اساس روش برزگر و همکاران [10] از بذر گیاه استخراج شد. فرایند استخراج در نسبت آب به بذر ۳۰ به ۱ در pH 10 و دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه انجام شد. موسیلاژ از سطوح بذر جدا و سپس فیلتر شد و در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ساعت خشک گردید. موسیلاژ به دست آمده در نهایت آسیاب، بسته‌بندی و در دمای محیط نگهداری شد. برای تهیه پوشش خوراکی، ۲ گرم موسیلاژ و ۰/۱ گرم توئین ۸۰ (Tween 80) در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به مدت ۲ ساعت حل شدند. سپس اسانس میخک (۰، ۰/۵، ۰/۷۵، ۱ درصد حجمی/حجمی) به محلول هیدروکلوئیدی برای تهیه پوشش خوراکی زیست فعال اضافه گردید.

۲-۳- پوشش دهی میوه توت فرنگی

مقدار ۸۰۰ عدد میوه توت‌فرنگی به‌طور تصادفی به ۵ گروه تقسیم شدند که هر گروه شامل ۱۶۰ عدد توت‌فرنگی بود: محلول پوشش بدون اسانس؛ محلول پوشش حاوی ۰/۵ درصد اسانس؛ محلول پوشش حاوی ۰/۷۵ درصد اسانس؛ محلول پوشش حاوی ۱ درصد اسانس؛ آب مقطر استریل به عنوان کنترل. هر گروه از توت‌فرنگی‌ها به مدت ۵ دقیقه در محلول آماده‌سازی مناسب غوطه‌ور شدند و سپس به

محیط نگهداری با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی 5 ± 70 درصد منتقل شدند [18].

۲-۳- آزمون‌های فیزیکی‌شیمیایی

مقدار کل مواد جامد محلول (Brix) و میزان pH آبمیوه توت‌فرنگی به ترتیب با استفاده از رفرکتومتر و pH متر دیجیتال تعیین شد. محتوای اسیدیته کل پس از تیتراسیون ۱۰ میلی‌لیتر آبمیوه با سود ۰/۱ مولار تعیین و نتایج به صورت گرم اسید سیتریک در لیتر بیان گردید [19].

سفتی در دو طرف مقابل ۱۵ میوه با استفاده از یک بافت سنج با پروب با قطر ۵ میلی‌متر اندازه‌گیری شد و مقدار متوسط بر حسب نیوتن بیان شد. شرایط آزمون مورد استفاده برای اندازه‌گیری شامل سرعت نفوذ پروب برابر با ۵ میلی‌متر بر ثانیه برای قبل و پس از آزمون و ۱ میلی‌متر بر ثانیه طی آزمون با فاصله نفوذ ۵ میلی‌متر به داخل میوه بود [19].

۲-۴- آزمون میکروبی

رشد میکروبی در نمونه‌ها به شرح زیر آزمایش شد. نمونه‌های تصادفی ۳۰ گرمی هوموژن توت‌فرنگی با محلول پپتون سالین استریل (حاوی ۱ گرم در لیتر پپتون و ۸/۵ گرم در لیتر سدیم کلرید) رقیق شدند. تعداد مخمر و کپک بر روی پوتیتو دکستروز آگار و بعد از گرمخانه‌گذاری در دمای ۲۹ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ و ۵ روز تعیین گردید. شمارش میکروبی به صورت واحد تشکیل کلنی در هر گرم نمونه (Log CFU/g) گزارش شد [18].

۲-۵- ارزیابی حسی

ارزیابی حسی توت‌فرنگی در مدت زمان ماندگاری توسط ۴۰ ارزیاب در محدوده سنی ۲۰ تا ۴۵ سال انجام شد. ترتیب نمونه‌ها برای هر مصرف‌کننده تصادفی بود و توت‌فرنگی‌ها پس از ۱، ۴، ۷ و ۱۰ روز نگهداری در

نموده‌اند که استفاده از پوشش خوراکی سبب کنترل تنفس و متعاقباً اسیدیته و pH در محصول طی دوره نگهداری می‌گردد [21, 22] که در راستای یافته‌های این پژوهش می‌باشد.

یخچال توسط همان مصرف‌کنندگان به صورت بصری و مطابق روش هدونیک ۹ نقطه‌ای (۱ = دوست نداشتن شدید، ۵ = نه دوست دارم و نه دوست ندارم، و ۹ = بسیار دوست دارم) ارزیابی شدند. ویژگی‌های حسی مورد تجزیه و تحلیل شامل رنگ، بو، بافت و پذیرش کلی بودند [20].

۲-۶- آنالیز آماری

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۶) و با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و اختلاف بین میانگین داده‌ها با کمک آزمون دانکن ($p < 0.05$) تعیین شد. تمام آزمایش‌ها در سه مرحله تکرار شدند.

۳- نتایج و بحث

تغییرات pH و اسیدیته نمونه‌های توت‌فرنگی بعنوان تابعی از نوع پوشش خوراکی و زمان نگهداری در شکل ۱ نشان داده شده است. زمان نگهداری و نوع پوشش خوراکی تأثیر معنی‌داری بر میزان pH نمونه‌ها نشان ندادند ($p > 0.05$). با اینحال، میزان pH با افزایش زمان نگهداری، افزایش یافت و نمونه‌های پوشش یافته، بویژه انواع پوشش داده شده با موسیلاژ حاوی اسانس میخک، میزان pH کمتری نسبت به نمونه کنترل نشان دادند ($p > 0.05$). افزایش زمان نگهداری از ۱ به ۱۰ روز سبب کاهش میزان اسیدیته در نمونه‌ها گردید و این کاهش در نمونه کنترل معنی‌دار بود. بطور کلی، افزایش غلظت اسانس در پوشش خوراکی سبب افزایش اسیدیته نمونه شد؛ بطوریکه در روز دهم نگهداری، اختلاف معنی‌داری بین اسیدیته نمونه کنترل و نمونه پوشش یافته با موسیلاژ حاوی ۱ درصد اسانس میخک مشاهده گردید. گزارش شده است که اسیدیته میوه توت‌فرنگی در اثر فعالیت آنزیمی طی دوره نگهداری کاهش می‌یابد [21]؛ در این راستا، کاهش معنی‌دار اسیدیته در نمونه کنترل طی دوره نگهداری ممکن است ناشی از تجزیه گسترده اسیدها و ترکیبات آلی باشد. علاوه بر این، محققین گزارش

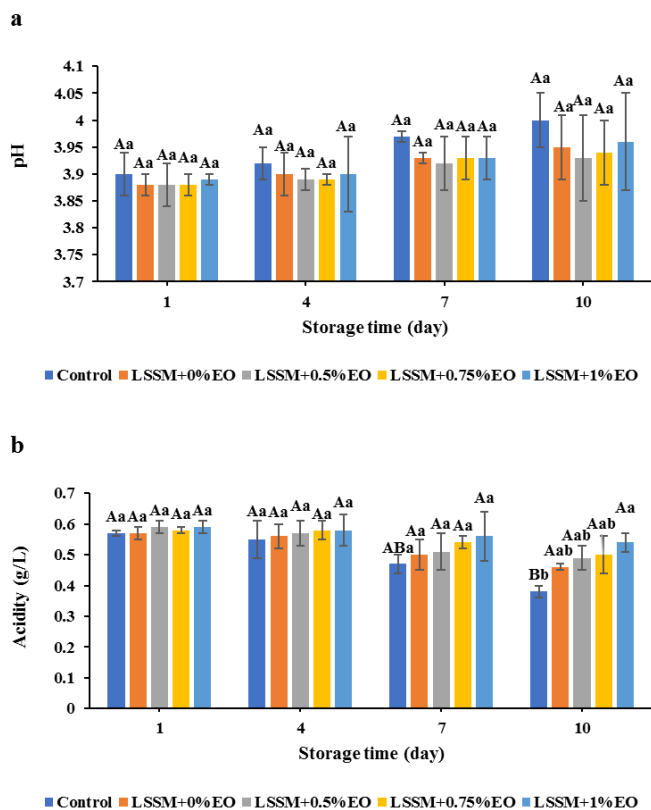


Figure 1. Changes in pH and acidity of strawberries coated with *Lepidium sativum* seed mucilage (LSSM) containing *Cinnamomum zeylanicum* essential oil (EO) during storage period at 4 °C. Significant small and capital letters indicate the effect of coating type and storage time on the response, respectively ($p < 0.05$).

تجزیه کربوهیدرات‌ها و تبدیل اسید به قند در طول تنفس منجر به افزایش میزان مواد جامد محلول طی دوره نگهداری میوه می‌گردد [23]. شکل ۲، میزان مواد جامد محلول نمونه‌های توت‌فرنگی را نشان می‌دهد. میزان مواد جامد محلول نمونه‌ها با افزایش زمان نگهداری از ۱ به ۱۰ روز بطور معنی‌داری افزایش یافت. نوع پوشش خوراکی نیز تأثیر

تعداد اولیه کپک در نمونه‌های توت‌فرنگی در محدوده $\log$ CFU/g $2/84 - 3/2$ بود (شکل ۳) و دستخوش افزایش طی نگهداری گردید. تعداد قارچ در نمونه شاهد از $\log$ CFU/g $3/2$ در روز اول به $4/1 \log$ CFU/g در روز دهم رسید ($p < 0.05$). با اینحال، افزایش تعداد قارچ در نمونه‌های پوشش یافته معنی‌دار نبود. بطور کلی، بیشترین و کمترین تعداد قارچ در روز دهم نگهداری به ترتیب در نمونه کنترل و نمونه پوشش یافته با موسیلاژ بذر شاهی حاوی ۱ درصد اسانس میخک مشاهده گردید. مطالعات قبلی نتایج مشابهی را در توت‌فرنگی‌های پوشش یافته با پوشش‌های خوراکی گزارش کرده‌اند [18, 25]. میزان رشد کمتر قارچ در نمونه‌های پوشش یافته با موسیلاژ حاوی اسانس میخک ممکن است به فعالیت ضد قارچی اسانس (شکل‌های ۴ و ۵) و نفوذپذیری پایین پوشش خوراکی نسبت به اکسیژن نسبت داده شود [26, 27]. با توجه به اینکه گونه‌های قارچی هوازی بوده و قابلیت رشد روی سطح محصول را دارا هستند، بنابراین نفوذپذیری پایین پوشش خوراکی به اکسیژن سبب کاهش دسترسی قارچ به اکسیژن و در نتیجه رشد کمتر سویه‌های قارچی می‌گردد [12].

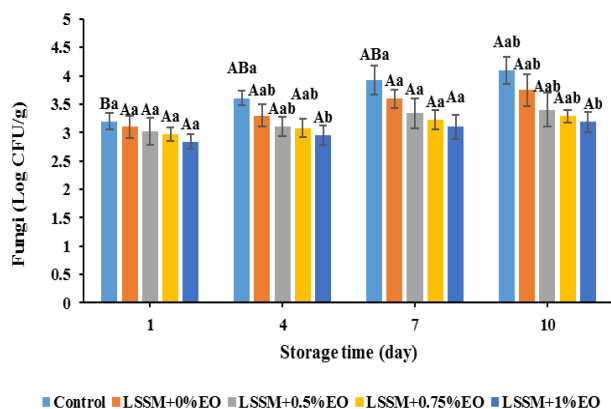


Figure 3. Changes in fungi counts of strawberries coated with *Lepidium sativum* seed mucilage (LSSM) containing *Cinnamomum zeylanicum* essential oil

معناداری بر تغییرات مواد جامد محلول نمونه‌ها نشان داد. نمونه‌های توت‌فرنگی کنترل، پوشش داده شده با موسیلاژ فاقد اسانس میخک، پوشش داده شده با موسیلاژ حاوی غلظت‌های ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ درصد اسانس میخک به ترتیب متحمل افزایش ۱/۷۴، ۱/۵۴، ۱/۳۷، ۱/۱۹ و ۱/۱۷ برابری در میزان مواد جامد محلول طی دوره نگهداری شدند. تغییرات کمتر مواد جامد محلول در نمونه‌های پوشش یافته ممکن است به تنفس کمتر این نمونه‌ها مرتبط باشد. نتایج مشابهی توسط مالی و گراسمن [24] گزارش شده است. این محققین بیان نمودند که در مقایسه با نمونه کنترل، مواد جامد محلول میوه توت‌فرنگی پوشش یافته با پوشش خوراکی مبتنی بر نشاسته به میزان کمتری طی دوره نگهداری افزایش می‌یابد. همچنین گزارش گردید که استفاده از پوشش خوراکی مبتنی بر کیتوزان سبب حفظ مواد جامد محلول توت‌فرنگی طی دوره نگهداری می‌شود [25].

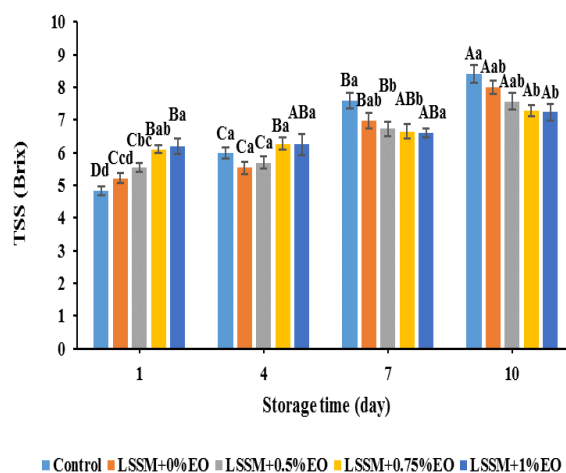


Figure 2. Changes in total soluble solids of strawberries coated with *Lepidium sativum* seed mucilage (LSSM) containing *Cinnamomum zeylanicum* essential oil (EO) during storage period at 4 °C. Significant small and capital letters indicate the effect of coating type and storage time on the response, respectively ($p < 0.05$).

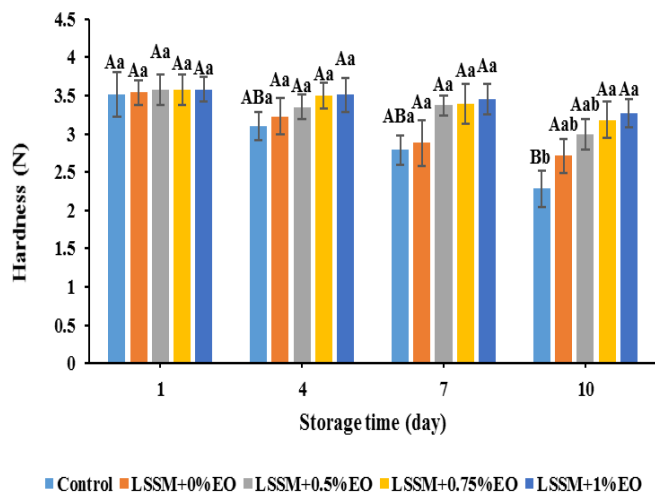


Figure 4. Changes in hardness of strawberries coated with *Lepidium sativum* seed mucilage (LSSM) containing *Cinnamomum zeylanicum* essential oil (EO) during storage period at 4 °C. Significant small and capital letters indicate the effect of coating type and storage time on the response, respectively ($p < 0.05$).

ویژگی‌های حسی نمونه‌های توت‌فرنگی طی دوره نگهداری در شکل ۵ آورده شده است. تمامی نمونه‌ها متحمل کاهش معنادار امتیازات حسی رنگ و بو طی دوره نگهداری شدند، اما این تغییر در نمونه‌های پوشش یافته با موسیلاژ حاوی غلظت‌های بالای اسانس کمتر بود. بطوریکه کمترین و بیشترین امتیازات حسی در انتهای زمان نگهداری به ترتیب مربوط به نمونه کنترل و پوشش یافته با موسیلاژ حاوی ۱ درصد اسانس میخک بود.

(EO) during storage period at 4 °C. Significant small and capital letters indicate the effect of coating type and storage time on the response, respectively ($p < 0.05$).

سفتی توت‌فرنگی طی دوره نگهداری بدون توجه به تیمار کاهش یافت، اما توت‌فرنگی‌های پوشش یافته آهسته‌تر دچار تخریب بافت شدند (شکل ۴). سفتی نمونه توت‌فرنگی کنترل از ۳/۵۲ نیوتن در روز اول به ۲/۲۸ نیوتن در روز دهم کاهش یافت ($p < 0.05$)، درحالی‌که اختلاف معناداری بین مقادیر سفتی نمونه‌های توت‌فرنگی پوشش یافته طی دوره نگهداری مشاهده نگردید. کمترین و بیشترین میزان سفتی به ترتیب در نمونه‌های کنترل و پوشش یافته با موسیلاژ حاوی ۱ درصد اسانس میخک مشاهده شد. کاهش سفتی توت‌فرنگی عمدتاً به تخریب پکتین و سایر اجزای دیواره سلولی تحت تأثیر آنزیم‌های پکتولیتیک خارج سلولی نسبت داده می‌شود [28]. فعالیت ضد میکروبی اسانس میخک می‌تواند به‌طور غیرمستقیم مقدار آنزیم‌های پکتولیتیک را با مهار رشد میکروبی کاهش دهد [29]. علاوه بر این، توانایی مؤثر پوشش خوراکی در جلوگیری از ورود اکسیژن باعث کاهش فعالیت متابولیکی توت‌فرنگی می‌گردد که برای حفظ سفتی مفید می‌باشد [30]. یافته‌های این پژوهش با نتایج سایر محققین همخوانی دارد [18, 27].

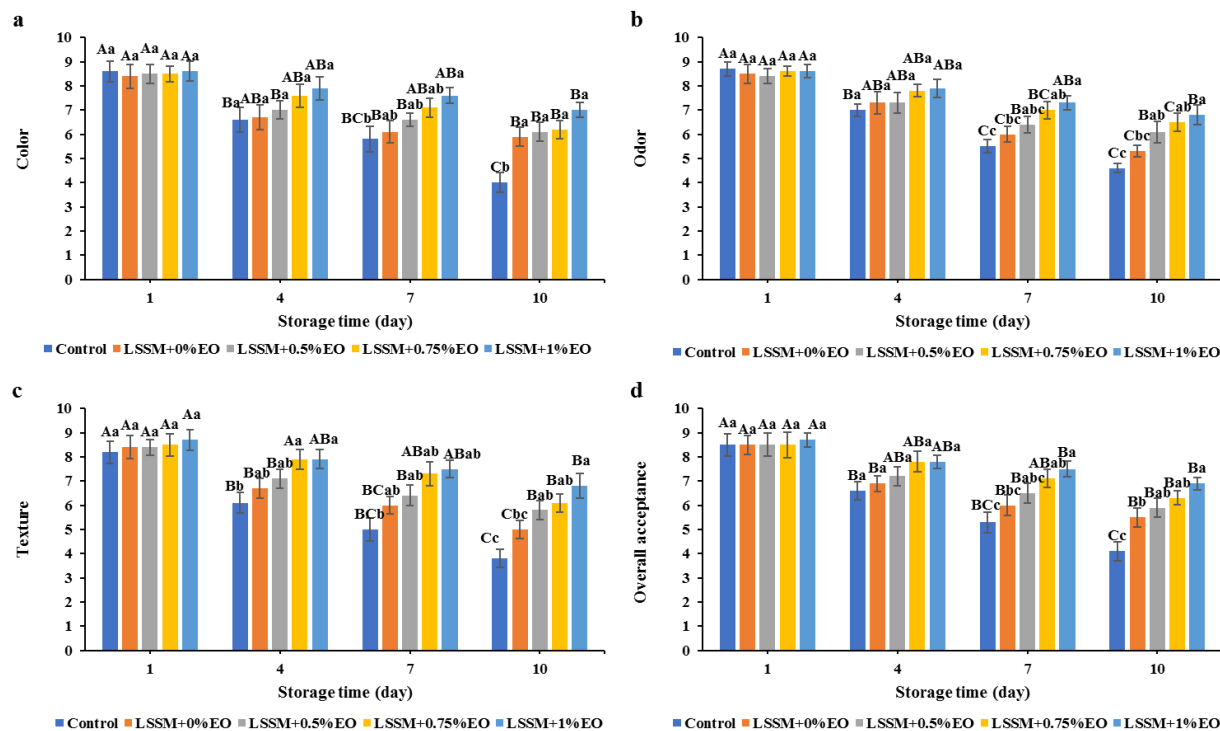


Figure 5. Sensory properties of strawberries coated with *Lepidium sativum* seed mucilage (LSSM) containing *Cinnamomum zeylanicum* essential oil (EO) during storage period at 4 °C. Significant small and capital letters indicate the effect of coating type and storage time on the response, respectively ($p < 0.05$).

نمونه‌های پوشش داده شده با موسیلاژ بذر شاهی حاوی اسانس میخک به دلیل بار میکروبی پایین، حفظ بافت، کاهش تنفس و حفظ ترکیبات مولد عطر و طعم، بالاترین پذیرش کلی را نسبت به نمونه کنترل نشان دادند. در راستای نتایج این پژوهش، گزارش شده است که استفاده از پوشش‌های خوراکی زیست فعال سبب حفظ ویژگی‌های حسی نمونه‌های توت‌فرنگی طی دوره نگهداری می‌گردد [9, 31, 32].

۴- نتیجه‌گیری کلی

استفاده از اسانس میخک با فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضد قارچی قابل‌توجه در پوشش خوراکی مبتنی بر موسیلاژ بذر شاهی سبب افزایش حفاظت پس از برداشت میوه توت‌فرنگی و جلوگیری از رشد مخمرها و کپک‌ها در آن شد و

روند مشابهی در مورد شاخص حسی بافت نمونه‌ها مشاهده گردید. افزایش زمان نگهداری سبب کاهش معنی‌دار شاخص بافت نمونه‌ها شد، اما حضور پوشش خوراکی حاوی اسانس سبب حفظ بهتر این شاخص طی دوره نگهداری گردید که با نتایج آزمون بافت سنجی همخوانی دارد.

تغییرات شاخص حسی پذیرش کلی نیز مشابه بود و افزایش زمان نگهداری سبب کاهش معنی‌دار این شاخص شد. نوع پوشش نیز تأثیر معنی‌داری بر شاخص پذیرش کلی نشان داد؛ بطوریکه بیشترین شدت افت پذیرش کلی در نمونه کنترل و کمترین افت در نمونه‌های پوشش یافته، بویژه انواع حاوی اسانس میخک، مشاهده گردید. اگرچه افزایش سرعت تنفس و فعالیت آنزیمی طی دوره نگهداری منجر به کاهش کیفیت ظاهری و خوراکی میوه می‌گردد، اما

۵- تقدیر و تشکر

مقاله حاضر مستخرج از طرح پژوهشی کاربردی با کد ۱/۴۱۱/۸۳۴ می‌باشد، لذا از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به دلیل حمایت‌های مادی و معنوی صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

۶- منابع

- ویژگی‌های حسی میوه را در پایان ۱۰ روز نگهداری تحت شرایط سرد، بهبود بخشید. استفاده از پوشش خوراکی حاوی اسانس میخک می‌تواند جایگزین بالقوه‌ای برای قارچ‌کش‌های مصنوعی برای کنترل بیماری‌های قارچی پس از برداشت در توت‌فرنگی باشد. بنابراین، پیشنهاد می‌شود که پوشش خوراکی بر پایه موسیلاژ بذر شاهی و اسانس میخک جهت جلوگیری از رشد میکروبی و کنترل اکسیداسیون محصولات باغبانی و غذایی مختلف استفاده گردد.
- [1] Banaeian, N., Omid, M., & Ahmadi, H. (2011). Energy and economic analysis of greenhouse strawberry production in Tehran province of Iran. *Energy Conversion and Management*, 52(2), 1020-1025.
 - [2] Giampieri, F., Tulipani, S., Alvarez-Suarez, J. M., Quiles, J. L., Mezzetti, B., & Battino, M. (2012). The strawberry: Composition, nutritional quality, and impact on human health. *Nutrition*, 28(1), 9-19.
 - [3] Nadim, Z., & Ahmadi, E. (2016). Rheological properties of strawberry fruit coating with methylcellulose. *Journal of Agricultural Machinery*, 6(1), 153-162.
 - [4] Rahmati-Joneidabad, M., Alizade Behbahani, B., & 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.
 - [5] Castelló, M., Fito, P., & Chiralt, A. (2010). Changes in respiration rate and physical properties of strawberries due to osmotic dehydration and storage. *Journal of food engineering*, 97(1), 64-71.
 - [6] Harker, F. R., Elgar, H. J., Watkins, C. B., Jackson, P. J., & Hallett, I. C. (2000). Physical and mechanical changes in strawberry fruit after high carbon dioxide treatments. *Postharvest Biology and Technology*, 19(2), 139-146.
 - [7] Norouzi Faz, F., Mirdehghan, S. H., Karimi, H., & Alaei, H. (2016). Effect 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.
 - [8] Wang, S. Y., & Gao, H. (2013). Effect of chitosan-based edible coating on antioxidants, antioxidant enzyme system, and postharvest fruit quality of strawberries (*Fragaria x ananassa* Duch.). *LWT-Food Science and Technology*, 52(2), 71-79.
 - [9] Hernández-Muñoz, P., Almenar, E., Valle, V. D., Velez, D., & Gavara, R. (2008). Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria x ananassa*) quality during refrigerated storage. *Food chemistry*, 110(2), 428-435.
 - [10] Barzegar, H., Behbahani, B. A., & Mehrnia, M. A. (2020). Quality retention and 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.
 - [11] 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.
 - [12] Alizadeh Behbahani, B., Falah, F., Vasiee, A., & 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.
 - [13] Fontana, D. C., Neto, D. D., Pretto, M. M., Mariotto, A. B., Caron, B. O., Kulczynski, S. M., & Schmidt, D. (2021). Using essential oils to control diseases in strawberries and

- peaches. *International Journal of Food Microbiology*, 338, 108980.
- [14] Cortés-Rojas, D. F., de Souza, C. R. F., & Oliveira, W. P. (2014). Clove (*Syzygium aromaticum*): a precious spice. *Asian Pacific journal of tropical biomedicine*, 4(2), 90-96 .
- [15] Abdou, A., Elmakssoudi, A., El Amrani, A., JamalEddine, J., & Dakir, M. (2021). Recent advances in chemical reactivity and biological activities of eugenol derivatives. *Medicinal Chemistry Research*, 30(5), 1011-1030.
- [16] Ulanowska, M., & Olas, B. (2021). Biological Properties and prospects for the application of eugenol—A review. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(7), 3671.
- [17] Alizadeh Behbahani, B., Noshad, M., & 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.
- [18] Fan, Y., Xu, Y., Wang, D., Zhang, L., Sun, J., Sun, L., & Zhang, B. (2009). Effect of alginate coating combined with yeast antagonist on strawberry (*Fragaria×ananassa*) preservation quality. *Postharvest Biology and Technology*, 53(1), 84-90.
- [19] Petriccione, M., Mastrobuoni, F., Pasquariello, M. S., Zampella, L., Nobis, E., Capriolo, G., & Scortichini, M. (2015). Effect of Chitosan Coating on the Postharvest Quality and Antioxidant Enzyme System Response of Strawberry Fruit during Cold Storage. *Foods*, 4(4).
- [20] Tanada-Palmu, P. S., & Grosso, C. R. F. (2005). Effect of edible wheat gluten-based films and coatings on refrigerated strawberry (*Fragaria ananassa*) quality. *Postharvest Biology and Technology*, 36(2), 199-208.
- [21] Vargas, M., Albors, A., Chiralt, A., & 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 .
- [22] Alexandre, E. M., Brandão, T. R., & 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 .
- [23] Panji, M., Ghajarbeygi, P., Mahmoudi, R., & Shahsavari, S. (2018). Effect of whey protein concentrate edible coating and *Trachyspermum* *capiticum* 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 .
- [24] Mali, S., & Grossmann, M. V. E. (2010). Effects of yam starch films on storability and quality of fresh strawberries (*Fragaria ananassa*). *Journal of agricultural and food chemistry*, 51(24), 7005-7011 .
- [25] Jiang, Y., Yu, L., Hu, Y., Zhu, Z., Zhuang, C., Zhao, Y., & Zhong, Y. (2019). Electrostatic spraying of chitosan coating with different deacetylation degree for strawberry preservation. *International journal of biological macromolecules*, 139, 1232-1238 .
- [26] Zanganeh ,H., Mortazavi, S. A., Shahidi, F., & 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 .
- [27] Ribeiro, C., Vicente, A. A., Teixeira, J. A., & Miranda ,C. (2007). Optimization of edible coating composition to retard strawberry fruit senescence. *Postharvest Biology and Technology*, 44(1), 63-70.
- [28] Peretto, G., Du, W.-X., Avena-Bustillos, R. J., Sarreal, S. B. L., Hua, S. S. T., Sambo, P., & McHugh, T. H. (2014). Increasing strawberry shelf-life with carvacrol and methyl cinnamate antimicrobial vapors released from edible films. *Postharvest Biology and Technology*, 89, 11-18 .
- [29] Duran, M., Aday, M. S., Zorba, N. N. D., Temizkan, R., Büyükcan, M. B., & Caner, C. (2016). Potential of antimicrobial active packaging ‘containing natamycin, nisin, pomegranate and grape seed extract in chitosan coating’ to extend shelf life of fresh strawberry. *Food and Bioprocess Processing*, 98, 354-363 .
- [30] He, Y., Bose, S. K., Wang, W., Jia, X., Lu, H., & Yin, H. (2018). Pre-harvest treatment of chitosan oligosaccharides improved strawberry fruit quality. *International journal of molecular sciences*, 19(8), 2194 .
- [31] Han, C., Lederer, C., McDaniel, M., & Zhao, Y. (2005). Sensory evaluation of fresh strawberries (*Fragaria ananassa*) coated with chitosan-based

- edible coatings. *Journal of Food Science*, 70(3), S172-S178 .
- [32] Tomadoni, B., Moreira, M. d. R., Pereda, M., & Ponce ,A. G. (2018). Gellan-based coatings incorporated with natural antimicrobials in fresh-cut strawberries: Microbiological and sensory evaluation through refrigerated storage. *LWT*, 97, 384-389 .



Scientific Research

Evaluation of the effect of edible coating based on *Lepidium sativum* seed mucilage in combination with *Cinnamomum zeylanicum* essential oil on increasing the shelf life of strawberries**Mostafa Rahmati-Joneidabad¹, Hossein Jooyandeh²**

- 1- Assistant Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.
2- Department of Food Science and Technology, Faculty of Animal Science and Food Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.

ABSTRACT

Strawberry is a non-climacteric fruit, but its high post-harvest respiration rate results in a rapid spoilage at room temperature. The aim of this study was to evaluate the application of biodegradable coating based on *Lepidium sativum* seed mucilage in combination with *Cinnamomum zeylanicum* essential oil in post-harvest protection of strawberry fruit at 4 °C. Strawberry coating treatments included control sample, mucilage without essential oil, mucilage containing 0.5% essential oil, mucilage containing 0.75% essential oil, and mucilage containing 1% essential oil. Physicochemical (total soluble solids, pH, acidity, and hardness), microbial (mold and yeast), and sensory (color, odor, texture, and overall acceptance) properties of the fruits were studied on days 1, 4, 7 and 10 of storage. The treatments containing essential oil had a positive effect on post-harvest quality of strawberries. Although the quality of samples decreased by storage time, compared with the control sample, mucilage coating containing 1% essential oil prevented severe changes in acidity, pH, hardness, fungi count, and sensory properties of the samples during the storage period and it was selected as the best treatment. In general, samples coated with *L. sativum* seed mucilage containing *C. zeylanicum* essential oil showed the highest overall acceptance compared to the control sample due to low microbial load and preservation of texture and flavor compounds. Therefore, the edible coating based on *L. sativum* seed mucilage and *C. zeylanicum* essential oil can be used to increase the shelf life of other food products.

ARTICLE INFO**Article History:**

Received: 2023/6/11

Accepted: 2023/7/11

Keywords:

Strawberry,
Bioactive food coating,
Sensory characteristics,
Shelf life.

DOI: 10.22034/FSC.T.20.139.190**DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.139.13.7**

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