مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

بررسی اثر پوشش خوراکی بر پایه ژل آلوئه ورا و تیمول بر ویژگی‌های کیفی پس از برداشت و عمر نگهداری توت‌فرنگی

پریسا فرج‌پور [۱*]، حسین شیخلوئی [۲]

۱- کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مراغه، آذربایجان شرقی، ایران

۲- استادیار گروه شیمی و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مراغه، آذربایجان شرقی، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۹۹ /۰۷/۰۵

تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۸/۲۰

کلمات کلیدی:

پوشش خوراکی،

ژل آلوئه ورا،

تیموس ولگاریس،

توت فرنگی،

عمر نگهداری.

DOI: 10.52547/fsct.18.03.08

* مسئول مکاتبات:

Parisa.farajpour90@yahoo.com

چکیده

اثر پوشش خوراکی بر پایه ژل آلوئه ورا در تلفیق با اسانس روغنی تیمول بر روی خصوصیات کیفی پس از برداشت توت فرنگی رقم محلی گیلاسی مورد مطالعه قرار گرفت. از دو غلظت ژل تازه آلوئه ورا (۵۰ و ۱۰۰٪) و دو غلظت اسانس تیمول (۰/۵ و ۱ mg/L) برای تهیه تیمارها استفاده شد. تیمارها در یخچال تا حداکثر ۲۱ روز نگهداری شدند. نتایج نشان داد که با افزایش زمان نگهداری، مقدار مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتر توت فرنگی ها افزایش پیدا کرد. پوشش خوراکی ژل آلوئه ورا به تنهایی (بدون تلفیق تیمول) اثر معکوسی بر خرابی توت فرنگی ها داشت. بیشترین میزان افت رطوبت در تمامی روزهای آزمون مربوط به نمونه شاهد بود. تلفیق غلظت های مختلف تیمول در پوشش خوراکی نیز اثری بر میزان افت وزن توت فرنگی ها نداشت. سفتی بافت نمونه پوشش داده شده با ژل ۱۰۰٪ آلوئه ورا و ۱mg/L تیمول طی ۱۴ روز نگهداری کاهش یافت اما تغییرات سفتی بافت سایر تیمارها از الگوی منطقی پیروی نکردند. پارامتر رنگ سنجی L* در طی ۱۴ روز نگهداری توت فرنگی ها بر اساس نتایج پارامترهای آنالیز حسی و نیز تمایل به خرید محصول در اغلب پارامترهای مورد بررسی، نمونه شاهد بیشترین امتیاز را دریافت کرد. نتایج این تحقیق نشان داد که پوشش ژل آلوئه ورا به تنهایی قادر به بهبود برخی خصوصیات (جلوگیری از افت رطوبت) توت فرنگی های رقم گیلاسی می باشد. اسانس تیمول نیز قادر به افزایش زمان نگهداری توت فرنگی ها و جلوگیری از فساد آن‌ها به میزان بسیار چشمگیری است. در مقابل اثرات مفید این پوشش‌ها، اثرات منفی آن ها مانند اثر منفی تیمول بر خصوصیات حسّی توت فرنگی ها، و اثر منفی ژل آلوئه ورا بر پایداری توت فرنگی‌ها در مقابل فساد و افزایش اسیدیته موجب می‌شود.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-10]

[DOI: 10.52547/fsct.18.112.81]

۱- مقدمه

بیشترین افت کیفیت و کمیت میوه‌های تازه در فاصله بین برداشت و مصرف رخ می‌دهد [۱]. زمانی که میوه برداشت می‌شود، تغییر در تعادل گازها مابین مصرف اکسیژن و تولید دی اکسید کربن رخ می‌دهد. در چنین شرایطی، سرعت انتقال گازها افزایش می‌یابد که منجر به افت سوخت و ساز و سوق دادن میوه به سمت رسیدگی و نهایتا پیری می‌گردد [۲].

نگهداری از میوه‌ها که از طریق کاهش ضایعات پس از برداشت حاصل گردد با عنوان «برداشت مخفی[1]» یاد می‌شود. روش‌های متعددی برای افزایش عمر نگهداری میوه‌های تازه به صورت موفقیت آمیزی از طریق درک بهتر فرآیند تنفس توسعه یافته است. این روش‌ها شامل انبار با اتمسفر کنترل شده [۳، ٤]، پرتودهی فرابنفش [۵]، تیمار های حرارتی [٦، ۷]، فراصوت [۸، ۹] و استفاده از ترکیباتی نظیر پلی‌آمین ها[2] [۱۰]، فنیل اتیل الکل[3] [۱۱]، متیل جاسمونات[4] [۱۲، ۱۳]، دی اکسیدکربن[١٤]، نیتریک اکسید[5] [۱۵]، متیل سیکلوپروپن[6] [١٦] و مهارکننده های بیولوژیک نظیر سالیسیلیک اسید [۱۷] اشاره کرد. از دیگر راهکارهای کنترل تلفات و کاهش ضرر اقتصادی پس از برداشت میوه‌ها، استفاده از بسته‌بندی‌های فعال است. پوشش‌های خوراکی به عنوان یک نوع از بسته‌بندی فعال می‌تواند چنین نقشی را ایفا کند. پوشش‌های خوراکی می‌توانند از طریق کاهش مهاجرت مواد محلول و رطوبت، تبادل گازها، تعرق و سرعت واکنش‌های اکسیداتیو و همچنین کاهش اختلالات فیزیولوژیکی موجب افزایش عمر نگهداری میوه‌های تازه شوند [۲].

توت‌فرنگی گیاهی از جنس Fragaria L است. توت‌فرنگی‌ها، میوه‌هایی بسیار مطبوع، فساد پذیر، در معرض آسیب‌های مکانیکی، خرابی فیزیولوژیکی، افت رطوبت و تباهی هستند [۱۸]. بیشترین عامل تلفات محصول توت‌فرنگی بیماری‌های قارچی است. مهم‌ترین بیماری قارچی این محصول کپک خاکستری ناشی از قارچ Botrytis Cinerea می‌باشد. عمر نگهداری بسیار کوتاه توت‌فرنگی به همراه تلفات ناشی از سایر عوامل منجر به ایجاد سختی‌های فراوان در صادر کردن این محصول به نقاط دور شده است [۱۹].

در سال‌های اخیر، بیشترین توجه به استفاده از پلیمرهای طبیعی مانند پلی‌ساکاریدها و پروتئین‌ها در پوشش‌دهی توت فرنگی معطوف شده است [۲۰، ۲۱ و ۲۲]. محققین اثر مثبت پوشش کیتوزان بر روی توت‌فرنگی را گزارش داده‌اند [۲۳]. یک پوشش خوراکی بر پایه موسیلاژ درخت کاکتوس منجر به افزایش زمان سفت ماندن و افزایش عمر نگهداری توت‌فرنگی‌ها شد [۲۰].

آلوئه‌ورا گیاهی است که بیشتر به خاطر خواص پزشکی و درمانی آن شناخته شده است [٢٤]. ترکیب اصلی ژل آلوئه‌ورا حاوی پلی‌ساکاریدها و قندهای محلول است که به همراه آن، پروتئین‌ها، ویتامین‌ها و مواد معدنی وجود دارند [۲۵]. ژل آلوئه‌ورا که فاقد طعم، رنگ و بو است، در صنایع داروسازی و غذایی کاربرد دارد. در سال‌های اخیر، تحقیق بر روی ژل آلوئه‌ورا به عنوان پوشش‌دهی میوه‌ها به سرعت افزایش یافته است. بر اساس تحقیقات انجام شده، این ژل با مکانیسم‌های مختلفی موجب شکل‌گیری یک لایه محافظ در مقابل اکسیژن و رطوبت هوا و همچنین به دلیل داشتن ترکیبات ضد میکروبی موجب جلوگیری از فعالیت میکروارگانیسم‌ها می‌شود [٢٦]. از طرف دیگر، تا حدی خصوصیات ضد قارچی این ژل علیه کپک بوتریتیس سینرا به اثبات رسیده است [۲۷]. تاکنون مطالعات مختلفی بر روی تأثیر ژل آلوئه‌ورا در پوشش‌های خوراکی برای افزایش ماندگاری میوه‌های تازه نظیر نارنگی و برش‌های پاپایا صورت گرفته است [۲۸، ۲۹]. پالادینس و همکاران (۲۰۱٤) ، از ژل آلوئه‌ورا در ترکیب با روغن میوه گل رُز به منظور حفظ کیفیت میوه‌های هسته‌دار استفاده کردند. میوه‌ها به مدت ٦ روز در دمای ۲۰^{0}C نگهداری شدند و پس از آن نتایج آزمون‌ها نشان داد که افزودن روغن میوه گل رُز به ژل آلوئه‌ورا موجب کاهش سرعت تنفس در تمامی میوه‌ها و کاهش تولید اتیلن در میوه‌های فرازگرا می‌شود [۳۰]. آرووارا و همکاران (۲۰۱۳)، بهبود کیفیت پرتقال را با استفاده از پوشش ژل آلوئه‌ورا گزارش دادند[۳۱]. وحدت و همکاران (۱۳۹۱)، از ژل آلوئه ورا به تنهایی در غلظت‌های ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد به عنوان پوشش توت‌فرنگی استفاده کردند و نتایج مثبتی به دست آوردند [۳۲].

استفاده از اسانس‌های روغنی طبیعی ضد میکروبی در پوشش‌های خوراکی نیز امروز مورد توجه قرار گرفته است.

1. Hidden harvest
2. Polyamines
3. Phenyl Ethyl Alcohol
4. Methyl jasmonate
5. Nitric oxide
6. methylcyclopropene

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-10]

[DOI: 10.52547/fsct.18.112.81]

گزارش شده است که اسانس بدست آمده از گیاه آویشن دارای اثر ضد باکتریایی، ضد قارچی و ضد اکسیدانی بسیار زیادی است [۳۳]. آمال و همکاران (۲۰۱۰)، زمان نگهداری توت‌فرنگی را به وسیله پوشش خوراکی حاوی تیمول و کلرید کلسیم بهبود بخشیدند [۳٤]. گزارش‌هایی از اثر اسانس‌های روغنی در ترکیب با پوشش‌های خوراکی بر فعالیت کپک‌های عامل تباهی توت‌فرنگی‌ها انجام شده است [۳۵، ۲۹]. بر این اساس هدف اصلی این پژوهش بررسی اثر پوشش خوراکی بر پایه ژل آلوئه‌ورا و تیمول بر بهبود خصوصیات کیفی میوه توت‌فرنگی و افزایش عمر نگهداری آن به عنوان جایگزین مواد شیمیایی و آفت‌کش‌های سنتزی می‌باشد و همچنین پوشش ژل آلوئه ورا به تنهایی قادر به بهبود افت رطوبت توت فرنگی‌های رقم گیلاسی بود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- تهیه مواد اولیه

میوه‌های توت‌فرنگی رقم محلی گیلاسی در مرحله بلوغ تجاری از باغ محلی شهرستان ساری استان مازندران به مقدار ۵۰ کیلوگرم برداشت گردیدند. ۲۰ برگ آلوئه‌ورا نیز از گلخانه گیاهان زینتی شهرستان ساری استان مازندران تهیه شد.

۲-۲- تهیه ژل آلوئه‌ورا

برگ‌های آلوئه‌ورا که از گیاه ۳ ساله کشت شده در گلخانه واقع در شهرستان ساری استان مازندران چیده شده بودند به سرعت به آزمایشگاه منتقل شدند. از روش ناوارو و همکاران (۲۰۱۱) برای تهیه ژل از ۲۰ عدد برگ آلوئه‌ورا استفاده شد و به صورت دستی ژل‌ها از بافت پارانشیم جدا گردید [۲۹]. ژل خام از طریق پایین آوردن pH با استفاده از اسید فسفریک تا ۷۵/۳ و سپس حرارت دادن به مدت ۱۰ ثانیه در دمای ^0C ۸۰ و سپس سرد کردن آن تا دمای ^0C ۵ پایدار شد. ژل بدست آمده به دو بخش تقسیم شد تا یک بخش از آن برای غلظت ۱۰۰ درصد استفاده شود و بخش دیگر برای غلظت ۵۰ درصد رقیق گردد. بخش دوم از طریق افزودن حجم برابر آب مقطر و همزدن آن تا یکنواخت شدن ژل رقیق شد. هر کدام از این دو بخش به ظروف دیگری منتقل شدند تا به هرکدام از آن‌ها غلظت‌های مشخص تیمول (۵/۰ و ۱mg/L) افزوده شود.

۲-۳- آماده سازی تیمول

کریستال‌های تیمول در آب نامحلول هستند بنابراین برای به کارگیری حالت کریستالی تیمول باید آن را ابتدا در الکل اتیلیک حل نمود. بدین منظور از حجم مشخص و اندکی اتانول استفاده شد. از آنجایی که تیمول مورد استفاده داری خلوص بالا (۶/۹۹ درصد) بود بنابراین برای بدست آوردن غلظت‌های مورد نظر به ترتیب به ۵/۰ و ۱ml/L تیمول نیاز بود. با درنظر گرفتن حجم الکل مصرفی برای حل نمودن کریستال‌های تیمول، مقادیر مورد نظر از تیمول به درون هر یک ظروف حاوی غلظت‌های مختلف ژل آلوئه ورا افزوده شد. جهت پخش شدن یکنواخت تیمول به درون ژل از همزن دستی استفاده شد.

۲-٤- آماده سازی تیمارها

توت‌فرنگی‌های تقریبا یکدست و رسیده از مزرعه به صورت تازه برداشت شد به نحوی که کمترین میزان آلودگی به گرد و خاک و گِل و آفات و له شدگی در آن‌ها به وجود آمد. توت‌فرنگی‌های کاملا سالم جدا گردید و برای تهیه تیمارها به کار برده شد. برای تهیه تیمارهای شاهد، توت‌فرنگی‌ها به مدت ۱۰ دقیقه درون ظرف حاوی آب مقطر غوطه‌ور شدند. برای تهیه سایر تیمارها توت فرنگی‌ها درون هر ظرف حاوی غلظت‌های متفاوتی از ژل آلوئه‌ورا و تیمول به مدت ۱۰ دقیقه غوطه‌ور شدند. پس از آن، نمونه‌های تیمار شده درون آبکش از جنس استیل قرار داده شد تا آبگیری انجام شده و سپس به مدت ۲۰ دقیقه درون آون با دمای ^0C ۲۰ قرار داده شد تا با استفاده از جریان هوای اجباری سطح تیمارها خشک شوند. پس از خشک شدن، هر تیمار درون ظروف کدگذاری شده قرار گرفت و به یخچال با دمای ^0C ٤ و رطوبت نسبی ٤۰ درصد منتقل گردید و نمونه‌ها در فواصل زمانی ۱، ۳، ۷، ۱٤ روز مورد آزمون قرار گرفتند که االبته برای ۲ آزمون خرابی و افت وزن تا روز ۲۱ آزمایشات ادامه داده شد چرا که میوه‌ها اکثرا سالم بودند و قابلیت نگهداری تا روز ۲۱ را داشتند و با افزایش زمان نگهداری نتایج دقیقی تری را می‌توان از آنها بدست آورد.

۲-۵- تعیین افت وزن

نمونه‌هایی که برای این آزمون انتخاب شدند به طور جداگانه و ثابت در یک ظرف برچسب گذاری شده نگهداری شدند. از هر

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-10]

[DOI: 10.52547/fsct.18.112.81]

تیمار ۵ میوه انتخاب گردید. در روز اول پس از تهیه تیمارها، وزن اولیه نمونه‌ها با دقت اندازه‌گیری شد. در روزهای ۳، ۷، ۱٤ و ۲۱ نیز وزن نمونه‌ها اندازه‌گیری شد و اختلاف میان وزن نمونه‌ها در روزهای مختلف با روز اول بیانگر میزان افت وزن بود که به صورت درصد افت وزن بیان شد [۳٦].

رابطه (۱)

$$\text{درصد افت وزن} = \frac{(M_1 - M_2)\times 100}{M_1}$$

M_1 وزن در روز اول؛ M_2 وزن در روز آزمون.

۲-٦- سفتی بافت

از هر تیمار تعداد ۵ توت‌فرنگی تقریبا یک اندازه و هم‌شکل انتخاب شد و از ناحیه استوایی بر روی صفحه ثابت دستگاه آنالیز بافت (بروکفیلد[1] مدل CT3، ساخت آمریکا) قرار گرفت. بر اساس روش تانادا پالمو و گروسو (۲۰۰۵) پروب به قطر ۱ سانتیمتر، سرعت ثابت (۱mm/s) به مقدار مشخص (۷۵ درصد ارتفاع میوه) به درون میوه نفوذ کرد. لودسل دستگاه بر روی ۵ کیلوگرم تنظیم شد. برای این آزمون ضروری است که میوه‌های تمامی تیمارها تقریبا یک اندازه و یک شکل باشند. میزان سفتی میوه در مقایسه با روز اول بر اساس نیوتن (N) بیان شد [۳٦].

۲-۷- رنگ سنجی

اگرچه برای اندازه‌گیری رنگ میوه‌ها، بخصوص توت‌فرنگی از دستگاه‌های رنگ سنجی استفاده می‌گردد اما به دلیل عدم دسترسی به دستگاه رنگ سنج با دقت بالا، از روش پردازش تصویر تشریح شده توسط پورحاجی و مظاهری تهرانی (۱۳۹۲) برای استخراج پارامترهای رنگ سنجی استفاده گردید [۳۷]. بدین منظور ابتدا از نمونه‌ها در شرایط نوردهی، زاویه دوربین و تعداد پیکسل یکسان درون اتاقک تصویربرداری با استفاده از دوربین دیجیتال عکس‌برداری شد و سپس عکس‌ها با فرمت tiff به کامپیوتر منتقل شده و با استفاده از نرم‌افزار Image J مختصات CIE-Lab (L^*، a^* و b^*) با استفاده از پلاگین موجود در نرم‌افزار استخراج گردید. L^* نشان دهنده روشنایی است و از ۰ (سیاه) تا ۱۰۰ (سفید) متغیر است. پارامتر a^* از a– (سبزی) تا a+ (سرخی) و پارامتر b^* از b– (آبی) تا b+ (زردی) متغیر است. بر اساس گارسیا و همکاران (۲۰۱۰)، پارامترهای a^* و b^* تبدیل به شاخص دیگری به نام کروما[2] (C^*) شدند [۳۸]:

رابطه (۲)

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

همچنین بر اساس تانادا پالمو و گروسو (۲۰۰۵)، نسبت پارامتر a^* به پارامتر b^* (a/b) به عنوان شاخصی از تغییرات رنگ قرمز بررسی شد [۳٦].

۲-۸- غلظت مواد جامد محلول

بریکس توت‌فرنگی‌ها در دمای ^0C ۲۰ تعیین شد. ابتدا بر اساس تانادا پالمو و گروسو (۲۰۰۵)، میوه‌ها با همزن مکانیکی به طور کامل و یکدست مخلوط شدند (حدود ۱۰ میوه برای هر تیمار) تا پوره هموژن میوه بدست آید. با استفاده از رفراکتومتر (Atago, HSR-500، ساخت ژاپن) مقدار بریکس نمونه‌ها قرائت شد [۳٦]. پیش از شروع به کار، رفراکتومتر با آب مقطر کالیبره گردید. پس از هر بار قرائت به دقت رفراکتومتر تمیز شد تا از خطا جلوگیری گردد.

۲-۹- اسیدیته قابل تیتر

اسیدیته بر اساس درصد اسید سیتریک موجود در میوه با استفاده از روش پتانسیومتری تشریح شده توسط تانادا پالمو و گروسو (۲۰۰۵) اندازه‌گیری شد [۳٦]. ۱۰ گرم از مخلوط پوره میوه (در بخش اندازه‌گیری غلظت مواد جامد محلول توضیح داده شده است) در بشر کوچکی ریخته شد و با اضافه کردن آب مقطر به حجم ۱۰۰ رسانده شد. از هیدروکسید سدیم ۱/۰ نرمال تا رسیدن pH به ۱/۸ استفاده گردید. اسیدیته قابل تیتر به صورت درصد اسید سیتریک بیان شد. برای این منظور، مقدار هیدروکسید سدیم مصرفی با استفاده از رابطه ۳ تبدیل به درصد اسید سیتریک شد.

رابطه (۳)

$$\text{اسیدیته قابل تیتر} = V \times 0/064$$

۲-۱۰- آلودگی میکروبی

بر اساس هان و همکاران (۲۰۰٤)، و به صورت بصری بر اساس تعداد میوه‌های خراب شده در هر تیمار اندازه‌گیری شد [۲۳]. هر میوه‌ای که نشان کوچکی از رشد کپک در آن مشاهده

1. Brookfield

2. Chroma

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-10]

[DOI: 10.52547/fsct.18.112.81]

گردید به عنوان میوه خراب شده در نظر گرفته شد. برای این کار تعداد ثابتی میوه (۲۰ توت‌فرنگی) از هر تیمار در سینی‌ها قرار داده شد و به صورت درصد خرابی بیان گردید.

۲-۱۱- آزمون حسی

به روش گارسیا و همکاران (۲۰۱۰) با کمی تغییرات صورت گرفت. ۵ پنلیست انتخاب شد و ٦ تیمار مختلف به همراه فرم نظرخواهی به داوران داده شد [۳۸]. از داوران خواسته شد که نظر خود را در مورد اطلاعات خواسته شده درون فرم با استفاده از کدهای موجود پر کنند. پیش از انجام آزمون، هر یک از ویژگی‌های مورد نظر برای داوران تشریح شد. فرم پرسشنامه با استفاده از مقیاس هدونیک با ۵ نقطه‌ای تهیه شد. نقاط عبارت بودند از ۵ (عالی یا بسیار خوشایند)، ٤ (خوب یا نسبتا خوشایند)، ۳ (قابل قبول یا نه خوشایند و نه ناخوشایند)، ۲ (بد، ناخوشایند) و ۱ (خیلی بد، بسیار ناخوشایند). میوه‌ها به صورت تصادفی انتخاب و کدگذاری شدند. به هر یک از پنلیست‌ها تعداد ١٤ توت‌فرنگی (۲ توت‌فرنگی برای هر تیمار) داده شد. این آزمون در مکانی انجام گرفت که هیچ گونه بوی خاصی نداشته و نور اتاق نیز در حالت معمولی تنظیم گردید. دمای میوه‌ها در حین انجام آزمون نیز به همان حالت نگهداری بود. از داوران خواسته شد پس از آزمودن هر تیمار دهان خود را با آب بشویند. مقادیر کلی کمتر از ۵/۲ به عنوان غیرقابل قبول انتخاب شد. پارامترهای مورد بررسی شامل عطر و طعم، رنگ، براقیت، سفتی بافت و پذیرش کلی بود.

۲-۱۲- تجزیه و تحلیل آماری

طرح مورد استفاده برای انجام آزمایشات عبارت بود از طرح بلوک‌های کاملا تصادفی آزمون حسی در پایان روز دوم با تعداد ۵ پنلیست انجام شد. آنالیز آماری داده‌های بدست آمده از تمامی آزمون‌ها با استفاده از روش ANOVA یک طرفه در سطح ۹۵٪ و با استفاده از نرم افزار SPSS version 21 انجام گرفت. برای بررسی اختلاف میان تیمارهای مختلف نیز از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۹۵٪ بهره گرفته شد. در صورتی که $p < ۰۵/۰$ بود به عنوان وجود اختلاف معنی‌دار در نظر گرفته شد. از نرم افزار Microsoft Excel 2013 برای رسم نمودارها استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- افت وزن

میانگین نتایج مربوط به میزان افت وزن نمونه‌های تیمار شده با غلظت‌های مختلف ژل آلوئه‌ورا و تیمول در جدول ۱ نشان داده شده است. بر اساس این نتایج، با افزایش زمان نگهداری، تمامی نمونه‌ها به طور پیوسته کاهش وزن ناشی از تبخیر رطوبت را داشتند. مقدار افت وزن در محدوده ۹۲/٤ در روز سوم تا ۰٦/٦۲ درصد در روز ۲۱ بود. بیشترین میزان افت وزن در تمامی روزهای آزمون مربوط به نمونه شاهد بود ($p < ۰۵/۰$). بنابراین تیمار کردن نمونه‌ها با ژل آلوئه‌ورا و تیمول اثر مثبتی بر میزان افت وزن نسبت به نمونه شاهد داشت. در پایان روز ۲۱، نمونه‌هایی که با غلظت ۱۰۰٪ آلوئه‌ورا پوشش داده شده بودند افت وزن کمتری نسبت به نمونه‌های پوشش داده شده با غلظت ۵۰٪ ژل آلوئه‌ورا داشتند که اختلاف میان آن‌ها غیر معنی‌دار بود ($p > ۰۵/۰$). در روز سوم و ١٤ پس از نگهداری نیز میان هیچ یک از فرمولاسیون پوشش‌های خوراکی اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد. به طور کلی به نظر می‌رسد که تلفیق غلظت‌های مختلف تیمول در پوشش خوراکی نیز اثری بر میزان افت وزن توت‌فرنگی‌ها نداشته است. نتایج این پژوهش نشان داد که به مانند سایر پوشش‌های خوراکی، ژل آلوئه ورا نیز موجب جلوگیری از افت رطوبت و کنترل تغییرات تنفسی شد. به طور کلی این اثر مثبت پوشش‌های خوراکی مربوط به خصوصیات هیگروسکوپیک آن‌ها می‌باشد که موجب تشکیل یک مانع در مقابل آب میان میوه و محیط پیرامون می‌شود و در نتیجه از انتقال آن به خارج از میوه اجتناب می‌شود [۳۹]. اثر پوشش خوراکی بر پایه ژل آلوئه ورا در کاهش افت وزن برای میوه‌های زیادی همچون انگور، گیلاس، هلو، آلو، شلیل [٤۰، ٤۱]، انجیر [۲۸]، سیب [٤۲] وتوت فرنگی [٤۳] گزارش شده است. اسانس‌های روغنی نیز با اثری که بر فعالیت‌های میکروبی می‌گذارند موجب کاهش فرآیندهای تنفسی در میوه می‌شوند که این در نهایت از افت رطوبت می‌کاهد [٤٤]. با این حال در این پژوهش به نظر می‌رسد که افزودن اسانس روغنی تیمول اثر مثبتی در کاهش افت وزن نداشت که احتمالا به دلیل غالب بودن افت رطوبت نسبت به واکنش‌های اکسیداسیون و فعالیت‌های میکروبی در افت وزن بوده باشد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-10]

[DOI: 10.52547/fsct.18.112.81]

Table 1 The effect of treatments on weight loss of samples during storage

21 day	14 day	7 day	3 day	Treatment
48.76±7.01[b]	33.48±5.90 [ab]	13.93±2.04[bc]	5.66±0.75[b]	100 Aloe vera ،1 thymol
47.02±5.84[b]	29.55±6.95[b]	10.91±1.62[c]	4.92±0.93[b]	100 Aloe vera ،0.5 thymol
50.15±8.24[b]	30.53±6.66[b]	13.44± 3.01[bc]	5.28±1.39[b]	100 Aloe vera
53.52±7.93[ab]	35.02±5.36[ab]	15.66±1.73[b]	6.49±0.94[b]	50 Aloe vera ،1 thymol
55.74±7.08[d]	34.39±7.24[ab]	13.77±2.60[bc]	5.48±1.03[b]	50 Aloe vera ،0.5 thymol
62.06±6.32[a]	41.24± 4.52[a]	21.04±4.43[a]	8.87±1.43[a]	blank

(The different letters in each column indicate a significant difference at 95% confidence level).

۲-۳- سفتی بافت

میانگین سفتی بافت توت‌فرنگی‌های پوشش داده شده با ژل آلوئه‌ورا و تیمول و همچنین توت‌فرنگی‌های پوشش داده نشده که طی روزهای اول، سوم، هفتم و چهاردهم اندازه‌گیری شد در شکل ۱ نشان داده شده است. در طی ۱٤ روز نگهداری توت‌فرنگی‌ها در یخچال، سفتی بافت نمونه پوشش داده شده با ژل ۱۰۰٪ آلوئه‌ورا و ۱ml/L تیمول کاهش یافت اما تغییرات سفتی بافت سایر تیمارها از الگوی منطقی پیروی نکردند. نتایج آزمون چند دامنه‌ای دانکن نشان داد که در روز اول، روز سوم و روز ۱٤ پس از نگهداری، میان هیچ یک از نمونه‌ها اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت ($p > ۰۵/۰$)؛ اما در روز هفتم میان برخی از تیمارها اختلاف آماری معنی‌دار دیده شد بدین ترتیب که تیمار پوشش داده شده با ژل ۱۰۰٪ آلوئه‌ورا بیشترین سفتی را از خود نشان داد و تیمار پوشش داده شده با ژل ۱۰۰٪ آلوئه ورا و ml/L ۱ تیمول کمترین سفتی بافت را در این روز داشت ($p < ۰۵/۰$). مطابق با این نتایج، هرناندز میونوز و همکاران (۲۰۰۸) گزارش دادند که توت رنگی‌های شاهد و تیمار شده با پوشش خوراکی بر پایه کیتوزان به همراه یا بدون افزودن کلسیم گلوکونات در روز اول دارای اختلاف آماری معنی‌دار در میزان سفتی بافت نبودند ($p >۰۵/۰$) [۲۱]. نتیجه‌ای مشابه توسط تانادا پالمو و گروسو (۲۰۰۵) که بر روی اثر پوشش‌های بر پایه گلوتن گندم با یا بدون افزودن موم، اسید استئاریک و اسید پالمتیک بر روی توت‌فرنگی‌ها مطالعه می‌کردند گزارش شد [۳٦]. پس از روز اول، روند تغییرات سفتی بافت توت‌فرنگی‌ها به نحوی بود که به طور کلی می‌توان بیان کرد که پوشش خوراکی ژل آلوئه ورا و همچنین اسانس روغنی تیمول موجب بهبود و حفظ سفتی بافت نشد. دلیل این امر احتمالا عدم خشک شدن کامل سطح توت‌فرنگی‌ها باشد که این سطح مرطوب منجر به افزایش نرم شدگی میوه نسبت به نمونه‌های فاقد پوشش شد [۲۳]. روش غوطه‌وری برای پوشش دادن توت‌فرنگی‌ها استفاده شد ممکن است این روش منجر به افزایش مایع بر سطح و بخش داخلی توت‌فرنگی‌ها شده که خشک کردن آن‌ها به طور کامل دشوار بوده باشد. بنابراین مطالعات بیشتری جهت بهینه کردن تکنولوژی اعمال پوشش خوراکی و خشک کردن آن بر سطح توت‌فرنگی‌ها مورد نیاز می‌باشد. به عنوان مثال می‌توان به جای روش غوطه‌ور کردن از روش پاششی با حجم پایین استفاده کرد. اگرچه در این روش ممکن است یکپارچگی پوشش خوراکی حفظ نشود اما باعث حل شدن مشکل وجود پوشش اضافه بر سطح میوه خواهد شد. در توافق با نتایج مبنی بر عدم تاثیر ژل آلوئه ورا بر سفتی بافت توت‌فرنگی‌ها در این پژوهش، بنیتز و همکاران [٤۵] بیان کردند که سفتی بافت قطعات کیوی پوشش داده شده با پوشش خوراکی حاوی درصدهای مختلف آلوئه‌ورای تجاری (۱، ۵ و ۱۵ درصد) پس از ۱۲ روز نگهداری در شرایط مشابهی قرار داشتند ($p > ۰۵/۰$).

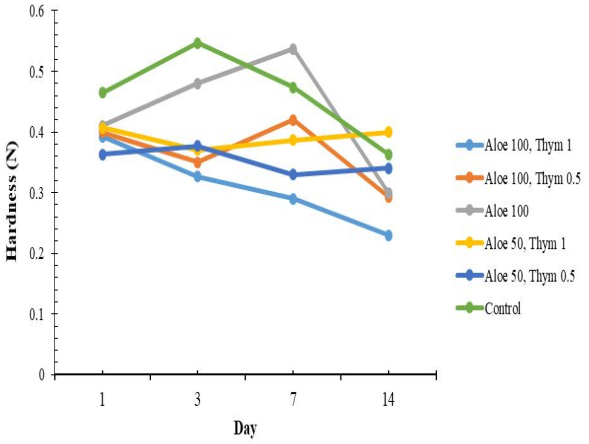

Fig 1 The effect of treatments on hardness of samples during storage

۳-۳- رنگ

رنگ سطح توت‌فرنگی‌های تیمار شده با غلظت‌های مختلف ژل آلوئه‌ورا و تیمول توسط پردازش تصاویر دیجیتال اندازه گیری شد و نتایج آن شامل پارامترهای L^* (روشنایی ۰ تا

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-10]
[DOI: 10.52547/fsct.18.112.81]

تاریکی ۱۰۰)، a^* (سبز- تا قرمز+) و b^* (آبی- تا زرد+) به همراه پارامتر کروما (C^*) استخراج شد. علاوه براین، نسبت پارامتر a^* به پارامتر b^* (a/b)که شاخصی از تغییرات رنگ قرمز است نیز بررسی شد.

پارامتر L^* در طی ۱۴ روز نگهداری توت‌فرنگی‌ها در دمای ^0C ۴ و رطوبت نسبی ۴۰ ٪ به طور کلی کاهش یافت (شکل ۲). مقادیر L^* از ۲۱/۳۸ در روز اول تا ۹۵/۲۰ در روز ۱۴ متغیر بود. همچنین بر اساس نتایج تجزیه واریانس مشخص شد که در هیچ یک از روزهای اندازه‌گیری، اختلاف آماری معنی‌داری در پارامتر L^* میان تیمارهای مختلف وجود ندارد. همچنین افزودن تیمول نیز اثر معنی‌داری بر حفظ روشنایی طی نگهداری میوه‌ها نداشت. کاهش مقدار L^* با افزایش زمان نگهداری را محققین مختلف برای توت فرنگی‌های پوشش داده شده با پروتئین سویا و گلوتن حاوی یا بدون اسانس تیمول [۳۵]، کیتوزان [۲۱]، نشاسته‌های مختلف [۴۶]، آلژینات [۴۷] نیز گزارش کرده‌اند.

پارامترهای a^*، b^* و کروما (C^*) نیز در طی نگهداری به طور کلی کاهش یافتند (شکل ۳ و ۴ و ۵). در روزهای ۱، ۳ و ۱۴، اختلاف آماری معنی‌داری در پارامتر C^* مشاهده شد ($p <$ ۰۵/۰) در حالیکه در روز ۷ این اختلاف معنی‌دار نبود. کمترین میزان پارامتر C^* در روزهای ۱، ۳ و ۱۴، مربوط به نمونه با ۵۰٪ آلوئه‌ورا و ml/L ۵/۰ تیمول بود. این نتیجه نشان دهنده کاهش درخشانی یا وضوح و خوش رنگی است. هرناندز میونوز و همکاران (۲۰۰۸) نیز کاهش C^* توت فرنگی‌های پوشش داده شده با کیتوزان یا فاقد پوشش را طی نگهداری به مدت ۱ هفته گزارش کردند [۲۱].

اختلاف آماری معنی‌داری در پارامتر a^* در روزهای اول و ۷ مشاهده نشد. پارامتر b^* تیمارهای مختلف در روزهای ۷ و ۱۴ دارای اختلاف آماری معنی‌دار بودند ($p <$ ۰۵/۰).

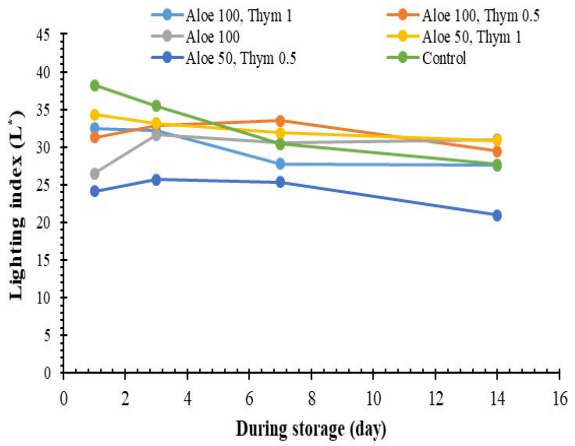

Fig 2 The effect of treatments on lighting index (L^*) of samples during storage

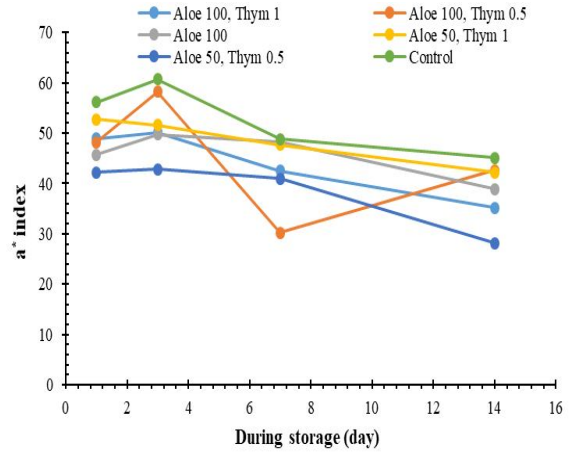

Fig 3 The effect of treatments on color index a^* of samples during storage

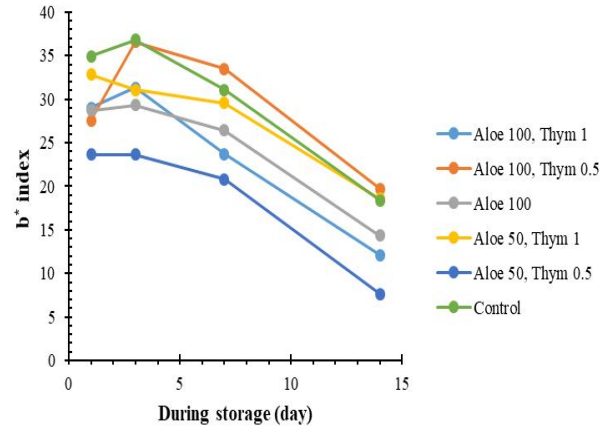

Fig 4 The effect of treatments on color index b^* of samples during storage

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-10]

[DOI: 10.52547/fsct.18.112.81]

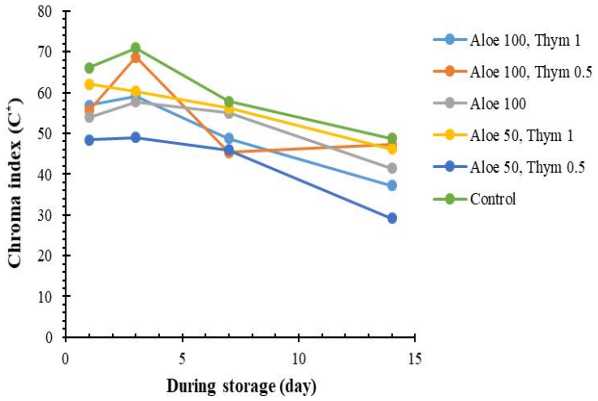

Fig 5 The effect of treatments on chroma index C^* of samples during storage

نتایج مربوط به نسبت a/b در شکل ٦ آمده است. نسبت a/b با افزایش زمان نگهداری تا ١٤ روز به طور کلی افزایش یافت. میان تیمارهای مختلف در روزهای اول و سوم هیچگونه اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد اما با افزایش زمان نگهداری در روزهای ٧ و ١٤ اختلاف آن‌ها نیز معنی‌دار شد ($p < ٠٥/٠$). در روز ٧، کمترین نسبت a/b مربوط به نمونه پوشش داده شده با غلظت ١٠٠٪ آلوئه‌ورا و ٠٥/٠ml/L تیمول و بیشترین میزان مربوط به نمونه پوشش داده شده با غلظت ٥٠٪ آلوئه‌ورا و ٠٥/٠ml/L تیمول بود. در روز ١٤ نیز روند تغییرات مشابه روز ٧ بود. اگرچه در پایان روز ١٤ آزمون چند دامنه‌ای دانکن وجود اختلاف میان نمونه‌های مختلف را نشان داد اما نتایج تجزیه واریانس عدم وجود اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ٥٪ را ثابت کرد.

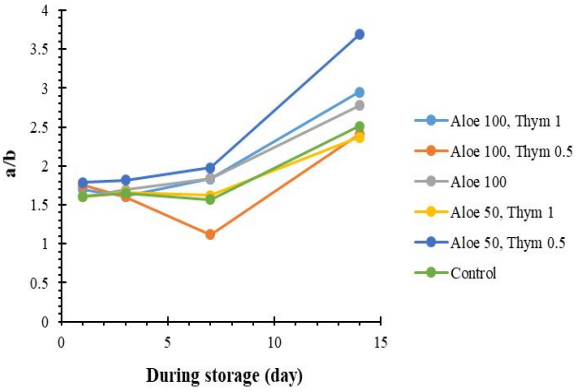

Fig 6 The effect of treatments on red color changes index (a/b) of samples during storage

با توجه به نتایج، علیرغم کاهش مقدار a^*، نسبت a/b طی نگهداری افزایش یافت که نشان دهنده افزایش رنگ قرمز می‌باشد [٣٦]. روند کاملا مشابهی را تانادا پالمو و همکاران (٢٠٠٥) برای توت فرنگی‌های پوشش داده شده با گلوتن گندم و سایر پوشش‌ها و نیز نمونه‌های فاقد پوشش گزارش کردند [٣٦].

٣-٤- درصد مواد جامد محلول

نتایج مربوط به درصد مواد جامد محلول توت‌فرنگی‌ها در طول نگهداری در جدول ٢ آمده است. با افزایش زمان نگهداری توت‌فرنگی‌ها، مواد جامد محلول به طور معنی‌داری افزایش یافت ($p < ٠٥/٠$). در انتهای روز ١٤، تمامی نمونه‌ها هیچ اختلاف معنی‌داری در موادجامد محلول نسبت به نمونه شاهد نداشتند اما در سایر روزها، میان نمونه‌های مختلف اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ($p < ٠٥/٠$). در روز اول، کمترین مقدار مربوط به نمونه پوشش داده شده با ٥٠ درصد آلوئه‌ورا و ml/L ٥/٠ تیمول بود. این درحالی است که همان نمونه در روز ١٤ دارای بیشترین درصد مواد جامد محلول بود اگرچه اختلاف معنی‌داری با سایر نمونه‌ها نداشت ($p > ٠٥/٠$). تغییرات مواد جامد محلول نمونه‌ها از روز اول تا روز ١٤ مابین ٦/٧ تا ١٢ درصد بود. گزارش شده است که هرچه تغییرات مواد جامد محلول در طی نگهداری کمتر باشد نشان از به تعویق افتادن رسیدگی و پیری میوه توت‌فرنگی دارد [٣٦]. همچنین بیشتر بودن مواد جامد محلول نشان دهنده شیرینی بیشتر میوه است [٤٨]. افزایش مقدار مواد جامد محلول در این پژوهش می‌تواند مربوط به کاهش شدید وزن بر اثر از دست دادن رطوبت و تنفس میوه باشد زیرا که با تنفس، پلی ساکاریدها شکسته و تبدیل به ترکیبات ساده‌تر می‌گردد [٣٦]. به عنوان مثال حل شدن بخشی از پلی‌اُرونیدها و همی‌سلولزهای دیواره سلولی توت‌فرنگی‌ها طی نگهداری می‌تواند موجب افزایش مواد جامد محلول گردد [٢١]. علاوه بر این موارد طی رسیدگی میوه‌ها، اسیدهای آلی به عنوان سوبسترا در متابولیسم تنفس استفاده می‌شوند و موجب افزایش مواد جامد محلول و pH و کاهش اسیدیته قابل تیتر می‌گردند [٤٩]. هرناندز میونوز و همکاران (٢٠٠٨)، افزایش مقدار مواد جامد محلول برای نمونه‌های توت‌فرنگی شاهد و نمونه‌های توت‌فرنگی پوشش داده شده با کیتوزان را پس از شش روز نگهداری در دمای ١٠ ^0C گزارش کردند [٢١]. به نظر می‌رسد که استفاده از اسانس روغنی تیمول موجب تغییر در مواد جامد محلول توت فرنگی‌ها نشده است. این نتیجه در توافق با نتایج اصغری-مرجانلو و همکاران (٢٠٠٩)، است که عدم تغییر در مواد جامد محلول نمونه‌های توت فرنگی تیمار شده با اسانس‌های روغنی نسبت به نمونه شاهد را گزارش دادند [٥٠].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-10]

[DOI: 10.52547/fsct.18.112.81]

Table 2 The effect of treatments on brix of samples during storage

14 day	7 day	3 day	1 day	Treatment
11.87±1.30[a]	9.66±0.76 [ab]	9.76±0.75[ab]	8.5±0.50[ab]	100 Aloe vera ،1 thymol
10±1.00[a]	8.76±0.64[b]	8.4±0.72[c]	8.66±0.42[ab]	100 Aloe vera ،0.5 thymol
11.43±1.20[a]	9.33±0.58[b]	9.83± 1.04[a]	9.26±0.64[a]	100 Aloe vera
10.66±0.29[a]	9.33±0.29[b]	9.16±0.29[abc]	9.33±0.76[a]	50 Aloe vera ،1 thymol
12±1.32[a]	9.16±1.04[b]	18.73±0.68[abc]	7.6±0.36[b]	50 Aloe vera ،0.5 thymol
11.27±1.22[a]	10.83± 0.76[a]	8.46±0.42[bc]	9.16±0.76[a]	blank

(The different letters in each column indicate a significant difference at 95% confidence level).

۳-۵- اسیدیته قابل تیتر

مقدار اسیدیته قابل تیتر نمونه‌های توت‌فرنگی پوشش داده شده با غلظت‌های مختلف ژل آلوئه‌ورا و تیمول در شکل ۷ مشخص شده است. بر این اساس به طور کلی اسیدیته قابل تیتر اغلب نمونه‌ها با افزایش زمان نگهداری تا روز ١٤ افزایش یافته است. در روزهای مختلف از آزمون نیز میان تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌دار وجود داشت ($p < ۰۵/۰$).

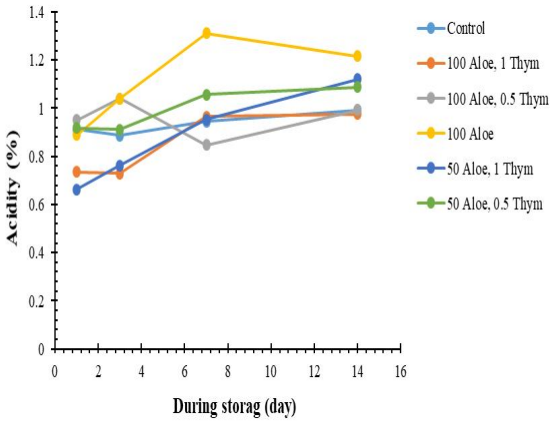

Fig 7 The effect of treatments on titrable acidity of samples during storage

در روزهای اول و سوم کمترین اسیدیته مربوط به نمونه‌های حاوی ۱ml/L تیمول بود. در روزهای ۷ و ١٤ نمونه پوشش داده شده با غلظت ۱۰۰ درصد ژل آلوئه‌ورا بیشترین مقدار اسیدیته را داشت. اگرچه بسیاری از محققین کاهش اسیدیته قابل تیتر میوه‌های دارای پوشش خوراکی را طی زمان نگهداری گزارش داده‌اند اما در توافق با نتایج، کمپوس و همکاران (۲۰۱۱) افزایش اسیدیته نمونه شاهد و نمونه‌های توت‌فرنگی پوشش داده شده با کیتوزان و نشاسته کاساوا را پس از ۹ روز نگهداری در دمای ^{0}C ۱۰ و رطوبت نسبی ٦۰ درصد گزارش دادند [۵۱]. در این پژوهش، اختلاف اولیه در مقدار اسیدیته در روز اول میان نمونه‌های مختلف مشاهده شد. این به دلیل تفاوت در میزان رسیدگی میوه‌های برداشت شده یا اثر پوشش‌ها بر اسیدیته است که تانادا-پلامو و گروسو (۲۰۰۵) نیز چنین اختلافی را در روز اول مابین نمونه‌های تیمار شده با پوشش برپایه گلوتن و نمونه شاهد گزارش کردند [۳٦]. بنابراین یکی از دلایل افزایش اسیدیته می‌تواند مربوط به تفاوت در اسیدیته خود توت‌فرنگی‌ها باشد. علاوه بر رقم کشت شده و میزان رسیدگی، شرایط خاک و شرایط آب و هوایی عوامل دیگر دخیل در مقدار تغییرات اسیدیته توت‌فرنگی‌ها هستند.

۳-٦- بررسی آلودگی میکروبی

نتایج آزمون تعیین آلودگی میکروبی توت‌فرنگی‌ها در جدول ۳ آمده است. با توجه به نتایج بدست آمده، درصد خرابی توت‌فرنگی‌ها در روزهای اول و سوم پس از پوشش دادن با ژل آلوئه‌ورا و تیمول و همچنین تیمار شاهد، صفر بود. در روز هفتم، تیمارهایی که در آن‌ها از تیمول استفاده نشده بود مقداری ضایعات ناشی از ظاهر شدن کپک خاکستری بر روی آن‌ها از خود بروز دادند. این تیمارها عبارت بودند از تیمار شاهد با ۸ درصد و تیمار پوشش داده شده با ژل آلوئه‌ورا با ٢٦ درصد خرابی. در روز ١٤ نیز به مانند روز هفتم، فقط تیمارهایی که تیمول بر آن‌ها اعمال نشده بود از خود خرابی بروز دادند و درصد خرابی برای تیمار شاهد به ۲۸ و برای تیمار پوشش داده شده با ژل آلوئه‌ورا به ٦٧ درصد افزایش یافت. در روز ۲۱ تمامی تیمارها به غیر از تیمارهایی که در آن‌ها از ۱ درصد اسانس تیمول استفاده شده بود، نشانه‌های خرابی از خود بروز دادند اما تیمارهای حاوی ۱ درصد اسانس تیمول هیچ نشانی از خرابی ناشی از کپک زدگی از خود بروز ندادند. قابل ذکر است که نمونه‌هایی که با ژل خالص آلوئه‌ورا و ۱ درصد اسانس تیمول تیمار شده بودند کیفیت مطلوب‌تری نسبت به نمونه‌های تیمار شده با ژل رقیق شده (۵۰ درصد ژل، ۵۰ درصد آب مقطر) آلوئه‌ورا و ۱ درصد تیمول داشتند زیرا نمونه‌های اخیر اگرچه علائم کپک‌زدگی را ظاهر نکردند اما برخی از نمونه‌های آن دچار سینرزیس و پس دادن آب شدند. پس از تیمارهایی که حاوی ۱ درصد اسانس تیمول بودند و هیچ گونه علائم خرابی میکروبی را ظاهر نکردند، تیمارهایی قرار داشتند که حاوی ۵/۰

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-10]

[DOI: 10.52547/fsct.18.112.81]

درصد اسانس تیمول بودند بدین ترتیب که تیمار پوشش داده شده با ژل خالص آلوئه‌ورا با ۳۵ درصد و تیمار پوشش داده شده با ژل رقیق شده آلوئه‌ورا دارای ۳۸ درصد خرابی بودند. نمونه شاهد با ٤٠ درصد و نمونه پوشش داده شده با ژل آلوئه‌ورا نیز با ۱۰۰ درصد خرابی بیشترین ضایعات ناشی از کپک زدگی را پس از ۲۱ روز نگهداری در دمای یخچال داشتند. با وجود اثر مثبت پوشش‌های خوراکی چه از جنس آلوئه‌ورا و چه از سایر مواد بر کاهش ضایعات ناشی از خرابی میکروبی، مشخص شد که در این پژوهش، ژل آلوئه‌ورا اثر معکوسی بر خرابی کپکی توت‌فرنگی‌های رقم محلی گیلاسی می‌گذارد. تنها دلیل قابل ذکر برای این مطلب، فراهم شدن سوبسترای مناسب رشد کپک‌ها و سایر میکروارگانیسم‌ها با افزودن پوشش خوراکی ژل آلوئه‌ورا می‌باشد. ترکیب اصلی ژل آلوئه‌ورا حاوی پلی‌ساکاریدها و قندهای محلول است که به همراه آن، پروتئین‌ها، ویتامین‌ها و مواد معدنی وجود دارند [۲۵]. بنابراین غنی بودن ژل آلوئه‌ورا از ترکیبات حیاتی برای رشد کپک‌ها و سایر میکروارگانیسم‌ها، موجب رشد سریعتر این ارگانیسم‌ها بر روی توت‌فرنگی‌های دارای پوشش (بدون تیمول) نسبت به نمونه‌های فاقد پوشش شده است. با این وجود در مطالعات دیگر نتایج مثبت ژل آلوئه‌ورا بر کاهش نشانه‌های خرابی میکروبی گزارش شده است. ژل آلوئه‌ورا برای تیمار پیش و پس از برداشت گیلاس [۵۲] و انگور [۵۳، ۲۷] به منظور جلوگیری از خرابی کپکی به طور موفقیت آمیزی به کار رفته است.

بر خلاف اثر ژل آلوئه‌ورا، مشخص شد که اسانس تیمول اثر بسیار مثبتی بر جلوگیری از آلودگی میکروبی توت‌فرنگی‌ها گذاشت. اثر اسانس روغنی فرار بدست آمده از گیاه آویشن بر جلوگیری از رشد میسلیوم و جوانه زنی اسپورهای بوتریتیس سینرا و گونه‌های رایزوپوس در مطالعات مختلف گزارش شده است [٥٤، ٥٥].

Table 3 The effect of treatments on decay of samples during storage

21 day	14 day	7 day	3 day	1 day	Treatment
0	0	0	0	0	100 Aloe vera ،1 thymol
35	0	0	0	0	100 Aloe vera ،0.5 thymol
100	67	26	0	0	100 Aloe vera
0*	0	0	0	0	50 Aloe vera ،1 thymol
38	0	0	0	0	50 Aloe vera ،0.5 thymol
40	28	8	0	0	blank

(The different letters in each column indicate a significant difference at 95% confidence level).

۳-٦- آنالیز حسّی

نتایج پارامترهای آنالیز حسی (عطر و طعم، رنگ، براقیت، سفتی بافت و تمایل به خرید محصول) در شکل ۸ قابل مشاهده است. بر اساس این نتایج، در اغلب پارامترهای حسی مورد بررسی، نمونه شاهد بیشترین امتیاز را دریافت کرد (۰۵/۰ > p). توت‌فرنگی‌های پوشش داده شده با ژل آلوئه‌ورا (فاقد تیمول) در هیچ یک از پارامترهای مورد بررسی با نمونه شاهد اختلاف آماری معنی‌دار نداشت و در تمامی موارد امتیاز بالاتر از حد قابل قبول (۵/۲) دریافت کردند (۰۵/۰ < p). همچنین تیمارهایی که در آن‌ها از تیمول در هر غلظتی استفاده شده بود عطر و طعم و تمایل به خرید غیر قابل قبولی داشتند و توسط داوران رد شدند. سفتی بافت از این لحاظ در توافق نسبی با نتایج آنالیز دستگاهی بود که نمونه شاهد بیشترین امتیاز (سفت‌تر) و نمونه دارای پوشش آلوئه‌ورا در غلظت ۱۰۰٪ و تمیول در غلظت ۱ml/L کمترین امتیاز (نرم‌ترین) نمونه‌ها بودند (۰۵/۰ > p). با این وجود آنالیز دستگاهی در روز اول اختلاف آماری معنی‌داری را ظاهر نکرد. بر طبق نتایج، پوشش خوراکی ژل آلوئه‌ورا به تنهایی خود اثری معنی‌داری بر خواص حسی و ارگانولپتیکی توت فرنگی‌ها نداشت اما افزودن اسانس فرار تیمول در هر غلظتی موجب افت برخی خصوصیات از جمله عطر وطعم، رنگ، و تمایل به خرید شد. ژل آلوئه‌ورا یک ماده بی رنگ، شفاف و بی بو است [۲٦]. به همین دلیل یکسان بودن عطر و طعم، براقیت و تمایل به خرید توت‌فرنگی‌های پوشش داده شده با فقط ژل آلوئه‌ورا (فاقد تیمول) و توت فرنگی‌های شاهد قابل توجیه است. به علاوه در مطالعه‌ای گزارش شده است که پس از نگهداری توت‌فرنگی‌ها در دماهای ۱ و ^{0}C ۲۰ به مدت ۲۱ و ۲۵ روز، ۸۰ درصد از پنلیست‌ها وجود بو و عطر نامطبوع را در نمونه‌های شاهد تشخیص دادند در حالی که آن را در نمونه‌های دارای پوشش ژل آلوئه‌ورا تشخیص ندادند [۵۳].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-10]

[DOI: 10.52547/fsct.18.112.81]

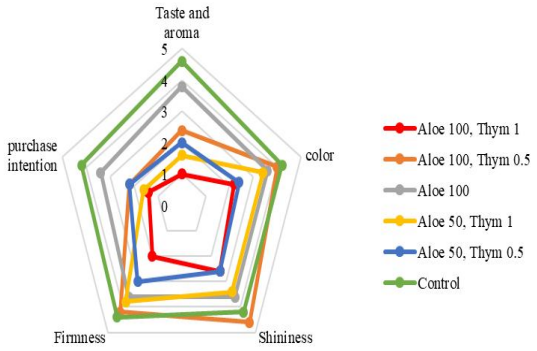

Fig 8 Spider diagram of the scores given for the sensory parameters of the strawberry samples treated after 3 days of storage by the judges

همچنین مارتینز رومرو و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که داوران هیچ گونه بوی نامطبوعی را در دانه انار دارای پوشش ژل آلوئه‌ورا تشخیص ندادند [۵۶]. یکی از مهمترین محدودیت‌های استفاده از اسانس‌های فرار گیاهی به عنوان نگهدارنده مواد غذایی، آرومای پایدار و شدید آن‌ها است که می‌تواند بر خصوصیات ارگانولپتیکی ماده غذایی اثر بگذارد [۵۷]. در این پژوهش اگرچه اثر اسانس فرار گیاه آویشن بر نتایج میکروبیولوژی مثبت ارزیابی شد اما کیفیت حسّی توت‌فرنگی‌های حاوی این اسانس مشکل اساسی را در به کارگیری این ماده برجای می‌گذارد. به عبارت دیگر پنلیست‌ها با دادن میانگین امتیازات کمتر از حد قابل قبول (۵/۲) برای پارامترهای عطر وطعم و تمایل به خرید این تیمارها را رد کردند. این نتیجه برای هر دو غلظت به کار رفته (ml/L ۱ و ۵/۰ اسانس تیمول) صدق می‌کرد بنابراین می‌توان با کاهش دوز مصرفی اسانس تیمول و یا ترکیب اسانس تیمول با سایر روش‌های نگهداری (یا حتی مواد نگهدارنده دیگر) به منظور کاهش اثرات ارگانولپتیکی تیمول این مشکل را حل کرد.

٤- نتیجه گیری

محصولات باغی نظیر توت فرنگی به دلیل رطوبت بالا، بسیار فسادپذیر بوده و در طول دوره کوتاه نگهداری بخش عمده‌ای از آن (۵ تا ۵۰ درصد) فاسد می گردد به کارگیری انواعی از پوشش های خوراکی توجه ویژه ای را در فناوری های پس از برداشت این محصول با ارزش به خود معطوف نموده است. در این پژوهش با بکارگیری دو غلظت ژل تازه آلوئه ورا (۵۰ و ۱۰۰٪) و دو غلظت اسانس تیمول (۵/۰ و ml/L ۱) و همچنین تلفیق غلظت‌های مختلف تیمول در پوشش خوراکی، اثری مثبتی بر میزان افت وزن توت فرنگی‌ها نداشت. سفتی بافت نمونه پوشش داده شده با ژل ۱۰۰٪ آلوئه ورا و ml/L ۱ تیمول طی ۱٤ روز نگهداری کاهش یافت اما تغییرات سفتی بافت سایر تیمارها از الگوی منطقی پیروی نکردند. همچنین با ارزیابی پارامتر رنگ سنجی L^* در طی ۱٤ روز نگهداری توت فرنگی‌ها بر اساس نتایج پارامترهای آنالیز حسی و نیز تمایل به خرید محصول در اغلب پارامترهای مورد بررسی، نمونه شاهد بیشترین امتیاز را دریافت کرد. بر این اساس بکارگیری از پوشش ژل آلوئه ورا در جهت بهبود خصوصیات کیفی(جلوگیری از افت رطوبت) توت فرنگی‌های رقم گیلاسی پیشنهاد می‌گردد.

٥- منابع

[1] Park, H. 2002. Edible coatings for fruits. In W. Jongen, Fruit and vegetable biotechnology: Quality and safety (pp. 331-345). *Cambridge*: Woodhead Publishing Limited.

[2] Dhall, R. 2013. Advances in edible coatings for fresh fruits and vegetables: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53, 435–450.

[3] Wright, K. P., Kader, A.A. 1997. Effect of slicing and controlled-atmosphere storage on the ascorbate content and quality of strawberries and persimmons. *Postharvest Biology and Technology.*, 10, 39-48.

[4] Odriozola-Serrano, I., Soliva-Fortuny, R., Martín- Belloso, O. 2010. Changes in bioactive composition of fresh-cut strawberries stored under super atmospheric oxygen, low-oxygen or passive atmospheres. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23, 37–43.

[5] Erkan, M., Wang, Y.S., Wang, Y.C. 2008. Effect of UV treatment on antioxidant capacity, antioxidant enzyme activity and decay in strawberry fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 48, 163-171.

[6] Vicente, A.R., Martinez, G.A., Civello, P.M., Chaves, A. R. 2002. Quality of heat-treatment strawberry fruit during refrigerated storage. *Postharvest Biology and Technology*, 25, 59-71.

[7] Lara, I., Garcia, P., Vendrell, M. 2006. Post-harvest heat treatments modify cell wall composition of strawberry (*Fragaria ananassa* Dach.). *Fruits Science Horticultural*, 109, 48-53.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-10]

[DOI: 10.52547/fsct.18.112.81]

[8] Cao, S., Ho, Z., Pang, B., Wang, H., Xie, H., Wu, F. 2010. Effect of ultrasound treatment on fruit decay and quality maintenance in strawberry after harvest. *Food Control*, 21, 529–532.

[9] Aday, M. S., Temizkan, R., Büyükcan, M. B., Caner, C. 2013. An innovative technique for extending shelf life of strawberry: Ultrasound. *LWT - Journal of Food Science and Technology,* 52, 93–101.

[10] Ponappa, T., Scheerens, J.C., Miller, A.R. 1993. Vacuum infiltration of polyamines increases firmness of strawberry slices under various storage conditions. *Journal of Food Science and Technology,* 58, 361-364.

[11] Mo, E.K., Sung, C.K. 2007. Phenyl Ethyl alcohol (PEA) application slows fungal growth and maintains aroma in strawberry. *Postharvest Biology and Technology,* 45, 234 - 239.

[12] Ayala-Zavala, J.F., Wang, S.Y., Wang, C.Y., Gonzalez-Aguilar, G.A. 2005. Methyl jasmonate in conjunction with ethanol treatments increased antioxidant capacity, aroma compounds and postharvest life of strawberry fruit. *European Food Research and Technology*, 22, 1438-1443.

[13] Zhang, F.S., Wang, X.Q., Ma, S.L., Cao, S.F., Li, N., Wang, X.X., Zheng, Y. H. 2005. Effects of methyl jasmonate on postharvest decay in strawberry fruit and the possible mechanisms involved. *International Society for Horticultural Science* Acta Horticulturae, 712, 693-698.

[14] Harker, F.R., Elgar, H.J., Watkins, C.B, Jakson, P.J., Hallett, I.C. 2000. Physical and mechanical changes in strawberry fruit after high carbon dioxide treatments. *Postharvest Biology and Technology*, 19, 139 - 46.

[15] Zhu, S., Zhou, S.H. 2007. Effect of nitric oxide on ethylene production in strawberry fruit during storage. *Food chemistry*, 100, 1517–1522.

[16] Bower, J.H., Biasi, W.V., Mitcham, E.J. 2003. Effect of ethylene and 1-MCP on the quality and storage life of strawberries. *Postharvest Biology and Technology*, 28, 471- 423.

[17] Zhang, H., Ma, L., Turner, M., Xu, H., Zheng, X., Dong, Y., Jiang, S. 2010. Salicylic acid enhances bio control efficacy of *Rhodotorula glutinis* against postharvest *Rhizopus* rot of strawberries and the possible mechanisms involved. *Food chemistry*, 122, 577-583.

[18] Sanz, C., Perez, A. G., Olıas, R., & Olıas, J. M., 1999. Quality of strawberries packed with perforated polypropylene, *Journal of Food Science*, 64, 748–752.

[19] Salami, P., Ahmadi, H., and Keyhani, A. 2010. Effect of Fungal Diseases, Mechanical Injuries and Fruit Respiration on Energy Losses in Strawberry Production in Kurdistan Province, 2nd National Conference on Agriculture and Sustainable Development (Opportunities and Challenges Ahead), Shiraz, Islamic Azad University, Shiraz Branch.

[20] Del-Valle, V., Herna´ndez-Munoz, P., Guarda, A., & Galotto, M. 2005. Development of a cactus-mucilage edible coating (*Opuntia ficus indica*) and its application to extend strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf-life. *Food Chemistry* , 91, 751–756.

[21] Hernandez-Munoz , P., Almenar, E., Del Valle, V., Velez, D., & Gavara, R. 2008. Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria* × *ananassa*) quality during refrigerated storage. *Food Chemistry*, 110, 428–435.

[22] Xu, W., Huang, K., Guo, F., Qu, W., Yang, J., Liang, Z., & Luo, Y. 2007. Postharvest grapefruit seed extract and chitosan treatments of table grapes to control *Botrytis cinerea*. Postharvest Biology and Technology , 46, 86–94.

[23] Han, C., YZhao, Y., Leonard , S., & Traber, M. 2004. Edible coatings to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries (*Fragaria* × *ananassa*) and raspberries (*Rubus ideaus*). Postharvest Biology and Technology , 33, 67–78.

[24] Ni, Y., Turner, D., Yates, K., & Tizard, I. 2004. Isolation and characterization of structural components of Aloe vera L. leaf pulp. *International Immunopharmacology*, 4, 1745-1755.

[25] Eshun, K., He, Q., 2004. Aloe vera: a valuable ingredient for the food pharmaceu-tical and cosmetic industries – A review, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 44, 91–96.

[26] Misir, J., Brishti, F., & Hoque, M. 2014. Aloe vera gel as a novel edible coating for fresh fruits: A review. *American Journal of Food Science and Technology*, 2, 93-97.

[27] Castillo , S., Navarro, D., Zapata, P., Guillén, F., Valero, D., Serrano, M., & Martínez-Romero, D. 2010. Antifungal efficacy of Aloe vera in vitro and its use as a preharvest treatment to maintain postharvest

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-10]

[DOI: 10.52547/fsct.18.112.81]

[37] Poorhaji, F., and Mazaheri Tehrani, M. 2013. Investigation of image processing with image j software in Ardeh cream formulation with soy flour, 21st National Congress of Food Science and Industry, Shiraz, Shiraz University.

[38] Garcia, L., Pereira, L., Sarantópoulos, C., & Hubinger, M. 2010. Selection of an edible starch coating for minimally processed strawberry. Food Bioprocess Technology, 3, 834–842.

[39] Morillon, V., Debeaufort, F., Blond , G., Capelle, M., & Voilley, A. 2002. Factors affecting the moisture permeability of lipid-based edible films: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 42, 67–89.

[40] Guillén, F., Díaz-Mula, H., Zapata, P., Valero, D., Serrano, S., Castillo, S., & Martínez-Romero, D. 2013. Aloe arborescens and Aloe vera gels as coatings in delaying postharvest ripening in peach and plum fruit. *Postharvest Biology and Technology* , 83, 54–57.

[41] Paladines, D., Valero, D., Valverde, J., Díaz-Mula, H., Serrano, M., & Martínez-Romero, D. 2014. The addition of rosehip oil improves the beneficial effect of Aloe vera gel on delaying ripening and maintaining postharvest quality of several stonefruit. *Postharvest Biology and Technology* , 92, 23–28.

[42] Ergun, M., & Satici, F. 2012. Use of Aloe vera gel as biopreservative for 'Granny Smith' and 'Red Chief' apples. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 22, 363–368.

[43] Singh, D., Singh, R., Kingsly, A., & Sharma, R. 2011. Effect of Aloe vera coatings on fruit quality and storability of strawberry (*Fragaria × ananassa*). *The Indian Journal of Agricultural Sciences*, 81.

[44] Aminifard, M., & Mohammadi, S. 2013. Essential oils to control *Botrytis cinerea* in vitro and in vivo on plum fruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93, 348-353.

[45] Benítez, S., Achaerandio, I., Sepulcre, F., & Pujolà, M. 2013. Aloe vera based edible coatings improve the quality of minimally processed 'Hayward' kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology* , 81, 29–36.

[46] Garcia, M., Martino, M., & Zaritzky, N. 1998. Starch-based coatings: Effect on refrigerated strawberry (*Fragaria ananassa*) quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 76, 411- 420.

[47] Fan, Y., Xu, Y., Wang, D., Zhang, L., Sun, J., Sun, L., & Zhang, B. 2009. Effect of table grape quality. *Postharvest Biology and Technology*, 57, 183–188.

[28] Marpudi, S., Ramachandran, P., & Srividya, N. 2013. Aloe vera gel coating for postharvest quality maintenance of fresh fig fruits. 4,878. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 4, 878–887.

[29] Navarro, D., Díaz-Mula, H., Guillén, F., Zapata, P., Castillo, S., Serrano, M., Martínez-Romero, D. 2011. Reduction of nectarine decay caused by *Rhizopus stolonifer*, *Botrytis cinerea* and *Penicillium digitatum* with Aloe vera gel alone or with the addition of thymol. *International Journal of Food Microbiology* , 151, 241–246.

[30] Paladines, D., Valero, D., Valverde, J., Díaz-Mula, H., Serrano, M., & Martínez-Romero, D. 2014. The addition of rosehip oil improves the beneficial effect of Aloe vera gel on delaying ripening and maintaining postharvest quality of several stonefruit. *Postharvest Biology and Technology* , 92, 23–28.

[31] Arowora , K., Williams , J., Adetunji , C., Fawole, O., Afolayan, S., Olaleye, O., Ogundele, B. 2013. Effects of Aloe vera coatings on quality characteristics of oranges stored under cold storage. *Greener Journal of Agricultural Sciences*, 3, 039-047.

[32] Vahdat, Sh., Ghasemnezhad, M., Ghazvini, R. F., Shiri, M. A., Khodaparast, S. A. A. 2011. Effect of different concentration of Aloe vera gel on maintaining postharvest quality of strawberry. *Journal of Food Industry Research*, 2, 271-285.

[33] Deans, S. G., Ritchie, G., 1987. Antimicrobial properties of plant essential oils. *International Journal of Food Microbiology*, 5, 165–180.

[34] Amal, S. H. A., El-Mogy, M. M., Aboul-Anean, H. E., & Alsanius, B. W. 2010. Improving strawberry fruit storability by edible coating as a carrier of thymol or calcium chloride. *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants*, *2*(3), 88-97.

[35] Atress, A. S. H., El-Mogy, M., Aboul-Anean, H., & Alsanius, B. 2010. Improving strawberry fruit storability by edible coating as a carrier of thymol or calcium chloride. *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants* , 2, 88-97.

[36] Tanada-Palmu, P., & Grosso, C. 2005. Effect of edible wheat gluten-based films and coatings on refrigerated strawberry (*Fragaria ananassa*) quality. Postharvest Biology and Technology, 36, 199–208.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-10]

[DOI: 10.52547/fsct.18.112.81]

alginate coating combined with yeast antagonist on strawberry (*Fragaria×ananassa*) preservation quality. *Postharvest Biology and Technology*, 53, 84–90.

[48] Alavoine, F., & Crochon, M. 1989. Taste quality of strawberry. *Acta Horticulturae*, 265, 449-452.

[49] Wiley, R. 1994. Introduction to minimally processed refrigerated fruits and vegetables. In R. Wiley, Minimally Processed Refrigerated Fruits & Vegetables (pp. 1–13). London: Chapman & Hall.

[50] Asghari- Marjanlo , A., Mostofi , Y., Shoeibi , S., & Fattahi, M. 2009. Effect of cumin essential oil on postharvest decay and some quality factors of strawberry . *Journal of Medicinal Plants*, 8, 25–43.

[51] Campos, R., Kwiatkowski, A., & Clemente, E. 2011. Post-harvest conservation of organic strawberries coated with cassava starch and chitosan. *Revista Ceres*, 58, 554-560.

[52] Martínez-Romero, D., Alburquerque, N., Valverde, J., Guillén, F., Castillo, S., Valero, D., & Serrano, M. 2006. Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by Aloe vera treatment: a new edible coating. *Postharvest Biology and Technology*, 39, 93–100.

[53] Valverde, J., Valero, D., Martínez-Romero, D., Guillén, F., Castillo, S., & Serrano, M. 2005. Novel edible coating based on Aloe vera gel to maintain table grape quality and safety. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* , 53, 7807–7813.

[54] Mohammadi, S., Aroiee, H., Aminifard, M., Tehranifar, A., & Jahanbakhsh, V. 2014. Effect of fungicidal essential oils against *Botrytis cinerea* and *Rhizopus stolonifer* rot fungus in vitro conditions. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 47(13).

[55] Bhaskara Reddy, M., Angers, P., Gosselin, A., & Arul, J. 1998. Characterization and use of essential oil from *Thymus vulgaris* against *Botrytis cinerea* and *Rhizopus stolonifer* in strawberry fruits. *Phytochemistry*, 47, 1515–1520.

[56] Martínez-Romero, D., Castillo, S., Guillén, F., Díaz-Mula, H., Zapata, P., Valero, D., & Serrano, M. 2013. Aloe vera gel coating maintains quality and safety of ready-to-eat pomegranate arils. *Postharvest Biology and Technology* , 86, 107–112.

[57] Sanchez-Gonzalez, L., Vargas, M., Gonzalez-Martınez, C., Chiralt, A., & Chafer, M. 2011. Use of essential oils in bioactive edible coatings. *Food Engineering Reviews*, 3, 1–16.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-10]

[DOI: 10.52547/fsct.18.112.81]

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Study on edible coating effect, based on Aloe vera gel and thymol on the postharvest quality and storage life of strawberry

Farajpour, P.[1*], Sheikhloie, H.[2]

1. MSc Graduated, Department of food science Engineering, Islamic Azad University, Maragheh Branch, East Azerbaijan, Iran
2. Assistant Professor, Department of Chemistry and Food Engineering, Islamic Azad University, Maragheh Branch, East Azerbaijan, Iran

ARTICLE INFO

Article History:

Received 26 September 2020
Accepted 10 November 2020

Keywords:

Edible coating,
Aloe Vera gel,
Thymus vulgaris,
Strawberry
Storage time.

DOI: 10.52547/fsct.18.03.08

*Corresponding Author E-Mail:
Parisa.farajpour90@yahoo.com

ABSTRACT

The effects of Aloe Vera gel based edible coating in combination with Thym essential oil on postharvest quality of strawberries (natively called Gilasi) were studied. Two concentrations of Aloe vera fresh gel (50 and 100% wt) and two concentrations of Thym essential oil (0. 5 and 1 ml/L) were used for preparation of coatings. The treatments stored at refrigerator for maximum 21 days. The results showed that by increasing the time of storage, the total soluble solids and titrable acidity increased. The Aloe vera gel based edible coating without thymol had inverse effect on decay of strawberries. The control samples had the highest weight loss during the storage. Incorporation of thymol seems to have no effect on weight loss reduction. . The texture firmness of strawberries with 100% aloe vera gel +1 ml/L thymol generally decreased with increasing the preservation time. The changes in the firmness of other treatments did not follow a logical pattern. Lightness parameter (L*) reduced during 14 days of storage. According to the sensorial results and purchase intention, in most cases, control took the highest score. The results of this study showed that Aloe vera gel coatings, on its own, could improve the properties (e.g. reducing weight loss) of strawberries during storage. Incorporation of thymol essential oil also had a remarkabely positive effect on strawberries storage time and reduction of decay. Among with these positive effects of these coatings, there were negative impacts of Aloe vera gel on storage time and acidity and negative impacts of thymol on sensory attributes.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-10]

[DOI: 10.52547/fsct.18.112.81]