اثر پوشش‌های خوراکی فعال بر پایه متیل‌سلولز بر ماندگاری گوجه‌فرنگی

مهناز صادقی‌پور[۱]، فوژان بدیعی[۲]*، هما بهمدی[۳] و بهزاد بازیار[۴]

۱) دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات.

۲) عضو هیات علمی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

۳) عضو هیات علمی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

۴) عضو هیات علمی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی

(تاریخ دریافت: ۸۸/۲/۱۲ تاریخ پذیرش: ۸۸/۸/۲۳)

چکیده

فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی برای محافظت، بهبود کیفیت و افزایش ماندگاری مواد غذایی استفاده می‌شوند. هدف از این تحقیق بررسی اثر دو نوع پوشش فعال برپایه متیل‌سلولز بر انبارمانی و ماندگاری میوه گوجه‌فرنگی واریته بنمی می‌باشد. میوه‌ها به مدت یک دقیقه در دمای $20\ ^{o}C$ در پوشش فعال متیل‌سلولز (متیل‌سلولز، گلیسرول و سوربات پتاسیم) یا پوشش فعال متیل‌سلولز-اسید پالمیتیک (متیل‌سلولز، گلیسرول، اسید پالمتیک و سوربات پتاسیم) غوطه‌ور شدند و پس از خشک‌شدن در دمای محیط به‌همراه نمونه‌های بدون پوشش به مدت ۲۱ روز در دمای $15\ ^{o}C$ با رطوبت نسبی ۸۵ – ۸۰ درصد نگهداری شدند. هر دو روز در میان میزان کاهش وزن، مقدار کل مواد جامد محلول، اسید قابل تیتر، pH، رنگ پوست، سفتی بافت، انرژی گسیختگی، ویتامین C، مقدار بار میکروبی و قابلیت پذیرش کلی نمونه‌ها اندازه‌گیری و با نمونه بدون پوشش مقایسه شدند. یافته‌های این مطالعه نشان داد که پوشش‌دهی افت وزن گوجه‌فرنگی را در مدت نگهداری به طور معنی‌داری تا ۲/۵ برابر کاهش می‌دهد و باعث بهبود رنگ پوست میوه، کاهش سرعت رسیدگی، کاهش معنی‌دار تعداد کپک و مخمر (۳-۲ برابر)، ماندگاری بیشتر ویتامین C و بهبود خواص حسی و ظاهری گوجه‌فرنگی می شود. از طرفی افزودن اسید پالمیتیک به فیلم متیل‌سلولزی حاوی سوربات اثر معنی‌داری بر ویژگی‌های گوجه‌فرنگی نسبت به نمونه‌های پوشش داده با فیلم متیل‌سلولز فعال بدون پالمیتیک نداشت.

کلید واژگان: گوجه‌فرنگی، پوشش خوراکی، متیل‌سلولز، سوربات پتاسیم، پوشش فعال

* مسئول مکاتبات: fjbadii@gmail.com.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

۱- مقدمه

در سال‌های اخیرتوجه زیادی به تولید فیلم‌ها و پوشش‌های زیست تخریب‌پذیر و کاربردهای صنعتی آن‌ها شده است. فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی از پلیمرهای طبیعی تهیه می‌شوند و استفاده از آنها باعث ارتقاء کیفی و بهداشتی مواد غذایی می‌گردد. فیلم‌های خوراکی به‌صورت لایه نازکی روی سطوح مواد غذایی قرار می‌گیرند و مانع از انتقال رطوبت، گازها، مواد محلول و مواد معطر می‌شوند. این فیلم‌ها باید ویژگی‌های مکانیکی مطلوبی داشته و از نظر شیمیایی پایدار باشند.[۱]

از فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی به عنوان حامل مواد ضد‌میکروبی برای کنترل آلودگی میکروبی مواد غذایی استفاده می‌شود. تحقیقات متعددی در زمینه استفاده از فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی حامل ترکیبات فعال نظیر سوربات پتاسیم و لیزوزیم شده‌است [۲-۵]. اسیدسوربیک و نمک پتاسیم آن (سوربات‌ها) در دسته مواد ایمن[1] قرار دارند و در برابر کپک‌ها، مخمرها و باکتری‌ها فعالند. این مواد نگهدارنده در محلول‌های آبی ناپایدارند و دچار تجزیه اکسایشی می‌شوند. افزودن سوربات‌ها به فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی روشی مناسب برای به حداقل رسانیدن آلودگی‌های میکروبی سطحی در مواد غذایی است [۲].

گوجه‌فرنگی از محصولات‌کشاورزی مهم در ایران است که جزء میوه‌های فرازگراست و پس از برداشت با تولید ppm ۱۵۰ اتیلن در دمای ۷۲-۶۸ درجه فارنهایت و رطوبت نسبی ۹۵-۸۵ درصد می‌رسد [۵]. طبق آمار سازمان خواربار جهانی[2] در سال ۲۰۰۸ میلادی سطح زیر کشت گوجه‌فرنگی ۱۴۰هزار هکتار و میزان تولید آن ۵ میلیون تن بوده است [۶] در حالیکه طبق برآورد وزارت جهاد کشاورزی سالانه به طور متوسط ۳۰ درصد این محصول در مراحل پس از برداشت از بین می‌رود. از بین مراحل پس از برداشت بسته‌بندی مناسب نقش مهمی در کاهش ضایعات، بهبود کیفیت و ماندگاری محصولات باغی دارد. بسته‌بندی مناسب میوه‌ها و سبزی‌ها به دلیل مصرف تازه‌خوری، قابلیت پائین انبارمانی و فسادپذیری بالا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است [۵]. پوشش دادن میوه‌ها و سبزی‌ها با فیلم‌ها یا پوشش خوراکی باعث کاهش انتقال رطوبت، اکسید شدن و تنفس میوه و در نتیجه باعث حفظ کیفیت و طولانی نمودن مدت ماندگاری آن‌ها می‌شود. از فیلم‌های خوراکی بر پایه مواد سلولزی برای پوشش‌دهی محصولاتی نظیر هلو، شلیل، زردآلو، فلفل سبز، آووکادو، پرتقال، گریپ فروت، توت فرنگی، گوجه‌فرنگی و لوبیای سبز استفاده شده‌است [۱و۷-۹]. رونگ و ون در سال ۲۰۰۳ تأثیر پوشش هیدروکسی پروپیل متیل‌سلولز را بر انبارمانی گوجه فرنگی (دمای $20\ ^{o}C$ به مدت ۱۸ روز) بررسی کردند. نتایج نشان داد که پوشش خوراکی در طول مدت نگهداری، نرم شدن بافت و تغییرات رنگ گوجه فرنگی را از صورتی به قرمز به تعویق می‌اندازد [۹]. زاپاتا و همکاران در سال ۲۰۰۸ گزارش کردند که میزان تنفس و تولید اتیلن در گوجه‌فرنگی‌های پوشش داده شده با فیلم‌های خوراکی بر پایه آلژینات کمتر از نمونه‌های بدون پوشش است [۱].

مطالعات اولیه در این پژوهش نشان داد که پوشش‌دهی گوجه‌فرنگی با متیل‌سلولز به‌تنهایی نمی‌تواند مانع از رشد کپک‌ها در مدت نگهداری شود و آلودگی‌های میکروبی در گوجه‌فرنگی‌های پوشش‌دار و بدون پوشش گسترش زیادی داشت، لذا در این پژوهش از ماده ضدمیکروبی سوربات پتاسیم در فرمولاسیون پوشش متیل‌سلولز استفاده شد و اثر پوشش‌های فعال بر پایه متیل‌سلولز بر خواص کیفی و کمی و عمرانباری گوجه‌فرنگی بررسی گردید.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد: متیل‌سلولز از شرکت آلدریچ[3](آلمان با ویسکوزیته ۴۰۰۰ سانتی‌پوآز)، گلیسرول و اسید آسکوربیک (با وزن مولکولی ۱۷۶/۱۳)از شرکت ریدل[4] آلمان، سایر مواد شیمیایی شامل اسید چرب پالمیتیک، الکل اتانول خالص با درجه خلوص ۹۶ درصد، سوربات پتاسیم (با وزن مولکولی ۷۵۰/۲)، سود پرک، فنل فتالئین، اسید متافسفریک، نمک EDTA، ۲و۶ دی کلروفنل ایندوفنل(با وزن مولکولی ۳۲۶/۱۱)، بی‌کربنات سدیم یا جوش شیرین (با وزن مولکولی ۸۴/۰۱۹ و درجه خلوص بیش از ۹۹/۱ درصد) و محیط کشت پلیت کانت آگار[5] از شرکت مرک[6] آلمان و میوه گوجه‌فرنگی (واریته بنمی) از گلخانه منطقه هشتگرد کرج خریداری شدند.

1. GRAS; Generally Recognized As Safe
2. FAO

3. Aldrich
4. Reidel
5. Plate Count Agar
6. Merck

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

۲-۲- تهیه محلول پوشش متیل‌سلولزی: دو نوع محلول پوششی بر پایه متیل‌سلولز تهیه شد.

۲-۲-۱- محلول پوشش A (پوشش فعال متیل‌سلولز): مقدار ۳ گرم متیل‌سلولز به ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول آب و اتانول (به نسبت ۳ به ۱) افزوده شد. این مخلوط با سرعت ۲۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۷۵°C همزده شد. به ازای هر گرم متیل‌سلولز، ۰/۳۳ گرم گلیسرول و مقدار ۰/۰۰۲گرم یا ۲۰۰ ppm سوربات پتاسیم به مخلوط افزوده شد [۱۰-۱۲].

۲-۲-۲- محلول پوشش B (پوشش فعال متیل-سلولز و اسید پالمیتیک): به محلول پوششی A مقدار ۰/۱ گرم اسید چرب پالمیتیک به ازای هر گرم متیل‌سلولز اضافه شد.

۲-۳- انتخاب و پوشش‌دهی گوجه فرنگی: گوجه فرنگی رقم بنمی در اندازه متوسط از نظر شکل، درجه رسیدگی و میزان نرمی، رنگ و اندازه درجه‌بندی و به سه گروه تقسیم شدند. بخشی از نمونه‌ها در محلول پوششی A، بخش دیگر در محلول پوششی B در دمای ۲۵ °C به مدت یک دقیقه غوطه‌ور شدند. پس از خشک شدن گوجه فرنگی‌های پوشش-دار در دمای محیط به همراه نمونه شاهد (بدون پوشش) کارتن‌گذاری و کدگذاری شدند و سپس در سردخانه به مدت ۲۱ روز در شرایط ۱۵±۱°C و رطوبت نسبی ۸۵-۸۰ درصد نگهداری شدند. در فواصل زمانی دو روزه آزمایش‌های زیر روی نمونه‌ها انجام شد.

۲-۴- آزمون‌های فیزیکی و شیمیایی

۲-۴-۱- درصد کاهش وزن: نمونه‌های گوجه فرنگی قبل و بعد از نگهداری در سردخانه توزین و درصد کاهش وزن آن-ها به علت از دست دادن آب (رطوبت) تعیین شد.

۲-۴-۲- سفتی بافت میوه: برای سنجش سفتی بافت میوه از آزمون نفوذ سنجی[1] و دستگاه بافت سنج مدل H5KS ساخت انگلستان با لودسل ۵۰۰ نیوتن استفاده شد. در این آزمون میله ته گرد (پروب) با قطر ۸ میلی‌متر با سرعت ۲۰ میلی‌متر بر دقیقه به درون بافت میوه نفوذ کرد و مقدار نیروی وارد شده بر بافت میوه (بر حسب نیوتن) در دو نقطه از سطح آن اندازه-گیری و سفتی بافت میوه بر حسب N/mm^2 محاسبه شد [۱۳و۱۴].

۲-۴-۳- انرژی گسیختگی: سطح زیر منحنی نیرو- تغییر شکل از مبدأ مختصات تا نقطه تسلیم با استفاده از برنامه اتوکد محاسبه و تعیین شد [۱۵].

۲-۴-۴- رنگ پوست میوه: رنگ پوست پارامتری مؤثر در بررسی رسیدگی گوجه‌فرنگی و عامل اصلی در تصمیم‌گیری مشتری برای خرید محصول است. رنگ پوست میوه‌های پوشش‌دار و بدون پوشش قبل و بعد از نگهداری در سردخانه با استفاده از دستگاه رنگ سنج هانترلب مدل D25-DP 9000 ساخت آمریکا، به صورت عددی L^*،a^* و b^* (به ترتیب از سفید به سیاه، سبز به قرمز و آبی به زرد) تعیین و گزارش شد. تغییر رنگ کلی (ΔE) با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد [۱۴].

رابطه (۱)

$$\Delta E=((L^*-L_0^*)^2+(a^*-a_0^*)^2+(b^*-b_0^*)^2)^{0/5}$$

L^*_0 و a^*_0 و b^*_0 پارامترهای رنگی نمونه‌های گوجه‌فرنگی تازه (بعد از برداشت) و L^* و a^* و b^* پارامترهای رنگی نمونه‌های گوجه‌فرنگی پس از نگهداری هستند.

۲-۴-۵- کل مواد جامد محلول (TSS)[2]: کل مواد جامد محلول در آب میوه‌های پوشش‌دار و بدون پوشش، بعد از کالیبره کردن دستگاه رفراکتومتر دستی مدل Mc-20181 با آب مقطر اندازه‌گیری و گزارش شدند

۲-۴-۶- pH: با استفاده از pH متر مدل Metrohm-691، pH آب گوجه‌فرنگی، بعد از کالیبره کردن دستگاه، اندازه‌گیری و گزارش شد [۱۶].

۲-۴-۷- اسید قابل تیتر (TA)[3]: اسید قابل تیتر آب گوجه‌فرنگی با تیتر کردن آن با سود ۰/۱ نرمال و برحسب اسید سیتریک مطابق رابطه ۲ محاسبه شد [۱۶].

$$\text{درصد اسیدیته} = \left(\frac{۱۰۰\times ۰/۰۰۶۴\times V}{۵}\right) \quad \text{رابطه (۲)}$$

V : حجم سود مصرفی برای نمونه

1. Penetration

2. Total Soluble Solid
3. Titrable Acidity

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

۲-۴-۸- اندازه‌گیری ویتامین C: اسید آسکوربیک یا ویتامین C به روش شیمیایی اندازه‌گیری شد. در این روش ابتدا مقدار ۲۵ میلی‌لیتر اسید متا فسفریک ۶ درصد به ۱۰ گرم نمونه گوجه فرنگی اضافه گردید و سپس۵ میلی‌لیتر از این محلول با اسید متا فسفریک ۳ درصد در ارلن۵۰ میلی‌لیتر به حجم رسانیده و به وسیله کاغذ صافی فیلتر شد. پس از آن مقدار ۱۰ میلی‌لیتر از نمونه صاف شده توسط رنگ ۲و ۶ دی کلروفنل ایندوفنل تیتر گردید و در نقطه پایان آزمایش، محلول به رنگ صورتی کمرنگی در آمد که به مدت ۱۵ ثانیه دوام داشت [۱۶].

۲-۴-۹- ارزیابی حسی: ارزیابی حسی نمونه‌های گوجه فرنگی پوشش‌دار و بدون پوشش به روش رتبه بندی توسط ۸ داور آموزش دیده مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی انجام شد. ارزیاب‌ها نمونه‌ها را از نظر قابلیت پذیرش کلی، ارزیابی و امتیازبندی کردند. در این آزمون امتیاز ۵ برای ویژگی عالی و امتیاز ۱ برای ویژگی ضعیف در نظر گرفته شد [۱۷].

۲-۴-۱۰- شمارش کلی کپک‌ها و مخمرها: طبق استاندارد ملی ایران، شمارش کلنی کپک‌ها و مخمرها در فراورده‌های با فعالیت آبی (a_w) بیشتر از ۰/۹۵ در محیط کشت پلیت کانت آگار انجام گرفت [۱۸].

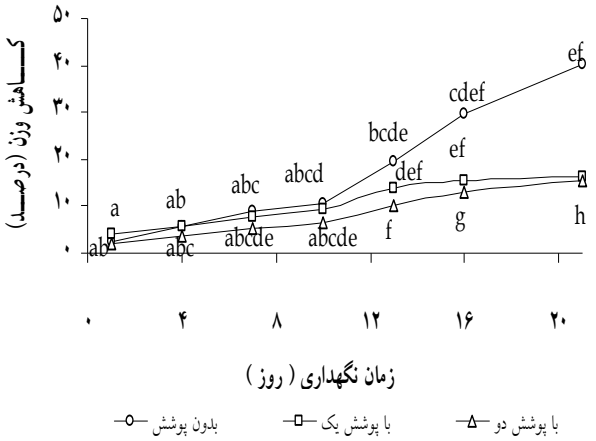
۲-۵- تجزیه و تحلیل آماری: طرح آماری مورد استفاده در این تحقیق کاملاً تصادفی متعادل شامل سه تکرار برای هر تیمار است. داده‌های حاصل از اجرای این طرح با استفاده از نرم افزارهای MINITAB و SPSS تجزیه و تحلیل شدند. در این پژوهش برای سنجش اختلاف معنی‌دار بین نمونه‌ها از روش تجزیه واریانس یکطرفه[1] و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد و حداکثر خطای قابل قبول ۵ درصد در نظر گرفته شد. از برنامه نرم افزاری Excel نیز برای ترسیم تغییرات شاخص‌های مختلف و شکل‌ها استفاده گردید.

1. ANOVA

۳- نتایج و بحث

۳-۱- کاهش وزن میوه

میزان آب در میوه گوجه‌فرنگی در هنگام برداشت بین ۹۴ الی ۹۵ درصد می‌باشد. اما بعد از برداشت در اثر تعرق و تبخیر، مقدار آب آن به تدریج کاهش می‌یابد [۱۹ و۲۰] . شکل ۱، نشان می‌دهد که با افزایش زمان نگهداری، پوشش روی درصد کاهش وزن مؤثرتر بوده است به طوری‌که در روز سیزدهم نگهداری میزان افت وزن نمونه‌های بدون پوشش افزایش معنی‌داری نسبت به نمونه‌های پوشش داده نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که کاربرد این دو نوع پوشش خوراکی باعث کاهش افت وزن گوجه فرنگی در مدت نگهداری شد و اثر پوشش با گذشت زمان بیشتر می شود. به طوری‌که افت وزن را تا ۲/۵ برابر کاهش می‌دهد. از طرفی نتایج نشان می‌دهد که بین دو پوشش از این نظرتفاوتی مشاهده نمی‌شود. پارک و همکاران در سال ۱۹۹۴ گزارش کردند که پوشش خوراکی برپایه زئین ذرت باعث کاهش اتلاف وزن میوه گوجه‌فرنگی در طول مدت نگهداری نسبت به نمونه‌های بدون پوشش می‌شود [۷].



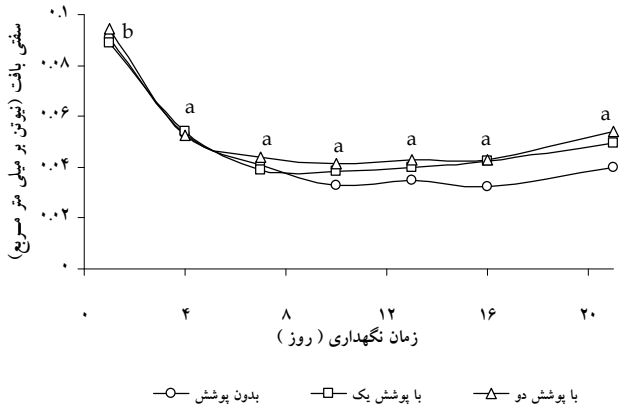
شکل ۱ تغییرات کاهش وزن میوه گوجه‌فرنگی در ۲۱ روز نگهداری در سردخانه

۳-۲-سفتی بافت میوه

سفتی یکی از ویژگی‌های کیفی مهم میوه گوجه‌فرنگی است که بیانگر خواص سطحی و داخلی آن می‌باشد. سفتی بافت میوه گوجه‌فرنگی در طول فرایند رسیدگی در اثر تجزیه پروتوپکتین‌های نامحلول به اسید پکتیک و پکتین‌های محلول کاهش می‌یابد [۱۹]. بر اساس شکل ۲، سفتی بافت تمام

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

نمونه‌ها در مدت نگهداری تا روز چهارم کاهش می‌یابد و پس از آن کاهش معنی‌داری ندارد. به عبارت دیگر کاهش سفتی بافت در روزهای نخستین نگهداری بسرعت و سپس به صورت تدریجی ادامه می‌یابد. نتایج نشان می‌دهد که از روز دهم نگهداری سفتی بافت در میوه‌های پوشش‌دار کمی بیش از نمونه‌ها ی بدون پوشش است ولی به طور کلی کاربرد پوشش اثر معنی‌داری بر میزان سفتی بافت گوجه‌فرنگی ندارد. از طرفی سفتی بافت میوه از روز چهارم تا پایان زمان نگهداری در تمام نمونه‌ها تغییری نکرده است. کاربرد پوشش خوراکی در بسیاری از موارد باعث کنترل نرم‌شدن بافت میوه در مدت نگهداری می‌شود [۱۴و۲۱] . گروسی در سال ۱۳۸۷ میوه زردآلو را با پروتئین آب پنیر و صمغ گلان پوشش داد که سفتی این میوه نیز در مدت نگهداری نسبت به نمونه‌های شاهد کمتر کاهش یافت [۲۲].



شکل ۲ تغییرات سفتی بافت میوه گوجه‌فرنگی در ۲۱ روز نگهداری در سردخانه

۳-۳- رنگ پوست میوه

۳-۳-۱- شاخص روشنایی (L*): به‌طور کلی روشنایی رنگ گوجه‌فرنگی بر حسب سفیدی-سیاهی در طول زمان نگهداری کاهش می‌یابد. در جدول ۱، مشاهده می‌شود که میزان تغییرات L* در تمام مدت نگهداری در پوست میوه‌های پوشش‌دار بیشتر از میوه‌های بدون پوشش است و در پایان مدت نگهداری مقدار L* میوه‌های پوشش‌دار افزایش معنی-داری نسبت به نمونه‌های بدون پوشش داشته است. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از پوشش تغییر L* را در مدت نگهداری به طور معنی‌داری کمتر می‌کند ولی بین دو پوشش از این نظر تفاوتی مشاهده نشد.

۳-۳-۲- شاخص a*: در جدول ۱، مشاهده می‌شود که شاخص a* در پوست میوه‌های بدون پوشش در مدت نگهداری کاهش یافته‌است. در پایان مدت نگهداری مقدار a* یا شدت تغییر رنگ قرمز در میوه‌های پوشش‌دار افزایش معنی-داری در سطح احتمال ۵ درصد نسبت به نمونه بدون پوشش نشان داده‌است. بنابراین پوشش باعث گسترش رنگ قرمز در پوست میوه گوجه‌فرنگی شده‌است.

۳-۳-۳- شاخص b*: در جدول ۱، مشاهده می‌شود که در مدت نگهداری میزان تغییر رنگ بر حسب عدد b* در پوست میوه‌های بدون پوشش بیش از میوه‌های پوشش‌دار است و مقدارb* در پایان مدت نگهداری در نمونه‌های بدون پوشش کاهش معنی‌داری نسبت به نمونه‌های پوشش‌دار داشته است. نتایج نشان می‌دهد که هر دو نوع پوشش میزان تغییر شاخص b* را در مدت نگهداری کمتر کرده‌اند ولی بین دو نوع پوشش تفاوتی مشاهده نشد.

۳-۳-۴- تغییرات رنگ بر حسب ΔE: نتایج در جدول ۱، نشان می‌دهد که پوشش‌دهی گوجه‌فرنگی باعث کاهش میزان تغییر رنگ پوست میوه در مدت نگهداری می‌شود. در گوجه-فرنگی پوشش داده میزان تغییر رنگ پوست میوه در مدت نگهداری کمتر از نمونه بدون پوشش بود و از روز هفتم به بعد مقدار ΔE در میوه‌های پوشش‌دار کاهش معنی‌داری نسبت به نمونه بدون پوشش نشان داد. به عبارتی پوشش میزان تغییر رنگ میوه را کاهش داده است. بین دو نوع پوشش از این نظر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. دارائی در سال ۲۰۰۸ با پوشش‌دهی شلیل با پوشش خوراکی برپایه متیل‌سلولز به نتایج مشابه رسید یعنی پوشش تغییر رنگ میوه را کاهش داد [۲۱].

۳-۴- مقدار کل مواد جامد محلول میوه

قسمت اعظم مواد جامد قابل حل در میوه شامل قندها و درصد کمی نیز شامل اسیدهای آمینه، اسیدهای آلی، ویتامین‌ها و مواد معدنی می‌باشد. رسیدن میوه و افت رطوبت در میوه گوجه‌فرنگی معمولاً باعث افزایش مقدار مواد جامد محلول در آن می‌شود [۹ و۱۵]. مطابق جدول ۲، هر دو نوع پوشش اثر یکسانی بر میزان کل مواد جامد محلول گوجه‌فرنگی داشته‌اند و تغییرات میزان کل مواد جامد محلول میوه گوجه‌فرنگی بدون پوشش از نمونه‌های پوشش‌دار بیشتر است.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

جدول ۱ تأثیر پوشش متیل سلولز بر شاخص‌های رنگ گوجه فرنگی در مدت ۲۱ روز نگهداری در سردخانه

مدت نگهداری (روز)	میوه‌های بدون پوشش				میوه‌های پوشش‌دار با پوشش یک*				میوه‌های پوشش‌دار با پوشش دو**			
	L*	a*	b*	ΔE	L*	a*	b*	ΔE	L*	a*	b*	ΔE
۱	۴۲$^{g-c}$	۳۲/۱$^{b-d}$	۲۱/۳$^{e-g}$	۱۲/۱$^{a-e}$	۴۲/۵$^{c-g}$	۳۳/۷$^{b-d}$	۲۱/۸^{fg}	۱۱/۸$^{a-d}$	۴۵/۰^{g}	۳۲/۹$^{b-d}$	۲۳/۰^{g}	۹/۶^{a}
۴	۳۷/۸^{ab}	۳۱/۲^{ab}	۱۶/۹^{ab}	۱۷/۱$^{c-g}$	۴۳/۳$^{e-g}$	۳۵/۲$^{b-d}$	۲۱/۶$^{e-g}$	۱۲/۳$^{a-e}$	۴۵/۰^{g}	۳۳/۹$^{b-d}$	۲۱/۸^{fg}	۱۱/۰^{ab}
۷	۳۹/۹$^{a-d}$	۳۴/۱^{cd}	۱۹/۴$^{b-f}$	۱۵/۳$^{e-g}$	۴۱/۸$^{c-f}$	۳۴/۵^{cd}	۲۰/۱$^{c-f}$	۱۳/۸$^{a-e}$	۴۴/۰^{fg}	۲۳/۷$^{b-f}$	۲۱/۷$^{e-g}$	۱۱/۴$^{a-c}$
۱۰	۳۷/۵^{a}	۳۲/۹$^{b-d}$	۱۷/۵$^{a-c}$	۱۷/۷$^{d-g}$	۴۲/۲$^{c-g}$	۳۴/۳$^{b-d}$	۲۰/۴$^{d-g}$	۱۳/۲$^{b-e}$	۴۳/۰$^{e-g}$	۳۳/۹$^{b-d}$	۲۰/۲$^{c-g}$	۱۳/۱$^{a-e}$
۱۳	۳۹/۶$^{a-c}$	۳۲/۱$^{b-d}$	۱۸/۱$^{a-f}$	۱۵/۴^{fg}	۴۰/۷$^{b-e}$	۳۴/۶$^{c-g}$	۲۰/۰$^{c-g}$	۱۴/۳$^{b-e}$	۴۲/۱$^{c-g}$	۲۴/۷$^{c-g}$	۲۰/۸$^{e-g}$	۱۳/۱$^{a-e}$
۱۶	۴۰/۳$^{a-e}$	۳۱/۴$^{a-c}$	۱۷/۸$^{a-d}$	۱۵/۹^{fg}	۴۱/۶$^{c-f}$	۳۴/۶^{cd}	۲۰/۲$^{c-f}$	۱۳/۸$^{b-e}$	۴۱/۳$^{c-f}$	۳۴/۲^{cd}	۱۸/۹$^{a-e}$	۱۴/۹$^{b-f}$
۲۱	۳۷/۸^{ab}	۲۸/۶^{a}	۱۶/۷^{a}	۱۸/۵^{g}	۴۲/۷$^{d-g}$	۳۵/۲$^{d-g}$	۲۰/۲$^{c-f}$	۱۳/۶$^{b-f}$	۴۱/۹$^{c-f}$	۳۴/۹^{d}	۲۰/۴$^{d-g}$	۱۳/۶$^{b-e}$

* پوشش متیل‌سلولز، گلیسرول و سوربات پتاسیم

** پوشش متیل‌سلولز، گلیسرول، سوربات پتاسیم و اسیدپالمتیک

حروف غیر یکسان نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال کمتر از ۵٪ هستند.

نتایج نشان می‌دهد که پوشش‌دهی گوجه‌فرنگی تغییرات میزان مواد جامد محلول را کمتر می‌کند اما این تغییرات در میوه‌های پوشش‌دار نسبت به نمونه‌های بدون پوشش معنی‌دار نشده است.

۳-۵- pH میوه

میزان pH محصول به غلظت یا تراکم یون هیدروژن موجود در محلول بستگی‌دارد. مقدار pH میوه گوجه‌فرنگی در مدت نگهداری با رسیدن میوه افزایش می‌یابد [۹]. جدول ۲، نشان می‌دهد که مقدار pH در نمونه‌های پوشش‌دار در پایان مدت نگهداری (روز بیست‌ویکم) کمتر از نمونه بدون پوشش بوده و اختلاف معنی‌داری با آن دارد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که کاربرد پوشش، میزان تغییرات pH گوجه‌فرنگی را در مدت نگهداری کمتر کرده‌است. مقدار pH آب گوجه‌فرنگی پوشش‌دار در مدت نگهداری کمتر از نمونه بدون پوشش است اما فقط از روز نوزدهم به بعد این اختلاف معنی‌دار شده است. از طرفی نوع پوشش اثری بر میزان pH نداشته است.

۳-۶- مقدار اسید قابل تیتر میوه

مقدار اسید قابل تیتر با رسیدگی میوه ارتباط دارد و موجب طعم ترش در میوه‌ها می‌شود. با رسیدن میوه، مقدار اسیدهای آلی کاهش می‌یابد. مقدار اسیدهای آلی در دوره برداشت میوه به مواد جامد قابل حل و سرعت تجزیه اسیدها بستگی‌دارد. تجزیه اسیدهای آلی طی رسیدن میوه به‌سرعت تنفس وابسته است، چون این اسیدها در فعالیت آنزیمی تنفس به‌کار می‌روند [۲۰]. به‌طور کلی مقدار اسید قابل تیتر میوه گوجه‌فرنگی در مدت زمان نگهداری آن در سردخانه با رسیدن میوه کاهش می‌یابد. مطابق جدول ۲، مقدار مقدار اسید قابل تیتر یا TA در میوه‌های بدون پوشش در پایان مدت نگهداری کاهش معنی‌داری نسبت به نمونه‌های پوشش‌دار نشان داده است ولی بین دو نوع پوشش از این نظر تفاوتی مشاهده نشد. گروسی در سال ۲۰۰۹ با پوشش‌دهی میوه زردآلو با پروتئین آب پنیر حاوی صمغ گلان به نتایج مشابه رسید که پوشش مانع کاهش اسیدیته میوه در طول مدت نگهداری شد [۲۲]. نتایج نشان می‌دهد که پوشش‌دهی گوجه‌فرنگی باعث می‌شود تا روند تغییرات TA در مدت نگهداری کمتر شود و به طور کلی مقدار TA نمونه بدون پوشش در پایان مدت نگهداری کاهش معنی‌داری نسبت به نمونه‌های پوشش‌دار را نشان داده است.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

جدول ۲ تأثیر پوشش متیل‌سلولز بر اسید قابل تیتر و pH و میزان کل مواد جامد محلول گوجه‌فرنگی در مدت ۲۱ روز نگهداری در سردخانه

مدت نگهداری (روز)	میوه‌های بدون پوشش			میوه‌های پوشش‌دار با پوشش یک*			میوه‌های پوشش‌دار با پوشش دو**		
	TA	pH	TSS	TA	pH	TSS	TA	pH	TSS
۱	۰/۶±۰/۱^{cd}	۴/۲±۰/۱^{a}	۴/۲±۰/۲^{a}	۰/۶±۰/۱^{cd}	۴/۱±۰/۱^{a}	۳/۱±۰/۲^{a}	۰/۷±۰/۰^{d}	۴/۰±۰/۰^{a}	۳/۹±۰/۲^{a}
۴	۰/۵±۰/۱^{cd}	۴/۲±۰/۱^{a}	۴/۰±۰/۲^{a}	۰/۶±۰/۱^{cd}	۴/۱±۰/۱^{a}	۴/۱±۰/۵^{a}	۰/۶±۰/۱^{cd}	۴/۱±۰/۰^{a}	۳/۹±۰/۳^{a}
۷	۰/۵±۰/۰^{cd}	۴/۲±۰/۰^{a}	۴/۲±۰/۴^{a}	۰/۵±۰/۱^{cd}	۴/۲±۰/۱^{a}	۴/۰±۰/۷^{a}	۰/۶±۰/۱^{cd}	۴/۱±۰/۰^{a}	۴/۰±۰/۳^{a}
۱۰	۰/۵±۰/۱^{bc}	۴/۳±۰/۱^{a}	۴/۲±۰/۲^{a}	۰/۶±۰/۱^{cd}	۴/۲±۰/۱^{a}	۴/۱±۰/۲^{a}	۰/۵±۰/۱^{cd}	۴/۱±۰/۰^{a}	۳/۱±۰/۳^{a}
۱۳	۰/۴±۰/۲^{bc}	۴/۳±۰/۳^{a}	۴/۵±۰/۴^{ab}	۰/۵±۰/۱^{bc}	۴/۲±۰/۱^{a}	۴/۰±۰/۲^{a}	۰/۵±۰/۱^{bc}	۴/۳±۰/۱^{a}	۳/۹±۰/۳^{a}
۱۶	۰/۳±۰/۱^{b}	۴/۳±۰/۰^{a}	۵/۳±۰/۵^{b}	۰/۵±۰/۱^{bc}	۴/۳±۰/۱^{a}	۴/۶±۰/۲^{ab}	۰/۵±۰/۰^{bcd}	۴/۳±۰/۰^{a}	۴/۵±۰/۴^{ab}
۲۱	۰/۲±۰/۱^{a}	/۸±۱/۱^{b}	۵/۱±۱/۳^{b}	۰/۴±۰/۰^{bc}	۴/۴±۰/۱^{a}	۴/۶±۰/۲^{ab}	۰/۵±۰/۰^{bc}	۴/۳±۰/۰^{a}	۴/۵±۰/۶^{ab}

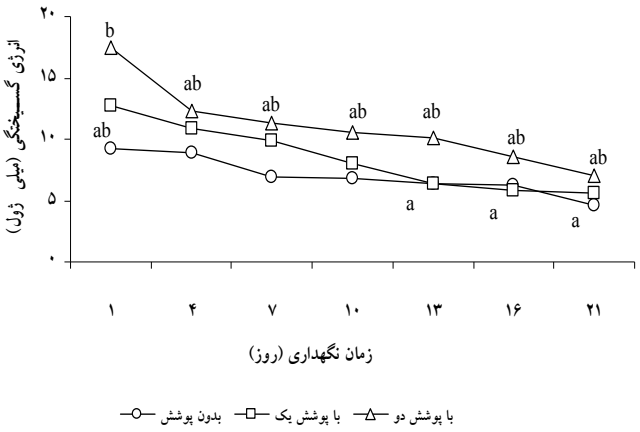
* پوشش متیل‌سلولز، گلیسرول و سوربات پتاسیم

** پوشش متیل‌سلولز، گلیسرول، سوربات پتاسیم و اسیدپالمتیک

حروف غیر یکسان نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال کمتر از ۵٪ هستند.

۳-۷- انرژی گسیختگی[1] میوه

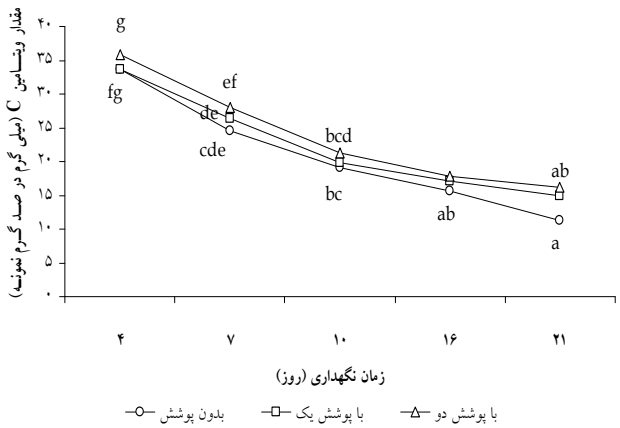
مقدار این انرژی با محاسبه سطح زیر منحنی نیرو – تغییر شکل از مبدأ مختصات تا نقطه تسلیم تعیین می‌شود. مقدار انرژی گسیختگی میوه گوجه‌فرنگی در طول مرحله رسیدگی در اثر کاهش سفتی بافت کاهش می‌یابد [۱۵]. در شکل ۳، مشاهده می‌شود که با گذشت زمان مقدار انرژی گسیختگی نمونه‌های پوشش داده با پوشش دوم نسبت به نمونه‌های دیگر بیشتر است ولی تفاوت معنی‌دار نبوده است. شکل ۳، روند تغییرات انرژی گسیختگی را در طول زمان در نمونه‌های پوشش‌دار و بدون پوشش نشان می‌دهد.



شکل ۳ تغییرات انرژی گسیختگی میوه گوجه‌فرنگی در ۲۱ روز نگهداری در سردخانه

۳-۸- ویتامین C میوه

گوجه‌فرنگی منبع مهم ویتامین C است که مقدار آن بین ۱۰ تا ۶۰ میلی‌گرم در صد گرم متفاوت می‌باشد. این ویتامین در طول مدت نگهداری یا رسیدگی میوه بر اثر فعالیت آنزیم‌های فنل اکسیداز و آسکوربیک اکسیداز تجزیه شده و میزان آن کاهش می‌یابد [۲۰]. نتایج نشان می‌دهد که کاربرد پوشش به ویژه پوشش دوم (پوشش فعال متیل سلولز و اسید پالمیتیک) باعث افزایش ماندگاری ویتامین C گوجه‌فرنگی شده است. به ویژه در پایان مدت نگهداری مقدار ویتامین C حدود ۱۰ درصد افزایش بیشتری داشته است ولی این اختلاف معنی‌دار نیست. آیرنسی و تونک نیز در سال ۲۰۰۴ به نتایج مشابه رسیدند و گزارش کردند که پوشش خوراکی باعث افزایش ماندگاری ویتامین C در میوه زردآلو و فلفل سبز می‌شود [۲۳].



شکل ۴ تغییرات مقدار ویتامین C میوه گوجه‌فرنگی در ۲۱ روز نگهداری در سردخانه

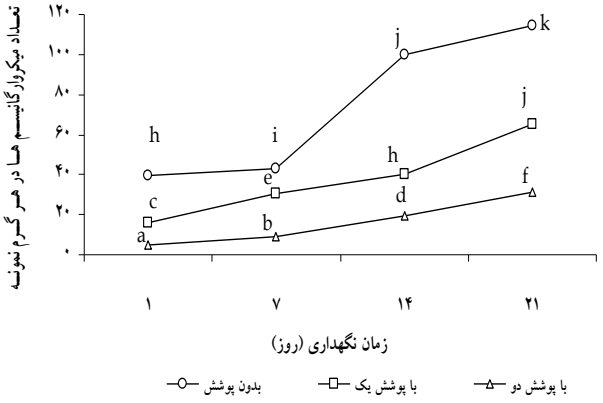
1. Failure Energy

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

در شکل ۴، مشاهده می‌شود که تا روز دهم مقدار ویتامین C به‌شدت کاهش یافته است ولی از روز دهم به بعد میزان کاهش ویتامین به ویژه در نمونه‌های پوشش‌دار به آهستگی صورت گرفته و تقریباً به روند ثابتی رسیده است.

۳-۹- شمارش میکروبی میوه

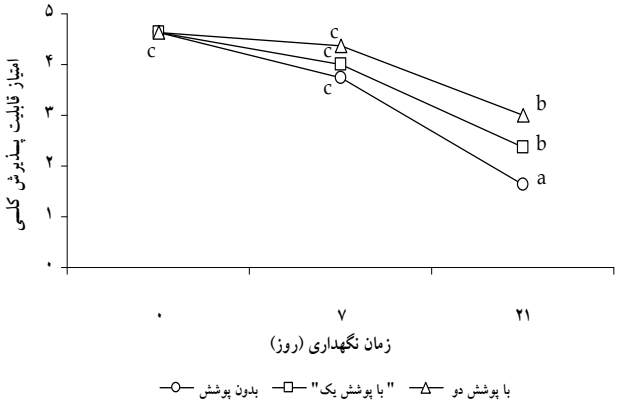
فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی به دلیل کنترل گازهای تنفسی و اصلاح اتمسفر می‌توانند بر رشد میکروارگانیسم‌ها تأثیر داشته باشند. همچنین با افزودن مواد ضدمیکروبی مختلف مانند سوربات پتاسیم و تهیه فیلم های فعال می‌توان از رشد میکروارگانیسم‌های مختلف جلوگیری کرد [۲ و۱۳]. در شکل ۵، مشاهده می‌شود که در تمام نمونه‌ها تعداد کپک و مخمر در مدت نگهداری افزایش می‌یابند ولی در نمونه‌های پوشش‌دار کپک و مخمر به‌کندی افزایش می‌یابند، به طوری‌که از روز هفتم به بعد این روند افزایشی در نمونه‌های بدون پوشش شدید شده است و افزایش تعداد میکروارگانیسم‌ها در نمونه-های شاهد به طور معنی‌دار ۲ تا ۳ برابر بیشتر است. نتایج نشان داد که دو پوشش فعال از این نظر تفاوت معنی‌داری دارند و پوشش فعال دوم (پوشش فعال متیل سلولز و اسید پالمیتیک) نسبت به پوشش اول (بدون اسید پالمیتیک) مؤثرتر است. لی و همکاران نیز در سال ۲۰۰۳ به نتایج مشابه رسیدند که پوشش‌های خوراکی مانند کارآگینان و کنسانتره آب پنیر باعث کاهش شمارش کلی میکروارگانیسم‌های میوه سیب در طول مدت نگهداری می‌شود [۱۳].



شکل ۵ تغییرات تعداد میکروارگانیسم‌ها در هر گرم میوه گوجه-فرنگی در ۲۱ روز نگهداری در سردخانه

۳-۱۰- قابلیت پذیرش کلی میوه به روش رتبه-بندی

مقایسه میوه‌های پوشش‌دار و بدون پوشش با آزمون حسی به روش رتبه‌بندی انجام گرفت و نتایج به دو طریق پارامتری و غیر پارامتری تجزیه و تحلیل گردید. نتایج حاصل از روش تجزیه واریانس و تست فریدمن، با هم منطبق بودند. براساس شکل ۶، قابلیت پذیرش کلی نمونه‌های پوشش‌دار در طول مدت نگهداری همواره بیشتر از میوه‌های بدون پوشش است و این اختلاف معنی‌دار است. میوه‌های پوشش‌دار همواره از ویژگی‌های برتری نسبت به نمونه بدون پوشش برخودارند و با افزایش زمان نگهداری اختلاف بین میوه‌های پوشش‌دار و بدون پوشش بیشتر می‌شود.



شکل ۶ تغییرات پذیرش کلی میوه گوجه‌فرنگی در ۲۱ روز نگهداری در سردخانه

۴- نتیجه‌گیری کلی

در این پژوهش اثر پوشش فعال متیل‌سلولز و پوشش فعال متیل‌سلولز و اسید پالمیتیک بر ویژگی‌های گوجه‌فرنگی شامل میزان کاهش وزن، سفتی بافت، رنگ پوست گوجه‌فرنگی، مقدار ویتامین C، اسیدیته، میزان مواد جامد محلول، pH، انرژی گسیختگی بافت و بار میکروبی در مدت ۲۱ روز نگهداری در دمای ^{o}C ۱۵-۱۴ و رطوبت نسبی ۸۵-۸۰ درصد بررسی و با نمونه شاهد (بدون پوشش) مقایسه شد. نتایج نشان داد که پوشش‌دهی میوه گوجه‌فرنگی با فیلم‌های فعال متیل‌سلولز باعث کاهش روند تغییرات TSS، pH و اسید قابل تیتر در نمونه‌های پوشش‌دار و به طور کلی کند شدن سرعت رسیدگی میوه می‌شود. کاربرد پوشش میزان افت وزن گوجه-فرنگی را در مدت نگهداری تا ۲/۵ برابر کاهش داد همچنین نتایج نشان داد که پوشش‌دهی میوه گوجه‌فرنگی باعث افزایش ماندگاری ویتامین C و کاهش آلودگی‌های میکروبی نمونه‌های

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

گوجه فرنگی تا ۲ تا ۳ برابر می‌شود. کاربرد پوشش باعث بهبود رنگ پوست میوه و افزایش قابلیت پذیرش کلی نمونه‌ها در مدت نگهداری شد. در پایان پیشنهاد می‌شود که مطالعات تکمیلی در زمینه میزان رهایش و نفوذ سوربات‌پتاسیم از پوشش به درون محصول صورت گیرد.

۵- سپاسگزاری

از کارکنان محترم آزمایشگاه بخش تحقیقات مهندسی صنایع غذایی و فناوری پس از برداشت مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی که در انجام این تحقیق همکاری نمودند، تشکر و سپاسگزاری می‌شود.

۶- منابع

[1] Zapata, J.P., Guillen, F., Romero, D. M., Castillo, S., Valero, D. and Serrano, M. 2007. Use of alginate or zein as edible coatings to delay postharvest ripening process and to maintain tomato (Solanum lycoporicon Mill) quality. *J. Food Sci. and Agric.* 88, 1287-1293.

[2] Flores, S., Haedo, S. and Campos, C. 2007. Antimicrobial performance of potassium sorbate supported in tapioca starch edible films. *Food Res. Technol.* 225, 375-384.

[3] Park, S.I., Daeschel, M. and Zhao, Y. 2004. Functional properties of antimicrobial lysozyme-chitosan composite films. *J. of Food Sci.*, 69(8), 215-221.

[4] Franssen, L.R., Rumsey, T.R. and Krochta, J.M. 2004. Whey protein film composition effects on potassium sorbate and natamycin diffusion. *J. of Food Sci.*, 69(5), 347-353.

[5]. Jalili, M. R. 2004. Postharvest Physiology. Oromiieh University Publications. (in Farsi)

[6] FAO. 2007. Statistical Database. Available from: http://faostat.fao.org.

[7] Park, H.J., Chinnan, M.S. and Shewfelt, R.L. 1994. Edible coating Effects on Storage life and Quality of Tomatoes. *J. Food Sci.* 59, 568 – 570.

[8] Olivas, G.I. and Barbosa – Canovas, G.V. 2005. Edible coatings for fresh– cut fruits. *J. Food Sci. and Nutr.* 45, 657 – 670.

[9] Rong– Yu, Z. and Yao-Wen, H. 2003. Influence of hydroxypropyl / methylcellulose edible coating on fresh-keeping and storability of tomato. 4, 109-113.

[10] Ayranci, E. and Tunc, S. 2003. A method for the measuremet of the oxygen permeability and the development of edible films to reduce the rate of oxidative reactions in fresh foods. *Food Chem.* 80, 423 – 431

[11] Turhan, K. N. and Sahbaz, F. 2004. Water vapor permeability, tensile properties and solubility of methylcellulose – based edible films. *J. Food Eng.* 61, 459 – 466.

[12] Kamper, S. L. and Fennema, O. 1984. Water vapor permeability of edible bilayer films. *J. Food Sci.* 49, 1478 – 1481, 1485.

[13] Lee, J. Y., Park, H. J. Lee, C. Y. and Choi, W. Y. 2003. Extending shelf- life of minimally processed apples with edible coatings and antibrowning agents. *J. Food Sci. and Technol.* 36, 323 – 329.

[14] Maftoonazad, N. and Ramaswamy, H.S. 2005. Postharvest shelf-life extension of avocados using methyl cellulose-based coating. *LWT- J. Food Sci. and Technol.* 38, 617-624

[15] Masoudi, H. Tabatabaeefar, A. and Borghei, M. 2006. *J. Agri. Eng. Res.* 79 27), 61-74. (in Farsi)

[16] Parvaneh, V. 1998.Quality control and chemical analysis of foods. Theran University Publications 1481. (in Farsi)

[17] Watts, B.M., Ylimaki, G.L., Jeffery L.E. and Elias L.G.1989. Basic sensory methods for food evaluation. Translated by Ghazizadeh, M. and Razagi, A. Theran. Institute of Research Nutrtion and Food Science Publications. PP 95-114. (in Farsi)

[18] ISIRI. 2008. Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds -Part 1: Colony count technique in products with water activity greater than 0.95. 10899-1. 1st. edition

[19] Meidani, J. 2003. Introduction to the processing & storage of agricultural products. Shahid Chamran University Press Ahvaz-Iran. (in Farsi)

[20] Mazaheri, M., Ghandi, A., Mortazavi, A. and Ziaolhagh, H. 2007. Qualitative characteristics in tomato processing. Marze Danesh Publications. PP 203-205. (in Farsi)

[21] Daraei, F., Badiei, F., Mizani, M. and Gerami, A. 2009. The influence of Methylcellulose Edible Coating on The Storage Life of Neetarine. *J. Food Technol. and Nutr.* 6 (3), 2-11 (in Farsi).

[22] Garoosi, F., Javanmard, M. and Azizi, R. 2010. Aplication of Edible Coating Based on

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

Whay Protein-Gellan Gum for Apricot (*Prunus armeniaca L .*). *J. Food Sci. and Technol.*, In Press (In Farsi).

[23] Ayranci, E. and Tunce, S. 1997. Cellulose-based edible films and their effects

fresh beans and strawberries. Zeitschrift fur Lebensmittel Untersuchung und Forschung A. 205, 470-473.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

The effect of methyl cellulose based active edible coatings on the storage life of tomato

Sadeghipour, M.[1], Badii, F. [2 *], Behmadi, H.[3], Bazyar, B.[4]

1-M.Sc. Graduate of Food Science & Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2-Assistant Prof. of Agricultural Engineering Research Institute, Karaj, Iran
3-Academic Staff, Agricultural Engineering Research Institute, Karaj, Iran.
4-Academic Staff, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
(Received: 88/2/12 Accepted: 88/8/23)

Edible films and coatings are used to protect food products and improve their quality and shelf life. The objective of this study was to evaluate the effect of two methyl cellulose- based active coatings on the quality and storage life of tomato. Fruits were dipped in to active methyl cellulose (MC) coating (MC, glycerol and potassium sorbate) or active MC-palmitic acid coating (MC, glycerol, potassium sorbate and palmitic acid) for 1min at 20^{o}C, then air-dried at room temperature and stored with uncoated samples at 15 ^{o}C and 80-85% RH for 21 days. At one day intervals, coated and uncoated fruits were removed and evaluated for weight loss, total soluble solids, titrable acidity, pH, skin color, firmness, failure energy, ascorbic acid content, yeasts and moulds count and overall acceptability. It was revealed that the coated fruits showed lower weight loss (up to 2.5 times), ripening rate, spoilage incidence (2-3 times) while, the skin color, ascorbic acid content, sensory quality and overall acceptability were higher in coated tomatoes when compared with control during storage time. However, non significant differences in the properties of tomato were observed by adding palmitic acid to the formulation of MC active coating.

Keywords: Tomato, Edible coating, Methyl cellulose, Potassium sorbate, Active coating

* Corresponding Author E-Mail address: fjbadii@gmail.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]