افزایش زمان ماندگاری قارچ خوراکی دکمه ای(Agaricus bisporus) با پوشش های خوراکی بر پایه پلیمرهای طبیعی

صدف شاملو[۱]، علی وزیری[۲*]، آزاده شکرابی[۳]، علی اکبر سیف کردی[۴]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه مهندسی شیمی، دانشکده فنی مهندسی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۲- استادیار گروه مهندسی شیمی، دانشکده فنی مهندسی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۳- استادیار گروه مهندسی شیمی، دانشکده فنی مهندسی، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
٤- استاد گروه مهندسی شیمی، دانشکده نفت و مهندسی شیمی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

(تاریخ دریافت: ۹۷/۰۹/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰٤/۳۱)

چکیده

در سال های اخیر پوشش های خوراکی به طور گسترده برای افزایش زمان ماندگاری میوه ها و سبزی ها به کار گرفته شده اند. در این پژوهش اثر شستشو با اسید سیتریک (۱ درصد وزنی–حجمی) و پوشش دهی با غلظت های مختلف کربوکسی متیل سلولز (۱، ۱,۵ و۲ درصد وزنی– حجمی) در ترکیب با اسید آسکوربیک (۲،۱ و ۳ درصد وزنی–حجمی) بر کیفیت پس از برداشت قارچ دکمه ای نگهداری شده در دمای ٤ $^{\circ}C$ به مدت ۱۵ روز مورد مطالعه قرار گرفت. بعد از پوشش دهی افت وزن، میزان مواد جامد محلول، سفتی بافت، رنگ، کیفیت میکروبی و حسی قارچ ها در روزهای ۱، ٤، ۸، ۱۲ و ۱۵ نگهداری مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد در مقایسه با نمونه شاهد فاقد پوشش، پوشش دهی باعث کاهش افت وزن شده و تغییرات مواد جامد محلول و رنگ را به تاخیر می اندازد. پوشش ها اثر قابل توجهی بر حفظ سفتی بافت قارچ ها نداشتند. ارزیابی حسی نشان داد دوره ی ماندگاری قارچ ها از ۸ روز به ۱۵ روز افزایش یافت. شستشو با اسید سیتریک باعث کاهش شمار باکتری کل، کپک و مخمر شد. در بین پوشش های مختلف ترکیب کربوکسی متیل سلولز ۲٪ و اسید آسکوربیک ۳٪ موثرترین پوشش بود.

کلیدواژگان: قارچ دکمه ای، پوشش خوراکی، کربوکسی متیل سلولز، زمان ماندگاری، پلیمرهای طبیعی

*مسئول مکاتبات: a.vaziri@srbiau.ac.ir

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

۱- مقدمه

قارچ های خوراکی یکی از محصولات پروتئینی مهم هستند که برای قرن ها قسمتی از رژیم غذایی بشر بوده اند[۱]. قارچ ها منبع عالی از بعضی از اسیدهای آمینه، ویتامین ها و مواد معدنی هستند[۲]. باکتری ها، فعالیت های آنزیماتیک و تغییرات بیوشیمیایی می توانند در طول نگهداری موجب فساد قارچ شوند[۳]. قارچ در مقایسه با بیشتر محصولات باغبانی سرعت تنفس بالاتری دارد و به دلیل فقدان پوشش محافظ طبیعی برای جلوگیری از هدر رفتن آب، کیفیت خوراکی آن به سرعت از دست می رود. از مهم ترین شاخص های کیفیت قارچ می توان به سفید بودن، داشتن کلاهک گرد و براق، ساقه راست و فقدان لکه های روی آن اشاره کرد[٤]. فاسد شدن قارچ یک روز بعد از برداشت آغاز می شود که با تغییر رنگ قارچ شروع شده و از رنگ سفید به قهوه ای متمایل می شود. عمر انبارمانی قارچ تازه در دمای معمولی بین ۱ الی ۳ روز و در دمای ٤ درجه سانتی گراد بین ٤ تا ۷ روز متغیراست[٥]. مدت ماندگاری کم قارچ یکی از موانع پخش قارچ تازه در فروشگاه ها است. در این میان پوشش دهی یکی از روش های خوب برای نگه داری میوه ها و سبزی ها می باشد. فیلم ها و پوشش های خوراکی را می توان لایه نازکی از مواد خوراکی تعریف نمود که از طریق غوطه وری، پاشیدن و غلطاندن بر روی سطح ماده ی غذایی قرار می گیرند و ماده ی غذایی را در برابرانتقال گازها، بخار آب، مواد جامد محلول و ضربات مکانیکی حفظ می کنند[٦].

در مورد قارچ، پوشش های آلوئورا، صمغ تراگاکانت[٥]، کیتوزان-روغن آویشن[۳]، کیتوزان-گلوکز[۷] و صمغ آلژینات [۸] در پژوهش های مختلف مورد بررسی و استفاده قرار گرفته اند. محبی و همکارانش اثر آلوئورا و صمغ تراگاکانت را بر روی قارچ دکمه ای بررسی کردند. از کلسیم کلرید و اسید سیتریک به عنوان ماده ممانعت کننده از قهوه ای شدن در پوشش استفاده شد. بعد از پوشش دهی قارچ ها در دمای ٤ ،۱۰و ۱۵ درجه سانتیگراد و رطوبت ۸۵ درصد به مدت ۱۳ روز نگهداری شدند. نتایج نشان داد که آلوئورا و صمغ تراگاکانت و ترکیب این دو، مدت زمان ماندگاری قارچ را در مقایسه با نمونه بدون پوشش افزایش می دهند[٥]. Jiang و همکاران تاثیر پوشش کیتوزان غنی شده با روغن آویشن را بر روی کیفیت و مدت ماندگاری قارچ شیتاکه بررسی کردند. قارچ های پوشش داده شده در دمای ٤ درجه سانتیگراد به مدت ١٦ روز مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که پوشش کیتوزان-روغن آویشن موجب حفظ سفتی بافت، جلوگیری از افزایش میزان تنفس و کاهش شمار میکروبی کپک، مخمر و سودوموناس در مقایسه با نمونه شاهد می شود[۳]. در مطالعه ای دیگر Jiang و همکاران کیفیت پس از برداشت قارچ شیتاکه پوشش داده شده با کیتوزان-گلوکز را بررسی کردند. نمونه های پوشش داده شده در جعبه های پلی اتیلن با دانسیته پایین درآزمایشگاه قرار گرفتند و سپس به مدت ١٦ روز در دمای ٤ درجه سانتیگراد نگهداری شدند. نتایج نشان داد که پوشش دهی موجب حفظ سفتی بافت، ممانعت از افزایش میزان تنفس و کاهش شمار میکروبی در مقایسه با نمونه شاهد می شود. به علاوه پوشش کیتوزان-گلوکز تغییرات اسید آسکوربیک و غلظت مواد جامد محلول را در طول دوره ی نگهداری به تاخیر می اندازد[۷]. در مطالعه ای دیگر مدت ماندگاری قارچ دکمه ای پوشش داده شده با آلژینات در دمای ٤ درجه سانتیگراد مورد بررسی قرار گرفت. در این روش قارچ ها ابتدا در محلول آلژینات ۱ و ۲ درصد و سپس در محلول ۲ درصد کلسیم کلرید غوطه ور شدند. نتایج نشان داد پوشش دهی موجب کاهش افت رطوبت و بهبود کیفیت ظاهری قارچ می شود[۸].

بحث بر سر موثرترین روش برای جلوگیری از روند تخریب بافت قارچ خوراکی همچنان باقی می باشد. بازار ارائه مواد غذایی نیازمند ارائه روش های موثر با هزینه پایین تر و کیفیت بالاتری می باشد. چرا که سرمایه گذاری های انجام شده در تولید این مواد انبوه بوده و تحویل محصول با کیفیت به دست مصرف کننده ضرورت بالایی دارد.

هدف از این تحقیق بررسی اثر شستشو با اسید سیتریک و پوشش دهی با کربوکسی متیل سلولز حاوی اسید آسکوربیک و گلیسرول بر روی افت وزن، سفتی بافت، میزان مواد جامد محلول (بریکس)، رنگ، ارزیابی حسی و همچنین بار میکروبی قارچ دکمه ای در طی دوره ی نگهداری ۱۵ روزه می باشد.

محدوده پارامترها در این تحقیق بر اساس تست های انجام شده و مطالعات دیگر محققین انتخاب شد. بر اساس نتایج تست ها قارچ پوشش داده شده با کربوکسی متیل سلولز ۱٪ موثرترین

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

تیمار در مقایسه با غلظت های پایین تر بود. همچنین پوشش دهی یکنواخت قارچ ها در محلول کربوکسی متیل سلولز با غلظت بالاتر از ۲٪ به دلیل ویسکوزیته بالای آن میسر نبود. اسید آسکوربیک در غلظت کمتر از ۱٪ تاثیر چندانی بر رنگ قارچ نداشت و در غلظت بالاتر از ۳٪ موجب رنگ زرد قارچ شد. بر اساس مطالعات انجام شده توسط Simon و همکاران شستشوی قارچ ها با محلول ۱٪ اسید سیتریک موجب کاهش شمار میکروب ها گردید، اما سبب تغییر رنگ قارچ شد که ما در این تحقیق به کمک محلول کربوکسی متیل سلولز حاوی اسید آسکوربیک تغییرات رنگ را کنترل می کنیم[۹].

۲- مواد و روش ها

۲-۱-مواد

قارچ دکمه ای از شرکت کشت و صنعت قارچ درخشانیه واقع در هشتگرد تهیه شد. قارچ ها ظرف مدت ۲ ساعت در یخدان پلاستیکی با دمای ٤ درجه سانتی گراد به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس در محیط تاریک و دمای ٤ درجه سانتی گراد به مدت ٢٤ ساعت انبار شدند. کربوکسی متیل سلولز(شرکت Sigma آمریکا)، اسید آسکوربیک(شرکت Merck آلمان)، اسید سیتریک(شرکت Merck آلمان)، گلیسرول(شرکت Merck آلمان)، محیط کشت DRBC[1](شرکت Lofilchem ایتالیا) و محیط کشت مولر هیلتون براث(شرکت Himedia هند) خریداری شدند.

۲-۲-تهیه محلول ها و پوشش دهی قارچ ها

محلول های۱، ۱,۵ و ۲٪ (وزنی-حجمی) کربوکسی متیل سلولز تهیه شدند و به مدت ۳۰ دقیقه بر روی هیتر مجهز به همزن مغناطیسی تحت دمای ۸۰ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. گلیسرول (۵۰٪وزنی-وزنی CMC) به عنوان پلاستی سایزر به هر کدام از محلول ها اضافه شد[۱۰,۱۱]. پس از سرد شدن محلول ها، اسید آسکوربیک در غلظت های ۱، ۲ و ۳ درصد (وزنی-حجمی) به آن ها افزوده و مجدداً توسط استایرر مخلوط شده تا یکنواخت گردند. محلول اسید سیتریک ۱ درصد(وزنی-حجمی) نیز تهیه شد. قارچ هایی که برای پوشش دهی آماده شدند به ۱۰ گروه تقسیم شدند. یک نمونه بدون پوشش و ۹ نمونه حاوی پوشش با درصد های متفاوت کربوکسی متیل سلولز و اسید آسکوربیک تهیه و کدگذاری شدند. قارچ ها به جز نمونه شاهد به مدت ۵ دقیقه داخل محلول ۱ درصد اسید سیتریک تیمار شدند و سپس در ادامه به مدت ۳ دقیقه به روش غوطه وری داخل محلول های پوشش دهی قرار گرفتند. قارچ ها از محلول خارج شدند و به مدت ۱۰ دقیقه بر روی سبد مشبک(در دمای آزمایشگاه) قرار گرفتند تا مقدار اضافه ماده پوشش دهنده چکه کند[۹]. سپس قارچ ها به صورت انفرادی توزین شده و درون ظروف بسته بندی یکبار مصرف فاقد درب منتقل شدند. سپس هر یک از ظروف داخل زیپ کیپ ازجنس پلی اتیلن(PE) در ابعاد۱۸x۲۰ سانتی متر گذاشته شدند و در آخر به یخچال با دمای ٤ درجه سانتی گراد منتقل گردیدند. نمونه شاهد به مدت ۵ دقیقه داخل آب مقطر غوطه ور شد.

۲-۳-درصد کاهش وزن

وزن قارچ ها پس از پوشش دهی وقبل از انتقال به یخچال و همچنین در روز های ٤ ، ۸ ، ۱۲ و ۱۵ نگهداری با ترازو با دقت دورقم اعشار اندازه گیری گردید .درصد کاهش وزن در روزهای مختلف طبق رابطه زیر محاسبه شد[۵].

$$\text{درصدکاهش وزن} = W_0\text{-}W_1/W_0 \times ۱۰۰$$

W_0= وزن اولیه قارچ در روز اول بعد از پوشش دهی

W_1= وزن قارچ در روزهای٤، ۸ ، ۱۲و۱۵

۲-٤-میزان کل مواد جامد محلول (TSS)

آب قارچ حاصل برای اندازه گیری میزان کل مواد جامد محلول مورد استفاده قرار گرفت. میزان کل مواد جامد محلول توسط دستگاه رفراکتومتر ATAGO500 بعد از کالیبره کردن با آب مقطر اندازه گیری شد. درصد مواد جامد محلول کل (بر حسب بریکس) در آب قارچ در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد بدست آمد[۷].

۲-۵-سفتی بافت

میزان سفتی بافت قارچ ها با استفاده از دستگاه بافت سنج Brookfieldآمریکا اندازه گیری شد. قبل از انجام آزمایش ساقه قارچ ها را بریده و جدا کرده و کلاهک بر روی سکوی

1. Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol Agar

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

دستگاه بافت سنج قرار گرفت. قطر پروب مورد استفاده ۵ میلی متر، سرعت نفوذ ۲ میلی متر بر دقیقه و عمق نفوذ در کلاهک قارچ ۵ میلیمتر در نظر گرفته شد. سفتی به صورت حداکثر نیروی وارده (بر حسب نیوتون) برای ایجاد سوراخ و نفوذ به این عمق ثبت گردید[۷].

۲-۶-رنگ

برای بررسی تغییرات رنگ جعبه ای با ابعاد ۸۰*۵۰*۵۰ سانتی متر (طول، عرض و ارتفاع) تهیه شد و دیوار داخلی آن با رنگ سفید (جهت بازتابش نور لامپ از تمام جهات به سمت نمونه) پوشش داده شد. از دو لامپ مهتابی فلوئورسنت (20 وات، طول ۶۰ سانتی متر) جهت تامین نور استفاده شد و عکس ها توسط دوربین دیجیتالی ۱۸مگاپیکسل (کنن،EOS Kiss X5 - ژاپن)که در داخل جعبه و در فاصله ۴۵ سانتی متری از سطح کلاهک نصب شده بود،گرفته شد[۱۲]. به وسیله نرم افزار فوتوشاپ (Adobe Photoshop CC 2015) قطعه ای با ابعاد ۲۸۴*۲۸۴ پیکسل جداسازی شد. تصاویر گرفته شده توسط نرم افزار Image-J نسخه ۱,۴۴ و برنامه موجود در Plugins آن (Color-Space-Converter)از فضای رنگی RGB به b^* a^* L^* تبدیل گردیدند. این نکته قابل ذکر است که برای استفاده از این نرم افزار تصاویر با فرمت JPG به کار برده شدند[۱۳]. ارزیابی تغییرات رنگی با آنالیز ارزش های L^* (روشنایی/ تاریکی) که میزان آن از ۰ تا ۱۰۰ ، a^* (قرمز / سبز) و b^* (زرد / آبی) که مقادیر آن ها از ۱۲۰+ تا ۱۲۰- متغیر است و مقایسه کردن آن ها با رنگ قارچ شاهد با استفاده از رابطه زیرانجام شد[۱۲].

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

در این مطالعه L_0= 83.61 ، a_0=-7.36 و b_0=-21.41 برای قارچ شاهد می باشد.

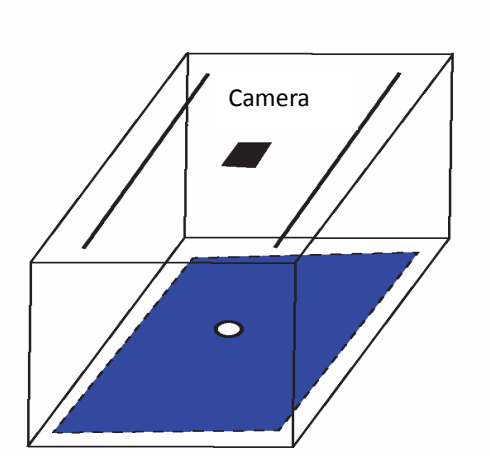

Fig1. Schematic diagram of image capturing

Table 1 Camera settings for photography

Variables	Value
Operation mode	Manual
Flash	Off
White balance	Fluorescence H
Iso velocity	100
Aperture	4.5
Shutter speed	$\frac{1}{125}$

۲-۷-آزمون میکروبی

۱۰ گرم از هر تیمار در شرایط اسپتیک برداشته شده و با ۹۰ میلی لیتر سرم فیزیولوژی به خوبی مخلوط شد. به این ترتیب رقت 10^{-1} حاصل شده و در ادامه رقت های مورد نیاز (10^{-2}، 10^{-3}و ....) از این رقت تهیه گردید. سپس ۱ میلی لیتر از هر رقت برداشته شده و در هر پلیت ریخته شد(کشت آمیخته[۲]). سپس محیط کشت که از قبل تهیه و داخل اتوکلاو استریل شده را برداشته و اجازه می دهیم به دمای ۴۵ درجه سانتی گراد برسد و سپس روی نمونه می ریزیم تا ۱/۳ فضای پلیت را پر کند (حدود۲۰-۱۵ میلی لیتر) و به صورت هشت انگلیسی دوران می دهیم و بعد اجازه می دهیم تا محیط کشت ببندد و جامد شود. سپس برای شمارش کلی باکتری ها پلیت ها در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت و برای کپک و مخمر به مدت ۳ روز در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد، به صورت وارونه در انکوباتور قرار داده شدند[۱۴]. بعد از ~~۲ روز پلیت های حاوی~~

2. Pour plate

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

۱۰ تا ۳۰۰ کلونی انتخاب شده و شمارش باکتری ها انجام شد. برای محاسبه تعداد باکتری ها، تعداد کلنی های شمارش شده در عکس رقت مورد استفاده ضرب گردید و نتایج به صورت logCFU/g بدست آمد[۱۵]. شمارش کپک و مخمر طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۱۰۸۹۹ انجام شد[۱۶]. محیط کشت مورد استفاده برای شمارش کلی میکروبی پلیت کانت آگار و برای کپک و مخمر محیط کشت Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol Agar بود.

۲-۸-ارزیابی حسی

ارزیابی حسی برای نمونه های پوشش داده شده با استفاده از روش هدونیک ۵ نقطه ای بر اساس میزان پذیرش رنگ، بافت و پذیرش کلی صورت گرفت. برای انجام این آزمون به منظور ارزیابی حسی نمونه ها از ۱۰ نفر ارزیاب عادی استفاده شد. در این آزمون عدد ۱ کمترین امتیاز و عدد ۵ بیشترین امتیاز بود. به این صورت که به هر داور فرم حاوی جدول مربوط به امتیاز دهی و مقدار کافی از نمونه به صورت تصادفی در ظروف متداول بسته بندی قارچ به صورت کدگذاری شده داده شد.

۲-۹- آنالیز آماری

آزمون آماری بر اساس طرح کاملا تصادفی انجام گرفت. آنالیز آماری با استفاده از آنالیز واریانس (One-way ANOVA) انجام و مقایسه بین میانگین ها توسط آزمون چند دامنه ای دانکن انجام شد. از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ جهت آنالیز آماری استفاده گردید. معنی دار بودن داده ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد ($P<۰,۰۵$) بررسی گردید.تمام آزمایشات در ۳ تکرار انجام شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱-افت وزن

طبق نتایج بدست آمده در طول مدت ۱۵ روز بر میزان درصد کاهش وزن قارچ ها افزوده شد. میانگین افت وزن بعد از ٤، ۸، ۱۲ و ۱۵ روز نگهداری در دمای ٤ درجه سانتیگراد برای قارچ های پوشش دهی شده به ترتیب ۱,۷۹، ٤,٦۹، ٦,۸۲ و ۹,۲۳ درصد و برای قارچ های فاقد پوشش ۳,۱۳، ۸,۱۹ ، ۱۵,۲٤ و ۱۷,۹۹ درصد بود. مقایسه نتایج نشان می‌دهد که با گذشت زمان در مقایسه با نمونه کنترل پوشش ها به طور معناداری ($P<۰,۰۵$) باعث کاهش افت وزن شده اند. شکل ۲ میزان افت وزن قارچ در طول زمان در نمونه های پوشش داده شده و بدون پوشش را نشان می‌دهد. مقایسه درصد کاهش وزن محصول میان نمونه های پوشش‌دار و نمونه شاهد در روز ۱۲ و ۱۵ نشان داد که درصد کاهش وزن نمونه شاهد به طور معناداری ($P<۰,۰۵$) بیشتر از نمونه های پوشش دار می‌باشد، اما اختلاف معنی داری بین پوشش ها مشاهده نشد. قارچ با کاهش وزن ۱۰-۵ درصد شروع به پلاسیده شدن کرده و غیر قابل استفاده می شود[۱۷]. بنابراین نمونه شاهد تا روز ۸ که کاهش وزن کمتر از ۱۰ درصد داشت قابل پذیرش بود. در روز ۱۵ تیمار T9 (CMC2%+AA3%) کمترین میزان کاهش وزن (۷,۳۵ درصد) را داشت.

افت وزن قارچ اساسا به دلیل تعرق و خروج CO_2 در حین تنفس می‌باشد. قارچ ها به دلیل فقدان لایه محافظ، با سرعت بیشتری آب خود را از دست می‌دهند که سبب چروکیدگی و زوال آن می‌شود. سرعت از دست دادن آب به شیب فشار بخار آب در داخل و خارج قارچ(محیط اطراف) بستگی دارد. مکانیسم اولیه از دست رفتن رطوبت از قارچ تازه با خروج بخار آب به بیرون و کاهش شیب فشار بخار آب در داخل و خارج قارچ صورت می‌گیرد. پوشش های خوراکی با به وجود آودن یک غشا نیمه تراوا که مانعی در مقابل عبور گازها و بخار آب محسوب می‌شود، سبب کاهش تنفس و از دست رفتن آب و در نتیجه باعث کاهش افت وزن قارچ می‌شوند[۷, ٦]. اثر مثبت پوشش های خوراکی بر پایه پلی ساکاریدها در کنترل افت وزن در بسیاری از تحقیقات گزارش شده است. در مطالعه ای توسط تقی زاده و همکاران در سال ۱۳۹۲ اثر پوشش خوراکی بر پایه کربوکسی متیل سلولز بر افزایش ماندگاری سیب رد دلیشز بررسی شد. نتایج نشان داد که سیب های پوشش دار بعد از٤۰ روز میزان کاهش وزن کمتری درمقایسه با سیب های بدون پوشش داشتند که با نتایج این تحقیق منطبق است[۱۸]. در مطالعه‌ای دیگر Jiang و همکاران در سال ۲۰۱۲ کیفیت پس از برداشت قارچ پوشش داده شده با کیتوزان-گلوکز را تحت نگهداری سرد بررسی کردند. بعد از ۱٦ روز نگهداری نتایج نشان داد که میزان کاهش وزن قارچ پوشش داده شده با کیتوزان-گلوکز ۲/٤۱ درصد و قارچ شاهد ۳/۷۱ درصد می باشد. بنابراین پوشش

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

دهی با کیتوزان موجب کاهش افت وزن گردید[۷]. اسید آسکوربیک به علت داشتن خواص آنتی اکسیدانی پیری را به تاخیر می‌اندازد[۱۹]. بنابراین سرعت واکنش ها را کاهش داده و خروج آب را کنترل می‌کند. در مطالعه‌ای توسط Sogvar و همکاران اثر ترکیب آلوئه ورا و اسید آسکوربیک بر کیفیت پس از برداشت توت فرنگی مطالعه شد. نتایج این تحقیق نیز نشان داد ترکیب آلوئه ورا با بالاترین غلظت اسید آسکوربیک(۵ درصد) موثرترین پوشش در کنترل افت وزن بود[۲۰].

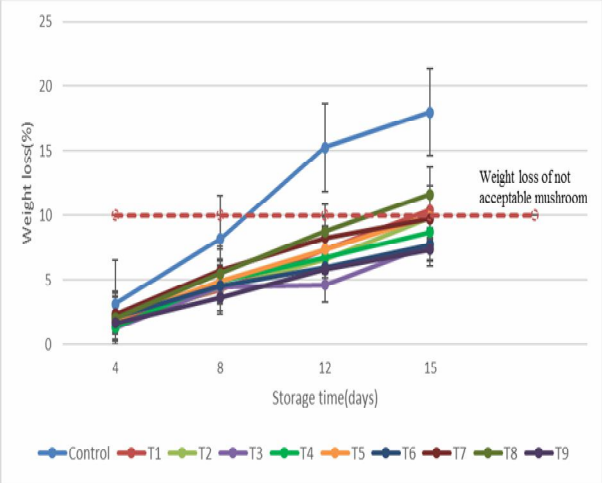

Fig 2 Effect of coating on weight loss during storage (T1:CMC1%+AA1, T2:CMC1%+AA2%, T3:CMC1%+ AA3%, T4:CMC1,5%+AA1%, T5:CMC1,5%+AA2%, T6:CMC1,5%+AA3%, T7:CMC2%+AA1%, T8:CMC2%+AA2%, T9:CMC2%+AA3%)
Vertical bars represent standard errors of means.

۳-۲-میزان مواد جامد محلول(بریکس)

بر اساس نتایج بدست آمده (شکل۳) میزان مواد جامد محلول در نمونه های پوشش دار و شاهد با گذشت زمان افزایش یافته است. میزان مواد جامد محلول در نمونه شاهد از روز ٤ به بعد به طور معناداری ($P<۰,۰۵$) بیش تر از نمونه های پوشش دار بود و از روز ۸ با شدت بیشتری افزایش یافت، در حالیکه در نمونه‌های پوشش دار این افزایش با شدت کمتری بود. بین پوشش ها نیز اختلاف معنادار($P<۰,۰۵$) وجود داشت و به طور کلی کمترین تغییرات میزان مواد جامد محلول در طول ۱۵ روز در تیمار T9 و بیشترین تغییرات در نمونه شاهد مشاهده شد.

مواد جامد محلول به علت شکسته شدن کربوهیدرات پلیمری به مولکول های کوچکتر محلول در آب، در هنگام رسیدن افزایش می‌یابد و در نتیجه این مقدار مواد جامد محلول در میزان آب کمتری قرار میگیرند که منجر به افزایش بریکس می‌شود. به عبارت دیگر در مدت زمان نگهداری هر چه میوه آب کمتری از دست دهد، بریکس میوه به میزان کمتری افزایش می‌یابد[٦].

اثر پوشش دهی در کاهش افزایش مواد جامد محلول به دلیل کاهش سرعت تنفس و کاهش فعالیت متابولیکی می‌باشد، از این رو فرایند پیری را به تاخیر می اندازد. پوشش‌ها با ایجاد یک غشاء نیمه تراوا در اطراف قارچ باعث کاهش از دست دادن آب شده و در نتیجه بریکس مقدار کمتری افزایش می‌یابد. مشابه نتایج این تحقیق توسط Jiang در سال ۲۰۱۳ بدست آمد. او گزارش کرد با گذشت زمان میزان مواد جامد محلول در قارچ های دکمه‌ای پوشش داده شده با سدیم آلژینات نگهداری شده در دمای ٤ درجه سانتی گراد به میزان کمتری در مقایسه با نمونه شاهد افزایش یافت[۲۱]. صبا و همکاران در سال ۲۰۱٦ در تحقیقی از کربوکسی متیل سلولز به همراه کلسیم کلرید و اسید - آسکوربیک برای افزایش ماندگاری برش‌های سیب استفاده کردند. نتایج این تحقیق نیز نشان داد پوشش دهی موجب کاهش تغییرات مواد جامد محلول می‌شود[۲۲].

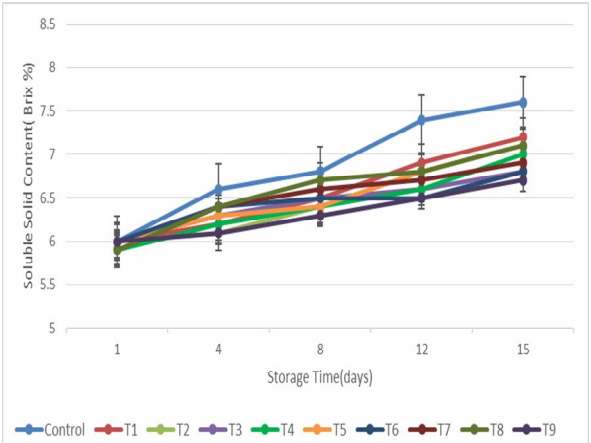

Fig 3 Effect of coating on soluble solid content during storage (T1:CMC1%+AA1, T2:CMC1%+AA2%, T3:CMC1%+ AA3%, T4:CMC1,5%+AA1%, T5:CMC1,5%+AA2%, T6:CMC1,5%+AA3%, T7:CMC2%+AA1%, T8:CMC2%+AA2%, T9:CMC2%+AA3%)
Vertical bars represent standard errors of means.

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

۳-۳-بافت سنجی

طبق نتایج بدست آمده سفتی بافت قارچ ها با گذشت زمان در نمونه های پوشش داده شده و بدون پوشش کاهش یافت. براساس نتایج حاصل از شکل ٤ پوشش ها اثر قابل توجهی بر حفظ سفتی بافت قارچ از خود نشان ندادند، که احتمالا به دلیل تاثیر منفی شستشوی اسیدی می‌باشد. شستشوی قارچ با محلول اسید سیتریک ۱ درصد باعث نرم شدن و انقباض بافت می‌گردد. در روز ۱۵ سفتی بافت تیمارهایT3،T5،T7 وT8 کمتر از نمونه شاهد(۵،٤۲ نیوتون) بود. به طور کلی اختلاف بین تیمارها معنی دار ($P<0,05$) بوده و در میان انواع پوشش‌ها، تیمار T9 (CMC:2%+AA3%)بهترین پوشش جهت حفظ سفتی بافت بعد از ۱۵ روز بود. همانطور که نتایج افت وزن نیز نشان داد تیمار T9 موثرترین تیمار بود و آب کمتری در مقایسه با سایر نمونه ها از دست داد، در نتیجه سبب کاهش تغییرات بافت نیز شد.

طی نگهداری قارچ بافت آن نرم و دچار آسیب دیدگی می-شود[۲۳]. دلیل کاهش سفتی بافت ممکن است کاهش میزان رطوبت قارچ‌ها، رشد باکتری‌ها، فعالیت آنزیمی و تخریب دیواره سلولی وهمچنین تاثیر منفی شستشوی اسیدی بر بافت قارچ‌ها باشد. در دوره رسیدن و پیری، فعالیت آنزیم ها بر بافت اثر می-گذارد و موجب حل شدن پکتین و در نتیجه نرمی بافت می-گردد[۲٤،۲۳]. مواد افزودنی که pH سطح محصولات تازه را تغییر می‌دهند نه تنها روی فعالیت پلی فنل اکسیدازها بلکه روی متابولیسم دیواره سلولی و بافت تاثیر گذارند. به دلیل عدم وجود محافظ طبیعی در ساختار قارچ، استفاده از شستشوی اسیدی می تواند به تخریب و نرم تر شدن بافت قارچ ها منجر شده باشد. کاهش سفتی بافت میوه ها توسط محلول های اسیدی در بعضی از مطالعات گزارش شده است که نشان می‌دهد محلول های اسیدی سبب آسیب ساختار دیواره سلولی می‌شوند[۲٤].OMS-OLIU و همکارانش نیز گزارش کردند غوطه وری گلابی در محلول های اسید آسکوربیک باعث کاهش سفتی بافت به میزان ۲۰ درصد شد، در حالی که کاهش سفتی بافت در نمونه شاهد ۵ درصد بود[۲۵]. در این تحقیق پوشش ترکیب کربوکسی متیل سلولز ۲ درصد و اسید آسکوربیک ۳ درصد بهترین پوشش جهت حفظ سفتی بافت بود. این پوشش توانست به عنوان مانعی در برابر خروج بخار آب، به تاخیر انداختن تعرق و در نتیجه حفظ سفتی بافت قارچ ها عمل کند. در تحقیقی Sogvar و همکارانش اثر پوشش آلوئه ورا و اسید آسکوربیک را بر حفظ کیفیت پس از برداشت و کاهش بار میکروبی توت فرنگی مطالعه کردند. نتایج نشان داد همه ی پوشش‌ها باعث حفظ سفتی بافت در مقایسه با نمونه شاهد می‌شوند و موثرترین تیمار، آلوئه ورا حاوی ۵ درصد اسید آسکوربیک بود[۲۰]. در مطالعه ای Jiang و همکاران در سال ۲۰۱۲ تاثیر پوشش کیتوزان غنی شده با روغن آویشن را بر روی کیفیت و مدت ماندگاری پس از برداشت قارچ شیتاکه بررسی کردند. نتایج نشان داد که پوشش کیتوزان-روغن آویشن موجب حفظ سفتی بافت قارچ ها می‌شود[۳].

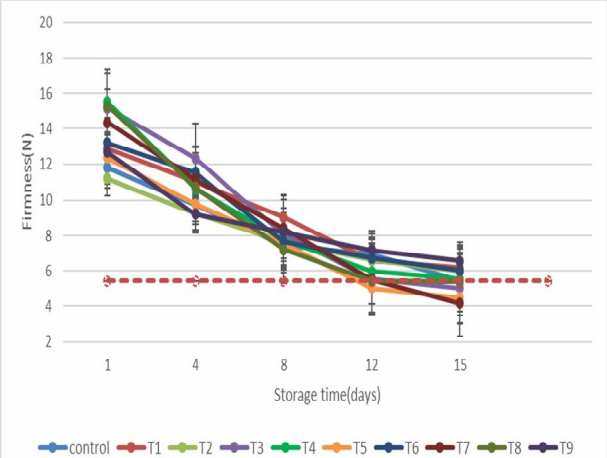

Fig 4 Effect of coating on firmness during storage (T1:CMC1%+AA1, T2:CMC1%+AA2%, T3:CMC1%+ AA3%, T4:CMC1,5%+AA1%, T5:CMC1,5%+AA2%, T6:CMC1,5%+AA3%, T7:CMC2%+AA1%, T8:CMC2%+AA2%, T9:CMC2%+AA3%)
Vertical bars represent standard errors of means.
-------: Firmness of control sample at the end of storage in this study (5.42N)

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

۳-٤-رنگ

بر اساس نتایج بدست آمده در شکل ٥ L^* (روشنایی) نمونه های پوشش دار و نمونه شاهد با گذشت زمان کاهش می‌یابد. مقدار افت L^* در نمونه شاهد از روز ۸ تا ۱۵ به طور معناداری ($P<۰,۰۵$) بیشتر از نمونه های پوشش دار بود. علت این افت زیاد احتمالا مربوط به عدم حفاظت سطح قارچ های بدون پوشش در برابر اتمسفر و ورود راحت تر اکسیژن به بافت قارچ و انجام واکنش های تغییر رنگ بود. مقدار L^* نمونه تیمار شده با ترکیب ۲ درصد کربوکسی متیل سلولز و ۳ درصد اسید آسکوربیک (T9) در همه ی روزها بیشترین بود.

ΔE پارامتر مهمی بوده و مقیاسی از بزرگی تغییرات رنگ می باشد. ΔE در دامنه ۰ تا ۰,۵، ۰,۵ تا ۱,۵، ۱,۵ تا ۳، ۳ تا٦، ٦ تا ۱۲ و بزرگتر از ۱۲ به ترتیب نشانگر تغییرات رنگی خیلی کم، کم، محسوس، قابل توجه، زیاد و خیلی آشکار می‌باشد[۱۱]. طبق نتایج بدست آمده از شکل ٦ ΔE (تغییرات رنگ) در نمونه شاهد و همه نمونه های پوشش دار با گذشت زمان افزایش یافته است. مقدار ΔE در نمونه شاهد از روز ۸ تا ۱۵ به طور معناداری ($P<۰,۰۵$) بیشتر از نمونه های پوشش دار بود. $\Delta E > 12$ نشان دهنده تغییرات رنگ خیلی آشکار می باشد، بنابراین نمونه شاهد تا روز ۸ قابل پذیرش می‌باشد. در روز ۱۵ تیمارهای T4 و T9 با تغییرات رنگ ۸,۱٦ و ۹,۲۲ ، کمترین تغییرات رنگ را داشتند. قارچ با $L^* > 80$ برای فروشندگان برای فروش قابل قبول است و اگر $L^* < 70$ باشد برای مصرف کنندگان قابل قبول نمی باشد[۲٦]. در قارچ آنزیم پلی فنل اکسیداز یا همان تیروزیناز مسئول قهوه ای شدن قارچ است. این واکنش های قهوه‌ای شدن به آسیب های مکانیکی در حین نقل و انتقال و فرآوری، خراش، شستشو، پیری و فساد میکروبی مربوط می‌شود[۲۷]. Simon در سال ۲۰۱۰ اثر مخرب اسید سیتریک روی رنگ قارچ را گزارش کرد[۲۸]. ما در این پژوهش به کمک پوشش ترکیب کربوکسی متیل سلولز و اسیدآسکوربیک تغییرات رنگ قارچ را کاهش دادیم. همچنین بر اساس گزارشات، پوشش کربوکسی متیل سلولز حاوی اسید آسکوربیک باعث کنترل تغییرات رنگ تکه های سیب نیز گردید[۲۲].

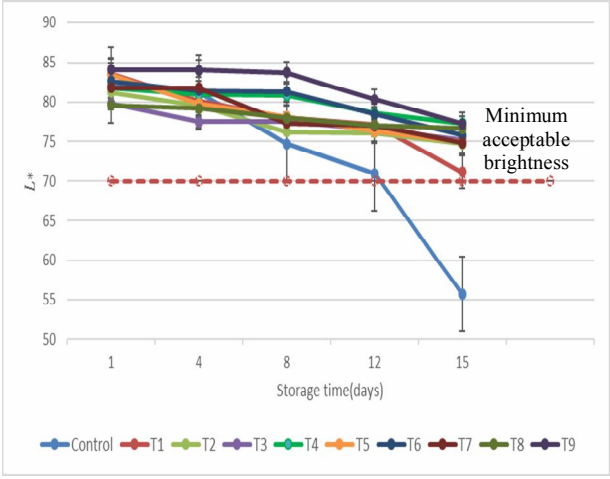

Fig 5 Effect of coating on L*(brightness) during storage
(T1:CMC1%+AA1, T2:CMC1%+AA2%, T3:CMC1%+ AA3%, T4:CMC1,5%+AA1%, T5:CMC1,5%+AA2%, T6:CMC1,5%+AA3%, T7:CMC2%+AA1%, T8:CMC2%+AA2%, T9:CMC2%+AA3%)
Vertical bars represent standard errors of means.

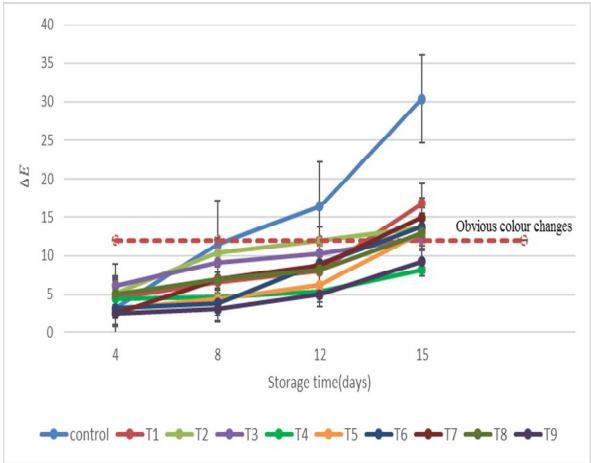

Fig 6 Effect of coating on ΔE during storage
(T1:CMC1%+AA1, T2:CMC1%+AA2%, T3:CMC1%+ AA3%, T4:CMC1,5%+AA1%, T5:CMC1,5%+AA2%, T6:CMC1,5%+AA3%, T7:CMC2%+AA1%, T8:CMC2%+AA2%, T9:CMC2%+AA3%)
Vertical bars represent standard errors of means.

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

۳-۵-شمارش کلی باکتری و کپک و مخمر

شکل ۷ و ۸ نتایج شمارش باکتری کل و کپک و مخمر در طول ۱۵ روز را نشان می‌دهد. همانگونه که از نتایج مشاهده می‌شود داده های حاصل از شمارش باکتری کل و همچنین کپک و مخمر بیانگر یک روند افزایشی با گذر زمان می باشد. متوسط تعداد باکتری ها در نمونه های پوشش دار و تعداد باکتری ها در نمونه شاهد در روز ۱ به ترتیب ٤,٤٤ log CFU/g و log CFU/g ٥,٤٥ بود. بنابراین شستشو با اسید سیتریک ۱ درصد باعث کشته شدن یا ضعیف شدن باکتری ها در روز اول شده و تعداد باکتری ها را به میزان ۱,۱ واحد لگاریتمی کاهش داد. با گذشت زمان تعداد باکتری ها در نمونه شاهد و نمونه های پوشش‌دار افزایش یافت. اما این افزایش در نمونه شاهد با شدت بیشتری بوده و در همه روزها بار باکتریایی نمونه شاهد بیشتر از نمونه های پوشش دار بود. در همه روزها اختلاف معناداری ($P<0,05$) بین بار باکتریایی نمونه شاهد و نمونه های پوشش دار و همچنین بین نمونه های پوشش دار با یکدیگر وجود داشت. تیمار T9 (CMC:2%+AA:3%) با بار باکتریایی log CFU/g ٦,٨ و میزان ۱,۹۲ واحد لگاریتمی کاهش در تعداد باکتری ها در مقایسه با نمونه شاهد، در روز ۱۵ بهترین تیمار بود. مطابق شکل ۸ میزان کپک و مخمر در نمونه شاهد و نمونه های پوشش دار با گذشت زمان افزایش یافت. شستشو با اسید سیتریک ۱ درصد باعث کاهش معنادار ($P<0,05$) میزان کپک و مخمر در نمونه های پوشش دار در مقایسه با نمونه شاهد در طول ۱۵ روز شد. در روز ۱۵ کمترین میزان کپک و مخمر مربوط به تیمار T9 (CMC:2%+AA:3%) بود. Simon و همکاران در سال ۲۰۱۰ اثر شستشو با اسید سیتریک و بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته را بر روی کیفیت ظاهری و میکروبی قارچ دکمه‌ای اسلایس شده مطالعه کردند، نتایج نشان داد شستشو با اسید سیتریک باعث کاهش بار میکروبی قارچ ها می‌گردد[۲۹]. اسید آسکوربیک نیزاز اسیدهای آلی بوده که علاوه بر خواص آنتی اکسیدانی، خواص ضد میکروبی نیز دارد. تست های انجام شده و نتایج این تحقیق نشان داد که اسید آسکوربیک تاثیر جزئی در مهار رشد میکروب ها داشت. همچنین Gammariello و همکاران که اثر غوطه‌وری در محلول سدیم لاکتات و پوشش دهی با ترکیب سدیم آلژینات و اسید آسکوربیک را بر روی زمان ماندگاری گوشت مطالعه کردند، گزارش نمودند سدیم لاکتات باعث کاهش بار میکروبی گوشت گردید و اسید آسکوربیک تاثیر جزئی بر رشد میکروب ها داشت[۳۰]. هیچ گونه خاصیت ضد میکروبی برای CMC گزارش نشده است.

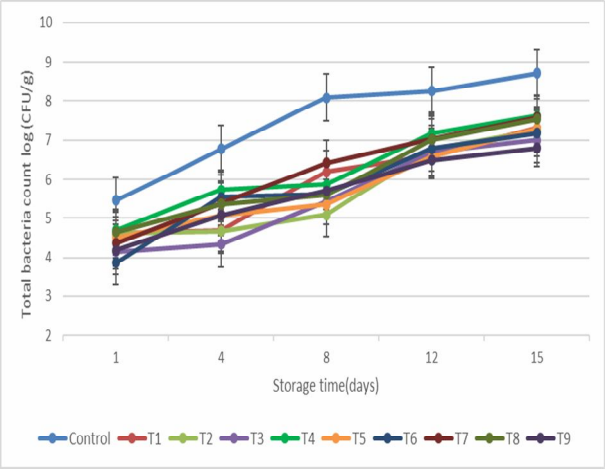

Fig 7 Effect of coating on total bacteria count during storage
(T1:CMC1%+AA1, T2:CMC1%+AA2%, T3:CMC1%+ AA3%, T4:CMC1,5%+AA1%, T5:CMC1,5%+AA2%, T6:CMC1,5%+AA3%, T7:CMC2%+AA1%, T8:CMC2%+AA2%, T9:CMC2%+AA3%)
Vertical bars represent standard errors of means.

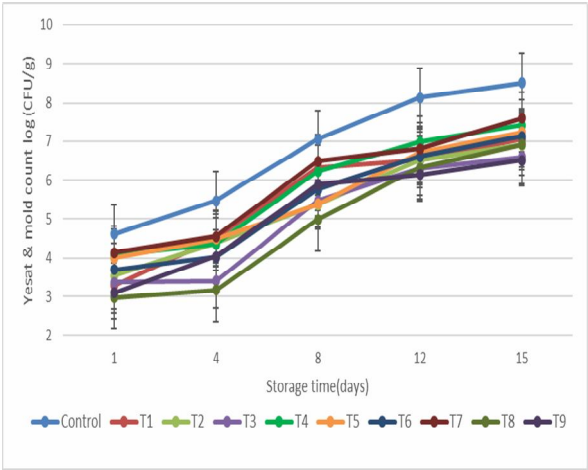

Fig 8 Effect of coating on yeast and mold count during storage
(T1:CMC1%+AA1, T2:CMC1%+AA2%, T3:CMC1%+ AA3%, T4:CMC1,5%+AA1%, T5:CMC1,5%+AA2%, T6:CMC1,5%+AA3%, T7:CMC2%+AA1%, T8:CMC2%+AA2%, T9:CMC2%+AA3%)
Vertical bars represent standard errors of means.

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

۳-٦-ارزیابی حسی

در روزهای آزمون نمونه های کدگذاری شده در ظروف متداول بسته بندی قارچ به ارزیاب ها داده شد. نتایج ارزیابی حسی در شکل های ۹ الی ۱۱ نشان داده شده است.

بر اساس نتایج بدست آمده کیفیت کلی قارچ (رنگ، بافت و پذیرش کلی) در طول ۱۵ روز به طور معناداری ($P<۰,۰۵$) برای همه نمونه ها کاهش یافت. بر اساس نتایج حاصل از رنگ در شکل ۹ ارزیابی حسی در نمونه شاهد بیانگر یک روند کاهشی با گذر زمان بود و از روز ٤ با شدت بیشتری کاهش یافت.

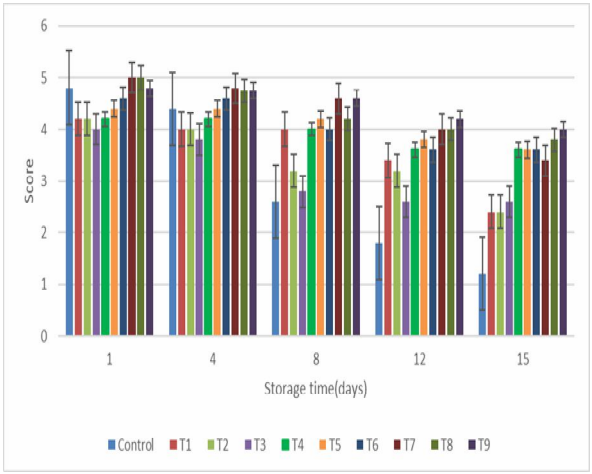

Fig 9 Effect of coating on colour during storage (T1:CMC1%+AA1, T2:CMC1%+AA2%, T3:CMC1%+ AA3%, T4:CMC1,5%+AA 1%, T5:CMC1,5%+AA2%, T6:CMC1,5%+AA3%, T7:CMC2%+AA1%, T8:CMC2%+AA2%, T9:CMC2%+AA3%)
Vertical bars represent standard errors of means.

در حالی که در نمونه های پوشش داده شده با شدت کمتری کاهش یافته و در بعضی روز ها ثابت ماند. نتایج حاصل از ارزیابی بافت قارچ در شکل ۱۰ نشان می‌دهد تغییرات بافت نمونه های پوشش دار در مقایسه با نمونه شاهد در طول ۱۵ روز کمتر می‌باشد.

بر اساس نتایج شکل ۱۱ در روز ۱۵ بیشترین امتیاز و پذیرش برای تیمار T9 (CMC:2%+AA:3%) می‌باشد.

قهوه ای شدن قارچ ها به دلیل عملکرد پلی فنل اکسیدازها و میکروب ها بر بافت قارچ می‌باشد [۷].

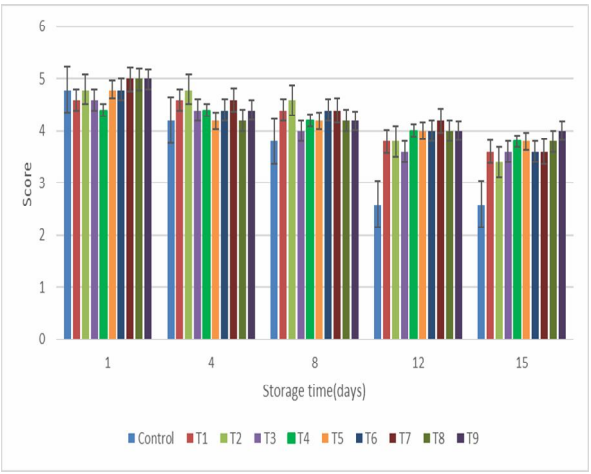

Fig 10 Effect of coating on texture during storage (T1:CMC1%+AA1, T2:CMC1%+AA2%, T3:CMC1%+ AA3%, T4:CMC1,5%+AA1%, T5:CMC1,5%+AA2%, T6:CMC1,5%+AA3%, T7:CMC2%+AA1%, T8:CMC2%+AA2%, T9:CMC2%+AA3%)
Vertical bars represent standard errors of means.

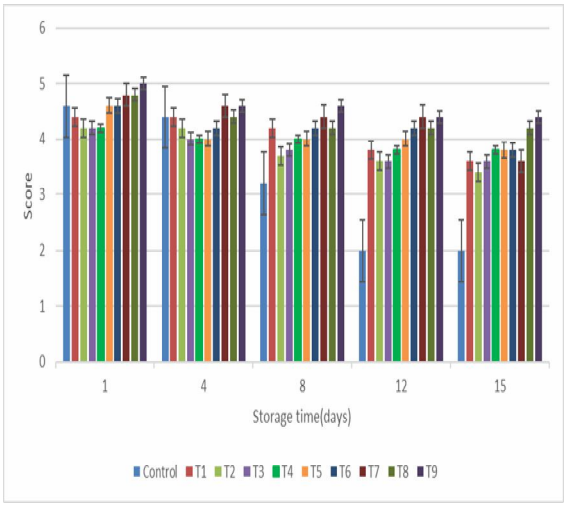

Fig 11 Effect of coating on overall acceptability during storage (T1:CMC1%+AA1, T2:CMC1%+AA2%, T3:CMC1%+ AA3%, T4:CMC1,5%+AA1%, T5:CMC1,5%+AA2%, T6:CMC1,5%+AA3%, T7:CMC2%+AA1%, T8:CMC2%+AA2%, T9:CMC2%+AA3%)
Vertical bars represent standard errors of means.

در این تحقیق شستشو با اسید سیتریک و پوشش دهی با ترکیب کربوکسی متیل سلولز و اسید آسکوربیک سبب کاهش بار میکروبی و کاهش فعالیت آنزیمی که موجب اکسیداسیون ترکیبات فنلی و تولید رنگدانه قهوه‌ای ملانین می‌شوند، شد. بنابراین کاهش قهوه‌ای شدن، ظاهر و رنگ قارچ را بهبود بخشید.

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

Table 2 Effect of coating on sensory analyze during storage

Treatment \ Day	1	4	8	12	15
Colour					
Control	4.40±0.54^{ab}	4.60±0.54^{abc}	2.60±0.54^{c}	1.80±0.44^{e}	1.20±0.44^{d}
T1(CMC1%+AA1%)	4.20±0.83^{ab}	4.00±0.70^{c}	3.40±0.54^{abc}	4.00±0.70^{abc}	2.40±0.89^{c}
T2(CMC1%+AA2%)	4.20±0.83^{ab}	4.00±0.70^{c}	3.20±0.44^{bc}	3.20±0.83^{cd}	2.40±0.89^{c}
T3(CMC1%+AA3%)	3.80±0.44^{b}	4.00±0.70^{c}	2.60±0.54^{c}	2.80±0.44^{d}	2.60±0.89^{bc}
T4(CMC1.5%+AA1%)	4.00±0.00^{ab}	4.20±0.44^{bc}	3.60±0.89^{ab}	3.60±0.54^{bcd}	3.60±0.54^{a}
T5(CMC1.5%+AA2%)	4.40±0.89^{ab}	4.40±0.54^{abc}	4.20±0.44^{a}	4.20±0.44^{ab}	3.60±0.54^{a}
T6(CMC1.5%+AA3%)	4.60±0.54^{ab}	4.60±0.54^{abc}	3.80±0.44^{ab}	4.00±1.00^{abc}	3.60±0.54^{a}
T7(CMC2%+AA1%)	4.80±0.44^{a}	5.00±0.00^{a}	4.20±0.44^{a}	4.80±0.44^{a}	3.40±0.54^{ab}
T8(CMC2%+AA2%)	4.80±0.44^{a}	5.00±0.00^{a}	4.20±0.83^{a}	4.00±0.70^{abc}	3.80±0.44^{a}
T9(CMC2%+AA3%)	4.80±0.44^{a}	4.80±0.44^{ab}	4.00±1.00^{ab}	4.60±0.54^{a}	4.00±0.00^{a}
Texture					
Control	4.20±0.83^{a}	4.80±0.44^{a}	3.80±0.44^{b}	2.60±0.89^{c}	2.60±0.54^{b}
T1(CMC1%+AA1%)	4.60±0.54^{a}	4.60±0.89^{a}	4.40±0.54^{ab}	4.20±0.44^{a}	3.40±0.54^{ab}
T2(CMC1%+AA2%)	4.40±0.89^{a}	4.60±0.89^{a}	4.80±0.44^{a}	3.80±0.83^{ab}	3.80±1.09^{a}
T3(CMC1%+AA3%)	3.60±1.14^{a}	4.60±0.89^{a}	4.40±0.54^{ab}	3.00±0.70^{bc}	4.00±0.70^{a}
T4(CMC1.5%+AA1%)	4.20±0.83^{a}	4.40±0.54^{a}	4.40±0.54^{ab}	3.80±0.83^{ab}	4.00±0.00^{a}
T5(CMC1.5%+AA2%)	4.20±0.83^{a}	4.80±0.44^{a}	4.20±0.44^{ab}	4.00±0.70^{ab}	3.80±0.44^{a}
T6(CMC1.5%+AA3%)	4.40±0.89^{a}	4.80±0.44^{a}	4.00±0.70^{ab}	4.40±0.89^{a}	3.40±0.54^{ab}
T7(CMC2%+AA1%)	4.20±1.09^{a}	5.00±0.00^{a}	4.40±0.54^{ab}	4.60±0.89^{a}	4.00±0.70^{a}
T8(CMC2%+AA2%)	4.20±1.09^{a}	5.00±0.00^{a}	4.00±0.70^{ab}	4.20±0.44^{a}	3.80±0.44^{a}
T9(CMC2%+AA3%)	4.40±0.89^{a}	5.00±0.00^{a}	4.00±0.70^{ab}	4.00±0.00^{ab}	4.00±0.70^{a}
Overall acceptability					
Control	4.40±0.54^{ab}	4.60±0.54^{a}	3.20±0.44^{c}	2.00±0.70^{c}	1.60±0.54^{e}
T1(CMC1%+AA1%)	4.40±0.89^{ab}	4.40±0.89^{a}	3.80±0.44^{abc}	4.20±0.44^{ab}	3.00±0.70^{cd}
T2(CMC1%+AA2%)	4.20±1.09^{ab}	4.20±0.83^{a}	3.60±0.54^{abc}	3.60±0.89^{ab}	2.80±0.83^{d}
T3(CMC1%+AA3%)	3.20±1.30^{b}	4.20±0.83^{a}	3.40±0.54^{bc}	3.20±0.44^{ab}	3.20±0.83^{bcd}
T4(CMC1.5%+AA1%)	3.80±1.09^{ab}	4.20±0.44^{a}	3.80±0.83^{abc}	4.00±0.70^{ab}	3.60±0.54^{abcd}
T5(CMC1.5%+AA2%)	3.80±1.09^{ab}	4.60±0.54^{a}	4.00±0.00^{ab}	4.00±0.70^{ab}	3.80±0.44^{abc}
T6(CMC1.5%+AA3%)	4.20±0.83^{ab}	4.60±0.54^{a}	3.80±0.44^{abc}	4.20±0.83^{ab}	3.80±0.44^{abc}
T7(CMC2%+AA1%)	4.80±0.44^{a}	4.80±0.44^{a}	4.20±0.44^{a}	4.40±0.89^{a}	3.60±0.54^{abcd}
T8(CMC2%+AA2%)	4.40±0.89^{ab}	4.80±0.44^{a}	4.00±0.70^{ab}	4.20±0.44^{ab}	4.00±0.70^{ab}
T9(CMC2%+AA3%)	4.40±0.54^{ab}	5.00±0.00^{a}	3.80±0.44^{abc}	4.60±0.54^{a}	4.20±0.44^{a}

Means in the same column with different letters are significantly different ($p<0.05$)

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

٤-نتیجه گیری کلی

به طور کلی همه‌ی پوشش‌ها توانستند موجب حفظ کیفیت قارچ و افزایش ماندگاری آن در مقایسه با نمونه شاهد شوند در حالی که عمر ماندگاری قارچ شاهد ۸ روز بود. در روز ۱۵ پوشش حاوی ۲ درصد کربوکسی‌متیل‌سلولز و ۳ درصد اسید آسکوربیک(T9) موثرترین تیمار جهت حفظ کیفیت قارچ بود.

٥- منابع

[1] Gray, W.D. (1970). The use of fungi as food and in food processing. Part1. London: Butter worth, 11-41.

[2] Tao, F., Zhang, M., Hangqing, Y., Jincai, S. (2006). Effect of different storage condition on chemical and physical properties of white mushrooms after vacuum cooling. Journal of food engineering, 77, 545-549.

[3] Jiang, T., Feng, L., Zheng, X. (2012). Effect of chitosan coating enriched with thyme oil on postharvest quality and shelf life of shiitake mushroom (Lentinus edodes). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 60, 188-196.

[4] Luttmann, A. (2011). Optimization of an alginate based edible coating with beeswax, nisin and EDTA to maximize shelf life of fresh mushroom (Agaricus bisporus). Master of Science. The Pennsylvania state university. Department of food science.

[5] Mohebbi, M., Ansarifar, E., Hasanpour, N., Amiryousefi, M. (2012). Suitability of aloe vera and gum tragacanth as edible coatings for extending the shelf life of button mushroom. Food and Bioprocess Technology, 5:3193-3202.

[6] Shekarabi, A. (2013). Effect of addition of natural preservatives to starch based coatings on antimicrobial and shelf life properties of fruits. Thesis for receiving PHD degree on chemical engineering. Faculty of engineering, Islamic Azad University, Science and Research Branch.

[7] Jiang, T., Feng, L., Li, J. (2012). Changes in microbial and postharvest quality of shiitake mushroom (Lentinus edodes) treated with chitosan-glucose complex coating under cold storage. Food Chemistry, 131, 780-786.

[8] Nussinoritch, A., Kampf, N. (1993). Shelf life extension and conserved texture of alginate coated mushromm(Agaricus bisporus). Journal of food technology, 26, 469-475.

[9] Simon, A., Gonzalez-Fandos, E. (2009). Effect of washing with citric acid and antioxidants. Journal of food science and technology, 44, 2500-2504.

[10] Sedaghat, N., Hoseini, M., Khoshnudi-nia, S., Habibi, M., koocheki, A. (2014). Antimicrobial properties of CMC-based edible films incorporated with coriander and citrus lemon essential oils on the shelf life of fresh lamb-meat at refrigerator temperature. Iranian journal of nutrition sciences and food technology, 9(4):53-62.

[11] Sedaghat, N., Zahedi, Y. (2012). Application of edible coating and acidic washing for extending the storage life of mushrooms (Agaricus bisporus). Food science and technology international, 18(6):523-530.

[12] Fathi, M., Mohebbi, M., Razavi, M.A. (2009). Application of image analysis and artificial neural network to predict mass transfer kinetics and color changes of osmotically dehydrated kiwifruit. Food bioprocess technol, 4:1357-1366.

[13] Yazdanpanah, M., Ziaiifar, M. (2014). Evaluation of potato chips color using image processing. Journal of food research (Agricultural Science), 24(2):239-247.

[14] Eissa, H.A.A. (2007). Effect of chitosan coating on shelf life and quality of fresh-cut mushroom. Journal of Food Quality, 30,623-645.

[15] Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Microbiology of the food chain-Horizontal method for the enumeration of microorganism. (2015). ISIRI no 5272-2.

[16] Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Microbiology of food and animal feeding stuffs-Horizontal method for the enumeration of yeasts and molds. (2013). ISIRI no 10899-1.

[17] Lagnika, C., Zhang, M., Atindana, J., Bashari, M. (2014). Effect of ultrasound and chemical treatments on white mushroom (agaricus bisporus) prior to modified atmosphere packaging in extending shelf-life. J food sci technol, 51(12):3749-3757.

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

[18] Taghizadeh, A., Ghanbarzadeh, B., Khiabani, B. (2013). Effect of polysaccharide-based coating on shelf life of apple. 20th conferences of food science and technology.
[19] Zheng, X., Tian, S., Meng, X., Li, B. (2007). Physiological and biochemical responses in peach fruit to oxalic acid treatment during storage at room temperature. Food chemistry, 104, 156-162.
[20] Sogvar, O., Saba, M., Emamifar, A. (2016). Aloe vera and ascorbic acid coatings maintain postharvest quality and reduce microbial load of strawberry fruit. Postharvest biology and technology, 114:29-35.
[21] Jiang, T. (2013). Effect of alginate coating on physiochemical and sensory qualities of button mushrooms (Agaricus bisporus) under a high oxygen modified atmosphere. Postharvest biology and technology, 76, 91-97.
[22] Saba, M., Sogvar, O. (2016). Combination of carboxymethyl cellulose-based coatings with calcium and ascorbic acid impacts in browning and quality of fresh-cut apples. LWT-Food science and technology, 66:165-171.
[23] Ghorbani, A., Maghsoodlu, Y., Aalami, M., Ghorbani, M., Sadeghi, A. (2016). Effect of cress seeds mucilage on shelf life of button mushroom. Innovative food technologies, 3(12): 89-96.
[24] Sanchis, E., Mateos, M., Perez-Gao, M.B. (2015). Effect of maturity stage at processing and antioxidant treatments on the physico-chemical, sensory and nutritional quality of fresh-cut 'Rojo Brillante' persimmon. Postharvest biology and technology, 105, 34-44.
[25] Oms-Oliu, G., Aguilo-Aguayo, I., Martin-Belloso, O. (2006). Inhibition of browning on fresh-cut pear wedges by natural compounds. Journal of food science, 71, 216-224.
[26] Briones, G., Varoquaux, P., Chambroy, Y., Bouquant, J., Bureau, G, Pascat, B. (1992). Storage of common mushroom under controlled atmospheres. International journal of food science & technology, 27, 493-505.
[27] Mohammadi, M., Jahadi, M., Khosravi-Darani, K. (2013). Agaricus bisporus: Enzymatic browning and its inhibition methods. Iranian journal of nutrition sciences and food technology, 7(4):63-71.
[28] Simon, A., Gonzalez-Fandos, E. (2010). Effect of washing with citric acid or sodium hypochlorite on the visual and microbiological quality of mushrooms (Agaricus bisporus). Journal of food quality, 33, 273-285.
[29] Simon, A., Gonzalez, E., and Vazquez, M. (2010). Effect of washing with citric acid and packaging in modified atmosphere on the sensory and microbiological quality of sliced mushroom (Agaricus bisporus). Food control, 21:851-856.
[30] Gammariello, D., Incoronato, A.L., Conte, A., Del Nobile, M.A. (2016). Effect of sodium alginate coating with ascorbic acid on shelf life of raw pork meat. Journal of food technology research, 3(1):1-11.

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

Extending the shelf life of edible button mushroom (Agaricus bisporus) by edible coatings on the basis of natural polymers

Shamlou, S. [1], Vaziri, A. [2*], Shekarabi, A. [3], Safekordi, A. A.[4]

1. M.Sc. Graduate Student, Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
4. Professor, Department of Chemical Engineering, Faculty of Petroleum and Chemical Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

(Received: 2018/12/20 Accepted:2019/07/22)

In recent years, edible coatings have been extensively used for extension shelf life of fruits and vegetables. In this research, the effect of washing with citric acid (1%w/v) followed by coating with different concentrations of carboxymethyl cellulose (CMC;1, 1.5 and 2% (w/v)) in combination with ascorbic acid (AA; 1, 2 and 3% (w/v)) on postharvest quality of button mushrooms when stored at 4°C for up to 15 days was studied. After treatment, mushrooms weight loss, soluble solid content, firmness, color, microbial and sensory quality were evaluated at 1, 4, 8, 12 and 15 days of storage. The result indicated that coating reduced weight loss and delayed changes of soluble solid content and color compared to uncoated control mushroom. Coatings had not remarkable effect on firmness of mushrooms. Sensory evaluation showed that the shelf life of mushrooms increased from 8 to 15 days. Washing with citric acid reduced total bacteria, yeast and mold counts. Among different coatings the combination of CMC 2% and AA 3% was more effective.

Key words: Button mushroom, Edible coating, Carboxymethyl cellulose, Shelf life, Natural polymers

* Corresponding Author E-Mail Address: a.vaziri@srbiau.ac.ir

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