مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

بررسی افزایش عمر ماندگاری قارچ خوراکی دکمه‌ای (آگاریکوس بیسپوروس) با استفاده از صمغ گیاهی کیتوزان و اسانس گیاه چویل

محمد گنجه*[۱و۲]، عاطفه قره‌جلو[۲]، سجاد قادری[۳]

۱- گروه کشاورزی، مجتمع آموزش عالی میناب، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

۲-گروه صنایع غذایی، موسسه آموزش عالی خرد، بوشهر، ایران

۳-گروه تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی یاسوج، یاسوج، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۶

کلمات کلیدی:

قارچ دکمه‌ای،

اسانس چویل،

کیتوزان،

پوشش‌دهی

DOI:10.22034/FSCT.21.151.45.

* مسئول مکاتبات:

mohammadganje@hormozgan.ac.ir

چکیده

هدف از انجام این پژوهش بررسی تأثیر پوشش‌دهی با کیتوزان و اسانس گیاه چویل بر روی ماندگاری قارچ دکمه‌ای بود؛ اسانس گیاه چویل به روش کلونجر استخراج شده و به همراه کیتوزان در غلظت‌های مختلف (نمونه کنترل بدون کیتوزان و اسانس، با ۰/۵ درصد کیتوزان، کیتوزان همراه با دو غلظت ۱۰۰ و ۱۵۰ پی‌پی‌ام اسانس) برای پوشش‌دهی قارچ استفاده گردید. پس از بسته‌بندی، قارچ‌ها به مدت ۱۵ روز در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد در یخچال نگهداری شده و هر ۳ روز یک‌بار نمونه‌ها از نظر آزمون‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی مورد ارزیابی قرار گرفتند. با افزایش زمان نگهداری، سفتی بافت همه نمونه‌های پوشش داده شده کاهش یافت و افزودن کیتوزان برای پوشش‌دهی قارچ توانست به‌طور مؤثری بر روی حفظ سفتی بافت قارچ در طی نگهداری تأثیر مثبت بگذارد که این تأثیرگذاری مثبت با افزودن اسانس چویل به‌طور معنی‌داری بیشتر گردید. با افزودن کیتوزان مورد استفاده، مقدار همه شاخص‌های رنگی به‌طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) حفظ گردیدند که افزودن اسانس این تأثیرگذاری را تشدید کرد. استفاده از کیتوزان توانست افت وزنی نمونه‌های قارچ را به‌طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) کاهش دهد، اما افزودن اسانس تأثیر چندانی بر روی کاهش تغییرات افت وزنی نداشت. استفاده از کیتوزان توانست به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) نسبت به نمونه شاهد مانع رشد کلی میکرواورگانیسم‌ها و کپک و مخمرها گردد و افزودن اسانس به کیتوزان به عنوان یک ترکیب نگهدارنده نیز نقش تشدیدکننده‌ای بر ممانعت از رشد میکرواورگانیسم اعمال کرد که این نتایج مشابه در مورد ارزیابی رنگ و ظاهر نیز کاملا صدق می‌کرد. ساختار کیتوزان و خاصیت ضد میکروبی و ترکیبات فنولی موجود در اسانس علت اصلی حفظ کیفیت نمونه‌های قارچ در طی نگهداری بود.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-28]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.151.45]

۱- مقدمه

تولید و مصـــرف قارچ در چند ســـال اخیر به علت داشـــتن پروتئین بـالا و ترکیبـات بیواکتیو و مقـادیر نـاچیز کربوهیدرات به عنوان یک ماده باارزش غذایی و با خاصیت دارویی به طور گسترده افزایش پیدا کرده است [۱]. در این بین قارچ دکمه‌ای معروفترین قارچ خوراکی دنیا می‌باشد که بیشترین سطح زیر کشت و بازار تولید و مصرف، در ایران و جهان را به خود اختصـاص داده اسـت. واضـح اسـت که بافت زنده محصـولاتی نظیر قارچ در مجاورت اکسیژن هوا، تهاجم حشـــرات، میکرب‌های هوازی و اثرات شـــیمیایی اکســـیژن قرار خواهند گرفت. در نتیجه رنگ، طعم و بافت محصـــول تغییر خواهـد کرد و منجر بـه کـاهش کیفیـت محصـــول خواهد شـــد. این امر ســـبب می‌شـــود که دوره‌ی ماندگاری مفید قارچ در دمای محیط محدود به ۳ الی ٤ روز باشـد؛ به عبارت دیگر، بالا بودن میزان رطوبت و نرخ تنفس در قارچ، نـداشـــتن کوتیکول، افت رطوبت بـالا و حملات میکروبی سبب فسـادپذیری آن می‌گردد. همچنین نوسـانات دمایی در طول دوره ذخیره‌ســـازی، باعث افزایش فعالیت اکسیدی و فعالیت فیزیولوژیکی می‌شـود[۲] . به همین دلیل فقط ٤٥ درصـد قارچ‌های تولیدشـده به صـورت تازه خوری مصـرف می‌شـوند و بقیه با عملیات مختلف برای مصـارف بعـدی فرآوری می‌شـــوند. برای کـاهش یـا ممـانعـت از این ضایعات روش‌هایی مانند انبارداری سرد، انجماد، فرایندهای حرارتی، خشـک کردن و افزودنی‌های شـیمیایی و جود دارد که از یک طرف موجب صـــرف هزینه و انرژی بالا و از ســـوی دیگر باعث کاهش ارزش تغذیه‌ای این محصـــولات می‌شوند [۳].

اســـتفاده از پوشـــش‌های خوراکی برای مواد غذایی حسـاس به شـرایط محیطی تکنیکی اسـت که از سـالیان دور مورد اسـتفاده قرار میگرفته اسـت. پوشـش خوراکی یک لایه نازک اســـت که در ســـطح محصـــول رســـوب کرده و قابل مصـرف اسـت و قادر اسـت خصـوصـیات محصـول مورد نظر را تا حدود زیادی حفظ نماید [٤].

فیلم‌های مشتق شده از پلی‌ساکاریدها اغلب به دلیل آرایش زنجیری پلیمر، نفوذپذیری اندکی نسبت به گازها دارند؛ اما خواص مکانیکی ضعیف و ماهیت آبدوست آن‌ها، نفوذپذیری ضعیفی نسبت به بخار آب فراهم می‌آورد [٥]. یک راه برای بهبود این خاصیت، ترکیب آنها با مواد آبگریز مثل اسیدهای چرب می‌باشد. انواع مختلفی از پلی‌ساکاریدها و مشتقات آنها به عنوان فیلم و پوشش خوراکی بررسی شده‌اند که اغلب شامل پکتین با درجه متوکسیله بالا، صمغ‌های عربی، آلژینات، کارآگینان، نشاسته و مشتقات آن، سلولز ومشتقات آن، ژلان، لوبیای خرنوب، آگار و کیتوزان می‌باشند [٦].

کیتوزان به‌عنوان یک آمینوپلی‌ساکارید طبیعی که دارای ساختمان بی‌نظیر و خصوصیات چندمنظوره هستند به‌طور وسیعی در پزشکی و صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرند. از جمله خصوصیات بارز آن‌ها می‌توان به سازگاری زیستی بالا، زیست‌تخریب‌پذیری قابل‌قبول در کنار سمیت پایین، همچنین خواص آنتی باکتریال و ضدحساسیت آن‌ها اشاره کرد[۷] .

برای افزایش کارایی پوشش‌های خوراکی، می‌توان به آن‌ها مواد ضدمیکروبی، آنتی‌اکسیدانی ودیگر مواد فعال را افزود که در این حالت به آن‌ها پوشش‌های فعال می‌گویند. در واقع پوشش‌های خوراکی حاوی عصاره گیاهان علاوه بر مزایایی که همه پوشش‌های خوراکی دارند، دارای اثرات ضدمیکروبی و ضد اکسایشی هم می‌باشند و این ویژگی منحصربه‌فرد آن‌ها باعث شده است تا به عنوان بسته‌بندی فعال در نظر گرفته شوند و کاربرد روز افزونی داشته باشند [۸].

گیـاه چویـل بـه عنوان منبع طبیعی مونوترپن‌هـا و سس‌کویی‌ترپن‌ها، که دارای خاصیت ضدمیکروبی می‌باشند، شـــناخته شـــده اســـت. در ســـال‌های اخیر برخی محققان، بررسی‌هایی در خصوص مواد موثر اجزای مختلف این گیاه

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-28]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.151.45]

انجام داده‌اند. به عنوان نمونه، در یک بررسی تعداد ۳۳ ترکیب که ۸۹/۷ درصد اجزاء را تشکیل می‌داد، شناسایی شد که ۷۷/۱ درصد آن مونوترپن و ۱۲/٦ درصد سس‌کویی‌ترپن بود. ترکیبات اصلی شناسایی شده آلفا-پینن (۱۷/۳ درصد)، بورنیل استات (۱٤/٤٥ درصد) و سیس-اسیمن (۱٤/٤ درصد) بودند [۹]. همچنین خواص آنتی‌اکسیدانی و اثرات ضدمیکروبی این گیاه مورد بررسی قرار گرفته است. بازده اسانس در گیاه خشک چویل ۰/۵ درصد بوده و در مجموع از ۲٤ ترکیب شناسایی شده اسانس این گیاه، سیس بتا-اوسیمین (٤۱/۳۵ درصد)، آلفا-پینن (۱۸/۱۲ درصد)، گاما ترپینن (۱۵/٦۱ درصد)، میرسن (۳/۲۸۳) درصد بوده و پاراسیمن (۳/۲٤۱ درصد) ترکیبات اصلی اسانس آن را تشکیل می‌دهند [۱۰].

استفاده از پوشش‌های خوراکی برای نگهداری قارچ خوراکی موجب افزایش مدت زمان ماندگاری و حفظ کیفیت، در نتیجه موجب کاهش میزان ضایعات در قارچ می‌شوند. در این مطالعه از کیتوزان به عنوان یک پوشش خوراکی به همراه اسانس گیاه چویل به عنوان یک عامل تشدید کننده عوامل نگهدارنده، برای افزایش زمان ماندگاری قارچ خوراکی دکمه‌ای استفاده شد.

۲-مواد و روش‌ها

استخراج اسانس از گیاه چویل

در این مطالعه گیاه چویل (***Angulata Ferulago***) پس از تهیه از منبعی معتبر و گرفتن تاییدیه از گروه گیاهپزشکی دانشگاه شیراز برای مراحل بعدی مورد استفاده قرار گرفت. استخراج عصاره به روش کلونجر و با استفاده از آب مقطر به عنوان حلال صورت پذیرفت و بعد از خشک شدن با استفاده از سولفات سدیم، برای انجام مراحل بعدی در دمای مناسب ٤ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید [۱۱].

پوشش‌دهی قارچ خوراکی

برای دست‌یابی به پوشش مناسب کیتوزان، ۰/۵ درصد (w/w) پودر کیتوزان به همراه ۱ درصد (w/w) اسید استیک گلاسیال در آب مقطر مخلوط گردید. اسانس گیاه چویل نیز در دو سطح ۱۰۰ و ۱۵۰ پی‌پی‌ام تهیه شده و سپس در قالب تیمارهای مختلف با آب مقطر به حجم رسید. مخلوط نهایی تیمارهای مختلف توسط همزن مغناطیسی برای مدت ۲ ساعت یکنواخت شده و سپس به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد استریل و برای استفاده‌های بعدی در ظروف مناسب نگهداری گردید.

قارچ خوراکی از گلخانه معتبر تهیه گردید و تا دو ساعت پس از برداشت در محیطی تاریک به محل آزمایشگاه انتقال یافت. سپس نمونه های قارچ در غلظت‌های مناسبی از پوشش خوراکی به همراه اسانس که قبلاً تهیه گردیده بود، پوشش دهی شده و به مدت ۱۵ تا ۲۰ دقیقه در محیط آزمایشگاه خشک گردیدند و پس از قرار گرفتن در پوشش مناسب بسته‌بندی و در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد در یخچال گذاشته شدند. سپس در روزهای ۰، ۳، ٦، ۹، ۱۲ و ۱۵ از نمونه‌ها تست‌های مورد نظر گرفته شد [٤]. کد گذاری نمونه‌ها بدین صورت انجام شد که نمونه قارچ شاهد بدون استفاده از کیتوزان و اسانس با کد Control، نمونه قارچ پوشش دهی شده با ۰/۵ درصد کیتوزان با کد K، نمونه قارچ پوشش دهی شده با ۰/۵ درصد کیتوزان به همراه ۱۰۰ پی‌پی‌ام اسانس با کد K.E100 و نمونه قارچ پوشش دهی شده با ۰/۵ درصد کیتوزان به همراه ۱۵۰ پی‌پی‌ام اسانس با کد K.E150 مشخص گردیدند.

ارزیابی سفتی بافت نمونه‌های قارچ

سفتی بافت قارچ‌ها به عنوان شاخصی از تغییرات بافت قارچ توسط دستگاه بافت سنج اندازه‌گیری شد. برای اندازه-گیری سفتی بافت نمونه‌های قارچ با شرایط مختلف پوشش-دهی از دستگاه بافت سنج (Texture Analyzerns, CNS Farnell ساخت آمریکا) استفاده گردید. برای استفاده از دستگاه قطر پروب مورد استفاده دستگاه ۳ میلی‌متر، سرعت نفوذ ۱۰ میلی‌متر بر ثانیه و عمق نفوذ در کلاهک قارچ ۵ میلی‌متر در نظر گرفته شد. بیش‌ترین نیروی مورد نیاز برای

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-28]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.151.45]

ایجاد سوراخ و نفوذ به کلاهک قارچ به عمق ۵ میلی‌متر به عنوان سفتی (بر حسب نیوتن) ثبت گردید [۱۲].

سنجش رنگ نمونه‌های قارچ توسط دستگاه

برای اندازه‌گیری و سنجش رنگ نمونه‌ها از دستگاه هانتر لب (Hunter, Lab Scan XE, Reston VA) استفاده شد. بدین منظور اندازه‌گیری سه پارامتر *a، *b و *L و در زمان‌های تعیین شده انجام گرفت [۱۳].

اندازه‌گیری افت وزنی

وزن نمونه‌های قارچ، قبل و بعد از انتقال به یخچال و در روزهای ۳، ٦، ۹، ۱۲ و ۱۵ توسط ترازو دیجیتال اندازه‌گیری و ثبت گردید. سپس درصد افت وزن نمونه‌های قارچ با شرایط مختلف با استفاده از معادله ۱ محاسبه گردید.

$$\text{افت وزنی} = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100 \qquad \text{معادله ۱}$$

W_0 =وزن قارچ بعد از پوشش دهی

W_1 =وزن نمونه‌های قارچ پس از طی زمان‌های تعیین شده

شمارش کلی میکروارگانیسم‌های نمونه‌های قارچ

برای بررسی و شمارش کلی میکرواورگانیسم‌های رشد کرده در نمونه‌های قارچ، مقدار ۲۵ گرم از همه نمونه‌های قارچ در زمان‌های مختلف به وسیله ۲۲۵ میلی‌لیتر از آب پپتونه ۰/۱ درصد رقیق‌سازی شدند. نمونه‌ها پس از چند دقیقه کاملاً هموژن و سپس در لوله سری‌های رقیق‌سازی شده از 10^{-1} تا 10^{-9} به وسیله ۰/۹ میلی‌لیتر از آب پپتونه ۰/۱ درصد ساخته شدند. برای تخمین مقدار کلی میکرواورگانیسم‌ها ، نمونه‌ها را در محیط PCA (Plate Count Agar) ساخت مرک آلمان کشت داده شد و در دمای ۳۲ درجه سانتی‌گراد و به مدت ٤٨ انکوباسیون گردید. پس از رشد کلنی‌ها آن‌ها شمارش گردیدند [١٤].

بررسی میزان کپک و مخمر نمونه‌های قارچ

برای بررسی و شمارش کلی کپک و مخمر رشد کرده در نمونه‌های قارچ، مقدار ۲۵ گرم از همه نمونه‌های قارچ در زمان‌های مختلف برای بررسی میزان کپک و مخمر به وسیله ۲۲۵ میلی‌لیتر از آب پپتونه ۰/۱ درصد رقیق‌سازی شدند. نمونه‌ها به مدت چند دقیقه کاملاً هموژن شدند. در لوله‌ها سری‌های رقیق‌سازی شده از 10^{-1} تا 10^{-9} به وسیله ۰/۹ میلی‌لیتر از آب پپتونه ۰/۱ درصد ساخته شد. برای محاسبه و تخمین مقدار کپک و مخمر، نمونه‌ها در محیط PDA (Dextrose Agar Potato) ساخت مرک آلمان کشت داده شد و در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۷-۵ روز انکوباسیون گردیدند [۱۳].

ارزیابی حسی رنگ و ظاهر نمونه‌های قارچ

رزیابی حسی برای نمونه های پوشش داده شده با استفاده از روش هدونیک ۵ نقطه ای بر اساس شاخص رنگ و ظاهر صورت گرفت. برای انجام این آزمون از ۱۰ نفر ارزیاب عادی استفاده شد؛ بدین صورت که عدد ۱ کمترین امتیاز و عدد ۵ بیشترین امتیاز بود.. نمونه‌های قارچ به مقدار کافی و به صورت کدگذاری شده در اختیار افراد قرار گرفتند تا امتیازات خود را ثبت کنند.

تحلیل آماری

آزمون آماری بر اساس طرح کاملا تصادفی انجام گرفت. آنالیز آماری با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه انجام و مقایسه بین میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شد. از نرم افزار SPSSنسخه ١٦ جهت آنالیز آماری استفاده گردید. تمام آزمایشات در ۳ تکرار انجام شد.

۳-نتایج و بحث

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-28]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.151.45]

ارزیابی بافت

ارزیابی سفتی بافت نمونه‌های مختلف با غلظت‌های مختلف کیتوزان و اسانس گیاه چویل در جدول ۱ نشان داده شده است. همان‌طور که نتایج به‌طور واضح نشان می‌دهد در طی نگهداری نمونه‌ها به مدت ۱۵ روز، سفتی بافت همه نمونه‌های مورد بررسی، به‌طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) کاهش یافت. بررسی نتایج نشان داد که با افزودن کیتوزان برای پوشش‌دهی قارچ، بافت قارچ در طی نگهداری به‌طور مؤثرتری حفظ گردید و با افزودن اسانس به کیتوزان میزان تخریب بافت قارچ کاهش یافت به‌طوری‌که بیش‌ترین اثر را بر حفظ بافت قارچ، پوشش با کیتوزان به همراه ۱۵۰ پی‌پی‌ام اسانس داشت و از سوی دیگر نمونه شاهد یا قارچ بدون پوشش زودتر از سایر نمونه‌ها تخریب شد. تا روز سوم نگهداری تفاوت درصد ترکیبات با نمونه شاهد معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) نبود ولی از روز سوم به بعد ترکیبات و درصدهای مورد استفاده تأثیر معنی‌داری بر حفظ سفتی بافت قارچ داشتند.

علت اصلی تخریب بافت نمونه‌های قارچ در طی زمان انبارمانی این است که با گذشت زمان و تحت تأثیر فعالیت آنزیم‌های پکتولیتیک و آنزیم‌های میکروبی، دیواره سلول‌ها تخریب شده و بافت قارچ به شدت تخریب و نرم می‌گردد [۱۵]. تخریب ساختار بافت نمونه‌های قارچ را می‌توان به مصرف مواد مغذی به عنوان سوبسترای تنفس و از دست رفتن رطوبت سطحی و در نتیجه تأثیر بر سلول‌ها و از بین رفتن آن‌ها نیز عنوان کرد [۱۶].

در طول رسیدن میوه‌ها، پلیمریزه شدن پکتین وسایر مواد پکتیکی با افزایش فعالیت پکتین‌استراز و پلی‌گالاکتوروناز اتفاق می‌افتد [۱۷]. غلظت پایین اکسیژن و غلظت بالای دی‌اکسیدکربن در محیط به‌طور بالقوه فعالیت این آنزیم‌ها را کاهش می‌دهد و باعث حفظ استحکام میوه‌ها و سبزی‌ها در طول ذخیره‌سازی می‌شود [۱۸]. انتظار می‌رود پوشش میوه‌ها می‌تواند ترکیب گازی داخلی میوه‌ها، به‌ویژه کاهش غلظت اکسیژن و افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن را تغییر دهد که باعث تغییرات بافتی آهسته‌تر در میوه‌های پوشش‌داده شده می‌گردد [۱۹].

Table 1 - The effect of treatment and storage time on hardness of mushroom samples

	0	3	6	9	12	15
Control	33.8±0.32^{b}	30.5±0.32^{b}	25.7±0.27^{d}	22.6±0.32^{d}	16.8±0.26^{d}	12.6±0.41^{d}
K	35.6±0.42^{a}	33.4±0.42^{a}	30.2±0.52^{c}	26.3±0.48^{c}	21.3±0.37^{c}	15.7±0.63^{c}
K.E100	35.6±0.49^{a}	33.6±0.46^{a}	30.8±0.47^{b}	28.2±0.52^{b}	23.9±0.31^{b}	19.6±0.27^{b}
K.E150	35.6±0.61^{a}	33.7±0.61^{a}	31.6±0.55^{a}	29.6±0.71^{a}	26.4±0.59^{a}	22.1±0.33^{a}

* The same letters indicate insignificance at the 5% level in each column

شاخص‌های رنگی *a، *b و *L

شاخص رنگی *a در طی انبارمانی برای همه نمونه‌ها افزایش یافته است (شکل ۱). با استفاده از ترکیب کیتوزان برای پوشش‌دهی میزان تغییرات رنگی این شاخص به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) کاهش یافت و افزودن اسانس نیز به این ترکیب توانست تأثیر معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) بر حفظ و ثبات این شاخص رنگی در نمونه‌های قارچ داشته باشد؛ به‌طوری‌که کمترین تغییرات رنگی این شاخص مربوط به نمونه‌های قارچ پوشش داده شده با کیتوزان و ۱۵۰ پی‌پی‌ام اسانس بود. همان‌طور که در شکل ۱ نیز به وضوح مشخص است نمونه کنترل یا نمونه فاقد پوشش‌دهی بیش‌ترین تغییرات رنگی را در طی نگهداری داشته است. تا روز سوم تغییرات معنی‌داری در تغییرات رنگی شاخص *a وجود

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-28]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.151.45]

نداشت اما از روز سوم به بعد ترکیبات مورد استفاده تأثیر معنی‌داری بر حفظ شاخص a* داشت.

افزایش شاخص رنگی a* در طی دوره نگهداری نشان‌دهنده تأثیر فرایندهای فیزیولوژیکی و میکروبی بر تغییرات این شاخص می‌باشد که با توجه به نوع ترکیبات مورد استفاده جهت پوشش‌دهی میزان تغییرات متفاوت بود. با استفاده از ترکیب کیتوزان برای پوشش‌دهی میزان تغییرات رنگی این شاخص به طور معنی‌داری ($p<0/05$) کاهش یافت و افزودن اسانس نیز به این ترکیب توانست تأثیر معنی‌داری ($p<0/05$) بر حفظ و ثبات این شاخص رنگی در نمونه‌های قارچ داشته باشد، به‌طوری‌که کمترین تغییرات رنگی این شاخص مربوط به نمونه‌های قارچ پوشش داده شده با کیتوزان و ۱۵۰ پی‌پی‌ام اسانس بود.

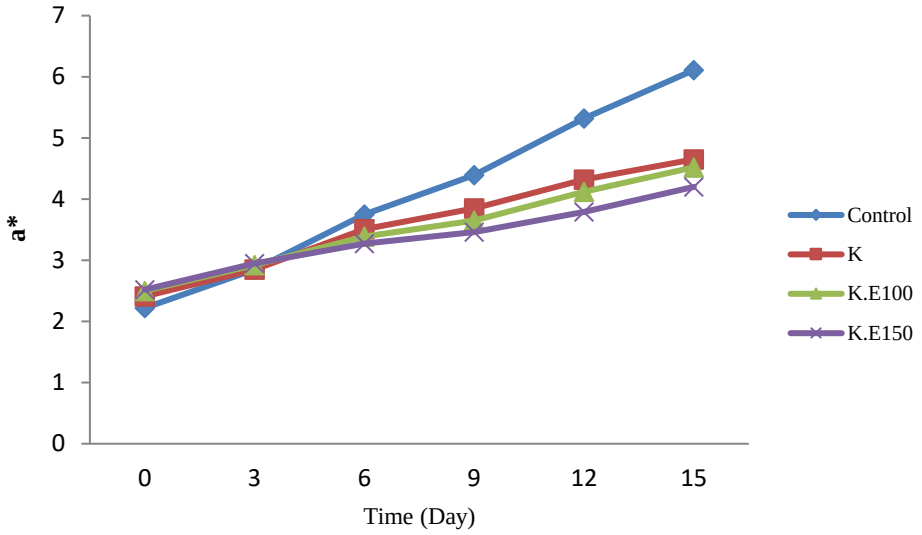

Figure 1– The effect of treatment and storage time on a* index in mushroom samples

بررسی شاخص b* در این پژوهش نیز نتایج تقریباً مشابه با شاخص a* داشت. با افزایش زمان نگهداری همه نمونه‌های قارچ در طی نگهداری میزان شاخص رنگی b* افزایش یافته است که این افزایش شاخص رنگی با میزان تغییرات آن برای نمونه شاهد به‌طور معنی‌داری ($p<0/05$) بیشتر از سایر نمونه‌ها بود (شکل ۲). استفاده از کیتوزان توانست به طور معنی‌داری ($p<0/05$) تغییرات رنگی این شاخص را در طی نگهداری کاهش دهد و هرچه از اسانس به میزان بیشتری استفاده گردید، تغییرات رنگی به‌طور معنی‌دارتری کاهش یافت. بنظر میرسد از روز ششم به بعد استفاده از اسانس گیاه چویل توانسته به‌طور معنی‌داری تغییر شاخص رنگی b* را کاهش دهد و بر حفظ ثبات رنگی اثر بگذارد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-28]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.151.45]

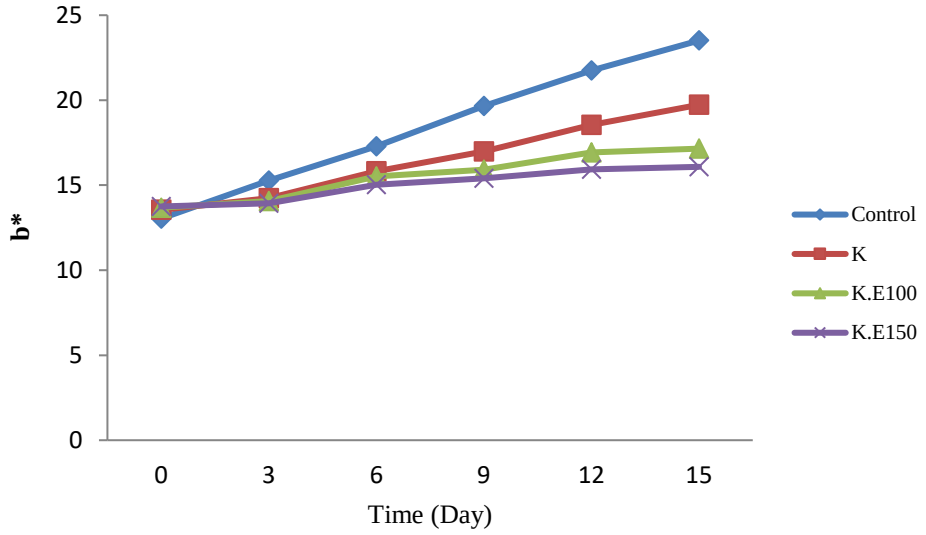

Figure 2– The effect of treatment and storage time on b* index in mushroom samples

نتایج اندازه‌گیری شاخص رنگی L* در طی نگهداری نمونه‌های قارچ در ۱۵ روز در شکل ۳ آورده شده است. همان‌طور که مشخص است مقدار شاخص رنگی L* در قارچ‌های مورد بررسی در همه نمونه‌ها با افزایش زمان نگهداری کاهش یافته و از روشنی و شفافیت قارچ کاسته شده است. در شکل ۳ نیز به‌وضوح مشخص است که تغییرات رنگی در همه نمونه‌های مورد بررسی کاهش یافته است و این کاهش در نمونه شاهد که فاقد هیچ ترکیب پوشش دهنده‌ای نیست، بسیار مشهودتر می‌باشد و به‌طور کاملاً معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) کاهش یافته است. همانند دو شاخص رنگی دیگر کمترین تغییرات رنگی مربوط به شاخص L* مربوط به نمونه حاوی کیتوزان و اسانس چویل می‌باشد که به نظر می‌رسد اسانس چویل خصوصاً در مراحل نهایی نگهداری توانسته نسبت به سایر نمونه‌ها به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) شاخص L* را ثابت نگه دارد و در حفظ روشنایی و ظاهر قارچ مؤثر بوده است.

هشام و همکاران [۲۰] گزارش دادند که افزایش مقدار a نشان دهنده افزایش واکنش‌های قهوه‌ای شدن می‌باشد که در اینجا پوشش کیتوزان بر روی قارچ خوراکی، مقدار a* را کنترل کرده و سبب بهبود خواص رنگ سنجی در نمونه‌های پوشش‌دار می‌شود که این بررسی با نتایج حاضر مطابقت دارد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-28]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.151.45]

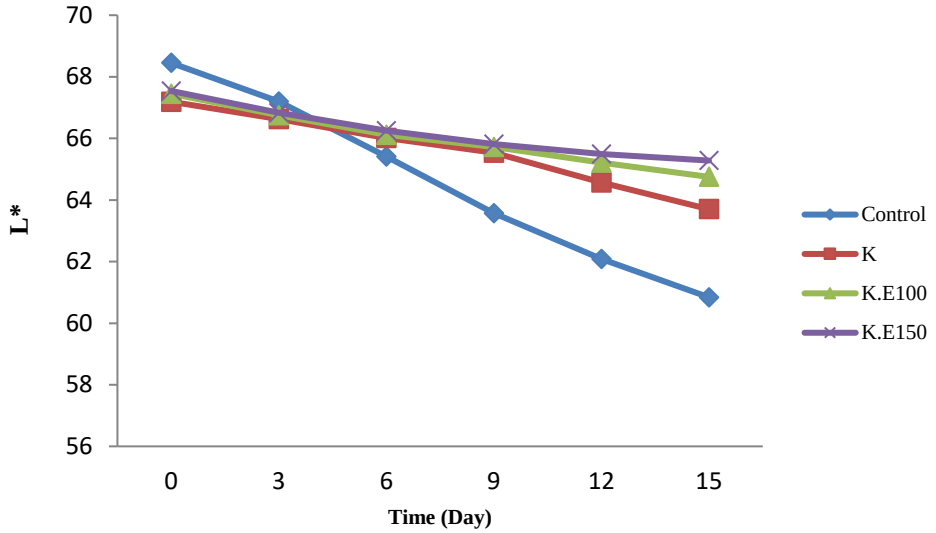

Figure 3– The effect of treatment and storage time on L* index in mushroom samples

شاخص رنگی L* میزان روشنایی و شفافیت محصول را نشـان می‌دهد و با توجه به سـفید بودن و روشـن بودن قارچ این شاخص بسیار حائز اهمیت است بطوریکه هرچه میزان شاخص رنگی L* قارچ‌ها بیشتر باشد مصرف‌کنندگان تمایل بیشـتری برای خرید قارچ خواهند داشـت (ساپرز[1] و همکاران، ۱۹۹٤).

محبی و همکاران [۲۱] اثر پوشش‌های خوراکی آلوئه ورا و کتیرا بر روی قارچ را بررسی کردند و نتایج نشان داد که ترکیب پوشـــش آلوئه ورا و کتیرا با هم بهترین نمونه از نظر مؤلفه L* معرفی شد که با نتایج حاضر هم‌خوانی دارد.

به طور کلی با گذشـــت زمان رنگ کلاهک قارچ از ســـفید بـه قهوه‌ای تغییر می‌کند. فاکتورهـایی کـه در طی نگهداری قارچ بر روی رنگ آن‌ها تأثیر می‌گذارند شـــامل: افزایش جمعیت میکروارگانیسـم‌ها، فعالیت آنزیم‌ها، شـرایط فیزیولوژیکی خود قارچ، کیفیت عملیات شـســتشـو، برش زدن، حمل‌ونقل و بسته‌بندی می‌باشد [۲۲].

در طی زمان نگهداری خروج رطوبت از محصـــول ســـبب آســـیب دیواره ســـلولی و تماس آنزیم‌های پلی فنل‌اکسیداز، با سوبستراهای فنلی و در نهایت قهوه‌ای شدن قارچ می‌شـود. در توضیح عملکرد مثبت استفاده از پوشـش کیتوزان در حفظ و ثبـات تغییرات رنگی در طی زمـان و نسـبت به نمونه شـاهد می‌توان این گونه بیان داشـت که این ترکیب موجب حفظ ســـاختار و منافذ، ممانعت از ورود اکســیژن در نتیجه کاهش تنفس و فعالیت‌های فیزیولوژیکی و همچنین کاهش رشد میکرواورگانیسم‌ها می‌گردد که همه این موارد با کاهش فعالیت‌های فیزیولوژیکی ســـلول و در نتیجـه کـاهش فعـالیـت آنزیم‌هـا (بـه تبع تعویق در قهوه‌ای شـــدن)، موجـب کـاهش تغییرات رنگی نمونـه‌هـای قـارچ می‌گردنـد. از ســـوی دیگر یکی از دلایـل اصـــلی کـاهش تغییرات شـــاخص‌های رنگی بـا اســـتفاده از این ترکیب پلی‌ساکاریدی را می‌توان حفظ ظرفیت نگهداری آب توسط سلول‌ها در طی زمان نگهداری عنوان کرد [۲۳]

ایسـا [۲٤] اسـتفاده از پوشـش کیتوزان را بر روی مدت ماندگاری و کیفیت اسلایس‌های قارچ بررسی و نتایج به‌دست آمده نشان داد که پوشش کیتوزان می‌تواند بر روی حفظ رنگ اسلایس‌ها تأثیر داشته باشد.

چانگ و همکاران [۲۵] اثر پوشش کیتوزان را بر روی کیفیت گوشـــت خوک در طی نگهداری به مدت ۷ روز بررســی کردند. پوشـش کیتوزان تأثیر معنی‌داری بر روی رنگ قطعات گوشـتی نداشـته و در طول مدت نگهداری در رنگ طبیعی گوشـت تغییری ایجاد نشـد. ممانعت از نفوذ

1 -Sapers

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-28]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.151.45]

اکسیژن و رطوبت به بافت محصول و به دام انداختن یون‌های فلزی، از ویژگی‌های مهم و مؤثر کیتوزان می‌باشد. این ویژگی‌ها از رخ دادن واکنش های آنزیمی و غیرآنزیمی نامطلوبی که منجر به تغییر رنگ در محصول می‌شود، جلوگیری می‌کند.

از سوی دیگر بر اساس مقایسات *a، *b و *L، اسانس چویل در حفظ رنگ قارچ، مؤثر شناخته شده است و توانسته عملکرد مثبت کیتوزان را تشدید کند که این تأثیر مثبت را می‌توان به ترکیبات فنولی موجود در اسانس چویل نسبت داد که خواص ضد میکروبی بسیار زیادی داشته و در نتیجه موجب کاهش رشد میکرواورگانیسم‌ها و کاهش فعالیت‌های فیزیولوژیکی می‌گردد [۲۶].

نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش‌های دیگر که به ارزیابی ماندگاری قارچ بر اساس تکنیک عکس‌برداری پرداختند، مطابقت دارد به‌طوری‌که آن‌ها نیز نشان دادند که نگهداری قارچ بر تمام پارامترهای رنگی در طی زمان نگهداری تأثیر منفی می‌گذارد [۲۷]

افت وزنی

نتایج بررسی افت وزنی در طی ۱۵ روز نگهداری نمونه‌های قارچ در جدول ۲ نشان داده شده است و همان‌طور که مشخص است استفاده از پوشش کیتوزان توانسته است به‌طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) افت وزنی نمونه‌های قارچ را در طی نگهداری کاهش دهد. به‌طوری‌که این تأثیر معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) نسبت به نمونه شاهد کاملاً مشخص است. با افزودن اسانس چویل به کیتوزان جهت پوشش‌دهی تغییر معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) در کاهش افت وزنی در طی نگهداری ایجاد نشد و بین نمونه‌های پوشش داده شده با کیتوزان بدون اسانس و حاوی اسانس در میزان افت وزنی تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

مکانیسم اولیه کاهش وزن میوه و سبزیجات تازه به جهت اختلاف فشار بخار می‌باشد [۲۸]، گرچه تنفس نیز باعث کاهش وزن می‌شود [۲۹]. کاهش وزن یکی از مهمترین تغییراتی است که در طی نگهداری میوه‌ها و سبزیجات رخ می‌دهد، در پی این کاهش رطوبت به طور آهسته از سط محصول شروع به خارج شدن می‌کند و محصول تازگی خود را از دست داده و از نظر ظاهری دچار پلاسیدگی می‌شود [۱۳]. افت وزنی به لحاظ تأثیراتی که بر روی فعالیت‌های فیزیولوژیکی و میکروبی، سفتی بافت و رنگ نمونه‌های قارچ و کاهش ارزش اقتصادی دارد، بسیار حائز اهمیت است.

می‌توان بیان داشت که علت اصلی تأثیر کیتوزان در کاهش افت وزنی در طی زمان نگهداری این است که ساختار پلی‌ساکاریدی این ترکیب منجر به انسداد منافذ سطح قارچ و کاهش نفوذ اکسیژن و خروج رطوبت از قارچ و در نهایت ممانعت از تنفس سلول‌ها و کاهش از دست دادن آب می‌گردد که بدین وسیله افت وزنی نمونه‌ها کاهش پیدا می‌کند؛ که این کاهش افت وزنی به نوبه خود بر روی بررسی بقیه پارامترها مانند رشد میکرواورگانیسم‌ها، رنگ و سفتی بافت می‌تواند کاملاً تأثیرگذار باشد.

لی و همکاران در سال ۲۰۱۱ از ذرات نانو روی برای پوشش‌دهی قطعات سیب استفاده نمودند که نتایج آن‌ها نشان داد که استفاده از این ترکیبات برای پوشش‌دهی با توجه به انسداد منافذ، افت وزنی نمونه‌ها را کاهش داده و زمان ماندگاری نمونه‌های سیب را تا حدود زیادی افزایش داد [۳۰].

حفظ جرم میوه نشان دهنده یکپارچگی دیواره سلولی است. این با کاهش فعالیت تنفسی در ارتباط است و نشان دهنده اثر محافظتی پوشش می‌باشد. وقتی آب از مایع به گاز تبدیل می‌شود، رطوبت در هنگام تبدیل از بین می‌رود. هنگامی که محصول برداشت می‌شود، منبع آب خود را از دست می‌دهد، لذا احیاء آب از دست رفته امکان‌پذیر نیست. همچنین هنگامی که آب باعث تغییرات متابولیک، تغییر فعالیت آنزیم می‌شود، ممکن است باعث تسریع پیری گردد. نتایج این پژوهش با نتایج حاصل از تحقیقات سایر محققان مطابقت داشته به گونه‌ای که کاهش وزن میوه در دوران پیری دیده شد، در دوران پیری متابولیسم دیواره سلولی تخریب می‌شود این عامل باعث کاهش حفظ ظرفیت آب در این دوران می‌شود. با افزودن پوشش، میزان

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-28]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.151.45]

افت وزن کاهش می‌یابد که نشان‌دهنده تأخیر در پیری است [۲۸].

ژیانگ[۲] و همکاران در سال ۲۰۱۱ بیان داشتند که علت اصلی افت وزن قارچ‌ها در اثر تعرق آب و از دست دادن دی‌اکسید کربن در هنگام تنفس می‌باشد. این حقیقت وجود دارد که قارچ تنها توسط یک لایه نازک اپیدرم پوشیده شده که نمی‌تواند به خوبی قارچ را در مقابل از دست دادن آب محافظت کند و در صورت ایجاد پوشش دهی می‌توان مانع افت وزنی نمونه‌ها شد [۱٤].

نوسینویچ و کامپ[۳] در سال ۱۹۹۳ از پوشش پلی ساکاریدی آلژینات برای افزایش زمان ماندگاری قارچ استفاده کردند و آن‌ها گزارش کردند که پوشش آلژینات می‌تواند افت وزن قارچ را در طی نگهداری به‌طور معنی‌داری کاهش دهد [۳۱].

تنفس فرایند زیستی غیر قابل اجتناب می‌باشد. این پروسه یکی از مشخصه‌های بارز عوامل پس از برداشت است که در طی آن مواد ذخیره‌ای از جمله کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و غیره به علت مصرف به عنوان سوبسترای تنفس، به آهستگی کم شده و محصول دچار کاهش وزن و تغییرات برگشت‌ناپذیری می‌شود. با افزایش شدت تنفس، پیری با سرعت بیشتری به جریان می‌افتد و هر عاملی که شدت تنفس را به تعویق بیاندازد سبب افزایش عمر انبارمانی محصول می‌گردد. پوشش‌دهی به این علت اثرگذار است که با خاصیت سدکنندگی، ورود اکسیژن را محدود کرده و از این طریق پدیده تنفس را کند می‌کند در نتیجه باعث کاهش افت وزنی محصول می‌شود [۳۲].

Table 2 - The effect of treatment and storage time on weight loss of mushroom samples

Treatment/Time	3	6	9	12	15
Control	10.35±0.16[a]	19.55±0.19[a]	31.85±0.19[a]	44.15±0.24[a]	53.25±0.28[a]
K	8.6±0.08[b]	17.15 ± 0.15[b]	24.6 ±0.15[b]	31.3 ±0.17[b]	37.80 ±0.18[b]
K.E100	8.6±0.07[b]	17.15 ±0.08 [b]	24.4 ± 0.13[b]	31.00 ±0.15[b]	37.60 ±0.21 [b]
K.E150	8.6±0.05[b]	17.12±0.03[b]	24.2 ±0.12[b]	29.90 ±0.15[b]	37.70 ±0.23 [b]

*The same letters indicate insignificance at the 5% level in each column

ارزیابی میکروبیولوژیکی (رشد میکرورگانیسم‌های شاخص)

رشد کلی میکرواورگانیسم‌ها بر روی نمونه‌های قارچ، در طی ۱۵ روز نگهداری و با شرایط مختلف پوشش، اندازه‌گیری شده و نتایج آن در جدول ۳ نشان داده شده است. با افزایش مدت زمان نگهداری نمونه‌های قارچ در طی ۱۵ روز، رشد کلی میکروارگانیسم‌ها به‌طور معنی‌داری (p<۰/۰۵) افزایش یافته است. با بررسی دقیق نتایج مشخص گردیده که استفاده از کیتوزان توانسته به‌طور معنی‌داری (p<۰/۰۵) نسبت به نمونه شاهد مانع رشد کلی میکرواورگانیسم‌ها گردد که این اختلافات خصوصاً از روز ششم نگهداری به بعد کاملا مشهود است. از سوی دیگر افزودن اسانس به نمونه‌ها به عنوان جزئی از پوشش توانسته به طور معنی‌داری (p<۰/۰۵) مانع رشد میکروارگانیسم‌ها گردد و هرچه غلظت اسانس مورد استفاده بیشتر شده است میزان تأثیرگذاری بر میکرواورگانیسم‌ها بیشتر بوده است.

2 –Jiang

3 –Nussinovitch and Kampf

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-28]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.151.45]

Table 3 - The effect of treatment and storage time on General growth of microorganisms in mushroom samples

Treatment/Time	0	3	6	9	12	15
Control	4.43 ±0.07 [a]	4.95±0.02 [a]	5.47±0.03 [a]	6.15±0.07 [a]	6.8± 0.08 [a]	7.23±0.11 [a]
K	4.43± 0.07 [a]	4.85±0.04 [a]	5.20±0.07 [ab]	5.36 ±0.08 [b]	5.87±0.04 [b]	6.46 ±0.09 [b]
K.E100	4.43 ± 0.07 [a]	4.76 ±0.02 [a]	5.04±0.05 [b]	5.15±0.04 [c]	5.38±0.08 [c]	5.51±0.08 [c]
K.E150	4.43 ± 0.07 [a]	4.60±0.01 [a]	4.95 ±0.01 [b]	5.01 ±0.03 [c]	5.17±0.06 [cd]	5.28±0.07 [cd]

*The same letters indicate insignificance at the 5% level in each column

در این پژوهش همچنین اثر پوشش‌دهی در شرایط مختلف با استفاده از کیتوزان و اسانس بر رشد کپک و مخمر مورد ارزیابی و بررسی قرار گرفت که نتایج آن در جدول ٤ نشان داده شده است. همان‌طور که بررسی نتایج نشان می‌دهد همانند بررسی رشد کلی میکرواورگانیسم‌ها با افزایش زمان ماندگاری مقدار کپک و مخمر از روز اول تا روز پانزدهم به‌طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) افزایش یافته است. بیشترین افزایش مربوط به نمونه شاهد و کمترین افزایش مقدار کپک و مخمر مربوط به نمونه پوشش داده شده با کیتوزان به همراه ۱۵۰ پی‌پی‌ام اسانس بوده است. نتایج این پژوهش به وضوح نشان داد که استفاده از کیتوزان برای پوشش قارچ خوراکی توانست بر روی کاهش مقدار کپک و مخمر قارچ تأثیر معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) داشته باشد. از سوی دیگر استفاده از اسانس گیاه چویل نیز توانسته اثر ممانعت از رشد کپک و قارچ ترکیب کیتوزان را تشدید کند که با افزایش غلظت اسانس تا حدود ۱۵۰ پی‌پی‌ام، این اثرگذاری را بیشتر کرد.

Table 4 - The effect of treatment and storage time on mold and yeast growth in mushroom samples

Treatment /Time	0	3	6	9	12	15
Control	3.04± 0.08 [a]	3.95±0 .02 [b]	4.81±0 .06 [a]	5.52±0 .06 [a]	6.00±0 .08 [a]	6.73±0 .11 [a]
K	3.04± 0.08 [a]	3.92±0 .05 [b]	4.31±0 .05 [b]	4.63±0 .09 [b]	5.01±0 .08 [b]	5.54±0 .08 [b]
K.E100	3.04± 0.08 [a]	3.76±0 .03 [ab]	4.01±0 .04 [bc]	4.29±0 .07 [bc]	4.44±0 .05 [c]	4.64±0 .09 [bc]
K.E150	3.04± 0.08 [a]	3.60±0 .04 [ab]	3.84±0 .04 [bc]	4.07±0 .04 [bc]	4.30±0 .06 [c]	4.41±0 .08 [bc]

*The same letters indicate insignificance at the 5% level in each column

به نظر می‌رسد پوششِ منافذ سطحی، توسط کیتوزان و در نتیجه کاهش اکسیژن و رطوبت در دسترس، حفظ فعالیت بالاتر آنزیم‌های محافظ و تمامیت غشاء سلول، توانایی میوه‌ها را برای مقابله در برابر میکروب‌ها تقویت می‌کند و مانع رشد و تکثیر بیش از حد میکرواورگانیسم‌ها

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-28]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.151.45]

می‌شود و نسبت به نمونه شاهد که فاقد پوشش است تأثیرگذار خواهد بود. همچنین گروه‌های آمینو کیتوزان، تأثیر باکتریواستاتیک دارند و می‌توانند تعداد میکروب‌ها را کاهش دهند [۳۲].

با افزایش غلظت کیتوزان، میزان بار مثبت ناشی از حضور گروه‌های آمینی افزایش یافته و سبب تشکیل پیوندهای الکتروستاتیک قوی‌تر می‌شود. این امر باعث ایجاد واکنش‌های قوی‌تر بین کیتوزان و دیواره سلولی میکروارگانیسم‌ها و در نتیجه افزایش اثر ضد میکروبی کیتوزان می‌گردد [۳۳].

خلید و همکاران در سال ۲۰۱۰ اثر پوشش کیتوزان را در محافظت از دانه‌های کنگر فرنگی مورد بررسی قرار دادند و نتایج آن‌ها نشان داد که همه تیمارهای کیتوزان فعالیت انواع قارچ‌ها را کاهش داد و همچنین ژیانقونگ و همکاران در سال ۲۰۱۰ اثر ضد قارچی پوشش کیتوزان را بر روی میوه گلابی مورد مطالعه قرار دادند و نتایج آنها حاکی از اثر معنی‌دار کیتوزان در ممانعت از رشد قارچ‌ها داشت[۳٤, ۳۵] . همه این تحقیقات با نتایج این پژوهش همخوانی داشت.

از سوی دیگر با افزودن اسانس گیاه چویل این تأثیرگذاری بیشتر شده است که علت اصلی این تأثیرگذاری را نیز می‌توان مربوط به ترکیبات فنولی موجود در اسانس از جمله آلفا پنین، بورنیل استات و سیس ایمن دانست که خاصیت ضد میکروبی آنها قبلا اثبات شده است [۳٦].

با توجه به تعداد ترکیبات شیمیایی در گیاه چویل، نمی‌توان مکانیسم واحدی را برای فعالیت ضد باکتریایی آن در نظر گرفت ولی از ویژگی‌های مهم آن می‌توان به خاصیت آب گریز بودن آن اشاره کرد که باعث نفوذ این مواد به لیپیدهای غشاء سلول باکتری و میتوکندری، می‌شود و سبب اختلال در ساختمان باکتری‌ها و ایجاد نفوذپذیری بیشتر آن‌ها می‌شود. این مشکل موجب خروج و نشت یون‌ها و دیگر محتویات سلولی می‌گردد. اگرچه خروج مقادیر محدود این مواد از سوی باکتری قابل تحمل می‌باشد ولی در قابلیت زیستی آن‌ها اثر داشته و خروج مقادیر زیادی از محتویات سلولی و یا یون‌ها و مولکول‌های حیاتی، موجب مرگ سلول خواهد شد [۳۷].

ارزیابی حسی

در این پژوهش بر اساس رنگ و ظاهر یک ارزیابی حسی طراحی شد که نتایج آن به طور مشخص، در شکل ٤ نشان داده شده است. نتایج ارزیابی حسی رنگ و ظاهر قارچ خوراکی نشان داد که با گذشت زمان کیفیت قارچ خوراکی در همه نمونه‌های مورد بررسی پوشش داده شده و شاهد در طی مدت زمان ۱۵ روز نگهداری به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) کاهش یافت. نتایج نشان داد که استفاده از کیتوزان توانسته بر ظاهر و رنگ نمونه‌های قارچ تأثیر معنی‌داری بگذارد و تغییرات رنگ ظاهری را در طی نگهداری کاهش دهد. از سوی دیگر استفاده از اسانس گیاه چویل نیز توانسته است به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) تغییرات رنگی را در طی ۱۵ روز نگهداری کاهش دهد. کمترین امتیازات داده شده به ظاهر و رنگ نمونه‌های قارچ مربوط به نمونه شاهد و بیشترین امتیازات داده شده مربوط به نمونه قارچ پوشش داده شده با کیتوزان و ۱۵۰ پی‌پی‌ام اسانس گیاه چویل بود.

دلیل این ثبات رنگی را در نمونه‌های پوشش داده شده حاوی اسانس می‌توان به عوامل بیان شده در قسمت‌های قبل، شامل ممانعت از رشد میکرواورگانیسم‌ها، کاهش فعالیت‌های فیزیولوژیکی، کاهش افت وزنی و کاهش تنفس سلولی و ... نسبت داد [۳۸]. که این ارزیابی در شاخصه‌های رنگ و ظاهر با یافته‌های محبی و همکاران (۲۰۱۲) که تأثیر آلوئه‌ورا همراه با صمغ تراگاکانت بر روی قارچ خوراکی را بررسی کرده بودند، مطابقت دارد [۲۱].

به‌طور کلی می‌توان بیان داشت که همه عوامل تأثیرگذار بر روی حفظ بافت، کاهش افت وزنی، کاهش بار میکروبی و شاخص‌های رنگی محصول، نقش مستقیمی در حفظ پارامترهای ارزیابی حسی دارند و تأثیر استفاده از اسانس و کیتوزان به‌طور معنی‌داری بر روی حفظ شاخص ارزیابی حسی تأثیرگذار بود.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-28]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.151.45]

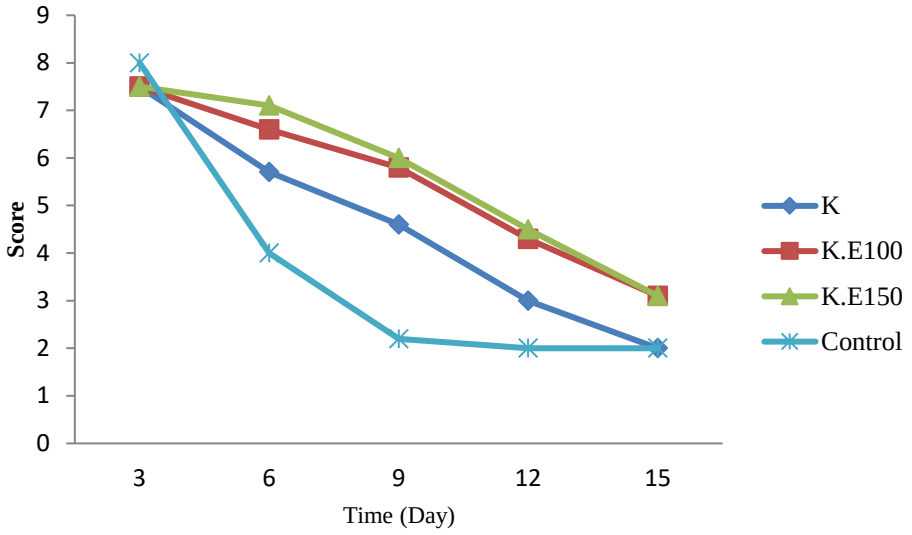

Figure 4– The effect of treatment and storage time on sensory evaluation in mushroom samples

٤-نتیجه‌گیری کلی

بیش‌ترین اثر را بر حفظ کیفیت بافت نمونه‌های قارچ، کیتوزان به همراه ۱۵۰ پی‌پی‌ام اسانس داشت و از سوی دیگر نمونه شاهد یا قارچ بدون پوشش زودتر از سایر نمونه‌ها تخریب شد. استفاده از ترکیب کیتوزان برای پوشش‌دهی میزان تغییرات رنگی شاخص‌های رنگی a* و b* را به طور معنی‌داری (p<۰/۰۵) کاهش داد و افزودن اسانس نیز به این ترکیب توانست تأثیر معنی‌داری (p<۰/۰۵) بر حفظ و ثبات این شاخص رنگی در نمونه‌های قارچ داشته باشد. مقدار L* که نشان‌دهنده ظاهر روشن نمونه‌های قارچ می‌باشد، در همه نمونه‌ها با افزایش زمان نگهداری کاهش یافت و اما با افزودن کیتوزان مقدار شاخص رنگی L* کاهش کمتری داشته است که افزودن اسانس گیاه چویل به کیتوزان توانست روشنایی قارچ را به طور معنی‌دارتری (p<۰/۰۵) حفظ نماید. استفاده از پوشش کیتوزان به‌طور معنی‌داری (p<۰/۰۵) افت وزنی نمونه‌های قارچ را در طی نگهداری کاهش داد و همچنین با افزودن اسانس به کیتوزان جهت پوشش‌دهی تغییر معنی‌داری (p<۰/۰۵) در کاهش افت وزنی در طی نگهداری ایجاد نشد.به طور کلی با افزایش مدت زمان نگهداری نمونه‌های قارچ در طی ۱۵ روز، رشد کلی میکروارگانیسم‌ها و کپک و مخمر افزایش یافته است. استفاده از کیتوزان توانست به طور معنی‌داری (p<۰/۰۵) نسبت به نمونه شاهد مانع رشد کلی میکرواورگانیسم‌ها و کپک و مخمرها گردد و افزودن اسانس به کیتوزان به عنوان یک ترکیب نگهدارنده نیز نقش تشدیدکننده‌ای بر رشد میکرواورگانیسم اعمال کرد، به‌طوری‌که افزودن اسانس به نمونه‌ها توانست به طور معنی‌داری (p<۰/۰۵) مانع رشد میکرواورگانیسم‌ها گردد و هرچه غلظت اسانس مورد استفاده بیشتر شد میزان تأثیرگذاری بر میکرواورگانیسم‌ها بیشتر بود. رنگ و ظاهر نمونه‌های قارچ مورد بررسی پوشش داده شده و شاهد در طی مدت زمان ۱۵ روز نگهداری کاهش یافت که استفاده از کیتوزان توانست تغییرات ظاهر و رنگ نمونه‌های قارچ را از دید پانلیست‌ها به طور معنی‌داری (p<۰/۰۵) کاهش دهد. از سوی دیگر افزودن اسانس گیاه چویل به کیتوزان نیز توانست شدت تغییرات رنگ و ظاهر را به طور معنی‌دارتری (p<۰/۰۵) در طی نگهداری کاهش دهد. به نظر می‌رسد ساختار کربوهیدراتی کیتوزان منجر به انسداد منافذ سطح قارچ، کاهش نفوذ اکسیژن به درون بافت و در نهایت ممانعت از تنفس سلول‌ها می‌گردد که در نهایت افت وزنی نمونه‌ها را کاهش می‌دهد و از سوی دیگر موجب کاهش

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-28]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.151.45]

شدت تنفس می‌گردد که این کاهش افت وزنی و شدت تنفسی به نوبه خود می‌تواند بر روی بررسی بقیه پارامترها مانند رشد میکرواورگانیسم‌ها، رنگ و سفتی بافت کاملاً تأثیرگذار باشد. علت اصلی تأثیرگذاری بیشتر کیتوزان به همراه اسانس را نیز می‌توان مربوط به ترکیبات فنولی موجود در اسانس دانست که خاصیت ضد میکروبی آن‌ها قبلاً اثبات شده است و این خواص مکمل خواص لیپیدی کیتوزان می‌گردد که مجموع این عوامل بر حفظ کیفیت نمونه‌ها تأثیرگذارند.

٦-منابع

[1] Krittanawong, C., et al., *Mushroom consumption and cardiovascular health: a systematic review.* The American journal of medicine, 2021. **134**(5): p. 637-642. e2.

[2] Hess, J.M., et al., *Impact of Agaricus bisporus mushroom consumption on satiety and food intake.* Appetite, 2017. **117**: p. 179-185.

[3] Mishra, N. and A. Mani, *Post Harvest Management, Processing and Value Addition of Mushroom, 2019.*

[4] Pleșoianu, A.M. and V. Nour, *Effect of some polysaccharide-based edible coatings on fresh white button mushroom (Agaricus bisporus) quality during cold storage.* Agriculture, 2022. **12**(9): p. 1491.

[5] Sharief, S.A., O. Caliskan-Aydogan, and E. Alocilja, *Carbohydrate-coated magnetic and gold nanoparticles for point-of-use food contamination testing.* Biosensors and Bioelectronics: X, 2023. **13**: p. 100322.

[6] Ribeiro, I.S., et al., *Sustainable innovations in edible films and coatings: An overview.* Trends in Food Science & Technology, 2023: p. 104272.

[7] Chen, Y., et al., *Application of functionalized chitosan in food: A review.* International Journal of Biological Macromolecules, 2023: p. 123716.

[8] Arruda, T.R., et al., *Natural bioactives in perspective: The future of active packaging based on essential oils and plant extracts themselves and those complexed by cyclodextrins.* Food Research International, 2022. **156**: p. 111160.

[9] Rahimpour, Y., et al., *The genus Ferulago: a review on ethnopharmacology, phytochemistry, and pharmacology*. Iranian Journal of Pharmaceutical Research: IJPR, 2021. **20**(4): p. 352.

[10] Javidnia, K., et al., *Constituents of the volatile oil of Ferulago angulata (Schlecht.) Boiss. from Iran.* Journal of essential oil research, 2006. **18**(5).

[11] Ghasemi Pirbalouti, A., et al., *Chemical composition, antioxidant and antibacterial activities of essential oils from Ferulago angulata*. Pharmaceutical Biology, 2016. **54**(11): p. 2515-2520.

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

[13] Jiang, T., L. Feng, and X. Zheng, *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, 2012. **60**(1) :p. 188-196.

[14] Jiang, T., et al., *Integrated application of nitric oxide and modified atmosphere packaging to improve quality retention of button mushroom (Agaricus bisporus).* Food chemistry, 2011. **126**(4): p. 1693-1699.

[15] El Hage, R., et al., *Harvest and postharvest technologies.* Mushrooms: Agaricus bisporus, 2021: p. 357-426.

[16] Dawadi, E., et al., *Nutritional and post-harvest quality preservation of mushrooms: A review.* Heliyon, 2022.

[17] Prasanna, V., T. Prabha, and R. Tharanathan, *Fruit ripening phenomena–an overview.* Critical reviews in food science and nutrition, 2007. **47**(1): p. 1-19.

[18] Krupa, T. and K. Tomala, *Effect of oxygen and carbon dioxide concentration on the quality of minikiwi fruits after storage.* Agronomy, 2021. **11**(11): p. 2251.

[19] Ghidelli, C. and M.B. Pérez-Gago, *Recent advances in modified atmosphere packaging and edible coatings to maintain quality of fresh-cut fruits and vegetables.* Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2018. **58**(4): p. 662-679.

[20] Eissa, H.A., *Effect of chitosan coating on shelf-life and quality of fresh-cut mushroom.* Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, 2008. **58**(1).

[21] Mohebbi, M., et al., *Suitability of aloe vera and gum tragacanth as edible coatings for extending the shelf life of button mushroom.* Food and Bioprocess Technology, 2012. **5**: p. 3193-3202.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-28]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.151.45]

[22] Castellanos-Reyes, K., R. Villalobos-Carvajal, and T. Beldarrain-Iznaga, *Fresh mushroom preservation techniques.* Foods, 2021. **10**(9): p. 2126.
[23] Darmadji, P. and M. Izumimoto, *Effect of chitosan in meat preservation.* Meat science, 1994. **38**(2): p. 243-254.
[24] Eissa, H.A., *Effect of chitosan coating on shelf life and quality of fresh-cut mushroom.* Journal of Food Quality, 2007. **30**(5): p. 623-645.
[25] Chang, H., Y. Chen, and F. Tan, *Antioxidative properties of a chitosan–glucose Maillard reaction product and its effect on pork qualities during refrigerated storage.* Food chemistry, 2011. **124**(2): p. 589-595.
[26] El-Din, A., et al., *Response of Thymus vulgaris L. to salt stress and alar (B9) in newly reclaimed soil.* Journal of applied sciences research, 2009. **5**(12): p. 2165-2170.
[27] Giang, N.T., T.V. Khai, and N.M. Thuy, *Effect of thickness of polyethylene packaging and temperature on quality of solar-dried oyster mushroom (Pleurotus sajor-caju).* Plant Science Today, 2022. **9**(3): p. 722-727.
[28] Yaman, Ö. and L. Bayoındırlı, *Effects of an edible coating and cold storage on shelf-life and quality of cherries.* LWT-Food science and Technology, 2002. **35**(2): p. 146-150.
[29] Bhowmik, S.R. and J.C. Pan, *Shelf life of mature green tomatoes stored in controlled atmosphere and high humidity.* Journal of Food Science, 1992. **57**(4): p. 948-953.
[30] Li, W., et al., *Effects of PLA film incorporated with ZnO nanoparticle on the quality attributes of fresh-cut apple.* Nanomaterials, 2017. **7**(8): p. 207.
[31] Nussinovitch, A. and N. Kampf, *Shelf-life extension and conserved texture of alginate-coated mushrooms (Agaricus bisporus).* LWT-Food Science and Technology, 1993. **26**(5): p. 469-475.
[32] Dhall, R., *Advances in edible coatings for fresh fruits and vegetables: a review.* Critical reviews in food science and nutrition, 2013. **53**(5): p. 435-450.
[33] Kanatt, S.R., R. Chander, and A. Sharma, *Chitosan glucose complex–A novel food preservative.* Food Chemistry, 2008, 20 .۰۸ :(۲)۱۰٦p. 521-528.
[34] Ziani, K., B. Ursúa, and J.I. Maté, *Application of bioactive coatings based on chitosan for artichoke seed protection.* Crop Protection, 2010. **29**(8): p. 853-859.
[35] Meng, X., et al., *Effects of chitosan and oligochitosan on growth of two fungal pathogens and physiological properties in pear fruit.* Carbohydrate Polymers, 2010. **81**(1): p. 70-75.
[36] Antih, J., et al., *Antibacterial activity of Thymus vulgaris L. essential oil vapours and their GC/MS analysis using solid-phase microextraction and syringe headspace Sampling Techniques.* Molecules, 2021. **26**(21): p. 6553.
[37] Burt, S., *Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review.* International journal of food microbiology, 2004. **94**(3): p..۲۵۳-۲۲۳

[38] Farzaneh, V., Ghodsvali, A., Bakhshabadi, H., Dolatabadi, Z., Farzaneh, F., Carvalho, S. and Sarabandi, K., Screening of the alterations in qualitative characteristics of grape under the impacts of storage and harvest times using artificial neural network. Evolving Systems, 2018. 9 (81-89).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-28]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.151.45]

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Evaluation of extending the shelf life of button mushroom *(Agaricus Bisporous)* using chitosan gum and *Ferulago angulate* essential oil

Mohammad Ganje[*1,2], Atefeh Gharajelo[2], Sajad Ghaderi[3]

1-Department of Agriculture, Minab Higher Education Center, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

2-Department of Food science, Kherad Institute of Higher Education, Bushehr, Iran

3-Faculty of Health and Nutrition Sciences Yasuj University of Medical Science (YUMS), Iran

ARTICLE INFO

Article History:
Received:2024/1/2
Accepted:2024/2/5

Keywords:

Agaricus bisporous,

Ferulago angulate,

Essential oil,

Chitosan

DOI: **10.22034/FSCT.21.151.45.**

*Corresponding Author E-Mail:
mohammadganje@hormozgan.ac.ir

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the effect of chitosan coating and *Ferulago angulate* essential oil on button mushroom (*Agaricus Bisporous*) shelf life. Therefore, *Ferulago angulate* essential oil was extracted by clevenger method and whit different concentrations of chitosan (control sample without chitosan and essential oil, with 0.5% chitosan, chitosan with two different concentrations of 100 and 150 ppm) were used to coating the mushroom samples. After packing, the samples were stored in the refrigerator at 4°C for 15 days and samples were evaluated for physicochemical, structural and sensory tests every 3 days. With increasing shelf life, the hardness of all coated samples decreased and addition of chitosan to samples could have a positive effect on increase the hardness of the samples during storage, which was significantly increased by adding *Ferulago angulate* essential oil. All color parameters were significantly retained ($P<0.05$) By adding chitosan which the addition of essential oils exacerbated these conditions. Using the chitosan significantly ($p<0.05$) reduced the weight loss of samples, but the addition of essential oil had no significant effect on reducing weight loss changes. The use of chitosan significantly ($p <0.05$) prevented the growth of total count of microorganism and molds and yeasts, and the addition of essential oil to chitosan as a preservative compound also exacerbated the inhibition of microorganism growth. Similar results were also true for color and appearance evaluation. Chitosan structure, antimicrobial properties and phenolic compounds in essential oils were the main reason for maintaining the quality of mushroom samples during storage.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-28]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.151.45]