مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۱۵ شماره ۳ صفحه‌های ۳۴۵ تا ۳۵۸ (۱۳۹۳)

تأثیر غلظت‌های مختلف کیتوزان و پوشش‌های بسته‌بندی بر عمر انبارمانی قارچ خوراکی تکمه‌ای[۱]

Effect of Different Concentrations of Chitosan Coating and Packaging Films on Storage Life of Mushroom (*Agaricus bisporus*)

ریحانه امین‌زاده، علی‌اکبر رامین*، فریبا امینی و مصطفی مبلی[۲]

چکیده

با وجود ارزش غذایی بسیار بالای قارچ خوراکی، عمر انباری کوتاه آن برای توزیع و عرضه قارچ محدودیت ایجاد می‌کند. بنابراین فیزیولوژی پس از برداشت آن به مطالعه بیشتری نیاز دارد. به نظر می‌رسد استفاده از پوشش خوراکی کیتوزان برای پس از برداشت قارچ مناسب باشد. بنابراین، پژوهش حاضر جهت یافتن بهترین غلظت کیتوزان و پوشش پلاستیکی برای افزایش عمر انبارمانی و کاهش پسماندهای پس از برداشت قارچ انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل اسپلیت در زمان در قالب طرح کامل تصادفی در سه تکرار با ۴ غلظت کیتوزان (۰، ۰/۵، ۱ و ۲٪) و ۵ نوع پلاستیک: بسته‌بندی در سلفون (شاهد)، پوشش پلی‌اتیلن با ضخامت ۴۵ میکرون، پوشش بی‌اکسیلاری‌اریئنتت –پلی‌پروپیلن (با دو ضخامت ۲۵ و ۳۵ میکرون) و پوشش کست‌پلی‌پروپیلن با ضخامت ۲۵ میکرون) و مدت زمان ۰، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز نگهداری در انبار در دمای ۱ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۰٪ انجام شد. پس از هر دوره نگهداری در انبار، قارچ‌ها از نظر برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی ارزیابی شدند. نتیجه‌ها نشان داد کیتوزان اثر معنی‌داری بر تمامی شاخص‌های مورد بررسی به جز ماده‌های جامد محلول در سطح احتمال ۱٪ داشت. بالاترین مقدار سفتی، ماده‌های جامد محلول، pH، اسیدیته قابل تیتراسیون و کم‌ترین کاهش وزن و پوسیدگی در قارچ‌های تیمار شده با کیتوزان ۲٪ و بسته‌بندی شده در پلاستیک بی‌اکسیلاری‌اریئنتت‌پلی‌پروپیلن ۳۵ میکرون به دست آمد. کم‌ترین سفتی بافت و اسیدیته قابل تیتراسیون و بیشترین کاهش وزن و پوسیدگی در تیمار شاهد مشاهده شد. این پلاستیک کاهش وزن را از ۱۴/۵۶٪ در شاهد (سلفون) به ۰/۷۵٪ رسانید.

واژه‌های کلیدی: پوشش خوراکی کیتوزان، سفتی، عمر انبارمانی، قارچ تکمه‌ای، کاهش وزن.

مقدمه

با افزایش روزافزون جمعیت و تغییر الگوی مصرف، قارچ‌های خوراکی می‌توانند بهترین انتخاب برای تأمین پروتئین ضروری انسان باشند، زیرا با استفاده از پسماندهای کشاورزی، ماده‌های غذایی سرشار از پروتئین تولید می‌کنند (۲).

قارچ خوراکی تکمه‌ای سفید (*Agaricus bisporus*) از تیره Agaricaceae (۵) رایج‌ترین قارچ زراعی–تجاری در سطح جهان است (۱). این قارچ در کشور ما نیز، بیشترین سهم را که حدود ۸۵٪ کل تولید قارچ‌های خوراکی می‌باشد به خود اختصاص داده است (۲). قارچ در مقایسه با بیشتر محصول‌های باغبانی سرعت تنفس بالاتری دارد و به دلیل نداشتن پوشش محافظ طبیعی برای جلوگیری از هدر رفتن آب، کیفیت خوراکی آن سریع

۱- تاریخ دریافت: ۹۲/۱۰/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۳/۴/۴

۲- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استاد علوم باغبانی، دانشگاه صنعتی اصفهان، استادیار زیست‌شناسی، دانشگاه اراک و استاد علوم باغبانی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (aa-ramin@cc.iut.ac.ir)

کاهش می‌یابد. بنابراین کاهش عمر قفسه‌ای و عمر انبارمانی برای توزیع و عرضه قارچ محدودیت ایجاد کرده است (۴، ۱۶). سفید بودن، داشتن کلاهک گرد و براق، ساقه راست و نبودن لکه‌های قهوه‌ای و بی‌رنگ روی کلاهک، از مهم‌ترین ویژگی‌های کیفی قارچ به شمار می‌آیند که روی بازارپسندی قارچ تأثیر بسزایی دارند (۴). فاسد شدن قارچ یک روز بعد از برداشت آغاز می‌شود که با تغییر رنگ قارچ شروع و از سفیدی به قهوه‌ای متمایل می‌شود که ناشی از فعالیت آنزیم تیروزیناز می‌باشد (۱۵). عمرانباری قارچ تازه در دمای معمولی بین ۳-۱ روز و در دمای ۴ درجه سلسیوس بین ۷-۴ روز متغیراست. قارچ با کاهش وزن حدود ۱۰-۵٪ شروع به پلاسیده شدن می‌کند و غیرقابل استفاده می‌شود (۴). بنابراین به علت مشکل‌ها در توزیع و عرضه بازار قارچ تازه، انبارمانی آن نیاز به مطالعه بیشتری دارد. بررسی‌های زیادی جهت افزایش عمر انبارمانی قارچ انجام شده است که می‌توان به تعدادی از آنها از جمله: استفاده از انبار با اتمسفر تغییر یافته (MAP)، انبار با اتمسفر کنترل شده (CA)، طراحی دقیق بسته‌ها و استفاده از پلاستیک‌های پوششی مختلف، استفاده از پوشش هیدروکلوئید (دارای کلسیم) و استفاده از پوشش‌های نازک خوراکی اشاره کرد (۴، ۱۲، ۱۶، ۲۰).

به نظر می‌رسد استفاده از کیتوزان و پوشش بسته‌بندی برای پس از برداشت قارچ و تجارت آن گزینه مناسبی است. قارچ سرعت تنفس بالایی دارد و نیازمند پوشش‌های بسته‌بندی با نفوذپذیری بالا به گازهای اکسیژن و دی اکسید کربن است. نفوذپذیری ناکافی ممکن است زمینه را برای ایجاد شرایط غیرهوازی و همچنین صدمه فیزیولوژیکی به دلیل غلظت بالای دی اکسید کربن فراهم کند. برای غلبه بر این مشکل پوشش‌های بسته‌بندی با سوراخ‌های کوچک و بزرگ توسعه یافته است. نفوذپذیری یک پوشش بسته‌بندی، به اندازه، شکل، تعداد و قطر سوراخ‌های آن بستگی دارد. هان و همکاران (۱۱) عنوان کردند که بین چهار ضخامت مختلف پوشش بسته‌بندی پلی‌اتیلنی (PE) به همراه اتمسفر تغییر یافته، تیمار ۰/۰۵ میلی‌متر (PE) بهترین اثر را در حفظ کیفیت انباری و پس از برداشت قارچ خوراکی شی‌تاکه داشت. در پژوهش‌های زینگ و همکاران (۲۰) بیان شد که پوشش‌های بسته‌بندی BOPP (Biaxially Oriented Polypropylen) در مقایسه با فیلم‌های پوششی دیگر، باعث افزایش عمر انبارمانی قارچ خوراکی شی‌تاکه در دمای ۴ درجه سلسیوس شد. کیتوزان به عنوان یک پوشش خوراکی با ساختار چند قندی، از واحدهای گلوکز آمین و ان -استیل گلوکز آمین (با پیوندهای بتا ۱ و ۴) تشکیل شده است و از پوسته سخت‌پوستانی مانند خرچنگ و میگو به دست می‌آید (۵، ۸). این ماده غیرسمی، زیست تجزیه‌پذیر، زیست سازگار و نیز دارای ویژگی ضدمیکروبی است (۱۸). کیتوزان به صورت یک لایه نازک با محلول‌پاشی کردن، برس زدن یا غوطه‌ور کردن، روی محصول ایجاد می‌شود و سرعت تنفس، تبخیر و زوال قارچ را به کمینه می‌رساند (۳، ۱۰). کیتوزان به عنوان یک پوشش نازک نیمه نفوذپذیر می‌تواند اتمسفر درونی را تغییردهد (تغییر در نفوذپذیری آب، اکسیژن و دی اکسید کربن). بنابراین، پسماندهای حاصل از تبخیر کم، کیفیت قارچ‌های برداشت شده حفظ و بیماری‌های فیزیولوژیکی و رشد کپک نیز کم می‌شود (۶). استفاده از پوشش‌های پلاستیکی مختلف و یا پوشش خوراکی کیتوزان با توجه به شرایط کشت و رقم قارچ باید دقیق طراحی شود. انتخاب نامناسب ممکن است بی‌اثر باشد و یا حتی عمرانباری را در محصول به دلیل صدمه به بافت کاهش دهد و یا حتی شرایط تنفس غیرهوازی را ایجاد کند و موجب کاهش عطر و طعم در محصول شود (۴). چون در صنعت در ایران از سلوفان به عنوان پوشش بسته‌بندی قارچ استفاده می‌شود؛ در این آزمایش، از این پوشش به عنوان شاهد استفاده شد. نظر به اینکه قارچ تکمه‌ای در ایران به صورت تجاری تولید می‌شود، پژوهش حاضر برای مطالعه عمر انبارمانی قارچ در پوشش‌های مختلف صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۱ و به منظور بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف کیتوزان و پوشش پلاستیک بسته‌بندی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی قارچ خوراکی تکمه‌ای در دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

انجام شد. قارچ‌ها از شرکت قارچ سلامت اصفهان در مرحله چین دوم و پوشش خوراکی کیتوزان، از شرکت سیگما ((Deacetylated chitin, Poly-(1-4)-B-D-glucosamine)1) تهیه شد. پوشش‌های پلاستیکی نیز از کارخانه آفام زرین نقش در شهرک صنعتی جی اصفهان تهیه شدند. آزمایش به صورت فاکتوریل اسپلیت در زمان در قالب طرح کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. کیتوزان در ۴ غلظت (۰، ۰/۵، ۱ و ۲٪) در ترکیب با ۵ نوع پلاستیک بسته‌بندی شامل: شاهد (بسته‌بندی در سلفون)، پوشش پلی‌اتیلن با ضخامت ۶۵ میکرون، پوشش بی‌اکسیلاری‌اریئنتت‌پلی‌پروپیلن با دو ضخامت ۲۵ و ۳۵ میکرون و پوشش کست‌پلی‌پروپیلن با ضخامت ۲۵ میکرون به کار گرفته شد. در مدت نگهداری در انبار سرد با دمای ۱ درجه سلسیوس هر ۷ روز یک بار (زمان‌های ۰، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز) نمونه‌برداری و تجزیه بافت برای بررسی تغییر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی قارچ‌ها، انجام شد و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی شامل سفتی بافت (دستگاه سفتی سنج[1] مدل OSK--10576 I)، محتوای ماده‌های جامد محلول[2] (دستگاه قندسنج دستی[3] مدل K-۰۰۳۲ ساخت ژاپن)، کاهش وزن (به کمک ترازو)، pH (دستگاه پ‌هاش متر Elmetron مدل cp-501)، اسیدیته قابل تیتراسیون (۱۷) و پوسیدگی (به صورت چشمی و بر اساس تعداد قارچ‌های پوسیده شده (لزج و تغییر رنگ‌یافته) و محاسبه درصد آن‌ها) مورد ارزیابی قرار گرفت.

برای تهیه تیمار شاهد (کیتوزان ۰٪)، ابتدا ۱ لیتر استیک اسید ۱٪ تهیه شد. سپس pH را با سود ۱ نرمال به ۵ رسانده ودر آخر ۲ میلی‌لیتر توییین ۸۰ به آن اضافه شد. برای تهیه کیتوزان ۰/۵٪ لازم است ۱ لیتر استیک اسید ۱٪ آرام آرام به ۵ گرم کیتوزان اضافه شود تا به حجم ۱ لیتر برسد. حل شدن کیتوزان در استیک اسید زمان‌بر است و به کمک هیتر برقی (مدل Heidolpl MR2002) با دمای ۴۵ درجه سلسیوس انجام گرفت. پس از حل شدن کامل کیتوزان در اسید، pH را با اضافه کردن آرام آرام سود ۱ نرمال به ۵ رسانده و در آخر همانند کیتوزان صفر، ۲ میلی‌لیتر توییین ۸۰ به آن اضافه شد (۷). برای تهیه کیتوزان ۱ و ۲٪ همانند روش بالا عمل شد. پس از تهیه کیتوزان قارچ‌ها به مدت ۵ دقیقه داخل کیتوزان قرار گرفتند و سپس در داخل آبکش قرار داده شدند تا کیتوزان اضافه خارج شود و سپس فرصت داده شد تا قارچ‌ها خشک و سپس داخل پوشش‌های پلاستیکی بسته‌بندی شوند.

اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی قارچ‌ها از زمان شروع (زمان صفر) تا پایان دوره آزمایش و به سرعت پس از هر بار نمونه‌برداری و انتقال سریع نمونه‌ها به آزمایشگاه و یا پس از بیرون آوردن از انبار سرد، در محل آزمایشگاه فیزیولوژی پس از برداشت انجام شد. داده‌های به دست آمده از نظر آماری پردازش شدند و میانگین مربوط به هر ویژگی در صورت معنی‌دار بودن اثرهای اصلی و عامل‌های آزمایشی (برای تفاوت‌های موجود در آن ویژگی)، از راه آزمون کمینه تفاوت معنی‌دار (LSD) با سطح احتمال ۵ و ۱٪ مورد مقایسه قرار گرفتند. برای انجام محاسبه‌های آماری از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱)، برای محاسبه اثرهای برهمکنش عامل‌های آزمایشی از نرم‌افزار MSTATC و برای انجام محاسبه‌های جبری و رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل (نسخه ۲۰۱۰) استفاده شد.

نتایج

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر پوشش خوراکی کیتوزان اثر معنی‌داری بر همه ویژگی‌ها به جز ماده‌های جامد محلول قارچ داشت. همچنین مشخص شد که اثر زمان و همچنین پوشش پلاستیکی بسته‌بندی بر تمامی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در طول دوره نگهداری در انبار، در سطح احتمال ۱٪ ($P<۰/۰۱$) معنی‌دار بود. برهمکنش کیتوزان و پوشش پلاستیکی برای سه ویژگی ماده‌های جامد محلول، کاهش وزن و پوسیدگی معنی‌دار

۱- Penetrometer (Fruit Hardness Tester) ۲- Total Soluble Solid ۳- Refractrometer

بود. همچنین برهمکنش کیتوزان و مدت انبارمانی و برهمکنش پوشش پلاستیکی و مدت انبارمانی به جز در مورد اسیدیته (pH عصاره) در مورد سایر ویژگی‌ها معنی‌دار شد که به اختصار به آن‌ها اشاره شده است.

سفتی بافت

مقایسه میانگین اثر غلظت‌های مختلف کیتوزان بر سفتی بافت قارچ تکمه‌ای در مدت نگهداری در انبار سرد (جدول ۱) نشان داد، بیشترین مقدار سفتی در قارچ‌های تیمار شده با غلظت کیتوزان ۲٪ (۶/۶۶ نیوتن) مشاهده شد که با سایر غلظت‌های کیتوزان اختلاف معنی‌داری نشان داد. کم‌ترین مقدار سفتی نیز در شاهد (۶/۱ نیوتن) مشاهده شد. مقایسه میانگین‌های اثر پوشش پلاستیکی بر سفتی بافت قارچ (جدول ۲) نشان داد که بیشترین مقدار سفتی (۶/۵۵ نیوتن) در قارچ‌های بسته‌بندی شده با پوشش پلاستیکی BOPP35 و PE65µ بود که با پوشش پلاستیکی BOPP25µ و CPP25µ اختلاف معنی‌داری نشان نداد اما با شاهد که کم‌ترین مقدار سفتی (۶/۰۴ نیوتن) را به خود اختصاص داده بود، اختلاف معنی‌داری داشت. مقایسه میانگین اثر مدت انبارمانی در انبار سرد بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی قارچ خوراکی تکمه‌ای (جدول ۳) نشان داد، سفتی قارچ‌های بسته‌بندی شده با گذشت زمان کاهش یافت که این کاهش از روز ابتدای آزمایش تا انتها معنی‌دار بود. برهمکنش کیتوزان و مدت انبارمانی بر روی سفتی بافت قارچ نشان داد (جدول ۴) که بیشترین سفتی را در شروع آزمایش می‌توان مشاهده کرد که مقدار آن با افزایش مدت نگهداری در انبار کاهش یافت اما این کاهش با افزایش غلظت کیتوزان کم‌تر بود. بیشترین سفتی پس از ۲۸ روز مربوط به کیتوزان ۲٪ (۵/۹۵ نیوتن) بود و این مقدار با سایر غلظت‌های کیتوزان برای ۲۸ روز تفاوت معنی‌داری نشان داد. کم‌ترین مقدار سفتی پس از ۲۸ روز مربوط به تیمار بدون کیتوزان (۴/۶۶ نیوتن) بود که با غلظت کیتوزان ۰/۵٪ پس از ۲۸ روز انبارمانی (۴/۹۶ نیوتن) تفاوت معنی‌داری نداشت. برهمکنش پوشش پلاستیکی و مدت انبارمانی نشان داد (جدول ۵) کاهش سفتی بافت در مدت ۲۸ روز انبارمانی در پوشش پلاستیکی BOPP35µ (۵/۸۵ نیوتن) کم‌تر از سایر پوشش‌های پلاستیکی بود که با پوشش پلاستیکی PE65µ، BOPP25µ و CPP25µ تفاوت معنی‌داری نشان نداد. بیشترین مقدار کاهش مربوط به پوشش پلاستیکی شاهد بود (۴/۲۴ نیوتن) که با سایر پوشش‌های پلاستیکی اختلاف معنی‌داری داشت.

جدول ۱- اثر غلظت‌های مختلف کیتوزان بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی قارچ خوراکی تکمه‌ای نگهداری شده در انبار ۱ درجه سلسیوس.

Table 1. Effects of different levels of chitosan on physiochemical traits of mushroom after storage at 1°C.

غلظت کیتوزان Chitosan concentration (٪)	سفتی Firmness (N)	کاهش وزن Weight loss (٪)	اسیدیته pH	اسیدیته قابل تیتراسیون Titrable acids (g $100ml^{-1}$)	پوسیدگی Decay (٪)
0	6.1 d†	4.28 a	6.95 a	2.24 d	3.19 a
0.5	6.32 c	3.84 b	6.86 b	2.4 c	0 b
1	6.48 b	3.53 c	6.79 bc	2.59 b	0 b
2	6.66 a	2.63 d	6.71 c	2.73 a	0 b

† In each column, means followed with the same letters are not significantly different at 5% level of probability according to the LSD test.

† در هر ستون میانگین‌هایی که دارای کمینه یک حرف مشترک هستند تفاوت معنی‌داری نسبت به یکدیگر از نظر آزمون کمینه تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ ندارند.

جدول ۲- اثر پوشش‌های نازک مختلف بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی قارچ خوراکی تکمه‌ای نگهداری شده در انبار ۱ درجه سلسیوس.

Table 2. Effects of different coating films on physiochemical traits of mushroom after storage at 1°C.

فیلم پوششی Coating film	سفتی بافت Firmness (N)	کاهش وزن Weigh loss (٪)	اسیدیته pH	اسیدیته قابل تیتراسیون Titrable acids (g 100ml^{-1})	ماده‌های جامد محلول TSS (٪)	پوسیدگی† Decay (٪)
شاهد Control	6.04 b††	14.56 a	6.95 a	2.18 c	4.17 c	1.12 a
PE65	6.55 a	0.8 b	6.76 b	2.65 ab	4.52 a	1.05 a
BOPP25	6.42 a	0.83 b	6.83 b	2.57 b	4.45 ab	0.98 b
BOPP35	6.55 a	0.75 b	6.75 b	2.74 a	4.49 a	0.89 c
CPP25	6.39 a	0.91 b	6.85 ab	2.3 c	4.34 b	0.99 b

† Contorol (packed in Selefon), PE65 (Poly Ethylene 65 µ), BOPP25 (Biaxially Oriented Polypropylene 25 µ), BOPP35 (Biaxially Oriented Polypropylene 35 µ), CPP25 (Cast Polypropylene 25 µ).

†† In each column, means followed with the same letters are not significantly different at 5% level of probability according to the LSD test.

† شاهد (بسته‌بندی در سلفون)، PE65 (پوشش پلی‌اتیلن با ضخامت ۶۵ میکرون)، BOPP25 (پوشش بی‌اکسیلاری‌اریئنتت‌پلی‌پروپیلن با ضخامت ۲۵ میکرون)، BOPP35 (پوشش بی‌اکسیلاری‌اریئنتت‌پلی‌پروپیلن با ضخامت ۳۵ میکرون)، CPP25 (پوشش کست‌پلی‌پروپیلن با ضخامت ۲۵ میکرون).

†† در هر ستون میانگین‌هایی که دارای کمینه یک حرف مشترک هستند تفاوت معنی‌داری نسبت به یکدیگر از نظر آزمون کمینه تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ ندارند.

جدول ۳- اثر مدت‌های مختلف نگهداری در انبار بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی قارچ خوراکی تکمه‌ای.

Table 3. Effects of different storage length on physiochemical traits of mushroom.

مدت نگهداری Storage length (days)	سفتی بافت Firmness (N)	کاهش وزن Weigh loss (٪)	اسیدیته pH	اسیدیته قابل تیتراسیون Titrable acids (g 100ml^{-1})	ماده‌های جامد محلول TSS (٪)	پوسیدگی Decay (٪)
0	7.34 a†	0 e	6.4 d	3.7 a	5.9 a	0 b
7	6.88 b	2.29 d	6.77 c	2.59 b	5 b	0 b
14	6.47 c	3.6 c	6.88 b	2.35 c	4.04 c	0 b
21	5.98 d	4.57 b	6.96 b	2.06 d	3.76 d	0 b
28	5.28 e	7.38 a	7.12 a	1.73 e	3.3 e	4.43 a

† In each column, means followed with the same letters are not significantly different at 5% level of probability according to the LSD test.

† در هر ستون میانگین‌هایی که دارای کمینه یک حرف مشترک هستند تفاوت معنی‌داری نسبت به یکدیگر از نظر آزمون کمینه تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ ندارند.

جدول ۴- برهمکنش غلظت کیتوزان و مدت نگهداری در انبار بر روی برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی قارچ خوراکی تکمه‌ای.

Table 4. Intraction effects of chitosan concentration and storage length on some physiochemical properties of mushroom.

کیتوزان Chitosan (٪)	مدت نگهداری Storage length (days)	سفتی بافت Firmness (N)	کاهش وزن Weight loss (٪)	اسیدیته قابل تیتراسیون Titrable acids (g $100ml^{-1}$)	ماده‌های جامد محلول TSS (٪)	پوسیدگی Decay (٪)
0	0	7.34 a†	0 j	3.7 a	5.9 a	0 b
	7	6.64 cde	3.29 g	2.18 d	5.35 b	0 b
	14	6.15 ghi	4.43 e	2.05 de	4.24 e	0 b
	21	5.71 jk	5.37 d	1.74 fg	3.71 hi	0 b
	28	4.66 l	8.38 a	1.51 g	2.79 k	45.19 a
0.5	0	7.34 a	0 j	3.7 a	5.9 a	0 b
	7	6.85 bcd	2.38 h	2.66 bc	5.01 c	0 b
	14	6.57 def	4.11 ef	2.1 de	4.03 ef	0 b
	21	5.86 ijk	5.14 d	1.9 def	3.79 gh	0 b
	28	4.96 l	7.57 b	1.67 fg	3.29 j	0 b
1	0	7.34 a	0 j	3.7 a	5.9 a	0 b
	7	6.96 bc	2.22 h	2.71 bc	4.94 cd	0 b
	14	6.44 efg	3.91 ef	2.62 bc	3.96 fg	0 b
	21	6.1 ghi	4.26 e	2.1 de	3.79 gh	0 b
	28	5.55 k	7.24 b	1.83 ef	3.47 j	0 b
2	0	7.34 a	0 j	3.7 a	5.9 a	0 b
	7	7.08 ab	1.26 i	2.8 b	4.71 d	0 b
	14	6.71 cde	2.05 h	2.62 bc	3.93 fgh	0 b
	21	6.23 fgh	3.53 fg	2.49 c	3.76 gh	0 b
	28	5.95 hij	6.31 c	2.06 de	3.51 ij	0 b

† In each column, means followed with the same letters are not significantly different at 5% level of probability according to the LSD test.

† در هر ستون میانگین‌هایی که دارای کمینه یک حرف مشترک هستند تفاوت معنی‌داری نسبت به یکدیگر از نظر آزمون کمینه تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ ندارند.

جدول ۵- برهمکنش پوشش پلاستیکی و مدت نگهداری در انبار بر روی برخی از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی قارچ خوراکی تکمه‌ای.

Table 5. Interaction effects of coating film and storage life on some physiochemical traits of mushroom after storage at 1°C.

فیلم پوششی† Coating film	مدت نگهداری Storage length (days)	سفتی Firmness (N)	کاهش وزن Weight loss (٪)	اسیدیته قابل تیتراسیون Titrable acids (g $100ml^{-1}$)	پوسیدگی Decay (٪)
شاهد Control	0	7.34 a††	0k	3.7 a	0 e
	7	6.77 bcd	9.33d	2.32 efg	0 e
	14	6.26 efg	15.5 c	1.97 hij	0 e
	21	5.57 hij	18.99 b	1.64 jk	0 e
	28	4.24 k	29.42 a	1.27 l	7.17 a
PE65	0	7.34 a	0 k	3.7 a	0 e
	7	7 ab	0.63 ijk	2.64 b-e	0 e
	14	6.59 cde	0.71 ij	2.45 b-g	0 e
	21	6.25 efg	0.68 efg	2.32 efg	0 e
	28	5.57 hij	1.12 ghi	2.17 f-i	5.6 b
BOPP25	0	7.34 a	0 k	3.7 a	0 e
	7	6.73 bcd	0.47 ijk	2.72 bc	0 e
	14	6.55 c-f	0.8 ij	2.42 c-g	0 e
	21	5.95 gh	0.98 hij	2.22 fgh	0 e
	28	5.52 ij	1.51 fgh	1.85 ij	3.95 c
BOPP35	0	7.34 a	0 k	3.7 a	0 e
	7	6.85 bc	0.42 jk	2.78 b	0 e
	14	6.51 c-f	0.63 ijk	2.72 bc	0 e
	21	6.18 fg	0.83 ij	2.37 d-g	0 e
	28	5.85 ghi	2.1 ef	2.13 ghi	2.16 d
CPP25	0	7.34 a	0 k	3.7 a	0 e
	7	7.08 ab	0.59 ijk	2.49 b-f	0 e
	14	6.43 def	0.82 ij	2.21 fgh	0 e
	21	5.93 gh	0.96 hij	1.74 j	0 e
	28	5.2 j	2.17 e	1.4 kl	3.95 c

† Contorol (packed in Selefon), PE65 (Poly Ethylene 65 µ), BOPP25 (Biaxially Oriented Polypropylene 25 µ), BOPP35 (Biaxially Oriented Polypropylene 35 µ), CPP25 (Cast Polypropylene 25 µ).

†† In each column, means followed with the same letters are not significantly different at 5% level of probability according to the LSD test.

† شاهد (بسته‌بندی در سلفون)، PE65 (پوشش پلی‌اتیلن با ضخامت ۶۵ میکرون)، BOPP25 (پوشش بی‌اکسیلاری‌ارینتت‌پلی‌پروپیلن با ضخامت ۲۵ میکرون)، BOPP35 (پوشش بی‌اکسیلاری‌ارینتت‌پلی‌پروپیلن با ضخامت ۳۵ میکرون)، CPP25 (پوشش کست‌پلی‌پروپیلن با ضخامت ۲۵ میکرون).

†† در هر ستون میانگین‌هایی که دارای کمینه یک حرف مشترک هستند تفاوت معنی‌داری نسبت به یکدیگر از نظر آزمون کمینه تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ ندارند.

کاهش وزن

مقایسه میانگین اثر غلظت‌های مختلف کیتوزان بر کاهش وزن قارچ تکمه‌ای در مدت نگهداری در انبار سرد نشان داد (جدول ۱)، کم‌ترین کاهش وزن در قارچ‌های تیمار شده با غلظت کیتوزان ۲٪ (۲/۶۳٪) مشاهده شد که با سایر غلظت‌های کیتوزان اختلاف معنی‌داری نشان داد. بیشترین مقدار کاهش وزن نیز در تیمار بدون کیتوزان (۴/۲۸٪) مشاهده شد که با سایر غلظت‌های کیتوزان تفاوت معنی‌داری داشت. به طوری که مقدار کاهش وزن در تیمار بدون کیتوزان ۶۳٪ نسبت به کیتوزان ۲٪ بیشتر بود. مقایسه میانگین اثر پوشش پلاستیکی بر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده (جدول ۲) نشان داد، کم‌ترین کاهش وزن مربوط به پوشش پلاستیکی BOPP35µ (۰/۷۵٪) بود که اختلاف معنی‌داری با پوشش‌های پلاستیکی CPP25µ، BOPP25µ و PE65µ نداشت. بیشترین مقدار کاهش وزن نیز مربوط به پوشش پلاستیکی شاهد بود (۱۴/۵۶٪) که با سایر پوشش‌های بسته‌بندی اختلاف معنی‌داری نشان داد. مقایسه میانگین اثر مدت انبارمانی (جدول ۳) نشان داد، کاهش وزن قارچ‌ها با گذشت زمان به طور معنی‌داری افزایش یافت و مقدار میانگین محاسبه شده در تمامی زمان‌ها با هم اختلاف معنی‌داری داشتند. برهمکنش پوشش پلاستیکی و کیتوزان (شکل ۱) نشان داد که کم‌ترین کاهش وزن مربوط به پوشش پلاستیکی µ BOPP35 و کیتوزان ۲٪ (۰/۴۶٪) بود که با پوشش‌های پلاستیکی CPP25µ، BOPP25µ و PE65µ تفاوت معنی‌داری نداشت. بیشترین کاهش وزن مربوط به تیمار بدون استفاده از کیتوزان و با پوشش سلفون (شاهد) (۱۷/۰۳٪) بود که با سایر پوشش‌های پلاستیکی اختلاف معنی‌داری نشان داد. برهمکنش کیتوزان و مدت انبارمانی بر روی کاهش وزن (جدول ۴) نشان داد که افزایش غلظت کیتوزان روند افزایشی کاهش وزن را در زمان انبارمانی کاهش داد به گونه‌ای که پس از ۲۸ روز کم‌ترین کاهش وزن مربوط به کیتوزان ۲٪ (۶/۳۱٪) بود که با سایر غلظت‌های کیتوزان در مدت ۲۸ روز تفاوت معنی‌داری نشان داد. بیشترین کاهش وزن پس از ۲۸ روز مربوط به تیمار بدون کیتوزان (۸/۳۸٪) بود که با دیگر غلظت‌های کیتوزان تفاوت معنی‌داری داشت. بین کیتوزان ۰/۵ و ۱٪ هم پس از ۲۸ روز انبارمانی تفاوت معنی‌داری دیده نشد. برهمکنش پوشش پلاستیکی و مدت انبارمانی (جدول ۵) نشان داد کاهش وزن پس از ۲۸ روز انبارمانی در پوشش پلاستیکی PE65µ کم‌تر از سایر پوشش‌های پلاستیکی بود که اختلاف معنی‌داری با CPP25µ و BOPP25µ نداشت.

pH عصاره

مقایسه میانگین اثر غلظت‌های مختلف کیتوزان بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی قارچ تکمه‌ای در مدت نگهداری در انبار سرد نشان داد (جدول ۱)، کم‌ترین pH عصاره در قارچ‌های تیمار شده با غلظت کیتوزان ۲٪ (۶/۷۱٪) مشاهده شد که با سایر غلظت‌های کیتوزان به جز کیتوزان ۱٪ اختلاف معنی‌داری نشان داد. بیشترین مقدار pH عصاره نیز در تیمار بدون کیتوزان (۶/۹۵٪) مشاهده شد که با سایر غلظت‌های کیتوزان اختلاف معنی‌داری نشان داد. اما بین کیتوزان ۰/۵ و ۱٪ اختلاف معنی‌داری دیده نشد. مقایسه میانگین اثر پوشش پلاستیکی (جدول ۲) نشان داد، کم‌ترین pH عصاره مربوط به پوشش پلاستیکی BOPP35µ (۶/۷۵٪) بود که اختلاف معنی‌داری با CPP25µ، BOPP25µ و PE65µ نداشت. بیشترین مقدار pH عصاره نیز مربوط به پوشش پلاستیکی شاهد بود (۶/۹۵٪) که با سایر پوشش‌های پلاستیکی به جز CPP25µ اختلاف معنی‌داری نشان داد. مقایسه میانگین اثر مدت انبارمانی نشان داد (جدول ۳)، همان طور که انتظار می‌رفت pH عصاره قارچ‌ها با گذشت زمان افزایش یافت. بین زمان‌های ۱۴ و ۲۱ روز پس از شروع آزمایش مقدارهای میانگین محاسبه شده با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند اما بقیه زمان‌ها با هم تفاوت معنی‌داری نشان دادند.

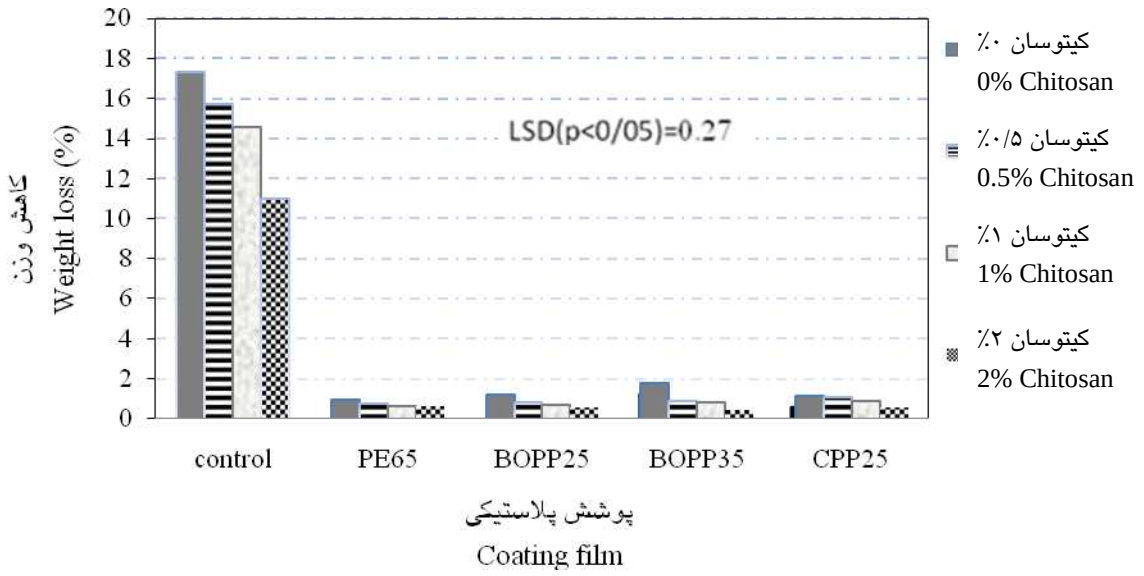

Fig. 1. Interaction between different coating films and chitosan concentrations on weight loss of mushroom.

شکل ۱- برهمکنش پوشش‌های پلاستیکی مختلف و غلظت‌های کیتوزان بر کاهش وزن قارچ خوراکی تکمه‌ای.

†Contorol (packed in Selefon), PE65 (Poly Ethylene 65 µ), BOPP25 (Biaxially Oriented Polypropylene 25 µ), BOPP35 (Biaxially Oriented Polypropylene 35 µ), CPP25 (Cast Polypropylene 25 µ).

† شاهد (بسته‌بندی در سلفون)، PE65 (پوشش پلی‌اتیلن با ضخامت ۶۵ میکرون)، BOPP25 (پوشش بی‌اکسیلاری‌اریئنت‌پلی‌پروپیلن با ضخامت ۲۵ میکرون)، BOPP35 (پوشش بی‌اکسیلاری‌اریئنت‌پلی‌پروپیلن با ضخامت ۳۵ میکرون)، CPP25 (پوشش کست‌پلی‌پروپیلن با ضخامت ۲۵ میکرون).

اسیدیته قابل تیتراسیون

مقایسه میانگین اثر غلظت‌های مختلف کیتوزان بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی قارچ تکمه‌ای در مدت نگهداری در انبار سرد نشان داد (جدول ۱)، بیشترین اسیدیته قابل تیتراسیون در قارچ‌های تیمار شده با غلظت کیتوزان ۲٪ (۲/۷۳ گرم در صد میلی‌لیتر عصاره) مشاهده شد که با سایر غلظت‌های کیتوزان اختلاف معنی‌دار نشان داد. کم‌ترین مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون نیز در تیمار بدون کیتوزان (۲/۲۴ گرم در صد میلی‌لیتر عصاره) مشاهده شد که با سایر پوشش‌های بسته‌بندی تفاوت معنی‌داری داشت. بیشترین اسیدیته قابل تیتراسیون مربوط به پوشش پلاستیکی BOPP35µ (۲/۷۴ گرم در صد میلی‌لیتر عصاره) بود که اختلاف معنی‌داری با سایر پوشش‌های پلاستیکی به جز PE65µ داشت (جدول ۲). کم‌ترین مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون نیز مربوط به پوشش پلاستیکی شاهد بود (۲/۱۸ گرم در صد میلی‌لیتر عصاره) که با سایر پوشش‌های پلاستیکی به جز CPP25µ اختلاف معنی‌دار نشان داد. بین پوشش پلاستیکی PE65µ و BOPP25µ اختلاف معنی‌داری دیده نشد. نتیجه‌های جدول مقایسه میانگین اثر مدت انبارمانی (جدول ۳) نشان داد، اسیدیته قابل تیتراسیون قارچ‌ها با گذشت زمان به طور معنی‌داری کاهش یافت، و این کاهش به گونه‌ای است که مقدار میانگین محاسبه شده در تمامی زمان‌ها با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند. برهمکنش کیتوزان و مدت انبارمانی بر اسیدیته قابل تیتراسیون قارچ نشان داد (جدول ۴) با افزایش زمان انبارمانی اسیدیته قابل تیتراسیون کاهش می‌یابد اما با افزایش غلظت کیتوزان این روند کم‌تر کاهش می‌یابد به گونه‌ای که پس از ۲۸ روز بیشترین اسیدیته قابل تیتراسیون مربوط به کیتوزان ۲٪ (۲/۰۶ گرم در صد میلی‌لیتر عصاره) بود که با سایر غلظت‌های کیتوزان به جز کیتوزان ۱٪ تفاوت معنی‌داری نشان داد. کم‌ترین اسیدیته قابل تیتراسیون پس از ۲۸ روز مربوط به تیمار بدون

کیتوزان (۱/۵۱ گرم در صد میلی‌لیتر عصاره) بود. که با دیگر غلظت‌های کیتوزان به جز کیتوزان ۰/۵٪ تفاوت معنی‌داری داشت. بین کیتوزان ۰/۵ و ۱٪ و همچنین بین کیتوزان ۰/۵ و بدون کیتوزان هم پس از ۲۸ روز انبارمانی تفاوت معنی‌داری دیده نشد. برهمکنش پوشش پلاستیکی و مدت انبارمانی (جدول ۵) نشان داد که کاهش اسیدیته قابل تیتراسیون در مدت ۲۸ روز انبارمانی در پوشش پلاستیکی PE65 کم‌تر از سایر پوشش‌های پلاستیکی (۲/۱۷ گرم در صد میلی‌لیتر عصاره) بود که اختلاف معنی‌داری با پوشش‌های پلاستیکی BOPP25µ و BOPP35µ نداشت اما با پوشش پلاستیکی شاهد و CPP25µ اختلاف معنی‌دار نشان داد. کم‌ترین مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون نیز مربوط به پوشش پلاستیکی شاهد (۱/۲۷گرم در صد میلی‌لیتر عصاره) بود که با سایر پوشش‌های پلاستیکی به جز پوشش پلاستیکی CPP25µ اختلاف معنی‌دار نشان داد.

مادههای جامد محلول

جدول مقایسه میانگین اثر پوشش پلاستیکی (جدول ۲) نشان داد، بیشترین مقدار مادههای جامد محلول مربوط به پوشش پلاستیکی BOPP35µ (۴/۴۹٪) بود که اختلاف معنی‌داری با پوشش پلاستیکی PE65µ نداشت. کم‌ترین مقدار مادههای جامد محلول نیز مربوط به پوشش پلاستیکی شاهد بود (۴/۱۷٪) که با سایر پوشش‌های پلاستیکی اختلاف معنی‌داری نشان داد. بین پوشش پلاستیکی CPP25µ و BOPP25µ تفاوت معنی‌داری دیده نشد. مقدار مادههای جامد محلول قارچها با گذشت زمان به طور معنی‌داری کاهش یافت و این کاهش به گونه‌ای بود که مقدارهای میانگین محاسبه شده در تمامی زمان‌ها با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۴). برهمکنش پوشش بسته‌بندی و کیتوزان بر مادههای جامد محلول (شکل ۲) نشان داد که بیشترین مقدار مادههای جامد محلول پس از ۲۸ روز مربوط به پوشش پلاستیکی BOPP35µ و کیتوزان ۲٪ (۴/۵۳٪) بود که با سایر پوشش‌های پلاستیکی به جز CPP25µ تفاوت معنی‌داری نداشت. کم‌ترین مقدار مادههای جامد محلول پس از ۲۸ روز مربوط به تیمار شاهد و بدون کیتوزان (۴/۳۱٪) بود که با سایر پوشش‌های پلاستیکی اختلاف معنی‌داری نشان نداد. برهمکنش کیتوزان و مدت انبارمانی (جدول ۵) نشان داد بیشترین مقدار مادههای جامد محلول پس از ۲۸ روز انبارمانی، در کیتوزان ۲٪ (۳/۵۱٪) مشاهده شد، که با سایر غلظت‌های کیتوزان به جز تیمار بدون کیتوزان تفاوت معنی‌داری نشان نداد. کم‌ترین مقدار مادههای جامد محلول پس از ۲۸ روز مربوط به تیمار بدون کیتوزان (۲/۷۹٪) بود، که با دیگر غلظت‌های کیتوزان تفاوت معنی‌داری داشت.

پوسیدگی

مقایسه میانگین اثر غلظت‌های مختلف کیتوزان بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی قارچ تکمه‌ای در مدت نگهداری در انبار سرد (جدول ۱) نشان داد، کم‌ترین درصد پوسیدگی در قارچ‌های تیمار شده با غلظت کیتوزان ۰/۵، ۱ و ۲٪ (۰٪) مشاهده شد. بیشترین درصد پوسیدگی نیز در تیمار بدون کیتوزان (۳/۱۹٪) مشاهده شد که با سایر پوشش‌های پلاستیکی تفاوت معنی‌داری داشت. مقایسه میانگین اثر پوشش‌های پلاستیکی (جدول ۲) نشان داد، کم‌ترین درصد پوسیدگی مربوط به پوشش پلاستیکی BOPP35µ (۰/۸۹٪) بود که اختلاف معنی‌داری با سایر پوشش‌های پلاستیکی نشان داد. بیشترین درصد پوسیدگی نیز مربوط به پوشش پلاستیکی شاهد بود (۱/۱۲٪) که با سایر پوشش‌های پلاستیکی به جز PE65µ اختلاف معنی‌داری نشان داد. بین پوشش پلاستیکی CPP25µ و µ BOPP25 تفاوت معنی‌داری دیده نشد. مقایسه میانگین اثر مدت انبارمانی (جدول ۳) نشان داد، درصد پوسیدگی قارچها پس از ۲۱ روز نگهداری در انبار افزایش یافت و مقدارهای میانگین محاسبه شده در زمان‌های قبل از آن با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند. برهمکنش پلاستیک پوششی و کیتوزان (شکل ۳) نشان داد که، کم‌ترین درصد پوسیدگی مربوط به تیمار دارای کیتوزان (۰/۷۱٪) بود که بین غلظت‌های مختلف کیتوزان در مدت نگهداری در انبار تفاوت معنی‌داری دیده نشد اما بین پوشش‌های پلاستیکی تفاوت معنی‌داری وجود داشت. بیشترین درصد پوسیدگی مربوط به تیمار شاهد و بدون کیتوزان (۲/۳۶٪) بود که با سایر پوشش‌های نازک پلاستیکی اختلاف

معنی‌دار نشان داد. برهمکنش کیتوزان و مدت انبارمانی (جدول ۴) نشان داد با افزایش زمان انبارمانی درصد پوسیدگی به طور ناگهانی از روز ۲۱ افزایش یافت و افزایش غلظت کیتوزان بر روی درصد پوسیدگی بی‌تأثیر بود. به گونه‌ای که پس از ۲۸ روز کم‌ترین درصد پوسیدگی مربوط به تیمار دارای کیتوزان (۰٪) بود که با سایر غلظت‌های کیتوزان تفاوت معنی‌داری نشان نداد. بیشترین درصد پوسیدگی پس از ۲۸ روز مربوط به تیمار بدون کیتوزان (۴۵/۱۹٪) بود. برهمکنش پوشش پلاستیکی و مدت انبارمانی (جدول ۵) نشان داد که پوسیدگی در پوشش پلاستیکی BOPP35µ کم‌تر از سایر پوشش‌های پلاستیکی بود که اختلاف معنی‌داری با سایر پوشش‌های پلاستیکی داشت. بیشترین درصد پوسیدگی نیز مربوط به پوشش پلاستیکی شاهد بود که با سایر پوشش‌های پلاستیکی اختلاف معنی‌داری نشان داد. بین پوشش پلاستیکی CPP25µ و BOPP25µ تفاوت معنی‌داری دیده نشد.

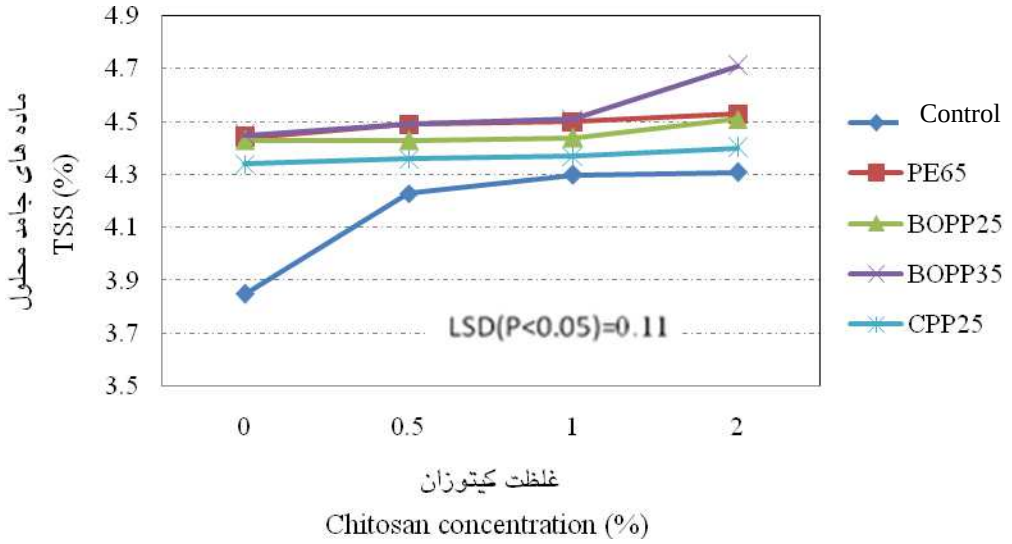

Fig. 2. Interaction between different coating films and chitosan concentrations on TSS of mushroom.

شکل ۲- برهمکنش پوشش‌های پلاستیکی مختلف و غلظت‌های کیتوزان بر مقدار ماده‌های جامد محلول قارچ خوراکی تکمه‌ای.

†Contorol (packed in Selefon), PE65 (Poly Ethylene 65 µ), BOPP25 (Biaxially Oriented Polypropylene 25 µ), BOPP35 (Biaxially Oriented Polypropylene 35 µ), CPP25 (Cast Polypropylene 25 µ).

† شاهد (بسته‌بندی در سلفون)، PE65 (پوشش پلی‌اتیلن با ضخامت ۶۵ میکرون)، BOPP25 (پوشش بی‌اکسیلاری‌اریئنتت‌پلی‌پروپیلن با ضخامت ۲۵ میکرون)، BOPP35 (پوشش بی‌اکسیلاری‌اریئنتت‌پلی‌پروپیلن با ضخامت ۳۵ میکرون)، CPP25 (پوشش کست‌پلی‌پروپیلن با ضخامت ۲۵ میکرون).

بحث

نتیجه‌های حاصل از این پژوهش نشان داد که استفاده از کیتوزان با غلظت ۲٪ تمام ویژگی‌های اندازه‌گیری شده قارچ از جمله سفتی بافت، ماده‌های جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، کاهش وزن و پوسیدگی را در همه پوشش‌های نازک مورد بررسی بهبود بخشید.

در پژوهش‌های قبلی گزارش شده است که استفاده از کیتوزان باعث افزایش عمرانباری می‌شود (۱۳، ۱۸) که با نتیجه‌های پژوهش حاضر همسو است. نتیجه‌های پژوهش‌های غلام‌پورفرد و همکاران (۱۰) نشان داد که غلظت ۲٪ کیتوزان باعث افزایش مقدار اسکوربیک اسید، ماده‌های جامد محلول، فنل و کلروفیل و افزایش عمرانباری

فلفل‌دلمه‌ای در مدت نگهداری در انبار شد. در این پژوهش نیز کیتوزان ۲٪ باعث افزایش ماده‌های جامد محلول و عمر انباری قارچ شد. در سایر میوه‌ها مثل زغال اخته و انگور نیز کیتوزان اثر مثبت در جلوگیری از کاهش وزن داشته است (۹، ۱۴). جیانگ و همکاران (۱۳) نیز با آزمایش کیتوزان بر روی قارچ شی‌تاکه دریافتند که پوشش خوراکی کیتوزان در مقایسه با شاهد توانست کیفیت قارچ و همچنین عمرانبارمانی آن را در مدت ۱۶ روز نگهداری در انبار سرد حفظ کند. پژوهشگرهای زیادی نیز تأثیر کیتوزان را روی مقدار پوسیدگی بررسی کردند. آن‌ها گزارش کردند کیتوزان باعث کاهش پوسیدگی می‌شود (۷، ۱۳، ۲۱).

در این پژوهش از بین پوشش‌های پلاستیکی مورد استفاده، پلاستیک پوششی BOPP ۳۵ میکرون در مقایسه با سایر پوشش‌ها توانست پوسیدگی و کاهش وزن را به کمینه برساند و سفتی بافت را بهبود بخشد. در پژوهش زینگ و همکاران (۲۰) بیان شد که پلاستیک پوششی BOPP در مقایسه با پلاستیک‌های پوششی دیگر، باعث بهبود تمامی ویژگی‌های اندازه‌گیری و در نتیجه افزایش عمرانبارمانی قارچ خوراکی شی‌تاکه در دمای ۴ درجه سلسیوس شد که با نتیجه‌های این پژوهش در مورد قارچ تکمه‌ای هم‌خوانی دارد. هان و همکاران (۱۱) عنوان کردند که در چهار ضخامت مختلف پلاستیک پوششی PE به همراه اتمسفر تغییر یافته، پوشش ۰/۰۵ میلی‌متر PE بهترین اثر را در حفظ کیفیت انباری و پس از برداشت قارچ خوراکی شی‌تاکه داشت. زی‌هانگ و همکاران (۱۹) با استفاده از ضخامت‌های مختلف پوشش پلاستیکی PE باعث جلوگیری از کاهش وزن و حفظ کیفیت قارچ صدفی شدند.

منابع References

۱. پیوست، غ. ۱۳۸۴. سبزیکاری. انتشارات دانش پذیر. رشت. ۵۷۷ ص.

۲. فارسی، م. و ح.ر. پوریان فر. ۱۳۹۰. پرورش و اصلاح قارچ خوراکی تکمه‌ای سفید. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. مشهد. ۲۷۵ ص.

3. Ardakani, M.D., Y. Mostofi and R. Hedayatnejad. 2010. Study on the effects of chitosan in preserving some qualitative factors of table grape (*Vitis vinifera*). Acta Hort. 877:739-742.
4. Ares, G., C. Lareo and P. Lema. 2007. Modified atmospher packaging for postharvest storade of mushrooms. Fresh Product 1:32-40.
5. Bautista-Banos, S., A.N. Hernandez-Lauzardo, M.G. Velazquez-del Valle, M. Hernandez-Lo pez, E. Ait Barka, E. Bosquez-Molina and C.L.Wilson. 2006. Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. Crop Protect. 25:108-118.
6. Chi, S., S. Zivanovic, J. Weiss and F.A. Draughon. 2003. Antimicrobial properties of chitosan films enriched with essential oils. Food Microbiology: Control of food borne microorganisms by antimicrobials IFT Annual Meeting –Chicago Chicago, 18-21.
7. Chien, P.J., F. Sheu and F.H. Yang. 2007. Effects of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit. J. Food Eng. 78:225-229.

8. Coma, V., A. Martial-Gros, S. Garreau, A. Copinet, F. Salin and A. Deschamps. 2002. Edible antimicrobial films based on chitosan matrix. J. Food Sci. 67:1162-1169.
9. Duan, J., R. Wu, B.C. Strik and Y. Zhao. 2011. Effect of edible coatings on the quality of fresh blueberries (Duke and Elliott) under commercial storage conditions. Postharvest Biol. Technol. 59:71-79.
10. Gholampour Fard, K., S. Kamari, M. Ghasemnezhad and R.F.Ghazvini. 2010. Effect of chitosan coating on weight loss and postharvest quality of green pepper (*Capsicum annum* L.) fruits. Acta Hort. 877:821-826.
11. Han, I., Z. Jiang and S. Jiao. 2010. Effects of modified atmosphere packaging of PE film with different thickness on quality of *Pleurotus nebrodensis*. Adv. Mater. Res. 156:371-374.
12. Jayathunge, L. and C. Iiieperuma. 2005. Extention of postharvest life of oytser mushroom by modified atmosphere packaging technique. J. Food Sci. 70:573-578.
13. Jiang, T., L. Feng and X. Zheng. 2012. Effect of chitosan coating enriched with thyme oil on postharvest quality and shelf life of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*). J. Agr. Food Chem. 60:188-196.
14. Meng, X., B. Li, J. Liu and S. Tian. 2008. Physiological responses and quality attributes of table grape fruit to chitosan preharvest spray and postharvest coating during storage. Food Chem. 106:501-508.
15. Nerya, O., R. Ben-Arie, T. Luzzatto, R. Musa, S. Khativ and J. Vaya. 2006. Prevention of *Agaricus bisporus* postharvest browning with tyrosinase inhibitors. Postharvest Biol. Technol. 39:272-277.
16. Singh, P., H.C. Langowski, A. AbasWani and S. Saengerlaub. 2010. Recent advances in extending the shelf life of fresh *Agaricus* mushrooms: a review. J. Sci. Food Agr. 90:1393-1402.
17. Singla, R., A. Ganguli and M. Ghosh. 2012. Physicochemical and nutritional characteristics of organic acid-treated button mushrooms (*Agaricus bisporous)*. Food Bioprocess Tech. 5:808-815.
18. Wong, D.W.S., F.A. Gastineau, K.S. Gregorski, S.J. Tillin and E. Pavalth. 1992. Chitosan lipid films: microstructure and surface energy. J. Agr. Food Chem. 40:540-544.
19. Xi Hong, L., Y. Yuan Li, L. Zhang and X.L. Wang. 2010. Effects of modified atmosphere packaging of PE film with different thickness on quality of *Pleurotus nebrodensis*. Adv. Mater. Res. 156:371-374.

20. Xing, Z., Y. Wang, Z. Feng and Q. Tan. 2008. Effect of different packaging films on postharvest quality and selected enzyme activities of *Hypsizygus marmoreus* mushrooms. J. Agr. Food Chem. 56:11838-11844.
21. Zhang, H., R. Li and W. Liu. 2011. Effects of chitin and its derivative chitosan on postharvest decay of fruits: a Review. Int. J. Mol. Sci. 12:917-934.