مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی/جلد ۱۵/ شماره ۳/سال ۱۳۹۳/ص ۱۲-۱

اثر نوع پوشش بسته‌بندی و مواد رطوبت‌گیر بر عمر نگهداری قارچ دکمه‌ای

نیره کریمی، لاله مشرف* و سعید ملک**

* نگارنده مسئول: اصفهان، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، ص. پ. ۱۹۹- ۸۱۷۸۵، تلفن: ۳۷۷۶۰۰۶۱(۰۳۱)، پیام‌نگار: mosharaf@ag.iut.ac.ir

** به‌ترتیب فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد دانشگاه منابع طبیعی و علوم کشاورزی گرگان؛ استادیار؛ و عضو هیأت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان

تاریخ دریافت: ۹۲/۳/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۲/۱۳

چکیده

در این پژوهش تاثیر نوع پوشش بسته‌بندی در سه سطح (پلی‌وینیل‌کلرید شفاف، پلی‌وینیل‌کلرید کشسان و پلی‌پروپیلن دو طرف جهت‌دار شده)، در مجاورت مواد رطوبت‌گیر در ۵ سطح شامل سیلیکاژل (۲/۵ و ۱/۲۵گرم)، کلرید سدیم (۲/۵ و ۱/۲۵ گرم)، سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم) به‌همراه ابر اسفنجی و زمان نگهداری در سه سطح (صفر، ۸ و ۱۶ روز) بر خصوصیات کمی و کیفی قارچ دکمه‌ای بررسی شد. این خصوصیات شامل کاهش وزن، مقدار روشنایی و پذیرش کلی پس از نگهداری در دمای ۲±۵ درجه سلسیوس است که در یک طرح کاملا تصادفی، در قالب آزمایش فاکتوریل و در ٦ تکرار اجرا شد. نتایج نشان می‌دهد که کمترین و بیشترین کاهش وزن به‌ترتیب در نمونه‌های با پوشش بسته‌بندی پروپیلن دو طرف جهت‌دار شده و پلی‌وینیل کلرید شفاف به‌دست آمده است. بیشترین مقدار روشنایی مربوط به سیلیکاژل (۲/۵ گرم) با پوشش بسته‌بندی پروپیلن دو طرف جهت‌دار بود. پوشش بسته‌بندی با پلی‌وینیل کلرید کشسان دارای کاهش وزن بالا و کمترین مقدار روشنایی بود. پذیرش کلی سیلیکاژل (۲/۵ گرم) با پوشش بسته‌بندی پروپیلن دو طرف جهت‌دار بهترین امتیاز را کسب نمود.

واژه‌های کلیدی

پوشش بسته‌بندی، عمر نگهداری، قارچ دکمه‌ای، مواد رطوبت‌گیر

مقدمه

تولید و مصرف قارچ دکمه‌ای[1] در سال‌های اخیر به‌طور چشمگیری افزایش یافته است. عمر نگهداری این محصول در دمای محیط ۱ تا ۳ روز و در دمای یخچال ۸ تا ۱۰ روز است (Kim *et al.*, 2006). افزایش رطوبت محیط سبب تشدید رشد میکروارگانیسم‌ها و بد رنگی سطح کلاهک می‌شود و کاهش رطوبت به کاهش وزن، کاهش ارزش اقتصادی و ایجاد تغییرات نامطلوب در بافت قارچ می‌انجامد (Simon *et al.*, 2005; Mahajan *et al.*, 2008). کوتاه بودن عمر نگهداری قارچ مانعی بزرگ برای گسترش و بازاریابی آن به‌شمار می‌آید. بنابراین، حفظ کیفیت و طولانی‌تر کردن عمر نگهداری قارچ برای تولیدکننده و مصرف‌کننده بسیار مفید خواهد بود (Aguirre *et al.*, 2008; Taghizadeh *et al.*, 2010). امروزه قارچ‌های دکمه‌ای با پوشش پلی‌وینیل کلرید کشسان[2] بسته‌بندی و در دمای یخچال نگهداری می‌شوند. این پوشش سبب تأخیر اندیس رسیدگی[3] می‌شود اما به‌علت تجمع دی‌اکسید کربن ناشی از تنفس،

1- Agaricus Bisporus 2- Polyvinyl Chloride Stretch Film 3- Maturity Index

© 2016,The Author(s). Published by Agricultural Engineering Research Institute. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

قهوه‌ای شدن سطح کلاهک را افزایش می‌دهد (Mahajan *et al*., 2008). به‌طور کلی، بر خلاف گسترش تجاری بسته‌بندی تحت اتمسفر تغییر داده شده[1]، این روش به تنهایی در بهبود کیفیت نگهداری محصولات پس از برداشت موثر نیست. برای بهبود کارایی این روش و کنترل فعال غذا، فناوری بسته‌بندی فعال گسترش یافته است (Holley & Patel, 2005; Utto, 2008). شیرازی و همکاران (Shirazi & Cameron, 1992) از ۱۰ گرم سوربیتول، زایلیتول، سدیم‌کلرید، کلسیم‌کلرید در داخل بسته‌های حاوی میوه گوجه‌سبز (هر بسته حاوی ۷۰ تا ۹۰ گرم گوجه‌سبز) استفاده کردند. نتایج بررسی‌ها نشان داد که رطوبت نسبی داخل بسته‌ها پس از ۴۸ روز در دمای ۲۰ درجه سلسیوس برای سوربیتول، زایلیتول، سدیم‌کلرید، کلسیم‌کلرید به‌ترتیب در حدود ۷۵، ۸۰، ۷۵ و ۳۵ درصد است. در مطالعات ویلائیسکاسا و گیل (Villaescusa & Gil, 2003) نشان داده شده است که سوربیتول سبب ارتقای نشت و تخریب بافت می‌شود و سیلیکاژل، افت وزن قارچ را افزایش می‌دهد. بر اساس تحقیقات روی و همکاران (Roy *et al*., 1995) خاک مونت موریلونیت و سیلیکاژل سبب کاهش اندیس رسیدگی و افزایش میزان روشنایی در قارچ دکمه‌ای می‌شود و رنگ سطح کلاهک را بهبود می‌دهد. قارچ‌های حاوی خاک مونت‌موریلونیت و سیلیکاژل، نسبت به شاهد، بیشترین کاهش وزن را داشتند اما پس از ۹ روز نگهداری حداکثر کاهش وزن قارچ کمتر از ۱۰ درصد بود. بر اساس تحقیقات ماهاجان و همکاران (Mahajan *et al*., 2007)، قارچ‌های دکمه‌ای حاوی ۵ گرم مواد رطوبت‌گیر مخلوط (بنتونیت، سوربیتول و کلسیم‌کلرید)، نسبت به بسته‌های بدون مواد رطوبت‌گیر، پس از ۵ روز نگهداری در دمای ۱۰ درجه سلسیوس داری کمترین مقدار اندیس رسیدگی بودند و از لحاظ ویژگی‌های ظاهری بیشترین امتیاز را کسب کردند. این پژوهش نشان می‌دهد که مقدار مواد رطوبت‌گیر با توجه به نوع بسته‌بندی و مقدار محصول متغیر است. انتخاب صحیح مقدار ماده رطوبت‌گیر می‌تواند با کاهش قهوه‌ای شدن، سبب حفظ بهتر کیفیت و افزایش عمر نگهداری قارچ شود (Mahajan *et al*., 2007). ژیانگ و همکاران (Jiang *et al*., 2011) تاثیر پوشش پلی‌پروپیلن دو طرف جهت‌دار شده[2] را بر عمر نگهداری قارچ دکمه‌ای بررسی کردند و نتیجه گرفتند که این پوشش از انتشار اندامک‌های هوایی در سطح کلاهک جلوگیری می‌کند و سبب تاخیر در نرم شدن بافت می‌شود. همچنین، قارچ‌های بسته‌بندی شده با این پوشش در دوره نگهداری مقدار بیشتری پروتئین انحلال‌پذیر، قند و مالون دی‌آلدهید[3] داشتند.

هدف از این پژوهش، ارزیابی تاثیر نوع پوشش بسته‌بندی، نوع ماده رطوبت‌گیر و مدت زمان نگهداری بر ویژگی‌های کیفی و کمی قارچ دکمه‌ای است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، قارچ دکمه‌ای از یکی از گلخانه‌های اطراف اصفهان برداشت و پس از انتقال به آزمایشگاه به‌مدت ۱۲ ساعت برای بازیابی از استرس ناشی از تغییر محیط، در دمای یخچال نگهداری شد. قطر کلاهک قارچ‌های مورد آزمایش بین ۳۰ تا ۴۰ میلی‌متر بود و در غشای کلاهک آن هیچ‌گونه پارگی وجود نداشت. آزمایش شامل ۱۸ تیمار (۳ نوع پوشش به‌همراه ۵ ماده رطوبت‌گیر و یک شاهد برای هر پوشش) و ۶ تکرار بود. در هر بسته، ۱۰۰ گرم قارچ قرار داده شد و پس از قرار دادن ماده رطوبت‌گیر در بسته‌ها، بسته‌بندی انجام شد. تیمار شاهد بدون ماده رطوبت‌گیر در نظر گرفته شد. تمام تیمارها در یخچال (۲ ± ۵ درجه سلسیوس) نگهداری شدند. مواد رطوبت‌گیر مورد استفاده شامل سیلیکاژل (۲/۵ و ۱/۲۵

1-Modified Atmosphere Packaging
2-Biaxially Oriented Polypropylene
3- Malondialdehyde

گرم)، کلرید سدیم (۲/۵ و ۱/۲۵ گرم)، سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم) به‌همراه ابر اسفنجی و پوشش‌های مورد استفاده نیز شامل پلی‌وینیل کلرید شفاف[1] ۶/۵× ۱۳ × ۱۹ سانتی‌متر (به‌ترتیب طول، عرض، عمق)، پلی‌وینیل کلرید کشسان و پروپیلن دو طرف جهت‌دار شده (از شرکت شبنم اصفهان) بودند. برای بسته‌بندی قارچ با پوشش‌های پلی‌وینیل کلرید کشسان و پروپیلن دو طرف جهت‌دار شده ابتدا قارچ‌ها در سبدهای پلی‌استایرن[2] (PS) ۵/۲ ×۱۲× ۱۷ (به‌ترتیب طول، عرض، عمق) قرار داده و سپس بسته‌بندی شدند.

ارزیابی رنگ

رنگ کلاهک قارچ با استفاده از شاخص روشنایی ارزیابی شد. با استفاده از دوربین دیجیتال ۱۵ مگاپیکسل (Canon EOS 7D Jepan) و نرم‌افزار فتوشاپ ۸، مقدار روشنایی به‌دست آمد. در این ارزیابی عکس‌برداری در محفظه‌ای با زمینه سیاه و نورپردازی با لامپ تنگستن صورت گرفت. زاویه تابش نور با سطح افقی تصویر ۴۵ درجه بود. مقدار روشنایی (L) در محدوده صفر (برای بیشترین تیرگی) تا ۱۰۰ (برای بالاترین مقدار روشنایی) تغییر می‌کند (Farahnaky *et al*., 2009).

کاهش وزن

وزن قارچ قبل از بسته‌بندی (روز صفر)، پس از ۸ و ۱۶ روز نگهداری ثبت شد. سپس ۶ عدد قارچ به‌صورت تصادفی انتخاب و آزمون‌های کیفی روی آنها انجام گرفت. کاهش وزن اولیه قارچ صفر در نظر گرفته شد و کاهش وزن قارچ در هر یک از تیمارهای زمانی بر اساس آن محاسبه گردید.

ارزیابی حسی

ارزیابی حسی پذیرش کلی با حضور ۱۱ داور و با استفاده از روش آماری مقایسه چندگانه[3] (مقایسه تیمارها بین یکدیگر) صورت گرفت (Kramer & Twigg, 1996). امتیاز یک برای بهترین و امتیاز ۴ برای بدترین کیفیت ارزیابی شد. مجموع امتیازات اکتسابی هر نمونه ملاک تجزیه آماری نمونه‌ها برای تعیین بهترین تیمارها قرار گرفت.

یافته‌ها با استفاده از طرح فاکتوریل در قالب کاملا تصادفی ارزیابی شد. مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون دانکن و با استفاده از برنامه آماری SPSS 16.0 بررسی شد. اثر متقابل تیمارها، به‌کمک نرم‌افزار MSTAT در سطح آماری ۵ درصد بررسی شد.

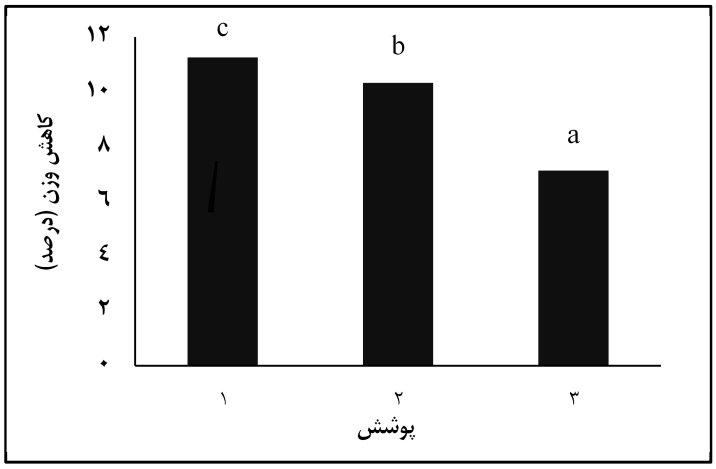
نتایج و بحث

به‌طور کلی وزن قارچ‌های دکمه‌ای با هر نوع پوشش بسته‌بندی، با افزایش مدت زمان نگهداری کاهش می‌یابد که دلیل آن تبخیر آب در اثر تنفس است (Taghizadeh *et al*., 2010). مقایسه میانگین‌های اثر پوشش بر کاهش وزن قارچ دکمه‌ای در شکل ۱ نشان می‌دهد که بیشترین کاهش وزن مربوط به پوشش پلی‌وینیل کلرید شفاف است و پوشش پروپیلن دو طرف جهت‌دار شده، به‌علت داشتن کمترین مقدار افت وزن نسبت به سایر پوشش‌ها، به‌عنوان بهترین پوشش انتخاب شد. این پوشش از لحاظ کاهش وزن نسبت به سایر پوشش‌ها تفاوت معنی‌داری دارد. این نتایج با یافته‌های گویلئوم و همکاران (Guillaume *et al*., 2010) همخوانی دارد. این محققان می‌گویند نفوذپذیری بالای پلی‌وینیل کلرید شفاف نسبت به بخار آب سبب کاهش وزن بالای قارچ می‌شود.

محققان گزارش داده‌اند به‌طور کلی با گذشت زمان رنگ سطح کلاهک قارچ دکمه‌ای از سفید به قهوه‌ای تغییر می‌کند که دلیل آن افزایش جمعیت میکروارگانیسم‌ها،

1- Clear Polyvinyl Chloride Box
2- Polystyrene
3- Multiple Comparison Test

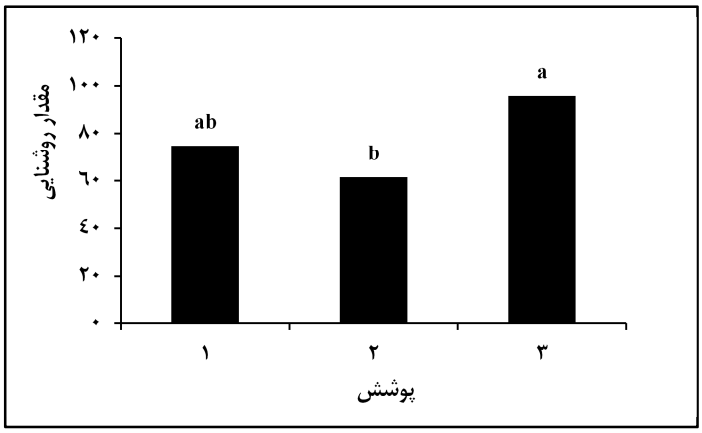
فعالیت آنزیم‌ها و ایجاد لکه‌های قهوه‌ای روی سطح کلاهک است (Guillaume *et al.*, 2010). نتایج حاصل از رنگ‌سنجی نشان می‌دهد که کمترین و بیشترین مقدار روشنایی به‌ترتیب به پوشش‌های پلی‌وینیل کلرید کشسان و پروپیلن دو طرف جهت‌دار شده اختصاص دارد (شکل ۲). جولیوت و همکاران (Jolivet *et al.*, 1998) نشان داده‌اند که مقدار بسیار بالای غلظت اکسیژن در پوشش پلی‌وینیل کلرید کشسان سبب افزایش جمعیت سودوموناس‌ها و تولید سم توسط آنها می‌شود. این سم با شکستن غشای سلول و خروج مواد داخل سلول واکنش بین تیروزین و ترکیبات فنولیک را موجب می‌شود و به‌علت ایجاد لکه‌های باکتریایی روی سطح کلاهک ارزش اقتصادی آن را کاهش می‌دهد. امروزه پوشش پلی‌وینیل کلرید کشسان در بسته‌بندی قارچ، استفاده گسترده می‌شود. درباره پوشش پروپیلن دو طرف جهت‌دار شده پژوهش‌ها اندک بوده است.



شکل ۱- اثر نوع پوشش بر درصد کاهش وزن قارچ دکمه‌ای

۱. پلی وینیل کلرید شفاف، ۲. پلی وینیل کلرید کشسان و ۳. پروپیلن دو طرف جهت‌دار

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

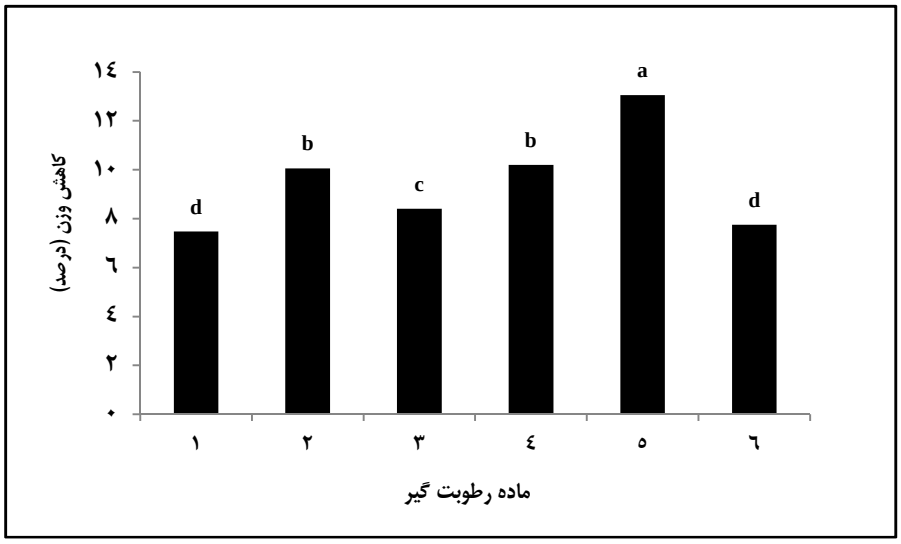


شکل ۲- اثر نوع پوشش بر مقدار سفیدی و تیرگی قارچ دکمه‌ای

۱. پلی وینیل کلرید شفاف، ۲. پلی وینیل کلرید کشسان و ۳. پروپیلن دو طرف جهت‌دار

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

در بین مواد رطوبت‌گیر مورد استفاده، بیشترین مقدار کاهش وزن مربوط به تیمار کلرید سدیم (۲/۵ گرم) است (شکل ۳). تیمارهای شاهد و سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم) از لحاظ افت وزن تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند و اختلاف معنی‌دار بین آنها به‌دلیل داشتن کمترین کاهش وزن با سایر تیمارها است. مقایسه این نتایج با یافته‌های ماهاجان و همکاران (Mahajan *et al*., 2008) همخوانی دارد.



شکل ۳- اثر نوع ماده رطوبت‌گیر بر مقدار کاهش وزن قارچ دکمه‌ای

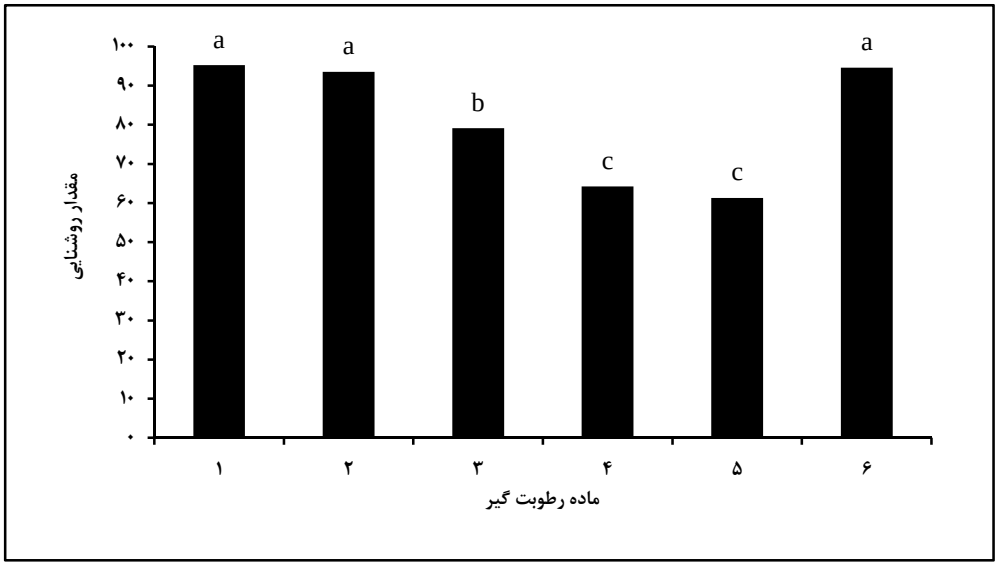
۱. سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم)، ۲. سیلیکاژل (۲/۵ گرم)، ۳. سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم) به‌همراه ابر اسفنجی، ۴. کلرید سدیم (۱/۲۵ گرم)، ۵. کلرید سدیم (۲/۵ گرم) و ۶. شاهد

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

شکل ۴ نشان می‌دهد که کمترین مقدار روشنایی مربوط به کلرید سدیم (۱/۲۵ و ۲/۵ گرم) است. این ماده رطوبت‌گیر به‌علت جذب سریع رطوبت در همان روزهای اول نگهداری، اشباع می‌شود و از آن پس قادر به جذب رطوبت اضافی محیط نخواهد بود. این عامل سبب افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها و قهوه‌ای شدن سطح کلاهک می‌شود (Mahajan *et al*., 2008). نتایج همچنین نشان می‌دهد که از لحاظ مقدار روشنایی سایر تیمارها با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند.

تاثیر متقابل پوشش و ماده رطوبت‌گیر بر ویژگی‌های کمی قارچ دکمه‌ای در جدول ۱ مشاهده می‌شود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که تیمار شاهد به‌همراه پوشش پروپیلن دو طرف جهت‌دار شده کمترین کاهش وزن (۴/۳ درصد) را دارند که دلیل آن نبود ماده رطوبت‌گیر و پایین بودن نفوذپذیری پروپیلن دو طرف جهت‌دار شده نسبت به بخار آب است؛ این دو تیمار نسبت به سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری دارند. جدول ۱ همچنین نشان می‌دهد که بیشترین مقدار افت وزن مربوط به سیلیکاژل (۲/۵ گرم) به‌همراه پلی‌وینیل کلرید کشسان است. دلیل این امر جذب بیش از حد رطوبت توسط سیلیکاژل (۲/۵ گرم) و نفوذپذیری بالای پلی‌وینیل کلرید کشسان نسبت به بخار آب است. این مشاهدات با یافته‌های ماهاجان و همکاران (Mahajan *et al*., 2008)

مطابقت دارد. بیشترین مقدار روشنایی به‌ترتیب مربوط به تیمار سیلیکاژل (۲/۵ گرم) به‌همراه پروپیلن دو طرف جهت‌دار شده و سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم) به‌همراه پوشش پروپیلن دو طرف جهت‌دار شده است و علت آن جذب رطوبت توسط سیلیکاژل و نامطلوب بودن شرایط داخل بسته برای رشد میکروارگانیسم‌ها است. بررسی‌ها همچنین نشان داد کلرید سدیم (۱/۲۵ و ۲/۵ گرم) به‌همراه پوشش پلی‌وینیل کلرید کشسان و پروپیلن دو طرف جهت‌دار شده نسبت به سایر تیمارها کمترین مقدار است و با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری دارد.



شکل ٤- اثر نوع ماده رطوبت‌گیر بر مقدار روشنایی قارچ دکمه‌ای

۱. سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم)، ۲. سیلیکاژل (۲/۵ گرم)، ۳. سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم) به همراه ابر اسفنجی، ۴. کلرید سدیم (۱/۲۵ گرم)، ۵. کلرید سدیم (۲/۵ گرم) و ۶. شاهد

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۲، تاثیر متقابل مدت زمان نگهداری و نوع پوشش بر کاهش وزن قارچ را نشان می‌دهد. کمترین مقدار کاهش وزن (۱۱/۳ درصد) پس از ۱۶ روز نگهداری مربوط به پوشش پروپیلن دو طرف جهت‌دار شده است و نسبت به دو پوشش دیگر تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد آزمون دانکن دارد (جدول ۲). به‌نظر می‌رسد علت کاهش وزن کمتر در پوشش پروپیلن دو طرف جهت‌دار شده، نسبت به سایر پوشش‌ها، مربوط به‌مقدار نفوذپذیری کم آن نسبت به بخار آب است. اثر متقابل مدت زمان نگهداری و نوع پوشش بر مقدار روشنایی قارچ دکمه‌ای نشان می‌دهد که تیمارهای بسته‌بندی شده با پوشش پلی‌پروپیلن دو طرف جهت‌دار شده بیشترین مقدار روشنایی را دارد. پوشش پروپیلن دو طرف جهت‌دار شده به‌علت نفوذپذیری کم نسبت به اکسیژن و دی‌اکسید کربن از فعالیت میکروارگانیسم‌ها جلوگیری می‌کند و این عامل تاثیر بسزایی بر مقدار روشنایی قارچ دکمه‌ای و در نتیجه حفظ رنگ سطح کلاهک در دوره نگهداری دارد. پوشش پلی‌وینیل کلرید کشسان در روز شانزدهم نسبت به روز اول نگهداری تاثیر قابل توجهی بر رنگ سطح کلاهک داشته و سبب قهوه‌ای شدن بیشتر کلاهک شده است، در حالی‌که تغییرات رنگ سطح کلاهک قارچ‌های بسته‌بندی شده با دو پوشش دیگر روند نسبتا یکنواختی دارند.

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر نوع پوشش و ماده رطوبت‌گیر بر کاهش وزن و مقدار روشنایی

نوع پوشش	ماده رطوبت‌گیر	میانگین شاخص‌های کمی	
		کاهش وزن (درصد)	مقدار روشنایی
سدیم‌کلرید شفاف	سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم)	۹/۳g	۹۵/۴۲a
	سیلیکاژل (۲/۵ گرم)	۹/۶f	۹۱/۲۳a
	سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم) به‌همراه ابر اسفنجی	۱۱/۶ e	۸۹/۱۲a
	کلرید سدیم (۱/۲۵ گرم)	۱۴/۵b	۶۱/۲۰e
	کلرید سدیم (۲/۵ گرم)	۱۳/۸b	۶۹/۱۹d
	شاهد	۱۱/۸d	۸۹/۳۲a
پلی‌وینیل کلرید کشسان	سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم)	۸/۲i	۷۱/۹۵c
	سیلیکاژل (۲/۵ گرم)	۱۵/۵a	۷۲/۳۲c
	سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم) به‌همراه ابر اسفنجی	۸/۴h	۷۹/۱۲b
	کلرید سدیم (۱/۲۵ گرم)	۸/۲i	۴۳/۲۴h
	کلرید سدیم (۲/۵ گرم)	۱۲/۸c	۵۱/۳۳g
	شاهد	۷/۱۰i	۸۸/۴۳a
پروپیلن دو طرف جهت‌دار شده	سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم)	۴/۹۰j	۹۷/۱۲a
	سیلیکاژل (۲/۵ گرم)	۵/۰۰j	۹۶/۹۳a
	سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم) به‌همراه ابر اسفنجی	۵/۲۰j	۸۹/۶۰a
	کلرید سدیم (۱/۲۵ گرم)	۷/۹۰g	۶۲/۷۸e
	کلرید سدیم (۲/۵ گرم)	۱۲/۵۰c	۵۵/۱۰f
	شاهد	۴/۳۰k	۹۴/۷۶a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر مدت زمان نگهداری و نوع پوشش بر کاهش وزن و مقدار روشنایی

مدت نگهداری (روز)	پوشش	شاخص کمی	
		کاهش وزن (درصد)	مقدار روشنایی
صفر	پلی‌وینیل کلرید شفاف	۰	۹۵/۳۴a
	پلی‌وینیل کلرید کشسان	۰	۹۱/۵۹a
	پروپیلن دو طرف جهت دار شده	۰	۹۶/۸۹a
۸	پلی‌وینیل کلرید شفاف	۱۱/۹d	۸۸/۲۱b
	پلی‌وینیل کلرید کشسان	۱۱/۶d	۸۱/۲۹b
	پروپیلن دو طرف جهت دار شده	۸/۸e	۸۷/۴b
۱۶	سدیم‌کلریدشفاف	۱۹/۱a	۶۶/۵۴d
	پلی‌وینیل کلرید کشسان	۱۷/۱b	۵۲/۷۱e
	پروپیلن دو طرف جهت‌دار شده	۱۱/۳c	۷۵/۷۱c

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

در جدول ۳ اثر متقابل روز و نوع ماده رطوبت‌گیر مقایسه شده است. کمترین مقدار کاهش وزن (۱۶/۴درصد) پس از ۱۶ روز نگهداری با استفاده از تیمار سیلیکاژل (۲/۵ گرم) به‌دست آمده است و نتایج با تیمارهای سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم) و سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم) به‌همراه ابر اسفنجی در سطح ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارد. اثر متقابل روز و نوع ماده رطوبت‌گیر بر مقدار روشنایی نشان می‌دهد که قارچ‌های حاوی سیلیکاژل (۲/۵ گرم) به‌علت جذب رطوبت محیط به‌طور معنی‌داری بیشتر از نمونه شاهد است. این نتایج با مشاهدات روی و همکاران (Roy *et al.*, 1995) مطابقت دارد. این پژوهش نشان می‌دهد که کمترین مقدار روشنایی قارچ‌ها پس از گذشت ۱۶ روز مربوط به تیمار بسته‌بندی به همراه ماده رطوبت‌گیر سدیم‌کلرید (۱/۲۵ و ۲/۵ گرم) است. مشاهدات همچنین نشان می‌دهد که پس از گذشت ۸ روز نگهداری، سدیم‌کلرید در اثر جذب بسیار زیاد رطوبت محیط، در آب حل می‌شود و به‌دلیل تماس با سطح قارچ و ایجاد فشار اسمزی، آب میان بافتی قارچ را خارج کرده و باعث لیز شدن سطح کلاهک قارچ شد. این عامل، رنگ سطح کلاهک را از سفیدی به قهوه‌ای تغییر می‌دهد. به‌همین علت است که مقدار روشنایی کلاهک قارچ‌های مربوط به تیمار بسته‌بندی به‌همراه ماده رطوبت‌گیر کلرید سدیم نسبت به نمونه شاهد کمتر گزارش شد.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر روز و نوع ماده رطوبت‌گیر بر کاهش وزن و مقدار روشنایی

مدت نگهداری (روز)	ماده رطوبت‌گیر	شاخص کمی	
		کاهش وزن (درصد)	مقدار روشنایی
صفر	سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم)	۰	۹۷/۷a
	سیلیکاژل (۲/۵ گرم)	۰	۹۳/۳۳a
	سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم) به همراه ابر اسفنجی	۰	۹۶/۰a
	کلرید سدیم (۱/۲۵ گرم)	۰	۹۴/۹۰a
	کلرید سدیم (۲/۵ گرم)	۰	۹۲/۰a
	شاهد	۰	۹۰/۹۰a
۸	سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم)	۸/۷i	۹۳/۰a
	سیلیکاژل (۲/۵ گرم)	۱۲/۲g	۹۰/۴۵a
	سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم) به‌همراه ابر اسفنجی	۱۰/۵h	۸۶/۲۵b
	کلرید سدیم (۱/۲۵ گرم)	۱۳/۱f	۶۲/۸e
	کلرید سدیم (۲/۵ گرم)	۱۵/۱e	۷۶/۰c
	شاهد	۸/۵i	۹۱/۰a
۱۶	سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم)	۱۷/۷d	۷۴/۳۰c
	سیلیکاژل (۲/۵ گرم)	۱۶/۴d	۸۲/۹۵b
	سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم) به‌همراه ابر اسفنجی	۱۷/۶d	۶۷/۷d
	کلرید سدیم (۱/۲۵ گرم)	۲۳/۲b	۵۳/۲g
	کلرید سدیم (۲/۵ گرم)	۲۴/۴a	۴۷/۲h
	شاهد	۲۱/۷c	۵۷/۰f

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

ارزیابی حسی

پذیرش کلی یکی از شاخص‌های مهم جهت سنجش بازاریابی قارچ دکمه‌ای است. در این آزمون تیمار سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم) به همراه پوشش پروپیلن دو طرف جهت‌دار شده در روز شانزدهم بیشترین امتیاز را توسط داوران کسب نمود و با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۴). سایر تیمارها از لحاظ کیفیت متوسط ارزیابی شدند.

جدول ٤- نتایج امتیاز پذیرش کلی در تیمارهای مختلف قارچ دکمه‌ای

پوشش	ماده رطوبت‌گیر	روز صفر	روز ۸	روز ۱۶
پلی‌وینیل‌کلرید شفاف	سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم)	۱۱a	۳۲b	۳۳b
	سیلیکاژل (۲/۵ گرم)	۱۱a	۲۰b	۳۳b
	سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم) به‌همراه ابر اسفنجی	۱۱a	۲۰b	۳۳b
	کلرید سدیم (۱/۲۵ گرم)	۱۱a	۳۳b	۴۴b
	کلرید سدیم (۲/۵ گرم)	۱۱a	۲۱b	۴۳b
	شاهد	۱۱a	۳۳b	۳۳b
پلی‌وینیل‌کلرید کشسان	سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم)	۲۲b	۲۲b	۳۳b
	سیلیکاژل (۲/۵ گرم)	۲۱b	۲۱b	۳۳b
	سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم) به‌همراه ابر اسفنجی	۲۰b	۲۰b	۳۳b
	کلرید سدیم (۱/۲۵ گرم)	۲۱b	۴۴b	۴۴b
	کلرید سدیم (۲/۵ گرم)	۱۱a	۴۳b	۴۴b
	شاهد	۳۱b	۳۳b	۳۳b
پروپیلن دو طرف جهت‌دار شده	سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم)	۱۱a	۱۱a	۱۱a
	سیلیکاژل (۲/۵ گرم)	۱۱a	۱۱a	۲۲b
	سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم) به‌همراه ابر اسفنجی	۱۱a	۲۲b	۳۲b
	کلرید سدیم (۱/۲۵ گرم)	۱۱a	۱۱a	۳۱b
	کلرید سدیم (۲/۵ گرم)	۱۱a	۱۱a	۳۲b
	شاهد	۱۱a	۲۱b	۲۱b

a. کیفیت مطلوب، b. کیفیت متوسط و c. کیفیت بد

نتیجه‌گیری

در این تحقیق اثر سه نوع پوشش بسته‌بندی به‌همراه ۵ نوع ماده رطوبت‌گیر (به‌صورت خالص یا ترکیب) بر افزایش عمر نگهداری قارچ دکمه‌ای ارزیابی شد. نتایج حاصل از اثر اصلی و اثر متقابل فاکتورهای زمان، پوشش و نوع ماده رطوبت‌گیر نشان می‌دهد که پوشش پروپیلن دو طرف جهت‌دار به‌همراه سیلیکاژل (۲/۵ گرم) نسبت به سایر تیمارها دارای کمترین مقدار کاهش وزن و بیشترین مقدار روشنایی است ضمن آنکه قارچ‌های تیمار شده با این روش تا بیش از ۱۶ روز قابلیت بازاریابی را حفظ می‌کنند. نتایج حاصل از ارزیابی حسی قارچ دکمه‌ای توسط داوران نیز نشان می‌دهد که تیمار سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم) به‌همراه پوشش پروپیلن دو طرف جهت‌دار شده پس از ۱۶ روز نگهداری از نظر پذیرش کلی بیشترین امتیاز را کسب کرده است.

مراجع

Aguirre, L., Frias, J. M., Ryan, C. B. and Grogan, H. 2008. Assessing the effect of product variability on the management of the quality of mushrooms (Agaricusbisporus). Postharvest Biol. Tec. 49, 247-254.

Farahnaky, A., Askari, H. and Mesbahi, G. R. 2009. The use of digital imaging for evaluating color changes of rutab during drying in a cabinet drier. J. Food Sci. Technol. 6(2): 43-52. (in Farsi)

Guillaume, C., Schwab, I. and Gontard, N. 2010. Biobased packaging for improving preservation of fresh common mushrooms (*Agaricusbisporus* L.). Innov. Food Sci. Emerg. Technol. 11, 690-696.

Holley, A. R. and Patel, D. 2005. Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. Food Microbiol. 22, 273-292.

Jiang, T., Zheng, X., Li, J. and Ying, T. 2011. Integrated application of nitric oxide and MAP to improve quality retention of button mushroom (*Agaricusbisporus*). Food Chem. 126, 1693-1699.

Jolivet, S., Arpin, N., Wichers, H. J. and Pellon, G. 1998. Agaricus bisporus browning: A review. Mycol. Res. 102, 1459-1483.

Kim, K. M., Park, H. J. and Hanna, M. A. 2006. Effect of modified atmosphere packaging on the shelf-life of coated, whole and sliced mushrooms. LWT-Food Sci. Technol. 39(4): 365-372.

Kramer, A. and Twigg, B. A. 1966. Quality Control for the Food Industry. AVI publishing Company Westport, C. T, U.S.A.

Mahajan, P. V., Oliveira, F. A. R. and Frias, J. 2007. Development of user friendly software for design of MAP for fresh and freshcut produce. Innov. Food Sci. Technol. 8(1): 84-92.

Mahajan, V. P., Motel, A. and Leonhard, A. 2008. Development of a moisture absorber for packaging of fresh mushrooms (*Agaricusbisporous*). Postharvest Biol. Tec. 48, 408-414.

Roy, S., Anantheswaran, R. C. and Beelman, R. B. 1995. Fresh mushroom quality as affected by MAP. Food Sci. 60(2): 334-340.

Shirazi, A. and Cameron, A. C. 1992. Controlling relative humidity in MAP of tomato fruit. HortScience. 27, 336-339.

Simon, A. and Gonzalez-Fandos, E. 2005. Ways of prolonging the shelf-life of fresh mushrooms. Mushroom Sci. 6, 463-474.

Taghizadeh, M., Gowen, A., Ward, P. and O'Donnell, C. P. 2010. Use of hyperspectral imaging for evaluation of the shelf-life of fresh white button mushrooms (*Agaricus bisporus*) stored in different packaging films. Innov. Food Sci. Technol. 11(3): 423-431.

Utto, W. 2008. Mathematical modeling of active packaging systems for horticultural product. Ph. D. Thesis. Massy University. New Zealand.

Villaescusa, R. and Gil, M. I. 2003. Quality improvement of Pleurotus Mushrooms by MAP and moisture absorbers. Postharvest Biol. Tec. 28, 169-179.

AERI JAER *Journal of Agricultural Engineering Research/Vol.15/No.3/2014/P:1-12*

Effect of Packaging Film and Moisture Absorbent Materials on the Shelf Life of Button Mushrooms

N. Karimi, L. Mosharraf* and S. Malek

*Corresponding author: Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Department, Esfahan Agricultural and Natural Resources Educational and Research Center, P. O. Box: 81785-199, Esfahan, Iran. Email: mosharaf@ag.iut.ac.ir
Received: 15 June 2013, Accepted: 3 May 2014

The present study examined the effect of packaging film on the quantitative and qualitative properties of button mushrooms. The three types of packaging tested were a clear polyvinyl chloride box, polyvinyl chloride stretch film and biaxially-oriented polypropylene film (BOPP). The five types of moisture absorbers examined were silica gel (2.5 g, 1.25 g), sodium chloride (2.5 g, 1.25 g), and silica gel (1.25 g) with spongy foam. The storage times tested were 0, 8 and 16 days. The characteristics of weight loss, retention of light coloration, and overall acceptability after storage at 5 ± 2 °C were investigated in a factorial experiment using a randomized complete block design with six replications. The results show that the BOPP film produced the least weight loss and the clear polyvinyl chloride box produced the highest weight loss. Silica gel (2.5 g) with BOPP film had the highest rating for retention of light coloration. Polyvinyl chloride stretch film recorded the greatest weight loss and the rating for light coloration. The combination of silica gel (2.5 g) with BOPP film produced the highest overall rating.

Keywords: Button Mushroom, Moisture Absorbent Materials, Packaging Film, Shelf Life