

تاثیر بسته‌بندی فعال بر خصوصیات کمی، کیفی و عمر نگهداری قارچ دکمه‌ای

نیره کریمی^۱، لاله مشرف^{۲*}، حمیدرضا قزوینی^۳

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه منابع طبیعی و علوم کشاورزی گرگان
۲. استادیار گروه تحقیقات مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان
* نویسنده مسئول (mosharaf@ag.iut.ac.ir)
۳. مربی گروه تحقیقات مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان

چکیده

در بسته‌بندی فعال، مواد فعال می‌توانند سبب تغییر ویژگی‌های حسی غذا شوند و یا شرایط داخل بسته را تغییر دهند. هدف از این مطالعه تعیین شرایط بهینه جهت نگهداری قارچ دکمه‌ای در بسته‌بندی فعال و مواد جاذب رطوبت مختلف است. پلی‌وینیل‌کلراید کشسان، پلی‌پروپیلن در دو طرف جهت‌گیری شده برای بسته‌بندی و سیلیکاژل ۱/۲۵ گرم، سیلیکاژل ۲/۵ گرم، ترکیب سیلیکاژل ۱/۲۵ گرم، سدیم کلرید ۱/۲۵ گرم، ترکیب سیلیکاژل ۱/۲۵ گرم، ابر اسفنجی به عنوان مواد جاذب رطوبت بر خصوصیات کمی و کیفی قارچ دکمه‌ای در زمان نگهداری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج خصوصیات کمی نشان داد پوشش پلی‌پروپیلن در دو طرف جهت‌گیری شده نسبت به پلی‌وینیل‌کلراید کشسان دارای افت وزن کمتری است. تیمارهای شاهد و سیلیکاژل ۱/۲۵ گرم به عنوان مواد جاذب رطوبت دارای کمترین افت وزنی بودند. نتایج اندیس رسیدگی نشان داد تیمارهای سیلیکاژل (۱/۲۵ و ۲/۵ گرم) با پوشش پلی‌پروپیلن در دو طرف جهت‌گیری شده نسبت به سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری داشته و بیشترین امتیاز را پس از ۸ روز کسب نمودند. کمترین امتیاز به پوشش پلی‌وینیل‌کلراید کشسان و تیمارهای ترکیبی در روز ۱۶م تعلق داشت.

واژه‌های کلیدی

بسته‌بندی فعال
جاذب رطوبت
خصوصیات کیفی
عمر نگهداری
قارچ دکمه‌ای

مقدمه

باغبانی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. طراحی سیستم‌های فعال به علت وجود انواع مختلف بسته‌بندی، نوع محصول، عوامل فعال و ترکیبات حمل‌کننده آن‌ها و در نهایت واکنش‌های مهمی که ممکن است بین این ترکیبات اتفاق افتد، بسیار پیچیده است (Utto, 2008; Bhat, 2013). طبق نظر این محققان مکانیسم‌های جذب‌کنندگی (حذف یک یا چند ترکیب از محیط داخلی) و رهاسازی (آزادسازی کنترل شده یک یا چند ترکیب فعال) جهت افزایش عمر نگهداری و کیفیت محصول فسادپذیر موثر است. مواد و کالاهای فعال می‌توانند

در زمینه محصولات باغبانی واژه‌ی فعال^۱ به سیستمی اطلاق می‌شود که جهت کنترل عوامل محیطی مانند میزان رطوبت و ترکیبات گازی اتمسفر مورد استفاده قرار می‌گیرد تا بدین وسیله رشد میکروارگانیسم‌ها، فیزیولوژی محصول و تاثیر عوامل فعال فرار در اتمسفر بسته‌بندی را کنترل نماید. در واقع سیستم بسته‌بندی فعال به علت مزایای قابل توجه در جلوگیری از کاهش کیفیت محصولات

1.Active

رسیدگی بودند و بهترین امتیاز را از لحاظ ویژگی‌های ظاهری توسط داوران کسب نمودند. این پژوهش نشان داد که مقدار مواد جاذب رطوبت با توجه به نوع بسته‌بندی و میزان محصول متغیر است و انتخاب صحیح این مقدار می‌تواند موجب کاهش میزان قهوه‌ای شدن سطح کلاهدک، حفظ کیفیت، و افزایش عمر نگهداری قارچ شود. Singh و همکاران (۲۰۰۴) جهت تاثیر بسته‌بندی فعال بر فلفل دلمه‌ای از کریستال‌های سیلیکاژل به عنوان مواد جاذب رطوبت استفاده نمودند. این محققان گزارش کردند عمر نگهداری فلفل‌های دلمه‌ای نگهداری شده با پوشش پلی‌پروپیلن به همراه مواد جاذب رطوبت سیلیکاژل (به عنوان بسته‌بندی فعال) ۴۹ روز، بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته ۴۲ روز و بسته‌بندی با پوشش پلی‌پروپیلن در یخچال ۲۱ روز بود. Jiang و همکاران (۲۰۱۱) تاثیر پوشش پلی‌پروپیلن در دو طرف جهت‌گیری شده^۴ را بر عمر نگهداری قارچ دکمه‌ای بررسی نمودند و نتیجه گرفتند که این پوشش از انتشار هیف‌های هوایی در سطح کلاهدک جلوگیری می‌کند و سبب تاخیر در نرم شدن بافت قارچ می‌شود. همچنین قارچ‌های بسته‌بندی شده با این پوشش دارای میزان پروتئین محلول، قند و مالون‌دی‌آلدهید بیشتری در طی عمر نگهداری بودند.

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

مواد و روش‌ها

مواد مورد استفاده در این تحقیق شامل سیلیکاژل (خریداری شده از شرکت مرک آلمان)، کلرید سدیم (خریداری شده از شرکت مرک آلمان) و ابر اسفنجی بودند. همچنین پوشش‌های بسته‌بندی پلی‌پروپیلن در دو طرف جهت‌گیری شده، پلی‌وینیل‌کلرید کشسان و پلی‌استیرن از شرکت شبنم اصفهان خریداری شد. این پژوهش به منظور بررسی تاثیر نوع پوشش نایلونی، نوع و مقدار مواد جاذب رطوبت بر عمر نگهداری

سبب تغییر ویژگی‌های حسی مواد غذایی شوند و یا شرایط داخل بسته را تغییر دهند که این مواد باید مورد تایید اداره نظارت بر مواد غذایی کشور باشند. در رابطه با بسته‌بندی فعال می‌توان از جاذب‌های اکسیژن و رطوبت به همراه سیستم اتمسفر تغییر یافته^۱ فعال یا غیرفعال استفاده نمود (Utto, 2008). عمر نگهداری قارچ دکمه‌ای در دمای محیط ۱ تا ۳ روز و در دمای یخچال ۸ تا ۱۰ روز است (Ares, et al., 2007; Kim et al., 2006). از علل اصلی فساد سریع قارچ‌ها می‌توان به فعالیت متابولیکی، شدت تنفس، تبخیر آب، قهوه‌ای شدن و تغییرات بافت اشاره نمود (Ares, et al., 2007). افزایش رطوبت محیط سبب تشدید رشد میکروارگانیسم‌ها و بد رنگی سطح کلاهدک شده و کاهش رطوبت منجر به کاهش وزن، کاهش ارزش اقتصادی و تغییرات نامطلوب بافت قارچ می‌گردد (Mahajan, et al., 2008; Simon, et al., 2005). بنابراین کوتاه بودن عمر نگهداری قارچ مانع بزرگی برای گسترش و بازاریابی آن به شمار می‌آید (Taghizadeh, et al., 2010; Aguirre, et al., 2008). Mahajan و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند پوشش پلی‌وینیل‌کلراید کشسان^۲ اگرچه سبب تأخیر در اندیس رسیدگی^۳ می‌شود اما به دلیل تجمع دی‌اکسیدکربن ناشی از تنفس در این پوشش افزایش قهوه‌ای شدن سطح کلاهدک را نیز باعث می‌شود. نتایج نشان داد رطوبت نسبی داخل بسته‌ها پس از ۴۸ روز در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد برای سوربیتول، زایلیتول، سدیم کلرید، کلسیم کلرید به ترتیب در حدود ۷۵، ۸۰، ۷۵ و ۳۵ درصد بود. جهت بررسی تاثیر مخلوط مواد جاذب رطوبت نسبت به مواد جاذب رطوبت خالص بر عمر نگهداری قارچ‌های دکمه‌ای از ۵ گرم مخلوط مواد جاذب رطوبت (بنتونیت، سوربیتول و کلسیم کلرید) استفاده گردید (Mahajan, et al., 2008). نتایج بررسی‌ها حاکی از آن بود که مخلوط مواد جاذب رطوبت نسبت به تیمارهای بدون جاذب رطوبت (تیمار شاهد) پس از ۵ روز نگهداری در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد دارای کمترین میزان اندیس

1. Modified atmosphere
2. Poly vinyl chloride stretch film
3. Maturity index

4. Biaxially oriented polypropylene

آماري مقايسه چندگانه^۳ (مقايسه تیمارها بين يکديگر) صورت گرفت (Kramer et al., 1966). در اين روش امتياز يک برای بهترین و امتياز ۴ برای بدترین کیفیت ارزیابی شد. مجموع امتيازات به دست آمده برای هر نمونه ملاک تجزيه آماری نمونه‌ها جهت تعيين بهترین تیمارها قرار گرفت.

ارزیابی اندیس رسیدگی

جهت ارزیابی اندیس رسیدگی از روش Guillaume و همکاران (۲۰۱۰) استفاده شد. در این آزمون غشا قارچ‌ها در ۴ سطح توسط داوران مورد ارزیابی قرار گرفت که شامل: (۱) غشا خارجی کامل و کشسان، (۲) غشا خارجی نسبتاً شکسته، (۳) غشا خارجی کاملاً شکسته، (۴) رویت قسمت داخلی کلاهک و صاف بودن سطح آن (Guillaume, et al., 2010). سپس مجموع امتيازات به دست آمده برای هر نمونه ملاک تجزيه آماری نمونه‌ها برای تعيين بهترین تیمارها قرار گرفت (Kramer et al., 1966).

نتایج و بحث

بر اساس شکل ۱ با افزایش مدت زمان نگهداری، به علت افزایش تبخیر در تمام تیمارها افت وزن مشاهده شد. با توجه به این نمودار بیشترین مقدار کاهش وزن مربوط به روز شانزدهم نگهداری است (۱۵/۸۷ درصد). این نتایج با مشاهدات Taghizadeh و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت داشت.

مقایسه میانگین‌های اثر پوشش بسته‌بندی بر کاهش وزن قارچ دکمه‌ای در طی ۱۶ روز نگهداری در نمودار ۲ نشان داده شده است. ستون اول این نمودار میانگین افت وزنی تیمارهای بسته‌بندی شده با پوشش پلی‌پروپیلن در دو طرف جهت‌گیری شده را نشان می‌دهد که در ۶ تکرار انجام شده است و ستون دوم مربوط به تیمارهای بسته‌بندی شده با پوشش پلی‌وینیل کلرید کشسان در ۶ تکرار مربوط است.

قارچ‌های دکمه‌ای شامل ۱۰ تیمار و ۶ تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل انجام گرفت. قارچ‌ها به صورت تصادفی از یکی از گلخانه‌های اصفهان برداشت گردید و به مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان انتقال یافت. سپس نمونه‌ها جهت ارزیابی از استرس به مدت ۱۲ ساعت در دمای صفر درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. ابتدا از بین محصول برداشت شده نمونه‌هایی با کلاهک کاملاً سفید و غشا سالم با قطر ۳۰ تا ۴۰ میلی‌متر و همچنین عاری از هرگونه آلودگی و پوسیدگی انتخاب شدند. حدود ۱۰۰ گرم قارچ جهت بسته‌بندی در سبدهای پلی‌استیرین^۱ به عمق ۵/۲، عرض ۱۲ سانتی‌متر و طول ۱۷ سانتی‌متر قرار گرفته و پس از افزودن مواد جاذب رطوبت در ۴ سطح شامل سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم، سیلیکاژل ۲/۵ گرم، ترکیب سیلیکاژل ۱/۲۵ گرم به همراه سدیم کلرید ۱/۲۵ گرم، ترکیب سیلیکاژل ۱/۲۵ گرم) به همراه ابر اسفنجی و بسته‌بندی در دو سطح شامل: پوشش‌های پلی‌وینیل کلرید کشسان^۲ و پلی‌پروپیلن در دو طرف جهت‌گیری شده، انجام گرفت. نمونه‌ها به مدت ۱۶ روز در محیط یخچال (۵±۲ درجه سلسیوس) نگهداری و زمان نگهداری ۵ سطح شامل: ۰، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ روز در نظر گرفته شد.

ارزیابی کمی

جهت اندازه‌گیری میزان کاهش وزن، نمونه‌ها قبل از بسته‌بندی (روز صفر) و پس از ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ روز توزین شدند. کاهش وزن اولیه قارچ صفر در نظر گرفته شد و کاهش وزن قارچ در هر یک از تیمارهای زمانی بر اساس آن محاسبه گردید.

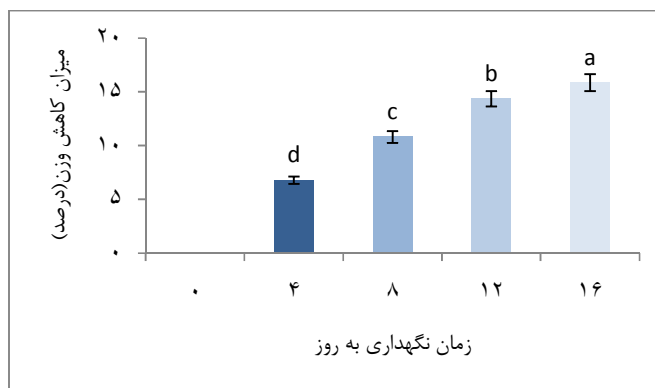
$$\text{وزن قارچ در روز } x - \text{وزن قارچ در روز صفر} = \text{درصد کاهش وزن} \times 100$$

$$x = \text{پس از } ۴، ۸، ۱۲ \text{ و } ۱۶ \text{ روز}$$

ارزیابی حسی

ارزیابی حسی شامل بافت، رنگ، فساد و بدبویی و پذیرش کلی با حضور ۱۰ داور و با استفاده از روش

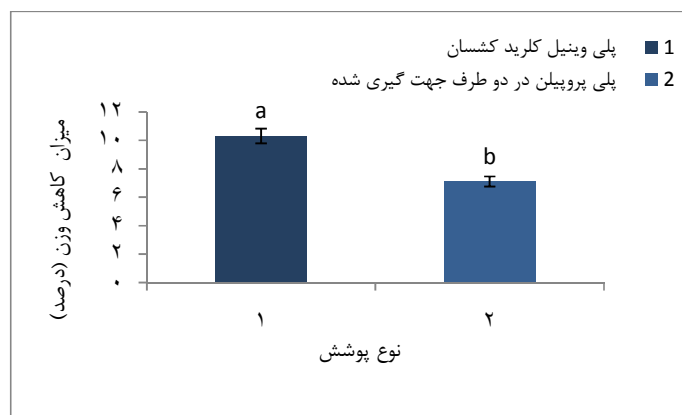
1. Poly styrene
2. polyvinyl chloride



شکل ۱- اثر زمان نگهداری بر میانگین میزان کاهش وزن قارچ دکمه‌ای. حروف غیرمشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد دارند.

جهت‌گیری شده نسبت به بخار آب است. در این رابطه Roy و همکاران (۱۹۹۵) نشان دادند نفوذپذیری پوشش بسته‌بندی نسبت به بخار آب با کاهش وزن قارچ دکمه‌ای رابطه‌ی مستقیم دارد به گونه‌ای که با افزایش نفوذپذیری، کاهش وزن نیز افزایش می‌یابد. طبق نظر Roy و همکاران (۱۹۹۵) حداکثر کاهش وزن قارچ‌های بسته‌بندی شده تا میزان ۱۰٪ قابل قبول است. بنابراین قارچ‌های بسته‌بندی شده با پوشش پلی‌پروپیلن در دو طرف جهت‌گیری شده با میزان ۷/۱ درصد کاهش وزن قابل قبول است اما پوشش پلی‌وینیل‌کلراید کشسان به دلیل کاهش وزن بالاتر از ۱۰٪ مورد پذیرش قرار نگرفت.

مقایسه میانگین‌های اثر پوشش بسته‌بندی بر کاهش وزن قارچ دکمه‌ای در طی ۱۶ روز نگهداری در شکل ۲ نشان داده شده است. ستون اول این نمودار میانگین افت وزنی تیمارهای بسته‌بندی شده با پوشش پلی‌پروپیلن در دو طرف جهت‌گیری شده را نشان می‌دهد که در ۶ تکرار انجام شده است و ستون دوم مربوط به تیمارهای بسته‌بندی شده با پوشش پلی‌وینیل‌کلراید کشسان در ۶ تکرار مربوط است. میزان کاهش وزن قارچ‌های بسته‌بندی شده با پوشش پلی‌پروپیلن در دو طرف جهت‌گیری شده نسبت به پلی‌وینیل‌کلراید کشسان کمتر است. علت این امر نفوذپذیری کم پوشش پلی‌پروپیلن در دو طرف



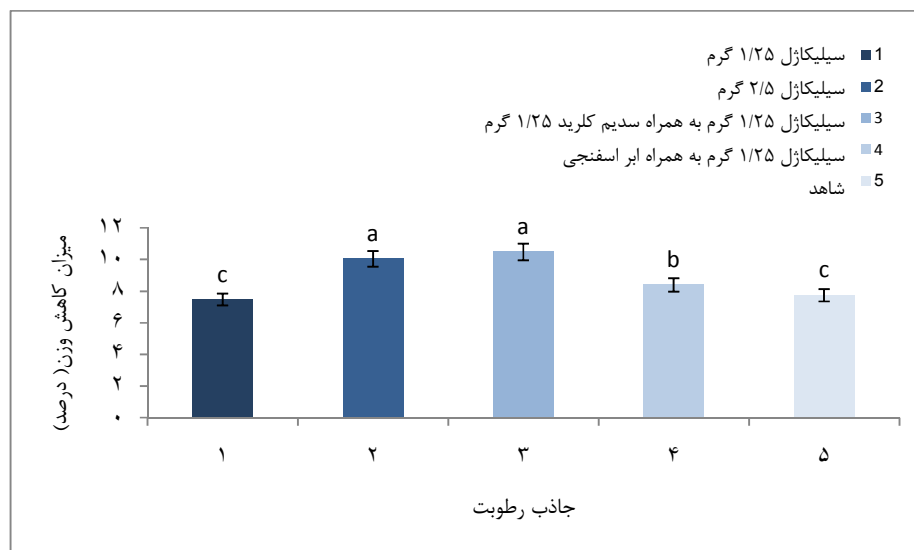
شکل ۲- اثر نوع پوشش بر میانگین درصد کاهش وزن قارچ دکمه‌ای نگهداری شده به مدت ۱۶ روز، حروف غیرمشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد دارند.

نشان دادند کمترین میزان کاهش وزن مربوط به تیمار شاهد است اما نتایج این پژوهش نشان داد تیمار سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم) با تیمار شاهد تفاوت

در بین مواد جاذب رطوبت، کمترین میزان کاهش وزن مربوط به تیمارهای شاهد و سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم) بود (شکل ۳). Mahajan و همکاران (۲۰۰۸)

است. دو تیمار فوق‌الذکر به علت جذب بیش از حد بخار آب و در نتیجه افزایش تنفس قارچ سبب افت وزن بالایی در قارچ دکمه‌ای گردیدند.

معنی‌داری ندارد. همچنین نتایج حاکی از آن بود که بیشترین کاهش وزن مربوط به تیمارهای سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم) + ابر اسفنجی و سیلیکاژل (۲/۵ گرم)



شکل ۳- اثر نوع و میزان مواد جاذب رطوبت بر میانگین میزان کاهش وزن قارچ دکمه‌ای. ۱. سیلیکاژل (۱/۲۵ g)، ۲. سیلیکاژل (۲/۵ g)، ۳. سیلیکاژل (۱/۲۵ g) + کلرید سدیم (۱/۲۵ g)، ۴. سیلیکاژل (۱/۲۵ g) + ابر اسفنجی، ۵. شاهد. حروف غیرمستترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد دارند.

تفاوت معنی‌داری داشت. این مشاهدات با یافته‌های Mahajan و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت داشت. همچنین مطابق نتایج جدول ۱ بیشترین میزان افت وزن مربوط به تیمار سیلیکاژل (۲/۵ گرم) به همراه پوشش پلی‌وینیل‌کلراید کشسان است که این امر می‌تواند به علت افت بسیار شدید بخار آب محیط در اثر جذب رطوبت توسط سیلیکاژل و نفوذپذیری بالای پلی‌وینیل‌کلراید کشسان نسبت به بخار آب باشد.

تاثیر متقابل پوشش و مواد جاذب رطوبت بر ویژگی‌های کمی قارچ دکمه‌ای نگهداری شده به مدت ۱۶ روز در جدول ۱ آمده است. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد تیمار شاهد به همراه پوشش پلی‌پروپیلن در دو طرف جهت‌گیری شده به علت نفوذپذیری کم پوشش پلی‌پروپیلن در دو طرف جهت‌گیری شده نسبت به بخار آب و عدم وجود مواد جاذب رطوبت در داخل بسته کمترین میزان کاهش وزن (۴/۳ درصد) را دارا بوده و نسبت به سایر تیمارها

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر نوع پوشش و مواد جاذب رطوبت بر درصد کاهش وزن

پلی‌پروپیلن در دو طرف جهت‌گیری شده	پلی‌وینیل‌کلراید کشسان	مواد جاذب رطوبت
۴/۹۰n	۸/۲d	سیلیکاژل (۱/۲۵ g)
۵/۰۰g	۱۵/۵a	سیلیکاژل (۲/۵g)
۷/۸۰e	۱۲/۴b	سیلیکاژل (۱/۲۵ g) به همراه کلرید سدیم (۱/۲۵ g)
۵/۲۰g	۸/۴c	سیلیکاژل (۱/۲۵ g) به همراه ابر اسفنجی
۴/۳۰h	۷/۱۰f	شاهد

میانگین‌های دارای حروف مشترک در یک ستون از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری ندارند.

است. (جدول ۲). همان‌گونه که قبلاً بیان شد علت کاهش وزن کمتر در پوشش پلی‌پروپیلن در دو طرف جهت‌گیری شده نسبت به سایر پوشش‌ها به میزان نفوذپذیری کم به بخار آب مربوط است.

تأثیر متقابل مدت زمان نگهداری و نوع پوشش بر میانگین کاهش وزن قارچ نشان داد میزان افت وزن قارچ‌های بسته‌بندی شده با پوشش پلی‌پروپیلن در دو طرف جهت‌گیری شده نسبت به پلی‌وینیل‌کلراید کشسان از روز چهارم تا روز شانزدهم بسیار کمتر

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

روز	پلی‌وینیل‌کلراید کشسان	کاهش وزن
صفر	۰	۰
۴	۷/۷۵e	۴/۸f
۸	۱۱/۶c	۸/۸d
۱۲	۱۵/۱b	۱۰/۱b
۱۶	۱۷/۱a	۱۱/۳b

اعداد دارای حروف غیرمشترک در هر ستون تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد دارند.

+ کلریدسدیم (۱/۲۵ گرم) در سطح ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری نداشت. همان‌گونه که انتظار می‌رفت کمترین میزان کاهش وزن نیز به تیمار شاهد تعلق داشت. این نتایج با یافته‌های Mahajan و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت داشت.

اثر متقابل مدت زمان نگهداری و مواد جاذب رطوبت بر میزان کاهش وزن قارچ مورد بررسی قرار گرفت که نتایج در جدول ۳ آورده شده است. بیشترین میزان کاهش وزن (۱۶/۴ گرم) پس از ۱۶ روز نگهداری با استفاده از تیمار سیلیکاژل (۲/۵ گرم) حاصل گردید و نتایج با تیمار سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم)

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر مدت زمان نگهداری و نوع مواد جاذب رطوبت بر کاهش وزن

روز	سیلیکاژل (۱/۲۵ g)	سیلیکاژل (۱/۲۵ g)	سیلیکاژل (۲/۵ g)	سیلیکاژل (۱/۲۵ g)	شاهد
صفر	۰	۰	۰	۰	۰
۴	۵/۲l	۸/۰z	۹/۵g	۵/۷l	۴/۶l
۸	۷/۶k	۱۲/۲f	۱۰/۳g	۸/۸h	۸/۳i
۱۲	۱۰/۳g	۱۶/۳a	۱۴c	۱۲/۷e	۸/۴i
۱۶	۱۴/۳c	۱۵/۷a	۱۶/۴a	۱۴/۷b	۱۳/۷d

اعداد دارای حروف غیرمشترک در هر ستون تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد دارند.

یگدیگر ندارند (جدول ۴). نتایج تحقیقات Villaescusa و همکاران (۲۰۰۳) نشان داد چنین به نظر می‌رسد کاهش میزان رطوبت محیط توسط سیلیکاژل (۲/۵ گرم) و نفوذپذیری پوشش پلی‌پروپیلن در دو طرف جهت‌گیری شده نسبت به اکسیژن و دی‌اکسیدکربن از پوشش پلی‌وینیل‌کلراید بیشتر است و این عامل سبب کاهش رشد میکروارگانیسم‌ها و در نتیجه کاهش ترکیبات حاصل از تخمیر (مانند اتانول) می‌گردد. جدول ۵ تأثیر نوع پوشش و مواد جاذب رطوبت را بر بافت قارچ نشان می‌دهد.

به طور کلی با افزایش مدت زمان نگهداری به علت افزایش جمعیت میکروارگانیسم‌ها و کمبود اکسیژن در داخل بسته‌ها تخمیر اتفاق می‌افتد و این عوامل سبب افزایش فساد و بدبویی می‌گردد. اثر متقابل پوشش بسته‌بندی و مواد جاذب رطوبت بر میزان فساد و بدبویی قارچ دکمه‌ای نشان داد در میان تیمارهای به‌کاررفته پوشش پلی‌پروپیلن در دو طرف جهت‌گیری شده به همراه سیلیکاژل (۲/۵ گرم) نسبت به سایر تیمارها در روز شانزدهم بهترین امتیاز را کسب نموده و سایر تیمارها اختلاف معناداری با

جدول ۴- نتایج امتیاز فساد و بدبوئی در تیمارهای مختلف قارچ دکمه‌ای

پلی‌پروپیلن در دو طرف جهت‌گیری شده		پلی‌وینیل کلرید گمشان	
روز	شاهد به همراه ابر سفنجی به همراه سدیم کلرید (۱/۲۵ g)	شاهد ابر سفنجی به همراه سدیم کلرید (۱/۲۵ g)	شاهد به همراه ابر سفنجی به همراه سدیم کلرید (۱/۲۵ g)
صفر	a10	a10	a10
۴	b19	a18	a10
۸	b21	b18	a10
۱۲	b23	b20	a10
۱۶	b23	b21	a10

a- کیفیت مطلوب، b- کیفیت متوسط، c- کیفیت بد، اعداد مجموع امتیازات به دست آمده برای هر نمونه توسط داوران است.

قهوه‌ای باکتریایی بر سطح کلاhek شده و رنگ کلاhek حتی تا روز ۱۶ در حد بسیار مطلوب حفظ می‌گردد. از نظر پذیرش کلی تیمار سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم) به همراه پوشش پلی‌پروپیلن در دو طرف جهت‌گیری شده در روز شانزدهم و سیلیکاژل (۲/۵ گرم) به همراه پوشش پلی‌پروپیلن در دو طرف جهت‌گیری شده در روز هشتم بیشترین امتیاز را توسط داوران کسب نموده و با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری دارد (جدول ۸). نتایج نشان داد غلظت بالای اکسیژن و دی‌اکسیدکربن در بسته‌ها و کاهش میزان رطوبت سبب تاخیر در بازشدن کلاhek و کاهش رشد میکروارگانیسم‌ها شده و پس از ۱۶ روز نگهداری قارچ‌ها هنوز هم از قابلیت بازاریابی بسیار خوبی برخورداراند.

نتیجه‌گیری

قارچ بسته‌بندی شده با پوشش پلی‌پروپیلن در دو طرف جهت‌گیری شده نسبت به پلی‌وینیل‌کلراید کشسان که امروزه پوشش رایج بسته‌بندی قارچ دکمه‌ای به شمار می‌رود افت وزن کمتری داشت و در نتیجه قابل رقابت با این پوشش می‌باشد. همچنین مقایسه میانگین‌های اثر نوع مواد جاذب رطوبت بر کاهش وزن قارچ دکمه‌ای نشان داد تیمارهای شاهد و سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم) دارای کمترین افت وزنی بوده و تیمارهای سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم) به همراه ابر اسفنجی و سیلیکاژل (۲/۵ گرم) موجب بیشترین افت وزنی در قارچ دکمه‌ای هستند. از نظر ارزیابی حسی در میان تیمارهای به‌کاررفته پوشش پلی‌پروپیلن در دو طرف جهت‌گیری شده به همراه سیلیکاژل (۱/۲۵ و ۲/۵ گرم) با تیمارهای دیگر تفاوت معنی‌داری داشته و از نظر فساد و بدبویی، استحکام و سفتی بافت، اندیس رسیدگی و رنگ سطح کلاhek این تیمارها بهترین امتیاز را کسب نمودند. تیمار سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم) به همراه پوشش پلی‌پروپیلن در دو طرف جهت‌گیری شده از نظر پذیرش کلی بهترین امتیاز را کسب نمود. پوشش پلی‌پروپیلن در دو طرف جهت‌گیری شده و تیمارهای سیلیکاژل (۲/۵ گرم) و سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم) و ۸ روز نگهداری بهترین تیمار انتخاب گردید

بر اساس این نتایج تیمار سیلیکاژل (۲/۵ گرم) به همراه پلی‌پروپیلن در دو طرف جهت‌گیری شده با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشته و بهترین تیمار پس از ۱۶ روز نگهداری است. Lopez و همکاران (۱۹۹۲) نشان دادند بافت قارچ به‌طورکلی در طی مدت نگهداری به علت رسیدگی سلول‌ها و مهاجرت آب از بافت، نرم و اسفنجی می‌شود و هرچه از رشد سلول جلوگیری شود این پدیده دیرتر اتفاق می‌افتد. در تیمار سیلیکاژل (۲/۵ گرم) به همراه پلی‌پروپیلن در دو طرف جهت‌گیری شده به دلیل نفوذپذیری بالا نسبت به دی‌اکسیدکربن و در نتیجه کاهش میزان رسیدگی، قارچ‌ها حتی تا روز شانزدهم نیز استحکام خود را حفظ می‌کنند. نتایج ارزیابی حسی در رابطه با اندیس رسیدگی نشان داد تیمار سیلیکاژل (۱/۲۵ و ۲/۵ گرم) با پوشش پلی‌پروپیلن در دو طرف جهت‌گیری شده نسبت با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری داشته و بیشترین امتیاز را پس از ۸ روز کسب نمودند (جدول ۶). کمترین امتیاز به پوشش پلی‌وینیل‌کلراید کشسان و تیمارهای ترکیبی در روز ۱۶ام تعلق دارد. در این تیمارها به علت جذب بیش از حد آب توسط سیلیکاژل، مقدار آب بافت قارچ کاهش می‌یابد. Taghizadeh و همکاران (۲۰۱۱) در این رابطه بیان نمودند اندیس رسیدگی با میزان رطوبت رابطه‌ی عکس دارد و هرچه میزان رطوبت کمتر باشد میزان اندیس رسیدگی افزایش می‌یابد. این محققان گزارش کردند کاهش میزان رطوبت هم به دلیل کاهش نیروی چسبندگی میان مولکول‌های هیدروفیل و غیرفعال شدن پروتئین‌هایی که مسئول حفظ غشا کلاhek هستند سبب افزایش اندیس رسیدگی می‌شود. قهوه‌ای شدن قارچ یکی از علل مهم کاهش کیفیت در طی نگهداری پس از برداشت است. نتایج نشان داد تیمارهای سیلیکاژل (۲/۵ گرم) به همراه پوشش پلی‌پروپیلن در دو طرف جهت‌گیری شده و سیلیکاژل (۱/۲۵ گرم) به همراه پلی‌وینیل‌کلراید کشسان از نظر رنگ سطح کلاhek توسط داوران بهترین امتیاز را کسب نمودند. (جدول ۷). بر اساس نتایج تحقیقات Jolivet و همکاران (۱۹۹۸) چنین به نظر می‌رسد که کاهش میزان رطوبت محیط سبب جلوگیری از ایجاد لکه‌های

جدول ۵- نتایج امتیاز یافت در تیمارهای مختلف قارچ دکمه‌ای

ردیف	پلی‌وینیل کلرید کسسان				پلی‌پروپیلن در دو طرف جهت‌گیری شده				
	سپیکازل (۱/۲۵ g)	سپیکازل (۱/۲۵ g)	سپیکازل (g) (۱/۲۵)	سپیکازل (۱/۲۵ g)	سپیکازل (۲/۵ g)	سپیکازل به همراه سدیم کلرید	سپیکازل به همراه پیر اسفنجی	سپیکازل (۱/۲۵ g)	شاهد
۳	a10	a10	a10	a10	a10	a10	a10	a10	۱۰a
۴	b20	a10	a10	a10	a10	a10	a10	a10	۱۹b
۸	b21	b18	b21	b21	a10	a10	a10	a10	۱۹b
۱۲	b22	b22	b20	b22	b20	b20	a10	a10	۱۹b
۱۶	b22	b22	b20	b22	b24	b24	a10	a10	۲۳h

a- کیفیت مطلوب b- کیفیت متوسط c- کیفیت بد، اعداد مجموع امتیازات به دست آمده برای هر نمونه توسط داوران است.

جدول ۶- نتایج امتیاز آندیس رسیدگی در تیمارهای مختلف قارچ دکمهای

پلی وینیل کلرید کشسان		پلی پروپیلن در دو طرف جهت گیری شده			
روز	سلیکاژل (۱/۲۵ g)	سلیکاژل (۱/۲۵ g) سلیکاژل (۱/۲۵ g) سلیکاژل (۱/۲۵ g) سلیکاژل (۱/۲۵ g)	سلیکاژل (۱/۲۵ g) سلیکاژل (۱/۲۵ g) سلیکاژل (۱/۲۵ g) سلیکاژل (۱/۲۵ g)	سلیکاژل (۱/۲۵ g) سلیکاژل (۱/۲۵ g) سلیکاژل (۱/۲۵ g) سلیکاژل (۱/۲۵ g)	سلیکاژل (۱/۲۵ g) سلیکاژل (۱/۲۵ g) سلیکاژل (۱/۲۵ g) سلیکاژل (۱/۲۵ g)
۳	a10	a10	a10	a10	a10
۴	b19	b21	b18	b18	b22
۸	b19	b21	b24	b19	b18
۱۲	b20	b22	b24	b22	b18
۱۶	b20	b22	b24	b23	b18

a = کیفیت مطلوب، b = کیفیت متوسط، c = کیفیت بد، اعداد مجموع امتیازات به دست آمده برای هر نمونه توسط داوران است.

جدول ۷- نتایج امتیاز رنگ در تیمار های مختلف قارچ دکمه‌ای

پلی وینیل کلرید کشسان		پلی پروپیلن در دو طرف جهت‌گیری شده			
روز	سلیکاژل (۱/۳۵ g) سلیکاژل (۲/۵ g) سلیکاژل (۱/۳۵ g)	سلیکاژل (۱/۳۵ g) سلیکاژل (۲/۵ g) سلیکاژل (۱/۳۵ g)	سلیکاژل (۱/۳۵ g) سلیکاژل (۲/۵ g) سلیکاژل (۱/۳۵ g)	سلیکاژل (۱/۳۵ g) سلیکاژل (۲/۵ g) سلیکاژل (۱/۳۵ g)	سلیکاژل (۱/۳۵ g) سلیکاژل (۲/۵ g) سلیکاژل (۱/۳۵ g)
صفر	a10	b10	a10	a10	a10
۴	a10	b19	a18	a10	b18
۸	a10	b20	b20	b18	b20
۱۲	a10	b20	b21	b20	b21
۱۶	a10	b20	b24	b20	b22

a- کیفیت مطلوب b- کیفیت متوسط c- کیفیت بد، اعلاء مجموع امتیازات به دست آمده برای هر نمونه توسط داوران است.

جدول ۸- نتایج امتیاز پذیرش کلی در تیمارهای مختلف قارچ دکمهای

پی‌وینیل‌کلرید کشسان		پی‌پروپیلن در دو طرف جهت‌گیری شده				
روز	سیپکاژل (۱/۳۵ g)	سیپکاژل (۲/۵ g)	سیپکاژل به همراه سدیم کلرید (۱/۳۵ g)	سیپکاژل به همراه لبر سفنجی (۱/۳۵g)	سیپکاژل به همراه لبر سفنجی (۱/۳۵ g)	شاهد
صفر	b12	b12	a10	b12	b18	a10
۴	b12	b12	a18	b12	b18	a10
۸	b12	b12	b24	b12	b18	a10
۱۲	b12	b12	b24	b12	b18	b12
۱۶	b18	b18	b24	b18	b18	b18

۸- کیفیت مطلوب b- کیفیت متوسط c- کیفیت بد، اعاده مجموع امتیازات به دست آمده برای هر نمونه توسط داران است.

منابع

1. Aguirre, L., Frias, J. M., Ryan, C. B. & Grogan, H. 2008. Assessing the effect of product variability on the management of the quality of mushrooms (*Agaricus bisporus*), *Postharvest Bio and Technology*, 49: 247–254.
2. Ares, G., Lareo, C. & Lema, P. 2007. Modified atmosphere packaging for postharvest storage of mushroom. *Journal of Fresh Product*, 1, 32-40.
3. Bhat, Sh. 2013. Minimal Processing and Preservation of Fruits and Vegetables by Active Packaging, *International Journal of Herbal Medicine*, 1: 131-138.
4. Guillaume, C., Schwab, I. & Gontard, N. 2010. Biobased packaging for improving preservation of fresh common mushrooms (*Agaricus bisporus L.*), *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 11: 690-696.
5. Jolivet, S., Arpin, N., Wichers, H. J., & Pellon, G. 1998. *Agaricus bisporus* Browning: A review, *Mycological Research*, 102: 1459–1483.
6. Jiang, T., Zheng, X., Li, J. & Ying, T. 2011. Integrated application of nitric oxide and MAP to improve quality retention of button mushroom (*Agaricus bisporus*), *food chemistry*, 126: 1693-1699.
7. Kramer, A. & Twigg, B.A. 1966. *Quality control for the food industry*, AVI publishing Company, 54.
8. Kim, K.M., Park, H.J. & Hanna, M.A. 2006. Effect of modified atmosphere packaging on the shelf-life of coated, whole and sliced mushrooms, *LWT-Food Science and Technology*, 39(4): 365-372.
9. Lopez-Briones, G., Varoquaux, P., Chambroy, Y., Bouquant, J., Bureau, G., & Pascat, B., 1992. Storage of common mushroom under controlled atmospheres, *International Journal Food Technology*, 27: 493-505
10. Mahajan, P.V., Oliveira, F.A.R. & Frias, J. 2007. Development of user friendly software for design of MAP for fresh and freshcut produce, *Innovative Food Science Technologies*, 8(1): 84-92.
11. Mahajan, V.P., Motel, A. & Leonhard, A. 2008. Development of a moisture absorber for packaging of fresh mushrooms (*Agaricus bisporous*), *Postharvest Biology and Technology*, 48: 408-414.
12. Singh, R., Giri, S.K. & Kotwaliwale, N. 2014. Shelf-life enhancement of green bell pepper (*Capsicum annum L.*) under active modified atmosphere storage, *Food Packaging and Shelf Life*, 1(2): 101-112.
13. Roy, S., Anantheswaran, R. C., & Beelman, R. B. 1995. Fresh mushroom quality as affected by MAP, *Food Science*, 60(2): 334–340.
14. Simon, A., & Gonzalez-Fandos, E. 2005. Ways of prolonging the shelf-life of fresh mushrooms, *Mushroom Science*, 6: 463-474.
15. Taghizadeh, M., Gowen, A., Ward, P. & O'Donnell, C.P. 2011. Use of hyperspectral imaging for evaluation of the shelf-life of fresh mushrooms (*Agaricus bisporus*), *Innovative Food*, 11: 423-431.
16. Villaescusa, R. & Gil, M.I. 2003. Quality improvement of *Pleurotus* Mushrooms by MAP and moisture absorbers, *Postharvest Biology and Technology* 28: 169-179.
17. Utto, W. 2008. mathematical modeling of active packaging systems for horticultural product. Ph.D. Thesis, Massey university, New Zealand.

The effect of active packaging on quantity, quality properties and shelf life of button mushroom

Nayereh Karimi¹, Laleh Mosharaf^{2*}, Hamid Reza Ghazvini³

1. MSc. Graduate Student, Gorgan University Of Agricultural Sciences And Natural Resources, Gorgan, Iran
2. Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Department, Agricultural and Natural Resources Research Center, Esfahan, Iran
- *Corresponding author (mosharaf@ag.iut.ac.ir)
3. Lecturer, Agricultural Engineering Research Department, Agricultural and Natural Resources Research Center, Esfahan, Iran

Abstract

In active packaging, active agent can change organoleptic properties of food or package condition. Objective of this study was to determine effect of active packaging and absorber agent on optimum shelf life condition of button mushroom (*Agaricus Bosporus*). Two type of packaging, stretch Polyvinyl Chloride and Biaxially oriented polypropylene, and four type absorbers, silica gel 1.25 g, silica gel 2.5 g, silica gel 1.25 g with sodium chloride 1.25 g, silica gel 1.25 g with foam, on quantitative and qualitative properties of button mushroom were considered. The qualitative result showed that Biaxially oriented polypropylene and control and silicagel 1.25g had lowest loses weigh. The maturity index results showed that silica gel 1.25 g and 2.5 g with Biaxially oriented polypropylene had significantly higher score than all other samples and they had best rating after 8 days. The lowest rating was for polyvinyl chlorid film and mix treatments after 16 days

Key word: Active packaging, Button mushroom, Moisture absorber, Shelf life,