

بررسی تأثیر دمای نگهداری و جنس بسته بر خصوصیات کمی، کیفی گل زعفران بسته‌بندی شده تحت اتمسفر تغییر یافته

مژگان شورمیج^{1*}، سودابه عین افشار²، راضیه نیازمند³، پروین شرایعی²

1- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان

* مسئول مکاتبات (m.shoormij@yahoo.com)

2- استادیار گروه تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی

3- استادیار گروه شیمی مواد غذایی، پژوهشکده علوم و صنایع غذایی، مشهد

چکیده

تاریخ دریافت: 91/08/07

تاریخ پذیرش: 91/12/18

واژه‌های کلیدی

اتم‌سفر تغییر یافته

بسته بندی

دمای نگهداری

گل زعفران

کلاله‌ی زعفران گرانبهاترین ادویه‌ی موجود در روی کره‌ی زمین است. میزان تولید این محصول در سال‌های اخیر رو به افزایش نهاده است به طوری که از جنبه‌ی نگهداری و فرآوری گل مسئله ساز گشته است. این پژوهش با هدف بررسی چگونگی حفظ خصوصیات کیفی و فیزیکی گل زعفران و ایجاد زمینه‌ای جدید در صادرات گل زعفران به صورت شاخه‌ی بریده انجام شد. به این منظور گل‌های زعفران با استفاده از پوشش‌های پلیمری (پلی‌اتیلن - پلی‌آمید و پلی‌اتیلن با دانسیته پایین) و ترکیب گازی متشکل از 50% دی‌اکسیدکربن، 5% اکسیژن، 45% نیتروژن بسته‌بندی شدند. بسته‌ها و نمونه‌های شاهد در دو دمای 0 و 15 درجه سانتی‌گراد به مدت 15 روز نگهداری شدند. هر سه روز یک‌بار غلظت گازهای اکسیژن و دی‌اکسیدکربن، راندمان استحصال زعفران، خواص فیزیکی کلاله‌های تازه و خواص شیمیایی کلاله‌های خشک شده اندازه‌گیری شدند. همچنین آزمون‌های میکروبی وجود/شرشیاکلی و شمارش کپک و مخمر نیز انجام گردید. نتایج نشان داد پوشش‌های پلیمری پلی‌اتیلن با دانسیته‌ی پایین جهت حفظ خصوصیات کیفی و فیزیکی گل زعفران بهتر از پوشش‌های پلیمری پلی‌اتیلن - پلی‌آمید و دمای صفر درجه سانتی‌گراد جهت نگهداری گل‌ها مناسب‌تر از دمای 15 درجه سانتی‌گراد بود. از لحاظ بار میکروبی نیز وجود/شرشیاکلی در هیچ یک از نمونه‌ها مشاهده نشد.

مقدمه

می‌آید. سطح زیر کشت و میزان تولید گل زعفران در خراسان رضوی و جنوبی در سال‌های 1388 تا 1389، 58747 هکتار با تولید 20996 تن بوده که از این میزان تولید در حدود 210 تن زعفران حاصل شده است. گسترش صادرات زعفران ایران با توجه به مزیت نسبی این محصول و ارزآوری قابل توجه آن اهمیت زیادی دارد. ارزش کل صادرات زعفران در سال

زعفران گرانبهاترین ادویه موجود در روی کره زمین است که ارزش آن به کلاله و خامه خشک شده گل زعفران زراعی (*Crocus sativus*) می‌باشد و تنها گیاهی است که واحد خرید و فروش آن به جای تن و کیلوگرم متقال و گرم می‌باشد. در حال حاضر ایران با بیش از 95 درصد تولید جهانی به عنوان بزرگترین تولیدکننده و صادرکننده زعفران در جهان به شمار

و تعداد کمتری از آنها نفوذپذیری مناسبی برای گازها در سیستم MAP دارند (میرنظامی، 1381).

چنانچه نفوذپذیری فیلم بسته‌بندی نسبت به اکسیژن و دی‌اکسیدکربن با تنفس محصول مطابقت داشته باشد تعادل اتمسفر تغییر یافته در بسته ایجاد و ماندگاری محصول افزایش خواهد یافت (Pretel et al., 2000). نفوذپذیری مواد بسته‌بندی، ترکیب هوای فضای خالی بسته در طول نگهداری و پایان زمان ماندگاری محصول را تعیین خواهد کرد برای بسته‌بندی محصولات تازه در شرایط MAP ممکن است از فیلم‌های با نفوذپذیری زیاد، متوسط و کم استفاده شود (تاج‌الدین، 1380؛ میرنظامی، 1381). اکثر فیلم‌های مورد استفاده برای محصولات تازه در سیستم MAP شامل 4 پلیمر پلی‌وینیل کلراید، پلی‌اتیلن ترفتالات، پلی‌پروپیلن و پلی‌اتیلن می‌باشد (Mangaraj et al., 2009).

نگهداری گل زعفران باید در بسته‌بندی مناسب در دمای کم، به همراه تنظیم شدت تنفس، میزان رطوبت و تولید گاز اتیلن باشد. چنانچه درجه حرارت انبار افزایش یابد، اثر بسته‌بندی با روش اتمسفر تغییر یافته کاهش پیدا می‌کند زیرا حلالیت CO_2 کم و میزان تنفس نیز با افزایش درجه حرارت انبار زیاد می‌شود. در واقع با افزایش دما، مصرف اکسیژن محصول تازه بیشتر شده در نتیجه زمان ماندگاری محصول کاهش می‌یابد (Liesbeth et al., 2000; Sandhya, 2010). کارآیی اتمسفر تغییر یافته به همراه کاهش دما به طور چشمگیری افزایش می‌یابد. گل پس از بریده شدن به علت تنفس به سرعت باید سرد شود (Reid & Lukaszewski, 1988; Zagory & kader, 1988). اغلب گلها در حرارت 2- تا 3- درجه سانتی‌گراد یخ می‌زنند لذا به منظور جلوگیری از یخ‌زدگی گلها آنها را در درجات بالاتر از نقطه یخ‌زدگی نگهداری می‌نمایند (ناصری و ابراهیمی گروی، 1377). از سوی دیگر پس از قطع گل، جذب آب توسط ساقه به دلیل بسته شدن آوندها متوقف می‌گردد. از دست دادن آب بیش از حد سبب پژمردگی، کاهش کیفیت و کاهش طول عمر نگهداری گل‌های شاخه

1387، 81 میلیون و 493 هزار دلار بود که نسبت به سال قبل 41 درصد رشد نشان داد (بی‌نام، 1387).

محصولات تازه (از جمله میوه‌ها، سبزی‌ها و گل‌های شاخه بریده) در مجاورت اکسیژن هوا مورد تهاجم حشرات، میکروب‌های هوازی و اثرات شیمیایی اکسیژن قرار گرفته و زمان ماندگاری کمی دارند. از طرف دیگر، امروزه تقاضا برای محصولات با کیفیت «نزدیک به تازه» با ماندگاری بالا، در حال افزایش است. این تقاضا منجر به توسعه بسیاری از تکنیک‌های نگهداری و فراوری نوین، مانند کاربرد لفافه‌های قابل اتوکلاو کردن، بسته‌بندی اسپتیک و تحت خلا و نگهداری تحت اتمسفر کنترل شده و اتمسفر تغییر یافته، شده است (تاج‌الدین، 1380). همچنین تنفس محصولات تازه بعد از برداشت افزایش و به دنبال آن حساسیت به میکروارگانیسم‌ها در آنها افزایش می‌یابد. لذا باید میزان تنفس این محصولات را تا حد امکان کاهش داد. بسته‌بندی تحت اتمسفر تغییر یافته¹ رایج‌ترین روش برای حفظ و کاهش میزان تنفس در این محصولات می‌باشد (Sandhya, 2010).

در بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته ترکیب گازهای موجود در بسته‌ی با نفوذپذیری معلوم، تغییر شکل می‌یابد تا میزان تنفس و رشد میکروبی کاهش یافته، فساد آنزیمی به تاخیر افتد و در نهایت زمان ماندگاری محصول قرار گرفته در بسته افزایش یابد (Fellows, 1990; Hirsch, 1991). هنگام طراحی یک سیستم اتمسفر تغییر یافته، هدف کسب تعادل درون بسته با اتمسفر و رطوبت مناسب می‌باشد. چنین تعادلی بر اثر تنفس ماده داخل بسته، دما، نوع و ضخامت فیلم بسته‌بندی و قابلیت نفوذ به اکسیژن، دی‌اکسیدکربن و بخار آب بدست می‌آید (Ding et al., 2002).

در سیستم بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته انتخاب فیلم‌های مناسب برای کسب اتمسفر اولیه و حفظ بلند مدت آن ضروری می‌باشد (Mangaraj et al., 2009). اگرچه فیلم‌های پلاستیکی زیادی به منظور بسته‌بندی به کار می‌روند، تنها تعداد کمی از آنها برای بسته‌بندی محصولات تازه استفاده می‌شوند

که اهمیت زعفران کاری از جنبه‌های گوناگون نظیر بهره‌وری بالا در مقایسه با سایر محصولات کشاورزی، اشتغال روستائیان و جلوگیری از مهاجرت آنها، درآمدزایی بالای آن نسبت به سایر محصولات کشاورزی، همچنین از لحاظ توسعه صادرات غیرنفتی، قابل بررسی است (کافی و همکاران، 1381) لذا انجام هر تحقیقی که باعث بهبود کمی و کیفی این محصول شود می‌تواند مستقیماً در بهبود وضعیت کشاورزان و توسعه صادرات غیرنفتی تأثیر بگذارد. این پژوهش با هدف افزایش زمان ماندگاری گل زعفران در شرایط دمایی و بسته‌بندی مناسب که در آن خصوصیات کمی و کیفی گل زعفران به خوبی حفظ شده باشد.

مواد و روش‌ها

مواد اولیه

مواد مورد استفاده در این پژوهش شامل: گل زعفران، پرمنگنات پتاسیم، سیلیکاژل، رقیق‌کننده پیتون واتر، محیط کشت میکروبی پوتیتودکستروز آگار، محیط کشت میکروبی لوریل سولفات بوده است. مواد شیمیایی و محیط‌های کشت مورد استفاده از شرکت مرک با درجه خلوص 99/5 درصد تهیه شدند. دستگاه‌های مورد استفاده شامل: ترازوی دیجیتالی با دقت 0/001 گرم و ترازوی معمولی با دقت 0/1 گرم، سنجش رطوبت مادون قرمز مدل MX-50، هم‌زن مغناطیسی مدل L.T.1.8، آون الکتریکی، پمپ خلاء، گاز آنالایزر پرتابل مدل OXYBABY V O2/CO2، اسپکتروفتومتر مدل GEN ESYSI M، دستگاه بسته‌بندی هنکلن مدل A200Gerhardt.

تهیه گل زعفران

حدود 12 کیلوگرم گل در هفته اول آبان ماه سال 1390 از یک مزرعه واقع در شهرستان مشهد (ایستگاه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان) برداشت گردید. گل‌های برداشت شده، مراحل برداشت تا فرآوری را به صورت کاملاً بهداشتی طی نمودند (برداشت با دستان تمیز و حداقل تماس

بریده می‌شود لذا گل‌های برداشت شده در مزرعه یا گلخانه باید سریعاً به محل خنک منتقل و در آنجا نگهداری شوند. نگهداری گلها در هوای گرم آسیب‌های فراوان به گل‌های بریده وارد می‌کند (ابراهیم‌زاده و سیفی، 1375).

گل‌های بریده شده دارای مقدار قابل توجهی آب می‌باشند و اگر بعد از برداشت در رطوبت پائین قرار بگیرند به آسانی رطوبت خود را از دست داده و وزن آنها کاهش می‌یابد. رطوبت بالا و درجه حرارت‌های نسبتاً بالا، خطر آلودگی توسط بیماری‌های قارچی و باکتریایی را افزایش می‌دهند (ناصری و ابراهیمی‌گروی، 1377). مناسب‌ترین رطوبت نسبی جهت نگهداری گل‌های بریده 90 تا 95 درصد می‌باشد. تشکیل قطرات آب در هنگام نگهداری گلها، شرایط برای رشد قارچ‌ها خصوصاً بوتریتیس¹ را فراهم می‌کند (Reid & Lukaszewski, 1988). از دست دادن آب و فعالیت اتیلن از مهمترین عواملی است که طول دوره قابل فروش گل‌های بریده شده را کاهش می‌دهد. از دست دادن آب در گل باعث تسریع پیری و ایجاد تغییرات نامطلوبی در ظاهر گل مانند خم شدگی، پوسیدگی، نرم شدن بافت، کاهش وزن و تغییر رنگ می‌شود (Sandhya, 2010).

اتیلن ناشی از گل‌های بریده، اغلب یک مشکل در گیاهان زینتی است، زیرا موجب از دست دادن کامل برگ‌ها یا گل‌ها می‌شود. غلظت‌های پایین اکسیژن و غلظت‌های بالای دی‌اکسیدکربن در ذخیره‌سازی، میزان تنفس و تولید اتیلن را کاهش می‌دهد. پژوهش‌های قبلی حاکی از این است که ذخیره‌سازی پیاز گل‌های سوسن آسیایی هیبرید در اتمسفر 1 درصد اکسیژن و دمای (22 تا 24 درجه سانتی‌گراد) می‌تواند کیفیت و ماندگاری آنها را در مقایسه با ذخیره‌سازی در هوا بهبود بخشد. موفقیت یک سیستم بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته به تحمل پیازهای گل لاله به سطوح بالای دی‌اکسیدکربن در MAP وابسته است (Legnani et al., 2004; Sandhya, 2010).

در مورد نگهداری گل زعفران در ایران و جهان تحقیقات دامنه‌داری صورت نگرفته است. و از آن جا

تعیین میزان رطوبت

مقدار رطوبت نمونه‌ها با استفاده از دستگاه سنجش رطوبت به روش مادون قرمز (Moisture Analyzer & MX-50, Japan) در دمای 105 ± 1 درجه‌ی سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت به دست آمد (Kaushik & Roos, 2007).

تعیین میزان حداقل تلخی، سافرانال و قدرت رنگی زعفران

مقدار پیکروکروسین، سافرانال و کروسین بر مبنای ثبت تغییرات حاصل از چگالی نوری به ترتیب در طول موج‌های 270، 330 و 440 نانومتر در دمای متوسط تعیین گردید. برای این منظور، ابتدا اطراف بالن‌های ژوژه‌ی 200 و 1000 میلی‌لیتری ورق آلومینیوم پوشانده شد تا از ورود نور و تخریب رنگدانه‌ها جلوگیری شود. 500 میلی‌گرم نمونه‌ی ساییده شده با ترازو با دقت 0/001 وزن شد. سپس نمونه داخل بالن 1000 میلی‌لیتری قرار داده شد و حدود 900 میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه شد. یک عدد مگنت بزرگ در بالن انداخته و محلول حدود 1 ساعت توسط همزن مغناطیسی (L.T.1.8, V220, HZ.50, Iran) دور از نور همزده شد. سرعت همزدن 1000 دور در دقیقه بود. بعد از به حجم رساندن و یکنواخت کردن، بوسیله‌ی پپیت 20 میلی‌لیتری، 20 میلی‌لیتر از محلول به بالن ژوژه‌ی 200 میلی‌لیتری انتقال داده شد و با آب مقطر تا خط نشانه، به حجم رسانیده شد. محلول به وسیله‌ی پمپ خلاء دور از نور و بسرعت صاف گردید تا محلول شفاف‌ی به دست آید. طیف‌سنج (Spectronic unicam Genesysim8, American) بر روی طول موج‌های مربوطه تنظیم شد و سپس تغییر جذب محلول صاف شده با استفاده از آب مقطر بعنوان مایع شاهد ثبت شد. مقادیر پیکروکروسین، سافرانال و کروسین از فرمول زیر محاسبه شد:

فرمول (1)

$$\text{مقدار} = \frac{A \times 10000}{0.5(100-H)}$$

جذب در حدود 440 نانومتر $A_{1cm}^{1\%}(440nm)$:

(کروسین)، 330 نانومتر (پیکروکروسین)، 270

گل با زمین، حمل و نقل در سبدهای پلاستیکی تمیز، نگهداری در جای سرد، تمیز و دور از نور خورشید). نمونه‌های گل در آزمایشگاه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی به صورت اتمسفر تغییر یافته بسته‌بندی شد.

تزریق گاز، بسته‌بندی و شرایط نگهداری

80 گرم گل زعفران در کیسه‌های پلاستیکی چند لایه از جنس پلی‌اتیلن - پلی‌امید با ضخامت 85 میکرون و پلی‌اتیلن با دانسیته پایین با ضخامت 30 میکرون قرار گرفت و در داخل هر بسته پاکت‌های حاوی 20 گرم پرمنگنات پتاسیم به عنوان جاذب اتیلن و 20 گرم سیلیکاژل به عنوان جاذب رطوبت قرار گرفت. بسته‌بندی نمونه‌ها با استفاده از ترکیب گازی متشکل از 50 درصد دی‌اکسیدکربن، 5 درصد اکسیژن، 45 درصد نیتروژن انجام شد. نمونه‌های شاهد در کیسه‌های پلاستیکی بدون دربندی و اعمال تغییر اتمسفر قرار گرفت. سپس بسته‌ها در 2 دمای صفر و 15 درجه سانتی‌گراد به ترتیب در سردخانه و انبار سرد قرار گرفتند. نمونه‌های گل پس از 15 روز از سردخانه و انبار سرد خارج و پس از جدا کردن کلاله و خامه از هم و خشک شدن در جریان هوای آزاد آزمایشات فیزیکی و شیمیایی مورد نظر انجام شد. کلیه آزمایشات در 3 تکرار انجام گردید.

اندازه گیری غلظت گازهای موجود در بسته

غلظت گاز درون بسته به روش Ullsten و Hedenqvist (2003) و Antmann و همکاران (2008) و با استفاده از دستگاه آنالایزر پرتابل ارزیابی شد. برای این کار سرنگ دستگاه را درون فضای بسته فرو کرده و سپس دستگاه 5 میلی‌لیتر از گاز داخل بسته را به داخل سیستم مکش می‌کند آن‌گاه به صورت اتوماتیک غلظت گاز اکسیژن و دی‌اکسیدکربن داخل بسته را گزارش می‌کند.

طول و قطر کلاله: با استفاده از کولیس محاسبه شد.

درصد افت وزنی: با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت 0/01 محاسبه شد.

درصد پژمردگی و لهیدگی: گل‌های پژمرده و لهیده وزن شده و سپس در کل نمونه‌ها محاسبه شد.

نانومتر (سافرانال)، A=جذب خوانده شده، H=رطوبت 500 میلی گرم زعفران (ISO 3632-2, 2010).

راندمان استحصال زعفران از گل زعفران

راندمان استحصال زعفران از تقسیم وزن کلاله‌های خشک شده زعفران بر وزن کلاله‌های تر اولیه ضرب درصد به دست آمد.

آزمایشات میکروبی

جهت انجام آزمون‌های میکروبی در زعفران از استاندارد میکروبیولوژی زعفران - ویژگی‌ها (5689) استفاده گردید. بدین منظور از کلاله‌های خشک شده زعفران طی 15 روز هر سه روز یکبار نمونه برداری و آزمون‌های میکروبی انجام شد. آزمون‌های میکروبی شامل شمارش کپک و مخمر و آزمون وجود یا عدم وجود *اشرشیاکلی* بود. بدین منظور به ترتیب از محیط کشت‌های پوتیتودکستروز آگار و لوریل سولفات استفاده شد.

شمارش کپک و مخمر

شمارش کپک و مخمر بر اساس استاندارد میکروبیولوژی و خوراک دام روش جامع برای شمارش کپک‌ها و مخمرها، قسمت دوم، روش شمارش کلنی در فرآورده‌های با فعالیت آبی (aw) مساوی یا کمتر از 95 درصد (2-10899) انجام شد.

شمارش اشرشیاکلی

شمارش اشرشیاکلی بر اساس استاندارد میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام - روش جستجو و شمارش اشرشیاکلی با استفاده از روش بیشترین تعداد احتمالی (2946) انجام شد.

تجزیه تحلیل آماری

کلیه آزمایشات در قالب طرح آزمایشی کاملاً تصادفی با استفاده از آزمایش فاکتوریل (در مورد آزمون‌های فیزیکی و شیمیایی جنس بسته و دمای نگهداری هر یک در دو سطح و در مورد آزمون‌های میکروبی علاوه بر جنس بسته و دمای نگهداری اثر زمان در پنج سطح بررسی شد) در سه تکرار انجام شد. میانگین‌ها با نرم افزار Mstac و بر اساس آزمون دانکن در سطح 5 درصد ($p < 0/05$) مقایسه شدند. نمودارها با نرم افزار Microsoft Excell ترسیم گردید.

بحث و نتایج

اثر دمای نگهداری و جنس بسته بر تغییر غلظت گازها در داخل بسته‌ها

مقایسات میانگین اثر دما و جنس بسته بر تغییر غلظت گاز اکسیژن و دی‌اکسیدکربن در جدول 1 آمده است همان طور که در جدول مشاهده می‌شود، دمای نگهداری به طور معنی‌داری بر غلظت گاز اکسیژن و دی‌اکسیدکربن در سطح 5 درصد مؤثر بود به طوری که در دمای 15 درجه سانتی‌گراد، در مقایسه با دمای صفر درجه سانتی‌گراد میزان غلظت گاز اکسیژن کمتر و غلظت گاز دی‌اکسیدکربن بیشتر بود. این امر به این دلیل است که در دمای بالا تنفس گل‌ها بیشتر است در نتیجه اکسیژن بیشتری مصرف و دی‌اکسیدکربن بیشتری تولید می‌گردد (Liesbeth et al., 2000; Sandhya, 2010).

Briones و همکاران (1993) اظهار داشتند دو عامل تنفس محصول و نفوذپذیری فیلم بسته‌بندی اتمسفر داخل بسته حاوی محصولات زنده را تغییر می‌دهند طوری که موجب خروج دی‌اکسیدکربن و ورود اکسیژن می‌شوند هر دو عامل به درجه حرارت بستگی دارند. اما تأثیر درجه حرارت بر شدت تنفس بیشتر می‌باشد.

جدول 1- اثر دمای نگهداری و جنس بسته بر تغییر غلظت گازها در داخل بسته‌ها

دی اکسید کربن	اکسیژن	جنس بسته
a49/373	a4/669	پلی اتیلن - پلی آمید
b19/082	a5/009	پلی اتیلن با دانسیته پایین
b32/584	a5/768	0
a35/871	b3/910	15

دما (درجه سانتی گراد)

کمیت‌های دارای حروف مشترک در هرستون در هر دو ردیف از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن $p < 0/05$).

اثر متقابل دمای نگهداری و جنس بسته بر راندمان استحصال کلالة زعفران و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن

جدول 2 اثر متقابل دمای نگهداری و جنس بسته بر راندمان استحصال زعفران و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود اثر دمای نگهداری و جنس بسته بر راندمان استحصال زعفران در سطح 5 درصد معنی‌دار بود. راندمان استحصال زعفران در بسته‌های پلی‌اتیلن با دانسیته پایین در دمای صفر درجه سانتی‌گراد به طور معنی‌داری بیش از سایر تیمارها بود. بسته‌بندی پلی‌اتیلن - پلی‌آمید در دمای 15 درجه سانتی‌گراد به طور معنی‌داری راندمان کمتری را در مقایسه با سایر بسته‌ها ایجاد نمود. کاهش راندمان در دمای 15 درجه سانتی‌گراد نسبت به دمای صفر درجه سانتی‌گراد احتمالاً به علت افزایش شدت تنفس گل‌ها در این دما و در نتیجه کاهش خواص فیزیکی آنها می‌باشد. میزان راندمان در نمونه‌های شاهد در هر دو دمای 0 و 15 درجه سانتی‌گراد با گذشت زمان به شدت کاهش پیدا کرد. به طوری که میزان راندمان در نمونه‌های شاهد در دمای 15 درجه سانتی‌گراد کمترین مقدار (0/223 درصد) بود.

داده‌های جدول 2 نشان داد دمای نگهداری به طور معنی‌داری بر درصد افت وزنی، درصد پژمردگی، طول و قطر کلالة تاثیر داشت ($p < 0/05$). جنس بسته نیز بر درصد افت وزنی و پژمردگی اثری معنی‌دار

جدول 1 همچنین مقایسات میانگین اثر جنس بسته بر تغییر غلظت گاز اکسیژن و دی‌اکسیدکربن را نشان می‌دهد. همان‌طور که در این جدول نمایان است اثر جنس بسته بر روی تغییر غلظت گاز اکسیژن معنی‌دار نیست ($p > 0/05$) اما بر روی تغییر غلظت گاز دی‌اکسیدکربن معنی‌دار است ($p < 0/05$). به طوری که بسته‌های پلی اتیلن - پلی‌آمیدی دی‌اکسیدکربن بیشتری را درخود نگهداشتند و بسته‌های پلی‌اتیلن با دانسیته پایین به دلیل نفوذپذیری زیاد مقدار دی‌اکسیدکربن بیشتری را از خود عبور دادند (تاج الدین، 1380؛ میرنظامی، 1381).

در بسته‌بندی قابل نفوذ، با انجام تنفس، هم‌چنان‌که اکسیژن داخل بسته مصرف می‌شود تغییر ثابتی در ترکیب اتمسفر بسته روی می‌دهد، ابتدا غلظت دی‌اکسیدکربن در مقابل اکسیژن افزایش می‌یابد، از آنجایی‌که فیلم همواره نسبت به دی‌اکسیدکربن قابل نفوذتر از اکسیژن است، دی‌اکسیدکربن نسبت به اکسیژن ورودی سریع‌تر خارج می‌شود با مصرف اکسیژن و معادل آن تولید دی‌اکسیدکربن، گرادیان گاز در داخل بسته به وجود می‌آید (Paine & Paine, 1992). این گرادیان، دی‌اکسیدکربن را خارج کرده، باعث ورود اکسیژن می‌شود. در ابتدا نیروی محرکه کم است، اما در نهایت تعادل ایجاد می‌شود (Smith & Stow, 1984; Geeson et al., 1985).

زعفران در مقایسه با بسته‌های از جنس پلی‌اتیلن - پلی‌آمید بود.

بنابراین همان‌طور که در جدول 2 مشاهده می‌شود بسته‌های پلی‌اتیلن با دانسیته پایین در دمای صفر درجه سانتی‌گراد بیشترین میزان کروسین (255/4)، سافرانال (28/66) و پیکروکروسین (62/09) را داشتند. همچنین مشاهده شد که میزان کروسین، سافرانال و پیکروکروسین نمونه‌های شاهد در هر 2 دمای 0 و 15 درجه سانتی‌گراد خیلی کمتر از تیمارهای تحت اتمسفر تغییر یافته بود.

نتایج آزمون‌های میکروبی نمونه‌های زعفران

آزمون‌های میکروبی شامل آزمون تعیین وجود اشرشیاکلی و شمارش کپک و مخمر بر روی نمونه‌های زعفران خشک شده انجام شد. ویژگی‌های میکروبی نمونه‌های زعفران خشک شده نشان داد رشد اشرشیاکلی در کلیه تیمارها منفی بود (داده‌ها نشان داده نشد). جدول 3 اثر متقابل دمای نگهداری و جنس بسته بر شمارش کپک و مخمر در زمان‌های مختلف نگهداری را نشان می‌دهد با توجه به نتایج، اکثر تیمارها با استاندارد ملی ایران (10^3 cfu/gr) مطابقت داشتند و تنها تعداد محدودی از تیمارها بالاتر از حد استاندارد بوده‌اند.

عدم انطباق برخی نمونه‌ها با حدود استاندارد احتمالاً به دلیل عدم استقرار شرایط مناسب جهت کشت میکروبی از جمله عدم وجود هود میکروبیولوژی در محل اجرای آزمون، همچنین نوع روش خشک کردن (روش سنتی) و در نتیجه بالا بودن میزان رطوبت نهایی زعفران خشک شده بود. در روش سنتی که کلاله‌های زعفران در جریان هوای آزاد خشک شدند و درصد رطوبت کمی بالا بود ولی این میزان رطوبت با گذشت زمان کاهش پیدا کرد به طوری که مقدار رطوبت از 12/918 درصد به 10/481 درصد (جدول 3) رسید.

به طور کلی خشک کردن با کاهش فعالیت آبی سبب طولانی شدن فاز کمون میکروارگانیسم‌ها می‌شود و در مرحله بعد این عامل سبب می‌شود تا از سرعت رشد و اندازه پیکره میکروارگانیسم‌ها نیز کاسته شود. بعلاوه کاهش فعالیت آبی موجب تقلیل

داشت اما بر طول و قطر کلاله بی اثر بود. به طوری که کمترین میزان افت وزنی و درصد پژمردگی در دمای صفر درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. با افزایش دمای نگهداری، درصد افت وزنی و پژمردگی افزایش یافت. بر اساس نظریه Joyce و Shorter (2000)، طی نگهداری در دمای بالاتر تنفس بیشتر و در نتیجه پژمردگی گل‌ها بیشتر می‌گردد.

احتمالاً در دمای 15 درجه سانتی‌گراد به دلیل افزایش تنفس و در نتیجه افزایش پژمردگی، کلاله‌های زعفران چروکیده و نازکتر شدند و در نهایت طول و قطر کلاله کاهش یافت. اما در دمای صفر درجه سانتی‌گراد به دلیل کاهش تنفس میزان افت وزنی و درصد پژمردگی کمتری مشاهده شد.

کلیه تیمارهای به کار رفته در مقایسه با شاهد در هر دو دمای 0 و 15 درجه سانتی‌گراد دارای درصد افت وزنی و پژمردگی کمتری بودند. به طوری که درصد افت وزنی و پژمردگی در نمونه‌های شاهد در دمای صفر درجه سانتی‌گراد به ترتیب 5/788 و 60/97 درصد و در دمای 15 درجه سانتی‌گراد به ترتیب 10/59 و 74/16 درصد بود.

همچنین جدول 2 نشان می‌دهد گل‌های زعفران نگهداری شده در دمای صفر درجه سانتی‌گراد در بسته‌بندی پلی‌اتیلن با دانسیته پایین بیشترین طول و قطر کلاله را داشتند. و انواع شاهد در دمای 15 درجه سانتی‌گراد به همراه (22/12 میلی‌متر) طول و (0/554 میلی‌متر) قطر کمترین مقدار بود.

جدول 2 نتایج حاصل از اثر دمای نگهداری و جنس بسته بر مقدار استحصال کروسین، سافرانال و پیکروکروسین را نشان می‌دهد. داده‌های جدول 2 به وضوح نشان می‌دهد اثر دمای نگهداری و جنس بسته بر مقدار کروسین، سافرانال و پیکروکروسین در سطح 5 درصد معنی‌دار بود.

نگهداری در دمای صفر درجه سانتی‌گراد مقدار کروسین، سافرانال و پیکروکروسین را به طور مؤثری در مقایسه با دمای 15 درجه سانتی‌گراد حفظ نمود و نمونه‌های نگهداری شده در بسته‌های پلی‌اتیلن با دانسیته پایین مقدار کروسین، سافرانال و پیکروکروسین بیشتری داشتند که نشانگر مناسب‌تر بودن این بسته‌ها در حفظ خصوصیات شیمیایی

نتیجه گیری

بسته بندی گل زعفران تحت اتمسفر تغییر یافته با ترکیب گاز 50 درصد دی اکسید کربن، 5 درصد اکسیژن کیفیت گل های زعفران را حفظ نمود و روند کاهش خصوصیات کیفی آن را کند نمود. به طوری که گل ها تحت شرایط اتمسفر تغییر یافته به مدت 15 روز در شرایط مناسب نگهداری شدند. این در حالی بود که زمان ماندگاری در نمونه های شاهد حداکثر 9 روز، همراه با افت کیفیت قابل ملاحظه بود. پوشش های پلیمری پلی اتیلن با دانسیته پایین جهت حفظ خصوصیات کیفی و فیزیکی گل زعفران بهتر از پوشش های پلیمری پلی اتیلن - پلی آمید می باشد. دمای صفر درجه سانتی گراد جهت نگهداری گل ها مناسب تر از دمای 15 درجه سانتی گراد بود. که به علت شدت تنفس کمتر گل ها در دمای کمتر می باشد. از لحاظ بار میکروبی نیز وجود اشرشیاکلی در کلیه تیمارها منفی بود. آزمون شمارش کپک و مخمر نشان داد اکثر تیمارها با استاندارد ملی ایران (10^3 cfu/gr) مطابقت داشت.

نفوذ آب به درون سلول شده و کاهش فعالیت های متابولیسمی را در پی خواهد داشت (مرتضوی، 1379). بنابراین همان طور که در جدول 3 مشاهده می شود شمارش کلی کپک و مخمر در روزهای سوم و ششم بیشتر از سایر تیمارها بوده که احتمالاً به دلیل درصد بالای رطوبت در زعفران حاصل از گل های نگهداری شده در این روزها بود. بالاتر بودن میزان شمارش کپک ها و مخمرها در دمای صفر درجه سانتی گراد در مقایسه با دمای 15 درجه سانتی گراد احتمالاً به دلیل افزایش رطوبت نمونه های زعفران و تغییر نفوذپذیری فیلم های بسته بندی در این دما باشد میزان آلودگی میکروبی طی مدت نگهداری کاهش یافت این نتیجه احتمالاً به دلیل فعالیت پایین آبی در کلاله های خشک شده می باشد. سالاری و همکاران در سال 1388 بیان کردند که میزان آلودگی میکروارگانیسمی زعفران با گذشت زمان کاهش می یابد. که نتایج این محققین با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد.

جدول ۲- اثر متقابل دمای نگهداری و جنس بسته بر راندمان، خواص فیزیکی و شیمیایی گل زعفران

جنس بسته	دما (درجه سانتی گراد)	راندمان استحصال زعفران (درصد)	اقت وزنی (درصد)	پژمردگی (درصد)	طول کلاه (میلی متر)	قطر کلاه (میلی متر)	کروسین	سافرانال	پیکروکروسین
پلی اتیلن - پلی آمید	۰	۰/۷۱۱ b	۳/۴۸۰ e	۳۹/۵۲ d	۲۴/۱۲ ab	۰/۷۰۲ a	۲۴۲/۹ c	۳۷/۰۰ c	۶۱/۹۵ a
	۱۵	۰/۶۷۸ c	۴/۳۱۷ c	۳۶/۸۳ c	۲۳/۵۴ c	۰/۶۷۷ b	۲۳۶/۶ d	۲۶/۷۹ c	۵۷/۶۱ c
پلی اتیلن با دانسیته پایین	۰	۰/۷۳۲ a	۳/۱۰۴ f	۱۵/۵۴ f	۲۴/۳۲ a	۰/۷۱۱ a	۲۵۵/۴ a	۲۸/۶۶ a	۶۲/۰۹ a
	۱۵	۰/۷۲۰ b	۳/۷۷۲ d	۲۱/۱۹ e	۲۳/۸۵ bc	۰/۶۹۱ ab	۲۴۴/۳ b	۲۷/۷۶ b	۶۰/۳۸ b
شاهد	۰	۰/۳۵۱ d	۵/۷۸۸ b	۶۰/۹۷ b	۲۲/۶۶ d	۰/۶۳۴ c	۱۸۸/۶ e	۲۳/۲۷ d	۴۴/۸۴ d
	۱۵	۰/۳۲۳ e	۱۰/۵۹۲ a	۷۴/۱۶ a	۲۲/۱۲ e	۰/۵۵۴ d	۱۴۰/۷ f	۱۵/۳۱ e	۳۱/۲۶ e

کمپتهای دارای حروف مشترک در هرستون از لحاظ آماری تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن ۰/۰۵ < p).

جدول ۳- اثر متقابل دمای نگهداری و جنس بسته بر شمارش کپک و مخمر در زمان های مختلف نگهداری

جنس بسته	دما (درجه سانتی گراد)	روز سوم	رطوبت (درصد)	روز ششم	رطوبت (درصد)	روز نهم	رطوبت (درصد)	روز دوازدهم	رطوبت (درصد)	روز پانزدهم	رطوبت (درصد)
پلی اتیلن - پلی آمید	۰	۲×۱۰ ^۳	۱۱/۴۳۴	۲۳×۱۰ ^۳	۱۲/۹۱۸	منفی	-	منفی	-	منفی	-
	۱۵	منفی	-	۹×۱۰ ^۳	۱۱/۳۴۱	منفی	-	منفی	-	منفی	-
پلی اتیلن با دانسیته پایین	۰	منفی	-	۱۸×۱۰ ^۳	۱۲/۴۳۱	منفی	-	۹×۱۰ ^۳	۱۱/۳۶۴	منفی	-
	۱۵	۱۲×۱۰ ^۳	۱۲/۱۴۹	۱۶×۱۰ ^۳	۱۲/۳۶۸	۱۲×۱۰ ^۳	۱۲/۱۴۵	منفی	-	۲×۱۰ ^۳	۱۰/۴۸۱
شاهد	۰	۲۳×۱۰ ^۳	۱۳/۴۸۷	۱۶×۱۰ ^۳	۱۲/۴۴۸	ND	-	ND	-	ND	-
	۱۵	۲۰×۱۰ ^۳	۱۳/۲۲۴	۱۹×۱۰ ^۳	۱۲/۴۳۸	ND	-	ND	-	ND	-

ND: نمونه به علت افت کیفیت آزمون نشد

منابع

- 1- ابراهیمزاده ای. و سیفی ی. 1375. انبارداری و جابجایی گل‌های بریده، گیاهان زینتی، گیاهان گلدانی، نشر اختر، صفحات 1-240.
- 2- مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. 1385. میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام- روش جامع برای شمارش کپک‌ها و مخمرها قسمت دوم: روش شمارش کلنی در فراورده‌های با فعالیت آبی (aw) مساوی یا کمتر از 0/95. استاندارد ملی ایران، شماره 2-10899.
- 3- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. 1387. میکروبیولوژی زعفران- ویژگیها. استاندارد ملی ایران، شماره 5689.
- 4- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. 1384. میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام- جستجو و شمارش اشرشیاکلی با استفاده از روش بیشترین تعداد احتمالی. استاندارد ملی ایران، شماره 2946.
- 5- بی‌نام. 1376. نشریه داخلی اتحادیه تعاونیهای کشاورزی زعفرانکاران ایران. سال اول. شماره سوم. صفحات 2-5.
- 6- بی‌نام. 1387. آمارنامه کشاورزی. سال زراعی 89-1388. انتشارات وزارت کشاورزی. معاونت برنامه ریزی و پشتیبانی. اداره کل آمار و اطلاعات. نشریه شماره 88/06.
- 7- تاج الدین ب. 1380. بسته‌بندی مواد غذای با اتمسفر تغییر یافته (ترجمه)، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، صفحات 285-305.
- 8- سالاری ر، حبیبی نجفی م.ب، کاراژیان ح. و وزیر زاده ب. 1388. ارزیابی تغییرات فیزیکیوشیمیایی و میکروبی زعفران طی دوره نگهداری یکساله. مجله علوم و فناوری غذایی. سال دوم. شماره اول. صفحات 36-43.
- 9- کافی م، باقری ع.ر، حاجیان شهری م، راشد محصل م.ح، سنوئی م، علیزاده ا، کرباسی ع. و محمودی ا. 1381. زعفران: فناوری تولید و فرآوری، ناشر زبان و ادب، صفحات 22-37.
- 10- مرتضوی ع. 1379. میکروبیولوژی مواد غذایی (ترجمه)، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، صفحات 107-108.
- 11- میرنظامی ضیابری ح. 1381. اصول بسته‌بندی مواد غذایی، ناشر آبیژ، صفحات 272-294.
- 12- ناصری م.ت. و ابراهیمی گروهی م. 1377. فیزیولوژی گل‌های پیازی (ترجمه)، انتشارات جهاد دانشگاهی، صفحات 1-252.
- 13- Antmann, G., Ares G., Lema P. & Lareo C. 2008. Influence of modified atmosphere packaging on sensory quality of shiitake mushrooms. *Postharvest Biology and Technology*, 49: 164-170.
- 14- Ding, C.K., Chachin K., Ueda Y., Imahori Y. & Wang C.Y. 2002. Modified atmosphere packaing maintains postharvest quality of loquat fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 24: 341-348.
- 15- Fellows, P.J. 1990. Controlled and modified atmosphere storage. *Food Processing Technology*, 369-371.
- 16- Geeson J.D., Browne K.M., Maddison K., Shepperd J. & Guaraldi F. 1985. Modified atmosphere packaging to extend the shelf life of tomatoes. *Food Technology*, 20: 339-404.
- 17- Hirsch, A. 1991. Flexible food packaging. R Van Nostrand Reinhold, 5-9, 14-20, 56-65.
- 18- ISO. 2010. Spices-saffron (*Crocus sativus* L.), ISO 3632-2, Part 2: Test methods, International Standard.
- 19- Joyce, D.C. & Shorter A.J. 2000. Long term, low temperature storage injures kangaroo paw cut flower. *Postharvest Biology and Technology*, 20: 203-206.
- 20- Legnani, G., Watkins C.B. & Miller W.B. 2004. Low oxygen affects the quality of Asiatic hybrid lily bulbs during dry sea storage and subsequent forcing. *Postharvest Biology and Technology*, 32: 223-233.
- 21- Liesbeth, J., Frank D. & Tom D.R. 2000. Designing equilibrium modified atmosphere packages for fresh-cut vegetables subjected to changes in temperature. *Lebensm.-Wiss.u.-Technology*, 33: 178-187.

- 22- Kaushik, V. & Roos Y.H. 2007. Limonene encapsulation in freeze-drying of gum arabic-sucrose-gelatin systems. *LWT*, 40: 1381-1391.
- 23- Lopez Briones, G., Varoquaux P., Bureau G. & Pascat B. 1993. Modified atmosphere packaging of common mushroom. *Food Science & Technology*, 28(1): 57-68.
- 24- Mangaraj, S., Goswami T.K. & Mahajan P.V. 2009. Applications of plastic films for modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Food Engineering Review*, 1: 133-158.
- 25- Paine, A.F. & Paine Y.H. 1992. Modified atmosphere packaging. *Hand book of Food Packaging*, Chapman&hall, 242-246.
- 26- Pretel, M.T., Souty M. & Romojaro F. 2000. Use of passive and active modified atmosphere packaging to prolong the postharvest life of three varieties of apricot (*Prunus armeniaca* L.). *European Food Research and Technology*, 211(3): 191-198.
- 27- Reid, M.S. & Lukaszewski T.A. 1988. Post-harvest care and handling of cut flowers, florist green, and potted plants. Timber press. Inc., Portland, Oregon.
- 28- Sandhya. 2010. Modified atmosphere packaging of fresh produce. *LWT- Food Science and Technology*, 43:381-392.
- 29- Smith, S.M. & Stow J.R. 1984. The potential of a sucrose ester coating material for improving the storage and shelf life qualities of coxs orange pippin apples. *Annals of Applied Biology*, 104:383-386.
- 30- Ullsten, N.H. & Hedenqvist M.S. 2003. A new test method based on head space analysis to determine permeability to oxygen and carbon dioxide of flexible packaging. *Polymer Testing*, 22: 291-295.
- 31- Zagory, D. & Kader A.A. 1988. Modified atmosphere packaging of fresh produce. *Food Technology*, 42(9): 70-77.

The effect of storage temperature and packaging material on the quantity, quality and microbial properties of modified atmosphere packaging of saffron flower

M. Shoormij^{*1}, S. Einafshar², R. Niazmand³, P. Sharayi²

1- Graduated MSc. student, Department of Food Science & Technology, College of Agriculture, Islamic Azad University, Damghan Branch

*Corresponding author (m.shoormij@yahoo.com)

2-Assistant professor, Department of Agricultural Engineering Research, Khorasan Agriculture and Natural Resources Research Center

3-Assistant professor, Department of Food Chemistry, Research Institute of Food Science & Technology

Abstract

Saffron is one of the most valuable crops on the Earth. The production rate of this plant is increasing in recent years. Saffron flower storing and processing is difficult. This study was performed to study physical, qualitative properties of Saffron flowers and to create a new field to export the cut flowers. Saffron flowers were packed at modified atmosphere packaging in polymer pouches (Polyethylene- polyamide and low density Polyethylene) with a gas combined of CO₂-50%, O₂-5%, and N₂-45%. Sample and Control were kept at two temperatures 0 and 15°C for 15 days. Every three days the concentrations of oxygen and carbon dioxide, the yield of product, physical properties of fresh stigma and chemical properties of dried stigma were measured. The existence of E. coli and enumeration of yeasts and moulds also were done. The results showed that low density polyethylene polymer pouches maintained the physical and quality properties of Saffron flowers better than Polyethylene polyamide pouches. Storage at 0°C kept the flowers better than 15°C. There were no evidences for E. coli growth in the samples.

Key words: Gas combination; Modified atmosphere; Packaging; Saffron flowers; Storage temperature