www.rifst.ac.ir/jrifst.aspx
نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی
سال ۱۳۹۱، جلد ۱، شماره ۴، صفحات ۲۹۴-۲۸۳

JRIFST

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

مژگان شورمیج [۱*]، سودابه عین افشار [۲]، راضیه نیازمند [۳]، پروین شرایعی [۲]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان
* مسئول مکاتبات (m.shoormij@yahoo.com)
۲- استادیار گروه تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی
۳- استادیار گروه شیمی مواد غذایی، پژوهشکده علوم و صنایع غذایی، مشهد

چکیده

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 ۵۰٪ دی‌اکسیدکربن، ۵٪ اکسیژن، ۴۵٪ نیتروژن بسته‌بندی شدند. بسته‌ها و نمونه‌های شاهد در دو دمای ۰ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵روز 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 *اشرشیاکلی* 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 ۱۵ درجه سانتی‌گراد بود. از لحاظ بار میکروبی نیز وجود *اشرشیاکلی* در هیچ یک از نمونه‌ها مشاهده نشد.

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۸/۰۷
تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۲/۱۸

واژه‌های کلیدی
اتمسفر تغییر یافته
بسته بندی
دمای نگهداری
گل زعفران

مقدمه

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 مثقال و گرم می‌باشد. در حال حاضر ایران با بیش از ۹۵ درصد تولید جهانی به عنوان بزرگترین تولیدکننده و صادرکننده زعفران در جهان به شمار می‌آید. سطح زیر کشت و میزان تولید گل زعفران در خراسان رضوی و جنوبی در سال های ۱۳۸۸ تا ۱۳۸۹، ۵۸۷۴۷ هکتار با تولید ۲۰۹۹۶ تن بوده که از این میزان تولید در حدود۲۱۰ 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

Archive of SID
www.SID.ir

۱۳۸۷، ۸۱ میلیون و ۴۹۳ هزار دلار بود که نسبت به سال قبل ۴۱ درصد رشد نشان داد (بی‌نام، ۱۳۸۷).

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 لفافهای قابل اتوکلاو کردن، بسته‌بندی اسپتیک و تحت خلا و نگهداری تحت اتمسفر کنترل شده و اتمسفر تغییر یافته، شده است (تاج الدین، ۱۳۸۰). 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 یافته[1] 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 و تعداد کمتری از آنها نفوذپذیری مناسبی برای گازها در سیستم MAP[1] دارند (میرنظامی، ۱۳۸۱).

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 (تاج الدین، ۱۳۸۰؛ میرنظامی، ۱۳۸۱). اکثر فیلم‌های مورد استفاده برای محصولات تازه در سیستم MAP شامل ۴ پلیمر پلی‌وینیل کلراید، پلی‌اتیلن‌ترفتالات، 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 ۲- تا ۳- درجه سانتی‌گراد یخ می‌زنند لذا به منظور جلوگیری از یخ-زدگی گلها آنها را در درجات بالاتر از نقطه یخزدگی نگهداری می‌نمایند(ناصری و ابراهیمی گروی، ۱۳۷۷).

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

1- Modified Atmosphere Packaging

www.SID.ir

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، ۱۳۷۵).

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 ابراهیمی گروی، ۱۳۷۷). مناسب‌ترین رطوبت نسبی جهت نگهداری گلهای بریده ۹۰ تا ۹۵ درصد می‌باشد. تشکیل قطرات آب در هنگام نگهداری گلها، شرایط برای رشد قارچ ها خصوصاً بوتریتیس[1] 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 ۱ درصد اکسیژن و دمای (۲۲ تا ۲۴ 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 دامنه داری صورت نگرفته است. و از آن جا که اهمیت زعفران کاری از جنبه‌های گوناگون نظیر بهره وری 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، ۱۳۸۱) لذا انجام هر تحقیقی که باعث بهبود کمی و کیفی این محصول شود می‌تواند مستقیماً در بهبود وضعیت کشاورزان و توسعه صادرات غیرنفتی تاثیر 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، رقیق کننده پپتون واتر، محیط کشت میکروبی پوتیتودکستروزآگار، محیط کشت میکروبی لوریل سولفات بوده است. مواد شیمیایی و محیطهای کشت مورد استفاده از شرکت مرک با درجه خلوص ۹۹/۵ درصد تهیه شدند.

دستگاه‌های مورد استفاده شامل: ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱گرم و ترازوی معمولی با دقت ۰/۱گرم، سنجش رطوبت مادون قرمز مدل MX-50، همزن مغناطیسی مدل L.T.1.8، آون‌الکتریکی، پمپ خلاء، گاز آنالایزر پرتابل مدل OXYBABY V O2/CO2، اسپکتروفتومتر مدل GEN ESYSI M، دستگاه بسته‌بندی هنکلمن مدل A200Gerhardt.

تهیه گل زعفران

حدود ۱۲ کیلوگرم گل در هفته اول آبان ماه سال ۱۳۹۰ 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 کاملا بهداشتی طی نمودند (برداشت با دستان تمیز و حداقل تماس

1-Botritis

Archive of SID

www.SID.ir

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

۸۰ گرم گل زعفران در کیسه‌های پلاستیکی چند لایه از جنس پلی‌اتیلن- پلی‌آمید با ضخامت ۸۵ میکرون و پلی اتیلن با دانسیته پایین با ضخامت ۳۰ میکرون قرار گرفت و در داخل هر بسته پاکت‌های حاوی ۲۰ گرم پرمنگنات پتاسیم به عنوان جاذب اتیلن و ۲۰ گرم سیلیکاژل به عنوان جاذب رطوبت قرار گرفت. .بسته‌بندی نمونه‌ها با استفاده از ترکیب گازی متشکل از ۵۰ درصد دی‌اکسیدکربن، ۵ درصد اکسیژن، ۴۵ درصد نیتروژن انجام شد. نمونه‌های شاهد در کیسه‌های پلاستیکی بدون دربندی و اعمال تغییر اتمسفر قرار گرفت. سپس بسته‌ها در ۲ دمای صفر و ۱۵ درجه سانتی‌گراد به ترتیب در سردخانه و انبار سرد قرار گرفتند. نمونه‌های گل پس از ۱۵ 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 در۳ تکرار انجام گردید.

اندازه گیری غلظت گازهای موجود در بسته

غلظت گاز درون بسته به روش Ullsten و Hedenquvist (۲۰۰۳) و Antmann و همکاران (۲۰۰۸) و با استفاده از دستگاه آنالایزر پرتابل ارزیابی شد. برای این کار سرنگ دستگاه را درون فضای بسته فرو کرده و سپس دستگاه ۵ 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 ۰/۰۱ محاسبه شد.

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

تعیین میزان رطوبت

مقدار رطوبت نمونه‌ها با استفاده از دستگاه سنجش رطوبت به روش مادون‌قرمز (Moisture Analyzer & MX-50, Japan) در دمای ۱± ۱۰۵ درجه‌ی سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت به‌دست 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 ۲۷۰، ۳۳۰و ۴۴۰ نانومتر در دمای متوسط تعیین گردید. برای این منظور، ابتدا اطراف بالن‌های ژوژه‌ی ۲۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌لیتری ورق آلومینیوم پوشانده شد تا از ورود نور و تخریب رنگدانه‌ها جلوگیری شود. ۵۰۰ میلی‌گرم نمونه‌ی ساییده شده با ترازو با دقت ۰/۰۰۱ وزن شد. سپس نمونه داخل بالن ۱۰۰۰ میلی‌لیتری قرار داده شد و حدود ۹۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه شد. یک عدد مگنت بزرگ در بالن انداخته و محلول حدود ۱ ساعت توسط همزن مغناطیسی (L.T.1.8, V220, HZ.50, Iran) دور از نور همزده شد. سرعت همزدن ۱۰۰۰ دور در دقیقه بود. بعد از به حجم رساندن و یکنواخت کردن، بوسیله‌ی پیپت ۲۰ میلی‌لیتری، ۲۰ میلی‌لیتر از محلول به بالن ژوژه‌ی ۲۰۰ 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 به‌دست 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(۱)

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

$A_{1cm}^{1\%}$(۴۴۰nm): جذب در حدود ۴۴۰ نانومتر (کروسین)، ۳۳۰ نانومتر (پیکروکروسین)، ۲۷۰

Archive of SID

www.SID.ir

نانومتر (سافرانال)، A=جذب خوانده شده، H=رطوبت ۵۰۰ میلی‌گرم 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 به‌دست آمد.

آزمایشات میکروبی

جهت انجام آزمون‌های میکروبی در زعفران از استاندارد میکروبیولوژی زعفران- ویژگی‌ها (۵۶۸۹) استفاده گردید. بدین منظور از کلاله‌های خشک شده زعفران طی ۱۵ 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 پوتیتودکستروزآگار و لوریل سولفات استفاده شد.

شمارش کپک و مخمر

شمارش کپک و مخمر بر اساس استاندارد میکروبیولوژی و خوراک دام روش جامع برای شمارش کپک ها و مخمرها، قسمت دوم، روش شمارش کلنی در فراورده‌های با فعالیت آبی(aw) مساوی یا کمتر از ۹۵ درصد (۲-۱۰۸۹۹) انجام شد.

شمارش اشرشیاکلی

شمارش اشرشیاکلی بر اساس استاندارد میکروبیولوژی مواد غذایی و خورک دام- روش جستجو و شمارش اشرشیاکلی با استفاده از روش بیشترین تعداد احتمالی (۲۹۴۶) انجام شد.

تجزیه تحلیل آماری

کلیه آزمایشات در قالب طرح آزمایشی کاملا 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 Mstatc و بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد ($p<۰/۰۵$) 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 ۱ آمده است همان طور که در جدول مشاهده می‌شود، دمای نگهداری به طور معنی‌داری بر غلظت گاز اکسیژن و دی‌اکسیدکربن در سطح ۵ درصد مؤثر بود به‌طوری که در دمای ۱۵درجه 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 تنفس‌گل‌ها بیشتر است در نتیجه اکسیژن بیشتری مصرف و دی‌اکسیدکربن بیشتری تولید می‌گردد (Liesbeth et al., 2000; Sandhya, 2010).

Briones و همکاران (۱۹۹۳) 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.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- اثر دمای نگهداری و جنس بسته بر تغییر غلظت گازها در داخل بسته‌ها

		اکسیژن	دی اکسید کربن
جنس بسته	پلی‌اتیلن- پلی‌آمید	a۴/۶۶۹	a۴۹/۳۷۳
	پلی‌اتیلن با دانسیته‌پایین	a۵/۰۰۹	b۱۹/۰۸۲
دما(درجه سانتی‌گراد)	۰	a۵/۷۶۸	b۳۲/۵۸۴
	۱۵	b۳/۹۱۰	a۳۵/۸۷۱

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

جدول۱ همچنین مقایسات میانگین اثر جنس بسته بر تغییر غلظت گاز اکسیژن و دی‌اکسیدکربن را نشان می دهد. 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، ۱۳۸۰؛ میرنظامی، ۱۳۸۱).

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).

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

جدول ۲ 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 ۵ 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 ۱۵ درجه سانتی‌گراد به طور معنی‌داری راندمان کمتری را در مقایسه با سایر بسته‌ها ایجاد نمود. کاهش راندمان در دمای ۱۵ 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 ۰ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد با گذشت زمان به شدت کاهش پیدا کرد. به طوری که میزان راندمان در نمونه‌های شاهد در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد کمترین مقدار (۰/۲۲۳ درصد) بود.

داده‌های جدول ۲ نشان داد دمای نگهداری به طور معنی‌داری بر درصد افت وزنی، درصد پژمردگی، طول و قطر کلاله تاثیر داشت($p<0/05$). جنس بسته نیز بر درصد افت وزنی و پژمردگی اثری معنی‌دار

www.SID.ir

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 (۲۰۰۰)، طی نگهداری در دمای بالاتر تنفس بیشتر و در نتیجه پژمردگی گل‌ها بیشتر می‌گردد.

احتمالاً در دمای ۱۵ 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 ۰ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد دارای درصد افت وزنی و پژمردگی کمتری بودند. به‌طوری که درصد افت وزنی و پژمردگی در نمونه‌های شاهد در دمای صفر درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۵/۷۸۸ و ۶۰/۹۷ درصد و در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۱۰/۵۹ و ۷۴/۱۶ درصد بود.

همچنین جدول ۲ نشان می‌دهد گل‌های زعفران نگهداری شده در دمای صفر درجه سانتی‌گراد در بسته‌بندی پلی اتیلن با دانسیته پایین بیشترین طول و قطر کلاله را داشتند. و انواع شاهد در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد به همراه (۲۲/۱۲ میلی‌متر) طول و (۰/۵۵۴ میلی‌متر) قطر کمترین مقدار بود.

جدول ۲ نتایج حاصل از اثر دمای نگهداری و جنس بسته بر مقدار استحصال کروسین، سافرانال و پیکروکروسین را نشان می‌دهد. داده‌های جدول ۲ به وضوح نشان می‌دهد اثر دمای نگهداری و جنس بسته بر مقدار کروسین، سافرانال و پیکروکروسین در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود.

نگهداری در دمای صفر درجه سانتی‌گراد مقدار کروسین، سافرانال و پیکروکروسین را به طور مؤثری در مقایسه با دمای ۱۵ 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 زعفران در مقایسه با بسته‌های از جنس پلی‌اتیلن-پلی‌آمید بود.

بنابراین همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود بسته‌های پلی اتیلن با دانسیته پایین در دمای صفر درجه سانتی‌گراد بیشترین میزان کروسین (۲۵۵/۴)، سافرانال (۲۸/۶۶) و پیکروکروسین (۶۲/۰۹) را داشتند. همچنین مشاهده شد که میزان کروسین، سافرانال و پیکروکروسین نمونه‌های شاهد در هر ۲ دمای ۰ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد خیلی کمتر از تیمارهای تحت اتمسفر تغییر یافته بود.

نتایج آزمون های 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).جدول۳ اثر متقابل دمای نگهداری و جنس بسته بر شمارش کپک و مخمر در زمان‌های مختلف نگهداری را نشان می‌دهد باتوجه به نتایج، اکثر تیمارها با استاندارد ملی ایران ($۱۰^{۳}$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 ۱۲/۹۱۸ درصد به ۱۰/۴۸۱ درصد (جدول ۳) 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 میکروارگانیسم ها نیز کاسته شود. بعلاوه کاهش فعالیت آبی موجب تقلیل

Archive of SID

www.SID.ir

نفوذ آب به درون سلول شده و کاهش فعالیت‌های متابولیسمی را در پی خواهد داشت(مرتضوی، ۱۳۷۹).

بنابراین همان طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود شمارش کلی کپک و مخمر در روزهای سوم و ششم بیشتر از سایر تیمارها بوده که احتمالا به دلیل درصد بالای رطوبت در زعفران حاصل از گل‌های نگهداری شده در این روزها بود. بالاتر بودن میزان شمارش کپک‌ها و مخمرها در دمای صفر درجه سانتی‌گراد در مقایسه با دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد احتمالاً به دلیل افزایش رطوبت نمونه‌های زعفران و تغییر نفوذپذیری فیلم‌های بسته‌بندی در این دما باشد میزان آلودگی میکروبی طی مدت نگهداری کاهش یافت این نتیجه احتمالاً به دلیل فعالیت پایین آبی در کلاله‌های خشک شده می‌باشد. سالاری و همکاران در سال ۱۳۸۸ بیان کردند که میزان آلودگی میکروارگانیسمی زعفران با گذشت زمان کاهش می‌یابد. که نتایج این محققین با نتایج پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد.

نتیجه گیری

بسته بندی گل زعفران تحت اتمسفر تغییر یافته با ترکیب گاز ۵۰ درصد دی‌اکسید کربن، ۵ درصد اکسیژن کیفیت گل‌های زعفران را حفظ نمود و روند کاهش خصوصیات کیفی آن را کند نمود. به طوری که گل‌ها تحت شرایط اتمسفر تغییر یافته به مدت ۱۵روز در شرایط مناسب نگهداری شدند. این در حالی بود که زمان ماندگاری در نمونه های شاهد حداکثر ۹ روز، همراه با افت کیفیت قابل ملاحظه بود. پوشش‌های پلیمری پلی‌اتیلن با دانسیته پایین جهت حفظ خصوصیات کیفی و فیزیکی گل زعفران بهتر از پوشش‌های پلیمری پلی‌اتیلن- پلی‌آمید می باشد. دمای صفر درجه سانتی‌گراد جهت نگهداری گل‌ها مناسب‌تر از دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد بود. که به علت شدت تنفس کمتر گل‌ها در دمای کمتر می‌باشد. از لحاظ بار میکروبی نیز وجود اشرشیاکلی در کلیه تیمارها منفی بود. آزمون شمارش کپک و مخمر نشان داد اکثر تیمار ها با استاندارد ملی ایران($۱۰^{۳}$cfu/gr) مطابقت داشت.

Archive of SID

www.SID.ir

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

جنس بسته	دما (درجه سانتی‌گراد)	راندمان استحصال زعفران (درصد)	افت وزنی (درصد)	پژمردگی (درصد)	طول کلاله (میلی‌متر)	قطر کلاله (میلی‌متر)	کروسین	سافرانال	پیکروکروسین
پلی‌اتیلن- پلی آمید	۰	۰/۷۱۱ b	۳/۴۸۰ e	۲۹/۵۲ d	۲۴/۱۲ ab	۰/۷۰۲ a	۲۴۲/۹ c	۲۷/۰۰ c	۶۱/۹۵ a
	۱۵	۰/۶۷۸ c	۴/۳۱۷ c	۲۶/۸۲ c	۲۳/۵۴ c	۰/۶۷۷ b	۲۳۶/۶ d	۲۶/۷۹ c	۵۷/۶۱ c
پلی‌اتیلن با دانسیته پایین	۰	۰/۷۴۳ a	۳/۱۰۴ f	۱۵/۵۴ f	۲۴/۳۲ a	۰/۷۱۱ a	۲۵۵/۴ a	۲۸/۶۶ a	۶۲/۰۹ a
	۱۵	۰/۷۳۰ b	۳/۷۷۲ d	۲۱/۱۹ e	۲۳/۸۵ bc	۰/۶۹۱ab	۲۴۴/۳ b	۲۷/۷۶ b	۶۰/۳۸ b
شاهد	۰	۰/۲۵۱ d	۵/۷۸۸ b	۶۰/۹۷ b	۲۲/۶۶ d	۰/۶۳۴ c	۱۸۸/۶ e	۲۳/۲۷ d	۴۴/۸۴ d
	۱۵	۰/۲۲۳ e	۱۰/۵۹۲ a	۷۴/۱۶ a	۲۲/۱۲ e	۰/۵۵۴ d	۱۴۰/۷ f	۱۵/۳۱ e	۳۱/۲۶ e

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

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

جنس بسته	دما (درجه سانتی‌گراد)	روز سوم	رطوبت (درصد)	روز ششم	رطوبت (درصد)	روز نهم	رطوبت (درصد)	روز دوازدهم	رطوبت (درصد)	روز پانزدهم	رطوبت (درصد)
پلی‌اتیلن- پلی‌آمید	۰	۲×۱۰^{۴}	۱۱/۴۲۴	۲۳×۱۰^{۴}	۱۲/۹۱۸	منقی	-	منقی	-	منقی	-
	۱۵	منقی	-	۹×۱۰^{۳}	۱۱/۲۴۱	منقی	-	منقی	-	منقی	-
پلی‌اتیلن با دانسیته پایین	۰	منقی	-	۱۸×۱۰^{۳}	۱۲/۴۳۱	منقی	-	۹×۱۰^{۳}	۱۱/۲۶۴	منقی	-
	۱۵	۱۲×۱۰^{۳}	۱۲/۱۴۹	۱۶×۱۰^{۳}	۱۲/۲۶۸	۱۲×۱۰^{۳}	۱۲/۱۴۵	منقی	-	۲×۱۰^{۳}	۱۰/۴۸۱
شاهد	۰	۲۳×۱۰^{۴}	۱۲/۴۸۷	۱۶×۱۰^{۴}	۱۲/۲۴۸	ND	-	ND	-	ND	-
	۱۵	۲۰×۱۰^{۳}	۱۲/۲۲۴	۱۹×۱۰^{۲}	۱۲/۴۳۸	ND	-	ND	-	ND	-

ND: نمونه به علت افت کیفیت آزمون نشد

www.SID.ir

منابع

۱- ابراهیم‌زاده ا.ی. و سیفی ی. ۱۳۷۵. انبارداری و جابجایی گل‌های بریده، گیاهان زینتی، گیاهان گلدانی، نشر اختر، صفحات ۱-۲۴۰.

۲- مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۸۵. 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 ۰/۹۵. استاندارد ملی ایران، شماره ۲-۱۰۸۹۹.

۳- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۸۷. میکروبیولوژی زعفران- ویژگیها. استاندارد ملی ایران، شماره ۵۶۸۹.

۴- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۸۴. میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام- جستجو و شمارش اشرشیاکلی با استفاده از روش بیشترین تعداد احتمالی. استاندارد ملی ایران، شماره ۲۹۴۶.

۵- بی‌نام. ۱۳۷۶. نشریه داخلی اتحادیه تعاونیهای کشاورزی زعفرانکاران ایران. سال اول. شماره سوم. صفحات۲-۵.

۶- بی‌نام. ۱۳۸۷. آمارنامه کشاورزی. سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸. انتشارات وزارت کشاورزی. معاونت برنامه ریزی و پشتیبانی. اداره کل آمار و اطلاعات. نشریه شماره ۸۸/۰۶.

۷- تاج الدین ب. ۱۳۸۰. بسته‌بندی مواد غذای با اتمسفر تغییر یافته (ترجمه)، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، صفحات ۲۸۵-۳۰۵.

۸- سالاری ر.، حبیبی نجفی م.ب.، کاراژیان ح. و وزیر زاده ب. ۱۳۸۸. ارزیابی تغییرات فیزیکوشیمیایی و میکروبی زعفران طی دوره نگهداری یکساله. مجله علوم و فناوری غذایی. سال دوم. شماره اول. صفحات ۳۶-۴۳.

۹- کافی م.، باقری ع.ر.، حاجیان شهری م.، راشد محصل م.ح.، سنوئی م.، علیزاده ا.، کرباسی ع. و محمودی ا. ۱۳۸۱. زعفران: فناوری تولید و فرآوری، ناشر زبان و ادب، صفحات ۲۲-۳۷.

۱۰- مرتضوی ع. ۱۳۷۹. میکروبیولوژی مواد غذایی (ترجمه)، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، صفحات ۱۰۷-۱۰۸.

۱۱- میرنظامی ضیابری ح. ۱۳۸۱. اصول بسته‌بندی مواد غذایی، ناشر آییژ، صفحات ۲۷۲-۲۹۴.

۱۲- ناصری م.ت. و ابراهیمی گروی م. ۱۳۷۷. فیزیولوژی گلهای پیازی(ترجمه)، انتشارات جهاد دانشگاهی، صفحات ۱-۲۵۲.

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, PJ. 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.

Archive of SID

www.SID.ir

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 strorage and shelf life qualities of coxs orange pippin apples. Annals of Applied Biology, 104:383-386.
30- Ullsten, N.H. & Hedenquvist 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.

Archive of SID

www.SID.ir

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. Einafshar [2], R. Niazmand [3], P. Sharayei [2]

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 CO_2–50%, O_2–5%, and N_2–45%. 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

Archive of SID

www.SID.ir