مجله علوم باغبانی ایران
دوره ۴۱، شماره ۲، ۱۳۸۹ (۱۷۲-۱۶۳)

بررسی اثر بسته‌بندی در اتمسفر تعدیل یافته (MAP) بر ماندگاری و حفظ خصوصیات کیفی انگور 'رقم شاهرودی'

یونس مستوفی[۱]*، عزیزه مسیب‌زاده[۲]، زهرا امام جمعه[۳]، محمد جوان نیکخواه[۴] و مریم دهستانی اردکانی[۵]
۱، ۲، ۳، ۴، ۵، دانشیار، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشیاران و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
(تاریخ دریافت: ۸۷/۱۱/۱ - تاریخ تصویب: ۸۸/۶/۲۵)

چکیده

انگور رقم شاهرودی به مدت ۴۵ روز تحت شرایط بسته‌بندی در اتمسفر تعدیل یافته با چهار ترکیب گازی شامل هوای عادی (GC1)، ٪۵ O_2 + ٪۱۰ CO_2 (GC2)، ٪۱۵ O_2+٪۱۰CO_2 (GC3) و ٪۶۰ O_2 + ٪۱۰ CO_2 (GC4) و دو نوع پوشش پلی مریک شامل پلی پروپیلن (PP) و پلی اتیلن (PE) در دمای ۱°C و رطوبت نسبی ۸۰-۹۰٪ انبار شد. نمونه‌برداری هر ۱۵ روز یکبار انجام شد و ویژگی‌های کیفی پس از ۲۴ ساعت قرارگیری در دمای اتاق اندازه‌گیری شدند. نتایج به دست آمده نشان داد که استفاده از GC4 ضمن کنترل موثر بیماری پوسیدگی خاکستری، بالاترین L^* و C^*، پایین‌ترین شاخص قهوه‌ای شدن حبه‌ها و آبکشیدگی دم خوشه و بهترین شاخص طعم حبه را به خود اختصاص داده است. از سوی دیگر مقایسه دو پوشش مورد استفاده نشان داد که در شرایط یاد شده خوشه‌های بسته‌بندی شده با PP آلودگی کمتر و مزه بهتری داشتند.

واژه‌های کلیدی: انگور (*Vitis vinifera* L.)، انبار سرد، کیفیت، بسته‌بندی در اتمسفر تعدیل یافته، پوسیدگی خاکستری.

مقدمه

انگور یک میوه نافرازگرا با فعالیت فیزیولوژیکی کم بوده و در طول دوره پس از برداشت به کاهش آب و آلودگی‌های قارچی به ویژه قارچ کپک خاکستری *Botrytis cinerea* بسیار حساس است (Retamales et al., 2003). درگذشته برای کنترل پوسیدگی خاکستری در انبار از تدخین[۱] گوگرد استفاده می شد ولی بعدها به دلیل بهینه‌سازی، توان بهره بردن از انبار سرد، توان تنظیم میزان دی اکسید گوگرد (SO_2) تولید شده و نیز رعایت بهداشت روش جدیدی ابداع گردید که در آن بسته‌های کوچکی حاوی نمک‌های گوگرد مثل متا بی‌سولفیت سدیم داخل بسته‌های انگور قرار داده می‌شدند که به مرور زمان گاز دی اکسید گوگرد را آزاد می‌کرده‌اند (Ballinger & Nesbitt, 1982; Ballinger & Nesbitt, 1984; Dolati Bane, 1997). با وجود کارآیی منحصر به فرد گاز SO_2 در زمینه کنترل توسعه قارچ *B. cinerea* کارآیی کلی این تکنولوژی به دلیل اثرات نامطلوب بر مزه میوه و ایجاد صدماتی از قبیل ترک خوردگی و سفیدشدگی[۲] قابل تامل است (Lurie et al., 2006). افزون بر این گاز SO_2 شدیداً خورنده فلزات بوده و در صورت بالا بودن غلظت در محیط انبار باعث صدمات سنگین به ادوات انبارداری می‌شود. از آن

1. Fumigation

2. Bleeching

* نویسنده مسئول: یونس مستوفی تلفن: ۰۹۱۲-۵۰۱۰۴۹۵
E-mail: ymostofi@ut.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

گذشته، به دلیل حساسیت شدید برخی از مصرف کنندگان به بقایای سولفیتی، گاز SO_2 اعتبار خود را به عنوان یک ماده افزودنی غذایی از دست داده و در سال ۱۹۸۶ از لیست سازمان غذا و داروی ایالات متحده (USFDA)[1] حذف گردیده است. بنابراین گاز SO_2 نمی‌تواند در برنامه‌های کشاورزی ارگانیک مورد استفاده قرار گیرد (Zahavi, et al., 2000). اخیراً از اتمسفرهایی با مقادیر افزایش یافته CO_2 (۱۰-۱۵٪) به عنوان یک روش جایگزین برای SO_2 جهت کنترل پوسیدگی خاکستری در چندین رقم انگور از قبیل: ایتالیا[2] (Yamashita et al., 2000)، ناپلئون[3] (Artes-Hernandez et al., 2003)، فلیم سیدلس[4] (Martinez-Romero et al., 2003)، آتوم سیدلس[5] (Artes-Hernandez & Aguayo, 2004) و ساپریور سیدلس[6] (Artes-Hernandez et al., 2006) استفاده شده است.

Crisosto et al. (2002) عنوان کردند که اتمسفرهایی با ۱۰٪ CO_2 و بالاتر، بروز و شیوع پوسیدگی را در حبه‌های انگور کنترل می‌کند. با این حال قهوه‌ای شدن چوب و ایجاد ترکیبات عطری نامطلوب[7] در چنین شرایطی قابل توجه بوده است. Retamales, et al. (2003) دریافتند که CA با ۱۵٪ CO_2 در کنترل قارچ *B. cinerea* در ارقام تامپسون سیدلس و رد گلوب، تأثیری به مراتب بهتر از مولد گاز SO_2 دارد. اما تحقیقات این پژوهشگران نیز با ایجاد ترکیبات عطری نامطلوب و قهوه‌ای شدن میوه‌ها روبرو شد. Artes-Hernandez & Aguayo (2004) با بررسی انگور رقم آتوم سیدلس گزارش کردند که افزایش سطح O_2 درون بسته‌ها به ۱۵٪ قهوه‌ای شدن و تجمع ترکیبات نامطبوع را برطرف می‌کند.

استفاده از بسته‌بندی با سطوح افزایش یافته O_2 برای اولین بار توسط Day (1996) پیشنهاد شد. در پی این گزارش Wszelaki & Mitcham (2000) گزارش کردند که ۸۰-۱۰۰٪ O_2 پوسیدگی ایجاد شده با *B. cinerea* را بر روی توت فرنگی کاهش می‌دهد ولی مواردی از تخمیر بی‌هوازی نیز دیده می‌شود. با این حال افزودن ۱۵ ٪ CO_2 به ۴۰ ٪ O_2 در طول ۹ روز انبار در ۵ درجه سانتی‌گراد نتایج رضایت‌بخش‌تری را ارایه می‌کند. تمامی این موارد نشان می‌دهند که اتمسفری با مقادیر افزایش یافته توام O_2 و CO_2 تأثیر واضحی بر کنترل *B. cinerea* دارد. هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی اثرات مقادیر افزایش یافته CO_2 (۱۰٪) در ترکیب با مقادیر متفاوت O_2 در شرایط بسته‌بندی با اتمسفر تعدیل یافته به منظور کنترل پوسیدگی خاکستری در انگور رقم شاهرودی ضمن حفظ ویژگی‌های کیفی بوده است تا مناسب‌ترین و مطلوب‌ترین ترکیب گازی برای نگهداری این انگور شناسایی شود.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

انگور رقم شاهرودی در تاریخ ۸۷/۶/۳۱ و در حالی که میزان SSC[8] و TA آب آن به ترتیب در حدود ۱۸/۵٪ و ۰/۲۸٪ بود از تاکستانی واقع در شهرستان شهریار برداشت و بلافاصله به آزمایشگاه فیزیولوژی و تکنولوژی پس از برداشت گروه علوم باغبانی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران منتقل شد. خوشه‌های انگور به مدت یک شب در سردخانه‌ای با دمای ۱°C نگهداری شدند تا دمای محصول کاهش یابد و صبح روز بعد مراحل اعمال تیمارها آغاز گردید. در مرحله اول ضمن دسته‌بندی خوشه‌ها به منظور فراهم سازی ماده آزمایشی کاملاً یکنواخت از نظر رنگ و شرایط ظاهری، اقدام به جداسازی حبه‌های آلوده و آسیب دیده شد و سپس خوشه‌های دسته‌بندی شده وزن شده و نمونه‌هایی به میزان ۴۰۰ گرم در داخل کیسه‌های انتخابی پلی پروپیلن (به ضخامت ۰/۰۵ میلی‌متر) و پلی اتیلن (به ضخامت ۰/۰۷ میلی‌متر) قرار داده شده و در نهایت بسته‌های آماده شده آماده اعمال ترکیب‌های گازی مورد نظرشدند.

1. US Food and Drug Administration
2. Italia
3. Napoleon
4. Flame seedless
5. Autumn seedless
6. Superior seedless
7. Off-odors
8. Soluble Solid Content

Archive of SID

www.SID.ir

اعمال تیمارها

در این آزمایش تأثیر سه ترکیب گازی شامل ٪۱۵O_2 (GC3) ، ٪۱۰ CO_2 + ٪۵ O_2 (GC2) + ٪۱۰CO_2 و (GC4) ٪۱۰ CO_2 + ٪۶۰ O_2 بر روی ویژگی‌های کمی و کیفی انگور رقم شاهرودی مورد ارزیابی قرار گرفت. بسته‌های میوه بر اساس نوع تیمار با استفاده از دستگاه Modified Atmosphere Packaging مدل 200A ساخت هلند با ترکیب گازی مورد نظر پر شده سپس درب پوشش‌های پلاستیکی توسط خود دستگاه به طور اتوماتیک بسته شد. میوه‌های قرار گرفته درون کیسه‌هایی که به طور کامل مسدود نشده بودند به عنوان شاهد (GC1) در نظر گرفته شدند. بسته‌های میوه پس از اتمام کار به سردخانه‌ای با دمای ۱ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۰-۹۰٪ منتقل شدند. برای انجام ارزیابی‌های کیفی، نمونه برداری در طول ۴۵ روز انبار داری و هر ۱۵ روز یکبار انجام شد.

صفات مورد ارزیابی

کاهش وزن: در تمام زمان‌های نمونه برداری، میزان کاهش وزن با استفاده از یک ترازوی دیجیتال (Sartorius TE2101, Germany) و از طریق فرمول زیر به دست آمده و تحت عنوان درصد کاهش وزن گزارش شد:

درصد کاهش وزن = وزن اولیه/ وزن ثانویه - وزن اولیه × ۱۰۰

تغییر رنگ: تغییر رنگ ایجاد شده در طول مدت زمان نگهداری بر اساس مولفه های L^*, a^* ,b^* (درجه شفافیت رنگ) با استفاده از یک دستگاه رنگ سنج (Minolta CR-400, JAPAN) اندازه‌گیری شده و Chroma یا C^* (درجه خلوص رنگ) نیز از فرمول زیر محاسبه گردید:

$$C^* = [\ (a^*)^2 + (b^*)^2\ ]^{1/2}$$

فاکتورهای ظاهری: برای ارزیابی فاکتورهایی مثل میزان قهوه‌ای شدن حبه و میزان آبکشیدگی دم‌خوشه از یک مقیاس ۵ نمره‌ایی که در آن عدد ۱ معرف مطلوب‌ترین حالت (شرایطی همانند روز برداشت) و عدد ۵ معرف نامطلوب‌ترین حالت بود استفاده شد. میزان آلودگی حبه‌ها با استفاده از شمارش حبه‌هایی که حایز چنین شرایطی بودند انجام گردید و در نهایت بر اساس تعداد حبه در واحد وزن اولیه نمونه گزارش شد.

فاکتورهای حسی: فاکتورهایی از قبیل سفتی بافت خوراکی و مزه میوه‌ها بر اساس یک مقیاس ۵ نمره‌ای از ۱ (مطلوب‌ترین) تا ۵ (نامطلوب‌ترین) حالت ممکن توسط ۵ مرد و ۴ زن ارزیابی شدند.

طرح آزمایشی و تجزیه آماری: آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار طراحی شد. داده‌های به دست آمده از سه فاکتور پوشش، ترکیب گازی و زمان با استفاده از نرم‌افزارهای MSTATC و SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش چند دامنه‌ای دانکن در سطح $P\leq$ ۰/۰۵ انجام شد.

نتایج

کاهش وزن

شکل ۱ نشان می‌دهد با گذشت زمان افزایش معنی‌داری در میزان کاهش وزن تمام نمونه‌ها دیده می‌شود. این کاهش وزن برای حبه‌های شاهد به صورت معنی‌داری بیشتر می باشد. این در حالی است که در سایر نمونه‌ها تفاوت معنی‌داری از لحاظ میزان افزایش در کاهش وزن در طی زمان‌های نمونه‌برداری دیده نمی‌شود. اضافه می‌شود که میزان کاهش وزن در نمونه‌های بسته‌بندی شده با پوشش‌های پلی‌پروپیلنی نسبت به نمونه‌های مشابه بسته‌بندی شده با پوشش‌های پلی‌اتیلنی بیشتر بوده است (شکل ۲).

تغییر رنگ

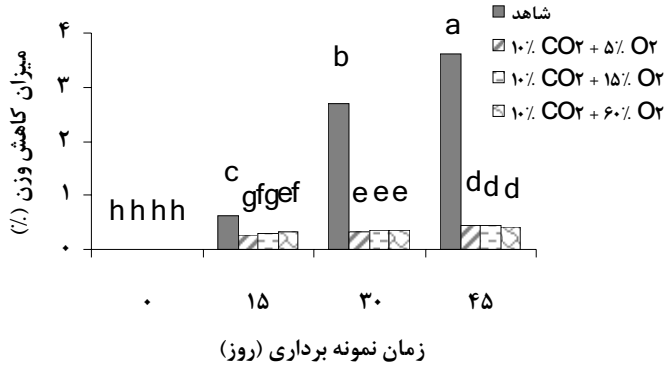
شکل‌های ۳ و ۴ به ترتیب نشان می‌دهند که با گذشت زمان کاهش معنی‌داری در مقدار L^* و C^* دیده می‌شود که این کاهش برای نمونه‌های بسته‌بندی شده با GC4 به صورت معنی‌داری کمتر بود.

قهوه‌ای شدن حبه

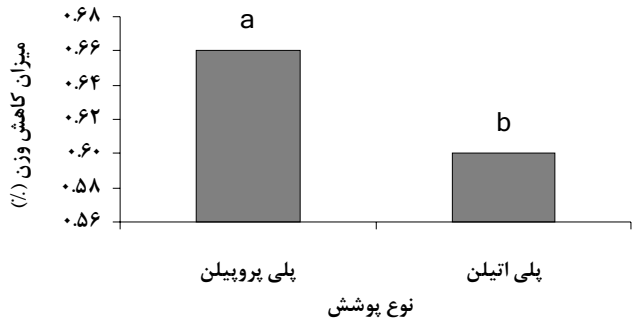
شکل ۵ نشان می‌دهد که افزایش معنی‌داری در شاخص قهوه‌ای شدن حبه از روز ۳۰ دیده می‌شود. این روند افزایشی برای نمونه‌های بسته‌بندی شده با GC4 به صورت معنی‌داری کمتر است به این مفهوم که این نمونه‌ها میزان کمتری از قهوه‌ای شدن را بروز می‌دهند.

Archive of SID

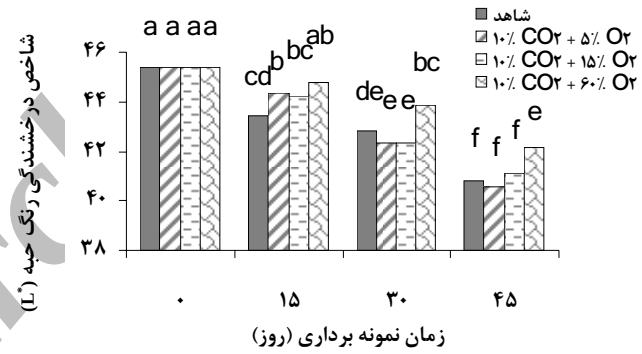
www.SID.ir



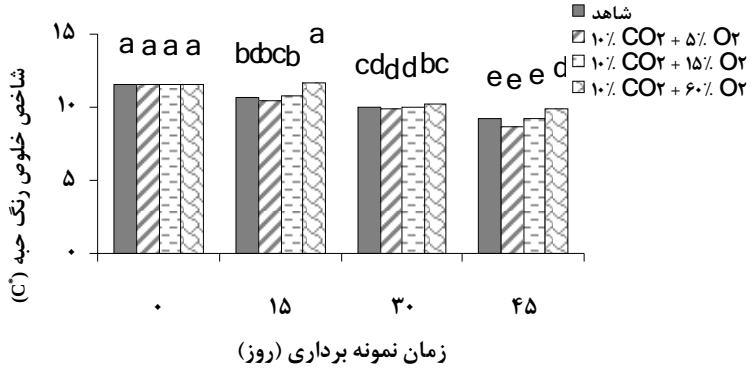
شکل ۱- اثر متقابل زمان نمونه برداری و ترکیب گازی بر درصد کاهش وزن حبه‌های انگور رقم شاهرودی



شکل ۲- اثر نوع پوشش بر درصد کاهش وزن حبه‌های انگور رقم شاهرودی



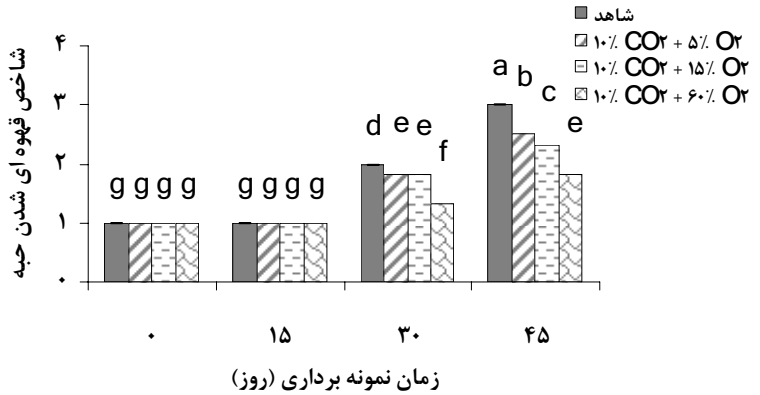
شکل ۳- اثر متقابل زمان نمونه برداری و ترکیب گازی بر شاخص درخشندگی رنگ در حبه‌های انگور رقم شاهرودی



شکل ۴- اثر متقابل زمان نمونه برداری و ترکیب گازی بر شاخص خلوص رنگ در حبه‌های انگور رقم شاهرودی

Archive of SID

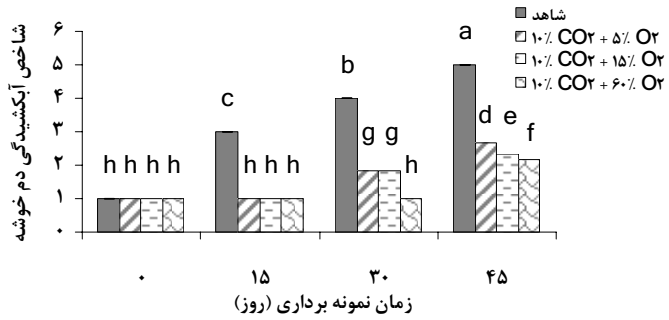
www.SID.ir



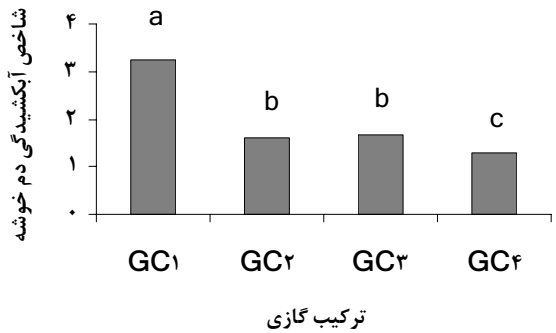
شکل ۵- اثر متقابل زمان نمونه برداری و ترکیب گازی بر شاخص قهوه‌ای شدن در حبه‌های انگور رقم شاهرودی

آبکشیدگی دم خوشه

شکل ۶ نشان می‌دهد که نخستین افزایش معنی‌دار در شاخص آبکشیدگی دم خوشه در نمونه‌های شاهد در روز ۱۵ دیده می‌شود. این در حالی است که چنین افزایشی در نمونه‌های بسته‌بندی شده با GC2 و GC3 تا روز ۳۰ و در نمونه‌های بسته‌بندی شده با GC4 تا روز ۴۵ دیده نمی‌شود. علاوه بر این روند تأخیری، نمودار ترسیم شده از داده‌های به دست آمده از ۴ ترکیب گازی مورد استفاده (شکل ۷) نشان می‌دهد که شاخص آبکشیدگی دم خوشه برای نمونه‌های بسته‌بندی شده با GC4 به صورت معنی‌داری کمتر از نمونه‌های بسته‌بندی شده با GC2 و GC3 است که به نوبه خود و بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر کمتر از نمونه‌های شاهد هستند.



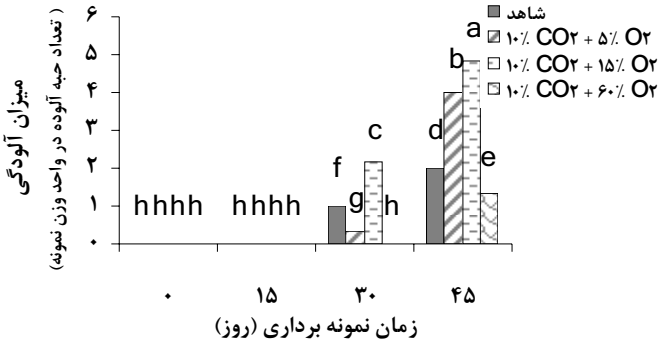
شکل ۶- اثر متقابل زمان نمونه برداری و ترکیب گازی
بر شاخص آبکشیدگی دم خوشه در انگور رقم شاهرودی



شکل ۷- اثر ترکیب گازی بر شاخص آبکشیدگی دم خوشه
در انگور رقم شاهرودی

Archive of SID

www.SID.ir



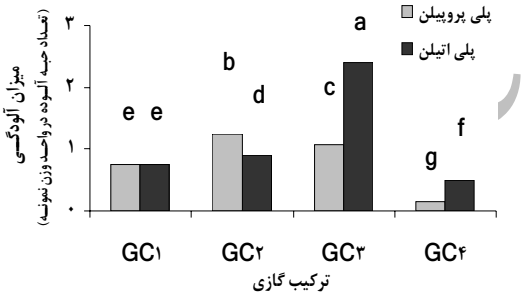
شکل ۸- اثر متقابل زمان نمونه برداری و ترکیب گازی بر میزان آلودگی در حبه‌های انگور رقم شاهرودی

آلودگی حبه‌ها

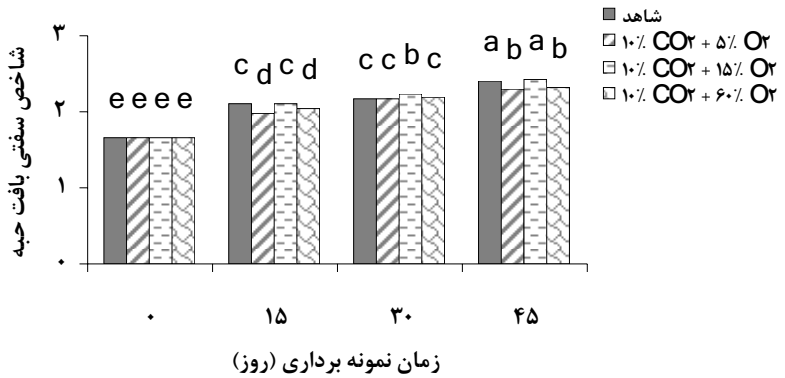
شکل ۸ نشان می‌دهد که نخستین افزایش معنی‌دار در میزان آلودگی (آغاز آلودگی) در نمونه‌های شاهد، GC2 و GC3 در روز ۳۰ دیده می‌شود که این میزان برای نمونه‌های GC2 به طرز معنی‌داری کمتر است. آغاز آلودگی برای نمونه‌های GC4 در روز ۴۵ بوده و این نمونه‌ها علاوه بر تأخیر در بروز آلودگی، میزان آلودگی کمتری در آخرین نمونه برداری نشان می‌دهند. بررسی اثر متقابل ترکیب گازی در پوشش مورد استفاده که در شکل ۹ منعکس شده است نشان می‌دهد که میزان آلودگی در نمونه‌های بسته‌بندی شده با GC3 و GC4 در پلی‌پروپیلن نسبت به نمونه‌های بسته‌بندی شده با پلی‌اتیلن کمتر است. این در حالی است که در نمونه‌های بسته‌بندی شده با GC2 حالت عکس دیده می‌شود.

سفتی بافت حبه

شکل ۱۰ نشان می‌دهد که با گذشت زمان یک سیر صعودی در شاخص سفتی بافت حبه در تمامی نمونه‌ها دیده می‌شود که به مفهوم کاهش در این شاخصه کیفی است. این سیر صعودی برای GC2 و GC4 ملایم‌تر است که به مفهوم حفظ بهتر سفتی بافت در این نمونه‌هاست.



شکل ۹- اثر متقابل نوع بسته مورد استفاده و ترکیب گازی بر میزان آلودگی در حبه‌های انگور رقم شاهرودی



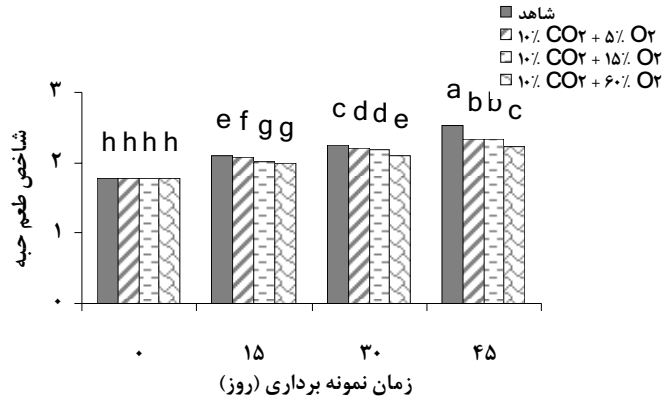
شکل ۱۰- اثر متقابل زمان نمونه برداری و ترکیب گازی بر شاخص سفتی در حبه‌های انگور رقم شاهرودی

Archive of SID

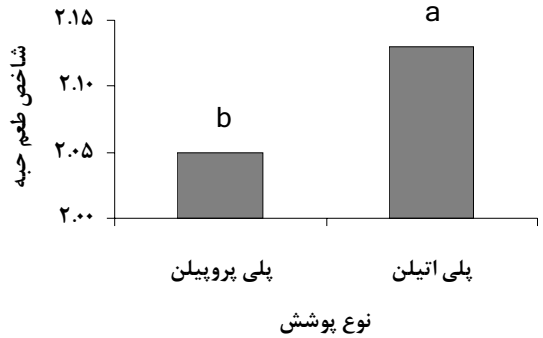
www.SID.ir

طعم حبه

شکل ۱۱ نشان می‌دهد که با گذشت زمان یک سیر صعودی در مقدار عددی شاخص مزه حبه در تمامی نمونه‌ها دیده می‌شود که به مفهوم کاهش در این شاخصه کیفی است. این افزایش برای GC4 اندکی ملایم‌تر است که به مفهوم حفظ بهتر مزه در این نمونه‌هاست. علاوه بر این شکل ۱۲ نشان می‌دهد که نمونه‌های بسته‌بندی شده با پوشش‌های پلی‌پروپیلنی مزه بهتری را نسبت به نمونه‌های مشابه و بسته‌بندی شده با پوشش‌های پلی‌اتیلنی داشته‌اند.



شکل ۱۱- اثر متقابل زمان نمونه برداری و ترکیب گازی بر شاخص طعم در حبه‌های انگور رقم شاهرودی



شکل ۱۲- اثر پوشش مورد استفاده بر شاخص طعم در حبه‌های انگور رقم شاهرودی

بحث

کاهش وزن

با گذشت زمان و تشدید تبخیر و تعرق به دلیل عدم یکسان بودن فشار بخار آب در فضاهای بین سلولی بافت‌های میوه و اتمسفر احاطه‌کننده میوه از یک سو و تشدید فرایندهای تنفسی از سوی دیگر کاهش وزن در طی زمان امری طبیعی است. از طرفی بالاتر بودن میزان کاهش وزن در نمونه‌های شاهد را می‌توان به تهویه مناسب‌تر و شرایط مساعدتر جهت فرایندهای تنفسی نسبت داد که نتایج به دست آمده را در موازات نتایج پیشین قرار می‌دهد (Artes-Hernandez & Aguayo, 2004; Artes-Hernandez et al., 2006). همچنین توجه به ضخامت دو نوع پوشش مورد استفاده نشان می‌دهد که پلی‌اتیلن با ایجاد مانع محکم‌تر در برابر خروج بخار آب، کاهش وزن کمتری را در پی داشته است.

تغییر رنگ

بنا به گزارش Artes-Hernandez & Aguayo (2004) کاهش L^* به آب از دست‌دهی بافت‌های انگور آتوم سیدلس مربوط است. با این حال به نظر می‌رسد که کاهش در L^* در این آزمایش رابطه تنگاتنگی با

www.SID.ir

افزایش در میزان قهوه‌ای شدن حبه‌ها داشته باشد. به نظر می‌رسد افزایش تجمع ترکیبات رنگی (مثل ملانین) که باعث قهوه‌ای شدن بافت‌ها می‌شوند منجر به کاهش درخشندگی رنگ حبه‌ها شده است. توجه به همخوانی‌های موجود بین نتایج به دست آمده از میزان قهوه‌ای شدن حبه‌ها و کاهش L^* می‌تواند دلیل قابل توجهی بر این مدعا باشد.

بنا به گزارش Artes-Hernandez & Aguayo (2004) کاهش در شاخص خلوص رنگ حبه (C^*) به کاهش محتوای کلروفیلی انگور آتوم سیدلس مربوط است. توجه به نتایج به دست آمده از میزان قهوه‌ای شدن حبه نشان می‌دهد در مواردی که قهوه‌ای شدن بیشتر بوده مقدار عددی C^* کمتر بوده است. به نظر می‌رسد افزایش قهوه‌ای شدن حبه با تجمع ترکیبات رنگی توان مخفی کردن رنگ اصلی بافت را دارا بوده است.

قهوه‌ای شدن حبه

بنا به اظهارات Toivonen & Brummell (2008) بخش اعظمی از واکنش‌های نامطلوب قهوه‌ای شدن در بافت‌های گیاهی از طریق اکسیداسیون ترکیبات فنولی در اثر آنزیم پلی فنول اکسیداز[1] (PPO) صورت می‌گیرد. کمتر بودن میزان قهوه‌ای شدن در ترکیب گازی GC4 می‌تواند به خاطر سطوح افزایش یافته O_2 باشد که باعث بازدارندگی فعالیت آنزیم PPO می‌شود. نتایج به دست آمده با نتایج Heimdal et al. (1995) در کاهوهای برش یافته و Lu & Toivonen(2000) در سیب اسپارتان[2] مشابهت دارد. بالاتر بودن شاخص قهوه‌ای شدن حبه در نمونه‌های GC2 و GC3 نسبت به GC4 می‌تواند به خاطر شرایط بی‌هوازی موجود باشد که از طریق تجمع اتانول و استالدهید (Shi et al., 2007) منجر به تشدید قهوه‌ای شدن می‌شود (Toivonen & Brummell, 2008). به نظر می‌رسد میزان بالای قهوه‌ای شدن در نمونه‌های شاهد به آب از دست دهی مربوط باشد.

آبکشیدگی دم خوشه

آبکشیدگی دم خوشه انگور در انبار عارضه‌ای است که به اتلاف آب و تنفس این عضو مربوط می‌شود بنا براین بالاتر بودن میزان آبکشیدگی دم خوشه در نمونه‌های شاهد نسبت به سایر نمونه‌ها امری طبیعی به نظر می‌رسد. با این حال کمتر بودن میزان آبکشیدگی دم خوشه در نمونه‌های GC4 نسبت به سایر نمونه‌ها می‌تواند به خاطر سطوح افزایش یافته O_2 باشد که بنا به نظر Wu et al. (2008) باعث کند کردن فعالیت آنزیم‌های تخریب دیواره سلولی می‌شود.

آلودگی حبه‌ها

بیماری‌های پس از برداشت ایجاد شده توسط قارچ‌ها عموما از آلودگی های مخفی که در مزرعه و یا در طول حمل و نقل ایجاد شده‌اند منشا می‌گیرند. مهم ترین دلیل این عارضه این است که مقاومت طبیعی به بیماری‌ها[3] (NDR) در مرحله پس از برداشت کاهش می‌یابد (Terry & Joyce, 2004). توجه به نتایج Amanatidou et al. (1999) نشان می‌دهد که پایین‌تر بودن میزان آلودگی در میوه‌های بسته‌بندی شده با GC4 به خاطر اثر ترکیبی مقادیر افزایش یافته CO_2 و O_2 بوده است. پایین‌تر بودن میزان آلودگی در نمونه‌های GC4 داخل پوشش پلی پروپیلن را نیز می‌توان به نفوذپذیری مناسب‌تر این بسته‌ها به بخار آب مربوط دانست. اگرچه بیشتر اثرات مثبت مقادیر افزایش یافته CO_2 (بالاتر از ۱۰٪) در کنترل پوسیدگی خاکستری انگور گزارش شده است اما دست کم نتایج به دست آمده از روز ۴۵ عکس این نتیجه را نشان می‌دهد. به نظر می‌رسد تهویه مناسب‌تر نمونه‌های شاهد ضمن کاهش شانس توسعه آلودگی با بهبود آبکشیدگی دم خوشه‌ها از توسعه آلودگی نیز می‌کاهد چرا که میزان آلودگی در نمونه‌های بسته‌بندی شده با GC2 تا روز ۳۰ کمتر از شاهد است.

سفتی بافت حبه

Artes-Hernandez & Aguayo (2004) کاهش سفتی بافت انگور آتوم سیدلس را به آب ازدست دهی و کاهش فشار تورژسانس مربوط دانسته‌اند. با این حال توجه به نتایج Dolati Bane (1997) نشان می‌دهد که حفظ استحکام دیواره سلولی با کاربرد کلسیم، نقش مهمی در حفظ سفتی بافت انگور رقم شاهرودی داشته

1. Poly Phenol Oxidase
2. Spartan
3. Natural Diseases Resistance

Archive of SID

www.SID.ir

است. سفت‌تر بودن معنی‌دار نمونه‌های بسته‌بندی شده با GC2 به خاطر مقادیر افزایش یافته CO_2 است که به نظر می‌رسد باعث کنترل فعالیت آنزیم‌های تخریب دیواره سلولی شده (Kader, 1986) و نتایج به دست آمده را در موازات نتایج Smith & Skog (1992) و Hajizadeh (2006) قرار می‌دهد. همچنین سفت‌تر بودن بافت حبه در GC4 نسبت به شاهد می‌تواند به خاطر سطوح افزایش یافته O_2 باشد که بنا به نظر Wu et al. (2008) باعث کند کردن فعالیت آنزیم‌های تخریب دیواره سلولی می‌شود.

طعم حبه

Artes-Hernandez et al. (2006) گزارش‌های سایر دانشمندان، مبنی بر عدم تأثیر ترکیب گازی در تجمع مواد نامطبوع درون بافت‌های انگور را اثبات کردند اما نتایج به دست آمده از این آزمایش نشان می‌دهد که ترکیب گازی تأثیر واضحی بر این فاکتور دارد. بهتر بودن مزه در میوه‌های بسته‌بندی شده با GC4 نسبت به شاهد و دو ترکیب گازی دیگر می‌تواند به دلیل تجمع کمتر ترکیبات نامطبوع (استالدهید و اتانول) باشد (Kader & Ben-Yehoshua, 2000). از سوی دیگر بهتر بودن مزه در نمونه‌های بسته‌بندی شده با پلی پروپیلن می‌تواند به خاطر نفوذپذیری مناسب‌تر این پوشش باشد که شانس تجمع فراورده‌های تخمیری را کاهش می‌دهد. بر اساس گزارشات Shi et al. (2007) اتمسفرهایی با شرایط بی‌هوازی‌فعالیت آنزیم‌هایی از قبیل پیروات دکربوکسیلاز (PDC) و الکل دهیدروژناز (ADH) را افزایش می‌دهند که متعاقباً با تجمع اتانول و استالدهید باعث بدمزگی می‌شوند.

نتیجه‌گیری کلی

به نظر می‌رسد شاخص ترین نتیجه به دست آمده از این آزمایش این باشد که استفاده از ترکیب گازی $\%۱۰\ CO_2 + \%۶۰ O_2$ (GC4) جهت بسته‌بندی در اتمسفر تعدیل یافته، ضمن کنترل موثر بیماری پوسیدگی خاکستری در طی دوره انبارداری با احراز بالاترین L^* و C^*، پایین‌ترین شاخص قهوه‌ای شدن حبه و شاخص آبکشیدگی دم خوشه و بهترین نمره دریافتی برای شاخص مزه، مطلوب‌ترین شرایط نگهداری انگور رقم شاهرودی را معرفی می‌نماید. از سوی دیگر مقایسه دو پوشش مورد استفاده نشان می‌دهد که خوشه‌های بسته‌بندی شده با پوشش‌های PP در شرایط یاد شده آلودگی کمتر و مزه بهتری را داشته‌اند و در سایر موارد تفاوت معنی‌داری از لحاظ نوع پوشش مورد استفاده در خوشه‌ها دیده نمی‌شود.

سپاسگزاری

از معاونت محترم پژوهشی و فناوری پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران به خاطر تأمین اعتبارات لازم برای انجام پژوهش فوق و گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی در جهت فراهم آوردن برخی از امکانات آزمایشی کمال تشکر و قدردانی بعمل می‌آید.

REFERENCES

1. Amanatidou, A., Smid, E. J. & Gorris, L. G. M. (1999). Effect of elevated oxygen and carbon dioxide on the surface growth of vegetable-associated micro-organisms. *Journal of Applied Microbiology*, 86, 429-438.
2. Artes-Hernandez, F., Artes, F. & Tomas-Barberan, F. A. (2003). Quality and enhancement of bioactive phenolics in cv. Napoleon table grapes exposed to different postharvest gaseous treatments. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 5290-5295.
3. Artes-Hernandez, F. & Aguayo, E. (2004). Alternative atmosphere treatments for keeping quality of Autumn Seedless table grapes during long term cold storage. *Postharvest Biology and Technology*, 31, 59-67.
4. Artes-Hernandez, F., Tomas- Bareran, F. A. & Artes, F. (2006). Modified atmosphere packaging preserves quality of SO_2 free Superior Seedless table grapes. *Postharvest Biology and Technology*, 39, 146-154.
5. Ballinger, W. E. & Nesbitt, W. B. (1982). Quality of Muscadine grapes after storage with sulfur dioxide generators. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 107, 827-830.
6. Ballinger, W. E. & Nesbitt, W. B. (1984). Quality of Euvitis hybrid bunch grapes after storage with sulfur dioxide generators. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 109, 831-834.
7. Crisosto, C. H., Garner, D. & Crisosto, G. (2002). Carbon dioxide-enriched atmospheres during cold storage limit losses from *Botrytis* but accelerate rachis browning of Red Globe table grapes. *Postharvest*

Archive of SID

www.SID.ir

Biology and Technology, 26, 181-189.
8. Day, B. P. F. (1996). High oxygen modified atmosphere packaging for fresh prepared produce. *Postharvest News Info*, 7, 31-34.
9. Dolati Bane, H. (1997). *Evaluation the effect of $CaCl_2$ and SO_2 during the cold storage of Fakhri Shahroodi and Keshmeshi table grapes*. M. Sc. Thesis. Department of Horticulture Science, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. (In Farsi).
10. Hajizadeh, H. (2006). *The effect of Modified Atmosphere Pakaging (MAP) on Texture and some Physiochemical characteristics of Iranian Apples Golab Kohanz and Shafi Abadi*. M. Sc. Thesis. Department of Horticulture Science, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. (In Farsi).
11. Heimdal, H., Kuhn, B. F., Poll, L. & Larsen, L. M. (1995). Biochemical changes and sensory quality of shredded and MA-packaged iceberg lettuce. *Journal of Food Science*, 60, 1265-1268.
12. Kader, A. A. & Watkins, C. B. (2000). Modified atmosphere packaging toward 2000 and beyond. *Horticuture Tecnology*, 10, 483-486.
13. Kader, A. A. & Ben-Yehoshua, S. (2000). Effect of super atmospheric oxygene levels on postharvest physiology and quality of fresh fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 20, 1-13.
14. Lu, C. & Toivonen, P. M. A. (2000). Effect of 1 and 100 kPa O_2 atmospheric pretreatment of whole Spartan apples on subsequent quality and shelf life of slices stored in modified atmosphere packages. *Postharvest Biology and Technology*, 18, 99-107.
15. Lurie, S., Pesis, E., Gadiyeva, O., Feygenberg, O., Ben-Arie, R., Kaplunov, T., Zutahy, Y. & Lichter, A. (2006). Modified ethanol atmosphere to control decay of table grapes during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 42, 222-227.
16. Martinez-Romero, D., Guillen, F., Castillo, S., Valero, D. & Serrano, M. (2003). Modified atmosphere packaging maintains quality of table grapes. *J. Food Sci*, 68, 1838–1843.
17. Retamales, J., Defilippi, B.G., Arias, M., Castillo, O. & Manriquez, D. (2003). High CO_2 controlled atmospheres reduce decay incidence in Thampson Seedless and Red Globe table grapes. *Postharvest Biology and Technology*, 29, 177-182.
18. Shi, J. X., Goldschmidt, E. E., Goren, R. & Porat, R. (2007). Molecular, biochemical and anatomical factors governing ethanol fermentation metabolism and accumulation of off-flavor in mandarins and grapefruit. *Postharvest Biology and Technology*, 46,242-251.
19. Smith, R. B. & Skog, L. J. (1992). Postharvest carbon dioxide treatment enhances firmness of several cultivars of strawberries. *Hort Science*, 27, 420-421.
20. Terry, L. A. & Joyce, D. C. (2004). Elicitors of induced disease resistance in postharvest horticultural crops: a brief review. *Postharvest Biology and Technology*, 32, 1-13.
21. Toivonen, P. M. A. & Brummell, D. A. (2008). Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh cut fruit and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 48,1-14.
22. Wszelaki, A. & Mitcham, E. (2000). Effects of superatmospheric oxygen on strawberry fruit quality and decay. *Postharvest Biology and Technology*, 20, 125-133.
23. Wu., Y., Deng, Y. & Li, Y. (2008). Changes in enzyme activities in abscission zone and berry drop of Kyoho grapes under high oxygen and carbon dioxide atmospheric storage. *LWT Food Science and Technology*, 41: 175-179.
24. Yamashita, F., Tonzar, A. C., Fernandes, J. G., Moriya, S. & Benassi, M. T. (2000). Influence of different modified atmosphere packaging on overall acceptance of fine table grapes var. Italia stored under refrigeration. *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*, 20, 110–114.
25. Zahavi, T., Schena, L., Cohen, L., Ben-Arie, R. & Droby, S. (2000). Biological control of *Botrytis*, *Asperillus* and *Rhizopus* rots of table grapes and wine grapes in Israel. *Postharvest Biology and Technology*, 20, 115-124.

Archive of SID

www.SID.ir