Archive of SID

تأثیر بسته‌بندی تحت خلأ و شرایط اتمسفر تغییر یافته بر ماندگاری و کیفیت میوهٔ خرما (*Phoenix dactylifera* L.)، رقم برحی

سید محمد حسن مرتضوی[۱]، کاظم ارزانی و محسن برزگر[۲]

چکیده

رقم برحی از مهمترین ارقامی است که به علت داشتن تانن اندک و از بین رفتن مزهٔ گسی در مرحله خلال قابل مصرف می‌باشد اما بعلت درصد رطوبت بالا، میوه‌ها بسیار فسادپذیر بوده و ماندگاری کمی دارند. در پژوهش حاضر، تأثیر دو نوع بسته‌بندی تحت خلأ و اتمسفر تغییر یافته و نیز دو دمای نگهداری ۴ و ۲۵°C، بر ماندگاری میوهٔ خرمای رقم برحی برداشت شده در مرحلهٔ خلال مورد بررسی قرار گرفت. میوه‌ها در فواصل زمانی صفر، ۱۰ و ۲۰ روز پس از بسته‌بندی، از نظر فاکتورهای مختلف کیفی نظیر کاهش وزن، سفتی بافت، مواد جامد محلول، فعالیت آبی، اسیدیته قابل تیتر، پ‌هاش عصاره، درصد تبدیل به رطب و درصد چروکیدگی مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد میوه‌ها در شرایط اتمسفر تغییر یافته دارای کمتر از ۱٪ کاهش وزن، کمترین درصد تبدیل به رطب و بیشترین فعالیت آبی (۰/۹۵۷) بوده و از نظر دیگر صفات کیفی نیز کمترین کاهش را نشان دادند. در بسته‌بندی تحت خلأ، اگر چه درصد کاهش وزن و میوه‌های چروکیده حداقل بود ولی بخش بزرگی از میوه‌ها (۲۲/۴٪) به رطب تبدیل شد و سفتی میوه به نحو قابل توجهی کاهش یافت.

***کلید واژه ها: خرما، بسته‌بندی، اتمسفر تغییر یافته، خلأ، کیفیت، ماندگاری، رقم برحی، (Phoenix dacctylifera* L.)**

مقدمه

از زمان تلقیح تا رسیدن کامل میوه خرما در ارقام مختلف حدود ۲۰۰ روز طول می‌کشد که این دوره از چندین مرحله مجزا تشکیل شده است. مهمترین این مراحل عبارتند از حبابوک[۳]، کیمری[۴]، خلال (خارک)[۵]، رطب[۶] و تمر[۷] (۶) که از این میان میوهٔ خرما در سه مرحله خلال، رطب و تمر قابل مصرف است. در مرحلهٔ خلال میوه از نظر فیزیولوژیک به درجه بلوغ رسیده، بافت آن زنده و ترد، محتوی ۸۵-۵۰٪ آب و به رنگ زرد روشن یا قرمز است (۱). از میان ارقام مختلف خرما فقط آنهایی را می‌توان در مرحلهٔ خلال یا خارک به مصرف رساند که بعلت داشتن تانن کم، دارای طعم گسی کمی هستند. از جمله این ارقام می‌توان به برحی[۸]، بریم[۹]، حیانی[۱۰] و خلاص[۱۱] اشاره کرد که به جز رقم برحی که دارای بازار جهانی بوده و در آمریکا و برخی کشورهای اروپایی مانند انگلستان، فرانسه و استرالیا به فروش می‌رسد، سایر ارقام در بازارهای محلی مصرف می‌شوند (۱۱). میوهٔ رقم برحی در مرحلهٔ خلال گرد و درشت و به رنگ زرد مایل به قرمز می‌باشد. این رقم بومی نواحی شرقی عراق و جنوب غربی ایران می‌باشد و در ایران عمدتاً در استان خوزستان تولید می‌گردد. محصول خارک رقم برحی بعلت زودرسی، نداشتن طعم گس و شیرینی زیاد در بازارهای محلی طرفداران زیادی

۱- دانشجوی دکترای علوم باغبانی، دانشگاه تربیت مدرس (Mortazavi_mh@yahoo.com)

۲- دانشیار گروه علوم باغبانی و دانشیار گروه علوم صنایع غذایی دانشگاه تربیت مدرس

3- Hababook
4- Kimri
5- Khalal
6- Rutab
7- Tamar
8- Barhee
9- Breim
10- Hayany
11- Khalas

تاریخ دریافت: ۸۴/۹/۲۷
تاریخ پذیرش: ۸۵/۸/۱

www.SID.ir

Archive of SID

دارد (۲). میوه این رقم در مرحلهٔ خارک، به دلیل زنده بودن بافت، پر آب بودن و فعالیت شدید تنفسی عمر نگهداری کوتاهی دارد و در شرایط طبیعی حداکثر چند روز دوام می‌آورد. صادرات این رقم در مرحلهٔ خارک به برخی تولید کنندگان ایالات متحده محدود می‌شود که با یک سیستم بازاررسانی سریع آن را در سرتاسر ایالات متحده توزیع می‌کنند (۶).

با توجه به برداشت عمدهٔ محصول رقم برحی در مرحلهٔ خلال و ارزشمند بودن آن در بازارهای جهانی، جهت افزایش عمر پس از برداشت این محصول استفاده از فناوری بسته‌بندی تحت شرایط اتمسفر تغییر یافته[1] (مَپ) مورد توجه قرار گرفت. تکنولوژی مَپ شامل استفاده از یک پوشش پلی‌مری جهت بسته‌بندی محصول است که به روش‌های مختلفی اتمسفر اطراف محصول و درون بسته‌بندی را تغییر می‌دهند. بدین منظور می‌توان با خارج نمودن هوای اطراف محصول و ایجاد خلأ (بسته بندی وکیوم[2])، وارد نمودن یک ترکیب گازی معین به داخل پوشش (مَپ فعال[3]) یا تغییر تدریجی ترکیب گازی درون بسته‌بندی در اثر تنفس محصول (مَپ غیر فعال[4])، اتمسفر گازی اطراف محصول و درون بسته بندی را تغییر داد (۸). اتمسفر تغییر یافته درون بسته‌بندی به طور مستقیم به شدت تنفس فرآورده و نفوذپذیری پوشش به کار رفته برای گازهای O_2، CO_2 و بخار آب بستگی دارد که هر دو عامل پس از گذشت زمان سبب افزایش غلظت CO_2 و کاهش غلظت گاز O_2 تا رسیدن به یک وضعیت تعادلی می گردد (۱۶). افزایش غلظت گاز CO_2 و کاهش غلظت گاز O_2، شدت تنفس و فعالیت های متابولیکی میوه را به حداقل می‌رساند. همچنین مشخص گردیده که مَپ با کاهش یا جلوگیری از فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده پکتین سبب حفظ سفتی بافت می‌شود (۱۶).

در حال حاضر، از بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته برای افزایش ماندگاری[5] بسیاری از میوه‌ها و سبزیها استفاده می‌شود (۱۴). مهمترین منافع بسته بندی تحت شرایط اتمسفر تغییر یافته، شامل کاهش تنفس، کاهش تولید و حساسیت به اتیلن، کند شدن روند نرم شدن میوه و تغییر ترکیبات داخل میوه می‌باشد (۱۵). از آنجایی که میوه‌ها و سبزی‌های تازه دارای بافتی زنده و متابولیسمی فعال هستند، جهت فعالیت های خود به اکسیژن نیاز داشته و در اثر تنفس، دی‌اکسید کربن تولید می‌کنند. فعالیت‌های متابولیک در بافت زنده میوه شامل فعالیت‌های آنزیمی مرتبط با پیری و سوخت و ساز است که هر چه سرعت بیشتری داشته باشند پیری و زوال میوه سریع‌تر اتفاق می‌افتد (۱۴).

رمز موفقیت روش بسته‌بندی تحت شرایط اتمسفر تغییر یافته دانستن ترکیب گازی صحیح درون بسته‌بندی و استفاده از مواد پوششی مناسب است. انتخاب صحیح شرایط گازی سبب افزایش عمر پس از برداشت محصول می‌گردد و شرایط نامناسب مانند غلظت اکسیژن پایین یا دی‌اکسید کربن خیلی زیاد سبب بروز تنفس بی‌هوازی در محصول و کاهش ماندگاری آن خواهد گردید (۱۲). در زمینه تعیین بهترین ترکیب گازی درون بسته‌بندی و تأثیر آن بر کیفیت و ماندگاری محصول، برای محصولات باغی مختلف پژوهش‌های زیادی انجام گرفته است. اخیراً الاسالوار و همکاران[6] (۴) تأثیر دو ترکیب گازی (N_2٪۹۰: O_2٪۵: CO_2٪۵ و O_2٪۹۵: CO_2٪۵) را بر فعالیت آنتی‌اکسیدان‌ها، رنگ کارتنوئیدها و آنتوسیانین‌ها در هویج و قاچ‌های جدا شدهٔ پرتقال بررسی کرده و نتیجه گرفتند که ترکیب گازی اول

1- Modified Atmosphere Packaging (MAP)
2- Vacuum Packaging (VP)
3- Active MAP
4- Passive MAP
5- Shelf life
6- Alasalvar *et al.*

www.SID.ir

Archive of SID

به حفظ بهتر کیفیت در هویج منجر می‌گردد ولی برای قاچ‌های پرتقال تفاوتی بین دو ترکیب گازی وجود نداشت. همچنین مقایسه دو ترکیب گازی (O_2 ۱۰٪: CO_2 ۵٪ و O_2 ۷۰٪: CO_2 صفر٪) بر فیزیولوژی و کیفیت گیلاس نشان داد که ترکیب گازی اول به طور مؤثرتری سبب کاهش فعالیت آنزیمی پلی‌فنل‌اکسیداز و قهوه‌ای شدن دم میوه می‌شود (۱۸). در زمینه کاربرد گسترده مَپ برای محصولاتی مانند انبه (۷)، آواکادو (۱۳) و مرکبات (۱۷) گزارش‌های متعددی وجود دارد.

در زمینه استفاده از فن‌آوری بسته‌بندی تحت شرایط اتمسفر تغییر یافته برای نگهداری خرمای برداشت شده در مرحلهٔ خلال تاکنون گزارشی مشاهده نشده است ولی در پژوهشی در کشور تونس، تأثیر چند نوع بسته‌بندی و دمای نگهداری خرمای رقم دگلت‌نور در مرحلهٔ تمر بر مقدار آب و آلودگی به کپک‌ها و مخمرها مورد مطالعه قرار گرفت. بسته‌بندی‌ها شامل خلأ (وکیوم) و دو حجم ۱۰ و ۲۰ درصد از یک مخلوط گازی (N_2 ۸۰٪ : CO_2 ۲۰٪) بود که پس از بسته‌بندی، در دماهای ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. نتایج نشان داد که هر دو نوع بسته‌بندی تحت خلأ و اتمسفر تغییر یافته سبب کاهش از دست رفتن رطوبت میوه‌ها طی مدت نگهداری شدند ولی محصول نگهداری شده در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و درون بسته‌بندی با ۱۰٪ مخلوط گازی بهترین ماندگاری را داشتند و تا ۶/۶ ماه به خوبی کیفیت خود را حفظ کردند (۳). همچنین الردهایمن[1] (۵) میوهٔ خرمای برحی در مرحلهٔ تمر را درون بسته‌بندی‌های مَپ با سه غلظت دی اکسید کربن ۲۰٪، ۱۰٪ و ۵٪ و در دمای صفر درجه سانتیگراد نگهداری و ماندگاری، درصد پوسیدگی و تغییرات فیزیکوشیمیایی را در مدت انبارداری بررسی نمود.

نتایج آزمایش نشان داد که غلظت بالای CO_2 سبب افزایش قابلیت نگهداری، کند شدن پوسیدگی، حفظ کیفیت و جلوگیری از نرم شدن میوه می‌شود و مشخص گردید که غلظت ۲۰٪ CO_2 در مقایسه با دو غلظت دیگر، ماندگاری میوه (۲۶ هفته در برابر ۱۷ هفته) را افزایش داد.

مرحلهٔ نمو خلال (خارک) بر روی درخت فقط چند هفته طول می‌کشد و معمولاً پس از اتمام این مرحلهٔ نمو بر روی درخت و تبدیل میوه‌ها به رطب، تقاضا برای خارک در بازار هنوز وجود دارد. در پژوهش حاضر تلاش گردید تا با مقایسه دو نوع بسته‌بندی (اتمسفر تغییر یافته غیر فعال و تحت خلأ) و دو دمای نگهداری ۴ و ۲۵°C، مناسب‌ترین شرایط جهت افزایش ماندگاری میوه برداشت شده در مرحله خلال بدست آید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در تابستان سال ۱۳۸۴ در آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشگاه تربیت مدرس انجام گردید. بدین منظور میوه‌های رقم برحی در مرحلهٔ خلال (خارک) از کلکسیون مرکزی مؤسسه تحقیقات خرما در شهرستان اهواز برداشت و پس از سرد کردن سریع اولیه[2] توسط باد کولر، توسط ماشین کولردار و در همان روز به تهران منتقل گردید. میوه‌های آسیب دیده، چروکیده و با هر گونه لکه رطب حذف شده و میوه‌های با اندازه یکنواخت و ظاهری سالم پس از تمیز کردن جهت اعمال تیمارهای بسته‌بندی تحت خلأ، اتمسفر تغییر یافته غیر فعال و شاهد (بدون بسته‌بندی)، به سه قسمت تقسیم شدند. سپس هر ۲۰ عدد میوه یکسان پس از توزین درون یک کیسهٔ پلی‌اتیلنی با نام تجاری زیپ کیپ[3] قرار داده شده و توسط دستگاه هنکلمن[4] مدل

1- Al-Redhaiman

2- Precooling
3- Zip Kip
4- Henkelman

www.SID.ir

Archive of SID

۲۰۰A بسته‌بندی نمونه‌ها انجام گرفت. بدین منظور ابتدا هوای درون بسته‌ها با فشار حداکثر ۰/۱- مگاپاسکال تخلیه شد، بسته‌های تحت خلأ در این مرحله و مابقی نمونه‌ها جهت ایجاد بسته‌بندی تحت شرایط اتمسفر تغییر یافته پس از تزریق گاز با ترکیب هوای طبیعی دوخت گردید. میوه‌های بسته‌بندی شده و شاهد به دو گروه تقسیم و به منظور اعمال تیمار دمای نگهداری، در دماهای ۴ و ۲۵°C قرار داده شدند. جهت بررسی روند تغییر خصوصیات کیفی میوه‌ها طی مدت نگهداری و تحت تیمارهای اعمال شده، در زمان‌های صفر (همزمان با بسته‌بندی)، ۱۰ و ۲۰ روز پس از بسته‌بندی، میوه‌ها از نظر هشت عامل کیفی شامل درصد تبدیل به رطب، سفتی بافت، کاهش وزن، درصد چروکیدگی، اسیدیته قابل تیتر، پ‌هاش عصاره، مواد جامد محلول کل[1] و فعالیت آبی[2] ارزیابی و مقایسه شدند. اسیدیته قابل تیتر بر اساس میلی‌گرم اسید مالیک در ۱۰۰ گرم بافت میوه بوسیله تیتراسیون عصاره میوه خرما با محلول سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به پ‌هاش ۸/۳ محاسبه گردید. پ‌هاش عصاره با دستگاه پ‌هاش متر Metrohm مدل ۷۴۴ (ساخت سوئیس)، مواد جامد محلول توسط رفراکتومتر رومیزی، فعالیت آبی توسط دستگاه Novasina AW SPRINT مدل T-800 و سفتی بافت توسط سفتی‌سنج Wagner با قطر پروب ۵ میلی‌متر تعیین گردید. این پژوهش در قالب آزمایش فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار طراحی و انجام شد. تجزیه داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C انجام شده و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام گردید.

1- Total Soluble Solids (TSS)
2- Water Activity

نتایج و بحث

نتایج مقایسه میانگین‌ها و تجزیه واریانس ۸ صفت کیفی اندازه‌گیری شده (سفتی بافت، فعالیت آبی، اسیدیته قابل تیتر، پ‌هاش عصاره، درصد تبدیل به رطب، درصد کاهش وزن، درصد چروکیدگی، مواد جامد محلول کل و سفتی بافت) در آزمون تأثیر نوع بسته‌بندی، دمای نگهداری و مدت زمان نگهداری بر خصوصیات کیفی میوهٔ خرمای رقم برحی در مرحله خارک در جدول ۱ نشان داده شده است. بر اساس نتایج این جدول اثرات سه فاکتور نوع بسته‌بندی، دمای نگهداری و زمان نگهداری و همچنین اثر متقابل میان تیمارهای مختلف برای صفات مختلف کیفی نتایج متفاوتی در بر داشت. در نمودار ۱ تأثیر تیمارهای مختلف بسته‌بندی، دما و زمان نگهداری بر فعالیت آبی میوه‌ها نشان داده شده است. فعالیت آبی بیانگر مقدار آب آزاد بافت است و عبارتست از نسبت فشار بخار آب در بافت میوه به فشار بخار اشباع هوا در همان دما که مقدار آن بین ۰ تا ۱ متغیر است (۹). فعالیت آبی برای میوهٔ خرما اهمیت زیادی دارد و مقدار آن طی مراحل مختلف نمو (حبابوک، کیمری، خلال، رطب و تمر) به تدریج کاهش می‌یابد. بر اساس نتایج منتشر نشده مولف، مقدار فعالیت آبی برای خارک تازه که دارای بافتی پر آب و شکننده است بیش از ۰/۹۵ می‌باشد ولی در مراحل رطب و تمر مقدار آن به ترتیب به کمتر از ۰/۸ و ۰/۷ می‌رسد. کاهش فعالیت آبی بیانگر کاهش آب آزاد بافت می‌باشد. برای میوهٔ خرمای برداشت شده در مرحلهٔ خارک، هر چه مقدار آن کمتر شود تُردی و شکنندگی خارک که از صفات کیفی آن به شمار می‌رود کاهش می‌یابد. بر اساس نتایج نمودار ۱، اگر چه نوع بسته‌بندی و دمای نگهداری تأثیر معنی‌داری بر فعالیت آبی نداشتند ولی در تیمار شاهد (بدون بسته‌بندی) و دمای نگهداری ۲۵°C، فعالیت آبی کاهش یافته است که با توجه به بافت پر آب

www.SID.ir

Archive of SID

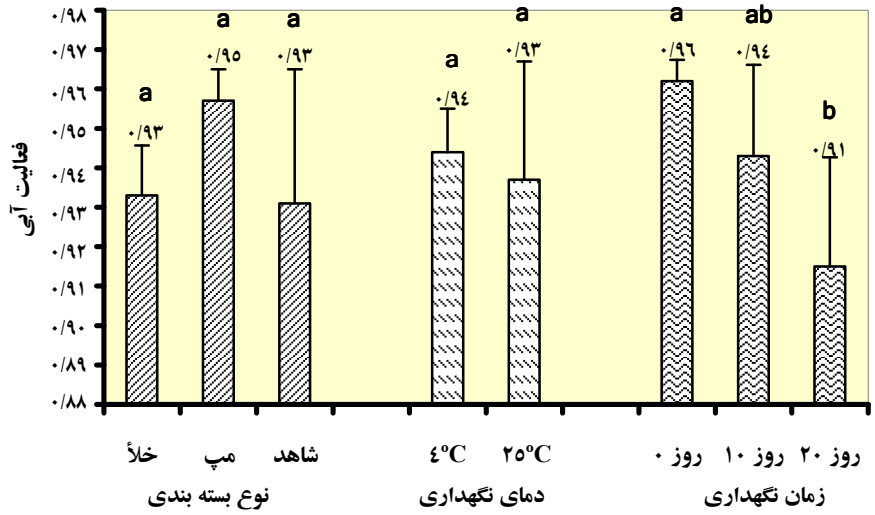
جدول ۱- تجزیه واریانس ۸ صفت کیفی در آزمون تأثیر نوع بسته‌بندی، دمای نگهداری و مدت زمان نگهداری بر خصوصیات کیفی میوهٔ خرمای رقم برحی در مرحله خارک

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		سفتی بافت (کیلوگرم)	چروکیدگی (٪)	تبدیل به رطب (٪)	کاهش وزن (٪)	مواد جامد محلول	اسیدیته قابل تیتر (۱۰۰ گرم/میلی‌گرم)	پ‌هاش عصاره	فعالیت آبی
نوع بسته بندی	۲	۷/۲۵**	۵۴۷/۸**	۶۰۷/۶**	۳۰۳/۴**	۱۴۴/۴**	۵۸۵/۰**	۰/۴۳**	۰/۰۰۴^{ns}
دمای نگهداری	۱	۱۴/۱۴**	۲۰۸/۱^{ns}	۴۲۵۹/۵**	۱۰۶/۱**	۱۰۰/۸**	۲۷۴۱/۲**	۰/۸۵**	۰/۰۰۰^{ns}
اثر متقابل نوع بسته‌بندی و دمای نگهداری	۲	۰/۰۹**	۲۰۸/۱^{ns}	۸۶/۸^{ns}	۷۵/۵**	۱۷/۲^{ns}	۳۲۴/۲**	۰/۰۹*	۰/۰۰۵^{ns}
خطای آزمایش	۱۲	۰/۱۸	۷۳/۷	۶۲/۵	۱/۶	۵/۵	۱۹/۲	۰/۰۲	۰/۰۰۲
زمان نگهداری	۲	۶۳/۸۶**	۲۱۳/۱**	۸۹۱۳/۲**	۱۴۳/۹**	۵۲۶/۲**	۶۷۷۸/۱**	۱/۹۰**	۰/۰۱۰**
اثر متقابل نوع بسته بندی و زمان نگهداری	۴	۱/۸۲**	۲۱۳/۱**	۱۹۸/۸**	۱۰۸/۲**	۴۳/۰**	۲۵۰/۸**	۰/۳۸**	۰/۰۰۳^{ns}
اثر متقابل دمای نگهداری و زمان نگهداری	۲	۳/۸۸**	۷۴/۲^{ns}	۱۴۵۳/۲**	۴۱/۰**	۳۰/۷**	۸۴۰/۱**	۰/۳۴**	۰/۰۰۱^{ns}
اثر متقابل نوع بسته بندی، دما و زمان نگهداری	۴	۰/۲۱^{ns}	۷۴/۲*	۳۴/۸^{ns}	۳۰/۶**	۵/۲^{ns}	۸۶/۶*	۰/۰۳^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}
خطای آزمایش	۲۴	۰/۰۹	۲۵/۱	۳۱/۷	۰/۵	۲/۰	۲۲/۹	۰/۰۲	۰/۰۰۲
ضریب واریانس	–	٪ ۶/۱۳	٪ ۱۵۷/۳	٪ ۲۶/۷۲	٪ ۲۶/۷۲	٪ ۴/۱۲	٪ ۳/۹۶	٪ ۲/۱۶	٪ ۴/۳۸

* معنی دار در سطح ۵٪ ** معنی دار در سطح ۱٪ ns غیر معنی‌دار

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۱- مقایسه میانگین تأثیر نوع بسته‌بندی، دمای نگهداری و مدت زمان نگهداری بر فعالیت آبی

(ستون‌هایی که با حروف یکسان مشخص شده‌اند، در سطح اطمینان ۹۵ درصد، اختلاف معنی‌دار ندارند.)

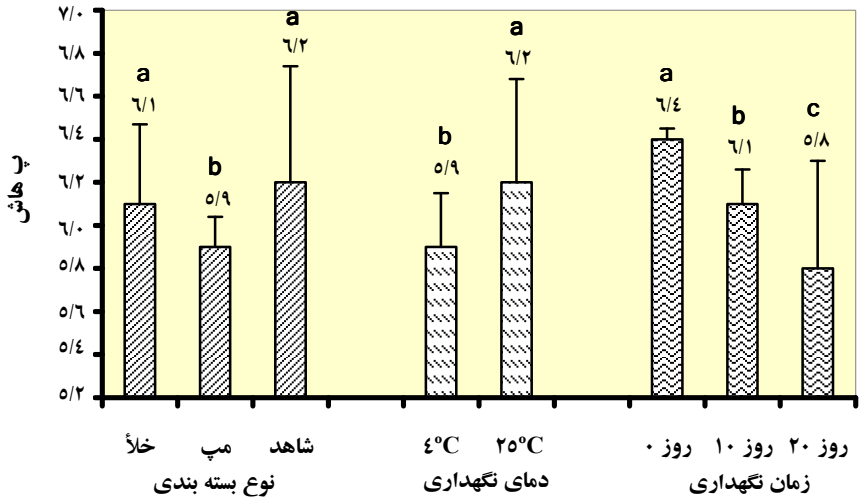
میوه در مرحلهٔ خلال و ارتباط مستقیم فعالیت آبی با آب آزاد بافت، این مقدار کاهش سبب افزایش چروکیدگی می‌شود (نمودار ۷). همچنین مشخص گردید با افزایش زمان نگهداری، فعالیت آبی بیشتر کاهش می‌یابد به گونه‌ای که ۲۰ روز پس از نگهداری، فعالیت آبی بیشترین تنزل را داشت و به ۰/۹۱ رسید. این کاهش بیانگر از دست رفتن بخش زیادی از آب آزاد بافت است که مطمئناً با کاهش شادابی و افزایش چروکیدگی بافت همراه است. به نظر می‌رسد که اگر فعالیت آبی بافت در مرحلهٔ خلال (خارک) از ۰/۹۵ کمتر شود، میوه از لحاظ ظاهری ارزش کیفی خود را از دست می‌دهد.

در نمودار ۲، تأثیر نوع بسته‌بندی، دمای نگهداری و مدت زمان نگهداری بر پهاش عصاره میوه‌ها آمده است که بر اساس این نتایج، نوع بسته‌بندی تأثیر قابل توجهی بر پهاش عصاره ندارد ولی مقدار آن با کاهش دما و افزایش زمان نگهداری کاهش می‌یابد (۲۰). پهاش عصاره فقط بیانگر یون‌های H^+ بوده و متأثر از مجموعه اسیدهای قوی و ضعیف میوه تغییر می‌کند. اسیدهای آلی عمدتاً جزو اسیدهای ضعیف بوده و تأثیر زیادی بر پهاش عصاره ندارند. همچنین اسیدهای قوی که سبب تغییر سریع پهاش می‌شوند، معمولاً کمتر از ۱٪ کل اسیدهای عصاره را شامل می‌شوند. پهاش یا غلظت یونهای H^+، بر روی مزه تأثیر ندارد و اهمیت آن بیشتر بخاطر تأثیر بر واکنش‌های آنزیمی و فعالیت میکروارگانیسم‌ها (مخمرها و باکتری‌ها) می‌باشد، بنابراین در مقایسه با اسیدیته قابل تیتر، تغییرات پهاش از ارزش کمتری به عنوان یک فاکتور کیفی مؤثر بر مزه برخوردار است (۱۰).

اسیدیته قابل تیتر شامل اسیدیته کل عصاره است که بر اساس اسید آلی عمده میوه اندازه‌گیری می‌گردد. در نمودار ۳، مقدار اسیدیته قابل تیتر میوه‌ها بر حسب میلی‌گرم اسید مالیک بر ۱۰۰ گرم گوشت میوه خرما تحت تأثیر تیمارهای مختلف نشان داده شده است. نتایج نشان داد در تیمارهای نوع بسته‌بندی و دمای نگهداری با افزایش زمان نگهداری میوه بتدریج مقدار اسیدهای آلی افزایش می‌یابند ولی این افزایش در دمای ۴°C و میوه‌های بسته‌بندی نشده حداکثر بود و میوه‌های بسته‌بندی شده در شرایط اتمسفر تغییر یافته کمترین افزایش

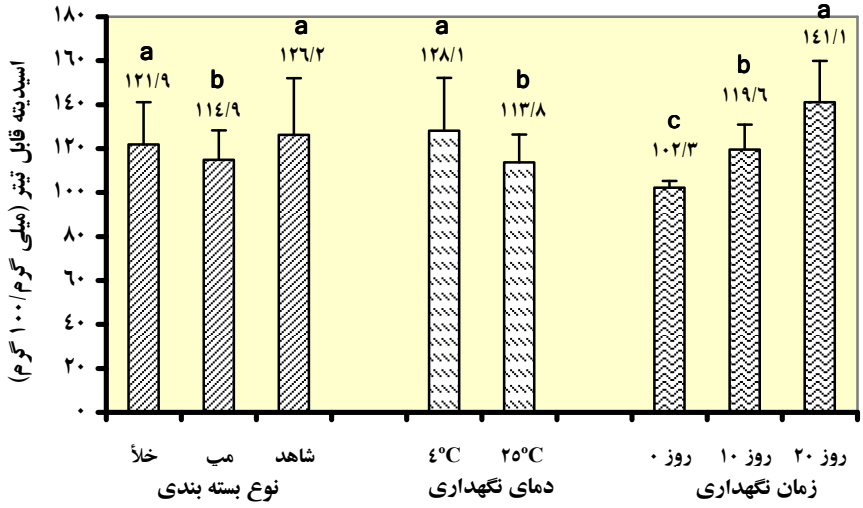
www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۲- مقایسه میانگین تأثیر نوع بسته‌بندی، دمای نگهداری و مدت زمان نگهداری بر pH عصاره

(ستون‌هایی که با حروف یکسان مشخص شده‌اند، در سطح اطمینان ۹۵ درصد، اختلاف معنی‌دار ندارند.)



نمودار ۳- مقایسه میانگین تأثیر نوع بسته‌بندی، دمای نگهداری و مدت زمان نگهداری بر اسیدیته قابل تیتر

(ستون‌هایی که با حروف یکسان مشخص شده‌اند، در سطح اطمینان ۹۵ درصد، اختلاف معنی‌دار ندارند.)

در مقدار اسیدهای آلی را داشتند.

اغلب محصولات باغی دارای مقدار زیادی اسیدهای آلی هستند که در متابولیسم سلولی آنها نقش مهمی داشته و مقدار این اسیدها در کیفیت محصولات باغی، بویژه میوه‌ها مؤثر است (۱۹). مهمترین اسیدهای آلی میوهٔ خرما اسید مالیک و اسید سیتریک می‌باشند و بعلت ضعیف بودن این اسیدها، اسیدیتهٔ میوه‌ها نیز معمولاً پایین است (۶). مقدار و نوع اسید موجود در میوه‌ها در تقابل با مواد جامد محلول در عصاره بر کیفیت مزه و همچنین

www.SID.ir

Archive of SID

عمر پس از برداشت میوه‌ها بسیار مؤثراند. با مقایسه روند تغییر اسیدهای آلی و پ‌هاش عصاره در نمودارهای ۲ و۳ می‌توان گفت که با توجه به اندک بودن تغییرات پ‌هاش، عامل اصلی کاهش پ‌هاش عصاره افزایش مقدار اسیدهای آلی می‌باشد که ممکن است سنتز شوند یا از واکوئل به داخل سیتوپلاسم نفوذ کنند (۱۹). از دیگر صفات کیفی مهم و مؤثر در تعیین طعم ومزه میوه‌ها مواد جامد محلول کل[1] می‌باشد که به صورت درصد TSS یا درجهٔ بریکس[2] نشان داده می‌شود (۱۹). در نمودار ۴ مقدار مواد جامد محلول میوه، تحت تأثیر تیمارهای مختلف نشان داده شده است. با توجه به اختلاف قابل توجه مقدار مواد جامد محلول در مراحل نمو خلال و رطب، هر چه بخش بیشتری از یک میوه خلال به رطب تبدیل شود، TSS میوه افزایش بیشتری می‌یابد که از نظر صفات کیفی میوه در مرحلهٔ خارک، یک صفت منفی به حساب می‌آید. با مشاهده نمودارهای ۴ و ۵ می‌توان دریافت که، تیمار بسته‌بندی تحت شرایط اتمسفر تغییر یافته و نگهداری در دمای 4^oC بیشترین تأثیر را در جلوگیری از تبدیل میوه‌های خارک به رطب و همچنین جلوگیری از افزایش TSS داشتند. همانگونه که در نمودار ۵ نشان داده شده است، با گذشت زمان به تدریج درصد تبدیل میوه‌های خارک به رطب تحت تأثیر تیمارهای مختلف بسته‌بندی و نگهداری افزایش می‌یابد. در بسته‌بندی تحت خلأ بخش زیادی از میوه‌ها به رطب تبدیل شد (۲۲/۴ درصد) ولی کمترین درصد تبدیل میوه‌ها به رطب در تیمارهای بسته‌بندی تحت شرایط اتمسفر تغییر یافته و نگهداری شده در دمای 4^oC مشاهده گردید (به ترتیب ۱۴/۷ و ۱۲/۲ درصد). میوه‌های برداشت شده در مرحلهٔ خارک بسته به درجه بلوغ در زمان برداشت، در صورتی که به انتهای مرحلهٔ بلوغ[3] رسیده باشند به رسیدن خود ادامه می‌دهند و بخشی از آنها به رطب با کیفیت ضعیف تبدیل می‌شود که چنین میوه‌ای زیر قیمت فروخته می‌شود. هر عاملی که روند تبدیل خارک به رطب را کُند نماید در حفظ کیفیت میوهٔ خلال مؤثر است. اگر چه در زمینه چگونگی تبدیل بافت سفت و شکنندهٔ خلال به رطب گزارشی دیده نشده است ولی به نظر می‌رسد فعال شدن آنزیم‌های تجزیه کننده ترکیبات پکتینی در کنار پلی‌فنلازها که با اکسیده کردن ترکیبات فنولیک میوه رنگ قهوه‌ای ایجاد می‌کنند سبب این تغییرات هستند. همچنین کاهش روند تبدیل میوه‌ها به رطب در میوه‌های بسته‌بندی شده در شرایط اتمسفر تغییر یافته و نگهداری شده در دمای پایین، بیانگر کند شدن شدت تنفس و دیگر فعالیت‌های آنزیمی موثر در روند رسیدن میوه می‌باشد. این نتایج با نتایج بدست آمده برای سایر میوه‌های بسته‌بندی شده در شرایط اتمسفر تغییر یافته مثل انبه و موز مطابقت دارد (۷، ۱۳ و ۱۵).

با بررسی نتایج نشان داده شده در نمودار ۶ می‌توان گفت نگهداری میوه‌ها در دمای 4^oC و تحت شرایط اتمسفر تغییر یافته سبب حفظ قابل ملاحظه سفتی بافت در مقایسه با دیگر تیمارها شده است. قادر و همکاران (۱۵) نیز در گزارش خود به تأثیر مثبت اتمسفر تغییر یافته بر حفظ سفتی بافت در محصولات مختلف باغی اشاره کرده‌اند.

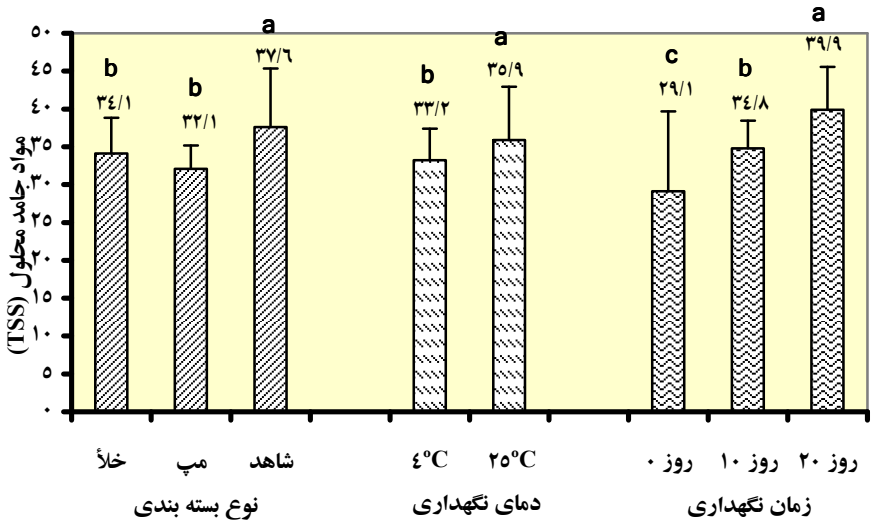
سفتی بافت یکی از فاکتورهای کیفی مهم برای بسیاری ازمیوه‌ها به شمار می‌رود که تحت تأثیر ساختار پکتینی و شادابی بافت می‌باشد. مهمترین عوامل موثر در نرم شدن بافت، فعال شدن آنزیم‌های تجزیه کننده پکتین نظیر پکتین استراز و پلی‌گالاکتروناز می‌باشند (۱۹). هر عاملی که سبب

1- Total Soluble Solids
2- Brix
3- Maturaty

www.SID.ir

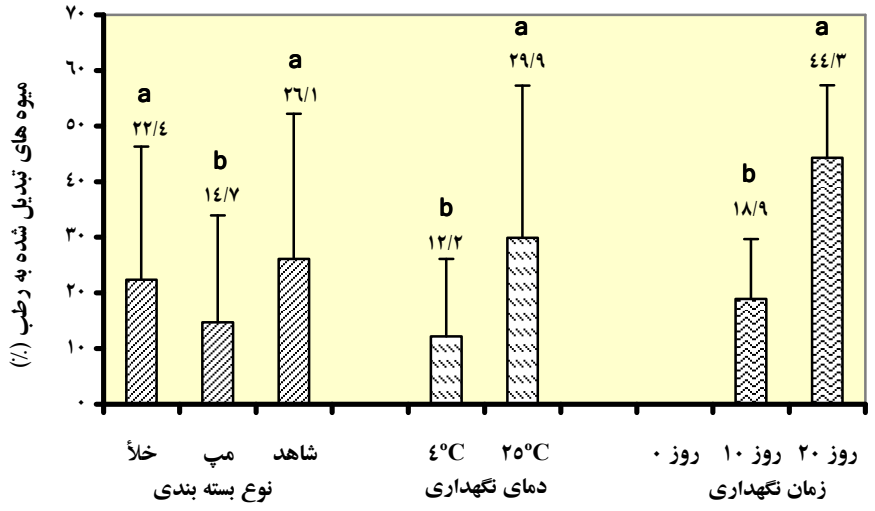
Archive of SID

تأخیر در فعال شدن این آنزیم‌ها شود به حفظ بهتر سفتی بافت منجر می‌شود.



نمودار ۴- مقایسه میانگین تأثیر نوع بسته‌بندی، دمای نگهداری و مدت زمان نگهداری بر مواد جامد محلول

(ستون‌هایی که با حروف یکسان مشخص شده‌اند، در سطح اطمینان ۹۵ درصد، اختلاف معنی‌دار ندارند.)

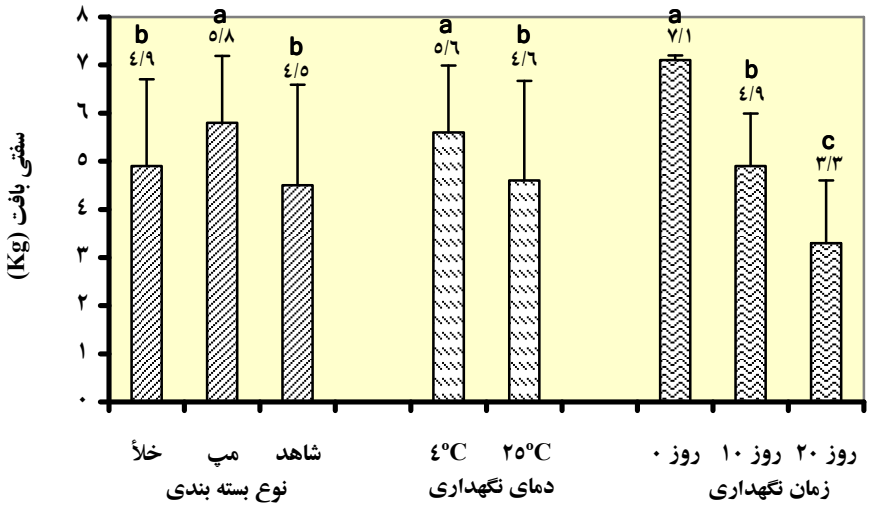


نمودار ۵- مقایسه میانگین تأثیر نوع بسته‌بندی، دمای نگهداری و مدت زمان نگهداری بر درصد میوه‌های تبدیل شده به رطب

(ستون‌هایی که با حروف یکسان مشخص شده‌اند، در سطح اطمینان ۹۵ درصد، اختلاف معنی‌دار ندارند.)

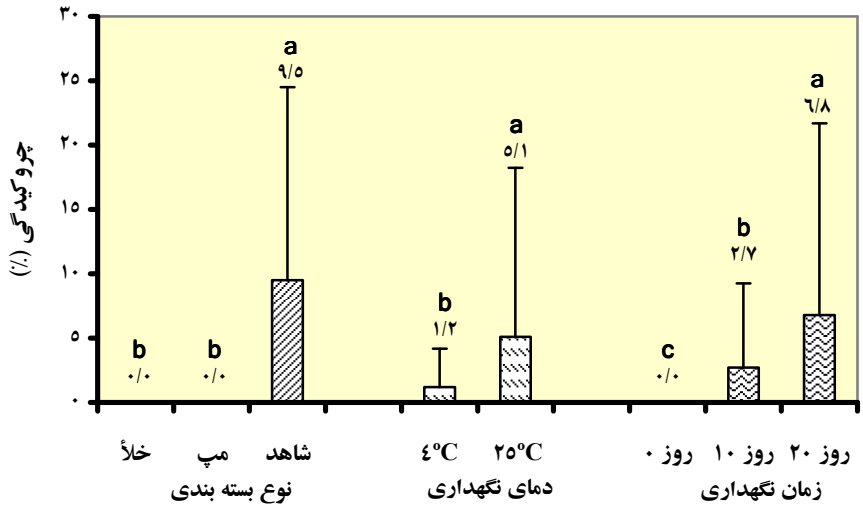
www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۶- مقایسه میانگین تأثیر نوع بسته‌بندی، دمای نگهداری و مدت زمان نگهداری بر سفتی بافت

(ستون‌هایی که با حروف یکسان مشخص شده‌اند، در سطح اطمینان ۹۵ درصد، اختلاف معنی‌دار ندارند.)



نمودار ۷- مقایسه میانگین تأثیر نوع بسته‌بندی، دمای نگهداری و مدت زمان نگهداری بر درصد چروکیدگی میوه‌ها

(ستون‌هایی که با حروف یکسان مشخص شده‌اند، در سطح اطمینان ۹۵ درصد، اختلاف معنی‌دار ندارند.)

مقایسه درصد کاهش وزن و چروکیدگی در نمودارهای ۷ و ۸ نشان می‌دهد که یک ارتباط مستقیم بین این دو فاکتور اندازه‌گیری شده وجود دارد. در میوه‌های بسته‌بندی شده تحت شرایط اتمسفر تغییر یافته و تحت خلأ، مقدار کاهش وزن و چروکیدگی نسبت به میوه‌های شاهد (بدون بسته‌بندی) بسیار کمتر است. در این تیمارها وجود پوشش پلی‌اتیلنی بر روی میوه‌ها، شدت تعرق، کاهش وزن و چروکیدگی میوه‌ها را به حداقل رسانده بود. میوه‌هایی که در زمان برداشت علیرغم

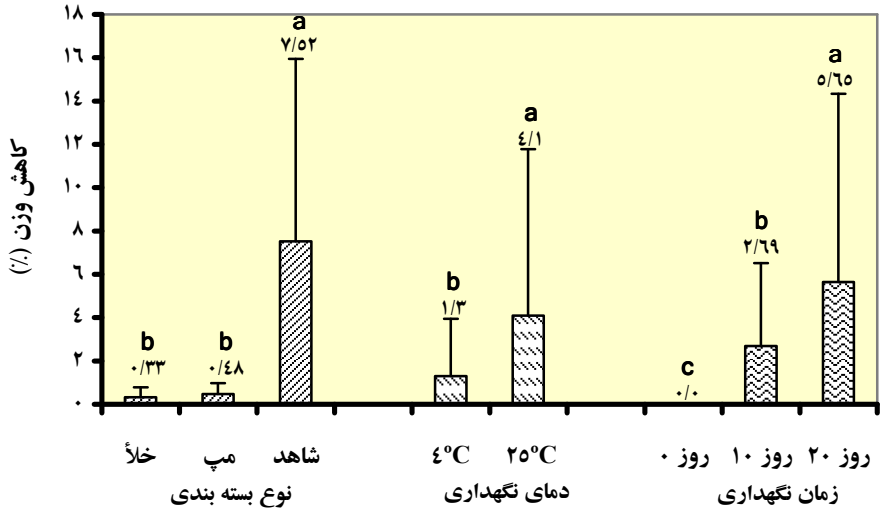
www.SID.ir

Archive of SID

تغییر رنگ و اندازه مناسب هنوز مرحلهٔ بلوغ را به اتمام نرسانده‌اند چند روز پس از برداشت چروکیده و پژمرده می‌شوند و باید دور ریخته شوند. از آنجایی که در این مرحله میوه‌ها بیش از ۸۰٪ آب دارند، هر گونه تعرق و از دست‌دهی آب منجر به چروکیدکی سریع و کاهش تردی بافت می‌گردد. همچنین وجود اختلاف قابل توجه از نظر درصد چروکیدگی و کاهش وزن بین دو دمای نگهداری ۴ و ۲۵°C نشان می‌دهد که فروشندگان خرمای برحی در مرحلهٔ خلال با کاهش دمای نگهداری میوه‌ها به طرق مختلف می‌توانند چروکیدگی، تلف شدن و کاهش قیمت میوه را به مدت ۱۰-۷ روز عقب بیاندازند. به طور کلی و با مقایسه صفات کیفی بررسی شده در این پژوهش می‌توان گفت با کاربرد بسته بندی تحت اتمسفر تغییر یافته (مَپ) می‌توان روند بسیاری از واکنش‌های متابولیک مربوط به ادامه روند رسیدن را کند نمود و همچنین با استفاده از پوشش بسته‌بندی مناسب و نگهداری در دمای پایین تعرق و از دست دهی آب را به حداقل رساند و مانع از چروکیدگی سریع میوه‌ها گردید.

سپاسگزاری

بدین وسیله از مؤسسه‌ی تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور جهت همکاری در عملیات نمونه‌گیری، آزمایشگاه صنایع غذایی دانشگاه تهران جهت انجام بسته‌بندی و آزمایشگاه صنایع غذایی دانشگاه تربیت مدرس که در کلیه مراحل انجام این پژوهش همکاری‌های لازم را به عمل آوردند، تشکر و قدردانی می‌گردد.



نمودار ۸- مقایسه میانگین تأثیر نوع بسته‌بندی، دمای نگهداری و مدت زمان نگهداری بر کاهش وزن

(ستون‌هایی که با حروف یکسان مشخص شده‌اند، در سطح اطمینان ۹۵ درصد، اختلاف معنی‌دار ندارند.)

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

۱. پژمان، ح. ۱۳۸۰. راهنمای خرما: کاشت، داشت و برداشت. نشر آموزش کشاورزی، ۲۶۶ ص.

۲. هاشم پور، م ۱۳۷۸. گنجینهٔ خرما، جلد اول (کلیات). نشر آموزش کشاورزی، ۶۶۸ ص.

3. Achour, M; Amara, S; Salem, N; Jebali, A; Hamdi, M. 2003. Effect of vacuum and modified atmosphere packaging on Deglet Nour date storage in Tunisia. Fruits, 58: 205-212 (Abstract).

4. Alasalvar, C; Al-Farsia, M; Quanticka, P. C; Shahidib, F; and Wiktorowicz R. 2005. Effect of chill storage and modified atmosphere packaging (MAP) on antioxidant activity, anthocyanins, carotenoids, phenolics and sensory quality of ready-to-eat shredded orange and purple carrots. Food Chemistry, 89: 69-76.

5. Al-Redhaiman, K. N. 2005. Chemical changes during storage of 'Barhi' dates under controlled atmosphere conditions. HortScience, 40: 1413-1415.

6. Barreveld, W. H. 1993 Date Palm Products. Agricultural Services Buletin 101: 216. F.A.O., Rome.

7. Beaulieu, J. C; and Lea, J. M. 2003. Volatile and quality changes in fresh-cut mangos prepared from firm-ripe and soft-ripe fruit, stored in clamshell containers and passive MAP. Postharvest Biology and Technology, 30:15-28.

8. Church, N. 1994. Developments in modified atmosphere packaging and related technologies, Trends in Food Science and Technology, 5: 345-352.

9. Fontana, A. J. 2000. Water activity basics for safety and quality in food products. Second NSF International Conference on Food Safety, October 11-13, Savannah, GA USA, pp: 177-185

10. Garcia, J. C; Valdivia, C. B. P; Martinez, Y. R; and Hernandez, M. S. 2004. Acidity changes and pH-buffering capacity of nopalitos. Postharvest Biology and Technology, 32: 169–174.

11. Glasner, B; Botes, A; Zaid, A; and Emmens, J. 2002 Date harvesting, packinghouse management and marketing aspects. In Zaid, A (ed) Date palm cultivation. FAO Plant Production and Protection Paper, No: 156; F.A.O., Rome; pp: 237-267.

12. Gorny, J. R. 1997. Modified atmospheres packaging and the fresh-cut revolution. Perishables Handling Newsletter Issue 90: 4-5.

13. Illeperuma, C. K; and Nikapitiya, C. 2002. Extension of the postharvest life of `Pollock' avocado using modified atmosphere packaging. Fruits, 57: 287-295.

14. Jobling, J. 2001. Modified atmosphere packaging, Not as simple as it seems. Good Fruit and Vegetables Magazine, 11: 5-8.

www.SID.ir

Archive of SID

15. Kader A. A; Zagory D; and Kerbel E. L. 1989. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. Critical Review Food Science Nutrition, 28:1-30.

16. Martinez-Romero, D; Guillen F; Castillo, S; Valero D; and Serrano M. 2003. Modified atmosphere packaging maintains quality of table grapes. Journal of Food Science, 68: 1838-1843.

17. Porat, R; Weiss, B; Cohen, L; Daus, A; and Aharoni, N. 2004. Reduction of postharvest rind disorders in citrus fruit by modified atmosphere packaging. Postharvest Biology and Technology, 33:35-43.

18. Tian, S. P; Jiang, A. L; Xu, Y; and Wang, Y. S. 2004. Responses of physiology and quality of sweet cherry fruit to different atmospheres in storage. Food Chemistry, 87: 43-49.

19. Wills, R; McGlasson, B; Graham, D; and Joyce, D. 1998 Postharvest: An Introduction to the Physiology & Handling of Fruits, Vegetables and Ornamentals. CAB International Press, 262 p.

20. Zeuthen, P; and Sorensen, L. B. 2003. Food presservation techniques. CRC Press, 217p.

www.SID.ir