نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۴ شماره ۱/ سال ۱۳۹۳

تأثیر مواد بسته بندی محتوی نانو ذرات نقره و سیلیکات رس بر ویژگی‌های کیفی پس از برداشت میوه گیلاس رقم سیاه مشهد

خه بات زندی ناوگران[۱]، لطفعلی ناصری[۲]* و محسن اسمعیلی [۳]

تاریخ دریافت : ۹۲/۱/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۰/٤

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه

[۲] دانشیار گروه علوم باغبانی دانشگاه ارومیه

[۳] استادیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه ارومیه

*مسئول مکاتبه: E-mail: lotfalinaseri@yahoo.com

چکیده

بسته‌بندی یکی از فاکتورهای مهم در تعیین عمر انباری مواد غذایی است و فناوری نانو می‌تواند با بهبود کیفیت مواد بسته بندی این دوره را افزایش دهد. در این مطالعه، تاثیر مواد بسته‌بندی محتوی نانو ذرات نقره و نانوسیلیکات رس بر شاخص‌های کیفی پس از برداشت و عمر مفید میوه‌های گیلاس (*Prunus avium*) رقم سیاه مشهد پس از ٤٥ روز نگهداری در دمای ۱±۱ °C و رطوبت نسبی ۲±۹۰ درصد مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور مقدار آنتی‌اکسیدان، بازارپسندی، اسیدیته‌کل، فنول‌کل، ویتامین‌ث، پوسیدگی، شاخص قهوه‌ای شدن دم، pH و مواد جامد محلول میوه در مدت نگهداری ارزیابی شدند. نتایج به دست آمده نشان داد که بسته‌های محتوی نانوذرات نقره بر پایه پلی‌اتیلن نسبت به ظروف پلی‌اتیلن معمولی به طور معنی‌داری باعث حفظ مقدار آنتی‌اکسیدان ها شد. همچنین بسته‌های محتوی نانو ذرات نقره و سیلیکات رس بطور موثری باعث حفظ ویتامین ث، فنل کل و بازارپسندی گردید.

واژگان کلیدی: بسته‌بندی، عمرانباری، گیلاس، نانو ذرات نقره، نانو سیلیکات رس

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

افزایش عمر ماندگاری مواد غذایی همراه با نظارت بر ایمنی و کیفیت آنها مطابق استانداردهای بین المللی نیازمند بسته‌بندی است (سیلو ستره و دوراکیو ۲۰۱۱). میوه گیلاس بعد از برداشت به سرعت فاسد شده و در برخی موارد با کیفیت بسیار پایین بدست مصرف کننده می‌رسد. دلایل اصلی افت کیفیت گیلاس کاهش وزن، تغییرات رنگ، نرمی، چروکیدگی سطحی، قهوه‌ای شدن و کاهش اسیدیته میوه است (مارتینز وهمکاران ۲۰۰۵). این میوه دارای مقادیر قابل توجهی ویتامین ث و ترکیبات فنلی است که در بدن انسان نقش آنتی اکسیدانی دارند. در ارتباط با افزایش طول عمر ماندگاری مواد غذایی، فناوری نانو در صنعت بسته‌بندی مواد غذایی راه حل‌های کاربردی پیش روی بشر قرار داده است. از آنجا که نسبت بالای سطح به حجم ذرات کروی با شعاع آنها رابطه عکس دارد، با کاهش ابعاد ذرات در حد نانومتر، فعالیت سطحی مواد افزایش چشمگیری یافته و سرعت واکنش این مواد با محیط اطراف به دلیل ازدیاد سایت های فعال سطحی بیشتر می‌شود (دام و همکاران ۲۰۰۶). درمقیاس نانو خصوصیات ذاتی از قبیل رنگ، استحکام مکانیکی، مقاومت در مقابل حرارت، نفوذ گازها، رطوبت، امواج و... بهبود می‌یابد. پلاستیک‌ها به طور وسیع در صنایع بسته‌بندی موادغذایی استفاده می‌شوند. با این وجود استفاده از آنها به دلیل عدم توانایی آنها در جلوگیری از عبوراکسیژن، دی اکسیدکربن، آب و ترکیبات آب‌دار معطر، محدودیتهایی دارد. استفاده از نانوذرات در پلاستیک‌ها می‌تواند سبب بهبود خاصیت نفوذ ناپذیری مواد بسته‌بندی گردد (لاگارون ۲۰۰۶). به عنوان مثال مواد بسته‌بندی حاوی نانوذرات رس دارای مزایایی از قبیل ویژگی‌های مکانیکی، حرارتی و ممانعت کنندگی بهتری می‌باشند (ری و همکاران ۲۰۰۶). این نانوذرات سبب جلوگیری از عبور اکسیژن، دی اکسید کربن و رطوبت گردیده، همچنین موجب شفافیت بسته می شوند (برودی ۲۰۰۶). نقره ذاتاً خاصیت آنتی باکتریال، ضد کپک و ضد قارچی دارد. با استفاده از این ظروف در مقایسه با ظروف معمولی، میزان رشد باکتری‌ها در ۲۴ ساعت اولیه ۹۸ درصد کاهش یافته است (جهانشاهی ۱۳۸۶). نتایج بررسی دل نابیل و همکاران (۲۰۰۴) نشان داد که کاربرد بسته‌بندی با پوشش زئولیت نقره (متوسط قطر ۵۰ نانو متر) در مورد آب سیب تلقیح شده با باکتری *Alicyclobacillus cidoterrestris* (میکروارگانیسم شاخص در نوشیدنی‌های اسیدی)، منجر به ممانعت یا کاهش رشد آن گردید. با استفاده ازپلاستیک پلی اتیلنی محتوی ۰/۱ تا ۰/۸ درصد وزنی نانو ذرات نقره می‌توان زمان ماندگاری سبزیجات با رنگ سبز تیره (مانند پیازچه، اسفناج و گشنیز) را که به سرعت فاسد می شوند، یک هفته تا یک ماه بیشتر از بسته‌های زیپ‌دار معمولی افزایش داد (چنگ و چو ۲۰۰۷). گزارش شده است که فیلم های پلی اتیلنی با چگالی پایین (LDPE) حاوی نانو ذرات نقره شمار باکتری‌های انتخابی و کپک و مخمر را کاهش می‌دهد (برودی ۲۰۰۸). دوگولاس و همکاران (۲۰۱۰) گزارش داده‌اند که یک نوع کیسه پلاستیکی غنی از نانو ذرات سیلیکات تولید شده است که از محصولات موجود در بازار سبک‌تر و محکم‌تر بوده و مقاومت بیشتری در برابر گرما از خود نشان می‌دهد. این پلاستیک‌ها قادرند از خشک شدن مواد جلوگیری کرده و آنها را در مقابل رطوبت و اکسیژن محافظت نمایند (دوگولاس و همکاران ۲۰۱۰). یک نوع نانو کامپوزیت با پوشش نانو ذرات نقره بر روی پودر اکسید منیزیوم ساخته شده که فعالیت‌های ضد میکروبی بر علیه استافیلوکوکوس اورئوس و اشریشیا کلی نشان داده است (طیبی و زرکش ۲۰۰۸). همچنین بسته‌های پلی اتیلنی محتوی نانو ذرات نقره در مقایسه با بسته‌های معمولی اثر مفیدی بر خواص فیزیکی، شیمیایی و حسی عناب چینی نشان داده است (لی و همکاران ۲۰۰۹). تحقیقات نشان داده است که مواد بسته‌بندی نانو کامپوزیت محتوی نانو ذرات نقره به طور چشمگیری

Archive of SID

www.SID.ir

میزان سرعت پوسیدگی را در میوه توت فرنگی کاهش می‌دهد (یانگ و همکاران ۲۰۱۰). کیو هیو و همکاران (۲۰۱۱) به این نتیجه رسیدند که بسته‌های پلی اتیلنی محتوی نانوذرات نقره باعث کاهش میزان پوسیدگی و حفظ کیفیت در میوه کیوی می‌شود.

تاکنون تاثیر بسته‌بندی نانو نقره و سیلیکات رس بر روی میوه گیلاس بررسی نشده است. از این رو هدف این مطالعه بررسی تاثیر بسته‌های پلی اتیلنی حاوی نانو ذرات نقره وسیلیکات رس بر روی خواص کیفی و عمر انبارمانی میوه گیلاس رقم سیاه مشهد می‌باشد.

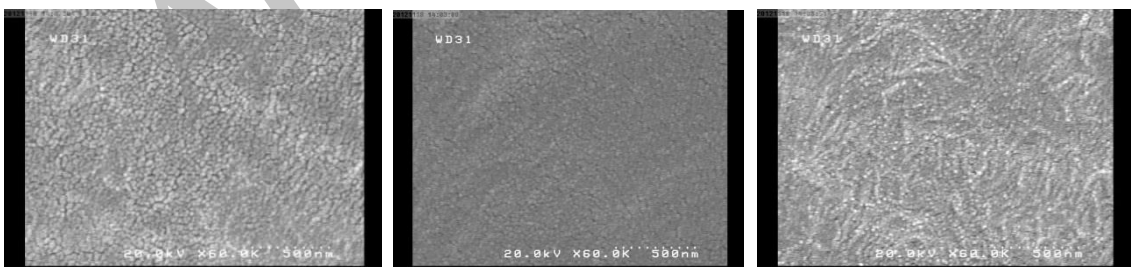
مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

در این تحقیق میوه گیلاس رقم سیاه مشهد استفاده شد. بدین منظور میوه در مرحله رسیدن تجاری در باغی نزدیکی شهرستان ارومیه برداشت شده و در کمترین زمان ممکن به آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشگاه ارومیه انتقال و تا زمان تیمار کردن در دمای ۴ °C نگهداری شد. میوه‌های سالم و یکنواخت برای آزمایش انتخاب گردید.

مواد نانو کمپوزیت

میوه‌های گیلاس در ٤ ترکیب مختلف ظروف نانو نقره و نانو سیلیکات رس و ظروف پلی‌اتیلن معمولی به عنوان نمونه شاهد قرار داده شد و به سردخانه (دمای ۱±۱درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۲±۹۰ درصد) انتقال یافتند. چهار نوع ظروف نانوکمپوزیتی شامل پلی‌اتیلن حاوی نانو سیلیکات $ANSC\text{-}PE_4$، پلی‌پروپیلن حاوی نانوسیلیکات $ANSC\text{-}PP_2$، پلی‌اتیلن حاوی نانو نقره ANSP-PE، پلی‌پروپیلن حاوی نانو نقره $ANSP\text{-}PP_1$ و ظرف بسته‌بندی از جنس پلی‌اتیلن معمولی نیز به عنوان شاهد استفاده گردید. در تولید ظروف جنس ANSP-PE و $ANSP\text{-}PP_1$ با قابلیت آنتی باکتریالی با استفاده از نانو سیلور کلوییدی از طریق آغشته سازی و خشک کردن و سپس تزریق بدست آمده بودند. به خاطر محدودیت قانون سازمان غذا و داروی امریکا (FDA) که نانو سیلور از لحاظ مصرف و میزان رهایش محدود شده است که در حالت کوتاه مدت حداکثر میزان مجاز آن ۱۰۰pbb و در حالت بلند مدت ۱٤۲۰ pbb می‌باشد، نانو پلیمر سیلیکاتی ($ANSC\text{-}PE_4$ و $ANSC\text{-}PP_2$)که در برابر عبور اکسیژن و آب نفوذ ناپذیر است طراحی و تولید شده است که متعلق به شرکت نانو بسپار آیتک تهران بود (تصویر ۱).



الف ب ج

تصویر ۱- تصویر میکروسکپ الکترونی (SEM) فیلم‌های نانوکمپوزیتی پلی‌اتیلن و پلی‌پروپیلن حاوی، الف) نانو کمپوزیت نقره، ب) پلی اتیلن معمولی، ج) نانو کمپوزیت سیلیکات

Archive of SID

www.SID.ir

آماده سازی نمونه جهت اندازه گیری آنتی اکسیدان

نحوه تهیه بافر فسفات

۱۷/۹ گرم فسفات سدیم[۱] و ۷/۸ گرم فسفات دی‌هیدروژن سدیم[۲] داخل آب حل شد و ۲ گرم پلی وینیل پیرولیدون نیز به آن اضافه و به حجم یک لیتر رسانیده شد در نهایت pH محلول در ۷/۲ تنظیم گردید (بنزی و ستراین ۱۹۹۶).

نحوه تهیه عصاره میوه

بعد از تهیه آب میوه با دستگاه آب میوه گیری (با حفظ زنجیره سرما) به ۲/۵ میلی لیتر آب میوه ٦ میلی لیتر بافر فسفات اضافه شد. سپس بعد از انتقال به لوله‌های آزمایش عمل سانتریفوژ انجام گردید و از محلول شفاف برای اندازه گیری فعالیت آنتی اکسیدانی کل استفاده شد. برای تعیین میزان آنتی‌اکسیدان کل از روش فرپ (FRAP) استفاده شد. به منظور تهیه محلول استوک ۳/۱ گرم استات سدیم[۳] و ١٦ میلی‌لیتر اسیداستیک گلایسیال در یک لیتر آب مقطر حل شد و pH محلول در حدود ۳/٦ تنظیم شد (بافر استات) سپس ۳۱ میلی گرم TPTZ[٤] در ۱۰ میلی لیتر اسید کلریدریک ٤٠ میلی‌مولارحل شد و به منظور تهیه محلول ۲۰ میلی مولار کلرید آهن[٥]، ٥/٤١ گرم کلریدآهن در یک لیتر آب مقطر حل گردید. برای تهیه محلول استاندارد از سولفات‌آهن[٦] استفاده شد که ۰/۲۷۸ گرم سولفات آهن در یک لیتر آب مقطر حل شد و در نهایت محلول‌های استاندارد ۱۲۵، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میکرومولار بر لیتر تهیه گردید.

محلول نهایی FRAP با مخلوط کردن ۲۵ میلی لیتر بافر ۲/۵ میلی لیتر TPTZ و ۲/۵ میلی لیتر کلر یدآهن آ ماده شد. سپس ۲۵۰ میکرولیتر از محلول کار داخل ظروف پیلت ریخته شد و به آن ۱۰ میکرولیتر از عصاره میوه (که حاوی ۲/۵ میلی لیتر عصاره و ٦ میلی لیتر بافر فسفات بود) اضافه شد و به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۳۷ °C قرار گرفت و سپس میزان جذب در طول موج ۵۹۳ نانومتر خوانده شد و در نهایت با رسم منحنی استاندارد میزان آنتی اکسیدان کل بدست آمد و بر حسب معادل میلی مول آهن در ۱۰۰ گرم وزن تر بدست آمد (بنزی و ستراین ۱۹۹٦).

اندازه گیری فنول کل

برای اندازه گیری ترکیبات فنولی از روش فولین سیوکالتیو[۷] استفاده شد. مقادیر ترکیبات براساس معادل اسیدگالیک و بر حسب میلی گرم در لیتر اندازه گیری شد. منحنی استاندارد با استفاده از اسید گالیک مرک تهیه گردید (واترهاوس ۲۰۰۲).

اندازه گیری مقدار اسید اسکوربیک

اندازه گیری اسید اسکوربیک با استفاده از روش یدومتریک انجام گردید و مقدار آن در بافت میوه بر حسب میلی گرم در ۱۰۰ گرم آب میوه گزارش شد (سیووری ۲۰۰۷).

روش تعیین بازارپسندی میوه‌ها

برای ارزیابی شاخص بازارپسندی میوه‌ها از روش نمره‌دهی استفاده شد. به این منظور میوه‌ها در ۵ دسته به شرح زیر از ۱ تا ۵ نمره‌دهی شد: ۱؛ غیر قابل قبول، ۲؛ بد، ۳ ؛ قابل قبول، ٤؛ خوب و ٥؛ عالی. شاخص بازارپسندی هر تیمار بر اساس فرمول زیر محاسبه گردید (ایالا – زولا و همکاران ۲۰۰۷):

شاخص بازارپسندی = Σ(نمره × تعدادمیوه در هردسته)/ تعداد کل میوه

اندازه گیری مواد جامد قابل حل (TSS) یا درجه بریکس

برای این منظور، پس از کالیبراسیون رفراکتومتر دستی (مدل ATAGO) با آب مقطر، و خشک کردن کامل سطح منشور، چند قطره از آب میوه روی منشور رفراکتومتر قرار داده شد و عدد مربوطه از روی ستون مندرج

[۱] Na_2HPO_4

[۲] NaH_2PO_4

[1] $C_2H_3NaO_2 .3H_2O$

[2] 2,4,6-Tripyridyl-s-Triazine(TPTZ)

[3] $FeCl_3. 6H_2O$

[4] $FeSO_4.7H_2O$

[۷] Folin-Ciocalteu

Archive of SID

www.SID.ir

قرائت گردید. اعداد قرائت شده بر اساس جدول تصحیح ضرایب شکست با دما اصلاح شد (جلیلی مرندی ۱۳۸۳).

اندازه گیری اسیدیته کل

برای اندازه گیری اسیدیته کل از روش تیتراسیون با محلول ۰/۱ نرمال سود تا pH= ۸/۲ استفاده شد و نتایج بر حسب گرم اسید مالیک در ۱۰۰ گرم مشخص گردید. برای این منظور ۵ میلی لیتر آب میوه با ۲۰ میلی لیتر آب مقطر مخلوط و سپس در حضور معرف فنل فتالئین تیتر شد (ایالا – زولا و همکاران ۲۰۰۷).

pH آب میوه

pH آبمیوه با استفاده از عصاره صاف شده میوه توسط دستگاه pH متر مدل ٤١١ در دمای ۲۰ °C قرائت گردید (جلیلی مرندی ۱۳۸٦).

ارزیابی میزان پوسیدگی میوه

در هر تکرار از ۱۵ میوه برای ارزیابی شاخص پوسیدگی استفاده شد. کل میوه‌ها بر اساس میزان پوسیدگی در چهار دسته تقسیم بندی شدند. ۱؛ میوه‌های بدون پوسیدگی، ۲؛ میوه‌های دارای پوسیدگی کمتر از یک سوم سطح میوه، ۳؛ میوه‌های دارای پوسیدگی بین یک سوم تا دو سوم کل سطح میوه و ٤؛ میوه‌های دارای پوسیدگی بیش از دو سوم کل سطح میوه. شاخص پوسیدگی بر اساس فرمول زیربر حسب درصد بیان شد (ژو و ژو۲۰۰۷).

$$\text{شاخص پوسیدگی} = \frac{\sum(\text{نمره} \times \text{مقدار})}{4\times15} \times 100$$

ارزیابی شاخص قهوه‌ای شدن (دم میوه گیلاس)

برای ارزیابی شاخص قهوه‌ای شدن دم میوه گیلاس همانند شاخص بازار پسندی میوه‌ها از روش نمره‌دهی استفاده شد. به این منظور میوه‌ها در ۵ دسته به شرح زیر از ۱ تا ۵ نمره دهی شد: ۱؛غیر قابل قبول، ۲؛بد، ۳؛قابل‌قبول، ٤؛خوب و ۵؛عالی. شاخص قهوه‌ای شدن دم هر تیمار بر اساس فرمول زیر محاسبه گردید (ایالا – زولا و همکاران ۲۰۰۷):

تعداد کل میوه/ (نمره × تعدادمیوه در هردسته)Σ = شاخص قهوه ای شدن دم

تجزیه و تحلیل آماری

آزمایش به صورت طرح فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در ٦ تکرار اجرا شد. فاکتور اول نوع ظرف در سه سطح مختلف (ظرف حاوی ۵ درصد نانو کامپوزیت نقره، ۵ درصد نانو سیلیکات رس و ظروف پلی اتیلنی فاقد نانو ذرات به عنوان نمونه شاهد) و فاکتور دوم، زمان انبارداری در ۳ سطح (زمان صفر انبارداری و پس از ۲۲ و ٤۵ روز انبارداری) تعیین شد. آنالیز آماری با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

فنول کل میوه‌ها

تجزیه واریانس داده‌های نتایج نشان داد که ظروف حاوی نانو ذرات نقره و زمان ($P<0/01$) بر محتوای فنل کل میوه ها تاثیر معنی‌داری دارد (جدول۱). محتوای ترکیبات فنولی در تمام تیمار ها در پایان انبارداری کاهش یافت که میزان این کاهش در میوه‌های نگهداری شده در بسته (ظروف) های محتوی نانو ذرات نقره کمتر است. همان گونه که در شکل ۱ مشاهده می شود مقدار فنل کل در میوه‌های بسته‌بندی شده با ظروف محتوی نانو ذرات نقره در بالاترین سطح حفظ شده است. مطابق شکل۱، مقدار اولیه فنول کل در طی نگهداری میوه‌ها بصورت یک تابع نسبتاً خطی از مقدار اولیه ۵۸۲/۷۲ میلی گرم بر لیتر (جدول۱) کاهش یافت.

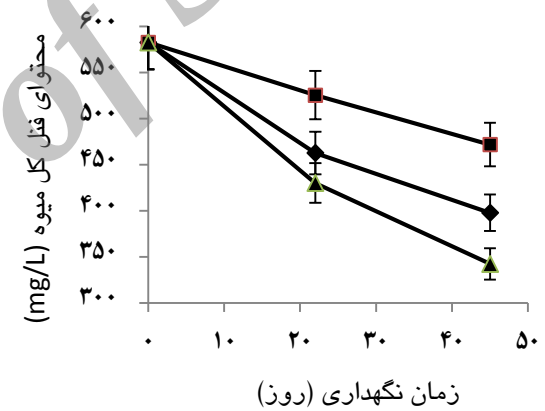
Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱-نتایج تجزیهٔ واریانس صفات کیفی میوه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		آنتی اکسیدان	ترکیبات فنلی	ویتامین ث	بازارپسندی	TSS	TA	pH	پوسیدگی	قهوه ای شدن دم
ظروف	۲	۴۸۱۲۴۱/۰۴۹**	۳۸۵۶۰/۱۲۳**	۰/۴۸۶۹**	۳/۰۵۷۵**	۳/۳۴**	۰/۰۲۷۸**	۰/۰۱۷۴^{ns}	۲/۹۳**	۰/۵۰۴^{ns}
زمان	۱	۸۱۱۰۰۰/۳۰۸**	۴۲۵۸۵/۹۵**	۳/۳۳**	۰/۷۵۱۱**	۱^{ns}	۰/۱۳۸۵**	۳/۱۸۰**	۱/۰۹**	۱/۶۴*
ظروف × زمان	۲	۱۱۱۹۷۷۸/۰۸۷**	۹۰۳/۹۲^{ns}	۰/۰۳۳**	۰/۷۱۷۴**	۲/۸۹**	۰/۰۱۱^{ns}	۰/۰۳۳*	۰/۱۶۸**	۰/۰۳۸^{ns}
اشتباه آزمایشی	۳۵	۲۷۸۴۷/۹۶۳	۲۲۳۷/۲۷	۰/۰۷۱۱	۰/۰۷۹	۰/۴۳۸	۰/۰۰۳۵	۰/۰۰۶۷	۰/۰۲۵	۰/۲۵۶۳
ضریب تغییرات		۱۳/۹۱۱	۱۰/۷۹	۱۱/۷۷	۶/۹۲۷۹	۵/۳۸	۷/۷۳	۱/۹۴	۳/۵۸	۱۳/۱۹

*معنی داری در سطح ۵٪ **معنی داری در سطح ۱٪ ns: غیر معنی دار



شکل۱- تاثیر زمان و ظرف نگهداری بر محتوای فنل کل میوه گیلاس در سه حالت ۱- ظروف بر پایه نانو سیلیکات رس ۲- ظروف بر پایه نانوذرات نقره ۳- ظروف پلی‌اتیلن معمولی

یکی از مهم‌ترین دلایل کاهش ترکیبات فنلی، اکسیداسیون آنزیمی آنها است که این پدیده باعث کاهش کیفیت میوه نیز می‌شود (دینگ و همکاران ۱۹۹۸). آنزیم اولیه مسئول اکسیدا سیون ترکیبات فنلی، پلی فنول اکسیداز است که قادر به کاتالیز فرآیند هیدروکسیلاسیون منوفنولها به اورتودی فنول‌ها و اکسیدا سیون اورتودی فنول ها به اورتو کینون ها است. آنزیم پیرو گایول پراکسیداز نیز یکی دیگر از آنزیم های مسئول واکنش‌های قهوه‌ای شدن می باشد (چیساری و همکاران ۲۰۰۷) که افزایش فعالیت آن به آسیب دیدگی بافت در زمان انبارداری و به کاهش پلی فنول‌ها منتهی می‌شود. التوذکای و گوچپن (۲۰۰۸) نشان داد ند که پلی فنل اکسیداز و پلی فنولاز در اندام های مختلف گیاهی وجود دارند و سبب می شوند که بافت آ سیب ببیند که این نوع آسیب ها معمولا با کاهش پلی فنول ها همراه است. یانگ و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که خسارت میوه‌های توت فرنگی بسته‌بندی شده در ظروف نانو نقره کاهش می یابد. همچنین کیوهو و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که میزان فعالیت پلی فنل اکسیداز در بسته های نانوکامپوزیتی و یا میزان اکسیداسیون پلی‌فنول‌ها توسط این آنزیم به طور قابل توجهی در میوه های بسته‌بندی شده با ظروف محتوی نانو کاهش می‌یابد که نتایج این تحقیق را تأیید می کنند.

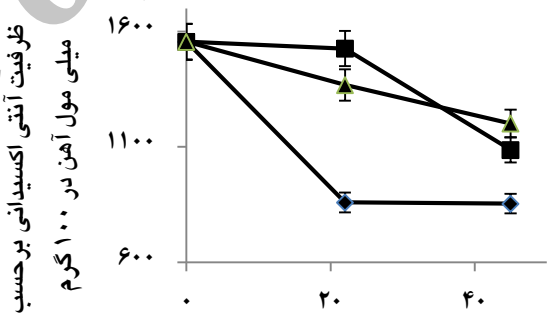
فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل

طبق آنالیز واریانس داده‌های آزمایشگاهی تاثیر مواد بسته‌بندی دارای نانوذرات نقره و نانو سیلیکات رس و مواد بسته‌بندی پلی‌اتیلن معمولی و نیز اثرات متقابل آنها بر حفظ میزان آنتی اکسیدان کل میوه گیلاس ($P<0/01$) معنی دار بود (جدول۱). با گذشت زمان دوره انبارداری ظرفیت آنتی اکسیدانی میوه گیلاس کاهش یافت.

Archive of SID

www.SID.ir

بیشترین ظرفیت آنتی اکسیدانی در روز ٤٥ انبارداری مربوط به میوه‌هایی است که در ظروف نانو ذرات نقره نگهداری شده بودند و کمترین آن مربوط به میوه‌هایی است که در ظروف پلی‌اتیلن معمولی نگهداری شده بودند (شکل۲). ظرفیت آنتی اکسیدانی میوه‌ها و سبزی‌ها مربوط به ترکیبات آنزیمی و غیر آنزیمی (شامل ویتامین‌ث، ترکیبات فنلی، کارتنوئید ...) می‌باشد (اسپیناردی ۲۰۰۵). کاهش شدید میزان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی پس از برداشت ممکن است ناشی از تنش پس از برداشت میوه یا دمای پایین انبار باشد (تورس و همکاران ۲۰۰۹). تیمارهایی که باعث کاهش تنفس و تولید اتیلن و در نتیجه باعث کاهش سرعت پیری می شوند باعث کاهش سرعت تولید رادیکال‌های آزاد و در نتیجه کاهش مصرف آنتی اکسیدان ها می‌شوند (محمد و همکاران ۲۰۰۹).



شکل۲- تاثیر زمان و ظرف نگهداری بر میزان ظرفیت آنتی اکسیدان کل میوه گیلاس در سه حالت ۱- ظروف بر پایه نانو سیلیکات رس ۲- ظروف بر پایه نانوذرات نقره ۳- ظروف پلی‌اتیلن معمولی

مقدار ویتامین ث

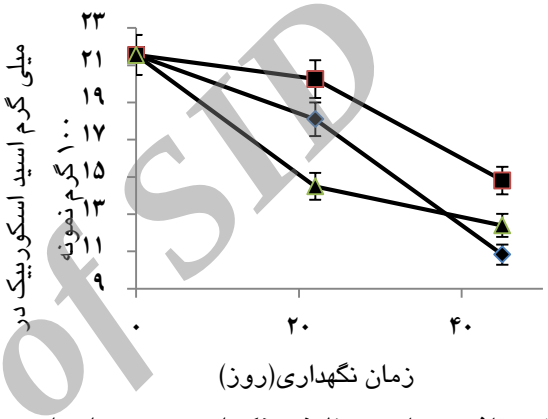
میزان ویتامین ث در طول دوره انبارداری به طور مداوم کاهش پیدا کرد و تفاوت معنی‌داری ($P<0/01$) بین ظروف مختلف وجود داشت (شکل ۳). میتلر (۲۰۰۲) گزارش کرد که کاهش ظرفیت آنتی اکسیدانی آنزیم‌ها و میزان آسکوربات در طی پیری اغلب مربوط به کاهش توانایی مقابله با آسیب اکسیداتیو می‌باشد.آنتی اکسیدان‌های موجود در میوه بافت میوه را در مقابل تنش‌ها و بیماری‌ها محافظت می‌کنند (هیبرت و همکاران ۲۰۰۵).

دلیل کاهش میزان اسید آسکوربیک می‌تواند با خنثی کردن رادیکال‌های آزاد در ارتباط باشد (سمیموف، ۱۹۹۵). در اثر افزایش متابولیسم اکسیداتیو، گونه‌های فعال اکسیژن افزایش می یابند که می‌توانند موجب تخریب غشاهای زیستی گردند. برای جلوگیری از خسارت گونه‌های فعال اکسیژن، گیاهان سیستم‌های آنتی اکسیدانی خود را فعال می‌کنند که از جمله آنها آنزیم‌هایی مثل آسکوربات پراکسیداز و یا سیستم‌های غیر آنزیمی مثل اسید آسکوربیک (ویتامین ث) و یا آلفاتوکوفرول (ویتامین E) را می‌توان نام برد. آنتی اکسیدان‌ها خود شان با دادن الکترون به گونه‌های فعال اکسیژن اکسید شده و قدرت اکسید کنندگی و ایجاد خسارت توسط آنها را از بین می‌برند (اسپیناردی ۲۰۰۵). کاهش در محتوای اسید آسکوربیک در گیاهان می‌تواند باعث افزایش تولید رادیکال‌های آزاد شود که با پلی ساکاریدهای دیواره سلولی واکنش داده و باعث نرم شدن یا از هم پاشیدگی سلول می شوند. فری (۱۹۹۸) دلایل کاهش میزان اسید آسکوربیک را در بسته‌بندی‌های آب پرتقال، اکسیژن وطول مدت انبارداری بیان کرد. همچنین امامی فر و همکاران (۱۳۸۹) بیان کردند بسته‌های نانو کامپوزیت نقره میزان اسید آسکوربیک بیشتری را نسبت به بسته‌های پلی‌اتیلن معمولی‌در آب پرتقال تازه حفظ می کند. اسید آسکوربیک یکی از فراوانترین آنتی‌اکسیدان‌ها می‌باشد که در حال حاضر در میوه گیلاس وجود دارد. در این تحقیق بسته های حاوی نانو ذرات نقره و نانو سیلیکات رس نیز در آخر دوره ی انبارداری میزان ویتامین‌ث خود را بیشتر از بسته‌های پلی‌اتیلن معمولی حفظ کردند (جدول ۱)، که این می‌تواند به دلیل کاهش ورود اکسیژن به ظروف حاوی نانو ذرات نقره و نانو سیلیکات رس شود، زیرا

Archive of SID

www.SID.ir

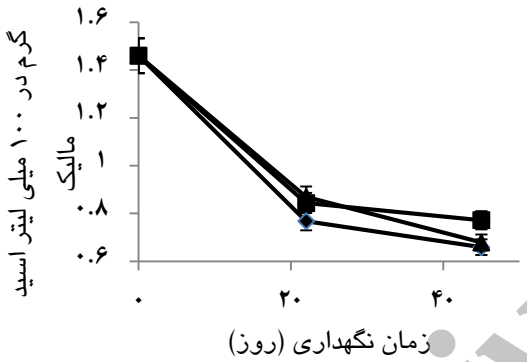
اکسیژن باعث اکسیداسیون و از بین رفتن اسید اسکوربیک می‌شود و کاهش ورود آن می‌تواند باعث حفظ اسید اسکوربیک شود که با گفته یانگ و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت دارد (شکل۳). به عبارت دیگر وقتی اسید آسکوربیک زیاد باشد غشاء کمتر آسیب می‌بیند و باعث مهار فعالیت پلی فنل اکسیداز میوه گیلاس در بسته‌های نانو می‌شود و به حفظ بهتر کیفیت میوه گیلاس کمک می‌کند (یانگ و همکاران ۲۰۱۱).



شکل۳- تاثیر زمان و ظرف نگهداری بر میزان اسید اسکوربیک میوه گیلاس در سه حالت ۱- ظروف بر پایه نانو سیلیکات رس ۲- ظروف بر پایه نانوذرات نقره ۳- ظروف پلی‌اتیلن معمولی

اسیدهای قابل تیتراسیون (TA)

بسته‌های مختلف بر میزان اسیدهای آلی میوه گیلاس اثرات متقابل ($P<0/01$) نشان داد ولی اثرات متقابل بین زمان و بسته های مختلف بر میزان اسید های آلی معنی‌دار نبود (جدول۱). طبق نتایج با گذشت زمان میزان اسید های آلی کاهش یافت بطوری که تا ۲۲ روز نگهداری، اسیدیته به سرعت کاهش یافت ولی پس از آن سرعت کاهش، کمتر شد (شکل ٤). بیشترین میزان کاهش مربوط به بسته‌های پلی‌اتیلن معمولیو بسته‌های نانو سیلیکات رس بود. اسیدهای آلی به هنگام رسیدن میوه به دلیل مصرف شدن در تنفس و تبدیل به قندها کاهش می یابند و کاهش آنها رابطهٔ مستقیمی با فعالیت های متابولیکی دارد. در واقع اسید های آلی بعنوان یک منبع اندوختهٔ انرژی میوه می‌باشند که در هنگام رسیدن با افزایش سوخت و ساز مصرف می شوند (راحمی ۱۳۸٤). استفاده از پوشش‌ها سرعت تنفس میوه‌ها را از طریق تاخیر در استفاده از اسیدهای آلی، کاهش می‌دهد (هرناندز مونز و همکاران ۲۰۰۸). یانگ و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند تفاوت قابل توجهی در میزان اسیدهای قابل تیترا سیون بین بسته‌های نانو در مقایسه با بسته‌های پلی‌اتیلن معمولی در میوه توت فرنگی در طول دوره انبارداری وجود داشت. میوه‌های موجود در بسته‌های نانو سیلیکات رس میزان اسیدهای آلی بیشتری را نسبت به میوه های داخل بسته‌های محتوی نانو ذرات نقره از دست دادند.



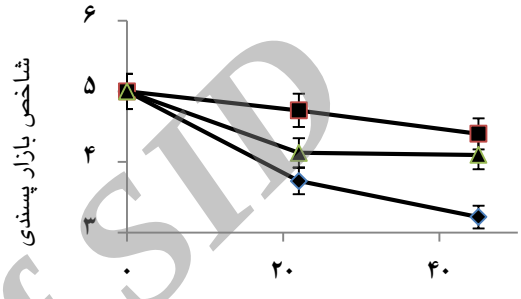
شکل۴- تاثیر زمان و ظرف نگهداری بر میزان اسید مالیک میوه گیلاس در سه حالت۱- ظروف بر پایه نانو سیلیکات رس ۲- ظروف بر پایه نانوذرات نقره ۳- ظروف پلی‌اتیلن معمولی

بازار پسندی

بسته‌های نگهداری و زمان انبارداری در سطح احتمال ($P<0/01$) اثر معنی‌داری بر شاخص بازار پسندی میوه گیلاس داشت (جدول۱). بیشترین میزان بازار پسندی مربوط به بسته‌های نانو سیلیکات رس، در روز ۲۲ انبارداری بود، و کمترین شاخص بازار پسندی در روز ٤٥ انبارداری مربوط به بسته‌های پلی‌اتیلن معمولی بود. بسته‌های حاوی نانو ذرات نقره میزان بازار پسندی خود را در تمام دوره انبارداری، در حد بالایی حفظ کردند (شکل٥). هر عاملی که سرعت پیری را کاهش دهد و از رشد علایم پوسیدگی جلوگیری کند باعث حفظ

Archive of SID
www.SID.ir

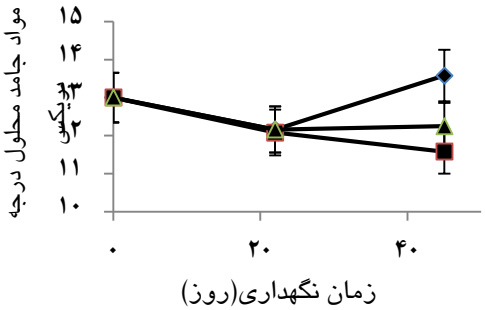
وضعیت ظاهری و بازار پسندی محصول خواهد شد (اثنی عشری و زکایی خسرو شاهی ۱۳۸۷). بسته‌های نانو سیلیکات رس و نانو ذرات نقره نسبت به بسته‌های پلی‌اتیلن معمولی به طور معنی‌داری (P<۰/۰۱) باعث حفظ بازارپسندی شدند و این می‌تواند ناشی از حفظ رطوبت بیشتر و کاهش ورود اکسیژن و خروج دی اکسید کربن در بسته‌های نانو باشد.



شکل ۵- تاثیر زمان و ظرف نگهداری بر شاخص بازار پسندی میوه گیلاس در سه حالت ۱- ظروف بر پایه نانو سیلیکات رس ۲- ظروف بر پایه نانوذرات نقره ۳- ظروف پلی‌اتیلن معمولی

مواد جامد محلول(TSS)

نوع ظروف (بسته ها) (P<۰/۰۱) روی میزان TSS اثر معنی‌دار نشان داد ولی زمان نگهداری تاثیر معنی‌داری روی TSS نداشت. همچنین نوع ظروف و گذشت زمان نگهداری (P<۰/۰۵) بر روی TSS اثر متقابل داشتند (جدول۱). کل مواد جامد محلول تا روز ۲۲ انبارداری کاهش یافت، سپس میزان آن با گذشت زمان افزایش یافت. بیشترین میزان مواد جامد محلول مربوط به بسته های پلی‌اتیلن معمولی در روز ٤٥ نگهداری بود (شکل ٦). بر اساس گزارشات آیالا-زاوالا و همکاران (۲۰۰۷) و علیزاده داشقاپو (۱۳۸۷) کاهش محتوای مواد جامد محلول و تغییرات مشاهده شده در pH و اسید آلی کل میوه های توت فرنگی احتمالاً به دلیل شکستن کربوهیدرات ها و مواد پکتینی، هیدرولیز پروتئین ها و تجزیه قندها به واحدهای کوچکتر (سازنده) در طی فرایند تنفس می‌باشد. در این تحقیق افزایش شدید TSS در میوه‌های شاهد به دلیل شکستن پلی ساکارید های دیواره سلولی و تبدیل آنها به قندهای محلول صورت می‌گیرد و هر عاملی که از شکستن دیواره‌های سلولی جلوگیری کند و یا آنرا کاهش دهد باعث جلوگیری از افزایش غیر عادی TSS خواهد شد (سالوخا و همکاران ۱۹۷٤).



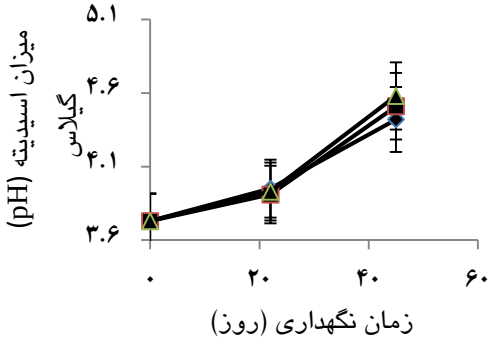
شکل۶- تاثیر زمان و ظرف نگهداری بر مواد جامد محلول میوه گیلاس در سه حالت ۱- ظروف بر پایه نانو سیلیکات رس ۲- ظروف بر پایه نانوذرات نقره ۳- ظروف پلی‌اتیلن معمولی

pH آب میوه

تغییرات pH در ظروف مختلف معنی‌دار نبود، ولی زمان (P<۰/۰۱) تاثیر معنی داری بر pH آب میوه نشان داد. همچنین اثر متقابل زمان و نوع ظروف بر pH آب میوه (P<۰/۰۵) معنی‌دار بود (جدول۱). تغییرات pH ممکن است مربوط به تغییرات اسیدیته قابل تیتر و افزایش فعالیت سیتریک اسید گلیکوزیلاز در طی رسیدن باشد یا ممکن است کاهش میزان اسید در اثر تبدیل به قندها و استفاده های دیگر در فرآیندهای متابولیسمی در طی انبارداری باشد (راتهوری ۲۰۰۷). کاهش اسیدها در طول انبارداری در برخی از میوه ها منجر به افزایش pH می‌شود ولی این افزایش در اکثر میوه‌ها متفاوت می‌باشد (پرکنز وازی ۲۰۰۷).

Archive of SID

www.SID.ir



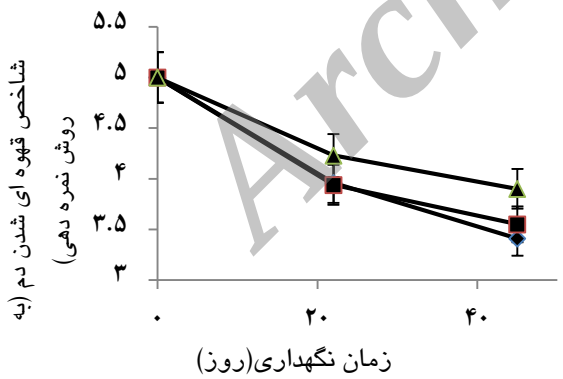
شکل۷- تاثیر زمان و ظرف نگهداری بر میزان اسیدیته (pH) میوه گیلاس در سه حالت ۱- ظروف بر پایه نانو سیلیکات رس ۲- ظروف بر پایه نانوذرات نقره ۳- ظروف پلی‌اتیلن معمولی

قهوه‌ای شدن دم میوه گیلاس

طبق آنالیز واریانس داده‌های آزمایشگاهی تاثیر ظروف بر شاخص قهوه‌ای شدن دم میوه گیلاس معنی‌دار نبود. ولی ($P<۰/۰۵$) زمان نگهداری اثر معنی‌داری بر این شاخص داشت. اثر متقابل بین نوع ظروف و زمان نگهداری روی شاخص قهوه‌ای شدن دم میوه معنی‌دار نبود (جدول ۱). در طول دوره انبارداری، میوه‌های داخل ظروف نانو سیلیکات رس نسبت به میوه داخل سایر ظروف، سبزینگی دم خود را بیشتر حفظ کردند (شکل ۸) که این می‌توانند ناشی از حفظ بیشتر رطوبت وجلوگیری از ورود اکسیژن و خروج دی‌اکسید کربن داخل این ظروف ناشی شود. در این صورت فضای داخل بسته ها حالت اتمسفر اصلاح شده را دارد. این نانوذرات سبب جلوگیری از عبور اکسیژن، دی‌اکسیدکربن و رطوبت می‌گردد (بردی ۲۰۰۶). طول دوره انبارداری باعث افزایش قهوه‌ای شدن دم میوه گیلاس می‌شود.

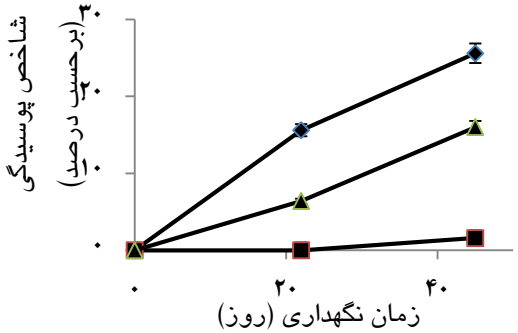
شاخص میزان پوسیدگی

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که هم نوع ظروف و هم زمان انبارداری ($P<۰/۰۱$) بر میزان پوسیدگی میوه گیلاس دارد. هچنین اثر متقابل بین زمان نگهداری و ظروف نیز ($P<۰/۰۱$) بر میزان پوسیدگی گیلاس معنی‌دار بود (جدول۱). میوه‌های داخل ظروف نانو ذرات نقره کمترین میزان پوسیدگی را در طول دوره انبارداری داشتند. همچنین میوه‌های داخل ظروف نانو سیلیکات رس نیز نسبت به پلی‌اتیلن معمولی پو سیدگی کمتری را نشان دادند. خاصیت ضدمیکروبی بسته‌های محتوی نانو ذرات نقره به این دلیل می‌باشد که ذرات نقره با افزایش سطح ویژه در کارهای معمولی سلول باکتری نظیر تنفس و انتقال مواد اختلال ایجاد می‌کنند. همچنین یون‌های نقره به داخل سلول باکتری نفوذ کرده و با اتصال به پایه مارپیچی DNA، آنرا به شکل فشرده تبدیل می‌کند و توانایی تکثیر را ازآن می‌گیرد و باعث مرگ سلول می‌شود. ضمناً نانوذرات نقره به زنجیره تنفسی و تقسیم سلولی حمله می‌کنند و در نهایت منجر به مرگ سلول می‌شوند (رای و یادای ۲۰۰۹). دام و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که نانو کامپوزیت نقره نسبت به دیگر نانو کامپوزیت‌ها اثرات میکروب کشی بیشتری دارد. با توجه به خاصیت ضد میکروبی نانو کامپوزیت رس، این جنس می‌توانند به منظور افزایش ایمنی غذایی در بسته‌بندی موادغذایی استفاده شود (آولا ۲۰۰۵).



شکل۸- تاثیر زمان و ظرف نگهداری بر شاخص قهوه‌ای شدن دم میوه گیلاس در سه حالت ۱- ظروف بر پایه نانو سیلیکات رس ۲- ظروف بر پایه نانوذرات نقره ۳- ظروف پلی‌اتیلن معمولی

Archive of SID
www.SID.ir



شکل۹- تاثیر زمان و ظرف نگهداری بر شاخص پوسیدگی میوه گیلاس در سه حالت ۱- ظروف بر پایه نانو سیلیکات رس ۲- ظروف بر پایه نانوذرات نقره ۳- ظروف پلی‌اتیلن معمولی

نتیجه گیری

استفاده از بسته‌های نانو به میزان قابل توجهی طول عمر پس از برداشت میوه گیلاس را افزایش داد. به نظر می‌رسد بسته‌های نانو با کاهش ورود اکسیژن و خروج دی اکسید کربن و کاهش سرعت مصرف آنتی اکسیدان ها، فنل کل و همچنین کاهش میزان پوسیدگی و کند نمودن آهنگ تغییرات TA، TSS و ویتامین ث رسیدن و پیری میوه‌ها را به تاخیر انداخته و باعث حفظ کیفیت و افزایش انبار مانی میوه‌ها می‌شود.

منابع مورد استفاده

اثنی عشری م و زکائی خسروشاهی م ر، ۱۳۸۷. فیزیولوژی و تکنولوژی پس از برداشت. چاپ اول، انتشارات دانشگاه همدان، صفحه ٦٥٨.

امامی فر آ، کدیور م، شاهدی م و سلیمان زاد ص، ۱۳۸۹. ارزیابی اثر بسته بندی های نانو کامپوزیتی حاوی نانو نقره و نانو اکسید روی بر عمر انبارداری آب پرتقال تازه. مجله صنایع غذایی ایران، صفحه‌های ۵۷-٦۷.

جلیلی‌مرندی ر، ۱۳۸۳. فیزیولوژی بعد از برداشت (جابجایی و نگهداری میوه، سبزی و گیاهان زینتی). انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه، صفحه‌ی ۲۷٦.

جهانشاهی م، ۱۳۸٦. نانوفناوری مولکولی ونانوفناوری زیستی، انتشارات مازندران، صفحه‌های ۲٦-۹۸.

راحمی م، ۱۳۸٤. فیزیولوژی پس ازبرداشت (مقدمه‌ای برفیزیولوژی و جابجایی میوهها و سبزیها و گیاهان زینتی)، (تالیف : ویلسمک گلاس و نگراهام وجویس). چاپ سوم. انتشارات دانشگاه شیراز، صفحه‌ی ٤۳۷.

علیزاده داشقاپوم، ۱۳۸۷. اثرات کلرید کلسیم و پوتریسین برون زاد روی کیفیت و عمر انباری دو رقم هلو (*Prunus persica* L.) "جی. اچ. هیل" و "مخملی". پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان.

نوری ا، مهدوی س و خدایاری م، ۱۳۸٤. مقدمه‌ای بر نانوتکنولوژی، انتشارات نوپردازان، تهران چاپ اول، صفحه‌ی ۱۲۵.

Altunkaya A and Gokmen V, 2008. Effect of various inhibitors on enzymatic browning, antioxidant activity and totalphenol content of fresh lettuce (*Lactuca sativa*). Food Chemistry 107:1173–1179.

Avella M D, Vlieger J, Errico M E, Fischer S, Vacca P and Volpe M, 2005. Biodegradable starch/clay nano-compositefilms for food packaging applications. Food Chemistry 93:467–74.

Ayala-Zavala J F, Wang S Y, Wang CY, Gonzalez-Aguilar GA, 2007. High oxygen treatment increases antioxidant capacity and postharvest life of strawberry fruit. Food Technology and Biotechnology 45:166–173.

Benzie, I F and Strain J J, 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of Antioxidant Power': The FRAP assay. Analytical Biochemistry 239: 70-76.

Brody A and Bugusu B, 2008. Innovative food packaging Solutions. Journal of Food Science 73: 107-116.

Brody A L, 2006. Nanotechnology food packaging. Food Technology 3: 92–94.

Chisari M, Barbagallo R N and Spagna G, 2007. Characterization of polyphenol oxidase and peroxidase and influence on browning of cold stored strawberry fruit. Journal of Agricultural and Food Chemistry 55:346–376.

Archive of SID

www.SID.ir

Chung N and Chu P, 2010. Effect of nano-packing on preservation quality of fresh strawberry (*Fragaria ananassa* L) during storage. Food Chemistry 110**:** 16248-1625.

Cioroi M, 2007. Study on L-ascorbic acid contents from exotic fruits. Cercetari Agronomicin Moldova 1: 23-27.

Damm C, Munstedt H, Rosch A, 2008. The antimicrobial efficacy of polyamide6/silver-nano-and micro-composites, Materials Chemistry and Physics 6:64-110.

Damm C, Neumann M, Munstedt H, 2006. Properties ofnano-silver coatings on polymethyl methacrylate. Progress in Polymer Science Journal, 3:71–88.

Ding C K, Chachin K, Ueda Y, Imahori Y, 1998. Purification and properties of polyphenol oxidase from loquat fruit. Journal of Agriculture and Food Chemistry 46:414 - 419.

Douglas K R, Robinson G, Salejova Z, 2010. Nanotech-nology for Biodegradable and Edible Food Packaging.Working Paper Version. Observatory NANO.

Fry S C, 1998. Oxidative scission of plant cell wall polysaccharides by ascorbate-induced hydroxyl radicals. Biochemistry Journal 322: 507-515.

Hebert C, Charles M T, Gauthier L, Willemot C, Khanizadeh S, Cousineau J, 2002. Strawberry proanthocyanidins Biochemical markers for Botrytis cinerea resistance and shelf-life predictability. Acta Hortecalture 567: 659–662.

Hernandez-Munoz P, Almenar E, Valle V D, Velez D, Gavara R, 2008. Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (Fragaria ananassa) quality during refrigerated storage. Food Chemistry 110:428–435.

Joseph T and Morrison M, 2006. Nanotechnology in agriculture and food. Journal Food Science 4:50-59.

Lagaron J M, 2006. Food Engineering and Ingredients. Food Research International 2:50–51.

Li H, Li F, Wang L, Sheng J, Xin Z, Zhao L, Xiao H, Zheng Y, Hu Q, 2009. Effect of nano-packing on preservation quality of Chinese jujube Food Chemistry 114: 547–562.

Martinez R D, Alburquerque J M, Valverde F, Guillen S, Serrano M, 2005. Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by Aloe vera treatment: A new edible coating. Postharvest Biology and Technology Journal, 28: 189-197.

Muhammad J A, Sigh Z, Ahmad S K H, 2009. Postharvest Aloe vera gel-coating modulates fruit ripening and quality of 'Arctic Snow' nectarine kept in ambient and cold storage. International Journal of Food Science and Technology, 44: 1024–103.

Perkins-Vaezie P, 2007. Blueberry fruit response to postharvest application of ultraviolet radiation. Postharvest biology Technology, 10:1005-1016

Qiuhui Hu, Yong F, Yanting Y, Ning M A, Liyan Z, 2011. Effect of nanocomposite-based packaging on postharvest quality of ethylene-treated kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) during cold storage. Food Research International Journal, 44: 1589-1596.

Rai M and Yadav A, 2009. Silver nano-particles as a new generation of antimicrobials, Biotechnology Advances, Volume 27, Issue 1:76-83.

Rathore H A, Masud T, Shehla X S, Soomro A H, 2007. Effect of storage on physico-chemical composition and sensory properties of Mango (Mangnifera indica L.) variety Dosehari. Pak Journal Nutr, 6: 143-148.

Ray S, Quek S Y, Easteal A, Chen X D, 2006. Nanotecnology foor food. International Journal of Food Engineering, Vol 2, No, 4: 22– 25.

Silvestre C, Duraccio D, 2011. Food packaging based on polymer nanomaterials. Progress in Polymer Science Journal, 110: 775-795.

Smimoff N, 1995. Antioxidant system and plant response to the environment. Bios Scientific Publisher Oxford, United Kingdom, 25: 217-243.

Spinardi A M, 2005. Effect of harvest date and storage on antioxidant systems in pears. Acta Horticulturae, 682:1125-1134.

Tayebi L and Zarkesh F, 2008. The effect of nanosilver coated on magnesium oxide for antimicrobial properties. in 2 th International Confranse on Nanotechnology and Science, Iran.

Archive of SID

www.SID.ir

Torres L M A R, Silva M A, Guaglianoni D G, Neves V A, 2009. Effects of Heat treatment and Calcium on Postharvest Storage of Atemoya fruits. Food Chemistry, 20: 359-367.

Waterhouse A L, 2002. Determination of total phenolics. Current Protocols in Food Analytical Chemistry, New York units, 3:18-19.

Yang F M, Li H M, Li F, Xin Z H, Zhao L Y, Zheng Y H, Hu Q H, 2010. Effect of nano-packing on preservation quality of fresh strawberry (Fragaria ananassa Duch. cv Fengxiang) during storage at 4 degrees C. Journal of Food Science, 75(3):236-240.

Zhu S and Zhou J, 2007. Effect of nitric oxide on ethylene production in strawberry fruit during storage. Food Chemistry, 100:1517–1522.

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of packaging material containing nano-silver and silicate clay particles on postharvest quality attributes of sweet cherry cv. Syaahe Mashhad

Kh Zandi Navgaran[1], L Naseri[2*] and M Esmaiili[3]

Received: April 06, 2013 Accepted: December 25, 2013
[1]MSc Student, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Urmia, Urmia, Iran
[2]Associate Professor Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Urmia, Urmia, Iran
[3]Assistant Professor Department of Food Science and Technology, University of Urmia, Urmia, Iran
[*]Corresponding author: E mail: lotfalinaseri@yahoo.com

Abstract
Packaging is one of the important factors in determining storage life of foods and nanotechnology can extend this life by improving the quality of packaging materials. In this study, the effect of packaging materials containing nano-silver and nano-clay silicate particles on postharvest quality attributes and shelf life of sweet cherry (*Prunus avium*) cv. Syaahe Mashhad fruits was studied after 45 days storing at 1 ± 1 °C and 90% ± 2 relative humidity. For this purpose, the amount of antioxidant, marketability, total acidity, total phenolic compounds, vitamin C, fruit decay, fruit pedicel browning index, pH, and total soluble solids of fruits were evaluated during the storage period. The results indicated that in comparison with common polymeric packaging material, the packages containing nano-silver particles based on polyethylene significantly caused to retain antioxidants quantity. Moreover, the packages containing nano-silver and nano-clay silicate particles effectively kept vitamin C, total phenolic compounds and fruit marketability.

Keywords: Nano-silicate clay, Nano-Silver, Packaging, Storage life, Sweet cherry (*Prunus avium*)

Archive of SID

www.SID.ir