نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۵ شماره ۴/ سال ۱۳۹۴

تأثیر بسته‌بندی نانو نقره بر ویژگی‌های کیفی و ماندگاری میوه تازه بریده شلیل رقم (رد گلد)

محمد رضا اصغری[۱]، ساوه واعظی*[۲] و علیرضا فرخزاد[۱]

تاریخ دریافت: ۹۲/٦/۵ تاریخ پذیرش: ۹۳/٤/۱۸

[۱] به ترتیب دانشیار و استادیارگروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه
[۲] دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه
* مسئول مکاتبه: E-mail: vaezisaveh66@gmail.com

چکیده

تأثیر بسته‌بندی نانو کامپوزیت که بوسیله اختلاط پلی پروپیلن با نانو ذرات نقره آماده شده بود بر کیفیت و عمر پس از برداشت میوه‌های تازه بریده شلیل "رقم ردگلد" در طی نگهداری در دمای ^0C ۱-۰ و رطوبت نسبی ۹۰ تا ۹۵٪ و به مدت ۲۱ روز بررسی شد. میزان پوسیدگی، میزان کاهش وزن، مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، محتوای ویتامین ث ، میزان مالون دی آلدئید، فعالیت پلی فنل اکسیداز و شاخص قهوه‌ای شدن در طول و پایان مدت نگهداری ارزیابی شدند. بسته‌بندی نانو بطور معنی‌داری ($P<۰۵$) باعث کاهش میزان پوسیدگی، فعالیت پلی فنل اکسیداز ، شاخص قهوه ای شدن، تجمع مالون دی آلدئید و میزان کاهش وزن شد و همچنین باعث حفظ اسیدیته کل، مواد جامد محلول و محتوای ویتامین ث گردید. میزان مواد جامد محلول در ظروف شاهد نسبت به ظروف نانو بطور معنی داری افزایش نشان داد. نتایج نشان داد که استفاده از ظروف بسته‌بندی حاوی نانو ذرات نقره می‌تواند به عنوان روش مناسبی برای حفظ خواص کیفی و افزایش عمر پس از برداشت شلیل های تازه بریده رقم "رد گلد معرفی شود.

واژگان کلیدی: بسته‌بندی نانو نقره، پلی‌فنل اکسیداز، شلیل تازه بریده، کیفیت، مالون دی آلدهید

مقدمه

در حال حاضر تقاضا برای مصرف و در نتیجه فروش میوه‌های تازه بریده در دنیا بطور وسیعی افزایش پیدا کرده است، زیرا مصرف کنندگان مصرف مواد غذایی سالمی را ترجیح می‌دهند که دچار کمترین فرایند فرآوری شده و در نتیجه ویتامینها و ترکیبات مفید بیشتری دارند (امس و همکاران ۱۹۹۳). عملیات فرآوری محصولات تازه بریده باعث از بین رفتن خواص فیزیکی و فیزیولوژیکی شده و زوال میکروبی را تسریع کرده و فعالیت‌های متابولیکی را افزایش می‌دهد که نتیجه آن کوتاه شدن عمر فرآورده غذایی و کاهش کیفیت غذایی آن و گاهی تولید ترکیبات پرخطر می‌باشد (گالیندو ۲۰۰۷). دمای پایین انبار و بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته بطور گسترده برای افزایش ماندگاری بیشتر میوه-ها و سبزیجات تازه بریده استفاده می‌شود زیرا این تیمارها میزان تنفس و قهوه‌ای شدن سطح برش یافته را کاهش می‌دهند (گورنی ۲۰۰۲). به هر حال راهکارهای مختلفی برای افزایش ماندگاری محصولات تازه بریده مثل استفاده از پوشش‌های خوراکی (بالدوین و همکاران ۱۹۹۵) و تیمار گرمایی (سیولو و همکاران ۱۹۹۷) در

ترکیب با بسته‌بندی اتمسفر تغییر یافته بطور وسیعی کاربرد دارد. با توجه به حساسیت زیاد میوه‌های تازه بریده به ضایعات، تیمارهای بکار رفته اتمسفر تغییر یافته را بهبود بخشیده و تغییرات فیزیولوژیکی و فیزیکوشیمیایی نامطلوب را در محصولات تازه بریده در طول دوره نگهداری کاهش می‌دهند. یکی از این راهها استفاده از نانو تکنولوژی است. امروزه نانو تکنولوژی در بسیاری از زمینه‌های زندگی وارد شده و اخیرا قابلیت‌های زیادی را در کشاورزی ارگانیک و نگهداری محصولات نشان داده است (دِ آبرئو و همکاران ۲۰۱۰). زمانی که ذرات نقره داخل یک پلیمر مثل پلی اتیلن وارد می‌شوند، ذرات بطور یکسان و یکنواخت و هم‌اندازه در داخل فیلم پخش می‌شوند. فیلم دارای نانو ذرات نقره نفوذپذیری گازها را تغییر داده و فعالیت آنتی‌باکتریال از خود نشان می‌دهد که در بسته‌بندی محصولات تازه بریده مفید واقع می‌شود (زو و همکاران ۲۰۱۱). میوه سیب رقم فوجی در بسته‌بندی نانو، سطح پایینی از پوسیدگی و شاخص قهوه‌ای شدن را در مقایسه با بسته‌بندی معمولی نشان داد (لی و همکاران ۲۰۱۱). میوه عناب چینی در بسته‌بندی نانو کیفیت بهتر و خواص فیزیکوشیمیایی مناسبتری را نسبت به بسته‌بندی معمولی پلی اتیلن نشان داد (لی و همکاران ۲۰۰۹). میوه-های توت‌فرنگی بسته‌بندی شده در ظروف حاوی نانو نقره، کائولین و تیتانیوم اکسید، پوسیدگی کمتری داشتند و میزان فعالیت پلی‌فنل اکسیداز در ظروف حاوی نانو ذرات نقره نسبت به ظروف معمولی کمتر بود (یانگ و همکاران ۲۰۱۰). در این پژوهش اثرات بسته‌بندی ظروف حاوی نانو ذرات نقره بر پایه پلی پروپیلن بر میزان پوسیدگی، کاهش وزن، اسیدیته قابل تیتراسیون، میزان مواد جامد محلول، ویتامین ث، مالون دی آلدهید، میزان فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز و شاخص قهوه‌ای شدن در میوه‌های تازه بریده شلیل رقم رد گلد در طول مدت نگهداری در دمای □ □ ۱-۰ بررسی شد تا با استفاده از نانو تکنولوژی تغییرات نامطلوب میوه تازه بریده شلیل را از لحاظ فیزیولوژیکی و فیزیکوشیمیایی در طول دوره نگهداری به حداقل رسانده و ماندگاری آن را افزایش دهیم.

مواد و روش‌ها

میوه‌های شلیل رقم "رد گلد"در مرحله بلوغ تجاری هنگامی که ۵۰ تا ۸۰ درصد رنگ گرفته بودند و دارای اندازه مناسب بودند برداشت شدند و شلیل‌های سالم و دارای اندازه یکسان انتخاب شده و به آزمایشگاه منتقل گردیدند و تا زمان انجام آزمایش در دمای □ □ ۳ نگه داری شدند. ظروف مورد استفاده در این پژوهش از شرکت نانو بسپار آیتک خریداری شدند. شکل ظروف، مکعب مربع با گنجایش ۱۰ میوه قاچ شده شلیل می‌باشد که غلظت نانو ذرات بکار رفته ۵٪ و اندازه نانو ذرات حداکثر ۲۰ نانومتر می‌باشد.

تهیه میوه‌های تازه بریده و تیمارآنها

میوه‌ها با محلول ضدعفونی کننده میوه و سبزی داتیس[1] به مدت ۱۰ دقیقه ضدعفونی، سپس شسته شده و خشک گردیدند. اندازه‌گیری‌های اولیه در مورد صفات مورد نظر انجام شد و سپس هر میوه با استفاده از چاقوی فلزی ضد زنگ تیز به ٤ قاچ مساوی تقسیم و سپس هسته میوه خارج شد. پس از آن قاچ‌های شلیل در داخل ظروف نانو نقره و ظروف پلی پروپیلن معمولی (در هر ظرف ۱۰ میوه) بطور تصادفی قرارداده شدند.

اندازه‌گیری ویژگی‌های کیفی

اندازه‌گیری خواص کیفی در روزهای اول، هفتم، چهاردهم و بیست و یکم انجام گرفت.

میزان پوسیدگی

ارزیابی میزان پوسیدگی هر میوه با بررسی ظاهری و نمره‌دهی به شرح زیر انجام شد: ۱= پوسیدگی بسیار کم، ۲= پوسیدگی کم، ۳= پوسیدگی متوسط، ٤= پوسیدگی زیاد، ٥= پوسیدگی خیلی زیاد و ٦= پوسیدگی شدید تعیین گردید (یو و همکاران ۲۰۰۳).

1. Dattis

کاهش وزن

اندازه‌گیری کاهش وزن میوه‌ها با ترازوی دیجیتالی مدل CANDGL300 انجام شد. برای این منظور تفاوت وزن میوه‌ها در روزهای ۷، ۱٤ و ۲۱ با روز اول محاسبه شد (منگ و همکاران ۲۰۰۷). درصد کاهش وزن به صورت زیر محاسبه گردید:

وزن اولیه / ۱۰۰ × (وزن ثانویه – وزن اولیه)= درصد کاهش وزن

مواد جامد محلول

مواد جامد محلول با استفاده از دستگاه رفرکتومتردستی (مدل Atago Manual) در دمای اتاق بر حسب درجه بریکس قرائت گردید.

اسیدیته قابل تیتراسیون

برای اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتراسیون از روش تیتراسیون با محلول۰/۱ نرمال NaOH تا رسیدن به pH =۸/۲ استفاده شد و نتایج برحسب گرم اسید مالیک در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه بیان شد. برای این منظور ۱۰ میلی‌لیتر آب میوه با ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط و سپس تیتر گردید (هرناندز–مونز و همکاران ۲۰۰۸).

ویتامین ث

اندازه‌گیری ویتامین ث به روش تیترسنجی (روش یدومتریک) انجام شد و نتایج برحسب میلی‌گرم اسید آسکوربیک در ۱۰۰ گرم نمونه بیان گردید(سیوروی ۲۰۰۷).

میزان مالون دی آلدهید(MDA)

برای اندازه‌گیری MDA از روش شهیدی و هانگ (۱۹۹۱) با اندکی تغییرات استفاده گردید. ۰/۲گرم بافت میوه توزین و توسط ۵ سی سی محلول تری کلرواستیک اسید ۱٪ خوب هموژنیزه شد. سپس محلول حاصله به مدت ۱۰ دقیقه در داخل سانتریفیوژ با دور ۸۰۰۰ گذاشته شد. بعد از عمل سانتریفیوژ روی ۱ سی سی از محلول رویی، ٤ سی سی از محلول محتوی تیو باربیتوریک اسید(TBA) ۰/۵ ٪ و تری کلرواستیک اسید (TCA) ۲۰٪ اضافه شد و نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در داخل حمام آب گرم ^{0}C ۹۰ قرار داده شدند. در نهایت نمونه‌ها را به مدت ۵ دقیقه وارد آب یخ نموده و سپس به مدت ۵ دقیقه در داخل سانتریفیوژ با دور ۸۰۰۰ گذاشته شدند. جذب محلول حاصل توسط دستگاه اسپکتروفتومتردر طول موج ۵۳۲nm و۶۰۰nm اندازه‌گیری گردید.

فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز(PPO)

سنجش فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز با روش پیزوکارو و همکاران (۱۹۹۳) بر اساس اکسیداسیون کاتکول انجام شد: ۲/۵ میلی‌لیتر ماده بافری شامل (بافرفسفات سدیم ۱۰۰ میلی‌مولار، pH=٦/٤ و ۵۰ میلی‌مولار کاتکول) به ۰/۵ میلی‌لیتر عصاره آنزیمی اضافه شده و پس از قرار دادن در بن‌ماری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه منحنی تغییرات جذب در طول موج ٤۲۰ نانومتر به مدت ۳ دقیقه اندازه‌گیری شد. یک واحد فعالیت آنزیمی عبارت بود از میزان تغییر PPO به مقدار ۰/۰۰۱ در دقیقه در یک میلی‌لیتر از عصاره آنزیم.

شاخص قهوه ای شدن

اندازه‌گیری شاخص قهوه‌ای شدن طبق روش بوئرا و همکاران (۱۹۸۵) انجام گرفت. که با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج تغییرات رنگ از سطح خارجی میوه اندازه‌گیری شد. شاخص قهوه‌ای شدن به صورت زیر محاسبه گردید:

شاخص قهوه‌ای شدن = ۱۰۰ (x – ۰/۳) / ۰/۱۷۵۲,

$x = (a + ۱/۷۵L^{*}) / (۵/٦٤۵L^{*} + a^{*} - ۳/۰۱۲b^{*})$

مدلی که در حال حاضر جهت اندازه‌گیری رنگ مواد-غذائی بیشتر مرسوم می‌باشد استفاده ازLab یا L*a*b* است. فضای رنگی L* a* b* یا CIELab یک استاندارد جهانی برای اندازه‌گیری رنگ است که در سال ۱۹٦۷ توسط کمیسیون بین‌المللی روشنایی پذیرفته شده است. L* مولفه روشنایی یا شفافیت می‌باشد که محدوده آن از ۰ تا ۱۰۰ می‌باشد و پارامتر a* (از سبز تا قرمزی) و b* (از آبی تا زردی) دو مولفه رنگی هستند که محدوده آن نامحدود است ولی در اغلب مقالات محدوده آنها از ۱۲۰ الی ۱۲۰- ذکر شده است.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

آزمایش بصورت فاکتوریل (۳×۲) در قالب طرح کاملا تصادفی با ٤ تکرار انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با کمک نرم افزار SAS انجام شد و برای رسم نمودارها از EXCEL استفاده شد و مقایسات میانگین داده‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت.

نتایج و بحث

پوسیدگی

همانطورکه در شکل ۱a نشان داده شده است پوسیدگی میوه‌ها در ظروف حاوی نانو ذرات نقره نسبت به شاهد پس از ۲۱ روز نگهداری کمتر بوده است. خاصیت ضد میکروبی بسته‌های محتوی نانو ذرات نقره به این دلیل می‌باشد که ذرات نقره با سطح ویژه بالا، در فعالیت‌های معمولی سلول نظیر تنفس و انتقال مواد اختلال ایجاد می‌کنند (دام و همکاران ۲۰۰۷). یانگ و همکاران (۲۰۱۰) اعلام کردند که بسته‌بندی نانو حاوی (نانو ذرات نقره، کائولین و تیتانیوم اکسید) میزان پوسیدگی میوه‌های تازه توت‌فرنگی را در دمای ٤ درجه سانتیگراد و ۱۲ روز بعد از نگهداری کاهش دادند و پوسیدگی کمتر میوه‌ها را به حضور نانو ذرات نقره در بسته‌بندی نانو ارتباط دادند. نتایج این تحقیق با نتایج بدست آمده توسط لی و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت دارد که گزارش نمودند که نانو ذرات اکسید روی موجب کاهش پوسیدگی میوه-های تازه بریده سیب رقم فوجی بعد از ۱۲ روز نگهداری شده است.

میزان کاهش وزن میوه‌ها

شکل ۱b میزان کاهش وزن میوه‌های تازه بریده شلیل رقم رد گلد در بسته‌بندی‌های حاوی نانو ذرات نقره و بدون حضور نانو ذرات نقره را نشان می‌دهد. بطور کلی وزن میوه‌ها در ۲۱ روز پس از نگهداری در هر ۲ نوع بسته‌بندی کاهش یافته بود. ولی میزان کاهش وزن در بسته‌بندی حاوی نانو ذرات نقره کمتر بود. این نتایج نشان‌دهنده این موضوع است که بسته‌بندی حاوی نانو ذرات نقره در جلوگیری از کاهش وزن میوه‌ها موثرتر عمل می‌کند و این می‌تواند به این دلیل باشد که این ظروف ضمن ایجاد محدودیت در مقابل تبادل گازهای تنفسی یک مانع و سد بهتری در مقابل آب ایجاد می‌کنند (لی و همکاران ۲۰۰۹). زو و همکاران (۲۰۱۱) به این نتیجه رسیدند که بسته‌بندی حاوی نانو ذرات نقره بر پایه پلی اتیلن، وزن میوه‌های سیب را بعد از ۲۵ روز نگهداری نسبت به شاهد بیشتر حفظ کردند. لی و همکاران (۲۰۰۹) و هو و همکاران (۲۰۱۱) نیز به نتایج مشابهی در عناب چینی و میوه کیوی دست یافتند.

جدول ۱- جدول تجزیه واریانس تاثیر کاربرد بسته‌بندی نانو نقره و زمان نگهداری و اثرات متقابل آنها بر صفات اندازه‌گیری شده

		میانگین مربعات							
منابع تغییرات	درجه آزادی	میزان پوسیدگی	کاهش وزن	مواد جامد محلول	میزان اسیدهای آلی	ویتامین ث	مالون دی آلدهید	پلی‌فنل اکسیداز	شاخص قهوه‌ای شدن
اثر ظرف(Z)	۱	٤/۹٤**	۰/۰۲۷**	۰/۰۶۱**	۰/۰۳۱**	۲۶/٤۶**	۰/۱۸**	۷۸۸٤/۵**	۱٤۰/۵۵**
اثر زمان (T)	۲	۰/۵۱**	۰/۰۱۲**	۰/۰۷۵**	۰/۰۶۰**	۱۱/۹۱**	۰/۰۲ns	۵۵۰۸/۵**	۲۱۰/۲۱**
اثر متقابل ظرف و زمان (Z*T)	۲	۰/۳٤**	۰/۰۰۲*	۰/۰۱۶**	۰/۰۱۴*	۲/۹۳*	۰/۰۳*	۵۱۰۸/۵*	۳۷/۱۶**
اشتباه آزمایشی	۱۸	۰/۰۰٤۳	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۲۸	۰/۵۷۹۹	۰/۰۰۶٤	۸۸۰٤/۱۷	۰/۰۱۱٤
ضریب تغییرات(CV)		۳/۸٤	۱٤/۷۰	۸/٤۶	۷/۱۱	۱۸/۸٤	۲۶/۷۹	۱۲/۳۷	۰/۱۲

Ns ، ** و * به ترتیب نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪

مواد جامد محلول (TSS)

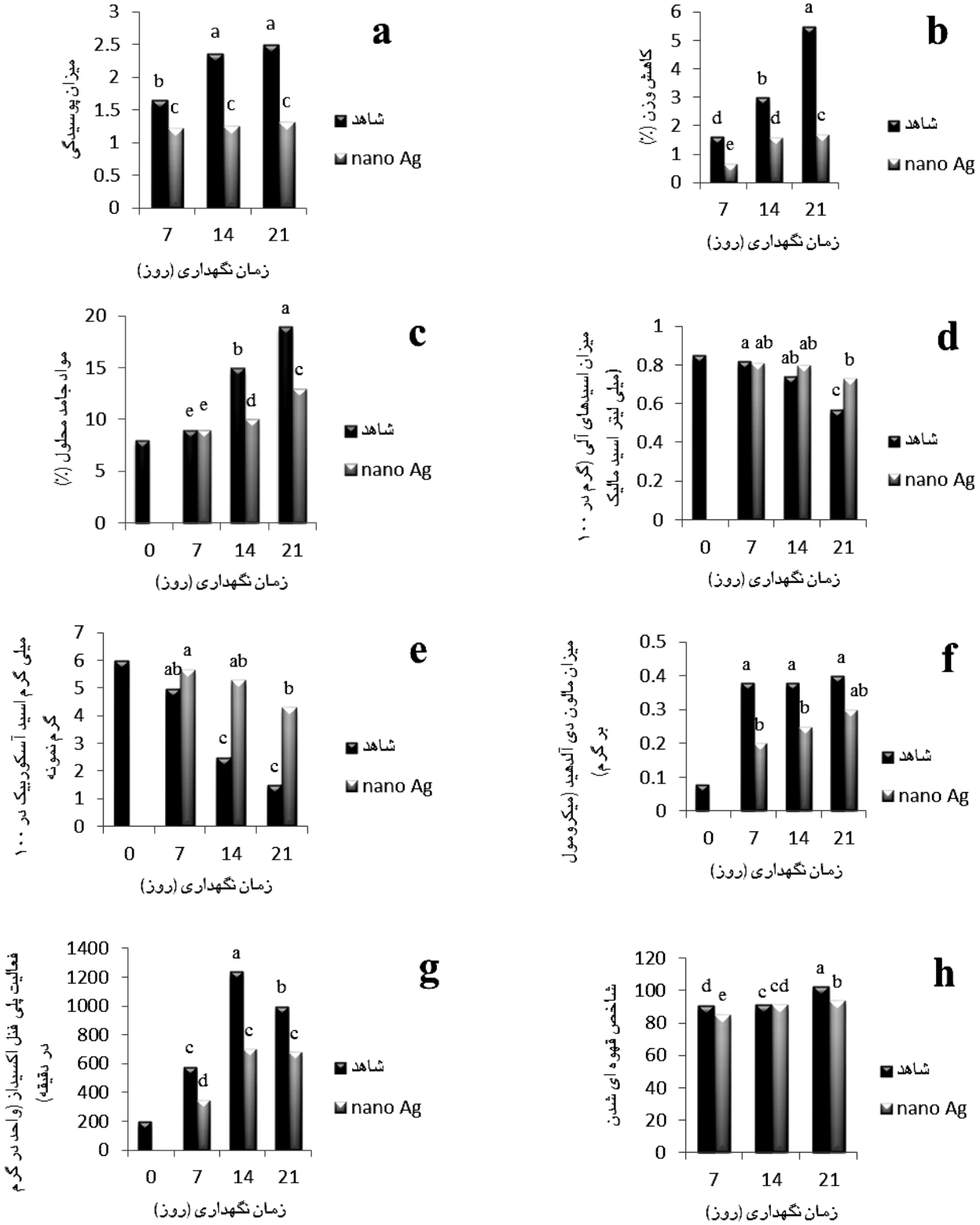
تأثیر هر دو تیمار ظرف حاوی نانو نقره و زمان نگهداری و نیز اثرات متقابل آنها بر میزان مواد جامد محلول در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). میزان مواد جامد محلول در میوه‌های شاهد در مقایسه با میوه‌های قرار گرفته در ظروف نانو افزایش یافت (شکل۱c). افزایش شدید مواد جامد محلول در میوه‌های شاهد به دلیل شکستن پلی‌ساکاریدهای دیواره سلولی و تبدیل آنها به قندهای محلول در نتیجه پیشرفت پیری و تخریب سلولی صورت می‌گیرد و هر عاملی که با کاهش سرعت پیری از شکستن دیواره‌های سلولی جلوگیری کند و یا آن را کاهش دهد باعث جلوگیری از افزایش غیر عادی مواد جامد محلول خواهد شد (سالوکا و همکاران ۱۹۷٤). بسته‌بندی‌های نانو حاوی نانو ذرات نقره، نانو تیتانیوم اکسید و کائولین در مقایسه با بسته‌بندی شاهد میزان مواد جامد محلول را کمتر نشان دادند (لی و همکاران ۲۰۰۹). هو و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که افزایش میزان مواد جامد محلول در میوه‌های کیوی بسته‌بندی شده در ظروف حاوی نانو ذرات نقره، نانو تیتانیوم اکسید و مونت موری لونایت در مقایسه با ظروف شاهد کمتر بود.

اسیدهای قابل تیتراسیون

به طور کلی میزان اسیدیته کل میوه‌ها در ۲۱ روز پس از نگهداری در هر ۲ نوع بسته‌بندی کاهش یافته بود. ولی میزان کاهش اسیدیته کل در بسته‌بندی حاوی نانو ذرات نقره کمتر بود (شکل۱d). اثر متقابل نوع ظرف و زمان نگهداری بر میزان اسیدیته کل در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). بال (۱۹۹۷) گزارش کرد که اسیدیته میوه‌ها به دلیل تخمیر یا تبدیل اسیدها به قندها در طول تنفس میوه-ها کاهش می‌یابد. یانگ و همکاران (۲۰۱۰) اعلام کردند که تفاوت معنی‌داری در میزان اسیدهای قابل تیتراسیون بین بسته‌بندی نانو و بسته‌های پلیمر معمولی در میوه توت‌فرنگی در طول دوره نگهداری وجود داشته است. بسته‌های نانو باعث حفظ بیشتر میزان اسیدهای آلی نسبت به بسته بندی‌های پلیمر معمولی در طول دوره نگهداری در میوه عناب چینی شدند (لی و همکاران ۲۰۰۹).

ویتامین ث

اثر متقابل ظروف نگهداری و زمان نگهداری بر میزان ویتامین ث در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). همانگونه که از شکل ۱e مشخص است ظروف بسته‌بندی حاوی نانو ذرات نقره باعث حفظ ویتامین ث میوه‌ها نسبت به شاهد شد و میوه‌های شاهد بعد از ۲۱ روز نگهداری دارای حداقل میزان ویتامین ث بودند. کاهش میزان آسکوربیک‌اسید در طول نگهداری میوه‌ها در سردخانه می‌تواند با خنثی کردن رادیکال‌های آزاد در ارتباط باشد (سمیموف و همکاران ۱۹۹۵). میزان آسکوربیک‌اسید در بسته‌بندی نانو در توت‌فرنگی نسبت به بسته‌بندی معمولی حفظ شد (یانگ و همکاران ۲۰۱۰). همچنین امامی‌فر و همکاران در سال ۱۳۸۹ بیان کردند که بسته‌بندی نانو کامپوزیت نقره میزان آسکوربیک‌اسید بیشتری را نسبت به بسته‌بندی معمولی در آب پرتقال تازه حفظ کرد.



شکل ۱- تاثیر بسته‌بندی نانو نقره و بسته‌بندی معمولی روی کیفیت میوه تازه بریده شلیل "رقم رد گلد"

a) میزان پوسیدگی b) میزان کاهش وزن c) مواد جامد محلول d) میزان اسیدهای آلی e) ویتامین ث f) مالون دی آلدهید g) میزان فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز h) شاخص قهوه‌ای شدن

* زمان صفر مربوط به قبل از انبارداری می‌باشد

مالون دی آلدهید (MDA)

در طول زمان نگهداری میوه‌ها و سبزیجات، تجمع رادیکال‌های آزاد اکسیژن (ROS) آسیب اکسیداتیو لیپیدی را تشدید کرده و یک محصول سمی بنام مالون دی آلدهید (MDA) ایجاد می‌کنند که محصول ثانویه اکسیداسیون اسیدهای چرب اشباع نشده می‌باشد (هودگس و همکاران ۱۹۹۹ و سانگ و همکاران ۲۰۰۹). محتوای مالون دی آلدهید میوه‌های تازه بریده شلیل رقم "رد گلد" بعد از ۲۱ روز نگهداری در هر دو نوع ظرف افزایش یافت (شکل۱f) و اختلاف معنی‌داری بین بسته-بندی نانو و بسته‌بندی شاهد وجود دارد ($P<0/05$). بیشترین میزان مالون دی آلدهید مربوط به بسته‌بندی معمولی پلی پروپیلن بعد از ۲۱ روز نگهداری بود. نتایج این تحقیق با نتایج بدست آمده توسط لی و همکاران (۲۰۰۹) و هو و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت دارد که اعلام کردند نانو نقره و نانو تیتانیوم اکسید و نانو اکسید روی در حفظ غشای سالم و جلوگیری از تجمع مالون دی آلدهید نقش دارند. به تأخیر افتادن رسیدن میوه‌های شلیل در بسته‌بندی نانو نقره ممکن است به دلیل کاهش در مقدار تنفس میوه‌های تازه بریده شلیل بسته‌بندی شده در بسته‌های نانو نقره باشد.

فعالیت پلی‌فنل اکسیداز(PPO)

پلی‌فنل اکسیداز فاکتور اصلی درگیر در قهوه‌ای شدن آنزیمی در نظر گرفته می‌شود که بطور کلی از اکسیداسیون ترکیبات فنلی ناشی شده و منجر به کاهش کیفیت می‌شود (دینگ و همکاران ۱۹۹۸). آلتونکای و گوکمن در سال ۲۰۰۸ نشان دادند که پلی‌فنل اکسیداز و پلی‌فنلاز در اندام‌های مختلف گیاهی وجود دارند و سبب می‌شوند که بافت آسیب ببیند که این نوع آسیب‌ها معمولاً با کاهش پلی‌فنل‌ها همراه است. در این تحقیق فعالیت پلی‌فنل اکسیداز در طی ۲۱ روز انبارداری در همه بسته‌بندی‌ها افزایش یافت ولی در بسته‌بندی حاوی نانو ذرات نقره، میزان فعالیت پلی‌فنل اکسیداز نسبت به بسته-بندی معمولی کمتر بود (شکل۱g) بیشترین میزان فعالیت پلی‌فنل اکسیداز مربوط به بسته‌بندی پلی پروپیلن پس از ۲۱ روز نگهداری بود. یانگ و همکاران (۲۰۱۰) و لی و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز در میوه‌های توت‌فرنگی بسته‌بندی شده در ظروف نانو نقره و سیب تازه بریده فوجی بسته‌بندی شده در ظروف نانو اکسید روی (nano-ZnO) کاهش می‌یابد. همچنین هو و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که میزان فعالیت پلی‌فنل اکسیداز در بسته‌های نانو کامپوزیتی و یا میزان اکسیداسیون پلی‌فنل‌ها توسط این آنزیم به طور قابل توجهی در میوه‌های کیوی داخل بسته‌بندی‌های نانو کاهش یافت.

شاخص قهوه‌ای شدن (BI)

قهوه‌ای شدن آنزیمی نتیجه اکسیداسیون ترکیبات فنلی است که بوسیله پلی‌فنل اکسیداز کاتالیز می‌شوند و موجب ایجاد لکه‌های قهوه‌ای و تیره می‌شوند. در این پژوهش شاخص قهوه‌ای شدن در شلیل‌های تازه بریده به تدریج در طول زمان نگهداری افزایش یافت (شکل۱h). اختلاف معنی‌داری بین بسته‌های حاوی نانو ذرات نقره و بسته‌بندی معمولی در سطح احتمال ٪۹۹ وجود داشت. کمترین میزان قهوه‌ای شدن در ظروف نانو بعد از ۷ روز نگهداری ثبت گردید. آن و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که ساقه‌های مارچوبه تازه بریده بسته‌بندی شده در شرایط نانو ذرات نقره و اکسیژن کم و دی اکسید کربن بالا میزان قهوه‌ای شدن سطحی کمتری را نشان دادند. این کاهش در قهوه‌ای شدن با بعضی اثرات فیزیولوژیکی مانند کاهش در مقدار تنفس همراه است (سولوموس ۱۹۹۷). میزان قهوه‌ای شدن آب پرتقال تازه در بسته بندی نانو کامپوزیتی حاوی نقره و اکسید روی و سیب تازه بریده فوجی در بسته‌بندی نانو اکسید روی نسبت به بسته‌بندی معمولی کاهش پیدا کرد (امامی فر و همکاران ۱۳۸۹ ، لی و همکاران ۲۰۱۱).

نتیجه‌گیری کلی

بسته‌بندی حاوی نانو ذرات نقره بطور موفقیت آمیزی برای نگهداری میوه تازه بریده شلیل رقم 'رد گلد' در طول مدت نگهداری در دمای ^{0}C ۱-۰ به مدت ۲۱ روز مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که پوشش نانو ذرات نقره در حفظ کیفیت محصول تازه بریده نسبت به بسته‌بندی معمولی موثرتر بود. بسته‌بندی حاوی نانو ذرات نقره، میزان پوسیدگی را کاهش داده و از افزایش شدید مواد جامد محلول و کاهش مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون جلوگیری کرد و همچنین میزان فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز را کاهش داد. بنابراین بسته‌بندی نانو روش خوبی برای حفظ کیفیت میوه‌های تازه بریده شلیل رقم "رد گلد" در طول دوره نگهداری می‌باشد. به هر حال تحقیقات آینده نیاز به کشف دقیق مکانیسم بسته-بندی نانو در طول نگهداری دارد تا کاربرد نانو تکنولوژی را در یک رنج وسیعی در آینده آسان‌تر کند.

منابع مورد استفاده

امامی فر آ، کدیور م، شاهدی م، سلیمانیان زاد ص، ۱۳۹۰، ارزیابی اثر بسته‌بندی‌های نانو کامپوزیتی حاوی نقره و اکسید روی بر عمر نگهداری آب پرتقال تازه. مجله صنایع غذایی ایران، ۱، ۶۷-۵۷ .

Ames BM, Shigena MK and Hagen TM, 1993. Oxidants, antioxidants and the degenerative diseases of aging proceeding. Academy of Science of the United States of America 90: 7915-7922.

An JS, Zhang M, Wang SJ and Tang JM, 2008. Physical, chemical and microbiological changes in stored green asparagus spears as affected by coating of silver nanoparticles-PVP. LWT-Food Science and Technology 41: 1100-1147.

Baldwin EA, Nisperos-Carriedo, MO and Baker RA, 1995.Use of edible coating to preserve quality of lightly and (slightly) processed products. Critical Reviews in Food Science and Nutritional 35: 509-520.

Ball JA, 1997. Evaluation of two lipid based edible coating for their ability to preserve postharvest quality of green bellbellpeppers. Master Diss., Faculty of the Virginia Poolytecnic Institue and State University. Blackburg, Virginia, USA 50: 45-56.

Buera MP, Lozano RD and Petriella C, 1985. Definition of colour in the non-enzymatic browning process. Die Farbe 32: 318-322.

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

Civello PM, Martinez GA,Chaves AR and Anon MC,1997. Heat treatments delay ripening and postharvest decay of strawberry fruit. Journal of Agriculture Food Chemistry 45: 4589-4594.

Damm C, Neumann M and Munstedt H, 2007. Properties of nano-silver coating on polymethyl methacrylate. Progress in Polymer Science Journal 3: 71-88.

De Abreu DAP, Cruz JM, Angulo I and Losada PP, 2010. Mass transport studies of different additives in polyamide and exfoliated nanocomposite polyamide films for food industry. Packaging Technology and Science 23: 59-68.

Ding CK, Chachin K, UedaY and Imahori Y, 1998. Purification and properties of polyphenol oxidase from loquat fruit. Journal of Agricultural and Food Chemistry 46: 4144-4149.

Galindo FG, 2007. Plant stress physiology: opportunities and challenges for the food industry. Critical Review Food Science Nutritional 46:749-763.

Gorny JR, 2002. Quality changes in fresh-cut pear slices as affected by controlled atmospheres and chemical preservatives. Postharvest Biology and Technology 24:271-278.

Hernandez-Munoz P, Almena E, Valle VD, Velez D and Gavara R, 2008. Effect of chitosan coating combine with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria ananassa*) quality during refrigerate storage. Journal of Food Chemistry 110:428-435.

Hodges DM, DeLong JM, Forney CF and Prange RK, 1999. Improving the thiobarbituric acid-reactive-Substances assay for estimating lipid peroxidation in plant tissues containing anthocyanin and other interfering compounds. Planta 207: 604-611.

Li HM, Li F and Wang L, 2009. Effect of nano-packing on preservation quality of Chinese jujube (*Ziziphus jujuba Mill. var inermis (Bunge) Rehd*). Journal of Food Chemistry 114: 547-552.

Li X, Li W, Jiang Y, Ding Y, Yun J, Tang Y and Zhang P, 2011. Effect of nano-ZnO-coated active packaging on quality of fresh-cut "fugi"apple. Journal of Food Science and Technology 46:1947-1955.

Meng X, Li J and Tian S, 2007. Physiological responses and quality attributes of table grape fruit to chitosan preharvest spray and postharvest coating during storage. Journal of Food Chemistry 106: 501-507.

Pizzocaro F, Torreggiani D and Gilardi G, 1993. Inhibition of apple polyphenoloxidase by ascorbic acid citric acid and sodium chloride. Journal of Food Processing and Preservation 17:21-30.

Salukha DK, Jadhar SJ, Yu MH, 1974.Quality and nutritional composition of tomato fruits influenced by certain biochemical and physiological changes.Qualitasplantarum 24: 85-113.

Shahidi F and Hong C, 1991. Evaluation of malonaldehyde as a marker of oxidative rancidity in meat Products. Journal of Food Biochemistry 15: 97-105.

Smimoff N, 1995. Antioxidant system and plant response to the environment. In: Smimoff N. (Ed.) Environment and Plant Metabolism. Bios Scientific Publisher Oxford United Kingdom 34: 217-243.

Song L, Gao H, Chen H, Mao J, Zhou Y and Chen W, 2009. Effects of short-term anoxic treatment on antioxidant ability and membrane integrity of postharvest kiwifruit during storage. Journal of Food Chemistry 114: 1216 -1221.

Yang F, Li H, Li F and Hu Q, 2010. Effect of nano-packing on preservation quality of fresh strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.cv.Fengxiang) during storage at 4^0c. Journal of Food Science 75:c236-c240.

Yu Z, Song CK, Jun CQ, Long ZS and Ping RY, 2003. Effects of acetylsalicylic Acid (ASA) and ethylene treatments on ripening and softening of postharvest kiwifruit. Acta Botanica Sinica 45: 1447-1452.

Zhou L, Sining LV, Guiping HE, Qiang HE and Shi BI, 2011. Effect of PE/AG_2O nano-packaging on the quality of apple slices. Journal of Food Quality 34:171-176.

Effect of nano-Ag packaging on quality and storage life of fresh-cut "Red Gold" nectarine

MR Asghari[1], S Vaezi[2*] and A Farokhzad[3]

Received: August 27, 2013 Accepted: July 09, 2014
[1]Associate Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Urmia, Urmia, Iran
[2]MSc Student, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Urmia, Urmia, Iran
[3]Assistant Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Urmia, Urmia, Iran
[*]Corresponding author: E mail: vaezisaveh66@gmail.com

Abstract
Effect of packing in nano composite-based packaging prepared via blending polypropylene (PP) with nano-Ag on quality attributes and postharvest life of fresh-cut nectarine (cv. Red Gold) during storage at 0-1 ^{0}C with 90-95% RH for 21 days was studied. Decay incidence, weight loss, total soluble solids content, total acidity, vitamin C content, malondialdehyde, polyphenol oxidase activity and browning index were evaluated during and at the end of storage. Nano-packaging significantly reduced decay extension, polyphenol oxidase activity, browning index, malondialdehyde accumulation and weight loss and also retained fruit total acidity, total soluble solids and vitamin C content. Total soluble solids content of control fruit was significantly higher than that of nano-Ag packed fruits. The results indicated that the use of nano-AG active packaging may be introduced as an effective technology in order to maintain the quality and increase the postharvest life of "Red Gold" fresh cut nectarines.

Keywords: Fresh-nectarine, Malondialdehyde, Nano-Ag packaging, Poly phenol oxidase, Postharvest quality