Archive of SID

مقاله پژوهشی

تأثیر پوشش خوراکی نانوامولسیون کیتوسان و اسید سالیسیلیک بر ماندگاری و برخی خواص کیفی میوه تازه بریده شلیل رقم رد گلد

سمیه پیرمحمدی طلاتپه[۱]، محمدرضا اصغری[۲] و محمد فتاحی[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۶/۷- تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۸/۶)

چکیده

امروزه با تغییر سبک زندگی و عادات غذایی مردم تمایل افراد جهت استفاده سریع و راحت، از محصولاتی سالم که به لحاظ کیفی از بالاترین سطح برخوردار هستند، در حال افزایش است. با توجه به حساس بودن محصولات تازه بریده به فساد، استفاده از فناوری‌های نوین برای حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری آنها لازم و ضروری است. در این پژوهش، کارآیی نانو امولسیون کیتوسان به همراه اسید سالیسیلیک به عنوان پوشش خوراکی جهت افزایش عمر قفسه‌ای میوه‌های تازه بریده شلیل مورد بررسی قرار گرفت. میوه‌های تازه بریده شلیل با نانوامولسیون کیتوسان با غلظت ۰/۴ درصد به همراه اسیدسالیسیلیک دو میلی مولار پوشش‌دار و سپس بسته‌بندی شد و در سردخانه با دمای ۱±۰ درجه سانتی‌گراد با رطوبت نسبی ۹۵-۹۰٪ به مدت ۱۶ روز نگهداری شدند. ارزیابی شاخص‌های کیفی شامل مواد جامد محلول (TSS)، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)، pH، درصد کاهش وزن، محتوای فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل در روز برداشت و طی مدت نگهداری در چهار تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که پوشش خوراکی مورد بررسی تأثیر معنی‌داری بر TSS، TA، pH، درصد کاهش وزن، محتوای فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل داشت. نتایج پژوهش حاضر نشان‌دهنده تأثیر هم‌افزایی اسید سالیسیلیک و نانو امولسیون کیتوسان با یکدیگر به عنوان روشی سالم و بدون مضرات جانبی مواد نگه‌دارنده شیمیایی در افزایش مدت زمان ماندگاری و حفظ خواص کیفی میوه تازه بریده شلیل رقم رد گلد بود.

کلمات کلیدی: آنتی‌اکسیدان، ترکیبات طبیعی، عمر قفسه‌ای، فنل کل، مواد جامد محلول

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشدگروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه. ارومیه.
۲- استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه. ارومیه.
۳- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه. ارومیه.
* پست الکترونیک: somayehpirmohammadi29@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

شلیل با نام علمی *Prunus Persica* از خانواده Rosaceae و زیرخانواده‌ی پرونوئیده است. شلیل میوه‌ای فرازگرا بوده و به دلیل داشتن ترکیباتی مانند ویتامین‌ها، فنول‌ها، فلاونوئیدها و آنتوسیانین‌ها میوه‌ای بسیار محبوب است. با این حال در صورت عدم مدیریت پس از برداشت به سرعت میوه به سمت زوال و پیری رفته و غیر قابل استفاده می‌شود (دست و ویوه[1]، ۲۰۱۳).

تغییر در عادات غذایی مانند غذاهای سرپایی، در دسترس بودن محصول در تمام طول سال و یک روند رو به رشد گیاهخواری و تغذیه سالم منجر به افزایش تقاضا برای محصولات مناسب، متناسب با زندگی مدرن مصرف کننده و ارائه مواد غذایی سالم شده است. از این‌رو محصولات تازه برش یافته، بخصوص سبزی‌ها، بسیار پرطرفدار شده‌اند (جلیلی‌مرندی، ۱۳۹۱). کیفیت میوه‌های تازه بریده می‌تواند تحت تأثیر عوامل داخلی از جمله مکانیزم‌های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی، ژنوتیپ و نوع میوه و عوامل خارجی مانند دمای نگهداری، رطوبت، چگونگی برش و تیمارهای شیمیایی قرار گیرد (پوتینک[2] و همکاران ۲۰۱۷).

هرگونه عملیات فرآوری محصولات تازه بریده اعم از شستن، پوست‌گیری، حذف دم، حذف هسته یا دانه‌ها، قاچ کردن، اضافه کردن افزودنی‌ها و بسته بندی می‌تواند منجر به پاسخ‌های فیزیولوژیکی از جمله افزایش تنفس، تولید اتیلن و سنتز بیش از حد گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) شود. این تغییرات باعث از دست دادن کیفیت محصولات از جمله اتلاف آب، نرم شدن، از دست دادن عطر و طعم، از هم پاشیدگی سلول و قهوه‌ای شدن آنزیمی و در نتیجه افزایش میزان فعالیت باکتری‌ها در محل آسیب دیده شود (فان[3] و همکاران، ۲۰۱۸).

عمر محصولات تازه‌بریده بسیار کوتاه بوده و از دو هفته تا چند روز متغیر است (پوتینک و همکاران، ۲۰۱۷). امروزه تکنولوژی‌ها و راهکارهای متفاوتی جهت افزایش طول عمر و کیفیت محصولات تازه بریده وجود دارد، از جمله استفاده از اتمسفر تغییریافته، بسته‌بندی‌های مناسب، خنک‌سازی، افزودنی‌هایی مانند آنتی‌اکسیدان‌ها، مواد ضدمیکروبی، استفاده از پوشش‌های خوراکی و اسانس‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. در میان این موارد استفاده از موادی که طبیعی بوده و علاوه بر حفظ ارزش غذایی محصولات تازه بریده، روی طعم و برخی خواص حسی تأثیر منفی نگذارد، در بین مصرف کنندگان از جایگاه ویژه‌ای برخوردار هستند (فان و همکاران، ۲۰۱۸). استفاده از پوشش‌های خوراکی به علت هزینه کم، زیست تخریب پذیری و حلالیت در آب بسیار مورد توجه قرار می‌گیرند (دهیتال[4] و همکاران، ۲۰۱۷). کیتوسان یکی از انواع پوشش‌های خوراکی بر پایه‌ی پلیمرهای طبیعی کیتین است. کیتوسان دارای خواص میکروب‌کشی، آفت کشی، قارچ‌کشی، باکتری‌کشی و ویروس‌کشی طبیعی است که استفاده از سموم شیمیایی در محصولات کشاورزی را کاهش داده و موجب افزایش سلامت غذایی محصول می‌شود (لی[5] و همکاران، ۲۰۰۸؛ رینایدوو[6] و همکاران، ۲۰۰۶؛ کوفیجی[7] و همکاران ۲۰۰۵). پوشش‌های حاوی کیتوسان حامل‌های بسیار خوبی جهت افزودن مواد کاربردی مانند ترکیبات ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدان‌ها هستند (ویرا[8] و همکاران، ۲۰۱۶). امروزه استفاده از صنعت نانو در صنایع غذایی برای افزایش کیفیت و عمر انبارمانی محصولات گسترش پیدا کرده است (یانگ[9] و همکاران، ۲۰۱۰). نانو ذرات کیتوسان به علت افزایش سطح و بهبود قابلیت پوشش آنها دارای مزایای بیشتری نسبت به کیتوسان معمولی هستند (عشقی[10] و همکاران، ۲۰۱۴؛ مفتون‌آزاد[11] و همکاران، ۲۰۱۳). استفاده از پوشش‌های کیتوسان تهیه شده بر پایه فناوری نانو می‌توانند به طور قابل توجهی فعالیت سیستم‌های آنتی اکسیدانی میوه را افزایش و باعث کاهش فساد میکروبی شود (ریهائی[12] و همکاران، ۲۰۱۵).

اسید سالیسیلیک هورمون گیاهی است که دارای یک ترکیب فنلی ساده بوده و نقش‌های مختلفی در رشد و نمو گیاهان دارد. علاوه برآن توانایی بالایی در ممانعت از پیری میوه‌ها و سبزی‌ها در پس از برداشت دارد

1. Durst and Weaver
2. Putnik
3. Fan
4. Dhital
5 Liu
6. Rinaudo
7. Kofuji
8. Vieira
9. Yang
10. Eshghi
11. Maftoonazad
12. Rahaiee

www.SID.ir

Archive of SID

(اصغری، ۱۳۹۴). استفاده از اسید سالیسیلیک باعث افزایش مقاومت گیاهان به تنش شوری، خشکی، آبی، فلزات سنگین و سرمازدگی می‌شود (زانگ[1] و همکاران، ۲۰۱۵). استفاده از اسید سالیسیلیک باعث انباشتگی گونه‌های فعال اکسیژن می‌شود که به عنوان یک هشدار دهنده عمل کرده و موجب بهبود ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و افزایش مقاومت گیاهان در برابر تنش‌های وارده می‌شود (آکبلوت[2] و همکاران، ۲۰۱۸). استفاده ترکیبی اسید سالیسیلیک و تیمار گرمایی در هلو موجب کنترل کپک آبی ایجاد شده توسط قارچ*Penicillium expansum* شد (یانگ[3] و همکاران، ۲۰۱۱). اخیراً زانگ و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کرده‌اند که استفاده از اسید سالیسیلیک به همراه پوشش کیتوسان باعث افزایش مقاومت در برابر سرمازدگی، جلوگیری از کاهش وزن و افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در میوه خیار می‌شود.

نظر به اهمیت موضوع، پژوهش حاضر با هدف بررسی میزان ماندگاری میوه تازه بریده شلیل رقم رد گلد تحت تیمار ترکیبی نانو امولسیون کیتوسان و اسید سالیسیلیک در بسته‌بندی‌های کنترل شده و دمای ۱±۰درجه سانتی‌گراد انجام شد.

مواد و روش‌ها

میوه‌های شلیل رقم رد گلد در مرحله بلوغ تجاری (۷۰ درصد تغییر رنگ پوست میوه) برداشت شدند. شلیل‌های سالم و دارای اندازه‌ی یکسان انتخاب شده و به آزمایشگاه فیزیولوژی پس از برداشت علوم باغبانی دانشگاه ارومیه انتقال یافتند. تا زمان انجام آزمایش، در دمای ۱±۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. نانو کیتوسان به صورت امولسیون از شرکت دانش بنیان نانو نوین پلیمر واقع در شهر ساری خریداری شد.

ابتدا میوه‌ها شسته شده و سپس با محلول هیپوکلرید سدیم ۰/۰۳ درصد به مدت یک دقیقه ضدعفونی شده و سپس خشک گردید. هر میوه با استفاده از چاقوی فلزی ضد زنگ تیز به چهار برش مساوی تقسیم شد. برش‌ها بمدت پنج دقیقه در تیمار شاهد (صفر)، ترکیب نانو امولسیون کیتوسان ۰/۴ درصد و اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار قرار گرفتند. پس از خشک‌شدن، میوه‌ها در درون پلاستیک‌های زیپ‌دار پلی‌استری به ضخامت ۰/۱۶ میلی‌متر قرار گرفته و محکم بسته شد و سپس در درون ظروف پلی‌استری پوشش‌دار در اندازه‌های ۸*۱۴*۲۴ سانتی‌متر و ضخامت ۰/۲ میلی‌متر (۸ برش در هر پلاستیک) به طور تصادفی قرار گرفته و به سردخانه در دمای ۱±۰ درجه سانتی‌گراد با رطوبت نسبی ۹۵-۹۰٪ منتقل شد (شکل ۱).

اندازه‌گیری مواد جامد محلول (TSS): ۵۰ میکرولیتر از عصاره نمونه با استفاده از دستگاه رفراکتومتر دستی مدل (AZ 8601) در دمای آزمایشگاه اندازه‌گیری شد، برای کالیبره کردن این دستگاه، از آب مقطر استفاده گردید.

اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتراسیون (TA): برای اندازه‌گیری اسیدیته کل از روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال استفاده شد و مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون از رابطه زیر محاسبه گردید (جلیلی‌مرندی، ۱۳۹۱).

$$\mathrm{TA} = \frac{S \times N \times F \times E}{C} \times ۱۰۰$$

در این فرمول: TA: مقدار اسیدیته بر اساس میلی‌گرم اسید مالیک در ۱۰۰ میلی‌لیتر عصاره نمونه، S: مقدار NaOH مصرف شده (میلی‌لیتر)، N: نرمالیته NaOH، F: فاکتور NaOH، E: اکی والان اسید مورد نظر (ایزوسیتریک) و C: مقدار عصاره میوه (میلی‌لیتر) می‌باشد.

اندازه‌گیری pH آب میوه: pH آب میوه در ۱۰ سی‌سی از عصاره صاف شده میوه با دستگاه pHمتر دیجیتالی مدل(pH-Meter CG824) اندازه‌گیری شد.

کاهش وزن: کاهش وزن میوه‌ها با ترازوی دیجیتال مدل (CANDGL300) انجام گرفت و تفاوت وزن میوه‌های مشخص در روزهای اندازه‌گیری، نسبت به روز اول محاسبه شد (علی[4] و همکاران، ۲۰۱۱).

= درصد کاهش وزن

۱۰۰× وزن اولیه / (وزن ثانویه- وزن اولیه)

اندازه‌گیری سفتی بافت میوه: به منظور تعیین سفتی بافت میوه از دستگاه اندازه‌گیری سفتی TA.XT Plus Stable Micro System با پروپ با قطر ۶ میلی‌متر استفاده شد (وارگاس[5] و همکارن، ۲۰۰۶).

1. Zhang
2. Akbulut
3. Yang
4. Ali
5. Vargas

www.SID.ir

Archive of SID

اندازه‌گیری محتوای فنل کل (TPC): اندازه‌گیری مواد فنلی با استفاده از معرف فولین سیوکالتیو انجام گرفت (ابراهیم‌زاده[1] و همکاران، ۲۰۰۸).

اندازه‌گیری میزان آنتی‌اکسیدان: برای تعیین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدان از روش DPPH استفاده شد. و طبق فرمول زیر محاسبه گردید (ناکاجیمات[2] و همکاران، ۲۰۰۴).

$$RSA = \frac{(Abs\ control)t = 30\ min - (Abs\ sample)t = 30\ min}{(Abs\ control)t = 30min} \times 100$$

Abs control: میزان جذب شاهد

Abs sample: میزان جذب نمونه

اندازه‌گیری شاخص‌ها در اولین روز برداشت، چهارم، هشتم، دوازدهم و شانزدهم پس از نگهداری صورت گرفت. کلیه داده‌های به دست آمده با چهار تکرار و در قالب طرح فاکتوریل با استفاده از نرم‌افزار SAS آنالیز شده و از آزمون دانکن برای مقایسه میانگین داده‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

مواد جامد محلول (TSS): نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱)، مشخص کرد که هر سه عامل تیمار، زمان نگهداری و همچنین اثر متقابل آن دو بر روی شاخص مواد جامد محلول میوه شلیل، در سطح یک درصد معنی دار بودند.

در این آزمایش میوه‌های تیمار شده با ایجاد یک مانع در مقابل عبور گازها باعث کاهش تنفس، تلفات آب میوه، تبادلات گازی و تولید اتیلن شدند و تثبیت مواد جامد محلول را در پی داشتند. در هنگام رسیدن میوه تنفس و تولید اتیلن افزایش پیدا کرده و فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده دیواره سلولی بیشتر می‌شود، که منجر به شکسته شدن کربوهیدرات‌های پلیمری دیواره سلولی و تغییر در مزه و بافت محصول می‌گردد و به همین دلیل همراه با رسیدن میوه، مواد جامد قابل حل نیز افزایش پیدا می‌کند (راحمی، ۱۳۸۴).

اسیدهای قابل تیتراسیون (TA): مقایسه میانگین (نمودار ۲) نشان داد که تیمار مورد نظر، از روند کاهشی میزان اسیدهای آلی در طی نگهداری جلوگیری کرده و میزان آن را در یک سطح ثابت تا روز شانزدهم حفظ کرد، به طوری که بین زمان‌های مختلف در میوه‌های تیمار شده و شاهد اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری دیده نشد. میزان TA با میزان اسیدهای آلی درون میوه ارتباط مستقیم دارد که در طی تنفس به دلیل تغییرات متابولیکی، اسید به قند تبدیل شده و در طی نگهداری میوه کاهش پیدا می‌کند (وارگاس و همکاران، ۲۰۰۶). در مطالعات قبلی بر روی توت‌فرنگی نیز کاهش میزان اسیدیته در طی نگهداری در سردخانه را گزارش شده است (شی[3] و همکاران، ۲۰۱۷).

pH: براساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱)، مشخص گردید که اثرات ساده تیمار و زمان نگهداری و نیز اثر متقابل آن دو بر میزان pH آب میوه از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها مشخص نمود که میزان pH در میوه‌های تیمار شده با تیمار ترکیبی نانوامولسیون کیتوسان و اسید سالیسیلیک در تمامی روزهای نگهداری در سطح پایین حفظ شده است. به طوری که این تیمار با جلوگیری از کاهش میزان اسیدهای آلی باعث حفظ pH در سطح پایین شد. در طول دوره نگهداری پیش ماده‌های اصلی تنفس یعنی قندها و اسیدها کاهش پیدا می‌کنند. این امر باعث تغییراتی در pH در طول نگهداری می‌شود (زانگ[4] و همکاران، ۲۰۰۸).

کاهش وزن: نتایج تجزیه واریانس داده‌های کاهش وزن نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین میوه‌های شاهد و تیمار شده با ترکیب نانوامولسیون کیتوسان و اسید سالیسیلیک در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت (جدول۲).

نتایج نمودار مقایسه میانگین (نمودار ۴) نشان داد که بیشترین میزان کاهش وزن در میوه‌های شاهد در روز شانزدهم و کمترین میزان آن در میوه‌های تیمار شده در روز چهارم نگهداری بود. طبق نتایج (جدول ۲) مشخص گردید که تیمار ترکیبی استفاده شده شیب تند کاهش وزن در میوه‌های شاهد را به طور قابل توجه کندتر کرده است. افزایش شدت تنفس باعث تسریع فرآیندهای رسیدگی و پیری شده و به سبب آن مصرف مواد غذایی

1. Ebrahimzade
2. Nakajima
3. Xi
4. Zhang

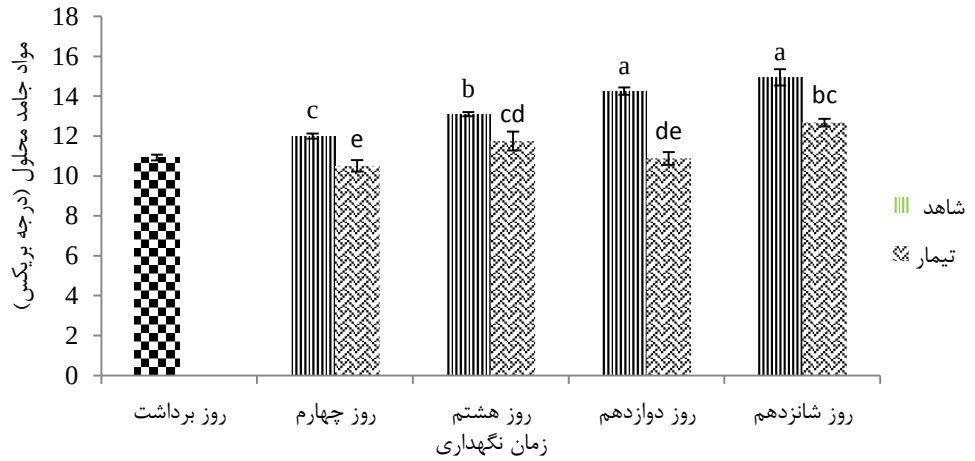
www.SID.ir

Archive of SID

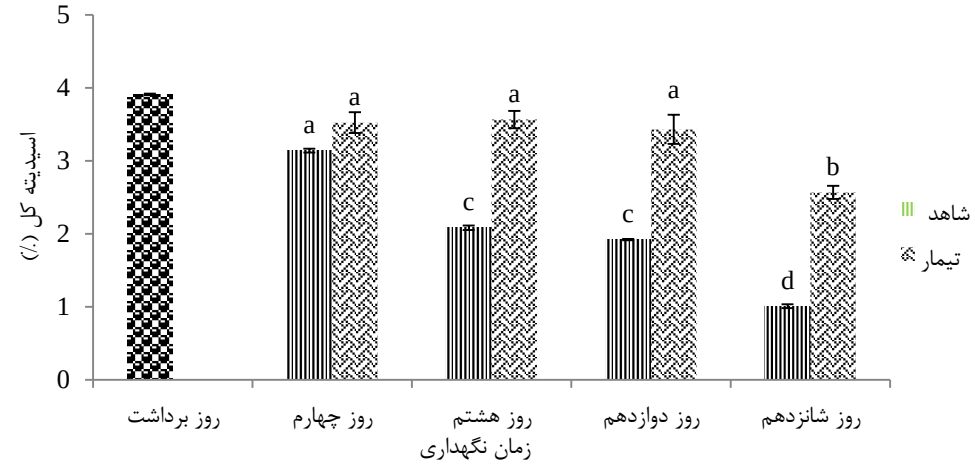
جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر تیمار ترکیبی نانوامولسیون کیتوسان و اسید سالیسیلیک در زمان نگهداری و اثرات متقابل آنها بر برخی ویژگی‌های کیفی میوه تازه بریده شلیل رقم ردگلد

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		اسیدیته کل (TA)	موادجامدمحلول (TSS)	pH
تیمار	۱	۱۲/۱۶۷**	۳۶/۱۲۵**	۳/۹۶۲**
زمان نگهداری	۳	۳/۳۰۱**	۸/۷۸۴**	۰/۹۱۸**
تیمار*زمان نگهداری	۳	۰/۶۴۲**	۱/۷۱۷**	۰/۱۹۶**
خطا آزمایشی Error	۲۴	۰/۰۴۲	۰/۲۷۷	۰/۰۱۰
کل	۳۱			
ضریب تغییرات (CV%)		۷/۷۴	۴/۲۱۱	۲/۴۹۸

تیمار: ترکیب نانوامولسیون کیتوسان و اسیدسالیسیلیک و **، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و غیر معنی‌دار



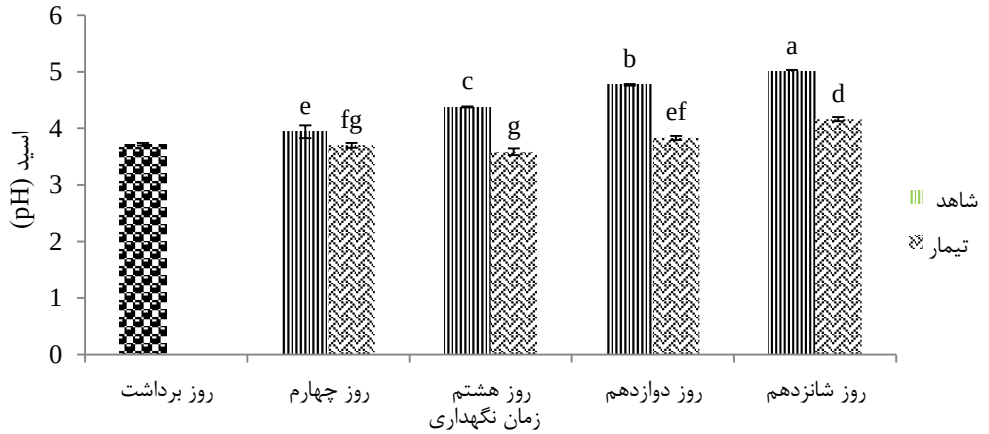
نمودار ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار ترکیبی نانوامولسیون کیتوسان و اسید سالیسیلیک و زمان نگهداری بر میزان مواد جامد محلول میوه شلیل. میانگین‌هایی با حروف مشترک، طبق آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.



نمودار ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار ترکیبی نانوامولسیون کیتوسان و اسیدسالیسیلیک و زمان نگهداری بر میزان اسیدیته کل میوه شلیل. میانگین‌هایی با حروف مشترک، طبق آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

www.SID.ir

Archive of SID



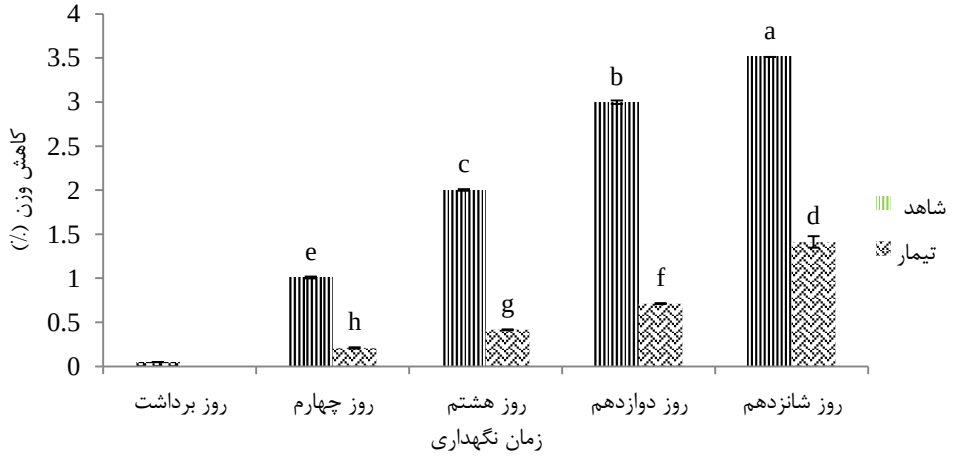
نمودار ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار ترکیبی نانوامولسیون کیتوسان و اسید سالیسیلیک و زمان نگهداری بر میزان اسیدیته (pH)

میوه شلیل. میانگین‌هایی با حروف مشترک، طبق آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر برخی ویژگی‌های کیفی میوه تازه بریده شلیل رقم ردگلد در تیمار ترکیبی نانوامولسیون کیتوسان و اسید سالیسیلیک در طی دوره نگهداری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		کاهش وزن	سفتی	فنل کل	فعالیت‌آنتی‌اکسیدانی (DPPH)
تیمار	۱	۲۲/۹۳۳**	۳/۳۵۴**	۳۷۴۳/۵**	۷۸۲/۹۶۱**
زمان نگهداری	۳	۵/۱۳۲**	۶/۷۲۶**	۵۷۱۶/۱**	۱۲۰/۲۲۵**
تیمار*زمان نگهداری	۳	۰/۸۸۳**	۰/۶۳۰**	۲۲۳/۰۴**	۵۹/۵۰۴**
خطا آزمایشی	۲۴	۰/۰۰۲	۰/۰۳۰	۱۴/۳۲۶	۱/۲۱۴
کل	۳۱				
ضریب تغییرات (CV%)		۳/۲۷۷	۱۰/۱۴۳	۶/۶۸۵	۵/۰۶۱

تیمار: ترکیب نانوامولسیون کیتوسان و اسیدسالیسیلیک و **،* و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و غیر معنی‌دار



نمودار ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار ترکیبی نانو امولسیون کیتوسان و اسید سالیسیلیک و طی نگهداری بر میزان کاهش وزن

میوه شلیل. میانگین‌هایی با حروف مشترک، طبق آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

www.SID.ir

Archive of SID

میوه افزایش پیدا می‌کند (گائو[1] و همکاران، ۲۰۱۳) که این باعث کاهش وزن میوه‌ها طی نگهداری می‌شود.

سفتی: نتایج تجزیه واریانس داده‌های سفتی نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین میوه‌های شاهد و تیمار شده با ترکیب نانوامولسیون کیتوسان و اسید سالیسیلیک در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین داده‌های مربوط به تأثیر تیمار مورد استفاده و زمان نگهداری بر میزان سفتی میوه شلیل نشان داد که تیمار ترکیبی نانوکیتوسان و اسید سالیسیلیک باعث حفظ بهتر سفتی میوه شلیل در طی انبارداری شد (نمودار۵).

سفتی بافت میوه یکی از پارامترهای مهم تعیین‌کننده کیفیت میوه است که نقش تعیین‌کننده در بازارپسندی و جلب رضایت مشتری دارد (کنوپاکا و پوکاسکی[2]، ۲۰۰۴). استفاده از پوشش نانوکیتوسان باعث کاهش فعالیت آنزیم‌های تخریب‌کننده دیواره سلولی می‌شود. کاهش در میزان سفتی به دلیل تجزیه پلی‌ساکاریدهای ساختمانی به‌ویژه همی‌سلولز و پکتین‌ها می‌باشد (والرو[3] و همکاران، ۲۰۱۳). نتایج تحقیقات مشابه نشان می‌دهد که استفاده از پوشش نانوکیتوسان باعث حفظ سفتی میوه‌ها در طی نگهداری می شود (عبداللهی[4] و همکاران، ۲۰۱۰، عشقی[5] و همکاران، ۲۰۱۴). عشقی و همکاران (۱۳۹۲) نیز گزارش کردند که کاربرد نانوامولسیون کیتوسان باعث حفظ میزان سفتی و استحکام بافت توت‌فرنگی نسبت به نمونه شاهد می‌گردد. در این مطالعه نیز استفاده از پوشش خوراکی نانو امولسیون کیتوسان در ترکیب با اسید سالیسیلیک، با تأثیر هم افزایی خود باعث تأخیر در شروع و روند نرم شدگی میوه دارند.

فنل کل: طبق نتایج (نمودار ۶) بیشترین میزان محتوای فنل کل در نمونه‌های تیمار شده با ترکیب نانوامولسیون کیتوسان و اسید سالیسیلیک و کمترین میزان آن در نمونه‌های شاهد به ترتیب در زمان شانزدهم و چهارم نگهداری مشاهده شد (جدول ۲). پوشش کیتوسان با کاهش مقدار اکسیژن، فرایندهای فیزیولوژیکی را کند، و دسترسی آنزیم‌های پلی‌فنل اکسیداز و پراکسیداز را به اکسیژن محدود کرده و از کاهش فنل‌ها در طول دوره نگهداری جلوگیری می‌کند (فرناند پانچون[6] و همکاران، ۲۰۰۸). طبق گزارشات قبلی کیتوسان به طور موثری میزان تنفس را در میوه‌های هلو در طی دوره نگهداری کاهش و از اکسیداسیون فنل‌ها جلوگیری می‌کند (لی و یو[7]، ۲۰۰۱). که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی (DPPH): طبق نتایج (نمودار ۷) بالاترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در نمونه‌های تیمار شده و کمترین میزان آن در نمونه‌های شاهد به ترتیب در روزهای دوازدهم و شانزدهم نگهداری مشاهده شد. ترکیب نانوامولسیون کیتوسان و اسید سالیسیلیک تأثیر مثبت روی فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه شلیل نسبت به نمونه‌های شاهد داشت (جدول ۲). سیستم آنتی اکسیدانی به وسیله سمیت‌زدایی گونه‌های فعال اکسیژن، میوه‌ها را از ناهنجاری‌ها محافظت کرده و باعث افزایش کیفیت تغذیه‌ای و ظاهری میوه‌ها می‌شود. کیتوسان و اسید سالیسیلیک هر یک به تنهایی باعث فعال کردن سیستم‌های مقاومت در سلول‌های گیاهی و نیز اثرات قارچ‌کشی، کاهش تولید و اثر اتیلن، کاهش تولید آنزیم-های تخریب‌کننده و افزایش تولید و پتانسیل آنتی اکسیدانی می‌شوند (اصغری، ۱۳۹۴). نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات زانگ[8] و همکاران در سال ۲۰۱۵، یانگ[9] و همکاران در سال ۲۰۱۲ مطابقت دارد.

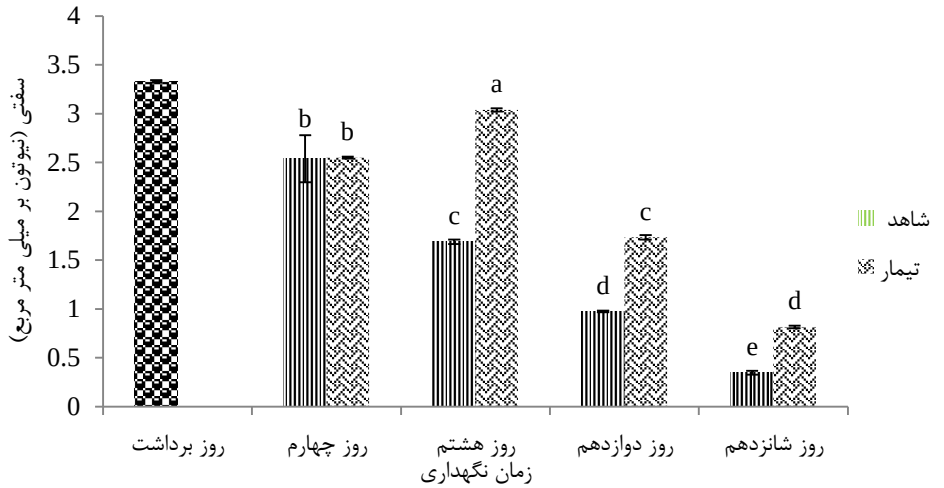
نتیجه‌گیری کلی

در حال حاضر تقاضا برای استفاده از محصولات باغبانی تازه‌بریده افزایش یافته است. استفاده از مواد طبیعی در کنار استفاده از تکنولوژی‌های نوین که علاوه بر افزایش عمر ماندگاری باعث حفظ خواص کیفی و ارزش تغذیه‌ای محصولات شوند، اهمیت دو چندان پیدا کرده است. بر اساس نتایج پژوهش حاضر مشخص شد که تیمار ترکیبی نانو کیتوسان و اسید سالیسیلیک با اثر آنتاگونیستی بر یکدیگر باعث افزایش عمر ماندگاری و حفظ کیفیت شلیل تازه‌بریده رقم ردگلد شد و می تواند در مدیریت پس از برداشت این میوه مورد استفاده قرار گیرد.

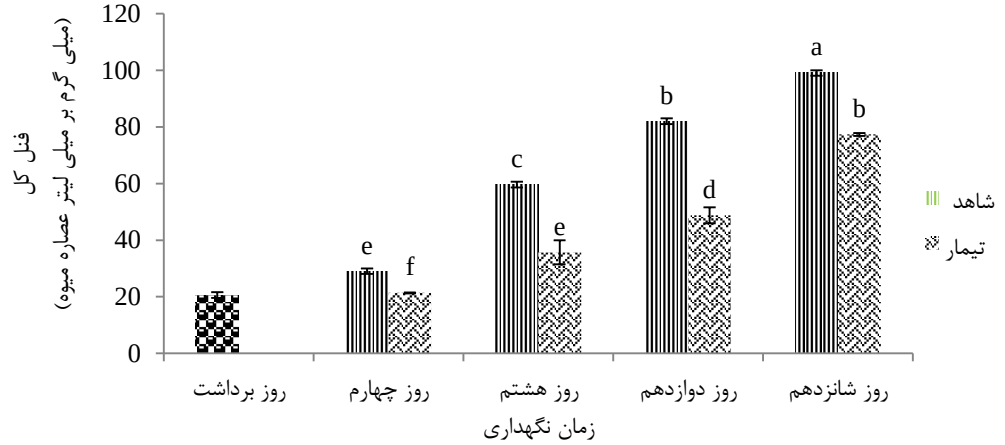
1. Gao
2. Konopacka and Plocharski
3. Valero
4. Abdolahi
5. Eshghi
6. Fernandez-Panchon
7. Li and Yu
8. Zhang
9. Yang

www.SID.ir

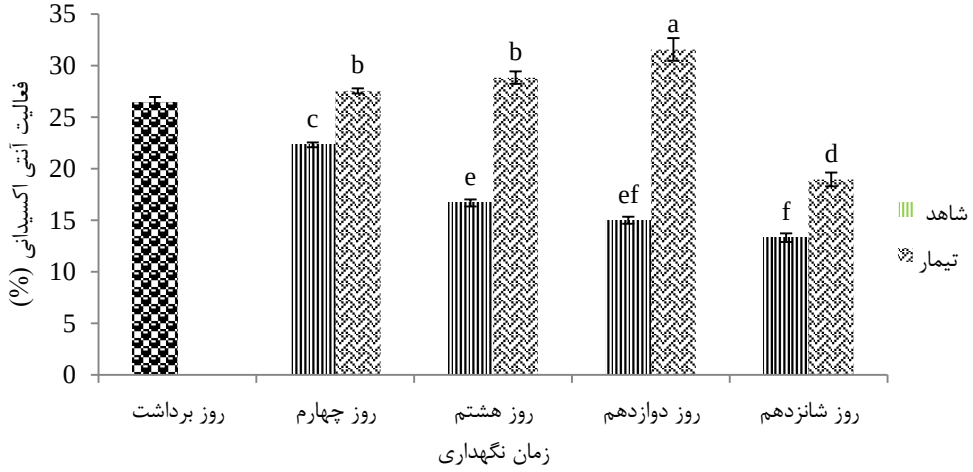
Archive of SID



شکل ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار ترکیبی نانوامولسیون کیتوسان و اسید سالیسیلیک و زمان نگهداری بر میزان فنل کل میوه شلیل. میانگین‌هایی با حروف مشترک، طبق آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.



شکل ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار ترکیبی نانو امولسیون کیتوسان و اسید سالیسیلیک و زمان نگهداری بر میزان فنل کل میوه شلیل. میانگین‌هایی با حروف مشترک، طبق آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.



شکل ۷- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار ترکیبی نانوامولسیون کیتوسان و اسید سالیسیلیک و زمان نگهداری بر میزان فعالیت آنتی-اکسیدانی میوه شلیل. میانگین‌هایی با حروف مشترک، طبق آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۱- تصاویر مربوط به نحوه نگهداری میوه‌ها و وضعیت آنها در روز سوم و چهارم نگهداری

منابع

اصغری، م. ۱۳۹۴. هورمون‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی جدید (غیر کلاسیک). انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه، ۳۴۵ص.

جلیلی‌مرندی، ر. ۱۳۹۱. فیزیولوژی بعد از برداشت (جابجایی و نگهداری میوه، سبزی، گیاهان زینتی و گیاهان دارویی). انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه، ۶۲۴ ص.

راحمی، م. ۱۳۸۴. فیزیولوژی پس از برداشت (مقدمه‌ای بر فیزیولوژی و جابه جایی میوه‌ها و سبزی‌ها و گیاهان زینتی). چاپ سوم، انتشارت دانشگاه شیراز، ۴۳۷ ص.

عشقی، س.، هاشمی، م.، محمدی، ع.، بدیعی، ف.، محمدحسینی، ز.، احمدی‌صومعه، ک. و قناتی، ک. ۱۳۹۲. تأثیر پوشش نانوامولسیون حاوی کیتوزان بر افزایش ماندگاری و ویژگی‌های کیفی میوه توت فرنگی پس از برداشت. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، ۲(۸): ۹-۱۹.

Abdollahi, R., Asghari, M. R. and Esmaiili, M. 2010. Effect of nitric oxide and putrescine on quality attributes and storage life of strawberry fruit cv. Selva. Journal of Food Industry Research, 3(1), 177- 190.

Ali, A., Abrar, M., Sultan, M. T., Din, A. and Niaz, B. 2011. Postharvest physicochemical changes in full ripe strawberries during cold storage. Journal of Animal and Plant Sciences, 21(1): 38-41.

Akbulut, G.B., Yigit, E., Kaya, A. and Aktas, A. 2018. Effects of salicylic acid and organic selenium on wheat (*Triticum aestivum* L.) exposed to fenoxaprop-p-ethyl. Ecotoxicology and Environmental Safety, 148: 901-909.

Bor, J.Y., Chen, H.Y. and Yen, G.C. 2006. Evaluation of antioxidant activity and inhibitory effect on nitric oxide production of some common vegetables. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54(5): 1680-1686.

Dhital, R., Joshi, P., Becerra-Mora, N., Umagiliyage, A., Chai, T., Kohli, P. and Choudhary, R. 2017. Integrity of edible nano-coatings and its effects on quality of strawberries subjected to simulated in-transit vibrations. LWT-Food Science and Technology, 80: 257-264.

Durst, R.W. and Weaver, G.W. 2013. Nutritional content of fresh and canned peaches. Journal of the Science of Food and Agriculture, 93(3): 593-603.

Eshghi, S., Hashemi, M., Mohammadi, A., Badii, F., Mohammad hoseini, Z. and Ahmadi, K. 2014. Effect of nano chitosan-based coating with and without copper loaded on physicochemical and bioactive components of fresh strawberry fruit (*Fragaria x ananassa* Duchesne) during storage. Food and Bioprocess Technology, 7(8): 2397-2409.

Ebrahimzadeh, M. A., Hosseinimehr, S. J., Hamidinia, A. and Jafari, M. 2008. Antioxidant and free radical scavenging activity of *Feijoa sallowiana* fruits peel and leaves. Journal of Pharmacol-online, 1: 7-14.

Fan, P., Huber, D.J., Su, Z., Hu, M., Gao, Z., Li, M., Shi, X. and Zhang, Z. 2018. Effect of postharvest spray of apple polyphenols on the quality of fresh-cut red pitaya fruit during shelf life. Food chemistry, 243: 19-25.

www.SID.ir

Archive of SID

Fernandez-Panchon, M.S., Villano, D., Troncoso, A.M. and Garcia-Parrilla, M.C. 2008. Antioxidant activity of phenolic compounds: from in vitro results to in vivo evidence. Critical reviews in Food Science and Nutrition, 48(7): 649-671.

Gao, P., Zhu, Z. and Zhang, P. 2013. Effects of chitosan–glucose complex coating on postharvest quality and shelf life of table grapes. Carbohydrate Polymers, 95: 371-378.

Kofuji, K., Qian, C. J., Nishimura, M., Sugiyama, I., Murata, Y. and Kawashima, S. 2005. Relationship between physicochemical characteristics and functional properties of chitosan. European Polymer Journal, 41: 2784-91.

Konopacka, D. and Plocharski, W.J. 2004. Effect of storage conditions on the relationship between apple firmness and texture acceptability. Postharvest Biology and Technology, 32(2): 205-211.

Liu, J., Zhang, J. and Xia, W. 2008. Hypocholesterolaemic effects of different chitosan samples in vitro and in vivo. Food Chemistry, 107: 419-25.

Li, H. and Yu, T. 2001. Effect of chitosan on incidence of brown rot, quality and physiological attributes of postharvest peach fruit. Journal of the Science of Food and Agriculture, 81(2): 269-274.

Maftoonazad, N., Badii, F. and Shahamirian, M. 2013. Recent innovations in the area of edible films and coatings. Recent patents on food, nutrition and agriculture, 5: 201-213.

Petriccione, M., Desanctis, F., Pasquariello, M.S., Mastrobuoni, F., Rega, P., Scortichini, M. and Mencarelli, F. 2015. The effect of chitosan coating on the quality and nutraceutical traits of sweet cherry during postharvest life. Food and Bioprocess Technology, 8: .394-408.

Nakajima, J.i., Tanaka, I., Seo, S., Yamazaki, M. and Saito, K. 2004. LC/PDA/ESI-MS profiling and radical scavenging activity of anthocyanins in various berries. Journal of Bio Med Research International, 5: 241-247.

Putnik, P., Kovačević, D.B., Herceg, K., Roohinejad, S., Greiner, R., Bekhit, A.E.D.A. and Levaj, B. 2017. Modelling the shelf-life of minimally-processed fresh-cut apples packaged in a modified atmosphere using food quality parameters. Journal of the Science of Food and Agriculture, 81: 55-64.

Rahaiee, S., Shojaosadati, S.A., Hashemi, M., Moini, S. and Razavi, S.H. 2015. Improvement of crocin stability by biodegradeble nanoparticles of chitosan-alginate. International Journal of Biological Macromolecules, 79: 423-432.

Rinaudo, M. 2006**.** Chitin and chitosan: properties and applications. Progress in Polymer Science, 31: 603-632.

Vargas, M., Albors, A., Chiralt, A., and Gonzalez- Martinez, C. 2006. Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosan-oleic acid edible coatings. Postharvest Biology and Technology, 41: 164-71.

Valero, D., Díaz-Mula, H.M., Zapata, P.J., Guillén, F., Martínez-Romero, D., Castillo, S. and Serrano, M. 2013. Effects of alginate edible coating on preserving fruit quality in four plum cultivars during postharvest storage. Postharvest Biology and Technology, 77: 1-6.

Vieira, J.M., Flores-López, M.L., de Rodríguez, D.J., Sousa, M.C., Vicente, A.A. and Martins, J.T. 2016. Effect of chitosan–Aloe vera coating on postharvest quality of blueberry (*Vaccinium corymbosum*) fruit. Postharvest Biology and Technology, 116: 88-97.

Xi, Y., Fan, X., Zhao, H., Li, X., Cao, J. and Jiang, W. 2017. Postharvest fruit quality and antioxidants of nectarine fruit as influenced by chlorogenic acid. LWT-Food Science and Technology, 75: 537-544.

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

Yang, Z., Cao, S., Cai, Y. and Zheng, Y. 2011. Combination of salicylic acid and ultrasound to control postharvest blue mold caused by *Penicillium expansum* in peach fruit. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 12(3): 310-314.

Yang, Z.F., Cao, S.F., Zheng, Y.H., and Jiang, Y.M. 2012. Combined salicylic acid and ultrasound treatments for reducing the chilling injury on peach fruit. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 60: 1209-1212.

www.SID.ir

Archive of SID

Zhang, Y., Zhang, M. and Yang, H. 2015. Postharvest chitosan-g-salicylic acid application alleviates chilling injury and preserves cucumber fruit quality during cold storage. Food Chemistry, 174: 558-563.

Zheng, Y., Yang, Z. and Chen, X. 2008. Effect of high oxygen atmospheres on fruit decay and quality in Chinese bayberries, strawberries and blueberries. Food Control, 19(5): 470-474.

www.SID.ir