Archive of SID

نشریه فرآوری و نگهداری مواد غذایی
جلد دوازدهم، شماره دوم، ۹۹
۳۹-۵۲
http://ejfpp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/ejfpp.2021.16378.1536

اثر پوشش ژل آلوئه‌ورا و صمغ عربی بر کیفیت فلفل‌دلمه‌ای سبز (*Capsicum annuum*) طی دوره نگهداری

میثم محمدی[۱]، مهدی صیدی[۲*]

[۱]دانشجوی دکتری گیاهان زینتی، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان
[۲]گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۱۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰٤/۱۵

چکیده

سابقه و هدف: فلفل دلمه‌ای با نام علمی *Capsicum annuum* L. حاوی مقادیر زیادی از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی و مواد ضروری از قبیل ویتامین ث، کاروتنوئیدها، ترکیبات فنولی و مواد معدنی بویژه پتاسیم می‌باشد. کیفیت ظاهری محصول از قبیل شکل، رنگ، اندازه، شادابی و طراوت میوه، نداشتن عوارض فیزیولوژیکی و بیماری‌های انباری نقش بسیار مهمی در بازارپسندی فلفل دلمه‌ای دارد. بنابراین این محصول همواره نیازمند راهکاری برای کاهش ضایعات و حفظ بازارپسندی پس از برداشت می‌باشد. یکی از روش‌های کاهش ضایعات پس از برداشت محصولات باغی استفاده از پوشش‌های خوراکی و غیرخوراکی می‌باشد که با تغییرات تبادلات گازی و آبی محصول با محیط اطراف باعث تأخیر در افت کیفی محصولات و در نتیجه افزایش ماندگاری پس از برداشت می‌شوند.

مواد و روش‌ها: به‌منظور کاهش ضایعات و حفظ کیفیت میوه فلفل دلمه‌ای سبز رقم '*California Wonder*' پس از برداشت، آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۷ در دانشگاه ایلام طراحی و اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل غوطه‌وری میوه‌های فلفل دلمه‌ای در ژل آلوئه‌ورا ۲۵ و ۵۰ درصد، صمغ عربی ۵ و ۱۰ درصد، ژل آلوئه‌ورا ۲۵ درصد+ صمغ عربی ۵ درصد، ژل آلوئه‌ورا ۲۵ درصد + صمغ عربی ۱۰ درصد، ژل آلوئه‌ورا ۵۰ درصد+ صمغ عربی ۵ درصد، ژل آلوئه‌ورا ۵۰ درصد+ صمغ عربی ۱۰ درصد و شاهد بودند. اثر تیمارهای پوششی بر ویژگی‌های میوه فلفل دلمه‌ای سبز در طول ١٤ و ۲۸ روز انبارمانی در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۹۰ درصد و در سبدهای میوه بدون هیچگونه پوشش اضافی در داخل اتاقک رشد مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: بر اساس نتایج با افزایش زمان نگهداری میوه‌ها در انبار ویژگی‌های کیفی و بازارپسندی آن‌ها کاهش یافت، ولی پوشش‌های صمغ عربی و ژل آلوئه‌ورا باعث حفظ کیفیت میوه‌های فلفل دلمه‌ای در انبار نسبت به نمونه‌های شاهد شدند. در پژوهش حاضر تیمارهای صمغ عربی ۱۰ درصد، ژل آلوئه‌ورا ۲۵ درصد+ صمغ عربی ۱۰ درصد و ژل آلوئه‌ورا ۵۰ درصد+ صمغ عربی ۱۰ درصد نسبت به سایر تیمارها و شاهد تأثیر بیشتری در بیشتر صفات مورد بررسی و حفظ ویژگی‌های میوه فلفل دلمه‌ای در انبار داشتند. میوه‌های فلفل دلمه‌ای در تیمارهای مذکور از کاهش وزن و نشت یونی کمتری نسبت به سایر تیمارها برخوردار بودند. همچنین بازارپسندی، مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، فنول کل، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، کلروفیل کل و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز را طی ۲۸ روز انبارمانی حفظ کردند. بنظر می‌رسد صمغ عربی ۱۰ درصد نسبت به سایر تیمارها با ایجاد لایه‌ای ضخیم‌تر و تبادلات گازی کمتر میوه با اتمسفر اطراف کارایی حفاظتی بیشتری دارد.

*مسئول مکاتبات: m.saidi@ilam.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری: باتوجه به نتایج پژوهش حاضر استفاده از پوشش صمغ عربی ۱۰ درصد به تنهایی و یا در ترکیب با ژل آلوئه‌ورا به عنوان روشی کاربردی جهت کاهش ضایعات میوه فلفل دلمه‌ای طی فرایند انبارداری و بازاررسانی پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: بازارپسندی، پس‌ازبرداشت، پوشش خوراکی، فلفل دلمه‌ای سبز، کاهش وزن.

مقدمه

فلفل دلمه‌ای با نام علمی *Capsicum annuum* L. سرشار از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی و مواد ضروری از قبیل ویتامین ث، کاروتنوئیدها، ترکیبات فنولی و پتاسیم است که ارزش غذایی بالای آن باعث شده امروزه در سبد مصرف خانوار جایگاه ویژه‌ای داشته باشد (٦). میزان ضایعات اکثر محصولات باغی به‌دلیل فعالیت متابولیکی بالا از زمان برداشت تا مصرف در کشورهای توسعه‌یافته به‌طور متوسط بین ۵ تا ۲۵ درصد و در کشورهای در حال توسعه ۲۵ تا ۵۰ درصد می‌باشد (۵). کیفیت ظاهری محصول، نداشتن عوارض فیزیولوژیکی و بیماری‌ها نقش بسیار مهمی در بازارپسندی میوه‌ها و سبزی‌ها دارد (۱۵). فلفل‌دلمه‌ای میوه‌ای توخالی و نسبت سطح به حجم بالا می‌باشد که افت رطوبتی آن زیاد بوده و این مسئله باعث بروز چروکیدگی و پلاسیدگی سریع در این محصول و کاهش بازارپسندی آن پس از برداشت می‌شود. بنابراین همواره ارائه راهکار برای جلوگیری از گسترش ضایعات و حفظ کیفیت آن در زمان پس از برداشت وجود دارد. یکی از این راهکارها استفاده از پوشش‌های خوراکی می‌باشد (١٤). پوشش دادن سطح میوه‌ها با استفاده از انواع پوشش‌های خوراکی مانع از نفوذ عوامل مخرب مثل اکسیژن و میکروارگانیسم‌ها به بافت میوه و انتقال رطوبت میوه به خارج می‌گردد.

ژل آلوئه‌ورا یکی از انواع پوشش‌های خوراکی مورد مطالعه در فیزیولوژی پس از برداشت می‌باشد که از قسمت‌های داخلی برگ گیاه آلوئه‌ورا استخراج می‌شود (۸). این ژل شفاف، بی‌بو و دارای قدرت جذب بالا بوده و شامل بیش از ۵۷ ترکیب مختلف نظیر انواع پلی‌ساکارید، چربی، ویتامین، مواد معدنی، آنزیم، قند، ترکیبات فنولی، اسید تانیک، گلیکوپروتئین، اسیدآمینه، استرول، لیگنین، ساپونین و اسیدسالیسیلیک می‌باشد (۱، ۱۷). صمغ عربی نیز یکی دیگر از هیدروکلوئیدهای گیاهی ترشحی است که از درخت آکاسیا استخراج می‌شود. صمغ عربی ترکیبی از پلی‌ساکارید خنثی یا کمی اسیدی و عمدتاً قندهای گالاکتوز، رامنوز، آرابینوز و اسیدگلوکورونیک می‌باشد (٤، ٢٢). این ماده‌ی خوراکی پس از حل شدن در آب به‌صورت ماده‌ای ژله‌ای در می‌آید و می‌تواند به عنوان یک پوشش طبیعی در انواع فراورده‌های باغبانی استفاده شود. استفاده از آن به عنوان تیمار پوششی پس از برداشت در میوها موجب کاهش سرعت خروج آب، افت وزن و تأخیر در رسیدن میوه‌ها می‌گردد (۳، ۱۱). آلوئه‌ورا و صمغ عربی پوشش‌های خوراکی کاملاً سالم و سازگار با محیط زیست بوده و می‌توانند جایگزین مناسبی برای پوشش‌های شیمیایی محصولات باغبانی در فناوری پس از برداشت باشند.

در پژوهش‌های پیشین اثر مثبت ژل آلوئه‌ورا در افزایش ماندگاری انگورهای رومیزی گزارش‌شده است (۳۳). همچنین تیمار ژل آلوئه‌ورا در گیلاس باعث کاهش میزان تنفس به میزان ۵۰ درصد طی ١٦روز نگهداری در سردخانه شد (۲۵). گزارش شده است که ژل آلوئه‌ورا از جوانه‌زنی و رشد میسلیوم قارچ جلوگیری می‌کند و اثر بازدارنده ترکیبات موجود در آن مانند اسید سالیسیلیک و ساپونین‌ها در جلوگیری از فعالیت آنزیم‌های قارچ‌های بیماری‌زا ثابت شده‌است (۳۳). همچنین ناوارو و همکاران

www.SID.ir

Archive of SID

(۲۰۱۰) گزارش کردند ژل آلوئه‌ورا با کاهش میزان تولید اتیلن و شدت تنفس و همچنین کنترل پوسیدگی قارچی عمر پس از برداشت میوه شلیل را افزایش می‌دهد (۲٤). محمدی و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند پوشش‌دهی قارچ دکمه‌ای توسط صمغ عربی افت رطوبت را در این محصول کاهش داده و از تغییرات اسید کل، قند و pH جلوگیری می‌کند (۲۲). اثر مثبت صمغ عربی بر حفظ کیفیت میوه‌های گوجه‌فرنگی(۳) و کنار هندی (۳۵) توسط سایر محققان گزارش‌شده است. در برخی تحقیقات اثر سودبخش پوشش‌های خوراکی در بهبود کیفیت ماندگاری انواع میوه‌ها و سبزی‌ها به تعدیل اتمسفر درونی محصول و کاهش تبادلات گازی و آبی محصول با محیط اطراف توسط این پوشش‌ها نسبت داده شده است (۲۱). بنابراین هدف اصلی در این پژوهش بررسی اثر غلظت‌های ۲۵ و ۵۰ درصد ژل آلوئه‌ورا، صمغ عربی ۵ و ۱۰ درصد و ترکیب این دو پوشش خوراکی بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه فلفل دلمه‌ای طی ۲۸ روز انبارمانی بود.

مواد و روش‌ها

مواد اولیه: برای تهیه پوشش‌ها صمغ عربی از بازار خریداری،توسط آسیاب برقی پودر و غلظت‌های مختلف از آن به صورت وزنی/حجمی برای اجرای آزمایش تهیه گردید. همچنین با هدف تولید ژل خالص آلوئه‌ورا تعداد ۵۰ بوته گیاه آلوئه‌ورا سه ساله از یک گلخانه تجاری خریداری شد و ژل زردرنگ داخلی آن‌ها توسط چاقوی تیز جدا و پس از همگن‌سازی توسط همزن برقی از صافی پارچه‌ای تهیه گردید. کلیه‌ی مواد شیمیایی مورد استفاده در این پژوهش از محصولات شرکت مرک آلمان با خلوص بالا بودند.

آماده‌سازی و پوشش‌دهی میوه‌ها: در این پژوهش میوه‌های فلفل‌دلمه‌ای سبز رقم *کالیفرنیا واندر* در تابستان ۱۳۹۷ از یک مزرعه پژوهشی در دانشگاه ایلام در مرحله بلوغ مناسب برداشت و بلافاصله به آزمایشگاه باغبانی دانشگاه ایلام منتقل شد. ابتدا میوه‌ها توسط محلول هیپوکلریت سدیم ۰/۱ درصد به مدت دو دقیقه ضدعفونی شد و پس از خشک شدن در دمای اتاق در محلول حاوی غلظت‌های مختلف ژل آلوئه‌ورا و صمغ عربی به مدت یک دقیقه غوطه‌ور شدند. میوه‌های مربوط به نمونه‌های شاهد نیز برای مدت یک دقیقه در آب مقطر غوطه‌ور شدند. میوه‌های پوشش دهی شده در دمای اتاق خشک شدند تا پوشش بر روی میوه ایجاد گردد. تعداد میوه‌ها در هر واحد آزمایشی ۲۰ عدد بود که بدون هیچگونه پوشش اضافی در داخل سبدهای میوه در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰ درصد به مدت ۲۸ روز در داخل اتاقک رشد انبار شدند. تیمارهای آزمایش شامل ژل آلوئه‌ورا ۲۵ و ۵۰ درصد، صمغ عربی ۵ و ۱۰ درصد، آلوئه‌ورا ۲۵ درصد+ صمغ عربی ۵ درصد، آلوئه‌ورا ۲۵ درصد+ صمغ عربی ۱۰ درصد، آلوئه‌ورا ۵۰ درصد+ صمغ عربی ۵ درصد، آلوئه‌ورا ۵۰ درصد+ صمغ عربی ۱۰ درصد و شاهد (بدون پوشش) بود. میوه‌ها در زمان برداشت (روز صفر) و همچنین ۱٤ و ۲۸ روز انبارمانی در شرایط فوق از نظر ویژگی‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفتند.

کاهش وزن میوه‌ها: کاهش وزن میوه‌ها بصورت اختلاف وزن میوه‌ها در زمان قبل از انبارمانی(زمان برداشت) و پس از پایان هر دوره انبارمانی (۱٤ و ۲۸ روز) برحسب درصد بوسیله ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱گرم (A&D، مدل N0510066، ژاپن) محاسبه گردید (۲۱).

بازارپسندی: بازارپسندی میوه‌ها نیز به صورت مشاهده‌ای و در محدوده یک تا ۱۰ تعیین شد. مبنای

www.SID.ir

Archive of SID

کاهش بازارپسندی میزان تغییر رنگ، نقصان ظاهر میوه و میزان چروکیدگی بافت میوه در نظر گرفته شد؛ بطوریکه نمره یک به کمترین و نمره ۱۰ به بیشترین بازارپسندی اختصاص یافت. در نهایت میزان بازارپسندی هر واحد آزمایشی برحسب درصد گزارش گردید (۲۱).

مواد جامد محلول: میزان مواد جامد محلول[1] بوسیله رفراکتومتر دستی (ATAGO، مدل ATC-1e، ژاپن) در دمای اتاق و برحسب درجه‌ی بریکس محاسبه گردید.

اسیدیته قابل تیتراسیون: اسیدیته قابل تیتراسیون آب‌میوه بوسیله تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال و تا رسیدن pH به ۸/۲ محاسبه گردید (۵).

سفتی بافت: سنجش سفتی بافت میوه فلفل دلمه‌ای به صورت میزان نیروی لازم برای سوراخ شدن گوشت میوه بوسیله سفتی‌سنج دستی (QA Supplies، مدل FT-011، ژاپن) با پرابی به قطر پنج میلی‌متر برحسب کیلوگرم بر مترمربع محاسبه شد (۲۸). اندازه‌گیری ویتامین ث (اسیدآسکوربیک) میوه بوسیله تیتراسیون با کلروفنل ایندوفنل انجام گرفت و بر حسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم گوشت میوه محاسبه گردید (۲۶).

فنول کل: فنول کل به‌روش فولین-سیوکالتو اندازه‌گیری شد. جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۶۰ نانومتر و بر حسب معادل میلی‌گرم اسیدگالیک در ۱۰۰ گرم بافت میوه محاسبه گردید (۲۷).

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل: ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بافت میوه از طریق ویژگی خنثی‌کنندگی رادیکال آزاد دی فنیل پیکریل هیدرازیل[2] (DPPH) تعیین گردید (۲۰).

نشت یونی: برای اندازه‌گیری نشت یونی از قسمت‌های میانی میوه‌ها (بافت برونبر همراه با میانبر) تعداد ۸ دیسک بوسیله پانچ دستی برداشت و در داخل لوله‌های آزمایش حاوی ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر قرار گرفتند. پس از چهار ساعت قرارگیری بر روی دستگاه شیکر با سرعت ۱۵۰ دور بر دقیقه، هدایت الکتریکی اولیه (EC_1) محلول توسط دستگاه هدایت‌سنج الکتریکی قرائت گردید. نمونه‌ها به مدت ۲۰ دقیقه در داخل حمام آب گرم با دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و پس از سرد شدن هدایت الکتریکی ثانویه (EC_2) نمونه‌ها اندازه‌گیری و با استفاده از رابطه ۱ درصد نشت یونی محاسبه گردید (۳۰).

$$EL\% = (EC_1 / EC_2)\times 100 \qquad \text{رابطه ۱}$$

محتوی کلروفیل: برای سنجش کلروفیل میوه از روش زینگ و همکاران (۲۰۱۱) استفاده شد (۳۲). بدین منظور یک گرم بافت میوه در پنج میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد در داخل هاون چینی آسیاب شد. پس از صاف کردن محلول‌ها جذب آن‌ها در طول موج‌های ۴۷۰، ٦٤٦ و٦٦٣ نانومتر با دستگاه اسپکتوفتومتر قرائت گردید. محاسبات با استفاده از روابط ۲، ۳ و ٤ انجام شد.

$$Chl^a = 12.25A663-2.79A646 \qquad \text{رابطه ۲}$$

$$Chl^b = 21.50A646-5.10A663 \qquad \text{رابطه ۳}$$

$$Tchl = Chl^a + Chl^b \qquad \text{رابطه ٤}$$

در این معادلات Chl^a، Chl^b و Tchl به‌ترتیب کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل می‌باشد. غلظت‌ها برحسب میلی‌گرم بر لیتر محاسبه شد.

فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز: سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز با استفاده از محاسبه کاهش جذب H_2O_2 در طول موج ۲٤۰ نانومتر و سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز با استفاده از گایاکول و اندازه‌گیری میزان جذب تتراگایاکول تشکیل شده از گایاکول درنتیجه فعالیت پراکسیداز در طول موج ٤۷۰

1. Total Soluble Solids (TSS)
2. Diphenyl-1-picrylhydrazyl

www.SID.ir

Archive of SID

نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر(Scinco، مدل S-3100، کره جنوبی) به روش ذکر شده توسط زینگ و همکاران (۲۰۱۱) محاسبه گردید (۳۲).

تجزیه و تحلیل آماری: آزمایشات به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتور اول شامل تیمارهای صمغ عربی و ژل آلوئه‌ورا و فاکتور دوم زمان انبارمانی (زمان برداشت، ١٤ و ٢٨ روز انبارمانی) در نظر گرفته شدند. داده‌ها پس از جمع‌آوری و بررسی نرمال بودن توسط نرم افزار آماری SAS (نسخه ۹/۲) تجزیه شده و برای مقایسه اختلاف بین میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح آماری یک درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

کاهش وزن میوه‌ها: مقایسه میانگین‌ها نشان داد با افزایش زمان ماندگاری میوه‌ها در انبار، کاهش وزن و افت رطوبت افزایش یافت ولی پس از ۲۸ روز انبارمانی تمامی تیمارها با افت وزنی همراه بودند (جدول ۱). در بین تیمارها نیز تیمارهای حاوی ۱۰ درصد صمغ عربی و در مرتبه دوم تیمارهای دارای ۵ درصد صمغ عربی دارای کمترین افت وزن بودند. ژل آلوئه‌ورا ۲۵ و ۵۰ درصد پس از ۲۸ روز نگهداری نسبت به سایر تیمارها دارای کاهش وزن بیشتری بودند ولی همچنان نسبت به نمونه‌های شاهد (١٤/٥٥ درصد) افت وزن کمتری داشتند (جدول ۱). کاهش وزن میوه در نتیجه‌ی از دست‌دهی آب از سطح میوه‌ها می‌باشد و عمدتاً با تنفس و تبخیر آب از سطح پوست میوه ارتباط دارد. ژل آلوئه‌ورا و صمغ عربی بویژه در زمان ترکیب با یکدیگر روند کاهش وزن پس از برداشت میوه‌ها را کند می‌کند. این امر به ویژگی هیگروسکوپی ژل نسبت داده می‌شود که قادر به تشکیل سد و مانعی در مقابل انتشار آب بین میوه و محیط است. ضمناً این پوشش‌ها پوست میوه را از صدمات مکانیکی به‌واسطه ترمیم آسیب‌های کوچک و در نتیجه تأخیر در خشک شدن حفظ می‌نماید (۱۹). در گزارشی روند کاهش وزن در میوه‌های شلیل تیمار شده با ژل آلوئه ورا نسبت به میوه‌های شاهد کاهش یافت؛ بطوریکه در مرحله رسیدگی کامل سرعت کاهش وزن میوه‌های پوشانده شده با ژل آلوئه ورا ٦٥ درصد بطور معنی‌داری کمتر از میوه‌های شاهد بود (۱). کاهش وزن کمتر میوه‌های گیلاس تیمار شده با ژل آلوئه‌ورا (۲) و میوه‌های کنار هندی تیمارشده با صمغ عربی (۳۵) توسط محققین دیگر گزارش شده است.

بازارپسندی میوه‌ها: با افزایش زمان انبارمانی به‌دلیل افت کیفیت میوه‌ها بازارپسندی نیز کاهش یافت ولی پوشش‌دهی میوه‌ها بخوبی باعث حفظ بازارپسندی میوه‌ها طی ۲۸روز انبارمانی شدند (جدول ۱). در بین تیمارهای آزمایش آلوئه‌ورا ۵۰ درصد+ صمغ ۱۰ درصد (۹۵ درصد)، آلوئه‌ورا ۲۵ درصد+ صمغ ۱۰ درصد (٩٤/١٠ درصد) و صمغ ۱۰ درصد (٩٣/٦٦ درصد) بدون اختلاف معنی‌دار با یکدیگر دارای بیشترین بازارپسندی طی ۲۸ روز انبارمانی بودند. مرتبه دوم متعلق به تیمار آلوئه‌ورا ۵۰ درصد+ صمغ ۵ درصد (٧٦/١٢ درصد) بود و سایر تیمارها بدون اختلاف معنی‌دار با همدیگر در مرتبه بعدی قرار داشتند. کمترین بازارپسندی نیز در روز ۲۸ مربوط به نمونه‌های شاهد با ٢٥/١٤ درصد بود (جدول ۱). احتمالاً عامل مهم در حفظ بازارپسندی تیمارهای آزمایش نسبت به شاهد تأثیر تیمارهای پوششی در کاهش شدت تنفس و تنش میوه‌ها در انبار و در نتیجه جلوگیری از تجزیه کلروفیل و تغییر رنگ میوه بود. همچنین میوه‌ها با افت وزن کمتر از شادابی بیشتر و پلاسیدگی کمتری برخوردار بودند که این نیز می‌تواند عاملی دیگر در حفظ بازارپسندی میوه‌های تحت تیمارهای پوششی نسبت به شاهد باشد. بر اساس

www.SID.ir

Archive of SID

گزارشات ژل آلوئه‌ورا دارای ترکیبات مهمی شامل ویتامین‌ها، آنزیم‌ها، آمینواسیدها، آنتراکوئین‌ها، اسید سالیسیلیک و ساپونین‌ها هستند که اسید سالیسیلیک و ساپونین‌ها با ویژگی ضد قارچی باعث جلوگیری از رشد قارچ‌ها می‌شوند (۹). کاهش آلودگی قارچی و حفظ کیفیت میوه‌ها نیز عاملی دیگر در حفظ بازارپسندی میوه‌ها نسبت به شاهد است. در گزارشی دیگر تأثیر مثبت ژل آلوئه‌ورا در حفظ بازارپسندی و کنترل مخمرها و کپک‌ها به کنترل تولید اتیلن در میوه‌های پوشش‌دار نسبت داده شده است (۱۲). همچنین در پژوهشی همسو با نتایج پژوهش حاضر پوشش صمغ عربی با کاهش قهوه‌ای‌شدن باکتریایی و جلوگیری از افت رطوبت قارچ دکمه‌ای باعث افزایش ماندگاری و حفظ بازارپسندی آن طی دوره ماندگاری شد (۲۲).

مواد جامد محلول میوه‌ها: با افزایش طول دوره انبارمانی مواد جامد محلول افزایش یافت (جدول ۱). پس از ۲۸ روز انبارمانی بیشترین مواد جامد محلول مربوط به تیمار آلوئه‌ورا ۲۵ درصد و شاهد بود. همچنین کمترین مواد جامد محلول مربوط به تیمارهای آلوئه‌ورا ۵۰ درصد+ صمغ ۱۰ درصد (٤/٤٠ درصد)، آلوئه‌ورا ۲۵ درصد+ صمغ ۱۰ درصد (٤/٥٣ درصد) و صمغ ۱۰ درصد (٤/٦٦ درصد) بود. بین سایر تیمارها نیز با همدیگر اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید، ولی دارای ماده جامد محلول کمتری نسبت به شاهد بودند (جدول ۱). افزایش مواد جامد محلول می‌تواند به‌دلیل کاهش وزن و تغلیظ این مواد در طی زمان باشد. در واقع حفظ بهتر سفتی بافت در میوه فلفل دلمه‌ای پوشش‌دار می‌تواند به‌دلیل اثر تیمارهای پوششی در کاهش افت رطوبت و حفظ بهتر تورژسانس سلولی باشد (۲۸)؛ بطوریکه در این پژوهش تیمارهای با افت وزنی کمتر از بازارپسندی و سفتی بافت بیشتر برخوردار بودند. مشابه نتایج پژوهش حاضر حفظ مواد جامد محلول میوه‌های فلفل دلمه‌ای (۲۱) و انگور رقم شاهرودی (۲۳) توسط پوشش کیتوسان و قارچ دکمه‌ای توسط صمغ عربی (۲۲) به بسته‌شدن روزنه‌های سطح فرآورده به‌وسیله پوشش‌ها نسبت داده شده‌است که باعث جلوگیری از تنفس و تعرق زیاد میوه طی زمان نگهداری در انبار می‌شود. همچنین کاهش تنفس میوه‌ها در انبار باعث کاهش مصرف قندها و حفظ مواد جامد محلول میوه‌ها طی دوره انبارمانی می‌شود (۵).

اسیدیته قابل تیتراسیون میوه‌ها: بررسی نتایج نشان داد که اسیدیته قابل تیتراسیون میوه‌ها طی دوره انبارمانی کاهش یافت (جدول ۱). تیمارهای آزمایش بخوبی باعث حفظ اسیدیته میوه‌ها نسبت به نمونه‌های شاهد شدند، هرچند که اختلاف معنی‌داری بین میوه‌های شاهد با تیمارهای ژل آلوئه‌ورا ۲۵ درصد و صمغ عربی ۵ درصد مشاهده نشد (جدول ۱). پس از ۲۸ روز انبارمانی بیشترین اسیدیته قابل تیتراسیون مربوط به تیمارهای ژل آلوئه‌ورا ۵۰ درصد+ صمغ عربی ۱۰ درصد (۱/۲۳ درصد)، ژل آلوئه‌ورا ۲۵ درصد+ صمغ عربی ۱۰ درصد (۱/۲۰ درصد) و صمغ عربی ۱۰ درصد (۱/۲۱ درصد) بود؛ بطوریکه این تیمارها فاقد اختلاف معنی‌دار با همدیگر بودند. همچنین سایر تیمارها در مرتبه بعدی قرار داشتند (جدول ۱). اسیدیته قابل تیتراسیون به‌عنوان یک پارامتر مهم طی دوره نگهداری بطور مستقیم با غلظت اسیدهای آلی غالب در میوه مرتبط است. کاهش اسیدیته به‌علت تغییرات بیوشیمیایی ترکیبات آلی میوه در طی فرآیند تنفس بسیار محتمل است (۱۲)، بنابراین هر تیماری که باعث کندی متابولیسم و پیری محصول شود می‌تواند سرعت تغییرات اسیدیته قابل تیتراسیون را در طول انبارداری کاهش دهد. در این پژوهش اسیدیته قابل تیتراسیون توسط تیمارهای ژل آلوئه‌ورا و صمغ عربی در مقایسه با شاهد بهتر حفظ شدند

www.SID.ir

Archive of SID

(جدول ۱). در تطبیق با نتایج پژوهش حاضر مشخص شد پوشش نیمه‌تراوای ایجاد شده توسط پوشش‌های خوراکی اتمسفر درونی میوه را تغییر داده و میزان اکسیژن را کم و دی‌اکسیدکربن اطراف میوه را افزایش می‌دهد، بنابراین با ایجاد اتمسفر تغییریافته سرعت تنفس، رسیدن و فرایند پیری میوه به تعویق می‌افتد (۱۰، ۳۲).

سفتی بافت میوه‌ها: بر اساس نتایج پژوهش حاضر سفتی بافت میوه‌ها به عنوان یکی از شاخص‌های مهم در بازارپسندی میوه‌های فلفل دلمه‌ای با افزایش زمان انبارمانی کاهش یافت (جدول ۱). نتایج نشان داد پس از ۲۸ روز انبارمانی تیمارهای ۲۵ و ۵۰ درصد ژل آلوئه‌ورا و ۵ درصد صمغ عربی با شاهد اختلاف معنی‌داری نداشتند، ولی سایر تیمارها بدون اختلاف معنی‌دار با یکدیگر از سفتی بافت بیشتری نسبت به نمونه شاهد برخوردار بودند (جدول ۱). یکی از دلایل حفظ سفتی بافت میوه‌ها توسط پوشش‌ها جلوگیری از کاهش وزن و تأخیر در چروکیدگی میوه‌ها از طریق بستن روزنه‌ها بود. بر اساس نتایج جدول ۱، تیمارهای با کاهش وزن کمتر، سفتی بافت بیشتری داشتند که با نتایج سایر محققان (۵، ۲۱، ۲۲) همسو است.

محتوی کلروفیل کل: محتوی کلروفیل کل میوه‌ها به عنوان شاخص رنگ سبز میوه فلفل دلمه‌ای و عاملی مؤثر در بازارپسندی میوه‌ها در پژوهش حاضر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد پس از ١٤ روز انبارمانی شاخص کلروفیل بدون تغییر بود؛ درحالی‌که پس از ۲۸ روز انبارمانی محتوای کلروفیل فلفل دلمه‌ای رو به کاهش یافت (جدول ۱). همچنین نتایج نشان داد پس از ۲۸ روز انبارمانی بین شاهد و تیمارهای ۲۵ و ۵۰ درصد ژل آلوئه‌ورا اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید، ولی سایر تیمارها بدون اختلاف معنی‌دار نسبت به یکدیگر دارای کلروفیل کل بیشتری نسبت به شاهد بودند (جدول ۱). کاهش تنفس و تأخیر در پیری توسط تیمارها باعث جلوگیری از تجزیه رنگیزه کلروفیل در میوه‌ها و حفظ رنگ سبز و بازارپسندی آن‌ها طی دوره نگهداری شد که با نتایج بگ‌نظری و همکاران (۵) مطابقت دارد. در گزارشی مشابه کاهش تعرق و تنفس میوه‌ها و همچنین کاهش رشد عوامل میکروبی توسط پوشش کیتوسان باعث کاهش تنش به میوه‌های فلفل دلمه‌ای و حفظ بازارپسندی و رنگ سبز آن‌ها طی دوره انبارداری شد (۲۱).

محتوی ویتامین ث و فنول کل میوه‌ها: با افزایش زمان انبارمانی، محتوی ویتامین ث نمونه‌ها به عنوان یکی از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی میوه فلفل دلمه‌ای کاهش یافت ولی تیمارهای آزمایش مشابه سایر صفات مورد بررسی باعث حفظ این ترکیب در میوه‌ها طی دوره انبارمانی شدند (جدول ۲). پس از ۲۸ روز انبارمانی تیمارهای حاوی صمغ عربی ۱۰ درصد دارای بیشترین محتوی ویتامین ث بودند و کمترین ویتامین ث (٦٤/٦٦ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن مرطوب) نیز در میوه‌های شاهد و سپس در تیمار ۲۵ درصد ژل آلوئه‌ورا (٦٨/٣٣ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن مرطوب) مشاهده گردید (جدول ۲). همچنین نتایج نشان داد که اگرچه ترکیبات فنولی با افزایش طول دوره انبارمانی کاهش یافتند ولی پس از ۲۸ روز انبارمانی کلیه تیمارها بجز تیمار ۲۵ درصد ژل آلوئه-ورا بخوبی باعث حفظ محتوی فنول کل میوه‌ها نسبت به شاهد شدند (جدول ۲). در دوره انبارمانی کمترین فنول کل مربوط به شاهد و تیمار ۲۵ درصد ژل آلوئه-ورا و بیشترین مربوط به تیمارهای آلوئه‌ورا ۵۰ درصد+ صمغ ۱۰ درصد، آلوئه‌ورا ۲۵ درصد+ صمغ ۱۰ درصد، آلوئه‌ورا ۲۵ درصد+ صمغ ۵ درصد و صمغ ۱۰ درصد بود؛ هرچند بین این تیمارها اختلاف معنی‌داری نیز مشاهده نگردید (جدول ۲).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- اثر تیمارهای پوششی مختلف بر کاهش وزن، بازارپسندی، مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، سفتی بافت و کلروفیل کل میوه‌های فلفل دلمه‌ای سبز

Table 1. Effect of different coating treatments on weight loss, marketability, TSS, TA, firmness and chlorophyll content of green bell fruits during storage

*مقایسه میانگین	شاهد	آلوئه‌ورا ٪۲۵	آلوئه‌ورا ٪۵۰	صمغ ٪۵	صمغ ٪۱۰	آلوئه‌ورا ٪۲۵+صمغ ٪۵	آلوئه‌ورا ٪۲۵+صمغ ٪۱۰	آلوئه‌ورا ٪۵۰+صمغ ٪۵	آلوئه‌ورا ٪۵۰+صمغ ٪۱۰
کاهش وزن (٪) Weight loss									
در برداشت	۰/۰۰ j	۰/۰۰ j	۰/۰۰ j	۰/۰۰ j	۰/۰۰ j	۰/۰۰ j	۰/۰۰ j	۰/۰۰ j	۰/۰۰ j
۱۴ روز انبار	۷/۳۶ g	۷/۰۵ g	۶/۵۲ gh	۵/۳۵ hi	۴/۴۲ i	۵/۰۵ hi	۴/۱۲ i	۵/۲۵ hi	۴/۱۰ i
۲۸ روز انبار	۱۴/۵۵ a	۱۳/۱۵ b	۱۳/۱۰ b	۱۱/۰۲ c	۸/۹۵ de	۱۰/۵۱ c	۸/۶۳ ef	۱۰/۲۰ cd	۷/۸۱ efg
بازارپسندی (٪) Marketability									
در برداشت	۱۰۰/۰۰ a	۱۰۰/۰۰ a	۱۰۰/۰۰ a	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰ a	۱۰۰/۰۰ a	۱۰۰/۰۰ a	۱۰۰/۰۰ a	۱۰۰/۰۰ a
۱۴ روز انبار	۷۰/۲۵ b	۷۳/۳۳ b	۹۸/۰۲ a	۹۹/۰۱ a	۹۹/۲۱ a	۹۹/۲۴ a	۱۰۰/۰۰ a	۱۰۰/۰۰ a	۱۰۰/۰۰ a
۲۸ روز انبار	۲۵/۱۴ d	۴۷/۱۵ c	۴۹/۱۶ c	۴۸/۶۶ c	۹۳/۶۶ a	۵۵/۲۳ c	۹۴/۱۰ a	۷۶/۱۳ b	۹۵/۰۰ a
مواد جامد محلول (٪) TSS									
در برداشت	۴/۱۵ fg	۴/۱۵ fg	۴/۱۵ fg	۴/۱۵ fg	۴/۱۵ fg	۴/۱۵ fg	۴/۱۵ fg	۴/۱۵ fg	۴/۱۵ fg
۱۴ روز انبار	۴/۴۹ de	۴/۴۳ def	۴/۴۰ def	۴/۲۸ efg	۴/۲۲ fg	۴/۲۳ fg	۴/۱۱ g	۴/۱۶ fg	۴/۲۱ fg
۲۸ روز انبار	۵/۵۰ a	۵/۴۹ a	۵/۰۶ b	۵/۰۱ b	۴/۶۶ cd	۴/۹۰ b	۴/۵۳ de	۴/۸۱ bc	۴/۴۰ def
اسیدیته قابل تیتراسیون (٪) TA									
در برداشت	۱/۳۹ a	۱/۳۹ a	۱/۳۹ a	۱/۳۹ a	۱/۳۹ a	۱/۳۹ a	۱/۳۹ a	۱/۳۹ a	۱/۳۹ a
۱۴ روز انبار	۱/۳۰ bc	۱/۲۶ cd	۱/۲۹ bc	۱/۲۵ cd	۱/۳۸ a	۱/۲۶ cd	۱/۴۱ a	۱/۲۵ cd	۱/۳۸ a
۲۸ روز انبار	۰/۹۳ gh	۰/۹۰ h	۱/۰۳ ef	۱/۰۰ fg	۱/۲۱ d	۱/۱۳ e	۱/۲۰ d	۱/۱۶ e	۱/۲۳ d
سفتی بافت (kg/m²) Firmness									
در برداشت	۳/۵۲ a	۳/۵۲ a	۳/۵۲ a	۳/۵۲ a	۳/۵۲ a	۳/۵۲ a	۳/۵۲ a	۳/۵۲ a	۳/۵۲ a
۱۴ روز انبار	۳/۳۰ ab	۳/۳۲ ab	۳/۳۰ ab	۳/۳۶ ab	۳/۳۹ ab	۳/۳۴ ab	۳/۴۰ ab	۳/۳۶ ab	۳/۴۰ ab
۲۸ روز انبار	۱/۵۵ e	۱/۷۰ e	۱/۷۶ e	۲/۰۰ de	۲/۴۵ cd	۲/۴۹ cd	۲/۵۷ c	۲/۵۰ cd	۲/۹۱ bc
محتوای کلروفیل کل (mg/L) Total chlorophyll content									
در برداشت	۶/۴۷ a	۶/۴۷ a	۶/۴۷ a	۶/۴۷ a	۶/۴۷ a	۶/۴۷ a	۶/۴۷ a	۶/۴۷ a	۶/۴۷ a
۱۴ روز انبار	۶/۰۰ abc	۶/۴۱ a	۶/۰۶ abc	۶/۴۵ a	۶/۱۳ abc	۶/۴۷ a	۶/۱۸ ab	۶/۴۶ a	۶/۱۷ ab
۲۸ روز انبار	۵/۲۶ d	۵/۶۱ bcd	۵/۴۶ cd	۵/۸۰ bc	۵/۷۵ bc	۵/۷۳ bcd	۵/۸۱ bc	۵/۸۳ bc	۶/۰۱ abc

* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

* Means with the similar letter in each row are not significantly different at $P < 0.05$ level according to Duncan's multiple range test.

ترکیبات فنولی یکی از مکانیسم‌های دفاعی سلول‌ها در مقابل عوامل نامساعد هستند که با پیشرفت پیری به تدریج کاهش می‌یابند (۲). پوشش‌های خوراکی با ایجاد اتمسفر تغییر یافته در اطراف میوه و حفظ دی اکسید کربن در سطحی بالاتر از حالت طبیعی باعث کاهش تنفس و میزان واکنش‌های اکسیداسیونی فنول‌ها با کاهش فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز می‌گردند و البته این اثر را با کاهش میزان اکسیژن در اطراف محصول نیز اعمال می‌کنند (۵). بنابراین حفظ بهتر ترکیبات فنولی و مقدار ویتامین ث در تیمارهای پوشش‌دار در پژوهش حاضر می‌تواند به کاهش اکسیداسیون سلولی مرتبط باشد. برخی محققان نشان دادند کیتوسان به‌عنوان یک پوشش خوراکی با القای فعالیت آنزیم‌های مرتبط منجر به

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش مقدار ترکیبات فنولی در گوجه‌فرنگی و فلفل دلمه‌ای و با کاهش میزان تنش در طول دوره انبارمانی باعث کاهش نشت یونی بافت میوه‌ها می‌شوند (۱۸، ۲۱، ۳۲) که با نتایج حاصل از پژوهش حاضر همسو می‌باشند.

ظرفیت آنتی‌اکسیدان کل: پس از ۲۸ روز انبارمانی بیشترین (۸۳ درصد) و کمترین (۵۷/٦٦ درصد) محتوی آنتی‌اکسیدان میوه‌ها به ترتیب در تیمار ترکیبی ژل آلوئه‌ورا ۵۰ درصد+ صمغ ۱۰ درصد و نمونه شاهد مشاهده شد (جدول ۲)؛ هرچند که بین شاهد و تیمار ژل آلوئه‌ورا ۲۵ درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. در مرتبه بعدی سایر تیمارهای ترکیبی و همچنین صمغ ۱۰ درصد از محتوی آنتی‌اکسیدان بیشتری نسبت به سایر تیمارها برخوردار بودند (جدول ۲). ویتامین ث (اسیدآسکوربیک) و ترکیبات فنلی از مهمترین ترکیبات آنتی‌اکسیدانی میوه فلفل دلمه‌ای محسوب می‌شوند و حفظ آن‌ها در طول دوره پس از برداشت منجر به بالا بردن ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها و حفظ کیفیت آن‌ها می‌گردد (۳۱). کاهش تبادلات گازی از جمله کاهش اکسیژن ورودی به میوه از طریق ایجاد لایه پوششی توسط پوشش‌های میوه منجر به کاهش اکسیداسیون اسیدها، فنل‌ها و سایر ترکیبات مانند اسیدآسکوربیک می‌گردد (۳۲)، که حفظ این ترکیبات آنتی‌اکسیدانی می‌تواند یکی از دلایل حفظ ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل میوه‌ها در تیمارها نسبت به نمونه‌های شاهد طی انبارمانی باشد. حفظ ترکیبات آنتی‌اکسیدانی توسط پوشش کیتوسان در میوه‌های فلفل دلمه‌ای (۲۱) و انگور رقم شاهرودی همسو با نتایج پژوهش حاضر بود.

نشت یونی میوه‌ها: به‌منظور تعیین میزان خسارت به بافت میوه‌ها طی دوره انبارمانی، نشت یونی بافت میوه‌ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش طول دوره انبارمانی و افزایش تنش به میوه‌ها، نشت یونی نیز افزایش یافت ولی تیمارهای آزمایش باعث کاهش تنش و نشت یونی میوه‌ها نسبت به شاهد شدند (جدول ۲). پس از ۲۸ روز انبارمانی کمترین نشت یونی (۱۵/۰۲ درصد) در تیمار ترکیبی ژل آلوئه‌ورا ۵۰ درصد+ صمغ عربی ۱۰ درصد مشاهده گردید؛ هرچند که اختلاف آن با تیمارهای ژل آلوئه‌ورا ۲۵ درصد+ صمغ عربی ۱۰ درصد و نیز صمغ عربی۱۰ درصد معنی‌دار نبود. همچنین بیشترین نشت یونی در دوره انبارمانی به ترتیب مربوط به شاهد (۲۸/۹۳ درصد) و ژل آلوئه‌ورا ۲۵ درصد (۲۵/۲۳ درصد) بود (جدول ۲). جلوگیری از کاهش وزن و به تأخیر انداختن پیری و کاهش تنش وارد شده به میوه‌ها از طریق حفظ ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و کاهش تنفس از مهمترین دلایل کاهش نشت یونی در میوه‌ها نسبت به نمونه‌های شاهد بود. بطور مشابه، زینگ و همکاران (۲۰۱۱) دریافتند استفاده از تیمارهای پوششی در طول دوره انبارمانی با کاهش تنش منجر به کاهش نشت یونی و حفظ بیشتر آنزیم کاتالاز و سایر ترکیبات آنتی‌اکسیدانی از جمله ویتامین ث، فنل کل در نتیجه افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نسبت به شاهد می‌گردد (۳۲). همچنین کاهش نشت یونی در میوه‌های فلفل دلمه‌ای توسط پوشش خوراکی کیتوسان گزارش شده است (۲۱).

فعالیت‌های آنزیمی: فعالیت آنزیم کاتالاز در روز ١٤ انبارمانی در بین تیمارها تغییرات معنی‌داری نداشت ولی پس از ۲۸ روز انبارمانی کاهش یافت. تیمارهای پوششی باعث حفظ این آنزیم نسبت به شاهد شدند؛ بطوریکه پس از ۲۸ روز انبارمانی بیشترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در تیمارهای آلوئه‌ورا ۵۰ درصد+ صمغ ۱۰ درصد، آلوئه‌ورا ۲۵ درصد+ صمغ ۱۰ درصد، و صمغ ۱۰ درصد مشاهده شد و کمترین میزان فعالیت نیز مربوط به شاهد (۱۲/۵۳ واحد آنزیمی در گرم وزن مرطوب) بود که اختلاف آن با

www.SID.ir

Archive of SID

تیمارهای ژل آلوئه‌ورا ۲۵ و ۵۰ درصد، صمغ عربی ۵ درصد و ژل آلوئه‌ورا ۲۵ درصد+ صمغ ۵ درصد معنی‌دار نبود (جدول ۲).

جدول ۲- اثر تیمارهای آزمایش بر محتوای ویتامین ث، فنل کل، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، نشت یونی و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز میوه‌های فلفل دلمه‌ای سبز در انبار

Table 2. Effect of treatments on vitamin C, total phenol, antioxidant capacity, EL, CAT and POD activity of green bell fruits during storage

*مقایسه میانگین	شاهد	آلوئه‌ورا ٪۲۵	آلوئه‌ورا ٪۵۰	صمغ ٪۵	صمغ ٪۱۰	آلوئه‌ورا ٪۲۵+صمغ ٪۵	آلوئه‌ورا ٪۲۵+صمغ ٪۱۰	آلوئه‌ورا ٪۵۰+صمغ ٪۵	آلوئه‌ورا ٪۵۰+صمغ ٪۱۰
ویتامین ث (Vit. C (mg/100g FW									
در برداشت	۱۰۱/۱۳^{a}	۱۰۱/۱۳	۱۰۱/۱۳^{a}	۱۰۱/۱۳^{a}	۱۰۱/۱۳^{a}	۱۰۱/۱۳^{a}	۱۰۱/۱۳^{a}	۱۰۱/۱۳^{a}	۱۰۱/۱۳^{a}
۱۴ روز انبار	۹۵/۰۳^{bc}	۹۵/۸۶^{b}	۹۶/۰۰^{b}	۹۷/۰۳^{ab}	۹۷/۲۶^{ab}	۹۶/۶۳^{ab}	۹۷/۱۰^{ab}	۹۶/۰۹^{b}	۹۸/۰۶^{ab}
۲۸ روز انبار	۶۴/۶۶^{i}	۶۸/۳۳^{hi}	۷۰/۰۰^{gh}	۷۳/۳۳^{fg}	۸۵/۳۳^{e}	۷۵/۰۰^{f}	۸۶/۶۶^{de}	۷۸/۰۰^{f}	۹۱/۳۳^{cd}
فنول کل (Total phenol (mg/100g FW									
در برداشت	۳۴/۷۶^{a}	۳۴/۷۶^{a}	۳۴/۷۶^{a}	۳۴/۷۶^{a}	۳۴/۷۶^{a}	۳۴/۷۶^{a}	۳۴/۷۶^{a}	۳۴/۷۶^{a}	۳۴/۷۶^{a}
۱۴ روز انبار	۳۱/۰۰^{c}	۳۴/۵۳^{ab}	۳۳/۰۰^{b}	۳۵/۰۱^{a}	۳۵/۱۶^{a}	۳۴/۱۱^{ab}	۳۳/۰۱^{b}	۳۴/۵۱^{ab}	۳۴/۱۰^{ab}
۲۸ روز انبار	۲۳/۳۳^{g}	۲۴/۶۶^{g}	۲۶/۰۰^{f}	۲۸/۰۳^{e}	۲۸/۶۶^{de}	۲۸/۳۳^{e}	۲۸/ ۶۶^{de}	۲۹/۱۰^{de}	۳۰/۱۳^{cd}
ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (٪) Antioxidant capacity									
در برداشت	۹۲/۰۶^{a}	۹۲/۰۶^{a}	۹۲/۰۶^{a}	۹۲/۰۶^{a}	۹۲/۰۶^{a}	۹۲/۰۶^{a}	۹۲/۰۶^{a}	۹۲/۰۶^{a}	۹۲/۰۶^{a}
۱۴ روز انبار	۸۷/۰۲^{b}	۸۶/۴۶^{bc}	۸۷/۳۳^{b}	۸۸/۰۰^{ab}	۸۹/۰۰^{ab}	۸۷/۳۳^{b}	۸۹/۰۰^{ab}	۸۸/۲۶^{ab}	۹۰/۰۳^{ab}
۲۸ روز انبار	۵۷/۶۶^{h}	۵۹/۲۱^{gh}	۶۱/۰۰^{g}	۶۸/۳۳^{f}	۷۶/۱۳^{de}	۷۴/۱۰^{e}	۷۸/۶۶^{d}	۷۷/۰۶^{de}	۸۳/۰۰^{c}
نشت یونی (٪) Electrolyte leakage									
در برداشت	۴/۷۵^{f}	۴/۷۵^{f}	۴/۷۵^{f}	۴/۷۵^{f}	۴/۷۵^{f}	۴/۷۵^{f}	۴/۷۵^{f}	۴/۷۵^{f}	۴/۷۵^{f}
۱۴ روز انبار	۹/۰۳^{d}	۸/۳۵^{d}	۸/۵۶^{d}	۷/۴۷^{de}	۷/۲۱^{de}	۷/۲۵^{de}	۶/۹۹^{de}	۷/۱۶^{de}	۶/۹۸^{de}
۲۸ روز انبار	۲۸/۹۳^{a}	۲۵/۲۳^{a}	۲۱/۳۲^{b}	۲۱/۱۶^{b}	۱۶/۶۴^{c}	۱۸/۹۳^{b}	۱۶/۴۰^{c}	۱۹/۰۳^{b}	۱۵/۰۲^{c}
فعالیت کاتالاز (Catalase activity (U. g^{-1})									
در برداشت	۲۸/۴۹^{a}	۲۸/۴۹^{a}	۲۸/۴۹^{a}	۲۸/۴۹^{a}	۲۸/۴۹^{a}	۲۸/۴۹^{a}	۲۸/۴۹^{a}	۲۸/۴۹^{a}	۲۸/۴۹^{a}
۱۴ روز انبار	۲۷/۴۱^{a}	۲۷/۲۷^{a}	۲۸/۱۲^{a}	۲۷/۲۸^{a}	۲۹/۷۶^{a}	۲۷/۹۴^{a}	۲۹/۷۸^{a}	۲۸/۸۲^{a}	۳۰/۱۲^{a}
۲۸ روز انبار	۱۲/۵۳^{e}	۱۴/۰۰^{de}	۱۴/۵۳^{de}	۱۶/۱۰^{de}	۲۰/۳۵^{bc}	۱۶/۲۸^{de}	۲۰/۱۸^{bc}	۱۷/۵۶^{cd}	۲۲/۲۱^{b}
فعالیت پراکسیداز (Peroxidase activity (U. g^{-1})									
در برداشت	۰/۳۲۱^{a}	۰/۳۲۱^{a}	۰/۳۲۱^{a}	۰/۳۲۱^{a}	۰/۳۲۱^{a}	۰/۳۲۱^{a}	۰/۳۲۱^{a}	۰/۳۲۱^{a}	۰/۳۲۱^{a}
۱۴ روز انبار	۰/۳۰۹^{a}	۰/۳۰۶^{a}	۰/۳۰۱^{a}	۰/۳۰۳^{a}	۰/۳۱۲^{a}	۰/۳۰۵^{a}	۰/۳۱۵^{a}	۰/۳۰۸^{a}	۰/۳۲۱^{a}
۲۸ روز انبار	۰/۰۹۸^{f}	۰/۱۲۱^{f}	۰/۱۳۰^{f}	۰/۱۶۸^{e}	۰/۲۲۰^{cd}	۰/۱۸۷^{de}	۰/۲۲۱^{cd}	۰/۱۹۲^{de}	۰/۲۵۷^{b}

* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

* Means with the similar letter in each row are not significantly different at P< 0.05 level according to Duncan's multiple range test.

نتایج مربوط به بررسی فعالیت آنزیم پراکسیداز مشابه آنزیم کاتالاز در طول دوره انبارمانی کاهش یافت. پس از ۲۸ روز انبارمانی بیشترین فعالیت آنزیم پراکسیداز در تیمار ترکیبی آلوئه‌ورا ۵۰ درصد+ صمغ ۱۰ درصد و کمترین نیز در شاهد و تیمارهای آلوئه‌ورا ۲۵ و ۵۰ درصد مشاهده شد. سایر تیمارها نیز دارای محتوی پراکسیداز بیشتری نسبت به شاهد بودند (جدول ۲). در شرایط تنش در گیاه بطور

www.SID.ir

Archive of SID

طبیعی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی از جمله آنزیم های کاتالاز، پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز افزایش می‌یابد. این ترکیبات با حذف رادیکال‌های آزاد موجب جلوگیری از خسارت به بافت‌های گیاهی می‌شوند (۱۶، ۳٤). ولی از آنجا که با قطع ارتباط بافت میوه با گیاه مادری و افزایش تنش در طول دوره انبارمانی، میزان مواد ذخیره‌ای و پیش‌ماده‌های آنتی‌اکسیدانی نیز کاهش می‌یابد، درنتیجه میزان آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و سایر ترکیبات در بافت میوه مشابه آنچه در پژوهش حاضر حاصل شد در طول دوره انبارمانی نسبت به زمان برداشت کاهش می‌یابد.

مشابه نتایج پژوهش حاضر، حفظ فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان طی زمان نگهداری در انبار در میوه‌های فلفل دلمه‌ای تیمار شده با پوشش کیتوسان (۲۱) و تیمارهای قبل از برداشت کلسیم و جیبرلین (۵) به کاهش تنفس و تنش میوه‌ها طی زمان نگهداری در انبار نسبت داده شد (۲۱).

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج پژوهش حاضر تیمارهای صمغ عربی ۱۰ درصد، آلوئه‌ورا ۲۵ درصد+ صمغ عربی ۱۰ درصد و آلوئه‌ورا ۵۰ درصد+ صمغ عربی ۱۰ درصد نسبت به نمونه‌های شاهد باعث حفظ کیفیت ظاهری و بیوشیمیایی میوه فلفل دلمه‌ای در طی نگهداری شدند. میوه‌های فلفل دلمه‌ای سبز در این تیمارها دارای کاهش وزن و نشت یونی کمتر و بازارپسندی، مواد جامد محلول، اسیدیته، فنول کل، کلروفیل کل، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، فعالیت کاتالاز و پراکسیداز بیشتری نیز بودند. بنابراین باتوجه به نتایج حاضر استفاده از تیمارهای پوشش‌دهی فوق به‌عنوان روشی کاربردی در فرایند انبارمانی و بازارسانی میوه فلفل دلمه‌ای سبز پیشنهاد می‌گردد.

سپاسگزاری

نویسندگان از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه ایلام برای حمایت مالی از پژوهش حاضر سپاسگزاری می‌کنند.

منابع

1. Ahmed, M.J., Singh, Z., and Khan, A.S. 2009. Postharvest *Aloe vera* gel-coating modulates fruit ripening and quality of 'Arctic Snow' nectarine kept in ambient and cold storage. International J. of Food Science and Technology. 44: 5.1024-1033.
2. Asghari, M.R., and Khalily, H. 2014. Effect of *Aloe vera* gel on polyphenol oxidas enzyme activity, quality attributes and storage life of sweet cherry fruit (*Prunus avium* cv. Siahe mashhad). J. of Horticulture Science. 28: 3.399-406. (In Persian).
3. Ali, A., Maqbool, M., Ramachandran, S., and Alderson, P.G. 2012. Gum arabic as anovel edible coating for enhancing shelf-life and improving postharvest quality of tomato (*Solanum lycopersicun* L.) fruit. Postharvest Biology and technology. 58: 1.42-47.
4. Anderson, D., Millar, J., and Weiping, W. 1991. Gum arabic (*Acacia senegal*): Unambiguous identification by 13 C-NMR spectroscopy as an adjunct to the revised jecfa specification, and the application of 13 CNMR spectra for regulatory/legislative pumposed. Food Additives and Contaminants. 8: 4.405-421.
5. Bagnazari, M., Saidi, M., Mohammadi, M., Khademi, O., and Nagaraja, G. 2018. Pre-harvest CaCl2 and GA3 treatments improve postharvest quality of green bell peppers (*Capsicum annum* L.) during storage period. Scientia Horticulturae. 240: 258–267
6. Bosland, P.W., and Votova, E.J. 2000. Pepper: vegetable and spice capsicums. CABI Publishing, Walling ford, UK. 204 P.
7. Cheng, G., Yang, E., Lu, W., Jia, Y., Jiang, Y., and Duan A. 2009. Effect of nitric oxide on ethylene synthesis and softening of banana fruit slice during ripening. J. of Agriculture Food Chemistry. 57: 13.5799–5804.

www.SID.ir

Archive of SID

8. Choudhury, S. and Panda, S.K. 2000. Role of salicylic acid in regulating cadmium induced oxidative stress in *oryza sativa* L. roots. J. of Plant Physiology. 30: 3.95-110.
9. Choi, S., and Chung, M. 2003. A review on the relationship between *Aloe vera* component and their biologic effects. Seminars in Integrative Medicine. 1: 53-62.
10. Cong, F., Zhang, Y., and Dong, W. 2007. Use of surface coatings with natamycin to improve the storability of Hami melon at ambient temperature. Postharvest Biology and Technology. 46: 1.71-75.
11. Creel, R.E. 2006. Effect of acacia gum on postharvest quality of cut flowers. Master of Science Thesis, Auburn, Alabama University, pp. 70.
12. Crisosto, C.H., Mitcham, E.J., and Kader, A.A. 1996. Peaches and nectarines recommendations for maintaining postharvest quality. Perishables Handling Newsletter. 86: 17–25.
13. Ding, C.K., Chachin, Y., Hamauzu, Y., and Imahori, Y. 1998. Effects of storage temperatures on physiology and quality of loquat fruit. J. of Postharvest Biology and Technology. 14: 309-315.
14. Finidokht, R., Asghari, M.R., and Shirzad, H. 2012. Effect of chitosan and calcium chloride to reduce postharvest rot and different quality attributes on Siah Mashhad sweetcherry. J. of Horticulture Science. 26: 4.378-384. (In Persian).
15. Heaney, R.P. 2000. Calcium, dairy products and osteoporosis. J. of the American College of Nutrition. 19: 2.83s-99s.
16. Jayaprakasha, G.K., Negi, P.S., Jena, B.S., and Rao, L.J.M. 2007. Antioxidant and antimutagenic activities of *Cinnamomum zeylanicum* fruit extracts. J. of Food Composition and Analysis. 20: 4.330–336.
17. Krokida, M., Pappa, A., and Agalioti, M. 2011. Effect of drying on Aloe's functional components. 11th International Congress on Engineering and Food (ICEF11). Procedia Food Science. 1: 1523-1527.
18. Liu, J., Tian, S., Meng, X., and Xu, Y. 2006. Effect of chitosan on control of postharvest diseases and physiological responses of tomato fruit. Postharvest Biology and Technology. 44: 3.300-306.
19. Macheix, J.J. 1970. Role de different factures intervenant dans le brunissement enzymatique des pommes pendant lacroissance. Physiology Vegetable. 8: 585-592.
20. Miliauskas, G., Venskutonis, P.R., and Van Beek, T.A. 2004. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. Food Chemistry. 85: 2.231-237.
21. Mohammadi, M., Khademi, O., Saidi, M., and Bazgir, M. 2016. Postharvest quality preservation and control of fungal rot in sweet pepper using chitosan edible coating. J. of Plant Process and Function. 5: 16.17-26. (In Persian).
22. Mohammadi, M., Fatahi, S., Saidi, M., Mirzaei, M., and Sajedinia, H. 2015. The effect of Arabic gum coating on qualitative and organoleptic properties of *Agaricus bisporus* L. The First National electronic conference on new topics in horticulture – Jahrom. (In Persian)
23. Mostofi, Y., Dehestani Ardakani, M., and Razavi, S.H. 2011. The effect of chitosan on postharvest life extension and qualitative characteristics of table grape "Shahroodi". Iranian Journal of Food Science and Technology. 8: 31.93-104.
24. Navarro, D., Diaz-Mula, H.M., Guillen, F., Zapata, P. J., Castillo, S., Serrano, M., Valero, D., and Martínez-Romero, D. 2010. Reduction of nectarine decay caused by *Rhizopus stolonifer*, *Botrytis cinerea* and *Penicillium digitatum* with *Aloe vera* gel alone or with the addition of thymol. International J. of Food Microbiology. 57: 183-188.
25. Perez-Gago, M.B., Rojas, C., and Del-Rio, M.A. 2003. Effect of hydroxypropyl methylcellulose-lipid edible composite coatings on plum quality during storage. Postharvest Biology and Technology. 10: 1005-1016.
26. Ranganna, S. 1997. Manual of analysis of fruit and vegetable products, Tata McGraw Hill Publishing Company, India. 634 P.
27. Serrano, M., Martınez-Romero, D., Castillo, S., Guillen, F., and Valero, D.

www.SID.ir

Archive of SID

2004. Role of calcium and heat treatments in alleviating physiological changes induced by mechanical damage in plum. Postharvest Biology and Technology. 34: 2.155–167.

28. Rabea Entsar, I., Badawy Mohamed, E.T., Christian, V., Guy, S., and Steurbaut, W. 2003. Chitosan as antimicrobial agent: Aplication and mode of action. Biomacromolecules. 4: 6.1457-1465.
29. Shabani, T., Peyvast, G., and Olfati, J. 2011. Effect of different substrates on quantitative and qualitative traits of three pepper cultivars in soilless culture. J. of Science and Technology of Greenhouse Culture. 2: 2.11-21. (In Persian).
30. Sakaldas, M., and Kaynas, K. 2010. Biochemical and quality parameters changes of green sweet bell peppers as affected by different postharvest treatments. African J. of Biotechnology. 9: 8174-8181.
31. Sudarshan, N., Hoover, D., and Aknorr, D. 1992. Antibacterial action of chitosan. Food Biotchnology. 6: 3.257-272.
32. Xing, Y., Li, X., Xu, Q., Yun, J., Lu, Y., and Tang, Y. 2011. Effects of chitosan coating enriched with cinnamon oil on qualitative properties of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). Food Chemistry. 124: 4.1443-1450.
33. Valverde, J.M., Valero, D., Martinez-Romero, D., Guillen, F., Castillo, S., and Serrano, M. 2005. Novel coating based on *Aloe vera* gel to maintain table grape quality and safety. J. of Agriculture and Food Chemistry. 53: 20.7807–7813
34. Xu, W.T., Peng, X.L., Luo, Y.B., Wang, J., Guo, X., and Huang, K.L. 2009. Physiological and biochemical responses of grape fruit seed extract dip on 'Red globe' grape. LWT-Food Science and Technology. 42: 2.471–476.
35. Zarbakhsh, S., and Rastgar, S. 2017. The effect of Arabic acid and Arabic gum on some qualitative and quantitative characteristics of the Indian side during our storage. J. of Food Technology and Nutrition. 14: 2.87-98. (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

EJFPP, Vol. 12 (2): 39-52
http://ejfpp.gau.ac.ir

Effect of *Aloe vera* gel and *Arabic gum* coating on quality characteristics of green bell peppers (*Capsicum annuum* L.) during storage

M. Mohammadi[1], M.Saidi[2*]
[1]Ph.D student of Ornamental plants, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Zanjan
[2]Associate professor of Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ilam University
Received: 2019/03/02; Accepted: 2019/07/06

Abstract

Introduction: *Capsicum annuum* L. fruits contains large amounts of natural antioxidants and essential substances such as vitamin C, carotenoids, phenolic compounds, and minerals especially potassium. apparent quality of the crops, such as the shape, color, size, freshness, lack of physiological disorders and storage diseases, have crucial role in the marketability of green bell peppers. Therefore, this crop always requires a solution to reduce wastes and maintain marketability at postharvest. One of the methods of horticultural crops' waste reduction is the use of edible and non-edible coatings that due to changes in gas and gas exchanges with the surrounding environment caused a delay in quality loss of the products and consequently longer postharvest shelf-life.

Background and objectives: In order to reduce the waste and preserve the quality of green bell peppers ("*California Wonder*" cultivar), a factorial experiment design was performed at the University of Elam at 2018. Experimental treatments were included *Aloe vera* gel 25% and 50%, Arabic gum 5% and 10%, *Aoe vera* 25%+Arabic gum5%, *Aloe vera* 25% + Arabic gum10*%, Aloe Vera* 50%+Arabic gum 5%, *Aloe vera* 50% + Arabic Gum 10% as immersion coating solutions and control. The effects of coating treatments on the green bell pepper characteristics was investigated during 14 and 28 days of storage at 10°C and 90% RH.

Results and Discussion: The results showed that with increasing the storage period, the quality and marketability of pepper fruits decreased, but *Arabic gum* and *Aloe vera* coating maintained the quality and marketability of green bell peppers during the storage. In the present study, Arabic gum10%, *Aloe vera* 25% + Arabic gum 10% and *Aloe vera* 50% + Arabic gum 10% treatments were more effective in most of the characteristics and maintenance of green bell peppers quality during storage. These treatments showed less weight loss and ion leakage compared to other treatments. Moreover, marketability, total soluble solids, titratable acidity, total phenol, total antioxidant capacity, total chlorophyll and activity of catalase and peroxidase were preserved during 28 days of storage. Arabic gum 10%, probably due to forming a thick layer and therefore fewer fruit exchanges with the surrounding atmosphere, showed the most preservative efficiency among different coating formulations.

Conclusion: According to the results, Arabic gum 10% alone or in combination with *Aloe vera* gel 25 and 50 (%) are recommended as suitable coating solutions for waste reduction and maintenance of green bell peppers quality and marketability during storage.

Keywords: Marketability, Postharvest, Edible Coating, Green bell peppers, Weight loss.

[*]Corresponding author: m.saidi@ilam.ac.ir

www.SID.ir