



به زراعی کشاورزی

دوره ۱۸ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۵
صفحه‌های ۵۹۵-۶۰۸

اثر پوشش کیتوسان و تیمار آب گرم بر خصوصیات پس از برداشت میوه فلفل دلمه‌ای

فرزانه خیری^۱، طاهر برزگر^۲، زهرا قهرمانی^{۳*} و ولی ربیعی^۴

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشگاه زنجان، زنجان - ایران
۲ و ۳. استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان - ایران
۴. دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان - ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۸/۰۶

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۴/۰۴/۲۱

چکیده

به منظور بررسی اثر کیتوسان و تیمار آب گرم بر انبارمانی و کیفیت میوه فلفل دلمه‌ای رقم پاکس آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل کیتوسان در چهار سطح ۰، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد و تیمار آب گرم در سه سطح ۲۰، ۴۵ و ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ دقیقه و دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ ثانیه بود که میوه‌ها به مدت ۱۲، ۲۴ و ۳۵ روز در دمای ۱±۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۵ درصد در سردخانه نگهداری شدند. نتایج نشان داد پوشش کیتوسان تأثیر معنی‌داری بر کیفیت میوه و میزان ویتامین ث داشت. تیمار میوه‌ها با کیتوسان ۲ درصد، کاهش مواد جامد محلول، سفتی، کیفیت ظاهری، وزن میوه و ویتامین ث را به طور معنی‌داری به تأخیر انداخت. تیمار آب گرم تأثیر معنی‌داری بر کیفیت میوه داشت. غوطه‌ور کردن میوه‌ها در آب گرم ۴۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ دقیقه موجب حفظ کیفیت ظاهری، سفتی میوه و میزان اسیدپسته شده و فعالیت آنزیم کاتالاز و پراکسیداز را افزایش داد. تیمار آب گرم ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ ثانیه موجب خسارت میوه و کاهش کیفیت شد. طبق نتایج حاصل، تیمار کیتوسان ۲ درصد و آب گرم ۴۵ درجه سانتی‌گراد بهترین تأثیر را در حفظ کیفیت داشتند.

کلیدواژه‌ها: اسیدپسته، آنزیم پراکسیداز، آنزیم کاتالاز، سفتی، مواد جامد محلول

۱. مقدمه

فلفل دلمه‌ای (*Capsicum annuum* L.) یکی از مهم‌ترین سبزی‌های تجاری است. با این حال، یک سبزی فاسدشدنی با عمر کوتاه و حساسیت بالا به بیماری‌های قارچی است [۴۰]. فلفل دلمه‌ای در مرحله سبزی بالغ برداشت می‌شود و برای جلوگیری از خطر آسیب سرمازدگی توصیه می‌شود در دمای ۷/۵ درجه سانتی‌گراد یا بالاتر نگهداری شود [۲۹]. این محصول به دلیل داشتن نسبت سطح به حجم زیاد، افت رطوبتی بسیار بالایی نسبت به سایر محصولات دارا می‌باشد.

از جمله مشکلات پس از برداشت فلفل دلمه‌ای، کاهش کیفیت، خسارت سرمازدگی در شرایط نگهداری در دمای زیر هفت درجه سانتی‌گراد، نرم شدن و پلاسیدگی سریع در اثر کاهش فشار تورگر و فروپاشی ساختمان نشاسته و تغییرات شیمیایی در دیواره سلولی می‌باشد [۳۷]. تغییر رنگ در طی انبارمانی، کاهش سفتی، تغییرات کیفی در متابولیت‌های میوه و آلودگی‌های قارچی باعث افزایش ضایعات و کاهش بازارپسندی این محصول در انبار می‌شود [۱۲]. ضایعات به طور عمده ناشی از آسیب‌های مکانیکی حاصل از حمل و نقل نامناسب، استفاده از روش‌های انبارداری سنتی، یا در اثر تعرق شدید به دلیل عدم استفاده از سردخانه و انبار نامناسب است که در نهایت موجب حمله عوامل مختلف بیماری‌زا و فساد محصول می‌شود [۴۴].

کاربرد برخی از روش‌ها قبل از انبار میوه، باعث بهبود کیفیت میوه شده و با این روش می‌توان میوه را به مدت طولانی‌تر در انبار نگهداری نمود. یکی از دستاوردهای بالقوه برای افزایش قابلیت نگهداری این محصولات فاسدشدنی، به‌کارگیری پوشش‌های خوراکی روی سطح همراه با نگهداری در دمای پایین می‌باشد [۳۵]. تقاضای مصرف‌کننده برای محصولات با کیفیت بالا، نیاز

تولیدکنندگان به روش‌های جدید ذخیره‌سازی، توجه به حفظ محیط زیست از جمله عوامل مؤثر در استفاده از پوشش‌های خوراکی می‌باشند [۱۲]. پوشش‌های خوراکی می‌توانند به عنوان سدهای محافظتی برای کاهش میزان تنفس و تعرق از طریق سطح میوه به‌کار روند و کیفیت بافت میوه را حفظ نمایند. پوشش میوه‌ها با فیلم نیمه تراوا معمولاً برای به تأخیر انداختن رسیدگی توسط تعدیل نسبت CO_2/O_2 درونی و سطح اتیلن میوه‌ها نشان داده شده است [۹].

کیتوسان^۱ از ترکیبات طبیعی و یک پوشش پلی‌ساکاریدی جدید خوراکی است که در افزایش عمر انبارمانی محصولات باغبانی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۵]. کاربرد کیتوسان به عنوان بهترین ماده پوششی خوراکی در انبه با به حداقل رساندن کاهش وزن، چروکیدگی و افزایش میزان اسید آسکوربیک باعث حفظ کیفیت و طول عمر قفسه‌ای میوه و حفاظت از میوه در مقابل عوامل بیماری‌زا شد [۵]. کیتوسان در پس از برداشت خربزه درختی کنترل مؤثری در کاهش وزن، حفظ سفتی، به تأخیر انداختن تغییر رنگ پوست، میزان مواد جامد محلول و اسیدیته در طی پنج هفته انبارمانی داشت [۷]. ترکیب کیتوسان با اسانس دارچین، یک پوشش مناسب برای حفظ کیفیت فلفل شیرین است [۴۲]. کیتوسان به عنوان یک پوشش می‌تواند با افزایش فعالیت آنزیم‌های دفاعی مانند فنیل آلانین آمینولیا، کیتیناز و گلوکیناز موجب حفظ کیفیت میوه‌ها شود [۴۵].

کاربرد تیمارهای گرمایی نیز امروزه در گستره وسیعی از محصولات جهت کنترل عوامل بیماری‌زای قارچی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۳]. فرو بردن فلفل شیرین قرمز در آب گرم ۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت سه دقیقه به طور قابل توجهی پوسیدگی ناشی از قارچ‌های بوتریتیس^۲ و آلترناتیا^۳ را کاهش داد [۱۸]. تیمار آب گرم ۴۵ درجه

1. Chitosan
2. Botryotinia
3. Alternata

گرفت. سپس میوه‌ها در سردخانه در شرایط دمایی هشت درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۵ درصد نگهداری شدند و با فاصله زمانی ۱۲، ۲۴ و ۳۵ روز پس از شروع انبارمانی، میوه‌ها برداشت گردید و صفات کمی و کیفی میوه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت.

جهت اندازه‌گیری مواد جامد محلول کل ابتدا عصاره میوه‌ها تهیه شد و سپس مقدار مواد جامد محلول با استفاده از رفراکتومتر دستی مدل (ATAGO Brixo-%32) برحسب درصد بریکس قرائت شد [۱]. برای اندازه‌گیری سفتی بافت میوه، از سفتی‌سنج دستی (مدل McCormic FT 327) با نوک هشت میلی‌متر ساخت کشور ایتالیا استفاده شد. سه قسمت مشخص بافت میوه انتخاب و نوک دستگاه به داخل بافت میوه فشار داده شد و میزان سفتی برحسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع قرائت گردید [۴]. کیفیت ظاهری میوه براساس پوسیدگی از ۱ تا ۴ به صورت ۱- بد، ۲- متوسط، ۳- خوب و ۴- عالی مورد ارزیابی قرار گرفت [۳]. برای اندازه‌گیری اسید قابل تیتراسیون، از روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال استفاده شد. ابتدا عصاره میوه تهیه شد و سپس با آب مقطر غلظت ۱۰ درصد آن تهیه شد. مقدار ۲۰ سی‌سی از آب میوه ۱۰ درصد در ارلن مایر ریخته شده و ۲ تا ۳ قطره معرف فنل فتالین به آن اضافه گردید و با استفاده از سود تیتر شد [۴]. برای اندازه‌گیری اسید آسکوربیک (ویتامین ث) از روش یدومتریک [۲] و برای اندازه‌گیری کلروفیل کل از روش آرنون [۸] استفاده شد. فعالیت آنزیم پراکسیداز با استفاده از روش چنس و مهلی [۱۰] و فعالیت آنزیم کاتالاز با استفاده از روش ایبی [۶] اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری (Institute Inc., SAS (Cary, NC, USA) آنالیز و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام شد.

سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه باعث کاهش خسارت سرمزدگی و حفظ کیفیت میوه‌های سبز بالغ گوجه‌فرنگی شد [۲۶].

هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی اثرات کیتوسان همراه با تیمار آب گرم بر کاهش پوسیدگی و حفظ کیفیت میوه و بهبود عمر انبارمانی پس از برداشت میوه فلفل دلمه‌ای بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در آزمایشگاه‌های گروه علوم باغبانی دانشگاه زنجان در سال ۱۳۹۳ انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل پوشش کیتوسان در چهار غلظت (۰، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد) و تیمار آب گرم در سه سطح دمایی (۲۰، ۴۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ دقیقه و دمایی ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ ثانیه) بود. میوه‌های سبز بالغ و هم‌اندازه در تابستان ۱۳۹۳ از مزرعه تجاری واقع در شهرستان طارم از توابع استان زنجان برداشت گردید. ابتدا میوه‌ها با آب مقطر شستشو شدند و پس از خشک کردن تیمارها اعمال شد.

برای تهیه غلظت‌های ذکر شده کیتوسان (ساخت شرکت مرک آلمان) از حلال اسید استیک یک درصد استفاده گردید [۴۲]. در نهایت با استفاده از سود یک نرمال pH محلول روی ۵/۵ تنظیم گردید. میوه‌ها به مدت یک دقیقه در سطوح مختلف کیتوسان غوطه‌ور شدند. به منظور تیمار آب گرم، میوه‌ها به مدت ۲ دقیقه در آب گرم ۲۰ و ۴۵ درجه‌سانتی‌گراد و ۲۰ ثانیه در آب گرم ۶۰ درجه سانتی‌گراد غوطه‌ور شدند. برای تیمار اثرات متقابل ابتدا تیمار آب گرم و سپس تیمار کیتوسان اعمال شد. پس از اعمال تیمارهای مختلف و خشک شدن میوه‌ها، میوه‌ها توزین و به میزان شش عدد درون ظروف پلاستیکی قرار

نتایج و بحث

سفتی بافت میوه

زمان انبارمانی، کیتوسان و تیمار آب گرم بر میزان سفتی بافت میوه اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ۱). بیشترین میزان سفتی بافت میوه (۱/۸) کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع) در میوه‌های نگه‌داری شده در دو بازه زمانی ۱۲ و ۲۴ روز به‌دست آمد (جدول ۲). کیتوسان باعث حفظ سفتی بافت میوه گردید و بیشترین میزان سفتی میوه (۲/۰۹ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع) در میوه‌های تیمار شده با کیتوسان ۲ درصد و کمترین مقدار (۱/۳) کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع) در میوه‌های شاهد بدون پوشش کیتوسان حاصل شد (جدول ۲).

در توت‌فرنگی‌های انبار شده نیز پوشش کیتوسان موجب حفظ سفتی میوه گردید [۴۱]. کاهش تنفس و اتلاف آب محصول موجب حفظ استحکام و سفتی میوه در طی انبارمانی می‌شود که کاربرد یک پوشش مناسب مانند کیتوسان به این امر کمک می‌کند، این پوشش با ایجاد یک لایه نیمه نفوذپذیر از تبادل گازها به میزان زیاد جلوگیری

کرده و موجب کاهش تنفس میوه می‌شود. با کاهش میزان تنفس فرآیند نرم شدن میوه به تأخیر می‌افتد [۱۵].

در بین سطوح مختلف تیمار آب گرم، بیشترین میزان سفتی بافت میوه (۱/۷۷ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع) در میوه‌های تیمار شده با آب گرم ۴۵ درجه سانتی‌گراد به مدت دو دقیقه مشاهده شد (جدول‌های ۱ و ۲). تیمار گرمایی فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده دیواره سلولی را کاهش داده و گسیختگی دیواره سلولی را به تأخیر می‌اندازد [۳۱]. فرآیند نرم شدن میوه‌های تیمار شده با گرما تا حد قابل ملاحظه‌ای کاهش پیدا می‌کند [۱۴]. اثرات گسترده تیمار گرمایی بر فعالیت آنزیم‌های زوال دیواره سلولی می‌تواند منجر به کاهش سرعت حل شدن پکتین‌ها و افزایش تعداد جایگاه‌های فرضی تشکیل پل‌های کلسیم در دیواره سلولی شود. درحقیقت، توقف محلول شدن پلیمرهای پکتینی که نتیجه تیمار گرمایی است، می‌تواند از طریق مختل کردن عملکرد آنزیم‌های تخریب‌کننده دیواره سلولی و کاهش فعالیت‌های آنزیم‌های تولید اتیلن، سفتی میوه را حفظ کند [۳۶].

جدول ۱. تجزیه واریانس اثر کیتوسان، آب گرم و زمان انبارمانی بر صفات کیفی میوه فلفل دلمه‌ای رقم باکس

منابع تغییرات	df	سفتی	مواد جامد محلول	ویتامین ث	کیفیت ظاهری	اسیدیته	کلروفیل کل	آنزیم کاتالاز	آنزیم پراکسیداز
زمان انبارداری	۲	۱/۴۹**	۳۶/۵۷**	۳۰۸۰/۵۴**	۳۱/۵۸**	۱/۳۴**	۰/۰۰۹**	۶/۲۶**	۲۲۸/۳۰**
کیتوسان	۳	۳/۰۰**	۲۰/۳۷**	۵۱۱۹/۵۵**	۱/۸۹**	۰/۰۱۸ ^{ns}	۰/۰۰۵**	۱۵/۲۱**	۳۰۷/۵۶**
آب گرم	۲	۰/۳۵**	۲/۰۵**	۲۳۳/۶۹**	۴/۵۳**	۰/۰۰۶*	۰/۰۰۰۷**	۰/۴۱**	۱۲/۹۶**
زمان × کیتوسان	۶	۰/۰۰۷ ^{ns}	۰/۴۶**	۷۷/۲۵**	۰/۵۸**	۰/۰۱۱ ^{ns}	۰/۰۰۴**	۲/۷۵**	۸۹/۰۹**
زمان × آب گرم	۴	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۱۲ ^{ns}	۸/۱۲ ^{ns}	۱/۰۷**	۰/۰۱۳ ^{ns}	۰/۰۰۲**	۰/۰۲۶ ^{ns}	۰/۷۱۷ ^{ns}
کیتوسان × آب گرم	۶	۰/۰۰۲**	۰/۰۷۹ ^{ns}	۹/۹۱۸ ^{ns}	۰/۴۲*	۰/۱۱**	۰/۰۰۰۷**	۱/۰۹**	۳۰/۴۷**
زمان × کیتوسان × آب گرم	۱۲	۰/۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۵۴ ^{ns}	۵/۰۱ ^{ns}	۰/۲۳۶ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۰۱**	۰/۰۳۴ ^{ns}	۱/۴۷۸ ^{ns}
خطا	۷۲	۰/۰۰۷	۰/۰۵	۷/۷۵۲	۰/۱۷۵	۰/۰۱۲	۲/۶۳	۰/۰۴۱	۱/۵۸۹
ضریب تغییرات (%)		۵/۱۶	۴/۰۷۹	۶/۱۲۶	۱۴/۲۴۵	۸/۸۰۹	۴/۴۰۴	۶/۲۷۹	۱۱/۱۸۴

** - معنی‌دار در سطح یک درصد، * - معنی‌دار در سطح پنج درصد، ns - عدم اختلاف معنی‌دار

اثر پوشش کیتوسان و تیمار آب گرم بر خصوصیات پس از برداشت میوه فلفل دلمه‌ای

جدول ۲. مقایسه میانگین اثرات ساده زمان انبارمانی، کیتوسان، آب گرم بر سفتی بافت میوه، مواد جامد محلول، کلروفیل کل، ویتامین ث، کیفیت ظاهری، اسیدیته قابل تیتراسیون، فعالیت آنزیم کاتالاز و پراکسیداز در میوه فلفل دلمه‌ای رقم پاکس

فعالیت آنزیم پراکسیداز (units.g ⁻¹ .FW.min ⁻¹)	فعالیت آنزیم کاتالاز μmol H ₂ O ₂ .g ⁻¹ . (FW.min ⁻¹)	اسید قابل تیتراسیون (gr.100ml ⁻¹)	کیفیت ظاهری	ویتامین ث (mg.100ml ⁻¹)	کلروفیل کل (mg.g ⁻¹ .FW)	مواد جامد محلول(B) ^{°C}	سفتی بافت میوه (kg.cm ⁻²)	تیمارهای آزمایشی
۲۲/۲۳ ^a	۲/۶۳ ^a	۱/۴۳ ^a	۳/۹۷ ^a	۴۰/۱۱ ^b	۰/۱ ^a	۶/۴۸ ^a	۱/۷۹ ^a	۱۲
۱۸/۲۵ ^c	۱/۸۱ ^c	۱/۶۹ ^b	۲/۷۶ ^b	۵۶/۱۳ ^a	۰/۰۷ ^b	۵/۶۰ ^b	۱/۸۹ ^a	۲۴
۲۱/۳۹ ^b	۲/۰۸ ^b	۱/۰۵ ^c	۲/۱۳ ^c	۴۰/۱۱ ^b	۰/۰۷ ^b	۴/۴۷ ^c	۱/۴۴ ^b	۳۵
۱۶/۹۸ ^c	۱/۱۱ ^d	۱/۲۵ ^d	۲/۸۷ ^b	۲۷/۲۵ ^d	۰/۰۶ ^d	۴/۵۶ ^d	۱/۳۲ ^d	۰
۲۰/۹۸ ^b	۲/۲۴ ^c	۱/۲۶ ^a	۲/۸۷ ^b	۴۲/۹۰ ^c	۰/۰۸ ^b	۵/۱۳ ^c	۱/۵۱ ^c	۱
۲۰/۶۲ ^b	۲/۵۳ ^b	۱/۶۹ ^a	۲/۸۸ ^b	۵۰/۸۲ ^b	۰/۰۹ ^a	۵/۸۱ ^b	۱/۸۷ ^b	۱/۵
۲۵/۲۳ ^a	۲/۸۲ ^a	۱/۲۲ ^a	۳/۳۳ ^a	۵۹/۸۳ ^a	۰/۰۸ ^c	۶/۵۷ ^a	۲/۰۹ ^a	۲
۲۰/۸۹ ^b	۲/۰۸۹ ^b	۱/۳ ^a	۲/۶۳ ^c	۴۳/۶۸ ^b	۰/۰۸۴ ^a	۵/۷۶ ^a	۱/۶۶ ^b	آب گرم (درجه سانتی‌گراد)
۲۲/۵۶ ^a	۲/۴۹ ^a	۱/۲۶ ^{ab}	۳/۳۳ ^a	۴۸/۳۷ ^a	۰/۰۷ ^b	۵/۲۸ ^c	۱/۸۷ ^a	۲۰ (مدت ۲ دقیقه)
۱۹/۴۳ ^c	۱/۹۵ ^c	۱/۲۱ ^b	۲/۸۶ ^b	۴۴/۳۶ ^b	۰/۰۸ ^a	۵/۵۱ ^b	۱/۵۸ ^c	۲۵ (مدت ۲ دقیقه)
								۶۰ (مدت ۲۰ ثانیه)

میانگین‌های صفات که در هر ستون دارای حروف مشابه هستند، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد هستند.

کیفیت ظاهری میوه

با افزایش زمان انبارمانی کیفیت ظاهری میوه کاهش یافت. بیشترین میزان کیفیت ظاهری (۳/۹۷۲) در میوه‌های نگهداری شده تا ۱۲ روز مشاهده شد. با رسیدن میوه میزان تنفس افزایش می‌یابد و با افزایش تنفس از کیفیت میوه کاسته می‌شود [۲۲]. مطابق جدول تجزیه واریانس بین غلظت‌های مختلف کیتوسان اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر کیفیت ظاهری مشاهده شد (جدول ۱). کیتوسان اثر مطلوبی بر حفظ کیفیت ظاهری داشت و بیشترین میزان کیفیت ظاهری (۳/۳۳) در میوه‌های تیمار شده با کیتوسان ۲ درصد حاصل شد (جدول ۲).

پوشش‌های خوراکی می‌توانند به عنوان سدهای محافظتی برای کاهش میزان تنفس و تعرق از طریق سطح میوه به کار روند، رشد میکروبی و تغییرات رنگ را به تأخیر اندازند و کیفیت بافت میوه را بهبود بخشند [۹]. آب جهت حفظ فشار تورژسانس سلول ضروری است و تغییرات متابولیکی می‌تواند سبب سرعت بخشیدن به فرآیند پیری در نتیجه کاهش آب شود. پوشش‌های خوراکی همچون کیتوسان، سرعت تلفات آب را با تشکیل مانعی بر روی میوه کاهش می‌دهند و از پوسیدگی بافت جلوگیری می‌کنند [۳۴].

بین میوه‌های شاهد و میوه‌های تیمار شده با آب گرم از نظر کیفیت ظاهری اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱) و میوه‌های تیمار شده با آب گرم ۴۵ درجه سانتی‌گراد بیشترین میزان کیفیت ظاهری را داشتند (جدول ۲). ممکن است تیمار گرمایی با بازدارندگی فرایند رسیدگی، القای مقاومت به سرمازدگی و آسیب‌های خارجی پوست در حین انبارمانی موجب افزایش انبارمانی محصول شود. کیفیت محصول تازه‌ای که در معرض گرما و زمان گرمادهی مناسب قرار گرفته است در حد قابل ملاحظه‌ای بهتر از محصولات گرما ندیده بود. تیمار آب

گرم ۶۰ درجه سانتی‌گراد تأثیر کمتری در حفظ کیفیت میوه داشت. با افزایش دما ممکن است حساسیت بافت بیشتر شود و پارامترهای مربوط به کیفیت میوه تحت تأثیر قرار بگیرد و اثر منفی بر حفظ کیفیت داشته باشد [۳].

مواد جامد محلول کل (TSS)

مطابق جدول تجزیه واریانس اثر مستقل کیتوسان، آب گرم، مدت زمان انبارمانی و اثر متقابل زمان در کیتوسان بر میزان مواد جامد محلول در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). با گذشت مدت زمان انبارمانی میزان مواد جامد محلول کاهش یافت. بیشترین مقدار مواد جامد محلول (۶/۴۸ درصد) در میوه‌های نگه‌داری شده تا ۱۲ روز به دست آمد (جدول ۲).

کاهش میزان مواد جامد محلول کل در طی انبارمانی می‌تواند به دلیل افزایش سرعت تنفس و اکسایش قندها به دی‌اکسید کربن و آب باشد [۳۸]. بیشترین مقدار مواد جامد محلول (۶/۵۷ درصد) در میوه‌های تیمار شده با کیتوسان ۲ درصد حاصل شد (جدول ۲). کیتوسان یک لایه نیمه نفوذپذیر ایجاد کرده که تبادلات گازی را تنظیم نموده و تعرق را کاهش می‌دهد و با کاهش سرعت تنفس فرآیند رسیدن میوه را کند می‌کند. کاهش میزان تنفس موجب حفظ مواد جامد محلول می‌شود [۳۸].

تیمار آب گرم باعث کاهش میزان مواد جامد محلول میوه‌ها گردید و بیشترین میزان مواد جامد محلول (۵/۷۶ درصد) در میوه‌های شاهد به دست آمد (جدول ۲). با این وجود، تیمار آب گرم ۴۵ درجه سانتی‌گراد موجب حفظ بیشتر مواد جامد محلول کل نسبت به آب گرم ۶۰ درجه سانتی‌گراد شد. در واقع با کاهش سرعت تنفس موجب حفظ مواد جامد محلول شد که با دیگر تحقیقات بر روی انار مطابقت داشت [۳۳].

اسید قابل تیتراسیون (TA)

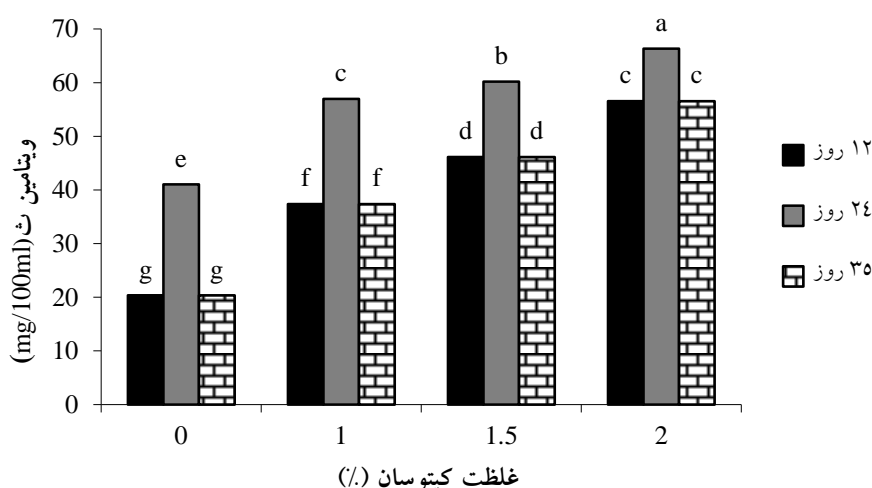
زمان انبارمانی بر میزان TA اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ۱). بیشترین میزان (۱/۴۳TA) گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) در میوه‌های نگهداری شده تا ۱۲ روز و کمترین میزان (TA ۱/۰۵) گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) در میوه‌های نگهداری شده تا ۳۵ روز مشاهده شد (جدول ۲). با گذشت زمان، میزان اسید میوه‌ها کاهش پیدا می‌کند که این کاهش مربوط به سرعت تنفس میوه‌ها و استفاده از اسیدهای آلی در واکنش‌های آنزیمی تنفس می‌باشد [۲۰].

بین غلظت‌های مختلف کیتوسان اختلاف معنی‌داری بر میزان اسید مشاهده نشد (جدول ۱)، ولی تیمار کیتوسان ۱/۵ درصد بیشترین میزان اسید (۱/۲۹) گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) را نشان داد. کاهش اسید در پایان مدت انباری می‌تواند به دلیل تغییرات متابولیکی میوه‌ها و یا استفاده از اسیدهای آلی در فرآیند تنفس باشد که پوشش کیتوسان با کاهش سرعت تنفس موجب حفظ اسید می‌شود [۱۷]. تیمار آب گرم میزان اسید را کاهش داد و میوه‌های تیمار شده با آب ۲۰ درجه سانتی‌گراد (شاهد) بیشترین

میزان (۱/۳TA) گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) را داشتند (جدول ۲) که با نتایج به‌دست آمده در مورد گوجه‌فرنگی‌های تیمار شده با آب گرم ۴۲ به مدت ۶ دقیقه و انبه‌های تیمار شده با آب گرم ۵۰ به مدت ۳ دقیقه مطابقت دارد [۳۰]. دلیل کاهش اسید، مصرف شدن اسیدهای آلی در واکنش‌های تنفس می‌باشد [۲۰].

ویتامین ث

مطابق جدول تجزیه واریانس اثر زمان انبارمانی بر میزان ویتامین ث در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین میزان ویتامین ث (۵۶/۱۳) میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) در میوه‌های نگهداری شده تا ۲۴ روز مشاهده شد (جدول ۲). بین غلظت‌های مختلف کیتوسان اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر میزان ویتامین ث وجود داشت (جدول ۱). بیشترین میزان ویتامین ث در میوه‌های تیمار شده با کیتوسان ۲ درصد (۵۹/۸۲) میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) و کمترین میزان ویتامین (۲۷/۲۵C) میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) در تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۱).



شکل ۱. اثر متقابل زمان انبارمانی و غلظت‌های مختلف کیتوسان بر مقدار ویتامین ث میوه فلفل دلمه‌ای رقم پاکس

گرم بر گرم وزن تر) در میوه‌های نگهداری شده تا ۱۲ روز به دست آمد (جدول ۲). محتوای کلروفیل سبزیجات با گذشت زمان در انبار کاهش می‌یابد. سبزی‌های حاوی کلروفیل در انبار به تدریج تغییراتی در محتوای کلروفیل آن‌ها رخ می‌دهد. عوامل محیطی مانند دما، اکسیژن و اتیلن بر میزان تغییرات کلروفیل اثر می‌گذارد [۱۹]. پوشش کیتوسان موجب حفظ رنگدانه کلروفیل میوه گردید (جدول ۱). بیشترین مقدار کلروفیل کل (۰/۰۹۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در میوه‌های تیمار شده با کیتوسان ۱/۵ درصد و کمترین مقدار (۰/۰۶۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در تیمار شاهد حاصل شد (جدول ۲).

در میوه‌های فلفل دلمه‌ای که با پوشش کیتوسان و اسانس دارچین تیمار شدند، مقدار کلروفیل در پایان دوره انباری بیشتر از میوه‌های شاهد بود [۴۲]. یکی از عوامل تخریب کلروفیل، اتیلن می‌باشد، در اثر کاهش تنفس با کاربرد کیتوسان، میزان تولید اتیلن نیز کاهش یافته و از تخریب کلروفیل جلوگیری می‌شود [۱۲].

تیمار آب گرم تأثیر معنی‌داری بر میزان کلروفیل کل نشان داد. بیشترین میزان کلروفیل کل (۰/۰۸۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در میوه‌های تیمار شده با آب گرم ۴۵ درجه سانتی‌گراد و تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۲).

فعالیت آنزیم پراکسیداز

فعالیت آنزیم پراکسیداز در بافت میوه فلفل با گذشت زمان انبارمانی کاهش یافت. پوشش کیتوسان، فعالیت آنزیم پراکسیداز را بهبود بخشید (جدول ۲). بیشترین میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز (۲۸/۸۵ units/gFW/min) در میوه‌های تیمار شده با کیتوسان ۲ درصد که ۱۲ روز نگهداری شده بودند و کمترین میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز (۲۰/۳۶ units/g FW/min) در میوه‌های تیمار شاهد نگهداری شده تا ۲۴ روز مشاهده شد (شکل ۲).

پوشش کیتوسان تأثیر قابل توجهی بر حفظ ویتامین ث در میوه‌های پوشش داده شده دارد [۴۲]. افزایش غلظت کیتوسان موجب کاهش روند رسیدن و تأخیر در پیری و حفظ بیشتر محتویات ویتامین ث می‌شود [۵]. از آنجایی که کاهش ویتامین ث وابسته به حضور O_2 می‌باشد (O_2 سبب اکسیداسیون اسید آسکوربیک می‌شود) وجود کیتوسان در فرمولاسیون پوشش میوه موجب کاهش انتشار O_2 ، در نتیجه پایین آمدن سرعت تنفس و تأخیر در رسیدن میوه و حفظ ویتامین ث و تأخیر پیری میوه‌های فلفل دلمه‌ای می‌شود [۲۸].

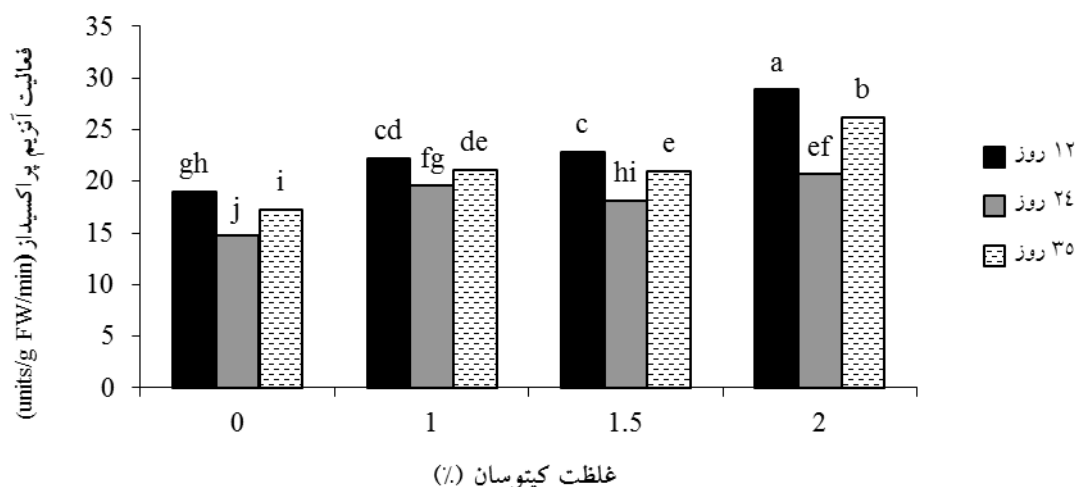
در سطح احتمال ۱ درصد بین میوه‌های شاهد و میوه‌های تیمار شده با آب گرم اختلاف معنی‌داری وجود داشت [۱]. میوه‌های تیمار شده با آب گرم ۴۵ درجه سانتی‌گراد بیشترین میزان ویتامین ث (۴۸/۳۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) را داشتند (جدول ۲) که با نتایج به دست آمده در موز مطابقت دارد. اسید آسکوربیک ترکیب نسبتاً ناپایداری است که با افزایش دوره انبارمانی کاهش می‌یابد [۱۱].

تیمارهای آب گرم از طریق تعدیل آنتی‌اکسیدان‌هایی مانند اسید آسکوربیک موجب تأخیر در رسیدن میوه می‌شوند [۲۴]. اسید آسکوربیک به اکسیداسیون شیمیایی و آنزیمی در طی مدت انبارمانی حساس است که تیمارهای گرمایی از طریق کاهش سرعت تنفس موجب حفظ اسید آسکوربیک می‌شوند [۲۷]. بیشترین میزان ویتامین ث (۶۶/۳۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) در میوه‌های نگهداری شده تا ۲۴ روز و تیمار شده با کیتوسان ۲ درصد مشاهده شد (شکل ۱). در تمامی زمان‌ها به طور مستقل بیشترین میزان ویتامین ث مربوط به میوه‌های تیمار شده با کیتوسان ۲ درصد و کمترین میزان ویتامین ث در تیمار شاهد می‌باشد.

کلروفیل کل

با گذشت زمان انبارمانی میزان کلروفیل کل میوه کاهش یافت (جدول ۱). بیشترین مقدار کلروفیل کل (۰/۱ میلی‌

اثر پوشش کیتوسان و تیمار آب گرم بر خصوصیات پس از برداشت میوه فلفل دلمه‌ای



شکل ۲. اثر متقابل زمان انبارمانی و غلظت‌های مختلف کیتوسان بر فعالیت آنزیم پراکسیداز میوه فلفل دلمه‌ای رقم پاکس

می‌شود. از این رو یک سیستم محافظتی برای میوه‌ها و سبزی‌ها محسوب می‌شود [۳۲].

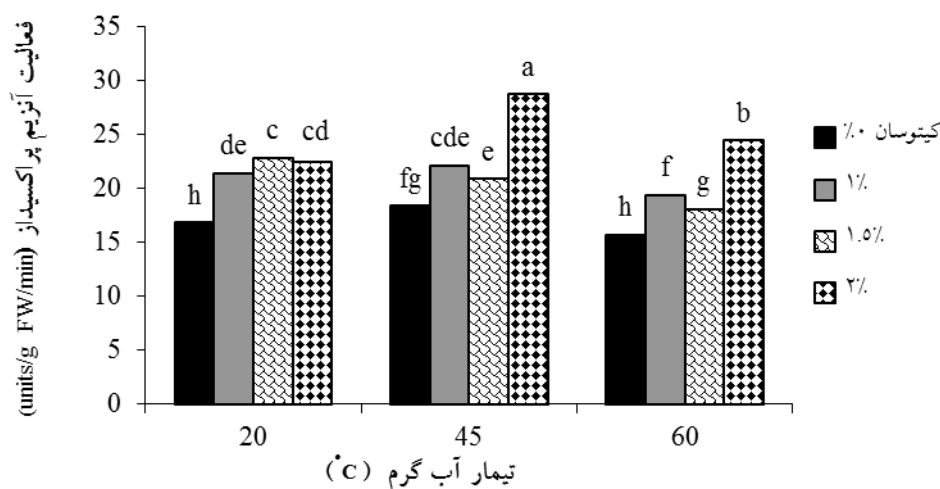
تیمار آب گرم ۴۵ درجه سانتی‌گراد موجب افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز گردید و کمترین فعالیت آنزیم در تیمار آب گرم ۶۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد (جدول ۲). برهمکنش تیمار آب گرم و کیتوسان اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان می‌دهد (جدول ۱). بیشترین فعالیت آنزیم پراکسیداز (۲۸/۷۶ units/g FW/min) در میوه‌های تیمار شده با کیتوسان ۲ درصد و آب گرم ۴۵ درجه سانتی‌گراد حاصل شد (شکل ۳).

تیمار گرمایی در بیان ژن‌های مربوط به آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز مؤثر است که در پاسخ به تنش‌ها موجب افزایش فعالیت این آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان می‌شود [۳۸]. تیمار آب گرم با افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز، موجب کاهش علائم قهوه‌ای شدن بافت می‌شود، زیرا آنزیم پراکسیداز موجب مهارگونه‌های فعال اکسیژن می‌شود [۳۸].

در تمامی زمان‌ها بیشترین میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز مربوط به میوه‌های تیمار شده با کیتوسان ۲ درصد و کمترین میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در میوه‌های تیمار نشده می‌باشد که با نتایج دیگر تحقیقات بر روی فلفل دلمه‌ای مطابقت داشت (شکل ۲) [۴].

کاربرد پوشش کیتوسان بر روی گوجه‌فرنگی موجب کنترل بیماری‌های پس از برداشت و القای فعالیت پراکسیداز^۱، پلی فنل اکسیداز^۲ و افزایش میزان ترکیبات فنولیکی در گوجه‌فرنگی شد [۳۰]. گونه‌های فعال اکسیژن اکسیدکننده‌های قوی هستند که می‌توانند به غشای میوه‌ها و سبزیجات آسیب برسانند. این اکسیدکننده‌ها توسط آنتی‌اکسیدانتهایی مانند کاتالاز و پراکسیداز حذف می‌شوند [۳۹]. آنزیم پراکسیداز یکی از آنزیم‌های مهم بر علیه رادیکال‌های آزاد اکسیژن در بافت گیاه می‌باشد که در پاسخ به تنش‌ها، فعالیت آن در گیاه افزایش می‌یابد [۲۳]. کیتوسان موجب القای فعالیت آنزیم‌های دفاعی گیاه

1 . Peroxidase
2 . Polyphenol oxidase

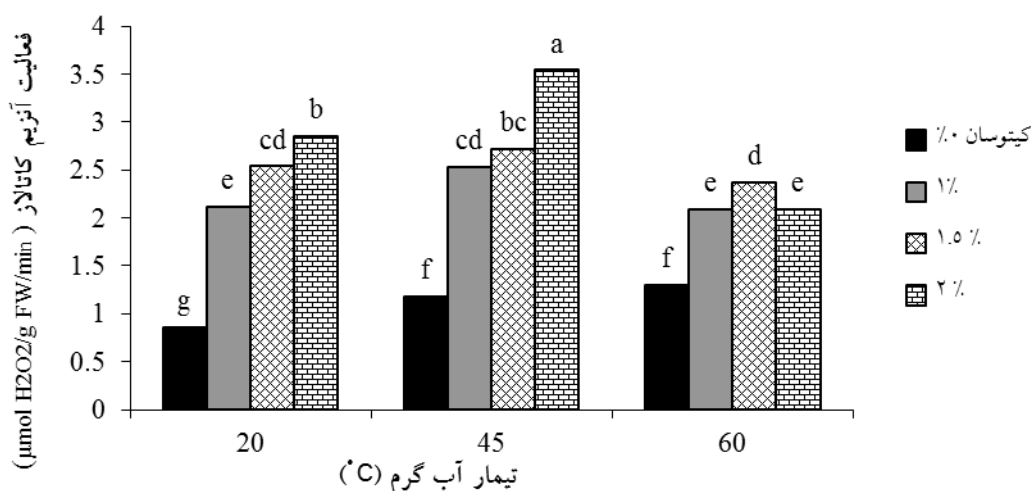


شکل ۳. اثر متقابل غلظت‌های مختلف کیتوسان و تیمار آب گرم بر فعالیت آنزیم پراکسیداز میوه دلمه‌ای رقم پاکس

و تیمار آب گرم تأثیر معنی‌داری بر فعالیت آنزیم کاتالاز داشت (جدول‌های ۱ و ۲). بیشترین فعالیت آنزیم کاتالاز (۳/۵۳ $\mu\text{molH}_2\text{O}_2/\text{g FW}/\text{min}$) مربوط به میوه‌های تیمار شده با کیتوسان ۲ درصد و آب گرم ۴۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. پوشش کیتوسان موجب القای فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز می‌شود (شکل ۴) [۳۲].

فعالیت آنزیم کاتالاز

با گذشت زمان انبارمانی فعالیت آنزیم کاتالاز کاهش یافت (جدول ۲). بیشترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز ($\mu\text{molH}_2\text{O}_2/\text{g FW}/\text{min}$) در میوه‌های نگهداری شده تا ۱۲ روز مشاهده گردید (جدول ۲). در اواخر دوره انبارداری به علت پاسخ بافت به تنش‌های وارده، فعالیت آنزیم افزایش نشان داد [۱۶]. غلظت‌های مختلف کیتوسان



شکل ۴. اثر غلظت‌های مختلف کیتوسان و سطوح تیمار آب گرم بر فعالیت آنزیم کاتالاز میوه دلمه‌ای رقم پاکس

۳. طلایی ع، عسگری سرچشمه م، بهادران ف و شرافتیان د (۱۳۸۳) مطالعه آثار تیمارهای آب گرم و پوشش پلی اتیلن بر روی عمر انبارمانی و کیفیت میوه انار (رقم ملس ساوه). مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر و نهال.

۴. مستوفی ی، دهستانی اردکانی م و رضوی ه (۱۳۹۰) اثر کیتوسان بر افزایش عمر پس از برداشت و ویژگی‌های کیفی انگور رقم شاهرودی. علوم و صنایع غذایی. ۸ (۳۰): ۹۳.

5. Abbasi NA, Iqbal Z, Maqbool M and Hafiz IA (2009) Postharvest quality of mango (*Mangifera indica* L.) fruits as affected by coating. Pakistan Journal of Botany. 41: 343-357.

6. Abe KandWatada AE (1991) Ethylene absorbent to maintain quality of lightly processed fruits and vegetables. Journal of Food Science. 56: 1589-92.

7. Ali A, Muhammad MTM, Sijam K and Siddiqui Y (2011) Effect of chitosan coating on the physicochemical characteristics of Eksotika II papaya (*Carica papaya* L.) fruit during cold storage. Food Chemistry. 124: 620-625.

8. Arnon AN (1967) Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal. 23: 112-121.

9. Bai RK, Huang MY and Jiang YY (1999) Selective permeabilities of chitosan-acetic acid complex membrane and chitosan-polymer complex membranes for oxygen and carbon dioxide. Polymer Bulletin. 20: 83-88.

10. Chance B and Maehly AC (1955) Assay of catalases and peroxidases. Methods in Enzymology. 2: 764-775.

القای افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز توسط پوشش کیتوسان می‌تواند موجب مقاومت به بیماری‌ها در طی مدت انبارمانی شود [۴۳]. آنزیم کاتالاز یک آنتی‌اکسیدان قوی است که سبب تأخیر یا جلوگیری از فرآیندهای اکسایشی توسط رادیکال‌های آزاد می‌شود و رادیکال‌های آزاد اکسیژن را خنثی و یک اتم هیدروژن به آن انتقال می‌دهد و از این طریق از فرآیندهای اکسایشی جلوگیری می‌کند [۲۵]. پوشش کیتوسان موجب افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز می‌شود که در نهایت منجر به حذف رادیکال‌های آزاد اکسیژن در سلول‌های میوه‌ها و سبزی‌ها می‌شود. در نتیجه فرآیند پیری میوه‌ها و سبزیجات به تعویق می‌افتد [۲۱].

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از در پژوهش حاضر نشان داد با افزایش زمان انبارمانی، کیفیت ظاهری، میزان مواد جامد محلول و سفتی بافت میوه کاهش یافت. نگهداری میوه تا مدت ۲۴ روز باعث افزایش مقدار ویتامین ث گردید، ولی نگهداری طولانی مدت باعث کاهش ویتامین ث شد. تیمار میوه‌ها با غلظت ۲ درصد کیتوسان به مدت یک دقیقه و آب گرم ۴۵ درجه سانتی‌گراد به مدت دو دقیقه باعث حفظ کیفیت ظاهری، ویتامین ث، سفتی بافت میوه، مواد جامد محلول و افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی گردید که برای بهبود عمر انبارمانی میوه‌های فلفل دلمه‌ای توصیه می‌شود.

منابع

۱. راحمی م (۱۳۷۳) فیزیولوژی پس از برداشت میوه‌ها و سبزی‌ها. انتشارات شیراز. ۴۳۷ ص.
۲. ربیعی و و جزقاسمی س (۱۳۹۳) روش‌های کاربردی آزمایشگاهی در علوم باغی و زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی آذربایجان غربی. ۲۶۴ صفحه.

11. Chancharoenrit J (2002) Effects of hot water dip on physiological changes and chilling injury after storage of 'Hom Thong' variety of banana. Master's Thesis, Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand.
12. Chien PJ, Sheu F and Lin HR (2007) Coating citrus (*Murcottangor*) fruit with low molecular weight chitosan increases postharvest quality and shelf life. *Food Chemistry*. 100: 1160-1164.
13. Couey HM (1989) Heat treatment for control of postharvest diseases and insect pests of fruits. *Horticulture Science*. 24: 198 -201.
14. Djioua T, Charles F, Lopez-Lauri F, Filgueiras H, Coudret A, Ducamp-Collin MN and Sallanon H (2009) Improving the storage of minimally processed mangoes (*Mangifera indica* L.) by hot water treatments. *Postharvest Biology and Technology*. 52: 221-226.
15. Du JM, Gemma H and Iwahori S (1997) Effects of chitosan coating on the storage of peach, Japanese pear, and kiwifruit. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*. 66: 15-22.
16. Duan X, Liu T, Zhang D, Su X, Lin H and Jiang Y (2011) Effect of pure oxygen atmosphere on antioxidant enzyme and antioxidant activity of harvested litchi fruit during storage. *Food Research International*. 44: 1905-1911.
17. Echeverria E and Valich J (1989) Enzymes of sugar and acid metabolism in stored Valencia organs. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 114: 445-449.
18. Fallik E, Grinberg S, Alkalai S and Lurie S (1996) The effectiveness of postharvest hot water dips on the control of gray and black moulds in sweet red pepper (*Capsicum annuum*). *Plant Pathology*. 45: 644-649.
19. Haard FN (1993) Características de los tejidos vegetales comestibles. *In: FennemaOR, editor. Química de los Alimentos*. 2nd ed. Zaragoza: Acribia. 961-1024.
20. Hernandez-Munoz P, Almenar E, Del Valle V, Velez D and Gavara R (2008) Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria ananassa*) quality during refrigerated storage. *Food Chemistry*. 110: 428-435.
21. Hong K, Xie J, Zhang L, Sun D and Gong D (2012) Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of guava (*Psidiumgua java* L.) fruit during cold storage. *SciHortic-Amsterdam*. 144: 172-178.
22. Huyskens KS and Schreiner M (2004) Quality dynamics and quality assurance of fresh fruits and vegetables in pre and postharvest. *Production Practices and Quality Assessment of Food Crops*. 3: 401-449.
23. Jahnke LS, Hull MR and Long SP (1991) Chilling stress and oxygen metabolizing enzyme in *Zea mays* and *Zeadiploperennis*. *Plant Cell Environment*. 14: 97-104.
24. Kevers C, Falkowski M, Tabart J, Degraigne JO, Dommès J and Pincemail J (2007) Evolution of antioxidant capacity during storage of selected fruits and vegetables. *Journal of Agriculturae Food Chemistry*. 55: 8596-8603.
25. Kitazuru ER, Moreira AVB, Mancini-Filho J, Delincée H and Villavicencio ALCH (2004) Effects of irradiation on natural antioxidants of cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum* N.). *Radiation Physics and Chemistry*. 71: 37-39.
26. Kalantari S, Hatami M and Delshad M (2015) Diverse postharvest responses of tomato fruits at different maturity stages to hot water treatment. *International Journal of Horticultural Science and Technology*. 2(1): 67-74.
27. Lee SK and Kader AA (2000) Preharvest and

- postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*. 68: 232-238.
28. Lerdthanangkul S and Kroththa JM (1996) Edible coating effects on postharvest quality of green bell peppers. *Journal of Food Science*. 61: 176-179.
29. Lin WC (2005) Quality of stored greenhouse sweet peppers influenced by storage temperatures and pre-harvest factors. *Information and Technology for Sustainable Fruit and Vegetable Production (101-110)*. FRUTIC 05, 12-16, Montpellier France.
30. Liu J, Tian S, Meng X and Hu Y (2007) Effects of chitosan on control of postharvest diseases and physiological responses of tomato fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 44: 300-30647.
31. McDonald RE, McCollum TG and Baldwin EA (1999) Temperature of hot water treatments influences tomato fruit quality following low temperature storage. *Postharvest Biology and Technology*. 16: 147-155.
32. Meng X, Li B, Liu J and Tian S (2008) Physiological responses and quality attributes of table grape fruit to chitosan preharvest spray and postharvest coating during storage. *Food Chemistry*. 106: 501-508.
33. Mirdehghan SH, Rahemi M, Serrano M, Guillén F, Martínez-Romero D and Valero D (2006) Prestorage heat treatment to maintain nutritive and functional properties during postharvest cold storage of pomegranate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 54(22): 8495-8500.
34. Olivas GI and Barbosa-Cañovas GV (2005) Edible coatings for fresh-cut fruits. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 45: 657-670.
35. Park SI, Stan SD, Daeschel MA and Zhao Y (2005) Antifungal coatings on fresh strawberries (*Fragaria × ananassa*) to control mold growth during cold storage. *Journal of Food Science*. 70(4): 202-207.
36. Paull RE (1990) Postharvest heat treatments and fruit ripening. *Postharvest News Info*. 1: 355-363.
37. Ramana TVR, Neeta BG and Khlana KS (2011) Effect of postharvest treatments and storage temperatures on the quality and shelf life of sweet pepper (*Capsicum annum* L.). *Scientia Horticulturae*. 132: 18-26.
38. Saira I, Rathore HA, Majeed S, Awan S and Shah SZA (2009) The studies on physico-chemical and organoleptic characteristics of apricot (*Prunus armeniaca* L.) produced in Rawalakot, Azad Jammu and Kashmir during storage. *Pakistan Journal of Nutrition*. 8(6): 856-860.
39. Serap D, Pinar T, Mehmet D, Arslan O and Alkan M (2007) Variations of peroxidase activity among *Salvia* species. *Journal of Food Engineering*. 79: 375-382.
40. Smith DL, Stommel JR, Fung RWM, Wang CY and Whitaker BD (2006) Influence of cultivar and harvest method on postharvest storage quality of pepper (*Capsicum annum* L.) fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 42: 243-247.
41. 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: 164-171.
42. Xing YX, Li Q, Xu J, Yun and Tang Y (2011) Effects of chitosan coating enriched with cinnamon oil on qualitative properties of sweet pepper (*Capsicum annum* L.). *Food Chemistry*. 124: 1443-1450.
43. Xu WT, Peng XI, Luo YB, Wang J, Guo X and Huang KL (2009) Physiological and biochemical

- responses of grape fruit seed extract dip on 'Redglobe' grape. LWT-Food Science and Technology. 42: 471-476.
44. Zhang DL and Quantick PC (1997) Effects of chitosan coating on enzymatic browning and decay during postharvest storage of litchi (*Litchi chinensis Sonn.*) fruit. Postharvest Biology and Technology. 12: 195-202.
45. Zhang H, Lie R and Liu W (2011) Effects of chitin and its derivative chitosan on postharvest decay of fruits: a review. International Journal of Molecular Sciences. 12: 917-934.