

حفظ کیفیت قطعات برش‌خورده خرمالو با استفاده از اسیدهای آلی و 1-MCP

میترا احمدی باغی^۱، جواد عرفانی مقدم^{۲*} و اورنگ خادمی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۲/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۲/۱۰

^۱دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

^۲استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

^۳استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد

*مسئول مکاتبه: Email: J.erfani@ilam.ac.ir

چکیده

امروزه عرضه میوه‌ها به صورت قطعات بریده شده از ارزش اقتصادی بالایی برخوردار می‌باشد، ولی میوه برش‌خورده معمولاً در مرحله پس از برداشت و زمان نگهداری دچار قهوه‌ای شدن آنزیمی شده و با حمله عوامل بیماری‌زا مواجه می‌شوند. در این تحقیق برای افزایش عمر قفسه‌ای قطعات برش‌خورده خرمالو از تیمارهای اسید آسکوربیک (یک درصد به مدت دو دقیقه)، اسید اگزالیک (۰/۵ درصد به مدت دو دقیقه)، 1-MCP (یک میکرولیتر در لیتر به مدت ۲۴ ساعت)، آب مقطر (شاهد) و در تلفیق با تیمار 1-MCP استفاده شد. پس از تیمار قطعات بریده شده خرمالو در ظروف پلی‌اتیلنی با استفاده از پوشش سلوفان بسته‌بندی و به دمای چهار درجه سانتی‌گراد منتقل شدند. در زمان‌های هفت، ۱۴ و ۲۱ روز بعد از نگهداری، نمونه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد تفاوت معنی‌داری بین تیمارها در اکثر صفات مورد ارزیابی وجود دارد. بر اساس نتایج حاصله، قطعات تیمار شده خرمالو با اسید اگزالیک و اسید آسکوربیک در مقایسه با شاهد دارای کاهش وزن و قهوه‌ای شدن کمتری بوده و دارای کیفیت و بازارپسندی مطلوبی بودند. همچنین نمونه‌های تیمار شده با اسید آسکوربیک + 1-MCP و اسید اگزالیک + 1-MCP در مقایسه با شاهد دارای استحکام بافت بیشتری و درصد نشت یونی کمتری بودند. تیمارهای 1-MCP، اسید اگزالیک و اسید آسکوربیک موجب کاهش pH عصاره گردید در حالی که مقدار ویتامین C افزایش یافت. نتایج کلی نشان داد ترکیبات اسید آلی و 1-MCP باعث کاهش تخریب قطعات برش‌خورده خرمالو در زمان نگهداری در سردخانه شده و به عنوان تیمارهایی مناسب برای حفظ کیفیت پس از برداشت آن می‌باشند.

واژگان کلیدی: اسید آلی، بازار پسندی، خرمالو، عمر قفسه‌ای، 1-MCP

مقدمه

بنابراین واکنش‌های متابولیکی در آنها تا زمانی که به گیاه مادری متصل هستند ادامه دارد و موادی که در اثر تنفس از دست می‌دهند را از طریق گیاه مادری جبران

میوه‌ها، سبزی‌ها و گیاهان زینتی موجودات زنده‌ای هستند که پس از برداشت به زندگی خود ادامه می‌دهند،

ایجاد می‌شود، موجب کاهش رشد میکروبی شده و با ممانعت از قهوه‌ای شدن بافت، عمر پس از برداشت محصولات میوه‌ای را افزایش می‌دهد (پیلیزوتا و ساپر ۲۰۰۴، سالویا و همکاران ۲۰۰۴). ترکیبات اسیدهای آلی مانند اسیدگزالیک به عنوان یک آنتی‌اکسیدان طبیعی نقش مهمی در ممانعت از فعالیت آنزیم‌های اکسید کننده و رشد عوامل میکروبی روی سطوح برش‌خورده محصولات تازه بریده دارد (ژنگ و تیان ۲۰۰۶). پژوهشگران نشان داده‌اند که اسید گزالیک دارای پتانسیل قوی برای افزایش ماندگاری قطعات تازه بریده میوه سیب می‌باشد (سون و همکاران ۲۰۰۱). اگرزلیک اسید به عنوان یک آنتی‌اکسیدان طبیعی و قوی شناخته شده است و موجب کاهش اکسیداسیون سلولی و افزایش یکپارچگی غشاء می‌گردد (ژنگ و همکاران ۲۰۰۵).

همچنین اسید آسکوربیک یک ویتامین آنتی‌اکسیدان است که نقش ویژه‌ای در مهار آنزیم پلی‌فنل اکسیداز دارد و در غلظتی که برای مهار این آنزیم به کار می‌رود اثرات نامطلوبی بر روی طعم محصول ندارد. اسید آسکوربیک با کاهش pH نیز می‌تواند قهوه‌ای شدن آنزیمی را کاهش دهد (هی و لو ۲۰۰۷). کارایی این ترکیب در کاهش فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز در کنگر فرنگی، آب سیب، پوره انبه و کاهو گزارش شده است (هی و لو ۲۰۰۷). ترکیب MCP-1 یک مهار کننده عمل اتیلن است که به طور گسترده‌ای فرایند رسیدن را به تاخیر می‌اندازد و موجب حفظ سفتی بافت، افزایش عمر انبارمانی میوه‌ها و سبزیجات می‌گردد و در گزارشی در قطعات برش‌خورده آناناس موجب کاهش قهوه‌ای شدن آنزیمی شده است (بودو و جویک ۲۰۰۳). این ترکیب یک آنتاگونیست غیر سمی برای هورمون اتیلن است که به گیرنده هورمون اتیلن متصل می‌شود و اثرات آن را کاهش می‌دهد (سیسلر و همکاران ۱۹۹۶). امروزه در بیشتر کشورهای توسعه یافته و یا حتی کشورهای در حال توسعه محصولات مهم باغبانی به صورت بریده شده و آماده

می‌کنند (گیل و همکاران ۱۹۹۶). بعد از برداشت میوه، مواد از دست رفته قابل جبران نیست و فرآورده گیاهی شروع به استفاده از مواد ذخیره‌ای خود می‌کند که باعث زوال و فساد محصول می‌شود و این موضوع به خصوص در میوه‌های فرازگرا مانند خرمالو اهمیت بیشتری دارد (هاریمما و همکاران ۲۰۰۳). امروزه به دلیل تغییرات الگوی مصرف مواد غذایی در جهان، محصولات برش‌خورده تازه موجب کاهش ضایعات و اتلاف محصول در سطح مصرف خانگی می‌شود. این موضوع در حال حاضر می‌تواند یک پاسخ مناسب برای تمایل مصرف‌کننده در زندگی روزمره آنها باشد و به طور کلی محصولات تازه بریده به دلیل مصرف آسان و بازارپسندی بالا در حال گسترش هستند (گارت ۲۰۰۲، جنونگ و همکاران ۲۰۰۸). ایجاد زخم که برای محصولات تازه بریده اجتناب ناپذیر است، حساسیت بافت‌های گیاهی به قهوه‌ای شدن را افزایش می‌دهد که دلیل آن سنتز ترکیبات فنلی از طریق فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز می‌باشد (آسموتا و همکاران ۱۹۹۲). کاهش بار میکروبی یکی از شاخص‌های مهم در زنجیره تولید محصولات غذایی، به ویژه محصولات تازه بریده شده می‌باشد (آلوارو و همکاران ۲۰۰۹). البته در محصولات تازه بریده شده ممانعت از قهوه‌ای شدن آنزیمی نیز باید مورد توجه قرار گیرد (تویونن و برومل ۲۰۰۸). روش‌های متفاوتی با هدف کاهش بار میکروبی و کنترل قهوه‌ای شدن در صنعت پس از برداشت و صنعت محصولات تازه بریده به کار برده می‌شود (ساپر و هیک ۱۹۸۹، ساپر و همکاران ۱۹۸۹، ساپر و همکاران ۱۹۹۴). استفاده از انبارهای سرد، تغییرات pH اطراف سلول، تیمارهای شیمیایی، انبارهایی با اتمسفر تغییر یافته و بسته‌بندی با پوشش مناسب از جمله راهکارهایی هستند که برای نگهداری محصولات تازه بریده شده مورد استفاده قرار می‌گیرند (روچا و همکاران ۱۹۹۸، سالویا و همکاران ۲۰۰۲، سالویا و همکاران ۲۰۰۴). دمای پایین و شرایط اسیدی که با استفاده از اسیدهای آلی و نمک‌های آنها

مصرف عرضه می‌شود، اما در ایران عرضه محصول به صورت بریده شده چندان رواج ندارد و گسترش عرضه محصولات به صورت آماده مصرف در سطوح تجاری نیازمند تحقیقات علمی در کشور می‌باشد. در این پژوهش با توجه به اثرات مثبت ترکیبات اسیدهای آلی و همچنین 1-MCP در افزایش عمر قفسه‌ای محصولات بریده شده و نبود اطلاعات کافی در میوه خرمالو، اثرات ساده و تلفیقی این ترکیبات روی قطعات بریده شده میوه خرمالو مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش میوه خرمالو از یک باغ تجاری واقع در اطراف شهر ایلام در مرحله بلوغ فیزیولوژیکی در اوایل آبان ۱۳۹۳ برداشت شد. میوه‌های سالم و یکنواخت و عاری از هرگونه ضایعات از سایر میوه‌ها جدا و به آزمایشگاه باغبانی دانشگاه ایلام منتقل شدند. میوه‌ها به دو دسته تقسیم‌بندی شدند، دسته اول با تیمار 1-MCP (Khademi و همکاران ۲۰۱۴) در غلظت یک میکرولیتر بر لیتر به مدت ۲۴ ساعت تیمار شد در حالی که روی دسته دوم تیمار 1-MCP صورت نگرفت. میوه‌های هر دو دسته توسط دی‌اکسیدکربن اشباع (زمانی و همکاران ۱۳۸۷) رفع گس شده، سپس توسط محلول هیپوکلریت سدیم ۱۰۰ میکرولیتر بر لیتر به مدت پنج دقیقه ضدعفونی سطحی و پس از پوست کنی به صورت قطعات مکعبی (به عرض یک سانتی‌متر) بریده شدند. قطعات هر دو دسته در تیمارهای آب مقطر (شاهد)، اسید آسکوربیک (یک درصد) و اسید اگزالیک (۰/۵ درصد) به مدت دو دقیقه غوطه ور شده و پس از خشک شدن در دمای اتاق در بسته‌های پلی‌اتیلنی با استفاده از پوشش سلفونان بسته‌بندی شدند. در هر یک از بسته‌ها ۲۰۰ گرم از قطعات بریده شده خرمالو قرار گرفت. بسته‌ها در دمای ۴°C انبار شده و در زمان‌های ۷، ۱۴ و ۲۱ روز

سه بسته از هر تیمار به عنوان سه تکرار از انبار خارج و مورد بررسی قرار گرفتند. این آزمایش بصورت فاکتوریل ۶×۳ بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار اجرا گردید. فاکتور اول شامل تیمارهای اعمال شده (شاهد، اسید آسکوربیک، اسید اگزالیک، 1-MCP، اسید آسکوربیک + 1-MCP، اسید اگزالیک + 1-MCP) و فاکتور دوم زمان‌های بررسی (۷، ۱۴ و ۲۱ روز بعد از انبارمانی) در نظر گرفته شد. صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی بررسی شده شامل درصد کاهش وزن، درصد مواد جامد محلول، درصد اسید قابل تیتر، pH، عصاره، درجه قهوه‌ای شدن، شاخص طعم، نشت یونی، سفتی بافت میوه، مقدار کاروتنوئید و ویتامین ث بودند. درجه قهوه‌ای شدن یا درجه بازارپسندی به صورت ظاهری توسط پنج نفر از یک تا پنج نمره‌دهی شد که عدد یک بیانگر بیشترین درجه قهوه‌ای شدن و کمترین بازارپسندی و عدد پنج بیانگر کمترین درجه قهوه‌ای شدن و بیشترین بازارپسندی بود. مواد جامد محلول توسط دستگاه رفاکتومتر دستی، اسیدیته قابل تیتراسیون با تیتر نمودن عصاره توسط سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به pH نهایی ۸/۲ به دست آمد. شاخص طعم از طریق نسبت مواد جامد محلول به درصد اسید اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری نشت یونی از روش لوتس (۱۹۹۶) استفاده گردید. برای این منظور چند اسلایس با قطر یکسان از خرمالو تهیه و از قسمت میانی خرمالو با چوب پنبه سوراخ کن به قطر ۱۰ میلی‌متر تعداد ۶ تکه برداشته شد. نمونه‌ها در داخل لوله آزمایش حاوی ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر قرار گرفتند و به مدت ۲۴ ساعت روی تکان دهنده با سرعت ۱۳۰ دور در دقیقه قرار گرفتند. پس از آن هدایت الکتریکی اولیه (EC_1) محلول توسط دستگاه هدایت سنج الکتریکی جن وی مدل ۴۰۱۰ اندازه‌گیری شد.

کلروفنل ایندوفنل تا ثبات رنگ ارغوانی تیترا شد. مقدار ویتامین ث بر حسب میلی گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر میوه بیان شد. برای اندازه‌گیری محتوای کاروتنوئید قطعات برش‌خورده از روش Xing و همکاران (۲۰۱۱) استفاده شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و MSTATC و رسم شکل در محیط اکسل صورت گرفت و برای مقایسه اختلاف بین میانگین‌ها از حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵٪ استفاده شد.

نتایج

نتایج این بررسی نشان داد که اثر تیمارهای استفاده شده بر بیشتر صفات کمی و کیفی مورد بررسی معنی‌دار می‌باشد (جدول ۱). اثر زمان، تیمار و برهمکنش بین زمان و تیمار بر درصد کاهش وزن معنی‌دار بود. بر اساس نتایج آزمایش، نمونه‌های شاهد در دوره اول و دوم ارزیابی به طور معنی‌داری دارای درصد کاهش وزن بیشتری در مقایسه با سایر تیمارها بودند در حالی که بین تیمارهای بررسی شده اختلاف معنی‌داری از نظر کاهش وزن نمونه‌ها مشاهده نشد. با گذشت زمان آزمایش، کاهش وزن در تمامی نمونه‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت اما شیب کاهش وزن در نمونه‌های شاهد بیشتر از نمونه‌های تیمار شده بود (شکل ۱). اثر تیمارهای استفاده شده و همچنین برهمکنش زمان و تیمار بر مقدار مواد جامد محلول غیر معنی‌دار ولی بر درصد اسید قابل تیتراسیون و pH عصاره معنی‌دار گردید (جدول ۱). میزان مواد جامد محلول در روز ۷ و ۲۱ به ترتیب دارای کمترین و بیشترین مقدار بود. مقایسه میانگین برهمکنش تیمار و زمان بر pH عصاره خرمالو برش‌خورده در طول دوره انبارمانی در شکل ۲ آمده است.

سپس محلول حاوی نمونه‌ها به مدت ۲۰ دقیقه در حمام بن‌ماری در دمای 100°C قرار گرفتند و پس از قرارگیری در دمای محیط به مدت ۲۴ ساعت، هدایت الکتریکی ثانویه (EC_2) محلول اندازه‌گیری شد. درصد نشت یونی از رابطه ۱ به دست آمد.

رابطه ۱:

$$\%EL = \frac{EC_1}{EC_2} \times 100$$

$\%EL$ = درصد نشت یونی

EC_1 = هدایت الکتریکی اولیه

EC_2 = هدایت الکتریکی ثانویه

سفتی بافت قطعات برش‌خورده با دستگاه زوییک رول مدل Z0.5 ساخت کشور آلمان اندازه‌گیری گردید. برای این منظور از پروپ با قطر ۶ میلی‌متر و با سرعت نفوذ ۵۰ میلی‌متر بر دقیقه و عمق نفوذ ۱۰ میلی‌متر استفاده گردید و سفتی بافت بر حسب نیوتن بر میلی‌متر محاسبه شد. برای محاسبه کاهش وزن در زمان انبارمانی، نمونه‌ها قبل از انبارمانی با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شدند. سپس بعد از پایان هر دوره انبارمانی نمونه‌ها با همان ترازو دوباره توزین و سپس با استفاده از رابطه ۲ میزان کاهش وزن نمونه‌ها بر حسب درصد محاسبه گردید (جعفری و همکاران ۲۰۱۳).

رابطه ۲:

$$100 \times \frac{\text{وزن نمونه در خاتمه انبارداری} - \text{وزن نمونه در ابتدای انبارداری}}{\text{وزن نمونه در ابتدای انبارداری}} = \text{درصد کاهش وزن نمونه}$$

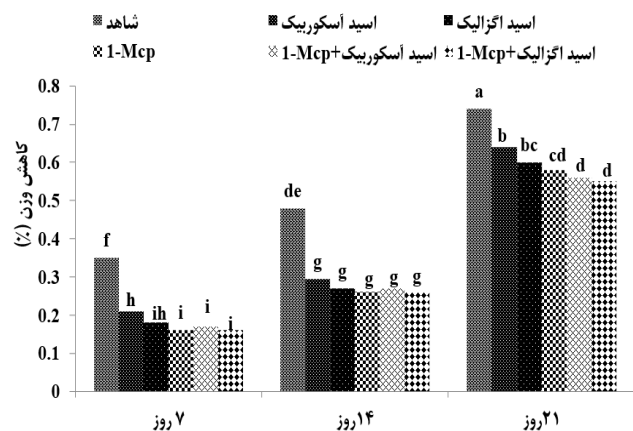
مقدار اسید آسکوربیک (ویتامین ث) با روش تیتراسیون با دی کلروفنل ایندوفنل اندازه‌گیری شد (مانولوپولو و پادالوپولور ۱۹۹۸). برای این منظور ۱۰ گرم از گوشت میوه با محلول متافسفریک اسید ۳ درصد عصاره‌گیری شده و عصاره به دست آمده توسط محلول رنگی دی

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر زمان و تیمار در برخی از صفات کمی و کیفی خرمالو

منابع تغییرات	df	TSS	TA	شاخص طعم	pH	کاهش وزن	قهوه ای شدن	کارتنوئید	ویتامین ث	نشت یونی	سفتی بافت
تیمار	۵	۱/۸۲ ^{ns}	۰/۱۲*	۳۰/۸۰ ^{ns}	۰/۰۱*	۰/۰۳**	۱۶/۷۵**	۰/۷۶ ^{ns}	۱/۶۹*	۳۷۳/۷۵**	۲۹۱۵/۸۰**
زمان	۲	۲۷/۰۵**	۲/۱۷**	۶۹/۱۰ ^{ns}	۰/۷۴**	۰/۷۶**	۴۷/۴۵**	۱/۶۵*	۰/۰۰۵ ^{ns}	۱۴۴۰/۲۶**	۳۰۳۰**
زمان*تیمار	۱۰	۲/۳۹ ^{ns}	۰/۰۸*	۲۸/۵۰ ^{ns}	۰/۰۰۵*	۰/۰۰۷*	۱/۱۵**	۰/۷۰ ^{ns}	۰/۹۸*	۳۷/۶۲**	۳۰۵/۴۹**
خطا	۳۶	۳/۳۷	۰/۰۷	۳۰/۶۶	۰/۰۱	۰/۰۰۲	۰/۱۲	۰/۳۵	۰/۴۷	۱۲/۹۱	۶۳/۳۹
CV%	-	۹/۱	۲۷/۱۶	۲۶/۸۸	۲/۷۵	۱۵/۷۵	۷/۴۹	۶۸/۹۰	۲۹/۸۸	۹/۶۶	۲۳/۹۸

** و * : به ترتیب معنی دار در سطح ۱ و ۵ درصد، ns: غیر معنی دار

مشاهده نشد. در طی دوره انبارمانی شدت قهوه‌ای شدن بافت خرمالو در همه نمونه‌ها افزایش یافت اما مقدار آن در نمونه‌های شاهد بسیار بیشتر بود (شکل ۳). شاخص نشت یونی تحت تاثیر تیمار، زمان و برهمکنش بین آنها قرار گرفت (جدول ۱). مقدار نشت یونی تمام نمونه‌ها به طور معنی‌داری در طول زمان افزایش نشان داد. در هر سه زمان بررسی درصد نشت یونی نمونه‌های شاهد به طور معنی‌داری بیشتر از درصد نشت یونی نمونه‌های تیمار شده بود. کمترین درصد نشت یونی در زمان بررسی ۷ روز در تیمار اسید اگزالیک + 1-MCP و به دنبال آن در تیمار اسید آسکوربیک + 1-MCP و در نهایت در تیمار اسید آسکوربیک مشاهده گردید.



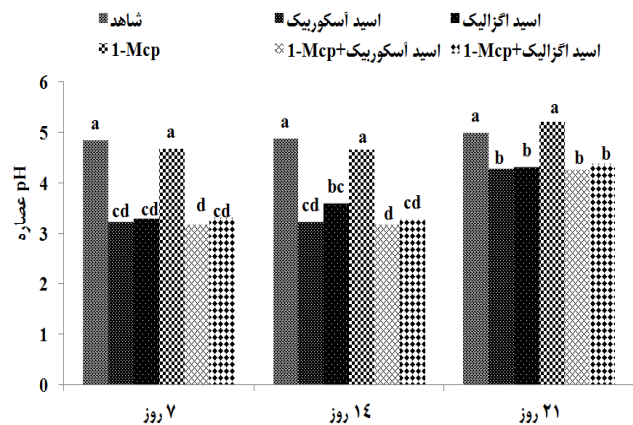
شکل ۱- اثر برهمکنش تیمار و زمان بر کاهش وزن

خرمالو برش خورده در طول دوره انبارمانی

(حروف مشابه دارای اختلاف معنی دار نسبت به یکدیگر در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD نمی‌باشند)

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر زمان، تیمار و برهمکنش بین زمان و تیمار بر درجه قهوه‌ای شدن (بازارپسندی) معنی‌دار بود (جدول ۱). در زمان بررسی ۷ روز، بافت همه خرمالوهای تیمار شده در مقایسه با شاهد دارای درجه قهوه‌ای شدن کمتری بودند. در این بین، تیمار ترکیبی اسید اگزالیک و 1-MCP دارای کمترین میزان قهوه‌ای شدن بافت و در درجه بعدی خرمالوهای تیمار شده با اسید آسکوربیک + 1-MCP دارای قهوه‌ای شدن بافت کمتری بودند، هر چند بین این دو تیمار اختلاف معنی‌داری

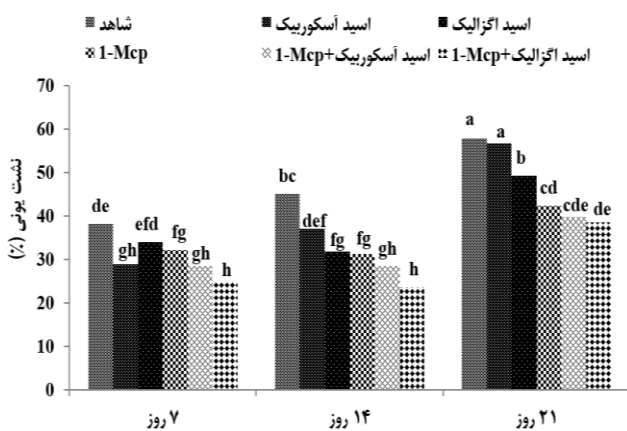
آسکوربیک + 1-MCP و 1-MCP بدون اختلاف معنی- دار نسبت به یکدیگر، دارای نشت یونی کمتری در مقایسه با تیمارهای اسید آسکوربیک و اسید اگزالیک بودند. نشت یونی تیمارهای اسید آسکوربیک و اسید اگزالیک دارای اختلاف معنی‌داری نسبت به هم بودند به طوری که تیمار اسید اگزالیک دارای نشت یونی کمتری در مقایسه با تیمار اسید آسکوربیک نشان داد (شکل ۴).



شکل ۲- اثر برهمکنش تیمار و زمان بر pH عصاره

خرمالو برش‌خورده در طول دوره انبارمانی

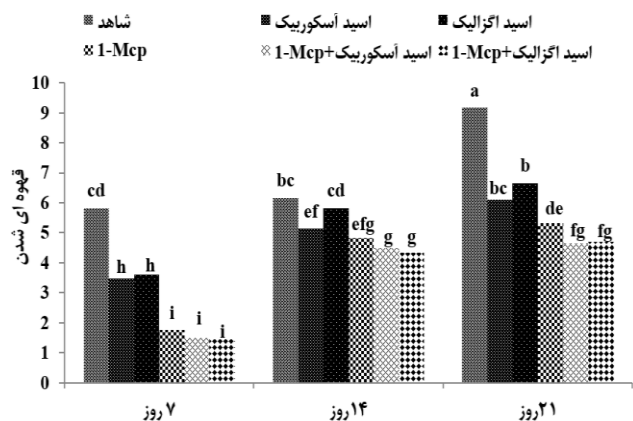
(حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌دار نسبت به یکدیگر در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD نمی‌باشند)



شکل ۴- اثر برهمکنش تیمار و زمان بر نشت یونی

خرمالو برش‌خورده

(حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌دار نسبت به یکدیگر در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD نمی‌باشند)



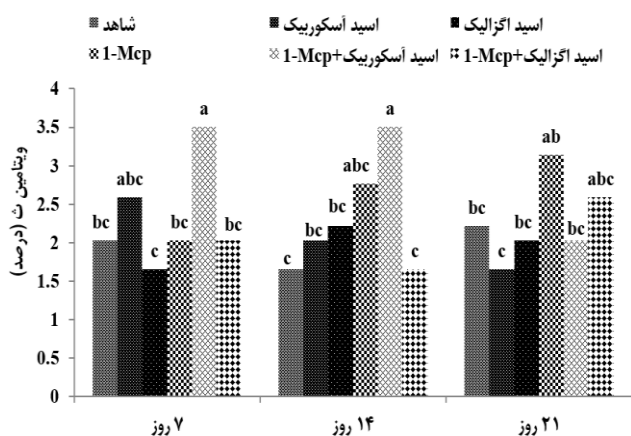
شکل ۳- اثر برهمکنش تیمار و زمان بر درجه قهوه ای شدن

(حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌دار نسبت به یکدیگر در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD نمی‌باشند)

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمار، زمان و برهمکنش آنها در سطح احتمال ۰/۰۱ درصد بر سفتی بافت نمونه‌ها معنی‌دار بود (جدول ۱). نمونه‌های خرمالوی تیمارهای مورد بررسی در زمان ۷ روز دارای سفتی بافت بیشتری در مقایسه با زمان ۱۴ و ۲۱ روز بودند. در زمان بررسی ۷ روز تیمار شاهد دارای کمترین میزان سفتی بافت با میزان ۲۲/۶۲ نیوتن و تیمارهای اسید اگزالیک و اسید آسکوربیک در حالت ترکیبی با 1-MCP دارای بیشترین میزان سفتی بافت بودند. همچنین تیمار 1-MCP در مقایسه با تیمارهای اسید آسکوربیک و اسید اگزالیک سفتی بافت را بهتر حفظ نمود. در زمان بررسی ۱۴ روز تیمارهای اسید

تیمارهای اسید اگزالیک و 1-MCP نشت یونی متوسطی نشان دادند و اختلاف معنی‌داری نسبت به هم نداشتند. در زمان بررسی ۱۴ روز تیمار اسید اگزالیک + 1-MCP دارای کمترین میزان نشت یونی و به دنبال آن تیمار اسید آسکوربیک + 1-MCP مشاهده شد و تیمارهای اسید آسکوربیک، اسید اگزالیک و 1-MCP در سطح مشابه آماری قرار گرفتند. در زمان بررسی ۲۱ روز، تیمارهای اسید اگزالیک + 1-MCP،

مربوط به تیمار اسید آسکوربیک + 1-MCP بود. در بررسی ۱۴ روز کمترین درصد ویتامین ث مربوط به تیمار شاهد و اسید اگزالیک + 1-MCP و تیمار اسید آسکوربیک + 1-MCP دارای بیشترین میزان بود. در زمان بررسی ۲۱ روز، تیمار شاهد دارای کمترین درصد ویتامین ث و تیمار آسکوربیک + 1-MCP دارای بیشترین مقدار بود (شکل ۶).



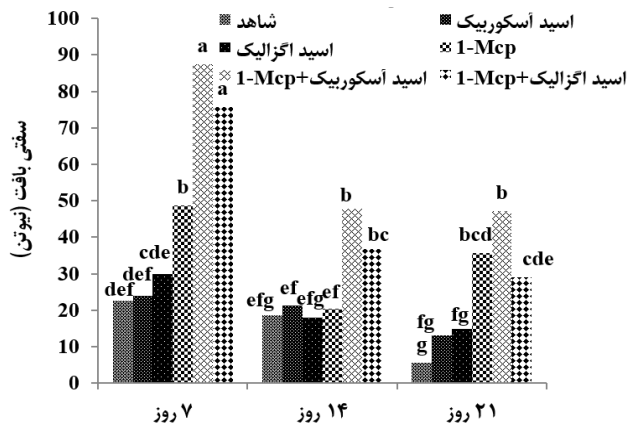
شکل ۶- اثر برهمکنش تیمار و زمان بر مقدار ویتامین ث در خرما لوبو برش خورده

(حروف مشابه دارای اختلاف معنی دار نسبت به یکدیگر در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD نمی باشند)

بحث

کیفیت ظاهری محصول به عنوان مهم‌ترین شاخص ارزیابی بازارپسندی محصول می‌باشد. کاهش بازارپسندی محصولات تازه بریده، ناشی از نابسامانی‌های فیزیولوژیکی و بروز واکنش قهوه‌ای شدن آنزیمی در آنها می‌باشد (اومس-اولی و همکاران ۲۰۱۰). بر اساس نتایج پژوهش و تاثیر ترکیبات اعمال شده روی خرما لوبوهای برش خورده می‌توان بیان داشت که از میان تیمارهای اعمال شده، بهترین نتایج در افزایش کیفیت و بهبود ظاهر خرما لوبوهای برش خورده در تیمارهای آسکوربیک اسید + 1-MCP و اسید اگزالیک + 1-MCP

اگزالیک + 1-MCP و اسید آسکوربیک + 1-MCP بدون اختلاف معنی دار نسبت به هم دارای میزان سفتی بافت بیشتری در مقایسه با تیمارهای 1-MCP، اسید آسکوربیک و اسید اگزالیک بودند. در زمان بررسی ۲۱ روز، تیمار اسید آسکوربیک + 1-MCP دارای بیشترین میزان سفتی بافت و به دنبال آن تیمار اسید اگزالیک + 1-MCP و 1-MCP بدون اختلاف معنی دار نسبت به یکدیگر دارای سفتی بافت بیشتری در مقایسه با اسید آسکوربیک و اسید اگزالیک بودند (شکل ۵).



شکل ۵- اثر برهمکنش تیمار و زمان بر سفتی بافت خرما لوبو برش خورده

(حروف مشابه دارای اختلاف معنی دار نسبت به یکدیگر در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD نمی باشند)

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر تیمار و برهمکنش بین تیمار و زمان در سطح احتمال ۰/۰۵ درصد بر مقدار ویتامین C معنی دار بود ولی اثر ساده زمان معنی دار نشد (جدول ۱). ویتامین ث در تیمار آسکوربیک اسید + 1-MCP به مقدار ۳/۰۲ درصد ثبت شد که تفاوت معنی داری با سایر تیمارها داشت. همچنین در تیمار شاهد به مقدار ۱/۹۷ درصد ثبت گردید. در بررسی زمان ۷ روز، کمترین میزان ویتامین ث مربوط به تیمار اسید اگزالیک و بیشترین میزان

تیمارهای اسید آلی در این آزمایش به طور موثری شیب کاهش سفتی بافت را در قطعات بریده شده خرما در طول عمر قفسه‌ای تعدیل نمودند. نقش مثبت اسیدهای آلی در کاهش سرعت تولید اتیلن و سرعت تنفسی گزارش شده است (هان و همکاران ۲۰۰۲، اسریواستاوا و وایردی ۲۰۰۰). بنابراین به نظر می‌رسد دلایل اصلی حفظ سفتی بافت توسط تیمارهای اسید آلی ممانعت از افزایش تولید اتیلن و کاهش آلودگی قارچی در اثر این تیمارها باشد. بیماری‌هایی قارچی از عوامل اصلی تحریک تولید اتیلن می‌باشند (هان و همکاران ۲۰۰۲، اسریواستاوا و وایردی ۲۰۰۰، سالویا و همکاران ۲۰۰۴).

رویز-جیمز و همکاران (۲۰۱۴) در پژوهشی نشان دادند تیمار اسید اگزالیک با کاهش از دست دادن آب سبب حفظ بهتر سفتی آرتیشو گردید. بنابراین ممکن است حفظ سفتی بافت توسط تیمارهای اسید آلی به دلیل حفظ بهتر محتوای آب و پدیده تورژسانس سلولی در قطعات بریده شده باشد. گزارش شده است اسیدهای آلی، مقاومت بافت میوه را در برابر افزایش فعالیت آنزیم پلی فنول اکسیداز افزایش داده و با ضد عفونی بافت میوه از رشد و فعالیت عوامل میکروبی ممانعت می‌نمایند (ژنگ و تیان ۲۰۰۶). تاثیر اسیدهای آلی در کاهش بار میکروبی می‌تواند ناشی از حفظ بهتر سفتی بافت میوه در اثر این تیمارها و کاهش pH سطح سلول نیز باشد، چرا که باکتریها در pH نزدیک خنثی فعالیت بیشتری از خود در مقایسه با pH های پایین نشان می‌دهند (رویز-جیمز و همکاران ۲۰۱۴). هورمون اتیلن تحریک کننده رشد در میوه و سبزی بوده و رسیدن میوه را سرعت می‌بخشد. در میوه‌های فرازگرا، اتیلن باعث افزایش شدت تنفس بافت میوه در مقایسه با میوه‌های نافرزگرا می‌گردد. 1-MCP یک مهارکننده عمل اتیلن است که به طور گسترده ای فرایند رسیدن را به تاخیر می‌اندازد و موجب حفظ سفتی بافت میوه و افزایش عمر انبارمانی میوه‌ها و سبزیجات می-

مشاهده شده است. گزارش شده است که آنزیم پلی فنل اکسیداز از مهم‌ترین عوامل اصلی قهوه‌ای شدن و تغییر رنگ در محصولات می‌باشد (جئونگ و همکاران ۲۰۰۲). واکنش قهوه‌ای شدن باعث ایجاد یک تغییر نامطلوب در بافت می‌شود که بر طعم، ظاهر و کیفیت میوه اثر منفی دارد. با این حال آسکوربیک اسید به طور مناسبی از فعالیت این آنزیم‌های پلی فنل جلوگیری و مانع از تغییر رنگ بافت می‌شود (اومس-اولی و همکاران ۲۰۱۰). نتایج برخی گزارشات نشان داد واکنش قهوه‌ای شدن در تکه‌های برش‌خورده آناناس، یک فرآیند پیچیده است که به عواملی همچون سطوح سوبسترا، فعالیت آنزیمی و حضور بازدارنده‌های قارچی بستگی دارد. بطوریکه گزارش شده کاربرد آسکوربیک اسید، واکنش قهوه‌ای شدن در تکه‌های برش‌خورده آناناس را به طور معنی-داری کاهش داده است (گونزالز-اگیولار و همکاران ۲۰۰۵).

در این آزمایش، مشخص شد که استفاده از اسید اگزالیک به طور موثری می‌تواند قهوه‌ای شدن بافت را در خرما لوه‌های برش‌خورده در طول دوره انبارداری کنترل کند. در میوه لیچی تیمار اسید اگزالیک به دلیل افزایش یکپارچگی غشا مانع تخریب آنتوسیانین، کاهش اکسیداسیون و کاهش فعالیت آنزیم پراکسیداز می‌شود. به نظر می‌رسد استفاده از اسید اگزالیک به طور موثری می‌تواند قهوه‌ای شدن میوه‌جات در طول دوره انبارداری و پس از برداشت را کنترل کند (ژنگ و همکاران ۲۰۰۶). اثر اسید آسکوربیک یک درصد بر کاهش قهوه‌ای شدن در سیب برش‌خورده گزارش شده است (ژئونگ و همکاران ۲۰۰۸). بافت میوه خرما در زمان برداشت از سفتی بالایی برخوردار می‌باشد ولی سفتی بافت به تدریج در طی نگهداری کاهش می‌یابد. در قطعات برش‌خورده میوه به دلیل ایجاد زخم و در پی آن تحریک تولید اتیلن و تراوش آنزیم‌های تخریب کننده دیواره سلولی به فضای بین سلولی شیب کاهش سفتی بافت بیشتر است (مائو و همکاران ۲۰۰۷).

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد قطعات برش خورده میوه خرمالو سریعاً در طی دوره نگهداری دچار نقصان می‌شوند که علائم آن شامل کاهش سفتی، کاهش وزن و قهوه‌ای شدن سطح میوه می‌باشد. تیمارهای اسیدهای آلی به دلیل خاصیت ضد قهوه‌ای شدن و آنتی‌اکسیدانی منجر به افزایش عمر قفسه‌ای در قطعات تازه بریده میوه خرمالو شدند. این تیمارها سفتی بافت و ارزش غذایی تکه‌های برش خورده را حفظ و مانع از قهوه‌ای شدن بافت آنها گردید. تیمار 1-MCP و همچنین تیمارهای ترکیبی با آن با وجودی که منجر به حفظ برخی از شاخص‌های ظاهری شده بود، باعث حفظ استحکام بافت و کاهش نشت یونی در مقایسه با شاهد و سایر تیمارها گردید. براساس نتایج به دست آمده، ترکیبات اسیدهای آلی به تنهایی یا به همراه 1-MCP عمر قفسه‌ای قطعات برش خورده خرمالو را برای مدت طولانی‌تری حفظ کرده و برای طولانی کردن زمان عرضه به بازار و تنظیم بازار مصرف دارای اهمیت بوده و باعث کاهش ضایعات محصول می‌گردد.

تشکر و قدردانی

هزینه‌های این پژوهش از محل اعتبارات پژوهشی دانشگاه ایلام تامین شده است که نگارندگان بدین وسیله مراتب قدردانی خود را ابراز می‌دارند.

شود. گزارش شده است که این ترکیب در میوه‌های برش خورده مثل آناناس موجب کاهش قهوه‌ای شدن آنزیمی شده است (بودو و جویک ۲۰۰۳). در پژوهشی دیگر کاربرد 1-MCP بر رسیدن و استحکام سفتی بافت خرمالوی ژاپنی بررسی شده است و نشان می‌دهد این ترکیب در میوه‌هایی از جمله موز (گلدین و همکاران ۱۹۹۸)، آلو (ابدی و همکاران ۱۹۹۸)، سیب (فان و ماتیس ۱۹۹۹)، واتکینز و همکاران ۲۰۰۰)، زردآلو (فان و همکاران ۲۰۰۰) و آووکادو (فنگ و همکاران ۲۰۰۰، جئونگ و همکاران ۲۰۰۲)، نتایج مثبتی داشته است. گزارش شده است برش‌های تیمار شده میوه پایا با 1-MCP دارای عمر ماندگاری و نگهداری بیشتری در مقایسه با شاهد بودند (ارگان و همکاران ۲۰۰۶). در تحقیقی که بر روی هلو انجام شد، گزارش شد که کاهش میزان ویتامین ث به دنبال انجام واکنش قهوه‌ای شدن روی می‌دهد. استفاده از تیمار اسید آسکوربیک با کاهش واکنش قهوه‌ای شدن و مهار کننده‌های واکنش قهوه‌ای شدن مرتبط است (ولاتمن و ون اسپایکا ۱۹۹۷).

منابع مورد استفاده

- زمانی ن، مستوفی ی، فتاحی مقدم م ر، خادمی ا، ۱۳۸۷، رفع گسی میوه خرمالوی ژاپنی (*Diospyros kaki* L.) با تیمار اتمسفر اشباع از دی اکسید کربن و تاثیر آن بر برخی از ویژگی‌های مهم میوه، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۵، ۱-۱۰.
- Abdi N, McGlasson WB, Holford P, Williams M and Mizrahi Y, 1998. Responses of climacteric and suppressed-climacteric plums to treatment with propylene and 1- methylcyclopropene. *Postharvest Biology and Technology* 14: 29-39.
- Alvaro JE, Moreno S, Dianez F, Santos M, Carrasco G and Urrestarazu M, 2009. Effects of peracetic acid disinfectant on the postharvest of some fresh vegetables. *Journal of Food Engineering* 95: 11-15.
- Asemota HN, Wellington MA, Odutuga AA and Ahmad MH, 1992. Effect of short-term storage on phenolic content, o-diphenolase and peroxidase activities of cut yam tubers (*Dioscorea* sp). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 60: 309-312.

- Budu AS and Joyce DC, 2003. Effect of 1-methylcyclopropene on the quality of minimally processed pineapple fruit. *Animal Production Science* 43: 177-184.
- Ergun M, Huber DJ, Jeong J and Bartz JA, 2006. Extended shelf life and quality of fresh-cut papaya derived from ripe fruit treated with the ethylene antagonist 1-methylcyclopropene. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 131: 97-103.
- Fan X and Mattheis JP, 1999. Methyl jasmonate promotes apple fruit degreening independently of ethylene action. *HortScience* 34: 310-312.
- Fan X, Argenta L and Mattheis JP, 2000. Inhibition of ethylene action by 1-methylcyclopropene prolongs storage life of apricots. *Postharvest Biology and Technology* 20: 135-142.
- Feng X, Apelbaum A, Sisler EC and Goren R, 2000. Control of ethylene responses in avocado fruit with 1-methylcyclopropene. *Postharvest Biology and Technology* 20: 143-150.
- Garrett EH. 2002. Fresh-cut Produce: Tracks and Trends. In: Lamikanra O (eds.). *Fresh-cut fruits and vegetables. Science, Technology, and Market*. CRC Press, Boca Raton: 1-10.
- Gil MI, Martí JA and Artés F, 1996. Minimally processed pomegranate seeds. *LWT-Food Science and Technology* 29: 708-713.
- Golding JB, Shearer D, Wyllie SG and McGlasson WB, 1998. Application of 1-MCP and propylene to identify ethylene-dependent ripening processes in mature banana fruit. *Postharvest Biology and Technology* 14: 87-98.
- Gonzalez-Aguilar GA, Ruiz-Cruz S, Soto-Valdez H, Vazquez-Ortiz F, Pacheco-Aguilar R and Wang CY, 2005. Biochemical changes of fresh-cut pineapple slices treated with antibrowning agents. *International journal of food science and technology* 40: 377-383.
- Han T, Wang Y, Li L and Ge X, 2002. Effect of exogenous salicylic acid on post harvest physiology of peaches. In XXVI International Horticultural Congress: Issues and Advances in Postharvest Horticulture 628: 583-589.
- Harima S, Nakano R, Yamauchi S, Kitano Y, Yamamoto Y, Inaba A and Kubo Y, 2003. Extending shelf-life of astringent persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) fruit by 1-MCP. *Postharvest Biology and Technology* 29: 319-324.
- He Q and Luo Y, 2007. Enzymatic browning and its control in fresh-cut produce. *Stewart Postharvest Review* 3: 1-7.
- Jafri M, Jha A, Bunkar DS and Ram RC, 2013. Quality retention of oyster mushrooms (*Pleurotus florida*) by a combination of chemical treatments and modified atmosphere packaging. *Postharvest Biology and Technology* 76: 112-118.
- Jeong HL, Jin WJ, Kwang DM and Kee JP, 2008. Effects of anti-browning agents on polyphenoloxidase activity and total phenolics as related to browning of fresh-cut 'Fuji' apple. *ASEAN Food Journal* 15: 79-87.
- Jeong J, Huber DJ and Sargent SA, 2002. Influence of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on ripening and cell-wall matrix polysaccharides of avocado (*Persea americana*) fruit. *Postharvest Biology and Technology* 25: 241-256.
- Khademi O, Besada C, Mostofi Y and Salvador A, 2014. Changes in pectin methylesterase, polygalacturonase, catalase and peroxidase activities associated with alleviation of chilling injury in persimmon by hot water and 1-MCP treatments. *Scientia Horticulturae* 179: 191-197.
- Lutts S, Kinet JM and Bouharmont J, 1996. NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. *Annals of Botany* 78: 389-398.
- Mao L, Wang G and Que F, 2007. Application of 1-methylcyclopropene prior to cutting reduces wound responses and maintains quality in cut kiwifruit. *Journal of Food Engineering* 78: 361-365.
- Oms-Oliu G, Rojas-Graü MA, Gonzalez LA, Varela P, Soliva-Fortuny R, Hernando MIH and Martin-Belloso O, 2010. Recent approaches using chemical treatments to preserve quality of fresh-cut fruit: A review. *Postharvest Biology and Technology* 57: 139-148.
- Pilizota V and Sapers G, 2004. Novel browning inhibitor formulation for fresh-cut apples. *Journal of Food Science* 69: 140-143.
- Rocha A, Brochado C and Morais A, 1998. Influence of chemical treatment on quality of cut apple (cv. Jonagored). *Journal of Food Quality* 21: 13-28.

- Ruiz-Jimenez JM, Zapata PJ, Serrano M, Valero D, Martinez-Romero D, Castillo S and Guillen F, 2014. Effect of oxalic acid on quality attributes of artichokes stored at ambient temperature. *Postharvest Biology and Technology* 95: 60-63.
- Sapers GM and Hicks KB, 1989. Inhibition of enzymatic browning in fruits and vegetables. In ACS Symposium series-American Chemical Society (USA).
- Sapers GM, Hicks KB, Phillips JG, Garzarella L, Pondish DL, Matulaitis RM, McCormack TJ, Sondey SM, Seib PA and Ei-Atawy YS, 1989. Control of enzymatic browning in apple with ascorbic acid derivatives, polyphenol oxidase inhibitors, and complexing agents. *Journal of food science* 54: 997-1002.
- Sapers GM, Miller RL, Miller C, Cooke PH and Choi S, 1994. Enzymatic browning control in minimally processed mushrooms. *Journal of Food Science* 59: 1042–1047.
- Sisler EC, Serek M and Dupille E, 1996. Comparison of cyclopropene, 1- methylcyclopropene, and 3, 3-dimethylcyclopropene as ethylene antagonists in plants. *Plant Growth Regulation* 18: 169-174.
- Soliva-Fortuny R, Oms-Oliu G and Martin-Belloso O, 2002. Effects of ripeness stages on the storage atmosphere, color and textural properties of minimally processed apple slices. *Journal of Food Science* 67: 1958–1962.
- Soliva-Fortuny R, Elez-Martinez P and Martinez-Belloso O, 2004. Microbiological and biochemical stability of fresh-cut apples preserved by modified atmosphere packaging. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 5: 215–224.
- Son SM, Moon KD and Lee CY, 2001. Inhibitory effects of various anti browning agent on apple slices. *Food Chemistry* 73: 23-30.
- Srivastava MK and Dwivedi UN, 2000. Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid. *Plant Science* 158: 87- 96.
- Toivonen PM and Brummell DA, 2008. Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. *Postharvest Biology and Technology* 48: 1-14.
- Veltman R and Van Schaik A, 1997. Membrane damage in fruits perhaps the explanation of hollow core and flesh browning. *Fruitteelt* 87: 12-13.
- Watkins CB, Nock JF and Whitaker BD, 2000. Response of early mind and late season apple cultivars to postharvest application of 1-methylcyclopropene and air and controlled atmospheres storage condition. *Postharvest Biology and Technology* 19: 17–32.
- 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: 1443-1450.
- Zheng XL, Tian SP, Xu Y and Li BQ, 2005. Effects of exogenous oxalic acid on ripening and decay incidence in mango fruit during storage at controlled atmosphere. *Journal of Fruit Science* 22: 351-355.
- Zheng X and Tian S, 2006. Effect of oxalic acid on control of postharvest browning of litchi fruit. *Food chemistry* 96: 519-523.

Preservation the quality of fresh cut persimmon by organic acids and 1-MCP

M Ahmadi Baghi¹, J Erfani-Moghadam^{2*} and O Khademi³

Received: May 14, 2016

Accepted: April 30, 2017

¹Former M.Sc. Student, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran

²Assistant Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran

³Assistant Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran

*Corresponding author: Email: J.erfani@ilam.ac.ir

Abstract

Today, fruits consumption as fresh-cut has high commercial value. However, the sliced fruit in postharvest period encounter with enzymatic browning and pathogen attack. In this study, ascorbic acid (1% for two minutes), oxalic acid (0.5% for two minutes), 1-MCP (1 μ l/l for 24 hours), distilled water (control) treatments and in combination with 1-MCP were used to increase the shelf life of fresh-cut persimmons. Persimmons sliced were dipped in the treatments for two minutes, then dried at room temperature and packed in polyethylene container by cellophane cover and were stored at 4°C. Some qualitative, quantitative and biochemical parameters were measured on 7, 14 and 21 days after storage. Analysis of variance has illustrated that a significant difference exists among treatments for most of the evaluated parameters. The results showed that, persimmons sliced treated with 1-MCP, oxalic and ascorbic acids had lower weight loss and lower browning as well as higher taste and marketability than control fruits. Also, the samples which treated with ascorbic acid + 1-MCP and oxalic acid + 1-MCP had higher tissue strength and lower ion leakage as compared to the control. 1-MCP, oxalic and ascorbic acid treatments significantly led to the decreases of the juice pH, while the vitamin C was significantly increased comparing to the control sample. Generally, results showed that, organic acid compounds and 1-MCP reduced destruction of fresh-cut persimmons during cold chamber, and are suitable treatments for maintenance postharvest quality of this fruit.

Keywords: Organic acid, Marketability, Persimmon, Shelf life, 1-MCP