

تأثیر کاربرد پس از برداشت پوتریسین بر افزایش عمر انبارمانی و حفظ کیفیت میوه کیوی رقم "هایوارد"

زهرة روحی^{۱*}، محمد رضا اصغری^۲ و یوسف رسمی^۳

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۶/۱۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۶/۹)

چکیده

کاربرد پلی آمین در بهبود عمر انباری میوه‌های مختلف گزارش شده است، به همین منظور تأثیر غلظت‌های مختلف پوتریسین در دمای بالا بر عمر پس از برداشت میوه کیوی رقم هایوارد در دمای $5 \pm 0^\circ$ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۵ - ۹۰٪ بررسی شد. میوه‌ها با محلول پوتریسین با غلظت‌های مختلف (صفر، ۱ و ۲ میلی‌مولار) در دمای 5° درجه سلسیوس به مدت ۲ دقیقه تیمار شده و بعد از خشک شدن سطح میوه به سردخانه انتقال داده شدند. پس از ۸ و ۱۶ هفته میزان سفتی بافت، مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، ویتامین ث و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها اندازه‌گیری شد. تیمار پوتریسین تأثیر معنی‌دار بر میزان سفتی بافت، اسیدیته قابل تیتراسیون، ویتامین ث و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی داشت، اما تأثیر معنی‌داری بر میزان مواد جامد محلول نداشت. بالاترین میزان سفتی بافت در هر دو زمان اندازه‌گیری مربوط به غلظت ۲ میلی‌مولار پوتریسین بود. هم‌چنین از نظر مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون و ویتامین ث در نتیجه تیمار پوتریسین پس از ۸ هفته بیشترین مقدار مربوط به غلظت ۲ میلی‌مولار و بعد از ۱۶ هفته مربوط به غلظت ۱ میلی‌مولار پوتریسین بود. بالاترین مقدار ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مربوط به تیمار پوتریسین نسبت به شاهد در هر دو زمان اندازه‌گیری بود. نتایج نشان می‌دهد که تیمار پوتریسین، به‌واسطه به‌تأخیر انداختن فرایندهای رسیدن میوه عمر انباری کیوی را افزایش می‌دهد. کاربرد پوتریسین در ترکیب با آب گرم می‌تواند جایگزین مناسبی به‌جای استفاده از تیمار شیمیایی در فیزیولوژی پس از برداشت میوه کیوی باشد.

واژه‌های کلیدی: پوتریسین، عمر انبارداری، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، کیوی، ویتامین ث

۱ و ۲. به‌ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۳. استادیار گروه بیوشیمی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: zohre_rohi@yahoo.com

مقدمه

در طی سال‌های اخیر متخصصان علوم تغذیه بر این باورند که مصرف میوه‌ها و سبزی‌ها منجر به کاهش خطر ابتلا به بیماری‌های مختلف از جمله سرطان‌ها و بیماری‌های قلبی عروقی می‌شود (۱۶). اثرات سودمند میوه‌ها و سبزی‌ها به آنتی‌اکسیدان‌های مختلف شامل پلی‌فنل، اسید آسکوربیک، کاروتنوئید و توکوفرول نسبت داده می‌شود، به طوری که مواد نامبرده نقش مهمی در جلوگیری از بروز بیماری‌ها بازی می‌کنند (۴ و ۲۱). کیوی میوه‌ای با کالری کم و مقادیر بالای ویتامین ث و مواد آنتی‌اکسیدانی می‌باشد، هم‌چنین حاوی مقادیر معنی‌داری از رنگیزه‌ها شامل کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها و ترکیبات مفید دیگر هم‌چون ویتامین E، فلاونوئیدها و مواد معدنی می‌باشد. (۲۷ و ۳۰). میوه‌ها و سبزی‌ها بسیار حساس به نقصان پس از برداشت می‌باشند. حفظ محصول با کیفیت بالا از زمان برداشت تا رسیدن به دست مصرف کننده پیش نیاز اصلی تأمین سلامت غذایی در جامعه می‌باشد (۶). همان‌گونه که اشاره شد محصولات باغبانی برداشت شده قابلیت فساد پذیری بسیار بالایی دارند، بنابراین به‌کارگیری فنون و روش‌های مناسب جهت افزایش قابلیت ماندگاری و عرضه خارج از فصل و صادرات ضروری می‌باشد. امروزه تمایل جهانی برای یافتن روش‌های جایگزین در کنترل ضایعات بعد از برداشت با اولویت دادن به روش‌های سالم به‌منظور جلوگیری از تأثیر منفی سموم شیمیایی بر سلامتی انسان می‌باشد (۷). پلی‌آمین‌ها به‌عنوان تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی جزء ترکیبات سالم برای انسان و محیط زیست طبقه‌بندی شده‌اند (۱۷). گزارش شده است که کاربرد خارجی پلی‌آمین‌ها منجر به افزایش عمر انباری بسیاری از میوه‌ها می‌شود (۲۴). هم‌چنین گزارش شده است که پلی‌آمین‌ها به‌عنوان عامل ضد پیری محسوب می‌شوند که منجر به کاهش یا تأخیر پیری در میوه‌ها می‌شود (۱۱) پوتریسین به‌عنوان اولین پلی‌آمین در مسیر بیوسنتزی محسوب می‌شود (۱۹).

در این پژوهش تیمار پوتریسین در دمای بالا روی میوه کیوی

اعمال و اثر آن روی بهبود عمر قفسه‌ای، حفظ کیفیت و فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه کیوی بررسی شد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و تیمار

نمونه‌های میوه کیوی رقم هایوارد از منطقه رودسر واقع در شمال ایران تهیه شد. میوه‌ها در مرحله بلوغ تجاری زمانی که میزان مواد جامد محلول ۶/۵ درجه بریکس بود برداشت شدند و سپس به‌منظور انجام تیمارها به آزمایشگاه علوم باغبانی دانشگاه ارومیه انتقال داده شدند. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تکرار و هر تکرار شامل ۱۲ عدد میوه انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل غلظت‌های مختلف پوتریسین و زمان‌های بررسی بود. تیمار پوتریسین در سه غلظت صفر به‌عنوان شاهد، ۱ و ۲ میلی‌مولار در دمای ۵۰ درجه سلسیوس به‌مدت ۲ دقیقه اعمال شد. به‌عنوان شاهد نیز از آب مقطر با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد استفاده شد. پس از تیمار میوه‌ها خشک شده و به سردخانه با دمای ۵/۰± درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۵ - ۹۰٪ انتقال داده شد. خواص کیفی میوه پس از ۸ و ۱۶ هفته انبارداری بررسی شد.

سفتی بافت میوه

به‌منظور تعیین سفتی بافت میوه از دستگاه سفتی‌سنج دستی با قطر پروب ۸ میلی‌متری استفاده شد. نتایج بر حسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع بیان شد.

اسیدیته قابل تیتراسیون و مواد جامد محلول

به‌منظور اندازه‌گیری میزان اسیدیته قابل تیتراسیون از روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال استفاده شد و مقدار اسیدیته قابل تیتر بر حسب گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر بر مبنای اسید سیتریک بیان شد. برای اندازه‌گیری میزان مواد جامد محلول میوه نیز از رفرکتومتر دستی مدل ATAGO استفاده شد.

ویتامین C (اسید آسکوربیک)

به منظور اندازه‌گیری میزان ویتامین C، از روش تیتراژ با محلول ۲ و ۶ دی کلروفنل ایندوفنل استفاده شد و نتایج بر حسب میلی‌گرم در صد گرم وزن تر بیان شد (۱۴).

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل

اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل غیر آنزیمی عصاره میوه به روش فرپ انجام شد. نتایج بر حسب معادل میلی‌مول آهن در ۱۰۰ گرم وزن تر بیان شد (۲).

به منظور تهیه محلول استوک ۳/۱ گرم استات سدیم ($C_2H_3NaO_2 \cdot 3 H_2O$) و ۱۶ میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال در یک لیتر آب مقطر حل شد و pH محلول در حدود ۳/۶ تنظیم شد سپس ۳۱ میلی‌گرم TPTZ (2,4,6, Tripyridyl-S-Triazin) در ۱۰ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۴۰ میلی‌مولار حل شد و به منظور تهیه محلول ۲۰ میلی‌مولار کلرید آهن ($FeCl_3 \cdot 6H_2O$)، ۵/۴۱ گرم کلرید آهن در یک لیتر آب مقطر حل شد. به منظور تهیه محلول استاندارد از سولفات آهن ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) استفاده شد که ۰/۲۷۸ گرم سولفات آهن در یک لیتر آب مقطر حل شد و در نهایت محلول‌های استاندارد ۱۲۵، ۲۵۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ میکرومولار تهیه شد.

محلول نهایی کار FRAP با مخلوط کردن ۲۵ میلی‌لیتر بافر، ۲/۵ میلی‌لیتر TPTZ و ۲/۵ میلی‌لیتر کلرید آهن آماده شد (به دلیل حساس بودن محلول کار فرپ باید به صورت روزانه آماده شود). سپس ۲۵۰ میکرولیتر از محلول کار داخل ظروف پلت ریخته شد و به آن ۱۰ میکرولیتر از عصاره میوه (که حاوی ۲/۵ میلی‌لیتر عصاره و ۶ میلی‌لیتر بافر فسفات بود) اضافه شد و به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار داده سپس نمونه‌ها داخل دستگاه الیزا مدل Fax-Stat2100 قرار داده شد و در طول موج ۵۹۳ نانومتر میزان جذب خوانده شد و در نهایت با رسم منحنی استاندارد میزان آنتی‌اکسیدان کل به دست آمد و بر حسب معادل میلی‌مول آهن در ۱۰۰ گرم وزن تر بیان شد.

نحوه تهیه بافر فسفات: ۱۷/۹ گرم فسفو سدیم و ۷/۸ گرم فسفید سدیم (NaH_2PO_4) داخل آب حل شد و ۲ گرم پلی‌وینیل پیرولیدون (PVP) نیز به آن اضافه و به حجم یک لیتر رسانده شد در نهایت pH محلول در ۷/۲ تنظیم شد.

نحوه تهیه عصاره میوه: بعد از گرفتن آب میوه با آب میوه‌گیری (تمام مراحل با حفظ زنجیره سرد انجام شد) ۲/۵ سی‌سی آب میوه جدا و به آن ۶ سی‌سی بافر فسفات اضافه شد، سپس بعد از عمل انتقال به لوله‌های آزمایش عمل سانتریفوژ به مدت ۱۰ دقیقه انجام شد و از محلول زلال برای اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل استفاده شد.

تجزیه آماری

تجزیه آماری داده‌های به دست آمده به کمک نرم افزار MSTATC صورت گرفت و مقایسه میانگین اثر تیمارها به روش حداقل تفاوت معنی‌دار LSD انجام شد.

نتایج

اثر پوتریسین بر میزان سفتی بافت

میزان سفتی بافت میوه در زمان برداشت در رنج حدود ۵/۲ تا ۸/۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع متغیر بود. سفتی بافت میوه طی دوره نگهداری کاهش یافت. کاربرد هر دو غلظت پوتریسین تأثیر معنی‌داری بر حفظ سفتی بافت میوه در مقایسه با شاهد داشت. در هر دو زمان بررسی سفتی بافت تیمار ۲ میلی‌مولار به‌طور معنی‌داری بیشتر از سفتی بافت تیمار ۱ میلی‌مولار بود. سفتی بافت تیمار ۱ میلی‌مولار نیز بیشتر از سفتی بافت تیمار شاهد بود (جدول ۱ و ۲).

اثر پوتریسین بر مقدار اسیددیته قابل تتیراسیون و مواد جامد

محلول

میزان اسیددیته قابل تتیراسیون از ۱/۷ - ۱/۴٪ در زمان برداشت متغیر بود. اثر زمان و پوتریسین بر میزان اسیددیته قابل تتیراسیون در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بوده است، مقدار اسیددیته

جدول ۱. جدول تجزیه واریانس تأثیر کاربرد پوتریسین و زمان سپری شده از کاربرد پوتریسین و اثر متقابل آنها بر سفتی بافت، اسیدیته قابل تیتراسیون، مقدار مواد جامد محلول، اسید آسکوربیک و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه کیوی رقم هایوارد

صفات اندازه‌گیری شده	زمان	تیمار پوتریسین	زمان × پوتریسین
سفتی بافت	۴/۴۲ ^{**}	۰/۱۴ ^{**}	۰/۱۷ ^{**}
اسیدیته قابل تیتراسیون	۰/۰۵۵ ^{**}	۰/۰۲۳ ^{**}	۰/۰۰۲ ^{ns}
مقدار مواد جامد محلول	۲/۷۰۰ [*]	۰/۰۷۵ ^{ns}	۰/۶۲۵ ^{ns}
اسید آسکوربیک	۳۳۷/۰۷ ^{**}	۸۸/۲۰ [*]	۸۴/۶۷ ^{ns}
ظرفیت آنتی‌اکسیدانی	۰/۴۳ ^{**}	۰/۰۶۰ ^{**}	۰/۰۱۰ ^{**}

ns، ** و * به ترتیب نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪

جدول ۲. اثر تیمار پوتریسین و زمان نگهداری بر میزان سفتی بافت، مواد جامد محلول، مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون،

اسید آسکوربیک و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه کیوی رقم هایوارد

غلظت پوتریسین (میلی مول در لیتر)	زمان (هفته)	سفتی (کیلوگرم بر سانتی متر مربع)	اسیدیته قابل تیتراسیون (%)	مقدار مواد جامد محلول (درجه بریکس)	اسید آسکوربیک (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر)	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (میلی مول آهن در ۱۰۰ گرم وزن تر)
۰	۸	۰/۷۶ ^c	۱/۱۰ ^c	۱۲/۳۰ ^a	۳۲/۲۸ ^b	۰/۶۰ ^b
۱	۱۶	۰/۱۶ ^e	۰/۹۰ ^d	۱۲/۹۰ ^a	۲۹/۹۳ ^{bc}	۰/۴۰ ^c
۱	۸	۰/۹۶ ^b	۱/۲۵ ^b	۱۲/۷۰ ^a	۳۹/۰۹ ^a	۰/۷۴ ^{fab}
۱	۱۶	۰/۳۲ ^d	۱/۱۷ ^{bc}	۱۲/۸۰ ^a	۳۴/۵۹ ^{ab}	۰/۶۲ ^b
۱	۸	۱/۲۱ ^a	۱/۳۵ ^a	۱۲/۲۰ ^a	۳۹/۲۶ ^a	۰/۸۹ ^a
۲	۱۶	۰/۷۶ ^c	۱/۱۰ ^c	۱۲/۳۰ ^a	۳۲/۲۸ ^b	۰/۶۰ ^b

میانگین‌هایی با حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری نسبت به یکدیگر در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD ندارند.

سردخانه افزایش یافته و سپس تقریباً پایدار باقی می‌ماند، به‌طور کلی کاربرد پوتریسین تأثیر معنی‌داری بر مواد جامد محلول نداشت.

اثر پوتریسین بر مقدار ویتامین ث (اسید آسکوربیک)

مقدار اسید آسکوربیک با گذشت زمان آزمایش کاهش جزئی را نشان داد. در زمان بررسی ۸ هفته مقدار اسید آسکوربیک تیمارهای پوتریسین به‌طور معنی‌داری بیشتر از شاهد بود ولی اختلاف معنی‌داری بین دو تیمار پوتریسین مشاهده نشد. در زمان ۱۶ هفته پس از انبار اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای

قابل تیتراسیون با گذشت زمان آزمایش کاهش یافت که این کاهش در تیمار شاهد بیشتر از تیمارهای پوتریسین بود. پس از ۸ هفته انبارداری اثر تیمار پوتریسین ۲ میلی‌مولار در حفظ اسیدیته قابل تیتراسیون بیشتر از اثر تیمار ۱ میلی‌مولار از این نظر بود. پس از ۱۶ هفته نیز میزان اسیدیته قابل تیتراسیون در تیمار پوتریسین بالاتر از شاهد بود.

ولی بین غلظت‌های پوتریسین اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). مقدار مواد جامد محلول در زمان برداشت حدود ۶/۲ درجه بریکس بود. نتایج نشان داد که میزان مواد جامد محلول به مقدار قابل توجهی پس از ۸ هفته نگهداری در

متغیر بود، محتوای اسیدیته قابل تیتراسیون دوران نگهداری کاهش یافت این پدیده در میوه‌ها و سبزی‌های دیگر نیز گزارش شده است (۱۵). در واقع اسیدیته قابل تیتراسیون به‌عنوان یک منبع اندوخته انرژی میوه می‌باشند که در هنگام رسیدن با افزایش سوخت و ساز مصرف می‌شوند (۲۳). کاربرد پوتریسین تأثیر معنی‌داری بر مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون داشت که می‌تواند به‌دلیل تأثیر این ماده در کاهش میزان تنفس و تولید اتیلن باشد که منجر به کاهش استفاده اسیدهای آلی به‌عنوان سوسترای تنفسی می‌شود، نقش پوتریسین در حفظ اسیدیته قابل تیتراسیون در میوه توت‌فرنگی و انار گزارش شده است (۱۷ و ۲۴ و ۳۱).

مواد جامد محلول به‌طور قابل توجهی در طول ۸ هفته دوران انبارمانی افزایش یافت و سپس تا پایان دوران نگهداری تقریباً پایدار باقی ماند که این حالت موافق با نتایج منتشر شده قبلی می‌باشد (۱).

میزان ویتامین ث در طی دوران نگهداری کاهش می‌یابد (۱۴ و ۲۷) در این بررسی نیز میزان ویتامین ث با گذشت زمان کاهش یافت که میزان این کاهش در تیمار پوتریسین نسبت به شاهد کندتر بوده است. افزایش گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) (Reactive Oxygen Species) و رادیکال‌های آزاد در طی فرآیند رسیدن میوه‌ها در اثر افزایش متابولیسم اکسیداتیو در میوه‌ها به‌خصوص در میوه‌های فرازگرا، می‌تواند موجب ایجاد خسارت به غشاءهای سلولی گردد (۲۶). برای جلوگیری از اثرات سوء رادیکال‌های آزاد سلول‌های گیاهی از توسعه سیستم آنتی‌اکسیدانی که شامل آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی همانند آسکوربات پراکسیداز (APX) و کاتالاز (CAT) و یا غیرآنزیمی همانند اسید آسکوربیک، آلفاتوکوفرول یا ویتامین E می‌باشد استفاده می‌کنند (۲۶). آنزیم آنتی‌اکسیدان آسکوربات پراکسیداز برای واکنش کاتالیزی خود از اسید آسکوربیک به‌عنوان کوفاکتور استفاده می‌کند. در طول دوره نگهداری میزان اسید آسکوربیک که یکی از آنتی‌اکسیدان‌های مهم می‌باشد کاهش یافت که دلیل آن مصرف این ویتامین به‌عنوان دهنده الکترون

پوتریسین و شاهد از نظر مقدار اسید آسکوربیک مشاهده نشد (جدول ۲).

اثر پوتریسین بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

اثر زمان و پوتریسین در سطح احتمال ۱ درصد بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی معنی‌دار بوده است. پس از ۸ هفته انبارداری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تیمار پوتریسین ۲ میلی‌مولار به‌طور معنی‌داری بیشتر از مقدار آن در شاهد است در حالی که بین تیمارهای پوتریسین ۱ میلی‌مولار و شاهد اختلاف معنی‌داری از نظر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مشاهده نمی‌شود. پس از ۱۶ هفته انبارداری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی هر دو تیمار پوتریسین بدون اختلاف معنی‌دار نسبت به یکدیگر به‌طور معنی‌داری بالاتر از مقدار آن در شاهد بود. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی با گذشت زمان آزمایش کاهش یافت (جدول ۲).

بحث

تیمار پوتریسین منجر به حفظ سفتی بافت میوه کیوی در طی دوران نگهداری در سردخانه شد که این حالت می‌تواند به‌دلیل طبیعت پلی‌کاتیونی پلی‌آمین‌ها باشد که قادر به اتصال به ترکیبات آنیونی دیواره سلولی بوده که این اتصال منجر به ثبات و پایداری دیواره سلولی می‌شود، هم‌چنین این پیوستگی دسترسی آنزیم‌های تجزیه‌کننده دیواره سلولی مثل پکتین متیل استراز و پلی‌گالاکتورناز را به پکتین کاهش می‌دهد و منجر به کاهش میزان نرم شدن بافت میوه طی دوران نگهداری می‌شود (۲۸). تأثیر کاربرد پس از برداشت پوتریسین در حفظ سفتی بافت میوه سیب (۱۰، ۱۱ و ۲۹) گوجه‌فرنگی (۱۲) هلو (۳) توت‌فرنگی (۲۲ و ۳۱) و آلو (۹ و ۲۴) گزارش شده است. هم‌چنین ممکن است حفظ سفتی بافت در اثر تیمار پوتریسین در ارتباط با کاهش تولید و اثر اتیلن درونی باشد به‌نقش کاهش تولید اتیلن در افزایش یا حفظ سفتی بافت میوه عمدتاً در میوه‌های فرازگرا اشاره شده است (۳۰). در این بررسی میزان اسیدیته قابل تیتراسیون از $1/7 - 1/4$ در زمان برداشت

به اکسیدان‌ها برای خثی کردن رادیکال‌های آزاد می‌باشد (۲۵). پوتریسین به‌عنوان ماده ضد پیری و ضد تولید اتیلن، رسیدن و پیری را به تأخیر انداخته و از افزایش تولید رادیکال‌های آزاد درون سلول ممانعت می‌نماید. در نتیجه نیاز سلول به مصرف اسید آسکوربیک کمتر شده و مقدار این ویتامین در میوه حفظ می‌گردد.

از آنجایی که تعداد زیادی از انواع مختلف ترکیبات آنتی‌اکسیدانی وجود دارد که ممکن است به آنتی‌اکسیدان کل نسبت داده شود مشخص نیست که کدام جزء به‌تنهایی مسئول ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در میوه‌ها و سبزی‌ها می‌باشد. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌های جنس اکتینیدیا عمدتاً تحت تأثیر سطوح ویتامین C و پلی‌فنل می‌باشد و رابطه خطی معنی‌داری بین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه کیوی و محتوای پلی‌فنل و ویتامین C مشاهده شده است (۴ و ۱۳). بر اساس نظر برخی محققان گزارش شده است که محتوای ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در میوه‌های جنس اکتینیدیا به شدت در ارتباط با ویتامین C می‌باشد (۲۷). اما عده‌ای از محققان بر این عقیده‌اند که جزء اصلی تشکیل دهنده ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در میوه کیوی مربوط به ترکیبات فنولی می‌باشد (۵، ۸ و ۱۸). در این بررسی مشاهده شد میزان ویتامین C در تیمار پوتریسین در سطح بالاتری

نسبت به شاهد در هر دو زمان اندازه‌گیری بود در نتیجه منجر به ایجاد ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری نسبت به شاهد گردید. تاوارینی و همکاران در سال ۲۰۰۸ گزارش کردند که محتوای ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌های گونه اکتینیدیا قویاً در ارتباط با ویتامین C می‌باشد. نتایج این بررسی تحقیقات گزارش شده قبلی را تأیید می‌کند. در واقع یک یا دو ترکیب به‌تنهایی نمی‌توانند تشکیل دهنده ظرفیت آنتی‌اکسیدانی باشد بلکه مجموعه ترکیبات نقش دارند. بررسی‌های دیگر نیز نشان می‌دهد که اختلاف در روش اندازه‌گیری و در واحد گزارش شده نیز ممکن است باعث ایجاد اختلاف بین گزارشات ارائه شده باشد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از همکاری و مساعدت‌های بی‌شائبه جناب آقای دکتر ناصری عضو محترم هیأت علمی گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه و جناب آقای دکتر نوری‌زاده عضو محترم هیأت علمی گروه بیوشیمی دانشکده پزشکی دانشگاه ارومیه تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

1. Antunes, M. D. C. and E. M. Sfakitakis. 2002. Ethylene biosynthesis and ripening behaviour of Hayward kiwifruit subjected to some controlled atmospheres. *Postharvest Biology and Technology* 26:167-179.
2. Benzie, I. F. and J. J. Strain. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP assay. *Analytical Biochemistry* 239:70-76.
3. Bregoli, A. M., S. Scaramagli, G. Costa, E. Sabatini, V. Ziosi, S. Biondi and P. Torrigiani. 2002. Peach (*Prunus persica*) fruit ripening amino etoxy vinyl glycine (AVG) and exogenous polyamines affect ethylene emission and flesh firmness. *Physiologia Plantarum* 114:472-481.
4. Du, G., M. Li, F. Ma and D. Liang. 2009. Antioxidant capacity and the relationship with polyphenol and vitamin C in Actinidia fruits. *Food Chemistry* 113:557-562.
5. Halvorsen, B. L., K. Holte, M. C. W. Myhrstad, I. Barikmo, E. Hvattum and S. F. Remberg. 2002. A systematic screening of total antioxidants in dietary plants. *Journal of Nutrition* 132:461-471.
6. Huyskens-Keil, S., M. Schreiner and A. Krumbein. 2003. Possibilities and constraints of postharvest treatments for quality assurance of fruits and vegetables in chain management. *Acta Horticulturae* 604:737-744.
7. Johnson G. I. and S. Sangchote. 1994. Control of postharvest diseases of tropical fruits: challenges for the 21st century. PP. 140-167. In: B. R. Champ, E. Highley and G. I. Johnson (Eds.), *Postharvest Handling of Tropical Fruits*. Australian Center for international Agricultural Research, Canberra.
8. Katsubo, T., H. Tabata, Y. Ohata, Y. Yamasaki, E. Anuurad and K. Shiwaku. 2004. Screening for antioxidant activity in edible plant products: Comparison of low-density lipoprotein oxidation assay, DPPH, radical scavenging assay, and Folin-Ciocalteu assay. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52:2391-2396.

9. Khan, A. S., S. Zora and N. A. Abbasi. 2007. Pre-storage putrescine application suppresses ethylene biosynthesis and retards fruit softening during low temperature storage in Angelino plum. *Postharvest Biology and Technology* 46:36-46.
10. Kramer, G. F. and C. Y. Wang. 1989. Correlation of reduced chilling injury with increased spermine and spermidine levels in Zucchini squash. *Physiologia Plantarum* 76:479-482.
11. Kramer, G. F., C. Y. Wang and W. S. Conway. 1991. Inhibition of softening by polyamine application in Golden Delicious and McIntosh apples. *American Society for Horticultural Science* 116: 813-817.
12. Law, D. M., P. J. Davies and M. A. Mutschler. 1991. Polyamine induced prolongation of storage in tomato fruits. *Plant Growth Regulation* 10:283-290.
13. Lee, S. K. and A. A. Kader. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology* 20: 207-220.
14. Manolopoulou, H. and P. Papadopoulou. 1998. A study of respiratory and physico-chemical changes of four kiwifruit cultivars during cold storage. *Food Chemistry* 63:529-534.
15. Marsh, K., S. Attanayake, S. Walker, A. Gunson, H. Boldingh and E. Macrae. 2004. Acidity and taste in Kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology* 32:159-168.
16. Martin, A., A. Cherubini, C. Andres-Lacueva, M. Paniagua and J. A. Joseph. 2002. Effect of fruits and vegetables in levels of vitamins E and C in the brain and their association with cognitive performance. *The Journal of Nutrition, Health and Aging* 6:392-404.
17. Mirdehghan, S. H., M. Rahemi, D. Martinez-Romero, F. Guillen, J. M. Valvarede, P. J. Zapata, M. Serrano and D. Valero. 2007. Pre-storage application of polyamines by pressure or immersion improves shelf-Life of pomegranate stored at chilling temperature by increasing endogenous polyamine levels, *Postharvest Biology and Technology* 44:26-33.
18. Park, Y. S., S. T. Jung, S. G. Kang, B. G. Heo, P. Arancibia-Avila, F. Toledo, J. Drzewiecki, J. Namiesnik and S. Gorinstein. 2008. Antioxidants and proteins in ethylene-treated kiwifruits. *Food Chemistry* 107:640-648.
19. Perez-Vicente, A., D. Martinez-Romero, A. Carbonell, F. Burlo, M. Serrano, D. Valero, F. Riquelme and M. Zuzunaga. 2001. Role of exogenous putrescine on the metabolism of conjugated polyamines in mechanically damaged plum during storage. *Acta Horticulturae* 553:193-194.
20. Perez-Vicente, A., D. Martinez-Romero, A. Carbonell, M. Serrano, F. Riquelme, F. Guillen, and D. Valero. 2002. Role of polyamines in extending shelf life and the reduction of mechanical damage during plum (*Prunus salicina* Lindl.) storage. *Postharvest Biology and Technology* 25:25-32.
21. Peschel, W., F. Sanchez-Rabaneda, W. Diekmann, A. Plescher, I. Gartzia, D. Jimenez, R. Lamuela-Raventos, S. Buxaderas and C. Codina. 2006. An industrial approach in the search of natural antioxidants from vegetable and fruit wastes. *Food Chemistry* 97:137-150.
22. Ponappa, T., J. C. Scheerens and A. R. Miller. 1993. Vacuum infiltration of polyamines increases firmness of strawberry slices under various storage conditions. *Food Science* 58P: 361-364.
23. Rahemi, M. 2004. Postharvest an Introduction to the Physiology and Handling of Fruit Vegetables and Ornamentals. Shiraz university press. Shiraz. (In Farsi)
24. Serrano, M., D. Martinez-Romero, F. Guillen and D. Valero. 2003. Effect of exogenous putrescine on improving shelf life of four plum cultivars postharvest. *Postharvest Biology and Technology* 30:259-271.
25. Smimoff, N. 1995. Antioxidant system and plant response to the environment. PP. 217-243. In: N. Smimoff (Ed.), *Environment and Plant Metabolism*. Bios Scientific Publisher, Oxford, United Kingdom.
26. Spinardi, A. M. 2005. Effect of harvest date and storage on antioxidant systems in pears. *Acta Horticulturae* 682:655-662.
27. Tavarani, S., E. Deglinnocenti, D. Remorini, R. Massai and L. Guidi. 2008. Antioxidant capacity ascorbic acid, total phenols and carotenoids changes during harvest and storage of Hayward kiwifruit. *Food Chemistry* 107:282-288.
28. Valero, D., A. Perez-Vicente, D. Martinez-Romero, S. Castillo, F. Guillen and M. Serrano. 2002. Plum storability improved after calcium and heat postharvest treatments: role of polyamines. *Food Science* 67:2571-2575.
29. Wang, C. Y., W. S. Conway, J. A. Abbott, G. F. Kramer and C. E. Sams. 1993. Postharvest infiltration of polyamines and calcium influences ethylene production and texture changes in Golden Delicious apples. *American Society for Horticultural Science* 118:801-806.
30. Wills, R. B. H. and H. Greenfield. 1981. Methodological considerations in producing data for food composition table. *Food Technology in Australia* 33:122-124.
31. Zokaee-Khosroshahi, M. R., M. Esna-Ashari and A. Ershadi. 2007. Effect of exogenous putrescine on postharvest life of strawberry fruit. *Scientia Horticulturae* 114:27-32.