

تأثیر کاربرد پس از برداشت اسید سالیسیلیک و ژل آلونته‌ورا بر عمر پس از برداشت و ویژگی آنتی‌اکسیدانی انگور قزل‌ازوم

محمد رضا اصغری^۱، لیلا احدی^{۲*} و سجاد ربایی^۳

۱، ۲ و ۳. استادیار و دانشجویان سابق کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱/۳۰ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۷/۱۲)

چکیده

امروزه، به دلیل تأثیرات زیانبار مواد شیمیایی بر سلامت انسان و محیط زیست، استفاده از این مواد با محدودیت‌هایی روبه‌روست. از این رو، یافتن مواد سالم برای استفاده در فناوری پس از برداشت میوه‌ها و سبزی‌ها ضروری است. در این پژوهش، تأثیر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک (۰، ۱، ۲ میلی‌مولار) به همراه ژل آلونته‌ورا در غلظت‌های ۰، ۲۵ درصد و ۳۳ درصد بر عمر پس از برداشت میوه انگور رقم قزل‌ازوم در دمای 5 ± 0 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۵-۹۰ درصد به مدت ۴۵ و ۹۰ روز در آزمایشگاه دانشگاه ارومیه در مهرماه ۱۳۹۰ بررسی شد. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی و در ۶ تکرار انجام شد که هر تکرار محتوی ۵۰۰ گرم انگور بود. ویژگی‌های کیفی میوه شامل pH آب میوه، اسید قابل تیتراسیون، ویتامین ث، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، فعالیت آنزیم کاتالاز و درصد کاهش وزن بررسی شد. اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار و ژل آلونته‌ورا ۳۳ درصد به طور معناداری سبب حفظ فعالیت آنتی‌اکسیدانی و آنزیم کاتالاز میوه شدند و تأثیر معناداری بر مقدار اسیدهای آلی، ویتامین ث، درصد کاهش وزن و pH آبمیوه داشتند.

واژه‌های کلیدی: آنزیم کاتالاز، انبارمانی، پوشش خوراکی، خصوصیات کیفی.

مقدمه

رسیدن میوه فرایندی فیزیولوژیک از توسعه و رشد گیاهی است و تغییراتی مثل رنگ، بافت، طعم، عطر و کیفیت خوراکی در آن اثر دارند. با نزدیک شدن به فرایند بلوغ و رسیدگی، میوه‌ها بیشتر به آلودگی‌های قارچی حساس می‌شوند. برای حفظ و مصونیت میوه‌ها علیه حمله قارچ‌ها، کشاورزان برای کنترل بیماری به‌شدت به استفاده از ترکیبات و قارچ‌کش‌های شیمیایی وابسته‌اند. به دلیل اینکه ایجاد مقاومت علیه آلودگی‌های قارچی با استفاده از قارچ‌کش‌های شیمیایی سلامت انسان و محیط زیست را به مخاطره می‌اندازد، در سال‌های اخیر جایگزین‌های قارچ‌کش‌های

شیمیایی توسعه یافته است. اسید سالیسیلیک باعث القای مقاومت گیاهی می‌شود؛ به طوری که کاربرد بیرونی اسید سالیسیلیک مقاومت علیه پاتوژن‌های کشنده و پوسیدگی پس از برداشت را تحریک می‌کند و فعال شدن مقاومت سیستمیک را توسط فعالیت آنزیم‌ها باعث می‌شود. گزارش کرده‌اند که کاربرد پس از برداشت اسید سالیسیلیک موجب تجمع mRNA پروتئین‌های آنتی‌اکسیدانی در انگور می‌شود (Ranjbaran *et al.*, 2011). ژل آلونته‌ورا شفاف، بی‌بو و بدون چسبندگی است و قدرت جذب زیادی دارد. این ژل کاملاً سالم و سازگار با محیط و pH آن حدوداً ۴/۵ است که می‌تواند جایگزین پوشش‌های میوه در فناوری

می‌دهد و با ایجاد اتمسفر تغییر می‌یابد؛ همچنین میزان تنفس را در میوه‌هایی مانند گیلان، انگور، هلو و آوآکادو کاهش می‌دهد. تأثیر مثبت پوشش‌های خوراکی نظیر ژل آلوهورا در کاهش تنفس به دلیل خاصیت هیگروسکوپی آنهاست که همچون مانعی بین میوه و محیط عمل کرده و سرعت نفوذ گازها و تبخیر آب را تا حد درخور توجهی کند می‌کنند (Lakshmi *et al.*, 2011).

در این پژوهش، اثر اسید سالیسیلیک در ترکیب با ژل آلوهورا بر بهبود عمر انباری و فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه انگور بررسی شد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

میوه‌های انگور قزل‌زوم در مرحله رسیدن تجاری، هنگامی که ۸۰ تا ۹۰ درصد رنگ گرفته بودند و همچنین طعم مطلوب (نسبت قند به اسید بیشتر) و اندازه مناسب داشتند، از باغی در اطراف دانشگاه ارومیه در مهرماه ۱۳۹۰ برداشت شدند. سپس با دقت و در زمان کوتاه به آزمایشگاه انتقال یافتند و تا زمان اعمال تیمار در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. میوه‌هایی با اشکال غیرطبیعی حذف و میوه‌های سالم و یکنواخت انتخاب شدند. برای تهیه ژل آلوهورا، برگ‌های بالغ و شاداب گیاه آلوهورا از بازار تهیه و پس از شست‌وشو با آب مقطر، اپیدرم بالایی برگ‌ها حذف شد و بافت گوشتی مورد نظر، که به صورت ژل در بین اپیدرم رویی و زیری برگ وجود دارد، به آرامی و به صورت لایه‌لایه به شکل ژله‌مانند استخراج شد. سپس ژل خارج‌شده با آب مقطر به نسبت‌های حجمی مورد نظر (۲۵ و ۳۳ درصد) رسانده شد (Chan, 2006).

تیمار با اسید سالیسیلیک و ژل آلوهورا

آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی انجام شد و برای هر تیمار ۶ تکرار و در هر جعبه یک خوشه انگور در نظر گرفته شد و در مجموع ۵۴ خوشه انگور به کار برده شد که در محلول با غلظت‌های صفر، ۱ و ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک با دمای محلول ۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳ دقیقه

پس از برداشت باشد. ژل آلوهورا جزء پوشش‌های پلی‌ساکارید است و خاصیت کشسانی دارد که به راحتی در آب حل می‌شود و در تمام اطراف محصول به یک اندازه ایجاد می‌شود. این ژل به صورت لایه‌ای حفاظتی روی محصول عمل می‌کند و سلول‌های زیرلایه حفاظتی را در مقابل صدمات مکانیکی محافظت و از اتلاف آب میوه‌ها جلوگیری می‌کند (Riaei, 2010). همچنین، این پوشش بر روزنه‌ها و عدسک‌ها تأثیر می‌گذارد و در نتیجه سرعت عبور گازها از پوست میوه را کاهش می‌دهد و مزایایی دیگر نظیر حفظ مواد معطر داخل میوه، بهبود خصوصیات ساختاری سلول از جمله درزگیری و پوشش محل زخم و بریدگی دارد. این ژل محصول را درخشان می‌کند و افزودن موادی مثل ویتامین‌ها و قارچ‌کش‌ها به ژل امکان‌پذیر است. ژل آلوهورا ترکیبات مختلفی دارد که مهم‌ترین آن‌ها ویتامین‌ها، آنزیم‌ها، آمینواسیدها، آنتراکوئین‌ها، اسید سالیسیلیک و ساپونین‌ها هستند که ساپونین‌ها و اسید سالیسیلیک خاصیت ضدقارچی دارند و سبب جلوگیری از رشد و تکثیر و در نهایت، مرگ قارچ‌ها می‌شوند (Choi *et al.*, 2001). تیمار ژل آلوهورا در گیلان باعث کاهش میزان تنفس به میزان ۵۰ درصد طی ۱۶ روز انبار سرد به اضافه یک روز دمای معمولی اتاق شده است.

تأثیر مثبت ژل آلوهورا در کاهش تنفس انگورهای رومیزی به میزان ۲۵ درصد طی ۳۵ روز نگهداری در انبار سرد گزارش شده است (Martinez-Romero *et al.*, 2005). همچنین، ژل آلوهورای به‌کاررفته در انگور Crimson Seedless و گیلان StarKing از دست دادن کیفیت پس از برداشت را به تأخیر انداخت (Ergun & Satici, 2012). در میوه‌های انگور و گیلان پوشش‌دهی با ژل آلوهورا افزایش مواد جامد محلول (TSS) را به تأخیر انداخت. در میوه‌های کلیماکتریک، مثل پاپایا، افزایش تولید اتیلن در طول رسیدگی یک فرایند فیزیولوژیکی عادی است و در میوه‌هایی که با ژل آلوهورا پوشش‌دهی شده بودند، تولید اتیلن کاهش یافت که گزارش شد کاهش تولید اتیلن به دلیل ایجاد اتمسفر تغییر یافته بود. پوشش‌دهی سطح میوه با ژل آلوهورا، مقاومت پوست میوه را به عبور گازها افزایش

اسید اسکوربیک در ۱۰۰ گرم نمونه با استفاده از فرمول زیر بیان شد (Cioroi, 2007).

$$F = \frac{A}{B \times N \times 88/1}$$

F = فاکتور مخلوط ید

A = مقدار اسید اسکوربیک خالص (میلی‌گرم)

B = مقدار مخلوط ید مصرف‌شده (میلی‌لیتر)

N = نرمالیتۀ مخلوط ید

فعالیت آنتی‌اکسیدانی

اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصارۀ میوه به روش فرپ (۱۹۹۶) انجام گرفت. به منظور تهیهٔ محلول پایهٔ ۳/۱ گرم استات سدیم^۱ و ۱۶ میلی‌لیتر اسید استیک گلابسیال در یک لیتر آب مقطر حل شد و pH محلول در حدود ۳/۶ تنظیم شد (بافر استات). سپس ۳۱ میلی‌گرم TPTZ^۲ در ۱۰ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۴۰ میلی‌مولار حل شد و به منظور تهیهٔ محلول ۲۰ میلی‌مولار کلرید آهن^۳، ۵/۴۱ گرم کلرید آهن در یک لیتر آب مقطر حل شد. به منظور تهیهٔ محلول استاندارد از سولفات آهن^۴ استفاده شد که ۰/۲۷۸ گرم سولفات آهن در یک لیتر آب مقطر حل شد و در نهایت محلول‌های استاندارد ۱۲۵، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میکرومولار (هفتگی تهیه شد) تهیه شد. محلول نهایی کار FRAP با مخلوط کردن ۲۵ میلی‌لیتر بافر، ۲/۵ میلی‌لیتر TPTZ و ۲/۵ میلی‌لیتر کلرید آهن آماده شد. سپس ۲۵۰ میکرولیتر از محلول کار داخل ظروف پلت ریخته شد و به آن ۱۰ میکرولیتر از عصارۀ میوه (که حاوی ۲/۵ میلی‌لیتر عصاره و ۶ میلی‌لیتر بافر فسفات بود) اضافه شد و به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۳۷ درجهٔ سانتی‌گراد قرار داده شد. سپس در اسپکتروفوتومتر در طول موج ۵۹۳ نانومتر میزان جذب خوانده شد و در نهایت با رسم منحنی استاندارد میزان آنتی‌اکسیدان کل برحسب معادل میلی‌مول آهن در ۱۰۰ گرم وزن تر بیان شد $y = 0.000x + 0.022$ $R^2: 0.998$ (Benzie & Strain, 1996).

در دمای اتاق غوطه‌ور شدند. برای تیمار با ژل آلوئه‌ورا هم از روش غوطه‌وری استفاده شد. بدین منظور نیز میوه‌ها به مدت ۳ دقیقه در محلول ژل آلوئه‌ورا با غلظت‌های صفر، ۲۵ و ۳۳ درصد غوطه‌ور شدند. میوه‌های شاهد نیز با آب مقطر تیمار شدند. سپس سطح میوه‌ها در هوای معمولی اتاق خشک شدند و در ظروف پلاستیکی یک‌بارمصرف قرار گرفتند و به سردخانه با دمای 5 ± 0 درجهٔ سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰ تا ۹۵ درصد منتقل شدند. میوه‌ها به مدت ۴۵ و ۹۰ روز در این شرایط نگهداری شدند و سپس مورد آزمایش قرار گرفتند.

pH آب میوه

برای اندازه‌گیری pH آب میوه از عصارۀ صاف‌شدهٔ میوه استفاده شد و با استفاده از دستگاه pH متر مدل pH411 در دمای ۲۰ درجهٔ سانتی‌گراد قرائت شد (Zhao-liang et al., 1998).

اسید کل

برای اندازه‌گیری اسید کل از روش تیتراسیون با محلول ۰/۱ نرمال NaOH تا رسیدن به $pH=8/2$ استفاده شد و نتایج برحسب گرم اسید تارتاریک (اسید غالب انگور) در ۱۰۰ گرم بیان شد. بدین منظور، ۵ میلی‌لیتر آب میوه با ۹۵ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط و سپس تیتراژ شد (Ayala-Zavala et al., 2007).

$$T.A = \left(\frac{S \times N \times F \times E}{C} \right) \times 100$$

TA = مقدار اسیدهای آلی موجود در عصارۀ میوه (ml/g/۱۰۰)

S = مقدار NaOH مصرف‌شده (ml)

N = نرمالیتۀ NaOH

F = فاکتور NaOH

C = مقدار عصارۀ میوه (ml)

E = اکی‌والان اسید مورد نظر (اسید تارتاریک)

ویتامین ث

جهت اندازه‌گیری مقدار ویتامین ث از روش یدومتری استفاده شد و مقدار ویتامین ث برحسب میلی‌گرم

1. $C_2H_3NaO_2 \cdot 3H_2O$

2. 2,4,6, Tripyridyl-S-Triazin (TPTZ)

3. $FeCl_3 \cdot 6H_2O$

4. $FeSO_4 \cdot 7H_2O$

کاهش وزن میوه

وزن میوه‌ها با ترازوی دیجیتالی مدل CANDGL300 با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شد. برای این منظور، وزن میوه‌ها در روز برداشت و قبل از بسته‌بندی وزن شد و به میزان ۵۰۰ گرم درون هر جعبه قرار داده شد. طی روزهای مختلف نمونه‌برداری، یعنی ۱/۵ و ۳ ماه پس از انبارداری نیز، مجدداً وزن آن‌ها اندازه‌گیری شد (Meng et al., 2007). درصد کاهش وزن بدین صورت محاسبه شد.

= درصد کاهش وزن

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

فعالیت آنزیم کاتالاز

فعالیت آنزیم کاتالاز با اندازه‌گیری سرعت حذف پراکسید هیدروژن به روش بیرز و سیزر انجام شد. در ابتدا، پس از گرفتن آب میوه، ۰/۵ میلی‌لیتر داخل میکروتیوب ریخته شد و سپس ۱/۵ میلی‌لیتر بافر فسفات به آن اضافه شد و مخلوط فوق در دستگاه سانتریفیوژ قابل تنظیم در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شد. پس از انجام دادن عمل سانتریفیوژ، ۵۰ میکرولیتر از قسمت عصاره شفاف جدا و مجدداً ۲/۵ میکرولیتر بافر فسفات به آن اضافه شد و در داخل دستگاه اسپکتروفوتومتر قرار داده شد. پس از چند ثانیه، ۲۰ میکرولیتر پراکسید هیدروژن نیز اضافه شد و دوباره داخل دستگاه قرار داده شد و کاهش جذب در طول موج ۲۴۰ نانومتر در طول مدت ۳ دقیقه اندازه‌گیری شد. فعالیت ویژه آنزیم کاتالاز به صورت

واحد در هر میلی‌گرم پروتئین بیان شد که یک واحد کاتالاز یک میکرومول H_2O_2 را در هر دقیقه به آب و اکسیژن تبدیل می‌کند (Beers & Size, 1952). آنالیز آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین در سطح احتمال ۵ درصد و با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام گرفت.

نتایج

pH آب میوه

pH آب میوه در طول دوره انبارداری افزایش یافت (جدول ۱). اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار و ژل آلوتهورا ۲۵ درصد نسبت به ژل آلوتهورا ۲۵ درصد و تیمار شاهد pH کمتری داشتند و موجب حفظ بیشتر pH میوه شدند.

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

فعالیت آنتی‌اکسیدانی در طی دوره انبارداری کاهش یافت (جدول ۱). تیمار ترکیبی اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار و ژل آلوتهورا ۳۳ درصد نسبت به شاهد، موجب حفظ بهتر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی شدند.

فعالیت آنزیم کاتالاز

طبق جدول ۱، میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در طی انبارداری کاهش یافت که تیمار ترکیبی اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار و ژل آلوتهورا ۳۳ درصد نسبت به اسید سالیسیلیک ۱ میلی‌مولار و شاهد میزان فعالیت کاتالاز بیشتری داشتند.

جدول ۱. مقایسه میانگین‌های اثر متقابل اسید سالیسیلیک و ژل آلوتهورا بر میزان pH آب میوه،

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و فعالیت آنزیم کاتالاز میوه انگور قزل‌ازوم

تیمارها	pH	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی	فعالیت آنزیم کاتالاز
شاهد	۳/۸۲b	۳۵۳۱/۳e	۴/۴۶e
ژل آلوتهورا (۰/۲۵)	۴/۶۵a	۴۸۱۰/۵d	۷/۳۹cd
ژل آلوتهورا (۰/۳۳)	۳/۴bc	۶۴۲۳c	۱۱/۹۵b
اسید سالیسیلیک (۱mM)	۳/۲۸cd	۴۲۳۵/۵de	۶/۴۶d
اسید سالیسیلیک (۱mM) و ژل آلوتهورا (۰/۲۵)	۳/۰۷cd	۵۹۳۹/۷c	۸/۷c
اسید سالیسیلیک (۱mM) و ژل آلوتهورا (۰/۳۳)	۳/۱۸cd	۷۷۹۹/۸b	۱۳/۱۳ab
اسید سالیسیلیک (۲mM)	۲/۸۸de	۶۴۲۱c	۱۴/۰۳a
اسید سالیسیلیک (۲mM) و ژل آلوتهورا (۰/۲۵)	۲/۲۸ef	۷۲۵۲/۲b	۱۱/۷۷b
اسید سالیسیلیک (۲mM) و ژل آلوتهورا (۰/۳۳)	۲/۶۱f	۸۵۲۸/۴a	۱۴/۱۷a

مؤثرتر بود و کمترین آن مربوط به شاهد بود. شکل ۴ نشان می‌دهد که ژل آلوئه‌ورا ۳۳ درصد باعث حفظ بیشتر ویتامین ث پس از ۴۵ روز انبارداری شد.

درصد کاهش وزن

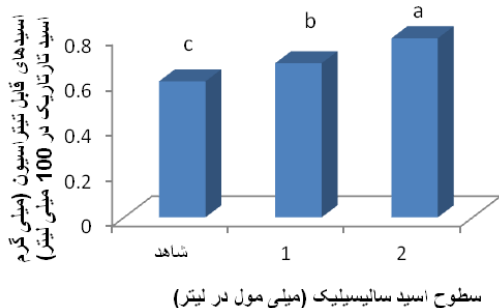
با توجه به شکل ۵، طی دوران نگهداری کاهش وزن روند افزایشی داشت که کمترین میزان درصد کاهش وزن در هر دو زمان نگهداری مربوط به ژل آلوئه‌ورا ۳۳ درصد بود و این تیمار مانع از کاهش بیش از حد وزن میوه انگور رقم قزل‌ازوم شد.

اسیدهای قابل تیتراسیون

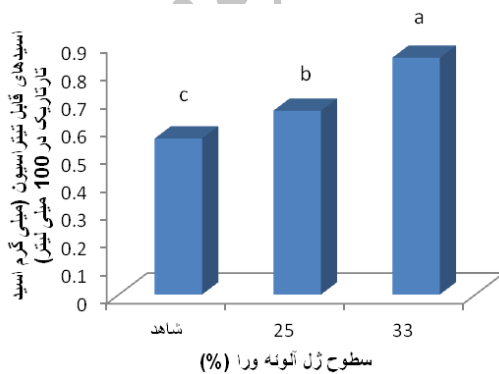
اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار نسبت به اسید سالیسیلیک ۱ میلی‌مولار و شاهد باعث حفظ اسیدیته شد (شکل ۱) و ژل آلوئه‌ورا ۳۳ درصد نسبت به ژل آلوئه‌ورا ۲۵ درصد باعث حفظ اسیدیته شد (شکل ۲).

ویتامین ث (اسید اسکوربیک)

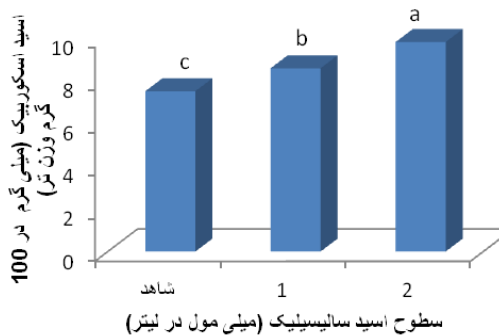
در طول دوره نگهداری، میزان ویتامین ث روند کاهشی را نشان داد (شکل ۳) که اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار نسبت به ۱ میلی‌مولار در حفظ ویتامین ث



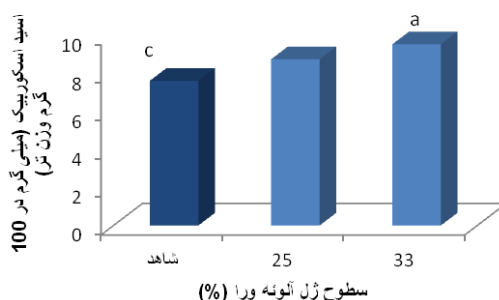
شکل ۱. اثر اسید سالیسیلیک بر میزان اسیدهای قابل تیتراسیون انگور رقم قزل‌ازوم



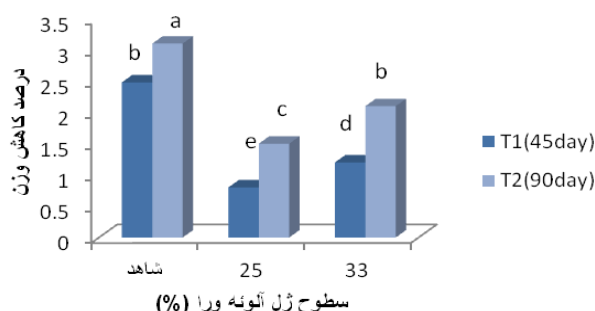
شکل ۲. اثر ژل آلوئه‌ورا بر مقدار اسیدهای قابل تیتراسیون انگور رقم قزل‌ازوم



شکل ۳. اثر اسید سالیسیلیک بر میزان ویتامین ث انگور رقم قزل‌ازوم



شکل ۴. اثر ژل آلونته‌ورا بر مقدار ویتامین ث انگور رقم قزل‌ازوم



شکل ۵. اثر ژل آلونته‌ورا و زمان نگهداری بر میزان درصد کاهش وزن انگور رقم قزل‌ازوم

همچنین تأثیر تیمارهای ترکیبی اسید سالیسیلیک و ژل آلونته‌ورا نسبت به شاهد موجب حفظ بیشتر اسید شدند. کاربرد اسید سالیسیلیک تأثیر معناداری بر میزان اسیدهای آلی داشت که می‌تواند به دلیل تأثیر این ماده در کاهش میزان تنفس و تولید اتیلن باشد که به کاهش استفاده اسیدهای آلی به‌عنوان سوبسترای تنفسی منجر می‌شود؛ به‌طوری‌که گزارش شده است اسید سالیسیلیک میزان تنفس را در بافت میوه‌های موز و هلو کاهش می‌دهد و بروز نقطه اوج فرارگری را به تأخیر می‌اندازد (Han *et al.*, 2003). در نتیجه موجب حفظ اسیدهای آلی در سطح بالاتری نسبت به شاهد می‌شود. نقش اساسی اسید سالیسیلیک در جلوگیری از کاهش وزن میوه‌ها بیشتر به دلیل جلوگیری از رشد قارچ‌ها و پوسیدگی است. از طرف دیگر، با جلوگیری از تولید اتیلن و نرم‌شدن میوه و با افزایش هورمون‌های اکسین و سایتوکینین موجب جوان ماندن سلول‌ها و تأخیر در وقوع پیری آن‌ها می‌شود (Zavala *et al.*, 2004; Overmyer *et al.*, 2003; Zhao-liang *et al.*, 1998). در بررسی انجام‌شده مشخص شد که میزان کاهش وزن در تیمار اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار نسبت به شاهد کاهش

بحث

تأثیر تیمارهای اسید سالیسیلیک در اغلب میوه‌ها بر تغییرات میزان pH معنادار نیست، ولی در میوه انگور، به دلیل داشتن اسیدهای آلی بیشتر و تبدیل این اسیدهای آلی به ترکیبات دیگر نظیر قندها و نیز مصرف آن‌ها در فرایند تنفس و سایر فعالیت‌های متابولیکی، کاهش شدید در میزان اسیدهای آلی و در نتیجه افزایش در pH را در طول مدت نگهداری نشان می‌دهد. عاملی مانند تیمار اسید سالیسیلیک می‌تواند با کاهش تنفس و کندکردن فرایندهای متابولیکی سلول از کاهش این اسیدهای آلی تا حدودی جلوگیری کند که در بلندمدت (۳ ماه) باعث تجمع اسیدهای آلی و پایین‌تر بودن pH عصاره میوه می‌شود (Sonego *et al.*, 2008). (Asghari & Shirzad, 2008). گزارش کردند که پوشش‌دهی با ژل آلونته‌ورا در میوه انگور موجب حفظ اسیدهای قابل تیتراسیون می‌شود و میوه‌های شاهد میزان رسیدگی بیشتر و انبارمندی کمتری نسبت به میوه‌های پوشش‌دهی شده داشتند. در این پژوهش نیز، تیمار ژل آلونته‌ورا مخصوصاً ژل آلونته‌ورا ۳۳ درصد نسبت به شاهد موجب حفظ اسیدهای قابل تیتراسیون شد.

غلظت ۲ میلی‌مولار بیان سطوح آنزیم کاتالاز را در گیلاس افزایش می‌دهد (Xu & Tian, 2008). در این بررسی نیز، اسید سالیسیلیک در غلظت ۲ میلی‌مولار موجب حفظ فعالیت آنزیم کاتالاز در میوه انگور رقم قزل‌ازوم شد. اسید سالیسیلیک با فعال کردن نوعی مقاومت، به نام مقاومت اکتسابی سیستمیک، باعث افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز می‌شود (Sonego *et al.*, 2002; Srivastava *et al.*, 2000). همچنین میزان هورمون‌های اکسین و سایتوکینین را افزایش می‌دهد (Asghari & Babalar, 2009). یافته‌های ما دربارهٔ افزایش در فعالیت آنتی‌اکسیدانی توسط افزایش غلظت اسید سالیسیلیک از ۱ میلی‌مولار به ۲ میلی‌مولار نتایج Zhao-liang *et al.* (1998) را تأیید می‌کند. گزارش کردند که در گیاه خیار (cucumber plants) اسید سالیسیلیک در غلظت ۲ میلی‌مولار بیشترین تأثیر را در افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی دارد. اسید سالیسیلیک یک ترکیب فنولی است که پتانسیل بالایی را در تقویت و حساسیت کمتری را به ضایعات پس از برداشت نشان داد. همچنین Muhammad *et al.* (2009) گزارش کردند که میوه‌های هلوی شاهد نسبت به میوه‌های هلوی تیمارشده با ژل آلوئه‌ورا در روز هشتم نگهداری ۱۷ درصد اسید اسکوربیک بیشتری داشتند و میوه‌های تیمارشده در مرحلهٔ رسیدگی کامل ۲۴ درصد آنتی‌اکسیدان کمتری نسبت به میوه‌های شاهد داشتند. اثر تیمار و زمان رسیدن بر اسید اسکوربیک و آنتی‌اکسیدان کل معنادار بود. همراه با آنتوسیانین‌ها، دیگر فلاونوئیدها، اسیدهای فنولی و ویتامین ث می‌توانند سلول را در برابر آسیب اکسیداتیو محافظت کنند (Asghari & Shirzad, 2008). در این بررسی نیز میوه‌های تیمارشده با ژل آلوئه‌ورا میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی را در مقایسه با شاهد بیشتر حفظ کردند.

نتیجه‌گیری کلی

در این پژوهش، تیمار اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار و ژل آلوئه‌ورا ۳۳ درصد در زمان ۴۵ روز انبارداری نسبت به سایر تیمارها موجب حفظ بهتر ویژگی‌های کیفی انگور رقم قزل‌ازوم شد.

معناداری را نشان می‌دهد. پوشش ژل آلوئه‌ورا به واسطهٔ ایجاد یک مانع در مقابل گازها از اتلاف رطوبت جلوگیری می‌کند و در تبادلات تنفسی تأثیر گذار است. تأثیر مثبت پوشش‌های خوراکی بر پایهٔ خواص هیگروسکوپیک است که قادر به تشکیل یک لایهٔ آب مانع‌شونده بین میوه و محیط است و از تبادلات گازی می‌کاهد (Morillon *et al.*, 2002). در بررسی انجام‌گرفته نیز تأثیر هر دو تیمار پوشش ژل آلوئه‌ورا ۲۵ و ۳۳ درصد در کم‌کردن کاهش وزن در مقایسه با شاهد معنادار بود. میوه‌ها و سبزی‌ها کاهش تدریجی اسید اسکوربیک را در طی دورهٔ نگهداری در سردخانه نشان می‌دهند (Tavarani *et al.*, 2008; Adisa, 1986). در این بررسی مشاهده شد که در تیمار اسید سالیسیلیک میزان ویتامین ث (اسید اسکوربیک) در سطح بالاتری نسبت به شاهد پس از ۴۵ روز نگهداری حفظ شد، ولی پس از ۹۰ روز نگهداری میزان ویتامین ث در تیمار اسید سالیسیلیک کاهش یافت. گزارش شده است که در میوه‌های انار تیمارشده با اسید سالیسیلیک میزان ویتامین ث در سطح بالاتری نسبت به شاهد پس از ۳ ماه نگهداری حفظ شده است (Sayyari *et al.*, 2009). به نظر می‌رسد اسید سالیسیلیک باعث افزایش تجمع H_2O_2 و برخی رادیکال‌های آزاد (ROS) در چند هفتهٔ اول می‌شود که این افزایش برای بیان ژن‌های عامل مقاومت به بیماری لازم است بعد از مدتی رادیکال‌های آزاد باید از سلول حذف شوند. ویتامین ث، که یک ترکیب آنتی‌اکسیدانی مهم است، به‌منزلهٔ دهندهٔ الکترون به اکسیدان‌ها برای خنثی‌کردن رادیکال‌های آزاد مصرف می‌شود. علت کاهش ویتامین ث در درازمدت بر اثر تیمار اسید سالیسیلیک احتمالاً به‌دلیل این است. کاتالاز مهمترین آنزیم غیرسمی است که با دیگر آنزیم‌ها در چرخهٔ اسکوربات گلوکاتایون کار تصفیهٔ ROS را برعهده دارد. کاتالاز در پرکسی‌زوم سلول‌ها را از H_2O_2 به وسیلهٔ کاتالیزکردن آن و تجزیهٔ آن به O_2 و H_2O حفاظت می‌کند (Xu & Tian, 2008). اسید سالیسیلیک از فعالیت کاتالاز جلوگیری نمی‌کند و اسید سالیسیلیک می‌تواند فعالیت کاتالاز را در برگ‌های جو در معرض پاراکوات افزایش دهد. همچنین، اسید سالیسیلیک در

سپاسگزاری

تقی‌لو، کارشناس محترم آزمایشگاه تشکر و قدردانی می‌گردد.

از کمک و همکاری صمیمانه جناب آقای مهندس

REFERENCES

1. Asghari, M.R. & Shirzad, H. (2008). Application of postharvest salicylic acid in postharvest on quality properties, decay index and fruit storage in apple, pear and grape variety. *Final Report Research Project*, 87 pages.
2. Adisa, V.A. (1986). The influence of molds and some storage factors on the ascorbic acid content of orange and pineapple fruits. *Food Chemistry*, 22, 139-146.
3. Asghari, M.R. & Babalar, M. (2009). Use of salicylic acid to increase strawberry fruit total antioxidant activity. *Acta Horticulture*, 877, 1117-1122.
4. Ayala-Zavala, J.F., Wang, S.Y., Wang, C.Y. & González-Aguilar, G.A. (2007). High oxygen treatment increases antioxidant capacity and postharvest life of strawberry fruit. *Food Technology and Biotechnology*, 45, 166-173.
5. Beers, R.F. & Sizer, I.W. (1952). Aspectrophotometric method for measuring the breakdown of hydrogen peroxide by catalase. *Biochemistry*, 95, 133-140.
6. Benzie, I.F. & Strain, J.J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239, 70-76.
7. Chan, Z.L. & Tian, S.P. (2006). Induction of H₂O₂-metabolizing enzymes and total protein synthesis in sweet cherry fruit by *Pichia membranefaciens* and salicylic acid treatment. *Postharvest Biology and Technology*, 39, 314-320.
8. Choi, S., Son, B.W. & Son, Y.S. (2001). The wound-healing effect of a glycoprotein fraction isolated from *Aloe vera*. *British Journal of Dermatology*, 45, 535-545.
9. Cioroi, M. (2007). Study on L-ascorbic acid contents from exotic fruits. *Cercetari Agronomici Moldova*, 1, 23-27.
10. Cordenunsi, B., Genovese, M., Nascimento, J., Hassimotto, N., Santos, R. & Laiolo, F. (2005). Effects of temperature on the chemical composition and antioxidant activity of three strawberry cultivars. *Food Chemistry*, 91, 113-121.
11. Crisosto, C.H., Garner, D. & Crisosto, G. (2002). High carbon dioxide atmospheres affect stored 'Thompson Seedless' table grapes. *Horticulture Science*, 37, 1074-1078.
12. Ergun, M. & Satici, F. (2012). Use of *Aloe vera* gel as biopreservative for 'Granny Smith' and 'red Chief' apples. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 22, 363-368.
13. Han, T., Wang, Y., Li, L. & Ge, X. (2003). Effect of exogenous salicylic acid on postharvest physiology of peaches. *Acta Horticulturae*, 628(628), 583-589.
14. Lakshmi, S., Abirami, L. S. S., Pushkala, R. & Srividya, N. (2011). Enhancement of storage life and quality maintenance of papaya fruits using *Aloe vera* based antimicrobial coating. *Indian Journal of Biotechnology*, 10(1), 83-89.
15. Martinez-Romero, D., Alburquerque, N., Valverde, J. M., Guillen, F., Castillo, S., Valero, D. & Serrano, M. (2005). Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by *Aloe vera* treatments: A new edible coating. *Postharvest Biology and Technology*, 114, 27-32.
16. Meng, X., Li, B., Liu, J. & Tian, S. (2007). Physiological responses and quality attributes of table grape fruit to chitosan preharvest spray and postharvest coating during storage. *Food Chemistry*, 106, 501-508.
17. Morillon, V., Debeaufort, F., Blond, G., Capelle, M. & Voilley, A. (2002). Factors affecting the moisture permeability of lipid-based edible films: a review. *Crit. Rev. Food Science*, 42, 67-89.
18. Muhammad, J. A., Sigh, Z. & Ahmad, S. KH. (2009). Postharvest *Aloe vera* gel-coating modulates fruit ripening and quality of 'Arctic Snow' nectarine kept in ambient and cold storage. *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 1024-1033.
19. Overmyer, K., Brosche, M. & Kangasjarvi, J. (2003). Reactive oxygen species and hormonal control of cell death. *TREND in Plant Science*, 8, 336-342.
20. Ranjbaran, E., Sarikhani, H., Wakana, A. & Bakhshi, D. (2011). Effect of Salicylic Acid on Storage Life and Postharvest Quality of Grape (*Vitis vinifera* L. cv. Bidaneh Sefid). *Laboratory of Horticultural Science*, 56, 263-269.
21. Raskin, I. (1992a). Salicylic, a new plant hormone. *Plant Physiology*, 99, 799-803.
22. Riai, S. (2010). *Effect of Aloe vera gel and calcium chloride the storage life of peach fruit quality characteristics*. M.Sc. Thesis horticulture, Faculty of Agriculture, University of Urmia, 92 p. (in Farsi)

23. Sayyari, M., Babalar, M., Kalantari, S., Serrano, M. & Valero, D. (2009). Effect of salicylic acid treatment on reducing chilling injury in stored pomegranates. *Postharvest Biology and Technology*, 53, 152-154.
24. Sonogo, L., Lurie, S., Zuthi, Y., Kaplonov, T., Ben-Arie, R. & Kosto, I. (2002). Factors affecting taste scores of early season seedless table grape cv. Mystery and Prime. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 50, 544-548.
25. Srivastava, M.K. & Dwivedi, U.N. (2000). Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid. *Plant Science*, 158, 87-96.
26. Tavarani, S., Deglinnocenti, E., Remorini, D., Massai, R. & Guidi, L. (2008). Antioxidant capacity ascorbic acid, total phenols and carotenoids changes during harvest and storage of Hayward kiwifruit. *Food Chemistry*, 107, 282e-288.
27. Xu, X. & Tian, S. (2008). Salicylic acid aviated pathogen-induced oxidative stress in harvested sweet cherry fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 49, 379-385.
28. Zokaee Khosroshahi, M.R., Esna-Ashari, M. & Ershadi, A. (2007). Effect of exogenous putrescine on postharvest life of strawberry fruit. *Horticultural Science*, 114, 27-32.
29. Zhao-liang, L., Young-Bing, Y., Cheng-Lian, L., Zong-Xun, C. & Tsung-Hsum, T. (1998). Regulation of antioxidant enzymes by salicylic acid in cucumber leaves. *Acta Botanica Science*, 40(4), 356-361.
30. Zavala, J. F. A., Wang, S. Y., Wang, C.Y. & Aguilar, G.A.G. (2004). Effect of storage temperatures on antioxidant capacity and aroma compounds in strawberry fruit. *Swiss Society of Food Science & Technology*, 39, 279-485.
31. Zhao-liang, L., Young-Bing, Y., Cheng-Lian, L., Zong-Xun, C. & Tsung-Hsum, T. (1998). Regulation of antioxidant enzymes by salicylic acid in cucumber leaves. *Acta Botanica Science*, 40(4), 356-361.
32. Zokaee Khosroshahi, M.R., Esna-Ashari, M. & Ershadi, A. (2007). Effect of exogenous putrescine on postharvest life of strawberry fruit. *Horticultural Science*, 114, 27-32.

Archive of SID

Effect of Postharvest salicylic acid and *Aloe vera* gel on postharvest storage and antioxidant properties of Table Grape (cv. Gizel uzum)

Mohammadreza Asghari¹, Leila Ahadi^{2*} and Sajjad Riaie³

1, 2, 3. Assistant Professor and Former M. Sc. Student, Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran

(Received: Apr. 19, 2014 - Accepted: Oct. 4, 2014)

ABSTRACT

Because of the harmful effects of the chemicals on human health and environment, the use of these compounds is recently restricted and it is necessary to use the safe compounds in postharvest technology of fruits and vegetables. In this study, the effect of salicylic acid (SA; at concentrations of 0, 1, and 2 mMol L⁻¹) and *Aloe vera* gel (at concentrations of 25 and 33 %1) application on postharvest life and quality of grape cv. Gizel uzum was studied during storage at 0±0.5C with 90-95% RH for 45 and 90 days in Urmia university lab during October 2011. Experiment was based on completely randomized design with six replications fruit and each replicate contained fresh grapes. Quality characteristics, including pH, total acidity, vitamin c, antioxidant property, catalase activity, and percent weight loss were evaluated. Treatments of 33% *Aloe vera* gel and 2 mM salicylic acid could significantly maintain antioxidant activity by increasing catalase activity and had significant effect on organic acids, and vitamin c level, percentage of weight loss and the amount of fruit juice pH.

Keywords: catalase enzyme, *edible* coating, quality attributes, storage.

* Corresponding author E-mail: leilaahadi85@yahoo.com

Tel: +98 9145192657