Archive of SID

علوم باغبانی ایران
دورۀ ۴۶، شمارۀ ۳، پاییز ۱۳۹۴ (ص ۳۹۸-۳۸۷)

کاربرد قبل از برداشت پلی‌آمین‌ها بر ویژگی‌های کیفی و عمر پس از برداشت میوۀ کیوی رقم هایوارد

سید حسین میردهقان[۱]، مجید اسمعیلی‌زاده[۲] و فرهاد پیرزاد[۳*]
۱ و ۲. دانشیار و استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر(عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران
۳. دانشجوی دکتری گروه علوم باغبانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۷ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۵/۴)

چکیده

مهم‌ترین مشکلات میوۀ کیوی طی انبارمانی، عارضۀ نرم‌شدگی و آلودگی میکروبی است. برای رفع این مشکلات تیمار قبل از برداشت پوتریسین و اسپرمیدین بر پتانسیل انبارمانی میوۀ کیوی رقم هایوارد بررسی شد. محلول‌پاشی برگی غلظت‌های مختلف پوتریسین (۰، ۱ و ۲ میلی‌مولار) و اسپرمیدین (۰، ۱ و ۲ میلی‌مولار) ۴۰ و ۲۰ روز قبل از برداشت انجام شد. ویژگی‌های مختلف میوه در زمان‌های صفر (قبل از شروع انبارمانی)، ۱۱ و ۱۴ هفته پس از برداشت ارزیابی شد. میوه‌ها در زمان بلوغ تجاری (TSS= ۶/۲ Brix) برداشت و به‌مدت ۱۴ هفته در دمای ۱±۱/۵ درجۀ سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰ـ ۹۵ درصد انبار شدند. نتایج نشان داد که بیشترین میزان سفتی (۳/۰۹ کیلوگرم نیرو) مربوط به برهمکنش سطح ۲ میلی‌مولار پوتریسین و اسپرمیدین و کمترین میزان آن (۲/۱۶ کیلوگرم نیرو) مربوط به تیمار شاهد بود. کمترین میزان فعالیت میکروبی، مالون‌دی‌آلدهید و کاهش وزن مربوط به میوه‌های تیمارشده بودند. میزان فعالیت ضد اکسیدانی، ترکیبات فنلی و کلروفیل کل تحت‌تأثیر تیمارها واقع شدند و بالاترین مقدار آن‌ها متعلق به سطوح مختلف پوتریسین و اسپرمیدین بود. تغییرات شاخص‌های مختلف رنگ، ویتامین ث، مواد جامد محلول کل، اسید کل و pH در میوه‌های تیمارشده نسبت به شاهد به تأخیر افتادند. به‌طورکلی، تیمارهای پوتریسین و اسپرمیدین سبب تأخیر در نرم‌شدگی و کاهش فعالیت میکروبی میوه‌ها در طول انبارمانی شدند.

واژه‌های کلیدی: **سفتی، فعالیت ضد اکسیدانی، فعالیت میکروبی، کیوی، نرم‌شدگی.**

مقدمه

میوۀ کیوی در دمای صفر درجۀ سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵±۹۰ درصد می‌تواند به‌مدت ۳ـ ۶ ماه نگهداری شود. بااین‌حال کیوی میوه‌ای است که به اتیلن حساسیت زیادی دارد و غلظت این گاز بین $\mu l l^{-1}$ ۰/۰۰۵-۰/۰۱[1] برای پیش‌رس کردن میوۀ کیوی و نرم‌شدن آن کافی است (Boquete *et al.*, 2004). از مشکلات اصلی درخصوص انبارمانی میوۀ کیوی عارضۀ نرم‌شدگی است. نرم‌شدن علاوه بر تأثیر بر کیفیت میوه، عمر انباری، قابلیت حمل‌ونقل و مقاومت به بیماری‌ها را نیز تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (Deng *et al.*, 2005). یکی از آثار اصلی و شناخته‌شدۀ پلی‌آمین‌ها بر عمر پس از برداشت میوه‌ها و سبزی‌ها حفظ سفتی گوشت آن‌هاست. Kakkar & Rai (1993) گزارش کردند که تیمار میوه‌های هلو با غلظت ۱ میلی‌مولار پوتریسین به روش غوطه‌وری تحت فشار موجب

* تلفن: ۰۹۳۶۶۰۷۸۵۲۵
E-mail: Pirzad_farhad@ut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش میزان سفتی میوه‌ها طی ۱۴ روز پس از انبارمانی در دمای ۲ درجهٔ سانتی‌گراد نسبت به شاهد شد. در آزمایشی دیگر با نفوذ پلی‌آمین‌ها به روش تحت فشار به داخل میوهٔ سیب، افزایش فوری در میزان سفتی میوه و نیز کاهش نرم‌شدن آن در انبار صفر درجهٔ سانتی‌گراد مشاهده شد (Kramer *et al.*, 1989).

Valero *et al.* (1998) نیز طی گزارشی بیان کردند که غوطه‌وری میوه‌های لیمو در محلول‌های پوتریسین و اسپرمیدین توانست از طریق حفظ میزان پلی‌آمین‌های درون‌زا، سفتی بافت میوه را نسبت به شاهد طی دورهٔ انبارمانی افزایش دهد. پلی‌آمین‌ها به‌دلیل بار مثبتی که دارند می‌توانند به بار منفی گروه کربوکسیل مواد پکتیکی دیوارهٔ سلولی اتصال یابند، این اتصال مانع از دسترسی آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ دیوارهٔ سلولی مانند اگزوپلی گالاکتروناز، اندوپلی گالاکتروناز و پکتین متیل استراز به مواد پکتینی‌شده و درنتیجه منجر به تأخیر در پیری و کاهش سرعت نرم‌شدن فرآورده طی انبارمانی می‌شوند (Valero *et al.*, 2002; Galston *et al.*, 1987). علاوه بر این گزارش شده است که پلی‌آمین‌ها به‌عنوان کاتیون‌های آلی همانند کاتیون‌های غیرآلی (آهن و کلسیم کلرید) فعالیت پکتین متیل استراز را در گوشت گریپ‌فروت کاهش می‌دهند (Leiting & Wicker, 1997).

طی بررسی‌های انجام‌شده پلی‌آمین‌های برون‌زاد عمر پس از برداشت و کیفیت میوه را از طریق حفظ سفتی میوه، به‌تأخیر انداختن تغییرات رنگ، مواد جامد محلول و اسیدیتهٔ قابل تیتراسیون و نیز محافظت میوه‌های مختلف در برابر آسیب سرمازدگی و صدمات مکانیکی بهبود می‌بخشند (Valero *et al.*, 2002).

حفظ سفتی و کاهش نرم‌شدن بافت در بسیاری از محصولات باغبانی از جمله سیب (Wang *et al.*, 1993)، توت‌فرنگی (Ponappa *et al.*, 1993)، گوجه‌فرنگی (Schauenstein *et al.*, 1997) گزارش شده است. میوهٔ کیوی نیز مانند سایر فرآورده‌ها در زمان انبارمانی به برخی قارچ‌ها آلوده‌شده و بیماری‌های انباری یکی از مشکلات عمده در انبارمانی این میوه است. طبق بررسی‌های انجام‌شده کپک خاکستری (*Botrytis cinerea*) مهم‌ترین بیماری میوهٔ کیوی در دنیاست. شروع آلودگی این بیماری قبل از برداشت میوه و در باغ اتفاق می‌افتد (Brook, 1990). بنابراین، با محلول‌پاشی قبل از برداشت پلی‌آمین‌ها می‌توان از آلودگی میوه‌ها بر روی درختان و هنگام انبارمانی در سردخانه جلوگیری کرد. به‌نظر می‌رسد استفاده از تیمارهای قبل از برداشت کاربرد مؤثرتر و آسان‌تری در بهبود کیفیت فرآورده‌های باغبانی نسبت به تیمارهای پس از برداشت دارند. هزینهٔ این روش نسبت به تیمار پس از برداشت کمتر است. در ضمن هدف بیشتر باغداران تولید میوهٔ مناسب و با کیفیت بالاست و معمولاً توجه زیادی به افزایش حفظ کیفیت میوه بعد از برداشت ندارند؛ بنابراین، می‌توان محلول‌پاشی قبل از برداشت درختان میوه را به‌عنوان مرحله‌ای از کود و سم‌پاشی بر روی درختان میوه و به‌منظور افزایش کیفیت میوه در مرحلهٔ داشت، به باغدار معرفی کرد (Knee, 2002). در کاربرد قبل از برداشت پلی‌آمین‌ها بر روی میوه‌های هلو (Torrigiani *et al.*, 2004)، انبه (Malik & Singh, 2006) و آلو (Khan *et al.*, 2007) اعلام شد که فعالیت آنزیم‌های نرم‌کنندهٔ دیوارهٔ سلولی کاهش یافت و عارضهٔ نرم‌شدگی به تأخیر افتاد.

هدف از این آزمایش بررسی محلول‌پاشی قبل از برداشت برهمکنش غلظت‌های مختلف پوتریسین و اسپرمیدین بر میزان سفتی، فعالیت میکروبی، فعالیت ضد اکسیدانی، میزان مالون‌دی‌آلدهید و خصوصیات کیفی (شامل کاهش وزن، ویتامین ث، اسید کل، مواد جامد محلول، pH و رنگ) میوهٔ کیوی رقم هایوارد در طول انبارمانی است.

مواد و روش‌ها

محلول‌پاشی به‌صورت برهمکنش غلظت‌های مختلف پوتریسین (۰، ۱ و ۲ میلی‌مولار) و اسپرمیدین (۰، ۱ و ۲ میلی‌مولار) روی تاک‌های شش‌سالهٔ کیوی رقم هایوارد از یک تاکستان تجاری در منطقهٔ بابل در استان مازندران انجام شد. این پژوهش در قالب فاکتوریل بر پایهٔ طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار طراحی شد. نحوهٔ تربیت تاک‌ها به‌صورت تی- بار

www.SID.ir

Archive of SID

بالدار[1] و فواصل کاشت ۴×۴/۵ متر بود. آبیاری به‌صورت قطره‌ای و هر ۲-۳ روز یک‌بار به‌مدت دو ساعت انجام می‌شد. این محلول‌پاشی ۴۰ و ۲۰ روز قبل از برداشت بر روی کل درخت به‌ویژه بر روی میوه‌ها تا مرحلهٔ آب‌چک[2] در صبح زود انجام گرفت و هر تاک به‌عنوان یک واحد آزمایشی در نظر گرفته شد. میوه‌ها در زمان بلوغ تجاری (TSS= ۶/۲ Brix) برداشت و به آزمایشگاه منتقل شدند و در انبار در دمای ۱±۱/۵ درجهٔ سانتی‌گراد با رطوبت نسبی ۹۰ـ ۹۵ درصد به‌مدت ۱۴ هفته نگهداری شدند. اندازه‌گیری صفات در زمان‌های صفر (قبل از شروع انبارمانی)، ۱۱ و ۱۴ هفته پس از برداشت بررسی شد.

فعالیت ضد اکسیدانی و ترکیبات فنلی

ابتدا بافر فسفات با استفاده از K_2HPO_4 و KH_2PO_4 تهیه و pH آن بر روی ۷/۸ تنظیم شد. سپس ۵ گرم از میوه‌های کیوی با ۱۰ میلی‌لیتر بافر فسفات عصاره‌گیری و به‌مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد سانتریفیوژ شد و سپس از روشناور برای اندازه‌گیری فعالیت ضد اکسیدانی و میزان ترکیبات فنلی کل استفاده شد (Serrano *et al*., 2005).

به‌منظور اندازه‌گیری ترکیبات فنلی از بافر فسفات، فولین به نسبت ۱:۱۰ و کربنات سدیم (۷/۵ درصد) استفاده شد و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (U-2000, Hitachi Instrument, Tokyo, Hapan) میزان جذب نور در طول موج ۷۶۰ نانومتر قرائت شد. درنهایت میزان ترکیبات فنلی با استفاده از استاندارد گالیک اسید ۱ میلی‌مولار برحسب میلی‌گرم معادل گالیک اسید در ۱۰۰ گرم وزن تازه بیان شد (Serrano *et al*., 2005).

برای اندازه‌گیری فعالیت ضد اکسیدانی از بافر گلایسن، ABTS[3]، پراکسید هیدروژن و پراکسیداز استفاده شد، شدت جذب هم با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر با طول موج ۷۳۰ نانومتر قرائت شد. به‌منظور محاسبهٔ فعالیت ضد اکسیدانی از استاندارد آسکوربیک اسید ۱ میلی‌مولار استفاده شد و درنهایت میزان فعالیت ضد اکسیدانی بر مبنای میلی‌گرم معادل آسکوربیک اسید در ۱۰۰ گرم وزن تازه بیان شد (Serrano *et al*., 2005).

فعالیت میکروبی

پس از تهیه‌کردن آگار و پپتون واتر با غلظت ۱ درصد و اتوکلاوکردن به همراه تمامی وسایل مورد نیاز، نمونه‌های ۱۰ گرمی از میوه در ۹۰ میلی‌لیتر پپتون واتر در شرایط استریل با استفاده از دستگاه stomacher (Interscience 400p) به‌مدت ۹۰ ثانیه هموژنیزه شدند و سپس زیر هود لامینار میزان ۹ میلی‌لیتر پپتون واتر به هر لوله آزمایش اضافه شد. به‌منظور انجام سری رقیق‌سازی، به میزان ۱۰۰۰ میکرولیتر از مخلوط همگن‌شده به لولهٔ آزمایش اول (حاوی ۹ میلی‌لیتر پپتون واتر) اضافه شد. مرحلهٔ رقیق‌سازی تا رقت ۴- انجام شد. در مرحلهٔ بعد، از هر لولهٔ آزمایش ۱۰۰۰ میکرولیتر به پتری‌دیش‌های حاوی آگار استریل‌شده اضافه و به‌مدت ۴ روز تعداد کلنی‌ها شمارش شد و میزان فعالیت میکروبی به‌صورت لگاریتم تعداد کلنی‌های شمارش‌شده در یک گرم وزن تازه محاسبه شد (Serrano *et al*., 2005).

سفتی

حدود ۰/۵ سانتی‌متر از پوست بخش استوایی ۴ میوه در هر تکرار جدا و توسط دستگاه سفتی‌سنج مدل (Lutron FG5020) میزان سفتی بافت گوشت زیر آن اندازه‌گیری شد و برحسب کیلوگرم نیرو نشان داده شد.

مالون‌دی‌آلدهید

میزان مالون‌دی‌آلدهید با استفاده از روش پیشنهادی Zhao *et al.* (1994) اندازه‌گیری شد. میزان جذب در طول موج‌های ۵۳۲ و ۶۰۰ نانومتر قرائت شد. در این روش میزان مالون‌دی‌آلدهید به‌عنوان فرآوردهٔ نهایی پراکسیداسیون لیپیدهای غشا برحسب نانومول در یک گرم وزن تازه بیان شد.

1. Wing T-bar
2. Run off
3. 2,2-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diamonium salt

www.SID.ir

Archive of SID

شاخص مختلف رنگ

از قسمت‌های مختلف پوست میوه به‌منظور محاسبهٔ رنگ استفاده شد. برای این منظور رنگ ۴ قسمت مختلف از سطح ۵ میوه با استفاده دستگاه رنگ‌سنج مدل Konica Minolta CR 400 اندازه‌گیری شد. میزان رنگ با استفاده از شاخص‌های L^*، a^* و b^* بیان شد.

کلروفیل کل

میزان کلروفیل براساس روش آرنون (Arnon, 1949) در طول موج‌های ۶۴۵ و ۶۶۳ اندازه‌گیری شد و برحسب میلی‌گرم بر گرم وزن تازهٔ میوه بیان شد.

کاهش وزن

برای ارزیابی کاهش وزن، میوه‌ها قبل از ورود به سردخانه و سپس در فواصل زمانی مشخص توزین شدند.

اندازه‌گیری ویتامین ث، اسید کل، مواد جامد محلول و pH

برای اندازه‌گیری ویتامین ث از روش تیتر با محلول ۲ و ۶ دی‌کلروفنل‌ایندوفنل[1] استفاده شد و نتایج برحسب میلی‌گرم در صد گرم وزن تر بیان شد. اندازه‌گیری میزان اسیدهای آلی میوه با روش تیتراسیون با سود ۰/۲ نرمال انجام شد و میزان اسید کل برحسب درصد محاسبه شد. میزان مواد جامد محلول کل با قراردادن چند قطره از آب میوهٔ کیوی بر روی صفحهٔ منشور دستگاه قندسنج دستی مدل PAL-1 ATAGO ساخت کشور ژاپن اندازه‌گیری و برحسب درجهٔ بریکس بیان شد. pH آب میوه به‌طور مستقیم توسط pH متر (Germany inolab 720) در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد.

آنالیز آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌فزار MSTATC و مقایسهٔ میانگین‌ها از طریق آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

1. 2,6-dichlorophenol-indophenol

نتایج و بحث

از آنجاکه در این پژوهش آثار برهمکنش پوتریسین با اسپرمیدین، پوتریسین با زمان، اسپرمیدین با زمان و اثر برهمکنش پوتریسین و اسپرمیدین با زمان در بعضی صفات اندازه‌گیری شده معنادار نشدند، به‌منظور تفسیر از آثار سادهٔ پوتریسین و اسپرمیدین که هر کدام به‌طور جداگانه معنادار شده بودند، استفاده شد.

سفتی

بیشترین میزان سفتی با متوسط میزان ۳/۰۹ کیلوگرم نیرو مربوط به برهمکنش سطح ۲ میلی‌مولار پوتریسین و اسپرمیدین و کمترین میزان سفتی با میانگین ۲/۱۶ کیلوگرم نیرو مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۱).

نرم‌شدن میوه در طول دورهٔ انبارمانی حاصل فعال‌شدن آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ پلی‌ساکاریدهای دیوارهٔ سلولی همانند پکتین‌متیل‌استراز (PME)، پلی‌گالاکتروناز (PG) و سلولاز بر اثر اتیلن است. نرم‌شدن علاوه بر تأثیر بر کیفیت میوه، عمر انباری، قابلیت حمل‌ونقل و مقاومت به بیماری‌ها را نیز تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (Prasanna *et al*., 2007). طی آزمایشی اعلام کردند که غوطه‌وری میوه‌های لیمو در محلول‌های پوتریسین و اسپرمیدین توانست از طریق حفظ میزان پلی‌آمین‌های درون‌زا سفتی بافت میوه را نسبت به شاهد طی دورهٔ انبارمانی افزایش دهد (Valero *et al*., 1998).

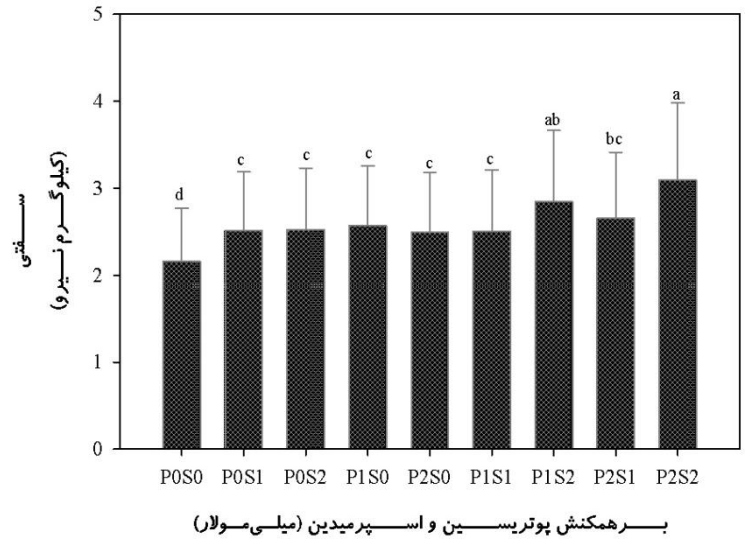
Torrigiani *et al.* (2012) گزارش کردند که محلول‌پاشی اسپرمیدین بر روی میوهٔ هلو در مراحل اولیهٔ نمو، ۴۱ روز پس از تمام‌گل، منجر به آهسته‌شدن فرایند نرم‌شدن گوشت میوه شده است. آن‌ها عنوان کردند در زمان رسیدن ژن‌های تنظیم‌کنندهٔ بیوسنتز اتیلن (ACO1, ACS1) با کاربرد اسپرمیدین خنثی شدند که این امر منجر به بیان بسیار آهستهٔ ژن‌های مسئول نرم‌شدن میوهٔ هلو شده است.

در pH فیزیولوژیکی پلی‌آمین‌ها به مولکول‌های درون سلول که بار منفی دارند مانند نوکلئیک اسیدها، فسفولیپیدها و انواع پروتئین‌ها متصل می‌شوند.

www.SID.ir

Archive of SID

بنابراین، با اتصال به گروه کربوکسیل ترکیبات پکتیکی دیوارهٔ سلولی سبب حفظ سفتی بافت میوه می‌شوند. این اتصال سبب ممانعت از عمل آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ دیوارهٔ سلولی نظیر پکتین‌متیل‌استراز و پلی‌گالاکتروناز می‌شود و درنتیجه سبب تأخیر در نرم‌شدگی میوه می‌شود (Mirdehghan *et al*., 2007; Champa *et al*., 2014). میوه‌های انگور که با غلظت‌های مختلف (۰، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ میلی‌مولار) پوتریسین و اسپرمیدین به‌روش غوطه‌وری تیمار شده بودند میزان سفتی بیشتری نسبت به شاهد داشتند و بیشترین میزان سفتی مربوط به غلظت ۰/۵ میلی‌مولار از هر تیمار بوده است. همچنین کمترین میزان فعالیت آنزیم پکتین‌استراز مربوط به تیمار ۰/۵ میلی‌مولار بود (Champa *et al*., 2014).



(اسپرمیدین ۰، ۱، ۲ میلی‌مولار :S_0, S_1, S_2) (پوتریسین ۰، ۱، ۲ میلی‌مولار :P_0, P_1, P_2)

شکل ۱. آثار برهمکنش تیمارهای پوتریسین و اسپرمیدین بر میزان سفتی گوشت میوهٔ کیوی رقم هایوارد طی انبارمانی در دمای ۱±۱/۵ درجهٔ سانتی‌گراد

ترکیبات فنلی و فعالیت ضد اکسیدانی

اطلاعات به‌دست‌آمده از اندازه‌گیری میزان ترکیبات فنلی نشان می‌دهد که تیمار پوتریسین ۲ میلی‌مولار و تیمار اسپرمیدین ۲ میلی‌مولار به‌طور معناداری مقادیر بالاتری از ترکیبات فنلی را در مقایسه با باقی تیمارها داشتند (جدول ۱).

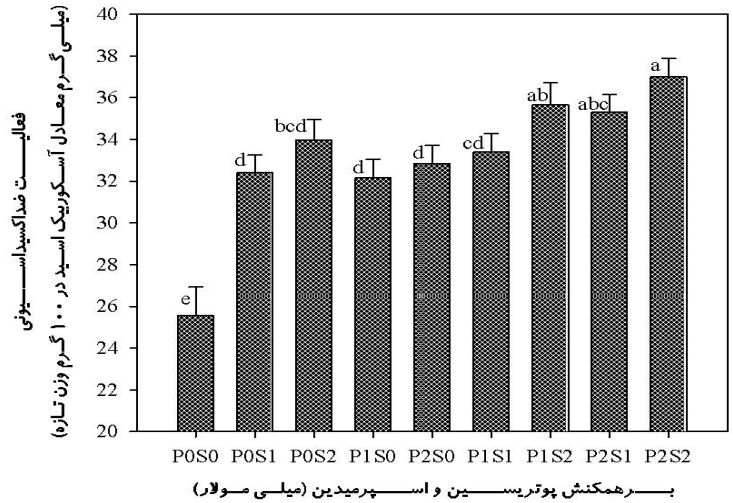
همان‌طور که در شکل ۲ دیده می‌شود برهمکنش سطح ۲ میلی‌مولار پوتریسین و اسپرمیدین به‌طور معناداری بیشترین میزان فعالیت ضد اکسیدانی (۳۷/۰۱ میلی‌گرم معادل گالیک‌اسید در ۱۰۰ گرم وزن تازه) را در مقایسه با تیمار شاهد (۲۵/۵۷ میلی‌گرم معادل گالیک‌اسید در ۱۰۰ گرم وزن تازه) داشت (شکل ۲).

آنزیم‌های ضد اکسیدانی نقش مهمی در دفاع ضد اکسیدانی در طول فرایندهای رسیدگی میوه‌ها دارند. فعالیت بالای سوپراکسیدازدیسموتاز و کاتالاز فرایندهای پیری را در میوه‌ها به تأخیر می‌اندازد (Asbahi *et al*., 2012). میوه‌های انبه که با غلظت‌های مختلف پوتریسین (۰، ۰/۱، ۱ و ۲ میلی‌مولار) تیمار شده بودند، میزان ترکیبات فنلی و فعالیت ضد اکسیدانی بیشتری نسبت به شاهد داشتند. همچنین در میوه‌های تیمارشده میزان فعالیت آنزیم‌های ضد اکسیدانی نظیر سوپراکسیددیسموتاز، پروکسیداز و کاتالاز نسبت به شاهد بیشتر بود. همان‌طور که می‌دانیم آنزیم سوپراکسیددیسموتاز سبب تبدیل سوپراکسید به پراکسیدهیدروژن می‌شود و سپس آنزیم‌های پروکسیداز و کاتالاز پراکسیدهیدروژن را به آب و اکسیژن تبدیل می‌کنند. این آنزیم‌ها از سلول در برابر رادیکال‌های آزاد که تحت تنش تولید می‌شوند، محافظت می‌کنند (Razzaq *et al*., 2014). Nayyar &

www.SID.ir

Archive of SID

Chander (2008) گزارش کردند، کاربرد برون‌زای پوتریسین در نخود سطوح هیدروژن پراکسیداز و میزان مالون‌دی‌آلدهید را کاهش و فعالیت ضد اکسیدانی را افزایش داد. میوه‌های انار تیمارشده با پوتریسین و اسپرمیدین به روش غوطه‌وری و تحت فشار که به‌مدت ۶۰ روز در دمای ۲ درجهٔ سانتی‌گراد انبار شده بودند میزان بالاتری از ترکیبات فنلی کل را در آریل‌ها نسبت به میوه‌های تیمارنشده نشان دادند (Mirdehghan *et al.*, 2007). در این پژوهش همبستگی مثبت و معناداری با ضریب همبستگی r= ۰/۶۹ در سطح احتمال ۱ درصد بین ترکیبات فنلی و فعالیت ضد اکسیدانی مشاهده شد. طی آزمایشی که ویژگی‌های کیفی و کمّی میوهٔ انگور طی انبارمانی را بررسی کرده بودند، اعلام کردند که همبستگی مثبتی بین میزان ترکیبات فنلی و فعالیت ضد اکسیدانی مشاهده شد (Doshi & Adsule, 2008) که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت. ازآنجاکه پلی‌آمین‌ها سبب تأخیر در فرایند پیری می‌شوند درنتیجه سبب حفظ ترکیبات فنلی خواهند شد. افزایش فعالیت ضد اکسیدانی را هم می‌توان به افزایش در میزان ترکیبات فنلی کل نسبت داد. بنابراین، به‌نظر می‌رسد که بین فعالیت ضد اکسیدانی و ترکیبات فنلی رابطهٔ خطی وجود دارد. همبستگی مثبت بین فعالیت ضد اکسیدانی و ترکیبات فنلی در میوه‌های زردآلو و انبه گزارش شده است (Razzaq *et al.*, 2014). پلی‌آمین‌ها خصوصیت ضد اکسیدانی دارند. اثر ضد اکسیدانی پلی‌آمین‌ها به تعداد گروه‌های آمینی موجود در ملکول آن‌ها همبسته است، به‌طوری‌که اسپرمین نسبت به اسپرمیدین اثر ضد اکسیدانی بیشتری دارد و فعالیت ضد اکسیدانی این دو نسبت به پوتریسین بالاتر است. همانند ضد اکسیدان‌ها، پلی‌آمین‌ها نیز لیپیدهای غشا را در مقابل آسیب اکسیداتیو حفظ می‌کنند و درنتیجه منجر به حفظ هومئوستازی در سلول‌های گیاهی می‌شوند (Aronova *et al.*, 2005).



(اسپرمیدین ۰، ۱، ۲ میلی‌مولار :S_0, S_1, S_2) (پوتریسین ۰، ۱، ۲ میلی‌مولار :P_0, P_1, P_2)

شکل ۲. برهمکنش تیمارهای پوتریسین و اسپرمیدین بر میزان فعالیت ضد اکسیدانی میوهٔ کیوی رقم هایوارد طی انبارمانی در دمای ۱± ۱/۵ درجهٔ سانتی‌گراد

فعالیت میکروبی

نتایج نشان داد اگرچه سطح ۱ میلی‌مولار هر یک از تیمارهای پوتریسین و اسپرمیدین فعالیت میکروبی کمتری نسبت به شاهد داشتند، کمترین میزان فعالیت میکروبی مربوط به سطح ۲ میلی‌مولار پوتریسین و اسپرمیدین بود (جدول۱). میوهٔ کیوی نیز مانند سایر فرآورده‌های باغبانی طی انبارمانی به برخی از قارچ‌ها آلوده شده و بیماری‌های انباری یکی از مشکلات عمدهٔ آن است. طبق بررسی‌های انجام‌شده کپک خاکستری (*Botrytis cinerea*) مهم‌ترین بیماری

www.SID.ir

Archive of SID

میوهٔ کیوی در دنیاست. سالانه میزان زیادی از میوه‌های کیوی بر اثر پوسیدگی قارچی در انبارها و سردخانه‌ها از بین می‌روند و با افزایش مدت انبارمانی، میزان خسارت بیشتر می‌شود. شروع آلودگی این بیماری قبل از برداشت میوه و در باغ اتفاق می‌افتد (Brook, 1990). پلی‌آمین‌ها به‌دلیل بار مثبتشان قادرند به گروه‌های منفی کربوکسیل دیوارهٔ سلولی و نیز به گروه فسفات فسفولیپیدهای غشا اتصال پیدا کنند و سبب حفظ تمامیت غشای سلولی شوند، درنتیجه مانع از دسترسی آنزیم‌های تجزیه‌کننده به دیوارهٔ سلولی و غشاها می‌شوند (Leiting & Wicker, 1997). بنابراین، این احتمال وجود دارد که در پژوهش حاضر تیمارهای پوتریسین و اسپرمیدین از طریق حفاظت از دیوارهٔ سلولی و غشاها در برابر آنزیم‌های پاتوژنی، مانع از گسترش آلودگی میوه‌های کیوی طی دوره‌های انبارمانی شده باشند. گزارش شده است که بیوسنتز پلی‌آمین‌ها و نیز آنالوگ‌های اسپرمیدین فعالیت ضد قارچی و توانایی کنترل سفیدک پودری در جو را دارند (Mackintosh *et al*., 2001). همبستگی مثبت و معناداری در سطح احتمال ۱ درصد با ضریب همبستگی r=۰/۶۴ بین فعالیت میکروبی و کاهش وزن وجود داشت که می‌توان نتیجه گرفت تیمارهای پوتریسین و اسپرمیدین توانستند با حفظ غشاهای سلولی در برابر حملهٔ پاتوژن‌های قارچی از میزان نشت یون و درنتیجه از کاهش وزن میوه‌های تیمارشده بکاهند. علاوه بر این پلی‌آمین‌ها به‌دلیل توانایی در حفظ تمامیت غشای دارای پتانسیل ضد پیری هستند (Valero *et al*., 1998) و بدین گونه می‌توانند از نشت یونی و درنهایت از کاهش وزن نمونه‌های تیمارشده بکاهند. بنابراین، دلیل احتمالی تأخیر در کاهش وزن میوه‌های کیوی تیمارشده با پلی‌آمین، حفظ تمامیت غشا طی دوره‌های انبارمانی است.

جدول۱. آثار سادهٔ تیمارهای پوتریسین و اسپرمیدین بر صفات اندازه‌گیری در میوهٔ کیوی رقم هایوارد طی انبارمانی در دمای ۱± ۱/۵

تیمار (میلی‌مولار)	ترکیبات فنلی (mg gallic acid/100 gr FW)	فعالیت میکروبی (Log CFU g^{-1})	کلروفیل کل (mg/g FW)
پوتریسین ۰	۵۷/۰۵±۰/۳^{c}	۳/۴۹±۰/۳^{a}	۰/۱۶±۰/۳^{c}
پوتریسین ۱	۶۰/۹۵±۰/۳^{b}	۳/۴۱±۰/۳^{b}	۰/۱۹±۰/۳^{b}
پوتریسین ۲	۶۵/۴۹±۰/۳^{a}	۳/۳۴±۰/۳^{c}	۰/۲۳±۰/۳^{a}
اسپرمیدین ۰	۵۵/۸۵±۰/۳^{c}	۳/۵۲±۰/۳^{a}	۰/۱۵±۰/۳^{c}
اسپرمیدین ۱	۶۰/۵۷±۰/۳^{b}	۳/۴۱±۰/۳^{b}	۰/۱۹±۰/۳^{b}
اسپرمیدین ۲	۶۷/۰۷±۰/۳^{a}	۳/۳۰±۰/۳^{c}	۰/۲۴±۰/۳^{a}

میانگین‌هایی که در هر ستون حروف مشترک دارند از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معناداری با هم ندارند.

کلروفیل کل

تیمار پوتریسین در سطح ۲ میلی‌مولار و تیمار اسپرمیدین در سطح ۲ میلی‌مولار به‌طور معناداری میزان کلروفیل کل بیشتری در مقایسه با باقی تیمارها داشتند (جدول۱).

پلی‌آمین‌های برون‌زاد، رسیدن و پیری را در بسیاری از میوه‌ها به‌تأخیر می‌اندازند و اتیلن سبب تسریع این فرایندها می‌شود. SAM پیش‌مادهٔ مشترک در مسیر سنتز پلی‌آمین‌ها و اتیلن است و این دو ماده در فرایند رسیدن و پیری در میوه‌ها نقش‌های متضادی دارند. تعادل بین پلی‌آمین‌ها و اتیلن تأثیر مهمی در تنظیم فرایند رسیدگی و پیری دارد (Bregoli *et al*., 2002). در خربزه تیمار پلی‌آمین‌ها منجر به پراکسیداسیون کمتر غشا و نگهداری و حفظ بیشتر کلروفیل شد (Lester, 2000). در گوجه‌فرنگی، پلی‌آمین‌ها با جلوگیری از نسخه‌برداری، تولید و فعالیت آنزیم ACC سنتاز سبب کاهش در سطوح ACC می‌شوند که این عمل سبب کاهش فعالیت آنزیم ACC اکسیداز می‌شود و درنهایت تولید اتیلن کاهش می‌یابد (Li *et al*., 1992). گزارش شده است که تیمار برون‌زاد به‌وسیلهٔ پلی‌آمین‌ها با جلوگیری از فعالیت ACC سنتاز در سایر میوه‌ها مانند آووکادو (Winer & Alpelbaum, 1986) و گلابی

www.SID.ir

Archive of SID

(Toumadje & Richardson, 1988) نیز، بیوسنتز اتیلن را به‌شدت کاهش داد.

شاخص‌های رنگ سطح پوست

همان‌طور که در جدول۲ نشان داده شده است سطح ۲ میلی‌مولار از هر یک از تیمارهای پوتریسین و اسپرمیدین توانسته‌اند به‌طور معناداری مقادیر بالاتری از شاخص‌های L^* وb^*، همچنین میزان شاخص a^* کمتری (منفی‌تری) را در مقایسه با شاهد داشته باشند.

جدول۲. تأثیر تیمارهای پوتریسین و اسپرمیدین بر شاخص‌های L^*، a^* وb^*میوهٔ کیوی رقم هایوارد طی انبارمانی در دمای ۱± ۱/۵

تیمار (میلی‌مولار)	L^*	a^*	b^*
پوتریسین ۰	۴۹/۱۶±۱/۰۶^{c}	-۱۰/۴۳±۰/۸۵^{a}	۲۴/۸۸±۱/۴۴^{b}
پوتریسین ۱	۴۹/۸۲±۱/۱۲^{b}	-۱۰/۷۶±۰/۸۵^{b}	۲۵/۳۸±۱/۴۴^{ab}
پوتریسین ۲	۵۰/۴۷±۱/۱۸^{a}	-۱۱/۰۱±۰/۸۴^{b}	۲۵/۷۵±۱/۴۴^{a}
اسپرمیدین ۰	۴۸/۹۲±۱/۰۹^{c}	-۱۰/۳۴±۰/۸۵^{a}	۲۴/۶۷±۱/۴۴^{c}
اسپرمیدین ۱	۴۹/۸۰±۱/۱۰^{b}	-۱۰/۷۵±۰/۸۵^{b}	۲۵/۲۷±۱/۴۵^{b}
اسپرمیدین ۲	۵۰/۷۴±۱/۱۶^{a}	-۱۱/۱۴±۰/۸۴^{c}	۲۶/۰۸±۱/۴۲^{a}

میانگین‌هایی که در هر ستون حروف مشترک دارند از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معناداری با هم ندارند.

پلی‌آمین‌ها به‌دلیل تثبیت غشا، می‌توانند سبب حفظ ظاهری فرآورده‌ها و تأخیر در پیری آن‌ها طی انبارمانی شوند. به همین دلیل شاخص L^* که میزان درخشندگی میوه را نشان می‌دهد در میوه‌های تیمارشده بیشتر از شاهد بود. در مورد شاخص a^* که محدودهٔ آن از ۶۰- (سبز) تا ۶۰+ (قرمز) است، مشاهده شد که میوه‌های تیمارشده با پوتریسین و اسپرمیدین میزان a^* منفی‌تری (رنگ سبزتری) داشتند. محدودهٔ شاخص b^* هم بین ۶۰- (آبی) تا ۶۰+ (زرد) است. هرچه میوه‌ها به پیری نزدیک می‌شوند میزان چروکیدگی و کاهش وزن در آن‌ها افزایش می‌یابد. از طرفی پلی‌آمین‌ها، ترکیبات ضد پیری شناخته شده‌ای‌اند و توانایی حفظ تمامیت غشا را دارند، درنتیجه می‌توان گفت که میوه‌های تیمارشده با پلی‌آمین‌ها میزان چروکیدگی و کاهش وزن کمتری خواهند داشت و درنهایت این موضوع سبب حفظ ظاهر فرآورده و درخشندگی آن خواهد شد.

مالون‌دی‌آلدهید

اطلاعات به‌دست‌آمده از مقایسهٔ میانگین‌ها مشخص کرد که در هر سه زمان دورهٔ انبارمانی کمترین میزان مالون‌دی‌آلدهید مربوط به برهمکنش سطح ۲ میلی‌مولار پوتریسین و اسپرمیدین و بیشترین میزان آن مربوط به تیمار شاهد بود. با گذشت دورهٔ انبارمانی میزان مالون‌دی‌آلدهید در همهٔ تیمارها افزایش یافت، ولی این میزان در میوه‌های تیمارشده کمتر از شاهد بود (جدول۳). پلی‌آمین‌ها به‌عنوان ضد اکسیدان و به‌دلیل خاصیت ضد پیری از پراکسیده‌شدن لیپید غشا جلوگیری می‌کنند. پلی‌آمین‌ها می‌توانند با آهن و سر قطبی فسفولیپیدها کمپلکس تشکیل دهند و با اکسیدکردن آهن، رادیکال‌های آزاد تولید کنند. ازآنجاکه پلی‌آمین‌ها، پلی‌کاتیون‌هایی با بار مثبت‌اند، با اتصال به بارهای منفی فسفولیپیدهای غشا سبب ثبات غشای ممبران می‌شوند (Velikova *et al.*, 2000).

نقش پلی‌آمین‌ها به‌عنوان بازدارنده‌های پراکسیداسیون لیپیدی اولین‌بار در سیستم حیوانی کشف شد. این پژوهشگران بیان کردند که اسپرمین با اتصال به فسفولیپیدها از پرکسیداسیون لیپید در جگر موش جلوگیری می‌کند. فیزیولوژیست‌های گیاهی هم بیان کردند در شرایط تنش‌های مختلف محیطی، پلی‌آمین‌ها از طریق جذب اکسیژن فعال و تثبیت غشا از پراکسیده‌شدن لیپید جلوگیری می‌کنند (Unal *et al.*, 2008).

اندازه‌گیری میزان مالون‌دی‌آلدهید می‌تواند به‌عنوان

www.SID.ir

Archive of SID

شاخص پراکسیداسیون چربی‌های غشای سلولی در نظر گرفته شود. مالون‌دی‌آلدهید می‌تواند پروتئین، اسیدهای نوکلئیک و سایر ملکول‌های سلولی را به‌طور نامناسبی تحت‌تأثیر قرار دهد (Schauenstein *et al*., 1997).

با اسپری غلظت ۲۵۰ میکرومولار اسپرمیدین و اسپرمین درختان سیب مشخص شد که پلی‌آمین‌ها سبب جلوگیری از پراکسیداسیون لیپیدهای غشا می‌شود و درنتیجه میوه‌های تیمارشده میزان مالون‌دی‌آلدهید پایین‌تری در مقایسه با شاهد داشتند (Valero *et al*., 2002).

جدول۳. اثر متقابل تیمارهای پوتریسین و اسپرمیدین و زمان بر میزان ترکیب مالون‌دی‌آلدهید (نانومول در یک گرم وزن تازه) بر میوهٔ کیوی رقم هایوارد طی انبارمانی در دمای ۱± ۱/۵

پوتریسین (میلی‌مولار)	زمان انبارمانی (هفته)								
	۰			۱۱			۱۴		
	اسپرمیدین (میلی‌مولار)			زمان انبارمانی (هفته)			اسپرمیدین (میلی‌مولار)		
	۰	۱	۲	۰	۱	۲	۰	۱	۲
۰	۲۱/۳۵±۰/۵۵$^{f-n}$	۱۹/۳۵±۰/۶۶$^{k-o}$	۱۸/۰۸±۰/۴۱^{no}	۳۰/۰۲±۰/۴۴^{b}	۲۱/۱۳±۰/۳۹$^{c-f}$	۲۱/۳۵±۰/۹۷$^{f-j}$	۳۴/۳۷±۰/۳۹^{a}	۲۳/۵۵±۰/۶۶^{cd}	۲۱/۵۶±۰/۷۲$^{e-j}$
۱	۱۹/۸۱±۰/۳۲$^{j-n}$	۱۸/۶۸±۰/۳۸^{mno}	۱۷/۵۸±۰/۲۵^{o}	۲۳/۲۳±۰/۵۷^{cde}	۲۱/۸۲±۰/۴۶$^{d-i}$	۲۰/۰۶±۰/۶۴$^{i-n}$	۲۳/۹۲±۰/۱۵^{c}	۲۰/۰۲±۰/۲۲$^{d-h}$	۲۰/۵۳±۱/۰۹$^{h-l}$
۲	۱۸/۹۲±۰/۶۱$^{l-o}$	۱۷/۸۱±۰/۶۳^{o}	۱۵/۹۳±۰/۳۰^{p}	۲۴/۴۹±۰/۱۸$^{c-g}$	۲۱/۰۴±۰/۴۵$^{g-k}$	۱۸/۴۴±۰/۲۲^{mno}	۲۲/۶۳±۰/۹۶$^{c-g}$	۲۱/۴۴±۰/۹۹$^{e-j}$	۱۹/۱۳±۰/۶۷$^{l-o}$

میانگین‌هایی که در هر ستون حروف مشترک دارند، از نظر آزمون دانکن درسطح احتمال ۵ درصد اختلاف معناداری با هم ندارند.

کاهش وزن

نتایج اندازه‌گیری کاهش وزن نشان داد که سطوح ۱ و ۲ میلی‌مولار تیمار پوتریسین به‌طور معناداری کمترین میزان درصد کاهش وزن را در مقایسه با تیمار شاهد از خود نشان دادند. در تیمار اسپرمیدین، سطح۲ میلی‌مولار آن به‌طور معناداری کمترین میزان درصد کاهش وزن را در مقایسه با باقی تیمارها داشت (جدول۴). مهم‌ترین ناهنجاری‌ای که سبب کاهش کیفیت و درنهایت پژمردگی فرآورده‌ها می‌شود، کاهش وزن از طریق تبخیر از سطح فرآورده است و چون آثار منفی روی ساختار و ظاهر فرآورده دارد سبب کاهش بازارپسندی محصولات می‌شود (Gomez-Galindo *et al*., 2004).

جدول۴. آثار سادهٔ تیمارهای پوتریسین و اسپرمیدین بر صفات اندازه‌گیری در میوهٔ کیوی رقم هایوارد طی انبارمانی در دمای ۱± ۱/۵

تیمار (میلی‌مولار)	کاهش وزن (٪)	ویتامین ث (mg/100gr)	اسید کل (٪)	مواد جامد محلول (بریکس)	pH
پوتریسین ۰	۹/۷۹±۰/۱۹^{a}	۴۶/۷۶±۱/۴۹^{c}	۰/۳۸±۰/۰۲^{b}	۱۳/۳۳±۰/۴۳^{a}	۳/۳۳±۰/۰۴^{a}
پوتریسین ۱	۹/۲±۰/۲۳^{b}	۵۲/۴۲±۱/۷۵^{b}	۰/۴۰±۰/۰۲^{a}	۱۲/۹۳±۰/۴۳^{b}	۳/۲۵±۰/۰۴^{b}
پوتریسین ۲	۸/۷۷±۰/۲۱^{b}	۵۷/۴۶±۱/۵۴^{a}	۰/۴۲±۰/۰۲^{a}	۱۲/۵۸±۰/۴۲^{b}	۳/۱۸±۰/۰۳^{c}
اسپرمیدین ۰	۱۰/۰۳±۰/۱۹^{a}	۴۵/۱۱±۱/۵۱^{c}	۰/۳۷±۰/۰۱^{c}	۱۳/۵۱±۰/۴۴^{a}	۳/۳۹±۰/۰۴^{a}
اسپرمیدین ۱	۹/۲۵±۰/۱۸^{b}	۵۲/۷۷±۱/۵۱^{b}	۰/۴۰±۰/۰۲^{b}	۱۲/۹۶±۰/۴۲^{b}	۳/۲۵±۰/۰۳^{b}
اسپرمیدین ۲	۸/۴۸±۰/۱۹^{c}	۵۷/۴۶±۱/۴۳^{a}	۰/۴۳±۰/۰۱^{a}	۱۲/۳۸±۰/۴۲^{c}	۳/۱۲±۰/۰۳^{c}

میانگین‌هایی که در هر ستون حروف مشترک دارند از نظر آزمون دانکن درسطح احتمال ۵ درصد اختلاف معناداری با هم ندارند.

Valero *et al*. (1998) بیان کردند که میوه‌های لیموی تیمارشده با پوتریسین به روش تحت فشار، کاهش وزن کمتری در مقایسه با تیمار شاهد داشتند. آن‌ها دلیل کاهش از دست دادن وزن را به حفظ مقدار پوتریسین و اسپرمیدین درون‌زا نسبت دادند. ازآنجاکه فرایند پیری با کاهش در میزان پلی‌آمین‌ها همراه است، حفظ پلی‌آمین‌های درون‌زا سبب کمترشدن نرم‌شدگی، پیری، کاهش وزن و درنهایت افزایش عمر قفسه‌ای فرآورده می‌شود (Valero *et al*., 2002). ثابت شده است کاهش در میزان از دست‌دهی وزن میوه‌های تیمارشده با پلی‌آمین‌ها به‌دلیل مقاومت، تثبیت و حفظ تمامیت غشاست. پلی‌آمین‌ها به‌دلیل

www.SID.ir

Archive of SID

حفظ تمامیت غشا پتانسیل ضد پیری دارند و بدین گونه می‌توانند از نشت یونی و درنهایت از کاهش وزن نمونه‌های تیمارشده بکاهند.

ویتامین ث، اسید کل، مواد جامد محلول و pH

نتایج این پژوهش نشان داد که سطوح ۱ و ۲ میلی‌مولار پوتریسین هرکدام توانستند به‌طور معناداری ویتامین ث بیشتری در مقایسه با شاهد داشته باشند. در مورد تیمار اسپرمیدین هم سطوح ۱ و ۲ میلی‌مولار آن میزان ویتامین ث بالاتری در مقایسه با شاهد داشتند (جدول۴).

اطلاعات به‌دست‌آمده از اسید کل مشخص کرد که، غلظت‌های ۱ و ۲ میلی‌مولار پوتریسین نسبت به تیمار شاهد، اسید کل بیشتری داشتند و در بین تیمار اسپرمیدین هم غلظت ۲ میلی‌مولار آن به‌طور معناداری نسبت به باقی تیمارها اسید کل بالاتری را داشت (جدول۴). پوتریسین ۱و ۲ میلی‌مولار نسبت به شاهد به‌طور معناداری مواد جامد محلول (قند) کمتری داشتند. در بین تیمارهای اسپرمیدین هم سطح ۲ میلی‌مولار نسبت به باقی تیمارها به‌طور معناداری مواد جامد محلول کل کمتری داشت (جدول۴).

مقایسهٔ میانگین برهمکنش تیمار پوتریسین با زمان و اسپرمیدین با زمان نشان می‌دهد که در همهٔ تیمارها با گذشت دورهٔ انبارمانی بر میزان pH آب میوه افزوده شد، ولی در هر سه زمان اندازه‌گیری سطح ۲ میلی‌مولار از هر یک از تیمارهای پوتریسین و اسپرمیدین میزان pH کمتری (اسیدی‌تری) در مقایسه با باقی تیمارها داشتند. براساس جدول در آثار سادهٔ پوتریسین و اسپرمیدین هم سطح ۲ میلی‌مولار آن‌ها pH اسیدی‌تری در مقایسه با باقی تیمارها داشت (جدول۴).

تیمار ۱ میلی‌مولار اسپرمیدین و پوتریسین میزان کاهش اسید کل و افزایش مواد جامد محلول را در میوه‌های انگور به تأخیر انداخت (Champa *et al*., 2014). کاهش اسید کل طی انبار ممکن است به‌علت مصرف اسیدهای آلی در فرایند تنفس باشد. استفاده از تیمارهای پلی‌آمین تنفس را کاهش می‌دهد و از این طریق مصرف اسیدهای آلی را به تأخیر می‌اندازد (Martinez-Romero *et al*., 2002). گزارش شده است که محتوای پایین‌تر مواد جامد محلول کل در میوه‌های انبهٔ تیمارشده با پلی‌آمین‌ها در مقایسه با شاهد ممکن است از تبدیل آهسته‌تر نشاسته به قند ناشی شده باشد (Lima *et al*., 2001). به نظر می‌رسد پلی‌آمین‌ها بر اثر رقابت با اتیلن و تأخیر در رسیدن بر روی شاخص‌های اندازه‌گیری ویتامین ث، اسید کل، مواد جامد محلول و pH تأثیر می‌گذارند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد کاربرد قبل از برداشت پوتریسین و اسپرمیدین سبب بهبود کیفیت و افزایش عمر انبارمانی میوهٔ کیوی می‌شوند. پلی‌آمین‌ها سبب حفظ میزان سفتی و فعالیت ضد اکسیدانی در میوه‌ها شدند و میوه‌های تیمارشده فعالیت میکروبی کمتری نسبت به شاهد داشتند. نرم‌شدگی و پوسیدگی قارچی از مشکلات اصلی کاهش عمر پس از برداشت میوه‌های کیوی در انبار محسوب می‌شوند که در این پژوهش مشخص شد که پلی‌آمین‌ها توانستند میزان نرم‌شدگی و پوسیدگی میوه‌ها را طی مدت انبارمانی نسبت به میوه‌های شاهد، به‌طور محسوسی کاهش دهند. در صفاتی که فقط آثار ساده بین پلی‌آمین‌ها معنادار شدند، سطح ۲ میلی‌مولار از هریک از تیمارهای پوتریسین و اسپرمیدین توانستند بیشترین تأثیر را بر حفظ ویژگی‌های کیفی و کمّی میوه‌ها داشته باشند. همچنین در صفاتی که برهمکنش‌ها معنادار شده بودند، مشخص شد که برهمکنش سطح ۲ میلی‌مولار از پوتریسین و اسپرمیدین بیشترین تأثیر را بر حفظ کیفیت میوه‌ها داشتند.

REFERENCES

1. Arnon, D. I. (1994). Copper enzymes in isolated chloroplast polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. *Journal of Plant Physiology*, 24, 1-15.
2. Aronova, E. E., Shevyakova, N. I., Stetsenko, L. A. & Kuznetsov, V. V. (2005). Cadaverine-induced ibduction of superoxide dismutase gen expression in *Mesembryanthemum crystallinum* L. *Biological Sciences*, 403, 257-259.

www.SID.ir

Archive of SID

3. Asbahi, S., Mostofi, Y., Boojar, M. M. A. & Khalighi, A. (2012). Effect of nitric oxide on ethylene biosynthesis and antioxidant enzymes on Iranian peach (*Prunus persica* cv. Anjiri). *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 10, 125-129.
4. Boquete, E., Trinchero, G., Fraschina, A., Villena, F. & Sozzi, G. (2004). Ripening of Hayward kiwifruit treated with 1-methylcyclopropene after cold storage. *Postharvest Biology and Technology*, 32, 57-65.
5. Bregoli, A. M., Scaramagli, S., Costa, G., Sabatini, E., Ziosi, V., Biondi, S. & Torrigiani, P. (2002). Peach (*Prunus persica* L.) fruit ripening: aminoethoxyvinylglycine (AVG) and exogenous polyamines affect ethylene emission and flesh firmness. *Journal of Plant Physiology*, 114, 472-481.
6. Brook, P. J. (1990). *Diseases of Kiwifruit. Kiwifruit Science and Management*. Auckland, Rey Richards Publisher. New Zealand society.
7. Champa, W. A. H., Gill, M. I. S., Mahajan, B.V.C. & Bedi, S. (2014). Exogenous treatment of spermine to maintain quality and extend postharvest life of table grapes (*Vitis vinifera* L.) cv. Flame Seedless under low temperature storage. *Journal of Postharvest Biology and Technology*, 60, 412-419.
8. Deng, Y., Wu, Y. & Li, Y. (2005). Changes in firmness, cell wall composition and cell wall hydrolases of grape stored in high oxygen atmospheres. *Food Research International*, 38, 769-776.
9. Doshi, P. J. & Adsule, P. G. (2008). Effect of storage on physicochemical parameters, phenolic compound and antioxidant activity in grapes. *Acta Horticulturae*, 785, 447-456.
10. Galston, A. W. & Kaur-Sawheny, R. (1987). Polyamines as endogenous growth regulator. In: P. J. Davies (ed.). *Plant Hormones: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology*, 158-178.
11. Gomez-Galindo, F., Herppich, W., Gekas, V. & Sjoholm, I. (2004). Factors affecting quality and postharvest properties of vegetable: Integration of water relations and metabolism. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44, 139-154.
12. Kakkar, R.K. & Rai, V.K. (1993). Plant polyamines in flowering and fruit ripening. *Phytochemistery*, 33, 1281-1288.
13. Khan, A. S., Singh, Z. & Abbasi, N. A. (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.
14. Knee, M. (2002). *Fruit Quality and its Biological Basis*. Published by Sheffield Academic Press.
15. Kramer, G. F., Wang, C. Y. & Conway, W. S. 1989. Correlation of reduced softening and increased polyamine levels during low-oxigen storage of Mclntosh apples. *Journal of American Society for Horticultural Science*, 114, 924-946.
16. Leiting, V. A. & Wicker, L. (1997). Inorganic cations and polyamines moderate pectinesterase activity. *Journal of Food Science*, 62, 253-255.
17. Lester, G. E. (2000). Polyamines and their cellular anti-senescence properties in honey dew muskmelon fruit. *Plant Science*, 160, 105-112.
18. Li, N., Parsons, B., Liu, D. & Mattoo, A. K. (1992). Accumulation of wound-inducible ACC synthase transcript in tomato fruit is inhibited by salicylic acid and polyamines. *Plant Molecular Biology*, 18, 477-487.
19. Lima, L. D. O., Chitarra, A. B. & Chitarra, M. I. F. (2001). Changes in amylase activity, starch and sugar contents in mango fruit pulp of cv. Tommy Atkins with spongy tissue. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 44, 59-62.
20. Mackintosh, C., Slater, L., Walters, D. & Robins, D. (2001). Synthesis of six novel N, N-dialkyl. derivatives of spermidine and effects on growth of the fungal plant pathogen *Pyrenophora avenae*. *FEMS Microbiology Ecology*, 202, 221-225.
21. Malik, A. U. & Singh, Z. (2006). Improved fruit retention, yield and fruit quality in mango with exogenous application of polyamines. *Scientia Horticulturae*, 110, 167-174.
22. Martinez-Romero, D., Serrano, M., Carbonell, A., Burgos, L., Riquelme, F. & Valero, D. (2002). Effect of postharvest putrescine treatment on extending shelf life and reducing mechanical damage in apricot. *Journal of Food Science*, 67, Nr. 5.
23. Mirdehghan, S. H., Rahemi, R., Castillo S., Martinez-Romero, D., Serrano, M. & Valero, D. (2007). Pre-storage application of polyamines by pressure or immersion improves shelf life of pomegranate stored at chilling temperature by increasing endogenous polyamine levels. *Journal of Postharvest Biology and Technology*, 44, 26-33.
24. Nayyar, N. & Chander, S. (2008). Protective effects of polyamines against oxidative stress induced by water and cold stress in chick pea. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 69, 2133-2141.
25. Ponappa, T., Scheerens, J. C. & Miller, A. R. (1993). Vacuum infiltration of polyamines increases firmness of strawberry slices under various storage conditions. *Journal of Food Science*, 58, 361-364.

www.SID.ir

Archive of SID

26. Prasanna, V., Prabha, T. N. & Tharanathan, R. N. (2007). Fruit ripening phenomena an overview. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 47, 1-19.
27. Razzaq, K., Khan, A. S., Malik, A. U., Shahid, M. & Ullaha, S. (2014). Role of putrescine in regulating fruit softening and antioxidativeenzyme systems in 'Samar Bahisht Chaunsa' mango. *Journal of Postharvest Biology and Technology*, 96, 23-32.
28. Schauenstein, E., Esterbauer, H. & Zoller, H. (1997). *Aldehydes in Biological Systems: Their Natural Occurrence and Biological Activities*. Pion Press. London. U. K.
29. Serrano, M., Guillen, F., Martinez-Romero, D., Castillo, S. & Valero, D. (2005). Chemical constituents and antioxidant activity of sweet cherry at different ripening stage. *Agricultural Food Chemistry*, 53, 2741-2745.
30. Torrigiani, P., Bregoli, A. M., Ziosi, V., Scaramagli, S., Ciriaci, T., Rasori, A., Biondi, S. & Costa, G. (2004). Pre-harvest polyamine and aminoethoxyvinylglycine (AVG) applications modulate fruit ripening in stark red gold nectarines (*Prunus persica* L. Batsch). *Postharvest Biology and Technology*, 33, 293-308.
31. Torrigiani, P., Bressamnin, D., Ruiz, K. B., Tadiello, A., Trainotti, L., Bonghi, C., Zoisi, V. & Costa, G. (2012). Spermidine application to young developing peach fruits leads to slowing down of ripening by impairing related ethylene and auxin metabolism and signaling. *Physiologia Plantarum*, 146, 86-98.
32. Toumadje, A. & Richardson, D. G. (1988). Endogenouse polyamine concentrations during development, storage and ripening of pear fruits. *Phytochemistry*, 27, 335-338.
33. Unal, D., Toney, I. & Sukatar, A. (2008). The role of external polyamines on photosynthetic responses, lipid peroxidation, protein and Chlorophyll a content under the UV-A (352 nm) stress in Physcia semipinnata. *Photochemistry and Photobilogy*, 90, 64-68.
34. Valero, D., Martinez-Romero, D. & Riquelme, F. (1998). Influence of postharvest treatment with putrescine and calcium on endogenous polyamines, firmness, and abscisic acid in lemon (*Citrus lemon* L. Burm cv. Verna). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 2102-2109.
35. Valero, D., Martinez-Romero, D. & Serrano, M. (2002). The role of polyamines in the improvement of the shelf life of fruit. *Trends in Food Science and Technology*, 13, 228-234.
36. Velikova, V., Yordanov, I. & Edreva, A. (2000). Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants. Protective role of exogenous polyamines. *Plant Science*, 151, 59-66.
37. Wang, C.Y., Conway, W.S. Abbott, J.A. Kramer, G.F. & Sams, C.E. (1993). Postharvest infiltration of polyamines and calcium influences ethylene production and texture changes in 'Golden Delicious' apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 118, 801-806.
38. Winer, L. & Apelbaum, A. (1986). Involvement of polyamines in the development and ripening of avocado fruits. *Journal of Plant Physiology*, 126, 223-233.
39. Zhao, S.J., Xu, C.C. & Zou, Q. (1994). Improvements of the method for measurement of malondialdehyde in plant tissue. *Plant Physiology Communication*, 30, 207-210.

www.SID.ir

Archive of SID
Iranian Journal of Horticultural Science, Vol. 46, No. 3, Autumn 2015

Effect of pre-harvest application of polyamines on quality and shelf life of kiwifruit cv. Hayward

Seyed Hossein Mirdehghan[1], Majid Esmaeilizadeh[2] and Farhad Pirzad[3*]

1. Associate Professor and Assistant Professor, Department of Horticultural Science, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Iran
2. Ph.D. Candidate, Department of Horticultural Science, University College of Agriculture & Natural Resource, University of Tehran, Karaj, Iran
(Received: Sep. 29, 2013 - Accepted: Jul. 26, 2014)

ABSTRACT

Softening and microbial activity are the most common problems of kiwifruit during storage. In order to improve these problems, pre- harvest treatments of putrescine and spermidine were studied on shelf life of kiwifruit cv. Hayward. Foliar spraying of different concentrations of purescine (0, 1 and 2 mM) and spermidine (0, 1 and 2 mM) has been done at 40 and 20 days before harvest. Different characteristics were analyzed at 0 (before storage), 11 and 14 weeks after storage. Fruits were harvested at commercial maturity (TSS=6.2 Brix) and stored at 1.5 ± 1^{0}C and 90±5% relative humidity for 14 weeks. Results showed that the highest fruit firmness (3.09 kg) corresponded to concentration of 2 mM of putrescine and spermidine and the lowest value was observed (2.16 kg) in control. The lowest amount of microbial activity, malondialdehyde and weight loss was related to treated fruits. Antioxidant activity, phenolic compound and total chlorophyll were affected by the treatments and highest value belonged to different levels of putrescine and spermidine. Polyamine treatments delayed changes of various color indices, Vitamin C, total soluble solids, total acid and pH. In general, the exogenous putrescine and spermidine delayed softening and reduced microbial activity during storage.

Keywords: antioxidant activity, firmness, kiwifruit, microbial activity, softening.

* Corresponding author E-mail: Pirzad_farhad@ut.ac.ir Tel: +98 936 6078525

www.SID.ir