

مقایسه اثرات لاکتات کلسیم و پوترسین بر کیفیت پس از برداشت فلفل دلمه‌ای

نعیمه سلطانی^۱، نجمه زینلی^{۲*} و ایرج توسلیان^۲

۱ و ۲. دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۶/۱۲ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۹/۲۸)

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی اثر تیمارهای پس از برداشت پوترسین و لاکتات کلسیم بر کیفیت انبارمانی میوه فلفل دلمه‌ای در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار، در آزمایشگاه فیزیولوژی پس از برداشت دانشگاه شهید باهنر کرمان انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل غوطه‌وری میوه‌های فلفل دلمه‌ای به مدت ۵ دقیقه در محلول‌های پوترسین با غلظت‌های ۱ و ۲ میلی‌مولار و اسپری با محلول‌های لاکتات کلسیم ۲ و ۳ میلی‌گرم در لیتر بودند و از غوطه‌ور کردن میوه‌ها در آب مقطر، به‌عنوان شاهد استفاده شد. سپس میوه‌ها به انبار سرد با دمای 8 ± 1 درجه سلسیوس و رطوبت نسبی 90 ± 5 درصد منتقل شدند. پارامترهای درصد کاهش وزن، شدت پوسیدگی، میزان کلروفیل کل، میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز، میزان فعالیت آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز، میزان اسیدآسکوربیک و نشت یونی در پایان ۳۳ روز انبارمانی اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد میوه‌های تیمار شده با پوترسین ۲ میلی‌مولار درصد کاهش وزن، شدت پوسیدگی و نشت یونی کمتری داشتند و میزان کلروفیل کل، فعالیت آنزیم پراکسیداز، فعالیت آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز و اسیدآسکوربیک در آن‌ها بیشتر بود. به‌طور کلی تیمار پوترسین ۲ میلی‌مولار بهترین تیمار به لحاظ حفظ خصوصیات کیفی و فیزیولوژیکی میوه‌ها بود. با توجه به نتایج این پژوهش، استفاده از این پوشش خوراکی برای افزایش عمر انبارمانی میوه فلفل دلمه‌ای قابل توصیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: اسیدآسکوربیک، پراکسیداز، پلی‌فنل‌اکسیداز، نشت یونی.

Comparison the effects of calcium lactate and putrescine on post harvest quality of *Capsicum annuum*

Naeimeh Soltani¹, Najme Zeinali^{2*} and Iraj Tavassolian²

1, 2. M. Sc. Student and Assistant Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

(Received: Sep. 3, 2017 - Accepted: Dec. 19, 2017)

ABSTRACT

This experiment was conducted to investigate the effects of calcium lactate and putrescine on postharvest quality of *Capsicum annuum* as randomized complete design with three replications in postharvest laboratory of Shahid Bahonar university of Kerman, Iran. Treatments consisted of fruits immersion in putrescine solutions (1 and 2 mM) and spraying with calcium lactate solutions (2 and 3 mg/L) and distilled water was applied as control for five minutes. Then, Fruit samples were transferred to cold storage with temperature of $8 \pm 1^{\circ} \text{C}$ and RH $90 \pm 5\%$. The weight loss percentage, decay content, total chlorophyll content, peroxidase and polyphenol oxidase activities, ascorbic acid content and ion leakage were measured at the end of 33th days of storage. Results showed that treated fruit with putrescine 2mM had the lowest weight loss, decay content and percent ion leakage and the most total chlorophyll content, peroxidase and polyphenol oxidase activities and ascorbic acid content. According to results the use of this edible coating is recommended to increase the shelf life of pepper fruits.

Keywords: Ascorbic acid, Ion leakage, Peroxidase, Polyphenol oxidase.

* Corresponding author E-mail: Nzeinali@uk.ac.ir

مقدمه

فلفل دلمه‌ای حاوی مقادیر بالایی از آنتی‌اکسیدان‌ها و مواد ضروری از قبیل ویتامین ث، کارتنوئیدها، ترکیبات فنولیک و مقادیر بالایی از پتاسیم می‌باشد. به‌طور معمول میزان ویتامین ث یک فلفل دلمه‌ای حدود شش برابر ویتامین ث پرتقال می‌باشد (Bolsand & votava, 2000). پلی‌آمین‌های معمول که در هر سلول گیاهی یافت می‌شوند، پوترسین، اسپرمیدین و اسپرمین به‌عنوان یک گروه جدید از مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی می‌باشند که در فرآیندهای مختلفی چون افزایش تقسیم سلولی، افزایش بیوسنتز آنزیم‌ها، تنظیم‌کردن فرآیندهای مختلف نمو، تمایز یابی، گلدهی، جنین‌زایی، ریشه‌زایی، رسیدن میوه و پیری نقش مهمی دارند (Mahgoub *et al.*, 2011). پلی‌آمین‌ها در طیف وسیعی از فرآیندهای فیزیولوژیکی در گیاهان، جانوران و میکروارگانیسم‌ها نقش مهمی ایفا می‌کنند (Tassoni *et al.*, 2004). کاربرد خارجی پلی‌آمین‌های پوترسین و اسپرمین موجب افزایش سطح برگ در توت‌فرنگی شد (Movahed *et al.*, 2012). پلی‌آمین‌ها از طریق کاهش فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک، روی غشاهای تیلاکوئید کلروپلاست تأثیر می‌گذارند و باعث کاهش تخریب کلروفیل می‌شوند (Valero *et al.*, 2002). کلسیم یکی از عناصر غذایی پرمصرف است که در خاک و گیاه غیرمتحرک و جذب آن توسط ریشه و انتقال آن در آوند چوب تحت تأثیر جریان ترقوی گیاه می‌باشد (White *et al.*, 2003). تیمار پس از برداشت با لاکتات کلسیم به‌عنوان یک جایگزین بالقوه برای کلرید کلسیم در طولانی‌کردن عمر انبارمانی برش‌های تازه طالبی می‌باشد و میوه‌هایی که تیمار شده بودند، نسبت به میوه‌های شاهد بافت محکم‌تری داشتند (Luna-Guzman & Barrett, 2000). گزارش شده است که لاکتات کلسیم دارای خواص ضدباکتری قوی می‌باشد (Saftner *et al.*, 2003). تیمار کاهوی سالادی با لاکتات کلسیم (۱/۵ درصد) بهترین تیمار به‌منظور حفظ کیفیت بود؛ به‌طوری‌که باعث ایجاد بالاترین درجه شادابی و پایین‌ترین درجه‌های قهوه‌ای شدگی شد (Martin-Diana *et al.*, 2006). غوطه‌ور کردن طالبی‌های خردشده در دمای ۴ درجه سلسیوس در محلول لاکتات کلسیم ۱/۵ درصد برای ۳ دقیقه،

پایین‌ترین میزان تنفس و خسارت ناشی از کاهش میزان رطوبت را نسبت به میوه‌های تیمار شده در دمای محیطی ۲۵ درجه سلسیوس به‌همراه داشتند (Lamikanra *et al.*, 2004). از آنجایی‌که میوه فلفل دلمه‌ای حساس به سرمازدگی می‌باشد و دمای بهینه برای نگهداری آن دمای ۱۰-۸ درجه سلسیوس است و از دست دادن رطوبت در این دما سریع بوده و فعالیت متابولیکی میوه و عوامل بیماری‌زا بالا می‌باشد، به‌همین دلیل پوسیدگی و چروکیدگی سطحی سریع اتفاق افتاده و عمر پس از برداشت را محدود می‌کند (Xing *et al.*, 2011). این تحقیق به‌منظور مقایسه اثرات دو تیمار لاکتات کلسیم و پوترسین بر کیفیت پس از برداشت و انبارمانی فلفل دلمه‌ای اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در تابستان ۱۳۹۵ در آزمایشگاه پس از برداشت دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان اجرا گردید. طرح آماری مورد استفاده کاملاً تصادفی با سه تکرار بود. میوه‌های فلفل دلمه‌ای رقم ماکسی‌بل یونی‌ژن، در دوم تیرماه از گلخانه‌ای واقع در حومه کرمان در مرحله‌ی سبز بالغ برداشت شده و برای انجام آزمایش فوراً به آزمایشگاه پس از برداشت منتقل شدند. میوه‌های فلفل قبل از تیمار، از لحاظ عاری‌بودن از آفات و بیماری‌ها، یکسان‌بودن اندازه و رنگ به‌دقت مورد بررسی قرار گرفتند. وزن میوه‌های هر تیمار ۳/۵ کیلوگرم بود. نمونه‌های میوه جهت انجام تیمارهای مختلف به‌طور تصادفی جدا شدند و برای تهیه محلول‌ها، از آب مقطر استریل استفاده گردید. میوه‌ها در سه گروه ۲۴ تایی طبقه بندی شدند، گروه اول در محلول‌های پوترسین با غلظت‌های ۱ و ۲ میلی‌مولار به‌مدت ۵ دقیقه غوطه‌ور شدند، گروه دوم با محلول‌های لاکتات کلسیم در غلظت‌های ۲ و ۳ میلی‌گرم در لیتر اسپری شدند و گروه سوم به‌مدت ۵ دقیقه درون آب مقطر غوطه‌ور گردیدند. بعد از حذف رطوبت اضافی، میوه‌ها به سردخانه با دمای ۸ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۰ درصد منتقل شدند. میوه‌های فلفل هر گروه بعد از تیمار درون سبدهای پلاستیکی بدون پوشش به‌مدت ۳۳ روز درون انبار نگهداری شدند. نمونه‌برداری در پایان دوره انبارمانی

اندازه گیری میزان فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز برای اندازه گیری فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز از روش Chen *et al.* (2000) استفاده شد.

انجام شد. اندازه گیری روی میوه ها به شرح ذیل صورت گرفت.

درصد کاهش وزن

اندازه گیری میزان کاهش وزن فلفل دلمه ای ها در طول مدت نگهداری به صورت درصدی از وزن اولیه بیان گردید و با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (Jiang *et al.*, 2012).

$$= \text{درصد کاهش وزن} = 100 \times (\text{وزن اولیه} / \text{وزن ثانویه} - \text{وزن اولیه})$$

اندازه گیری اسید آسکوربیک

اندازه گیری ویتامین ث با روش تیتراسیون با ید و یدور پتاسیم و معرف نشاسته و به روش Seifi *et al.* (2011) انجام گرفت.

اندازه گیری نشت یونی

اندازه گیری این پارامتر طبق روش Lutts *et al.* (1996) انجام شد.

تجزیه آماری

تجزیه و تحلیل آماری نتایج حاصل از این پژوهش با نرم افزار SAS صورت گرفت و مقایسه میانگین ها به روش آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد صورت گرفت.

اندازه گیری شدت پوسیدگی

پوسیدگی قارچی به صورت چشمی و مقیاس عددی ۱ تا ۵ بر اساس رویت رشد ریشه های قارچ های عامل پوسیدگی بر روی سطح میوه انجام شد (۱- طبیعی، ۲- جزئی، ۳- کم، ۴- متوسط، ۵- زیاد) (Risse & Miller, 1986).

نتایج و بحث

درصد کاهش وزن

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۱)، اثر تیمارهای مختلف بر میزان درصد کاهش وزن میوه فلفل دلمه ای، در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار شده است. بر اساس آزمون مقایسه میانگین ها، بیشترین درصد کاهش وزن در تیمار شاهد و کمترین میزان در تیمار پوترسین با غلظت ۲ میلی مولار حاصل شد (جدول ۲).

اندازه گیری میزان کلروفیل کل

برای اندازه گیری میزان کلروفیل کل از روش Lichtenthaler (1987) استفاده شد.

اندازه گیری میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز

برای اندازه گیری فعالیت آنزیم پراکسیداز از روش Kochba *et al.*, (1977) استفاده شد.

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس
Table 1. Results of variance analysis

Source of variance	df	MS						
		Weight loss	Decay content rate	Total chlorophyll content	Activities peroxidase	Activities polyphenol oxidase	Ascorbic acid content	Ion leakage
Treatment	4	35.83 [*]	4.26 [*]	0.85 [*]	0.0026 [*]	0.0034 [*]	76.60 [*]	110.37 [*]
Error	10	0.4	0.13	291.10	0.000033	0.000033	1.93	5.09
CV (%)		6.77	11.41	4.86	11.54	8.49	1.58	2.83

*: Significant at 5% of probability level.

*: معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد.

جدول ۲. اثر تیمارهای مختلف بر خصوصیات کمی و کیفی میوه فلفل دلمه ای
Table 2. Effect of different treatments on quantitative and qualitative characteristics of pepper

Treatments	Weight loss (%)	Decay intensity	Total chlorophyll content (mg/ 100 g of fresh weight ⁻¹)	Activities peroxidase (unit. g ⁻¹)	Activities polyphenol oxidase (unit. g ⁻¹)	Ascorbic acid Content (mg/ 100 ml)	Ion leakage (%)
P1	9b	3c	16.30c	0.06b	0.07b	88.6b	77.06b
P2	5d	2d	34.06a	0.08a	0.10a	92.6a	72.6d
CL2	10b	3.6b	11.03d	0.03c	0.06b	84.6c	85c
CL3	7c	2.3d	23.04b	0.06b	0.07b	91.3a	76.7c
C	14a	5a	10.3d	0.01d	0.01c	80.3d	90a

* میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

P1: پوترسین ۱ میلی مولار، P2: پوترسین ۲ میلی مولار، CL2: لاکتات کلسیم ۲ میلی گرم در لیتر، CL3: لاکتات کلسیم ۳ میلی گرم در لیتر، C: شاهد.

* Means followed by similar letters in each column are not significantly different At 5% probability level based on Duncan Multiple Range Test.
P1: Putrescine 1 mM, P2: 2 mM plaster, CL2: Calcium lactate 2 mg / L, CL3: Calcium lactate 3 mg / L, C: Control.

سوپراکسید که برای تبدیل ACC به اتیلن ضروری هستند، منجر به کاهش تولید اتیلن می‌گردد (Walters, 2003). کاربرد خارجی پوترسین در شلیل باعث کاهش میزان تولید اتیلن و تاخیر در نرم‌شدن بافت میوه گردید (Torrigiani et al., 2004).

میزان کلروفیل کل

بر اساس نتایج، اثر تیمارهای مختلف بر میزان کلروفیل کل میوه فلفل دلمه‌ای، در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شده است (جدول ۱). طبق آزمون مقایسه میانگین‌ها مشخص است که بیشترین میزان این صفت در تیمار میوه‌ها با پوترسین ۲ میلی‌مولار و کمترین میزان آن در میوه‌های تحت تیمار شاهد به‌دست آمد (جدول ۲). بازدارندگی تجزیه کلروفیل توسط پلی‌آمین‌ها به دلیل کاهش فعالیت آنزیم پراکسیداز می‌باشد (Lugassi-Ben-Hamo et al., 2010). با کاربرد پوترسین، محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی در گل شاخه‌بریده داودی بهبود یافت (Mahros et al., 2013). کاربرد برگی پوترسین بر روی کوکب، سبب افزایش محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی گردید (Mahgoub et al., 2011).

میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز

نتایج این تحقیق حاکی از آن است، اثر تیمارهای مختلف بر میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز میوه فلفل دلمه‌ای، در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول ۱). همان‌طور که در آزمون مقایسه میانگین‌ها دیده می‌شود، بیشترین میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در تیمار پوترسین با غلظت ۲ میلی‌مولار و کمترین میزان آن در تیمار شاهد حاصل شد (جدول ۲). کاهش میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان همراه با کاهش مقدار پراکسیدهدروژن مشاهده می‌شود؛ بنابراین، به‌نظر می‌رسد پلی‌آمین‌ها در کاهش گونه‌های فعال اکسیژن از جمله H_2O_2 نقش دارند و با کاهش مقدار گونه‌های فعال اکسیژن، فعالیت آنزیم‌ها در این تیمارها کاهش می‌یابد (Nasibi et al., 2011). آنزیم‌های پراکسیداز در تمام پیکره گیاهان، سیتوزول، واکوئل، کلروپلاست و فضای آپوپلاست وجود دارند و

به‌نظر می‌رسد که کاهش وزن میوه‌ها در انبار به‌علت تبادل آب بین اتمسفر درونی و خارجی می‌باشد و میزان تعرق توسط تجزیه سلولی تسریع می‌شود (Nasirzadeh, 2010). افزایش وزن تر و خشک در دانه‌های تیمار شده با پوترسین ۱ میلی‌مولار را می‌توان به تأثیر پلی‌آمین‌ها در بهبود شاخص‌های رشدی، خاصیت آنتی‌اکسیدانی و نقش محافظتی آن‌ها در پایداری سلول‌ها مرتبط دانست (Kusano et al., 2008). پلی‌آمین‌ها با کاهش سرعت تنفس و تولید اتیلن، حفظ تورژسانس سلول‌ها و حفاظت از غشا باعث کاهش ازدست‌دهی رطوبت می‌شوند (Serrano et al., 2003). میوه‌هایی از قبیل توت‌فرنگی، زردآلو و گیلاس تیمار شده با پوترسین کاهش وزن کمتری نسبت به میوه‌های شاهد داشتند (Zakai Khosroshahi et al., 2007). آلوهای تیمار شده با پوترسین، کاهش وزن کمتری را در مقایسه با شاهد از خود نشان دادند (Serrano et al., 2003).

شدت پوسیدگی

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد، اثر تیمارهای مختلف بر شدت بیماری میوه‌ها در طی انبارمانی فلفل دلمه‌ای، در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. با توجه به آزمون مقایسه میانگین‌ها مشخص شد که پوترسین با غلظت ۲ میلی‌مولار کمترین میزان شدت بیماری میوه‌ها را نسبت به شاهد به‌دنبال داشت (جدول ۲). تماس میوه با اتیلن، یکی از دلایل افزایش پوسیدگی و فسادپذیری میوه می‌باشد (Knee, 2002). در واقع اتیلن تسریع‌کننده فعالیت عوامل ایجاد پوسیدگی در میوه است. اتیلن خصوصاً فعالیت عامل پوسیدگی خاکستری را تشدید می‌کند (Balogh et al., 2005). پلی‌آمین‌ها با جلوگیری از نسخه‌برداری، تولید و فعالیت آنزیم ۱-آمینوسیکلوپروپان، ۱-کربوسیلیک‌اسیدسینتاز (ACC synthase) تولید اتیلن را تحت تأثیر قرار می‌دهند. توانایی پلی‌آمین‌ها در متوقف‌نمودن فعالیت آنزیم ۱-آمینوسیکلوپروپان، ۱-کربوسیلیک‌اسیداکسیداز (ACC oxides) با از بین بردن رادیکال‌های آزاد

تجمع رادیکال‌های آزاد و گونه‌های فعال اکسیژن در غشا جلوگیری نموده و به حفظ سلامتی آن کمک می‌کند، همچنین از تجزیه ویتامین ث جلوگیری می‌کند (Spinardi, 2005). تحقیقات انجام‌شده در بررسی اثرات پوترسین بر افزایش عمرانبارمانی و افزایش ویتامین ث در آلو (Perez-Vicente *et al.*, 2002) مطابقت داشت. غوطه‌وری کلسیم روی مقدار اسیدآسکوربیک مؤثر است (Fry, 1988). کلسیم با اتصال به غشاء باعث پایداری آن می‌شود و با این کار از اتصال رادیکال‌های آزاد و گونه‌های فعال اکسیژنی به غشا جلوگیری کرده و به حفظ سلامتی غشاهای زیستی کمک می‌کنند و در حقیقت نقش آنتی‌اکسیدان‌ها (آنتی‌اکسیدان‌های غیر آزیمی نظیر اسید آسکوربیک) را به عهده می‌گیرند و از تجزیه اسیدآسکوربیک جلوگیری می‌کنند (Fry, 1988). میوه‌های تیمار شده هلو با کلرید کلسیم ۰/۵ درصد محتوای اسید آسکوربیک را حفظ کردند (Ruoyi *et al.*, 2005).

نشت یونی

نتایج نشان داد، اثر تیمارهای مختلف بر درصد نشت یونی فلفل دلمه‌ای، در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). طبق جدول مقایسه میانگین‌ها، بیشترین میزان این صفت در تیمار شاهد و کمترین میزان آن در تیمار پوترسین ۲ میلی‌مولار حاصل شد (جدول ۲). مطالعات نشان می‌دهد که اسیدهای چرب غیراشباع موجود در غشاء سلولی در سیالیت غشاء بسیار مهم می‌باشند. درجه حرارت پایین باعث تغییر سیالیت غشاء این اسیدهای چرب از حالت نیمه‌مایع به حالت کریستالی می‌شود و به دنبال آن نشت یونی افزایش می‌یابد (Mahajan & Tuteja, 2005). پلی‌آمین‌ها در حفظ یکپارچگی و بقای غشای سیتوپلاسمی، اسیدهای نوکلئیک اندام‌های سلولی در شرایط تنش نقش اساسی دارند (Hussein *et al.*, 2006). گونه‌های فعال اکسیژن منجر به پراکسیداسیون لیپیدهای غشا و تغییر در نفوذپذیری غشا (نشت یونی) و خسارت به سلول می‌شوند (Parida & Das, 2005). نتایج تحقیقات دیگری بر

دارای نقش مهمی در سیستم‌های دفاعی آنتی‌اکسیدان می‌باشند. پراکسیدازها در سایر مراحل متابولیسم سلول مانند کاتابولیزم اکسین، سنتز لیگنین و سوبرین نقش دارند (Abdul jaleel *et al.*, 2009). پیش‌تیمار بذرها با اسپریمین و اسپرمیدین موجب افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز در گیاهچه‌ها شد (Wanaei *et al.*, 2011) نشان دادند.

میزان فعالیت آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۱)، اثر تیمارهای مختلف بر میزان فعالیت آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز در میوه فلفل دلمه‌ای، در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد. پوترسین با غلظت ۲ میلی‌مولار میزان فعالیت آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز میوه‌ها را نسبت به شاهد افزایش یافت (جدول ۲). پوترسین در pH ۷ به صورت پلی‌کاتیونی هستند که با گروه‌های منفی سر فسفولیپیدها پیوند الکتروستاتیک برقرار می‌کنند و سبب حفظ ثبات و نفوذپذیری غشا در برابر رادیکال‌های آزاد اکسیژن می‌شوند (Zhao & Yang, 2008). نتایج به دست آمده در این پژوهش با برخی مطالعات دیگر بر روی خردل که نقش دفاعی پلی‌آمین‌ها را در القا و افزایش میزان آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی با افزودن پوترسین برون‌زا گزارش کرده بودند، هم‌خوانی دارد (Verma & Mishra, 2005). افزودن پوترسین برون‌زا بر روی سیب، باعث افزایش میزان آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی شد (Zhao & Yang, 2008). کاربرد پلی‌آمین‌ها موجب افزایش فعالیت آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز در توتون شد (Haji boland, 2010).

اسید آسکوربیک

نتایج این تحقیق نشان داد، اثر تیمارهای مختلف بر میزان اسید آسکوربیک میوه فلفل دلمه‌ای، در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). همان‌طور که در جدول مقایسه میانگین‌ها دیده می‌شود، بیشترین میزان این صفت در تیمار پوترسین با غلظت ۲ میلی‌مولار و کمترین میزان آن در تیمار شاهد حاصل شد (جدول ۲). پوترسین با داشتن بار مولکولی و اتصال به غشا باعث پایداری آن‌ها می‌شوند و از این طریق از

یکپارچگی و بقای غشای سیتوپلاسمی، اسیدهای نوکلئیک و اندام‌های سلولی در شرایط تنش خشکی نقش اساسی ایفا می‌کنند هم‌خوانی دارد (Zhang & John, 2005).

نتیجه‌گیری کلی

تیمار میوه‌های فلفل دلمه‌ای با پوترسین ۲ میلی‌مولار، به‌علت حفظ بهتر محتوای اسید آسکوربیک، کلروفیل کل و نیز تعدیل بهتر درصد کاهش وزن نسبت به تیمار دیگر این تحقیق و در مقایسه با شاهد، می‌تواند به‌عنوان یک پوشش خوراکی مناسب برای افزایش انبارمانی این محصول به‌کار رود.

روی انارهای تیمار شده با اسپرمین و اسپرمیدین نشان داد که اسپرمین و اسپرمیدین باعث حفظ سیالات غشا در دمای پایین و همچنین افزایش سطح پلی‌آمین‌های داخلی گردیدند و درصد نشت یونی در میوه‌های این تیمارها کاهش یافت (Seif *et al.*, 2008). یکی از آسیب‌های جدی گزارش شده تنش خشکی، خسارت به غشا و رهاسازی یون‌ها از سلول به فضای بین‌سلولی است. این پدیده نتیجه تجمع رادیکال‌های آزاد اکسیژن است که منجر به پراکسیداسیون لیپید، نفوذپذیری غشا و خسارت به سلول می‌شود. نتایج به‌دست‌آمده با نتایج دیگر پژوهش‌ها مبنی بر این‌که پلی‌آمین‌ها در حفظ

REFERENCES

1. Abdul Jaleel, C., Riadh, K., Gopi, R., Manivannan, P., Ines, J., Al-Juburi, H. J., Chang-Xing, Z., Hong-Bo, S. & Panneerselvam, R. (2009). Antioxidant defense responses: physiological plasticity in higher plants under abiotic constrains. *Acta Physiol Plant*, 31, 427-436.
2. Balogh, A., Koncz, T., Tisaza, V., Kiss, A. & Heszky, L. (2005). The effect of 1-MCP on the expression of several ripening-related genes in strawberries. *Journal of Horticulturae*, 40, 2088-2090.
3. Bogdan, C. (2001). Nitric oxide and the regulation of gene expression. *Trends in Cell Biology*, 112, 66-75.
4. Bosland, P. W. & Votava, E. J. (2000). Peppers: Vegetable and Spice Capsicums. *Crop Production Science in Horticulture*. CAB International Publishing, Wallingford, England, UK. 204.
5. Chen, C. Belanger, R. Benhamon, N. & Paulitz, T. (2000). Defense enzymes induced in cucumber roots by treatment with plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) and *Pythium aphanidermatum*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 56, 13- 23.
6. Jiang, T. Feng, L. & Li, J. (2012) Changes in microbial and postharvest quality of shiitake. *Food Chemistry*, 131(3), 780-786.
7. Haji Boland, R. & Abrahamid, N. (2010). Effect of exogenous polyamines on growth, photosynthesis and phenol metabolism in tobacco under salt stress. *Plant Biology*, 8, 13-26. (in Farsi)
8. Hussein, M. M. Nadia, EL-Geready, H. M. & EL-Desuki, M. (2006). Role of putrescine in resistance to salinity of pea plants (*Pisum sativum* L.). *Applied Science Research*, 2, 598-604.
9. Knee, M. (2002) Fruit Quality and its Biological Basis, *CRC Press*, UK .138-141.
10. Kochba, J. L. S. & Roy S. P. (1977). Differences in peroxidase activity and isoenzymes in embryogenic and nonembryogenic Shamouti orange ovular callus lines. *Plant Cell Physiol*, 18, 463-467.
11. Kusano, T. Berberich, T., Tateda, C. & Takahashi, Y. (2008). Polyamines: essential factors for growth and survival. *Planta journal*, 228, 367-381.
12. Lamikanra O. & Watson, M. A. (2004). Effect of calcium treatment temperature on fresh-cut cantaloupe melon during storage. *Journal of Food Science*, 69, 468-472.
13. Lichtenthaler, H. K. (1987). Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology*, 148, 350-382.
14. Lugassi-Ben-Hamo, M., Kitron, M., Bustan, A. & Zaccari, M. (2010). Effect of shade regime on flower development, yield and quality in lisianthus. *Scientia Horticulturae*, 124, 248-253.
15. Luna-Guzman, I. & Barrett, D. M. (2000). Comparison of calcium chloride and calcium lactate effectiveness in maintaining shelf stability and quality of fresh-cut cantaloupes. *Journal of Postharvest Biology and Technology*, 19, 61-72.
16. Lutts, S., Kinet, J. M. & Bouhamont, J. (1996). Effects of various salts and mannitol on callus cultures. *Journal of Plant Physiology*, 149, 1896-905.
17. Mahajan, S. h. & Tuteja, N. (2005). Cold, salinity and drought stress: An Overveiw. *Journal of Biochemistry and Biophysics*, 446, 139-158.
18. Mahgoub, M. H., Abd El Aziz, N. G. & Mazhar, M. A. (2011). Response of *Dahlia pinnata* L. plant to foliar spray with putrescine and thiamine on growth, flowering and photosynthetic pigments. *Amer-Eura. Journal Agriculture. Environment Science*, 10, 769-775.
19. Mahros, K. M., El-Saady, M. B., Mahgoub, M. H., Afaf, M. H. & El-Sayed, M. I. (2011). Effect of putrescine and uniconazole treatments on flower characters and photosynthetic pigments of *Chrysanthemum indicum* L. plant. *Journal of the American Science*, 7, 399-408.

20. Martin-Diana, A. B., Rico, D., Frias, J., Henehan, G. T., M., Barat, J. M. & Mulcahy, J. (2006). Effect of calcium lactate and heat-shock on texture in fresh-cut lettuce during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 2260-2268.
21. Movahed, N. Eshghi, S., Tafazoli, E. & Jamali, B. (2012). Effects of polyamines on vegetative characteristics, growth, flowering and yield of strawberry (*Paros and Selva*). *Journal of Acta Horticulturae*, 926, 112-123.
22. Nasibi, F., Yaghoobi, M. M. & Kalantari, K. H. (2011). Effect of exogenous arginine on alleviation of oxidative damage in tomato plant under water stress. *Journal of Plant Interactions*, 6, 291-296.
23. Nasirzadeh, M. (2010). Influence of postharvest application of polyamines on reducing chilling injury, ripening and improving shelf life of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) fruit. *Iranian Journal of Agriculture Res.* Thesis. Faculty of Agriculture, Shiraz University, Iran. (in Farsi)
24. Parida, A. K., Lakshmi, N. J. & Mani, V. P. (2005). Interactive effects of salicylic acid and Phytohormones on Photosynthesis and grain yield of soybean (*Glycine max* L. *Merrill*). *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 6, 179-186.
25. Perez- Vicente, A., Martinez-Romero, D., Carbonell, A., Serrano, F., Riquelme, F., Guillen, F. & Valero, D. (2002). Rol of polyamines in extending shelf life and the reduction of mechanical damage during plum (*Prunus salicina*) storage. *Postharvest Biology and Technology*, 25, 25-32.
26. Risse, R. A. & Miller W. R. (1986). Individual film wrapping of Florida cucumbers, eggplant, peppers and tomatoes for extending shelf life. *Journal Plastic Film and Sheeting*, 2, 164-171.
27. Ruoyi, K. Zhifang Y. & Zhaoxin, L. Z. (2005). Effect of coating and intermittent warming on enzymes, soluble pectin substances and ascorbic acid of *Prunus persica* (cv. *Zhonghuashoutao*) during refrigerated storage. *Food Research International*, 38, 331-336.
28. Saftner, R. A., Baj, J., Abbott, J. A. & Lee, Y. S. (2003). Sanitary dips with calcium propionates calcium chloride, or calcium amino acid chelates maintain quality and shelf stability of fresh-cut honeydew chinks, *Journal of Postharvest Biology and Technology*, 29, 257-269.
29. Seif, S. Abutalebi, A. S. & Zakerin, A. S. (2008). Effect of polyamine and benzyl adenine treatments on Nutritional characteristics of pomegranate during storage. *Eighteenth National Congress of Food Science and Technology*, Iran. (in Farsi)
30. Seifi, S., Nemati, S. H., Shoor, M. & Abedi, B. (2011). The effect of plant density and shoot pruning on growth and yield of two pepper cultivars. *Iranian Journal of Horticulture Science*, 25, 194-200. (in Farsi)
31. Serrano, M., Martinez-Romero, D., Guillen, F. & Valero, D. (2003) Effect of exogenous putrescine on improving shelf life of four plum cultivars. *Journal of Postharvest Biology and Technology*, 30, 259-271.
32. Spinardi, A. M. (2005). Effect of harvest data and storage on antioxidant systems in pears. *Journal of Acta Horticulture, V International Postharvest Symposium*, 682, 921-933
33. Tassoni, A. Gorman, M. A. & Bagani, N. (2004). Free and conjugated polyamine content in *Citrus sinensis* Osbek, culture brasileiro N. L. 92. A navel orange, at different maturation stages. *Food Chemistry*, 87, 537-541.
34. 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). *Journal of Postharvest Biology and Technology*, 33, 293-308.
35. Valero, D. (2003). 1-methylcyclopropene increases storability and shelf life in climacteric and nonclimacteric plums. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 4680-4686.
36. Valero, D., Perez-Vicente, A., Martinez-Romero, D., Castillo, S., Guillen, F. & Serrano, M. (2002). Plum storability improved after calcium and heat postharvest treatment: Role of polyamines. *Food Science*, 67, 2571-2575.
37. Verma, S. & Mishra, S. N. (2005). Putrescine alleviation of growth in salt stressed Brassica juncea by inducing antioxidative defense system. *Journal of Plant Physiology*, 62, 669-677.
38. Walters, D. R. (2003) Polyamines and plant disease. *Phytochemistry*, 64, 97-107.
39. Wanaei, S., Siosemardeh, A. & Haidari, G. (2011). The effects of cold stress at germination and seedling stages on antioxidant enzymes and some physiological aspects of chickpea (*Cicer arietinum*). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 9, 514-524. (in Farsi)
40. White, P. J. & Broadley, M. R. (2009). Calcium in plants. *Annals of Botany*, 92, 487-511.
41. Zhang, K. & John, P. C. L. (2005). Raised level of cyclin dependent kinase after prolonged suspension culture of *Nicotiana plumbaginifolia* is associated with more rapid growth and division, diminished cytoskeleton and lost capacity for regeneration: implications for instability of cultured plant cells. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 82, 295-308.
42. Zhao, H. & Yang, H. (2008). Exogenous polyamines alleviate the lipid peroxidation induced by cadmium chloride stress in *Malus Hupehensis* rehd. *Scientia Horticulturae*, 116, 442-447.
43. Zokai Khosroshahi, M. & Duodenum, M. (2007). The effect of Putrescin on the shelf life and postharvest physiology of strawberry, apricots, peaches and cherries. *Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 12, 219-230. (in Farsi)