تغییرات ترکیبات فنل کل، آنتوسیانین و فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه توت فرنگی ارقام 'کاماروسا' و 'پاروس' در واکنش به پوتریسین و سالیسیلیک اسید در مدت زمان پس از انبارمانی

سیروان پیره [1*]، سید حسین میردهقان [2]

دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی دانشگاه ولی‌عصر(عج)، رفسنجان، کرمان، ایران. 2- استادیار گروه علوم باغبانی دانشگاه ولی‌عصر(عج)، رفسنجان، کرمان، ایران

چکیده:

امروزه استفاده از ترکیبات طبیعی سازگار با گیاه، انسان و طبیعت جهت تولید و نگهداری محصولات کشاورزی افزایش قابل توجهی یافته و تمایل به استفاده از ترکیبات شیمیایی رو به کاهش است. در این پژوهش، اثرات مختلف تیمارهای پوتریسین (1 و 2 میلی‌مولار) و سالیسیلیک اسید (0/5، 1 و 1/5 میلی‌مولار)بر روی کیفیت و عمر انبارمانی میوه توت‌فرنگی ارقام'کاماروسا' و 'پاروس'در قالب فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی در 4 تکرار انجام گرفت. محلول‌پاشی در دو مرحله انجام شد و سپس در مرحله بلوغ تجاری میوه‌ها برداشت و به سردخانه با دمای 1±2 و رطوبت نسبی 5±90 درصد منتقل گردیدند.نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که میزان ترکیبات فنل کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در میوه‌های تیمار شده به ترتیب به میزان 32/17 و 20/81 درصد نسبت به شاهد افزایش داشتند وبیشترین میزان آنتوسیانین در تیمار شاهد مشاهده شد که به لحاظ آماری با غلظت‌های مختلف پوتریسین و سالیسیلیک اسید تفاوت معنی‌داری نشان داد. با گذشت زمان بر میزان ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی کاسته شده در این فاصله زمانی میزان ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی برای غلظت‌های 1 و 2 میلی‌مولار پوتریسین و 0/5 میلی‌مولار سالیسیلیک اسید به خوبی حفظ گردید. همبستگی مثبت و معنی‌داری بین ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی مشاهده شد.براین اساس می‌توان نتیجه گرفت که کاربرد پوتریسین وسالیسیلیک اسید می‌تواند با بهبود بخشیدن به ویژگی‌های کیفی و بالا بردن ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه توت‌فرنگی، ترکیب تیماری موثری در افزایش عمر قفسه‌ای و ارزش غذایی آن باشد.

کلمات کلیدی:عمر قفسه‌ای، محلول‌پاشی برگی، همبستگی، خصوصیات فیزیکوشیمیایی

مقدمه:

میوه‌ها منبع اصلی تامین مواد آنتی‌اکسیدانی در جیره غذایی انسان محسوب می‌شوند. این ترکیبات باعث جلوگیری انسان به ابتلاء بسیاری از بیماری‌ها می‌شوند. میوه توت‌فرنگی یکی از میوه‌هایی است که با محتوای ضد اکسیدانتی خود بالاترین ظرفیت جذب رادیکال آزاد اکسیژن را دارد و پس از آنآلو، پرتقال و انگور قرمز می‌باشند (Wang *et al*., 2002).استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد جهت افزایش ترکیبات آنتی‌اکسیدانی از دیرباز مورد مطالعه بوده است. پلی‌آمین‌ها نیز ترکیبات طبیعی هستند که در بسیاری از مراحل رشد و توسعه‌ای گیاه دخالت دارند و در همه سلول‌ها موجود می‌باشند (Valero*at al*., 2002). سالیسیلیک اسید نیز جزء ترکیبات فنلی می‌باشد به عنوان یک هورمون گیاهی وظایف تنظیمی مختلفی در متابولیسم گیاهان بر عهده دارد و با ممانعت از عمل و بیوسنتز اتیلن، القاء مقاومت به بیماری‌ها، افزایش ترکیبات فنلی و آنتی‌اکسیدانی، سبب حفظ کیفیت و افزایش عمر انباری محصولات می‌گردد Wang*et al*., 2006: Mo *et al*., 2008). براساس کار سیف و همکاران(1388) مشخص شد که میزان فنل کل در انار تحت تیمار پوترسین نسبت به شاهد افزایش نشان داد. کاربرد خارجی پلی‌آمین‌ها سطوح هیدروژن پراکسیداز و میزان مالون دی آلدئید[1] را کاهش و سطوح آنتی‌اکسیدانی را افزایش می‌دهند (نایاروجاندر، 2003 ودتچو همکاران، 2002). گزارش شده که پیش تیمار با اسید سالیسیلیک سبب

[1] Malondialdehyde

حفظ فعالیت آنتی‌اکسیدانی طی انبارداری پرتقال ناول می‌شود (Huang *et al.*, 2008). و همچنین کاربرد سالیسیلیک اسید در انگور فعالت نسبتاً بالای آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را حفظ می‌کند (Wang and Li, 2006).در این مطالعه تاثیر پوترسین و سالیسیلیک اسید بر ترکیبات آنتی‌اکسیدانتی شامل فنل کل، آنتوسیانین و در کل فعالیت آنتی‌اکسیدانی توت فرنگی ارقام 'کاماروسا' و 'پاروس' درطی دوره انبارداری بررسی شد.

مواد و روش‌ها:

این پژوهش در خرداد ماه 1390 در گلخانه‌ای در استان کرمان روی میوه یک ساله توت‌فرنگی ارقام 'کاماروسا' و 'پاروس'انجام گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در پایه کاملاً تصادفی در 4 تکرار انجام گرفت. فاکتورها شامل رقم: ('کاماروسا' و 'پاروس')؛ محلول‌پاشی: اسید سالیسلیک (0/5، 1 و 1/5 میلی‌مولار)، پوتریسین (1 و 2 میلی‌مولار) و آب‌مقطر؛ زمان اندازه‌گیری: (بلافاصله پس از برداشت و یک هفته پس از قرار گرفتن در سردخانه). محلول‌پاشی در دو مرحله تغییر رنگ (سفید و صورتی) انجام شد و سپس در مرحله بلوغ تجاری میوه‌ها برداشت و به سردخانه با دمای 1±2 و رطوبت نسبی 5±90 درصد منتقل گردیدند.خصوصیات فیزیکوشیمیایی از قبیل فعالیت آنتی‌اکسیدانی و میزان فنل (Seranoet *al.*, 2005) و همچنین آنتوسیانین (Wrolstad, 1976) با استفاده از روش اختلاف pHاندازه‌گیری شد. سپس از فرمولبرای محاسبه آنتوسیانین کل بر حسب میلی‌گرم پلارگونیدین 3– گلوکوزید[1](Ayala-Zavala *et al.*, 2004)در 100 گرم میوه استفاده گردید (Wrolstadet *al.*, 2005).تجزیه و تحلیل داده‌ها را با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال 5 درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث:

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که مقدار فنل کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در تیمارهای پوتریسین و سالیسیلیک اسید نسبت به شاهد، افزایش قابل توجهی پیدا کرده افزایش مقدار فنل کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در تیمار با پوترسین از خصوصیات گیاهان در واکنش به پوترسین برون‌زاد بوده است.مقایسه میانگین برهمکنش تیمار، رقم و زمان (جدول 1) نشان می‌دهد که بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در رقم کاماروسا (116/4 میلی گرم معادل اسید اسکوربیک در 100 گرم وزن تازه) مربوط به پوتریسین 2 میلی مولار در هنگام اندازه‌گیری حین برداشت بوده است. و کمترین میزان این پارامتر در رقم پاروس (61/24 میلی گرم معادل اسید اسکوربیک در 100 گرم وزن تازه) مربوط به تیمار شاهد پس از 8 روز انبارمانی مشاهده شد. و همچنین در بین غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید، سالیسیلیک اسید 0/5 میلی‌مولار به طور معنی‌داری میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی را در طی دوره انبارمانی حفظ کرده است. علاوه بر این، صرف نظر از اثر تیمارها میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در رقم کاماروسا بیشتر از پاروس بوه است.

براساس مقایسه میانگین‌های برهمکنش تیمار، رقم و زمان بر میزان ترکیبات فنلی (جدول2) نشان داده شده است که در حین برداشت بین غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید در هر دو رقم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، اما با گذشت زمان بر میزان ترکیبات فنلی کاسته شده در این فاصله زمانی میزان ترکیبات فنلی برای غلظت‌های 1 و 2 میلی‌مولار پوتریسین و سالیسیلیک اسید 0/5 میلی‌مولار به خوبی حفظ گردید. که بیشترین میزان ترکیبات فنلی در رقم کاماروسا (187/4 میلی‌گرم معادل اسید گالیک در 100 گرم وزن تازه) مربوط به پوتریسین 2 میلی مولار در هنگام اندازه‌گیری حین برداشت مشاهده شد. و کمترین میزان این پارامتر در رقم پاروس (107/7 میلی‌گرم معادل اسید گالیک در 100 گرم وزن تازه) مربوط به تیمار شاهد پس از 8 روز انبارمانی مشاهده شد.علاوه بر این، صرف نظر

[1] Pelargonidin-۳-glucoside

از اثر تیمارها میزان ترکیبات فنلی در رقم کاماروسا بیشتر از پاروس بوه است. از طرف دیگر همبستگی مثبت و معنی‌داری بین ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی مشاهده شد بنابراین استفاده از پوتریسین و سالیسیلیک اسید با توجه به دارا بودن تاثیر افزایشی در میزان ترکیبات فنلی، باعث افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی گردید. در رابطه با پاسخ میوه در برابر تیمار با پوترسین برخی محققان این گونه بیان کردند که استعمال پوترسین باعث افزایش پوترسین درون بافتی شده و از لحاظ فیزیولوژیکی این افزایش در تولید سوکسینات که یکی از حد واسط‌های چرخه کربس است دخالت داشته و افزایش این ترکیب منجر به افزایش تولید اگزالواستات که یکی از پیش ماده‌های تولید ترکیبات فنلی است، می‌شود (کافی و همکاران، 1378). به طور مشابه رابطه مثبتی بین سطح داخلی پوترسین و میزان ترکیبات فنلی در انار گزارش شده است(Mirdehghan *et al.*, 2007). یافته‌های این آزمایش مطابق با گزارشات ترانو و همکاران (1997) و هودک و همکاران (2006) بوده که نشان دادند سطح پلی‌آمین آزاد ارتباط معکوس با سطح آنتوسیانین کل دارد. بر اساس گزارش فریرا و همکاران (2007) در میوه‌های توت فرنگی تیمار شده با پوترسین کمترین میزان قند را در مقایسه با میوه‌های شاهد دارد که به نظر می‌رسد کاهش میزان قند باعث کاهش سنتز آنتوسیانین‌ها می‌شود(مازاومینیاتی، 1993).سالیسیلیک اسید همچنین منجر به افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی توت‌فرنگی شد (Asghari, 2006). با توجه به این که فنیل آلانین آمونیالیاز[1] یک آنزیم کلیدی مسیر فنیل پروپانوئید[2] است (Tamagnone*et al.*,1998)، به نظر می‌رسد که سالیسیلیک اسید با تاثیر بر فعالیت این آنزیم میزان ترکیبات فنلی را افزایش می‌دهد.نتایجنشانداد‌کهکاربرد پوتریسین و سالیسیلیک اسید در طی دوره انبارمانی سبب حفظکیفیتمیوه توت‌فرنگی برای مدت زمان طولانی شد وکمترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در میوه های شاهد مشاهده شد. کمترین محتوای آنتوسیانین در میوه‌های تیمار شده مشاهده شد. و با افزایش غلظت پوتریسین و سالیسیلیک اسید محتوای آنتوسیانین به طور قابل توجهی کاهش یافت. به طور کلی، نتایج پژوهش حاضر پتانسیل کاربرد پوتریسین و سالیسیلیک اسید را در افزایش عمرانباری و حفظ کیفیت میوه توت‌فرنگی را نشان داد.

جدول 1- مقایسه میانگین برهمکنش تیمار، رقم و زمان بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی (میلی گرم معادل اسید اسکوربیک در 100گرم وزن تازه) طی مدت زمان انبارمانی

	رقم		رقم	
	کاماروسا		پاروس	
	زمان انبارمانی (روز)		زمان انبارمانی (روز)	
تیمار	0	8	0	8
Control	93/15^{c-f}	89/23^{d-g}	64/5^{hi}	61/24^{i}
SA(0.5mM)	109/4^{ab}	104/4^{abc}	93/68^{c-f}	89/23^{d-g}
SA(1mM)	102/8^{a-d}	97/6^{d-e}	86/17^{efg}	78/26^{g}
SA(1.5mM)	98/27^{b-e}	93/95^{c-f}	81/12^{fg}	76/53^{gh}
Put(1mM)	111/1^{ab}	105/1^{abc}	92/95^{c-f}	87/4^{efg}
Put(2mM)	116/4^{a}	111/4^{ab}	106/9^{abc}	102/7^{a-d}

حروف متفاوت در هر سطر و ستون نشان‌دهنده حداقل اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال 5 درصد آزمون دانکن می‌باشد.

تیمارها (**control:** شاهد، **SA:** اسید سالیسیلیک، **Put:** پوتریسین)

[1] Phenylalanine ammonia-lyase
[2] Phenylpropanoid

جدول 2- مقایسه میانگین برهمکنش تیمار، رقم و زمان انبارمانی بر میزان ترکیبات فنلی (میلی‌گرم معادل اسید گالیک در 100 گرم وزن تازه) طی مدت زمان انبارمانی

	رقم		رقم	
	کاماروسا		پاروس	
	زمان انبارمانی (روز)		زمان انبارمانی (روز)	
تیمار	0	8	0	8
Control	125/9^{ghi}	110/3^{jk}	122/3^{hig}	107/7^{k}
SA(0.5mM)	147/6^{f}	139/3^{fg}	149/8^{ef}	135/1^{fgh}
SA(1mM)	145/6^{f}	125/8^{ghi}	144/8^{f}	120/2^{ijk}
SA(1.5mM)	143/9^{f}	112/3^{ijk}	138/1^{fg}	112/3^{ijk}
Put(1mM)	176/3^{abc}	165/4^{cd}	167/7^{cd}	161/7de
Put(2mM)	187/4^{a}	172/1^{bcd}	182/1^{ab}	161/1de

حروف متفاوت در هر سطر و ستون نشان‌دهنده حداقل اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال 5 درصد آزمون دانکن می‌باشد .

تیمارها (**Control:** شاهد، **SA:** اسید سالیسیلیک، **Put:** پوتریسین)

منابع

Asghari, M. ۲۰۰٦. Effects of salicylic acid on Selva strawberry fruit, antioxidant activity, ethylene production and senescence, fungal contamination and some other quality attributes.Ph. D. thesis, Faculty of Agriculture, University of Tehran.

Hudec, J., D.Bakos.,D.Mrarec., U.Kobida., M.Burdova., I.Turianica., andJ.Hlusek. (۲۰۰٦). Content of phenolic compounds and free polyamines in Black chokeberry (*Aroniamelanocarpa*) after Application of polyamine Biosynthesis Regulators. J. Agric. Food chem. ٥٤: ٣٦٢٥ -٣٦٢٨

Mirdehghan,S. H., M.Rahemi.,M.Serrano., F. Guillean., D.Martianez-RomeroandD. Valero.(۲۰۰۷). The Application of Polyamines by Pressure or Immersion as a Tool To Maintain Functional Properties in Stored Pomegranate Arils. J. Agric. Food Chem. ٥٥: ٧٥٥-٧٦٠.

Tamagnone, L.,A.Merida., N.Stacey., K. Plaskitt., A.Parr., C. F.Chang., D. Lynn., J. M. Dow., K. Roberts, andC.Martin.(۱۹۹۸). Inhibition of phenolic acid metabolism results in precocious cell death and altered cell morphology in leaves of transgenic tobacco plants.Plant Cell.۱۰: ۱۸۰۱–۱۸۱٦.

Turano, F. J., G. F.Kramer andCH. Y.Wang.(۱۹۹۷). The effect of methionine, ethylene and polyamine catabolic intermediates on polyamine accumulation in detached soybean leaves. J. Physiol Plant. ۱۰۱: ٥١٠-٥١٨.

Valero, D., D.Martınez-Romeroy and M.Serrano. (۲۰۰۲). The role of polyamines in theimprovemen of the shelf life of fruit. Food Sci. Technol. ۱۳: ۲۲۸–۲۳٤.

Changes in total phenolcompounds, anthocyanin and antioxidant activity of strawberry fruits (*Fragariaananassa*cvs.Camarosa and Parus) in response to putrescine and Salicylic acid during storage

Sirvan Pireh[1*], SeyedHossein Mirdeghan[2]

۱-MSc Student, Department of Horticultural Sciences, Vali-e-Asr University, Rafsanjan-kerman- Iran.

۲- Assistant Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University, Rafsanjan-kerman- Iran.

Abstract

Today the use of natural compounds with plants, human and nature for the production and storage of agricultural products have increased significantly, and the tendency is to reduce the use of chemical compounds. In this study, the effect of putrescine (۱and ۲mM) and Salicylic acid(۰,۵, ۱ and۱,۵mM) on quality and storage life of plants of strawberry fruits cvs. Camarosa and Paruswere investigated and factorial experiment incompletely randomized design with ٤ replications was conducted. Foliar spraying was carried out in two stages and then the fruits were harvested at commercial maturity and stored at ۲±۱ and ۹۰±۵٪ (R.H). The results showed that the total phenolic content and antioxidant activity of treated fruits were increased of ۳۲,۱۷ and ۲۰,۸۰%, compare to control respectively, and the highest anthocyanin content was observed in control, that the differences were significant compare to other treatments. The amount of phenolic compounds and antioxidant activity has declined over storage but has been well preserved of the ۱ and ۲mM concentrations of putrescine and۰,۵mM salicylic acid. In the significant positive correlation was observed between antioxidant activity and phenolic compounds. In general, it could be concluded that putrescine and salicylic acid application improve the quality and antioxidant activity of strawberry fruit, and is very effective in increment of shelf life nutritional valueof fruit.

Keywords: Correlation, Foliar spraying, Physiochemical properties, Shelf life