برهمکنش سالیسیلیک اسید و سولفات پتاسیم بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و عمر انبارمانی میوه توت‌فرنگی رقم 'پاروس' قبل و بعد از انبارمانی

، سید حسین میردهقان [2]، حمید رضا کریمی [3]، حمید رضا روستا [3*] سیروان پیره [1]

1- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی دانشگاه ولی‌عصر(عج)، رفسنجان، کرمان، ایران. 2- استادیار گروه علوم باغبانی دانشگاه ولی‌عصر(عج)، رفسنجان، کرمان، ایران. 3- دانشیاران گروه علوم باغبانی دانشگاه ولی‌عصر(عج)، رفسنجان، کرمان، ایران.

چکیده:

تلاش برای کاهش ضایعات محصول و حفظ کیفیت میوه برای مدت طولانی‌تر برای تمام تولیدکنندگان در اولویت است. پژوهش حاضر، به منظور یافتن راهکار جدید و ارزان برای افزایش عمر پس از برداشت میوه توت فرنگی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در 4 تکرار اجرا گردید،که فاکتورها شاملسالیسیلیک اسید در 3 سطح (0/5، 1 و 1/5 میلی‌مولار)؛ سولفاتپتاسیم در 3 سطح (0/05، 0/15و 0/2 درصد)و آبمقطر (شاهد)؛ زمان اندازه‌گیری:(بلافاصله پس از برداشت و 12روز پس از قرار گرفتن در سردخانه) می‌باشند.محلول‌پاشی در دو مرحله تغییر رنگانجامو 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 پژوهشنشان داد برهمکنش سالیسیلیک اسید و سولفات پتاسیم بر میزان سفتی معنی‌دار (1%) شد، به طوری که موثرترین تیمار جهت حفظ سفتی میوه در طی دوره انبارمانی مربوط به برهمکنش سالیسیلیک اسید 0/5 میلی‌مولار و سولفات پتاسیم 0/2 درصد (0/83Fkg) بود. برهمکنش سالیسیلیک اسید 0/5 میلی‌مولار و سولفات پتاسیم 0/2 درصد بالاترین میزان شاخص‌های a* ، L* و Chromaپوست را نشان دادند و همچنین کمترین میزان کاهش وزن و فعالیت میکروبی مربوط به این تیمار بود.سالیسیلیک اسید و سولفات پتاسیم ضمن حفظ اسید آسکوربیک، از کاهش اسیدهای آلی و افزایش مواد جامد محلول میوه‌ها جلوگیری کرد.با گذشت زمان از میزان ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی کاسته شد در این فاصله زمانی فعالیت آنتی‌اکسیدانی برای برهمکنش سالیسیلیک اسید 0/5 میلی‌مولار و سولفات پتاسیم 0/15درصد به خوبی حفظ گردید. نتایج کلی بیانگر اثر مثبت محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید و سولفاتپتاسیم بر روی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و عمر انبارمانی میوه توت‌فرنگی رقم 'پاروس' می‌باشد.

کلمات کلیدی:آنتوسیانین،ترکیباتفنلی کل، سفتی،فعالیت آنتی‌اکسیدانی، فعالیت میکروبی

مقدمه

توتفرنگی(*Fragaria×ananassa*Duch)از میوه‌هایگوشتیوآبدارو نافرازگرا می‌باشد. به دلیل تنفس بالا، مقدار آب زیاد، فعالیت متابولیکی بالا، فقدان پوشش‌های محافظتی (Hernandez-Munoz *et al*., ۲۰۰۸)، حساسیت به پوسیدگی‌های میکروبی و قارچی، حساسیت به صدمات مکانیکی و ناهنجاری‌های فیزیولوژیکی(Vu *et al*., ۲۰۱۱)میوه‌ای فساد پذیر بوده و طول عمر پایینی دارد. بنابراین می‌توان با کاربرد تکنیک‌هایی که صدمات مکانیکی را کاهش می‌دهند.به نظر می‌رسد سالیسیلیک اسید باعث حفظ آب بیشتر، کند کردن روند کاهشی ویتامین ث، جلوگیری از افزایش میزان قند و میزان تنفس در میوه‌های تیمار شده می‌گردد. هم‌چنین ثابت شده است که فعالیت آنزیم‌های سست کننده دیواره سلولی در حضور سالیسیلیک اسید کاهش می‌یابد در نتیجه از سرعت نرم شدن میوه در انبار کاسته می‌شود. پتاسم نیز به عنوان یک عنصر کیفیت شناخته شده است زیرا اثر مهمی روی فاکتورهای کیفی دارد (Lester *et al*., ۲۰۰۶). در پژوهشی اسپری کردن با KNO_3 افزایش در مقدار اسید اسکوربیک، اسید سیتریک و کاهش نسبت مواد جامد محلول به اسید را سبب شد(Bar-Akiva and Gotfried, ۱۹۷۱).گزارش شده که اعمال سالیسیلیک اسید سبب حفظ میوه توت‌فرنگی شد(Babalar, 2006).همچنین منجر به افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی توت‌فرنگی شد (Asghari, 2006). در پژوهشی سالیسیلیک اسید

لذا این پژوهش به هدف بررسی محلول‌پاشی قبل از برداشت سالیسیلیک اسید و سولفات پتاسیم در افزایش قابلیت نگهداری میوه توت‌فرنگی رقم 'پاروس'انجام شد.

مواد و روش‌ها

اینپژوهشدر بهمن ماه 1391درگلخانه‌ای در شهرستان جیرفت روی میوه یک ساله توت‌فرنگی رقم 'پاروس'انجامگرفت.تیمار میوه‌ها قبل از برداشت به صورت محلول‌پاشی صورت گرفت. آزمایش به صورتفاکتوریلدرقالبطرحبلوک‌هایکاملتصادفی در 4 تکرار انجام گرفت. که فاکتورها شامل سالیسیلیک اسید در 3 سطح (0/5، 1 و 1/5 میلی‌مولار)؛ سولفاتپتاسیمدر 3 سطح (0/05، 0/15و 0/2 درصد) و آبمقطر (شاهد)؛ زمان اندازه‌گیری: (بلافاصله پس از برداشت و 12 روز پس از قرار گرفتن در سردخانه) می‌باشند. محلول‌پاشی در دو مرحله تغییر رنگ میوه (سفید و صورتی) در صبح زود انجام شد و سپس در مرحله بلوغ تجاری میوه‌ها برداشت شده ومیوه‌هایدارایشکلغیرطبیعو آسیب‌هایفیزیکیحذفشده ومیوه‌هایسالمویکنواختجهتانجامآزمایشانتخابگردیدو به سردخانه با دمای 1±2 و رطوبت نسبی 5±90 درصد منتقل گردیدند. روند تغییرات کمی و کیفی شامل سفتی بافت با استفاده از دستگاه سفتی‌سنج[1](مدل Lutron FG۵۰۲۰)،اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی و میزان فنل (Seranoet al., ۲۰۰۵)،اسیدیته با روش تیتراسیون ۰،۲NaOH نرمال، ویتامین ث به روش تیتراسیون با ید در یدور پتاسیم، مواد جامد محلول با استفاده از دستگاه قندسنج[2] (مدل PAL-1 ATAGO)، درصد کاهش وزن، رنگ ظاهری میوه بااستفاده از دستگاه رنگ‌سنج (مدل Konica Miinolta CR ٤٠٠)، پ‌هاش توسط pH متر (Germany inolab ٧٢٠,WTW٨٢٣٦٢)، فعالیت میکروبی[3] (Serrano et al., ۲۰۰۵)، آنتوسیانین(Wrolstad, ١٩٧٦)با استفاده از روش اختلاف pHمورد بررسی قرار گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارMSTAT-Cو مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال 5 درصد صورت گرفت و نمودارها به کمک نرم افزار Excelرسم شدند.

نتایج وبحث:

سفتی یکی از فاکتورهای اصلی و تعیین کننده‌ی کیفیت خوراکیمیوه است، میوه‌های سفت‌تر از کیفیت خوراکی بهتر و ظرفیت انباری طولانی‌تری برخوردارند.نتایج حاصل از آزمایش تاخیر در نرم شدن نمونه‌های تیمار شده را طی دوره انبارمانی را نشان داد (شکل 1)، به طوری که موثرترین تیمار جهت حفظ سفتی میوه در طی دوره انبارمانی مربوط به برهمکنش سالیسیلیک اسید 0/5 میلی‌مولار و سولفات پتاسیم 0/2 درصد (0/83Fkg) بود و کمترین میزان آن در تیمار شاهد (0/56 kg F) مشاهده شد (جدول 1).

مقایسه میانگین برهمکنش سالیسیلیک اسید و سولفات پتاسیم (جدول 2) نشان می‌دهد که بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی مربوط به سالیسیلیک اسید 0/5 میلی‌مولار و سولفات پتاسیم 0/15 درصد (105/3 میلی گرم معادل اسید اسکوربیک در 100 گرم وزن تازه) بوده است. همچنین با گذشت زمان بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی کاسته شده در این فاصله زمانی میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی برای تیمار سالیسیلیک اسید 0/5 میلی‌مولار (98/3 میلی گرم معادل اسید اسکوربیک در 100 گرم وزن تازه) به خوبی حفظ گردید (شکل 2).

براساس مقایسه میانگین‌های برهمکنش سالیسیلیک اسیدو زمان انبارمانی بر میزان ترکیبات فنلی (شکل 3) نشان داده شده است که با گذشت زمان بر میزان ترکیبات فنلی کاسته شده در این فاصله زمانی میزان ترکیبات فنلی برای تیمار سالیسیلیک اسید 0/5 میلی‌مولار (155/8 میلی گرم معادل اسید گالیک در 100 گرم وزن تازه) به خوبی حفظ گردید. که بیشترین میزان ترکیبات فنلی پس از 12 روز

[1] Penetrometer
[2] Refractometer
[3] Microbial activity

انبارمانی مربوط به این تیماربود. از طرف دیگر همبستگی مثبت و معنی‌داری بین ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی مشاهده شد.نتایج پژوهش حاضر کاربرد برگی پتاسیم میزان ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی را در آب میوه توت‌فرنگی افزایش داد. مشخص شده کاربرد پتاسیم همبستگی بالایی با فعالیت فنیل آلانین آمونیالیاز دارد(Soares*et al.*, 2005). با توجه به این که فنیل آلانین آمونیالیاز یک آنزیم کلیدی مسیر فنیل پرپانوئید است (Tamagnone*et al.*, 1998). به نظر می‌رسد سالیسیلیک اسید و پتاسیم با تاثیر بر فعالیت این آنزیم میزان ترکیبات فنلی را افزایش می‌دهد. البته گزارش شده تفاوت شرایط رشد بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی در توت‌فرنگی تاثیر می‌گذارد (Wang *et al*., 2002).

همچنین مقایسه میانگین برهمکنش سالیسیلیک اسید و زمان انبارمانی در شکل (4) نشان می‌دهد که با گذشت زمان بر میزان فعالیت میکروبی افزوده شد. اما با این حال میوه‌های تیمار شده نسبت به شاهد میزان کمتری از فعالیت میکروبی را نشان دادند،به گونه‌ای با گذشت 12 روز از آغاز انبارمانی کمترین میزان فعالیت میکروبی با میانگین $3/65 \log CFU\ g^{-1}$ مربوط به سالیسیلیک اسید 0/5 میلی‌مولار بود کاهش مقاومت طبیعی به بیماری‌ها را می‌توان به مواردی از قبیل فراهمی مواد غذایی مورد نیاز عوامل بیماری‌زا، کاهش ترکیبات ضد قارچ پیش ساخته (فایتوآنتی‌سیپین‌ها[1])، توقف القاء سنتز ترکیبات ضد قارچ جدید (فایتوآلکسین‌ها[2]) و تقویت فاکتورهای عفونت‌زای عامل بیماری‌زا دانست (Pruske*t al*., 1996; Niskanen and Dris, 2006).سالیسیلیک اسید به علت فعالیت ضد قارچی و نیز حفاظت از غشاها در برابر آنزیم‌های تولید شده توسط پاتوژن‌ها از گسترش فعالیت میکروبی ممانعت می‌کند. همچنین سالیسیلیک اسید با حفظ سفتی بافت میوه‌ها، نفوذ میسلیوم‌های قارچی را به درون بافت میوه با مشکل مواجه می‌سازد بنابراین تاخیر در نرم شدن نیز می‌تواند از دلایلکاهش آلودگی توسط سالیسیلیک اسید باشد.

جدول 1: مقایسه میانگین غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید، سولفات پتاسیم و برهمکنش آن‌ها بر میزان سفتی (kg F) میوه توت‌فرنگی رقم 'پاروس' در طی مدت زمان انبارمانی

سالیسیلیک اسید	سولفات پتاسیم (%)				میانگین
(mM)	0	0/05	0/15	0/2	
0	$0/56^{h}$	$0/64^{efg}$	$0/72^{cd}$	$0/68^{def}$	$0/65^{C}$
0/5	$0/71^{d}$	$0/80^{ab}$	$0/77^{bc}$	$0/83^{a}$	$0/78^{A}$
1	$0/66^{d-g}$	$0/68^{def}$	$0/68^{def}$	$0/70^{de}$	$0/68^{B}$
1/5	$0/61^{gh}$	$0/63^{fg}$	$0/68^{def}$	$0/65^{efg}$	$0/64^{C}$
میانگین	**0**/64^{B}	$0/69^{A}$	$0/71^{A}$	$0/72^{A}$	

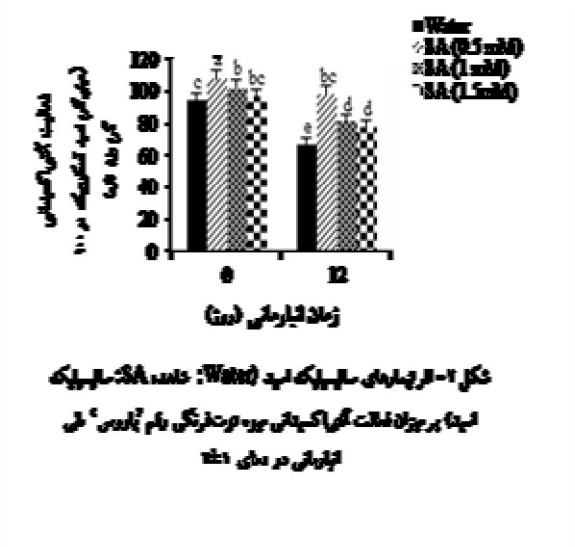
حروف متفاوت در هر سطر و ستون نشان‌دهنده حداقل اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال 5 درصد آزمون دانکن می‌باشد.

[1] Phytoanticipins
[2] Pytoalexins

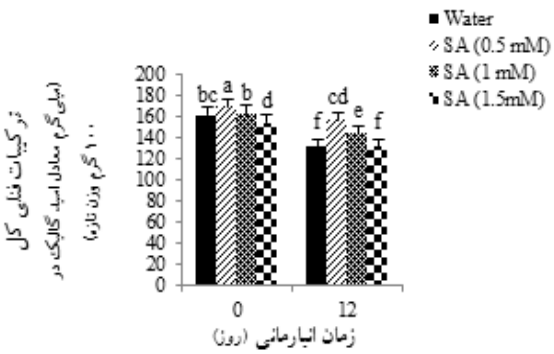
جدول 2: مقایسه میانگین غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید، سولفات پتاسیم و برهمکنش آن‌ها بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی (میلی گرم معادل اسید اسکوربیک در 100 گرم وزن تازه) میوه توت‌فرنگی رقم 'پاروس' در طی مدت زمان انبارمانی

سالیسیلیک اسید (mM)	سولفات پتاسیم (%)				میانگین
	0	0/05	0/15	0/2	
0	73/8^{e}	75/6^{e}	84/7^{d}	90/8^{cd}	81/2^{D}
0/5	100/6^{ab}	102/5^{a}	105/3^{a}	103/8^{a}	103/1^{A}
1	90/1^{cd}	92/8^{bcd}	86/5^{d}	97/4^{abc}	91/7^{B}
1/5	83/8^{d}	85/0^{d}	91/3^{cd}	90/2^{cd}	87/6^{C}
میانگین	87/1^{C}	87/9^{BC}	91/9^{AB}	95/5^{A}	

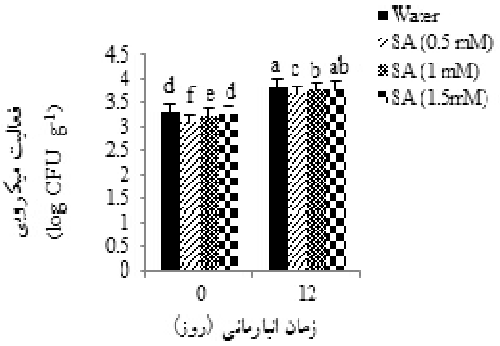
حروف متفاوت در هر سطر و ستون نشان‌دهنده حداقل اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال 5 درصد آزمون دانکن می‌باشد.



شکل ۱- اثر تیمارهای سالیسیلیک اسید (Water: شاهد، SA: سالیسیلیک اسید) بر میزان سفتی میوه توت‌فرنگی رقم 'پاروس' طی انبارمانی در دمای ۱±۲



شکل ۳- اثر تیمارهای سالیسیلیک اسید (Water: شاهد، SA: سالیسیلیک اسید) بر میزان ترکیبات فنلی کل توت‌فرنگی رقم 'پاروس' طی انبارمانی در دمای ۱±۲



شکل ۴- اثر تیمارهای سالیسیلیک اسید (Water: شاهد، SA: سالیسیلیک اسید) بر میزان فعالیت میکروبی میوه توت‌فرنگی رقم 'پاروس' طی انبارمانی در دمای ۱±۲

منابع:

Babalara, M., M. Asgharib, A. Talaeia and A. Khosroshahic. 2006. Effect of pre-and postharvest salicylic acid treatment on ethylene production, fungal decay and overall of selva strawberry fruit. Food Chemistry. 105(2): 449-453.

Lester, G. E., J. L.Jifon,.and D.Makus. 2006. Supplemental foliar potassium applications with or without a surfactant can enhance netted muskmelon quality. Horticultural Science. 41: 741-744.

Prusky, D. 1996. Pathogen quiescence in postharvest diseases.Annual Review of Phytopathology. 34: 413-434.

Soares, A. G., L.C. Trugo, and N. Botrel. 2005. Reduction of internal browning of pineapple fruit (*Ananascomusus* L.) by preharvest soil application of potassium. Postharvest Biol. Technol. 35: 201–207.

Vu, K.D., R.G.Hollingsworth., E.Leroux., S.Salmieri and M.Lacroix. 2011. Development of edible bioactive coating based on modified chitosan for increasing the shelf life of strawberries. Food ResearchInternational. 44: 198-203.

Wrolstad, R. E. 1976. Color and pigment analysis in fruit products.Agricultural Experiment Station.Oregon State University of California. 624: 1-17.

Interaction of salicylicacidandpotassium sulfateon thephysicochemicalpropertiesandshelflife of strawberryfruitcv.'parus' before and afterstorage

Sirvan Pireh[1*], SeyedHossein Mirdeghan[2], Hamid Reza karimi[3], Hamid Reza Rosta[3]

1-MSc Student, Department of Horticultural Sciences, Vali-e-asr University, Rafsanjan-kerman- Iran.

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

3- Associated professors, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural,Vali-e-asr University, Rafsanjan-kerman- Iran.

Abstract

Efforts toreduce product wasteandpreservefruit qualityfora longerperiod of timeare a priorityforallproducers. This study was conducted to finda newand inexpensivewaytoimprovepostharvest life ofstrawberryfruitas factorialrandomized completeblock design withfourreplications. The factors include Salicylic acid(0,5, 1 and1,5mM), potassium sulfate (0,05, 0,15 and 0,2%) and distilled water (control); measuring time: (immediately after harvesting and 12 days after storage).Foliar sprayingwas carried out in two stages and then the fruits were harvested at commercial maturity stored at ۲□۱ and ۹۰□۵٪ (R.H).The results showed the interaction ofsalicylicacidandpotassium sulfateonfirmnesswas significant (1%), so that thehighest effectivetreatmentfor maintainingfruitfirmnessduringstoragewas related tothe interactionof salicylicacid0,5mMand potassiumsulphate0,2% (0.83 kg F),The interaction ofsalicylic acid0,5mMandpotassiumsulphate0,2% indicatethe highesta*, L*andChromaskinandalsothe lowestweight lossandmicrobialactivitywererelated tothetreatment. Salicylic acid andpotassium sulfate preventedorganic acidsreduceand fruitsoluble solids increase while maintainingascorbic acid.Antioxidant activity and phenolic compounds reducedover time.Theantioxidant activity forinteractionof salicylicacid,0,5mM andpotassiumsulphate0,15%waswell maintained duringstorage time.The overallresultsindicatea positive effectof foliar sprayingof salicylicacidandpotassium sulfateon thephysicochemicalpropertiesandshelf life of strawberryfruitcv'parus'.

Keywords: Anthocyanin, Antioxidant activity, Firmness,Microbial activity, Total phenolic compounds