



بررسی کاربرد پس از برداشت اسید سالیسیلیک و اکسید نیتریک بر خواص کیفی و ماندگاری میوه تازه زردآلو در انبار سرد

مریم درستکار^۱، فرید مرادی نژاد^{۲*}، الهام انصاری فر^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، بیرجند

^{۲*} دانشیار گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، بیرجند

^۳ استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی، بیرجند

*نویسنده مسئول: fmoradinezhad@birjand.ac.ir

چکیده

میوه زردآلو جزو محصولات فرازگرا بوده که در پس از برداشت دارای تنفس بالایی می‌باشد. از این رو این تحقیق به منظور تأثیر برخی تیمارهای شیمیایی بر صفات کیفی و ماندگاری زردآلو رقم «شاهرودی» انجام گرفت. تیمارها شامل: اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار، اکسید نیتریک ۱ میلی‌مولار، اثر متقابل این دو تیمار و شاهد (غوطه‌وری در آب) بودند. پس از اعمال تیمارها، میوه‌ها بسته‌بندی شدند و در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰٪ به مدت ۲۸ روز نگهداری شدند. نتایج نشان داد که استحکام بافت در تیمار اسید سالیسیلیک و اکسید نیتریک به خوبی حفظ شد و مواد جامد محلول نیز نسبت به شاهد کاهش یافت. علاوه بر آن، این دو تیمار توانستند فساد میوه‌ها را در طی انبارداری به حداقل برسانند به طوری که میزان آن در تیمار اسید سالیسیلیک صفر و اکسید نیتریک ۶/۵٪ بود که اختلاف معنی‌داری در مقایسه با میوه‌های تیمار نشده (شاهد) داشتند. بیشترین ماندگاری در میوه‌های تیمار شده با اسید سالیسیلیک (۲۷/۷۵) و اکسید نیتریک (۲۲/۷۵) حاصل شد، در حالی که میوه‌های شاهد فقط حدود ۱۴ روز ماندگاری داشتند. به طور کل می‌توان بیان داشت کاربرد اسید سالیسیلیک و اکسید نیتریک به تنهایی اثرات مثبتی را بر خواص کیفی و انبارداری میوه تازه زردآلو در طی دوره انبار سرد بر جای می‌گذارند.

کلمات کلیدی: انبارداری، تیمارهای شیمیایی، سفتی بافت، فساد، فنول کل

مقدمه

زردآلو با نام علمی *Prunus armeniaca* L. یکی از میوه‌های مهم مناطق معتدله و متعلق به تیره Rosaceae می‌باشد. این میوه نرم و آبدار بوده و عمر پس از برداشت کوتاهی دارد و همچنین دارای الگوی تنفس فرازگرا می‌باشد و در زمان رسیدگی محصول، تولید اتیلن و سرعت تنفس افزایش می‌یابد و به همین دلیل درجه فساد پذیری بالایی دارد. با توجه به این ویژگی‌ها نگهداری این میوه در شرایط کنترل شده اجتناب ناپذیر است (Wang et al., 2015).

یکی از روش‌های افزایش مدت نگهداری محصولات به کارگیری ترکیباتی است که با محیط و بدن انسان سازگاری دارند و می‌توانند علاوه بر افزایش ماندگاری و کاهش ضایعات به حفظ بیشتر ارزش غذایی آنها کمک کنند.

اسید سالیسیلیک یک ترکیب فنولی ساده است که به طور طبیعی توسط گیاهان مختلف ساخته می‌شود. در بررسی‌های انجام شده مشخص شده است که کاربرد اسید سالیسیلیک در آلو (Luo et al., 2011) و، توت‌فرنگی (Babalar et al., 2007) موجب کاهش چروکیدگی، تأخیر در پیری میوه، کاهش پوسیدگی و افزایش عمر انباری آنها شده است. در پژوهشی به منظور افزایش عمر انبارداری میوه زردآلو، اثر تیمارهای شیمیایی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد، اسید سالیسیلیک باعث کاهش افت وزن میوه، بهبود طعم و مزه، افزایش کیفیت ظاهری و ماندگاری در مقایسه با شاهد شد (Moradinezhad and Jahani, 2016). اکسید نیتریک یک رادیکال آزاد گازی شکل و بسیار واکنش‌پذیر است. گزارش شده است کاربرد این ترکیب در غلظت‌های کم، عمر انباری برخی از میوه‌ها و سبزی‌ها را افزایش می‌دهد (Corpas and Palma, 2018).



بررسی منابع نشان می‌دهد که اطلاعات اندکی در مورد کاربرد اسید سالیسیلیک جهت حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری پس از برداشت میوه زردآلو رقم شاهرودی وجود دارد و همچنین در خصوص کاربرد پس از برداشت اکسید نیتریک بر کیفیت و ماندگاری زردآلوی تازه گزارشی وجود ندارد و از طرفی مصرف زردآلو به صورت تازه خوری دارای ارزش غذایی بالایی برای انسان می‌باشد و رقم شاهرودی انتخاب شده در این تحقیق نیز جزو ارقام ممتاز تجارتي می‌باشد لذا، هدف از این تحقیق بررسی تأثیر تیمارهای اسید سالیسیلیک و اکسید نیتریک و همچنین تأثیر تیمارهای ترکیبی این مواد بر ماندگاری و حفظ خواص کیفی میوه زردآلو رقم «شاهرودی» بود.

مواد و روش‌ها

میوه‌های زردآلو پس از چیده شدن (بر اساس شاخص رنگ پوست و تعیین قند) به آزمایشگاه فیزیولوژی باغبانی دانشکده کشاورزی بیرجند منتقل و سپس میوه‌های یکسان از نظر شکل و اندازه و رنگ جهت آزمایش انتخاب شدند. تیمارهای استفاده شده در این آزمایش عبارت‌اند از: اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار، اکسید نیتریک ۱ میلی‌مولار، اثر متقابل این دو تیمار و شاهد (غوطه‌وری در آب) میوه‌ها در هر محلول به صورت غوطه‌وری و به مدت ۲ دقیقه قرار داده شدند و سپس در دمای اتاق قرار گرفته تا خشک شوند. میوه‌های خشک شده پس از بسته‌بندی، در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰ درصد نگهداری شدند و پس از گذشت ۲۸ روز از انبار مانی صفات کیفی و حسی مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمون سفتی میوه زردآلو با استفاده از دستگاه پنترومتر دستی (FHT200.Extech Co., USA) انجام شد. اندازه‌گیری مواد جامد محلول نیز با رفراکتومتر دستی (Extech Co., USA, 0-32° Brix) قرائت شد. برای اندازه‌گیری محتوای فنول کل از معرف فولین سیکالتو استفاده شد و مقادیر ترکیب بر اساس معادل اسید گالیک و بر حسب میلی‌گرم در لیتر اندازه‌گیری گردید. صفت ماندگاری یا طول عمر مطلوب میوه‌ها، بر اساس مشاهده بصری و شمارش تعداد روز از زمان بسته‌بندی تا هنگامی که دارای کیفیت قابل قبول خوراکی برای مصرف کننده و عرضه به بازار باشد مورد بررسی قرار گرفت و بر حسب روز بیان گردید. فساد میوه‌های زردآلو در طی دوره انبارداری توسط مشاهدات بصری تعیین شد و به صورت درصد بیان گردید. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار و ۴ تکرار انجام گرفت. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از برنامه آماری Genstat (version 9.2, VSN, International, UK, 2009) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD انجام شد و شکل‌ها با نرم افزار Excel رسم گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر تیمارهای مختلف شیمیایی بر سفتی بافت میوه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود «جدول ۱». به طوری که بیش‌ترین سفتی میوه در تیمار اسید سالیسیلیک مشاهده گردید و پس از آن تیمار اکسید نیتریک نیز همچنین موجب افزایش معنی‌داری در سفتی بافت میوه نسبت به شاهد شد «شکل ۱». اسید سالیسیلیک و اکسید نیتریک از جمله ترکیبات ضد اتیلین بوده و باعث افزایش سفتی بافت میوه می‌شوند؛ مطالعات قبلی نیز نشان داد اثر اسید سالیسیلیک بر میوه‌های زردآلو باعث حفظ سفتی بافت میوه می‌گردد (El-Abbasy et al., 2017).

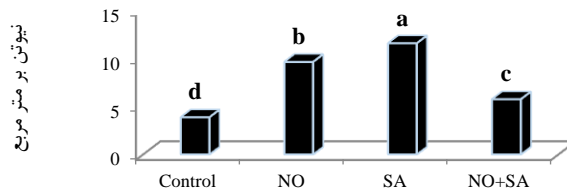
جدول ۱: تجزیه واریانس اثر ترکیبات شیمیایی بر استحکام بافت، مواد جامد محلول، ماندگاری، فساد و محتوای فنول کل در میوه زردآلو

میانگین مربعات (MS)				درجه آزادی	منبع تغییرات
محتوای فنول کل	فساد	ماندگاری	مواد جامد محلول		
۰/۱۰۴۳۷ ^{ns}	۱۴۶/۱۶۶۷*	۱۵۵/۲۲۹۲ *	۲۱/۳۰۷۳*	۳	تیمار
۰/۰۳۷۵۰	۰/۷۰۸۳	۰/۶۸۷۵	۰/۲۲۴۰	۸	خطا
۰/۳	۱۱/۴۶	۴/۱	۳/۲	۵/۲	ضریب تغییرات

* و ns به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشند



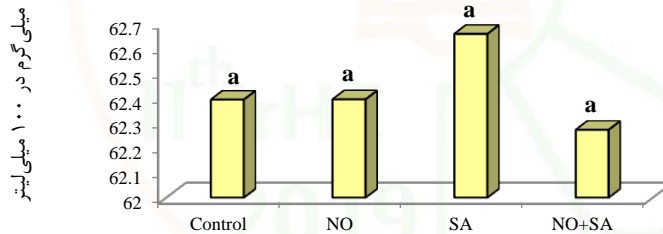
استحکام بافت



شکل ۱- اثر تیمارهای شیمیایی بر سفتی بافت میوه زردآلو
Control. شاهد (غوطه‌وری در آب)، NO. اکسید نیتریک ۱ میلی مولار، SA. اسید سالیسیلیک ۲ میلی مولار

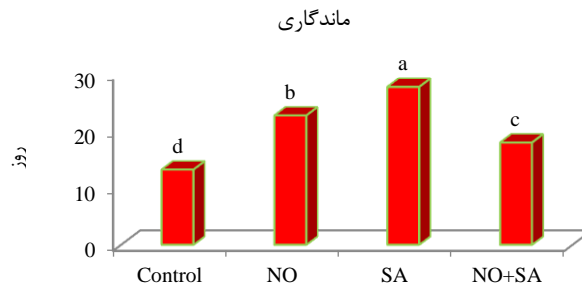
بررسی داده‌ها نشان داد که، تأثیر تیمارهای مختلف بر میزان مواد جامد محلول معنی‌دار بود ($P < 0.05$) (جدول ۱). بیشترین میزان مواد جامد محلول از نمونه‌های شاهد (۱۷/۶۲) و کمترین میزان آن از تیمار اسید سالیسیلیک (۱۲) حاصل شد که علت آن را می‌توان به کاهش فرایند تنفس و رسیدن میوه نسبت داد. نکته جالب این است که تمامی تیمارها (اثرات ساده و متقابل) موجب کاهش در سرعت رسیدگی میوه شدند. گزارش شده است در میوه‌های سیب نیز استفاده از اسید سالیسیلیک در طی دوره انبارداری موجب کاهش مواد جامد محلول شده است (Mo et al., 2008). نتایج حاکی از آن بود که تیمارهای مورد آزمایش اثر معنی‌داری بر میزان فنول کل نداشتند «جدول ۲». ترکیبات فنولی با داشتن خاصیت آنتی‌اکسیدانی می‌توانند نقش مهمی را در حفظ سلامتی انسان ایفا نمایند. اینکه بین تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد می‌تواند نشان دهنده این نکته باشد که تیمارهای شیمیایی استفاده شده در این آزمایش اثر مخربی بر خواص شیمیایی و میزان فنول کل نداشتند.

محتوای فنول کل



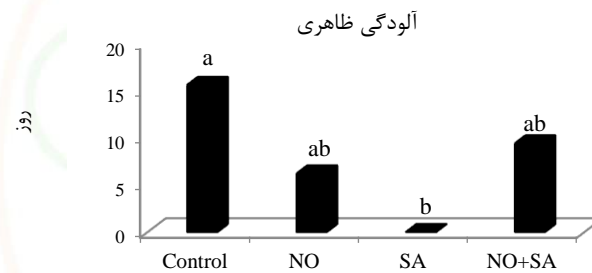
شکل ۲- اثر تیمارهای شیمیایی بر محتوای فنول کل میوه زردآلو
Control. شاهد (غوطه‌وری در آب)، NO. اکسید نیتریک ۱ میلی مولار، SA. اسید سالیسیلیک ۲ میلی مولار

افزایش ماندگاری یکی از مهم‌ترین اهداف تکنولوژی پس از برداشت می‌باشد. نتایج نشان داد تمامی تیمارهای اعمال شده موجب افزایش معنی‌دار ماندگاری میوه نسبت به شاهد شدند «شکل ۳»، به طوری که بیشترین ماندگاری از تیمار اسید سالیسیلیک و کمترین آن از نمونه‌های شاهد حاصل گردید. همچنین تیمار اکسید نیتریک توانست میزان ماندگاری را به طور قابل توجهی افزایش دهد. تحقیقات قبلی نیز نشان داد کاربرد اسید سالیسیلیک، ماندگاری میوه‌های را افزایش می‌دهد و دلیل این افزایش را ضد اتیلن بودن این ترکیب و جلوگیری از روند رسیدگی میوه‌ها بیان کردند (Moradinezhad and Jahani, 2016).



شکل ۳- اثر تیمارهای شیمیایی بر ماندگاری میوه زردآلو
Control: شاهد (فوطه‌وری درآب)، NO: اکسید نیتریک ۱ میلی مولار، SA: اسید سالیسیلیک ۲ میلی مولار

فساد به عنوان یکی از عوامل ضایعات پس از برداشت در محصولات خام مانند میوه‌ها مورد توجه می‌باشد. نتایج آنالیز واریانس نشان داد اثر تیمارها بر صفت فساد ظاهری معنی‌دار بود «جدول ۱». همانطور که در شکل «۴» نشان داده شده است تیمار با اسید سالیسیلیک توانست علاوه بر کنترل رسیدگی میزان آلودگی‌ها را نیز به حداقل برساند. گزارش شده کاربرد اسید سالیسیلیک باعث بیان ژن‌های مربوط به کیتیناز و بتا-۱-۳ گلوکاناز می‌شود که باعث جلوگیری از رشد قارچ‌ها و خسارت پاتوژن‌ها می‌شود (Poole and McLeod, 1994).



شکل ۴- اثر تیمارهای شیمیایی بر ماندگاری میوه زردآلو
Control: شاهد (فوطه‌وری درآب)، NO: اکسید نیتریک ۱ میلی مولار، SA: اسید سالیسیلیک ۲ میلی مولار

نتیجه‌گیری

به طور کلی با مقایسه صفات کیفی مورد بررسی در این تحقیق می‌توان بیان داشت که استفاده از تیمارهای شیمیایی اسید سالیسیلیک و نیتریک اکسید می‌تواند کیفیت میوه‌ها را حفظ کرده و روند افت کیفیت میوه را کند نماید. همچنین کاربرد این دو ترکیب با کاهش میزان آلودگی و افزایش ماندگاری، ضایعات پس از برداشت این میوه را به حداقل می‌رساند. اما در خصوص کاربرد ترکیب اکسید نیتریک آزمایشات و مطالعات بیش‌تری لازم است.

منابع

El-Abbasy, U. K., El-Khalek, A. F. A. and Mohamed, M. I., 2017. Postharvest applications of 1-methylcyclopropene and salicylic acid for maintaining quality and enhancing antioxidant enzyme activity of apricot fruits cv. "caninoa" during cold storage Acta Horticulture, 880: 525-532.

Poole, P. R., & McLeod, L. C., 1994. Development of resistance to picking wound entry Botrytis cinerea storage rots in kiwifruit. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 22: 387-392.

Wang, Z., Ma, L., Zhang, X., Xu, L., Cao, J., & Jiang, W, 2015. The effect of exogenous salicylic acid on antioxidant activity, bioactive compounds and antioxidant system in apricot fruit. Scientia Horticulturae, 181, 113-120.



Babalar, M., Asghari, M., Talaei, A. and Khosroshahi, A., 2007. Effect of pre-and postharvest salicylic acid treatment on ethylene production, fungal decay and overall quality of Selva strawberry fruit. *Food Chemistry*, 105, 449-453.

Mo, Y., Gong, D., Liang, G., Han, R., Xie, J., & Li, W., 2008. Enhanced preservation effects of sugar apple fruit by salicylic acid treatment during postharvest storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88, 2693-2699.

Luo, Z., Chen, C., & Xie, J., 2011. Effect of salicylic acid treatment on alleviating postharvest chilling injury of 'Qingnai' plum fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 62: 115-120.

Moradinezhad, F., & Jahani, M., 2016. Quality improvement and shelf life extension of fresh apricot fruit (*Prunus armeniaca* cv. Shahroudi) using postharvest chemical treatments and packaging during cold storage. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 3: 9-18

Corpas, F. J. and Palma, J. M. 2018. NO on/off in fruit ripening. *Plant Biology*, 20: 805-807.

Investigating Postharvest Application of Salicylic Acid and Nitric Oxide on the Qualitative Properties and Shelf life of Fresh Apricot Fruits at Cold Storage

Maryam Dorostkar¹, Farid Moradinezhad^{2*}, Elham Ansarifar³

¹MSc. Student in Horticultural Science, Department of Horticultural Science, University of Birjand

^{2*} Associate Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agricultural, University of Birjand

³ Assistant Professor, University of Medical Sciences of Birjand

*Corresponding Author: fmoradinezhad@birjand.ac.ir

Abstract

Apricot fruit is a climacteric fruit with high respiration rate after harvest. Therefore, this research was conducted to evaluate the effect of some chemical treatments on the quality and shelf life of apricot cultivar "Shahroudi". The treatments were salicylic acid (2 mM), nitric oxide (1 mM), the interaction of these two treatments and the control (dipped in water). The fruits were then packed and kept at 2 °C and 90% relative humidity for 28 days. The results showed that the highest firmness of fruit tissue was obtained from salicylic acid and nitric oxide treatments. In addition, these two treatments were able to minimize the fruit decay during storage, so that the amount of decay in salicylic acid and nitric oxide treatments was 0 and 6.2%, respectively which had a significant difference compared with the control. The highest shelf life was observed in salicylic acid (27.5 days) and nitric oxide (25.5 days) treated fruits, while it was 14 days in control. In general, it can be concluded that the use of salicylic acid and nitric oxide alone have a positive effect on the qualitative properties of fresh apricot fruit during cold storage period.

Keywords: Storage, Chemical treatments, Firmness, Decay, Phenol