



کاربرد تیمار پس از برداشت L-آرژینین جهت افزایش انبارمانی میوه انار رقم 'ملس ساوه'

سیدمحمد حسینی ملا^{۱*}، سمیه رستگار^۱، ولی‌اله قاسمی عمران^۲، اورنگ خادمی^۳.

^۱ گروه علوم باغبانی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس.

^۲ پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری.

^۳ گروه علوم باغبانی، دانشگاه شاهد، تهران.

*نویسنده مسئول: s.m.hosseini.molla@gmail.com

چکیده

میوه انار به عنوان یکی از میوه‌های مهم صادراتی، مستعد مشکلات مختلف پس از برداشتی از جمله کاهش وزن زیاد، پوسیدگی و نابسامانی فیزیولوژیکی مانند آسیب‌های سرمایی می‌باشد. در این مطالعه تأثیر تیمارهای آرژینین (صفر، ۱ و ۲ میکرومولار) برای القاء تحمل سرمازدگی در میوه‌های انار در طول نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد برای ۱۲۰ روز بررسی شد. تیمار آرژینین در غلظت ۱ میکرومولار به طور معنی‌داری تحمل به سرمازدگی را در میوه‌های انار نشان داد، که به وسیله کمتر قهوه‌ای شدن پوست میوه و تجمع پوسیدگی پایین حاصل شد. بر این اساس، کاربرد آرژینین بیرونی به عنوان یک استراتژی برای القاء تحمل سرمازدگی در میوه‌های انار در طول ذخیره‌سازی سرد، مفید می‌باشد.

کلمات کلیدی: عمر قفسه‌ای، قهوه‌ای شدن پوست، یکپارچگی غشاء.

مقدمه

انار با نام علمی *Punica granatum L.* متعلق به خانواده Punicaceae است. منشأ پیدایش این میوه، کشور ایران است، که از حدود ۲۰۰۰ سال پیش از میلاد مسیح در این منطقه کشت شده‌است. انار از جمله میوه‌های نیمه گرمسیری می‌باشد (Opara et al., 2015; Valero et al., 2015) همچنین، میوه انار به عنوان یکی از میوه‌های مهم صادراتی، مستعد مشکلات مختلف پس از برداشتی از جمله کاهش وزن زیاد، پوسیدگی و نابسامانی فیزیولوژیکی مانند آسیب‌های سرمایی هست. ذخیره‌سازی در دما پایین به طور گسترده‌ای برای طولانی شدن زندگی پس از برداشت محصولات باغبانی همراه با حفظ خواص دارویی-مغذی به کار برده می‌شود (Aghdam and Bodbodak, 2013). میوه انار با ارزش اقتصادی بالا که به شرایط هوای نیمه‌گرمسیری وابسته است، طی انبارمانی در دمای سرد بسیار به خسارت سرمازدگی (CI) آسیب‌پذیر می‌باشد، بطوری که نگهداری میوه انار در دمای کمتر از ۵ درجه سانتی‌گراد منجر به بروز علائم سرمازدگی می‌گردد (Kader et al., 1984). بنابراین استفاده از ذخیره‌سازی با دمای پایین، نگهداری میوه انار را محدود می‌کند (Sayyari et al., 2011).

آرژینین به‌عنوان یک آمینواسید آمینه متابولیکی با نسبت بالای N / C، علاوه بر اینکه یک واحد ساختاری پروتئین است، برای افزایش تحمل محصولات باغبانی به استرس سرمازدگی با استفاده از مولکول‌های سیگنالینگ غنی‌سازی شده مانند پلی‌آمین‌ها (PAs)، نیتریک اکسید (NO)، γ -آمینوبوتیریک اسید (GABA) و پرولین به‌دست‌آمده توسط آرژینیناز، آرژینین دکربوکسیلاز (ADC) و آنزیم نیتریک اکسید سنتاز (NOS) بکار می‌رود (Aghdam and Bodbodak, 2013).

تقویت مسیرهای آرژینین با استفاده از تیمارهای قبل و پس از برداشت مانند آرژینین، متیل سالیسیلات، متیل جاسمونات و تیمارهای گرمایی موجب خنثی شدن آسیب‌های حاصل از انباشت مولکول‌های سیگنالینگ بالا می‌شود، که این امر برای تحمل سرمازدگی از اهمیت بالایی برخوردار است (Zhang et al., 2013; Babalar et al., 2018). Zhang و همکاران (2013) گزارش دادند که خسارت سرمازدگی پس از برداشت میوه گوجه‌فرنگی توسط تیمار آرژینین کاهش پیدا می‌کند. که این کاهش خسارت به‌واسطه انباشت پلی‌آمین‌ها بدلیل فعالیت آنزیم‌های آرژینین دکربوکسیلاز (ADC) و اورانیتین دکربوکسیلاز (ODC) بالاتر (فعالیت بیشتر دو آنزیم کلیدی در تولید پلی‌آمین)، و همچنین تجمع پرولین بیشتر حاصل از فعالیت بیشتر آنزیم اورانیتین آمینوترانسفراز (OAT)، به‌همراه تجمع نیتریک اکسید (NO) بیشتر (به‌دلیل فعالیت آنزیم NOS



بالتر) گزارش شده است. آرژینین به عنوان تیمار نویدبخش، ایمن و اسیدآمینه ارزان قیمت در سلامت انسان کاررفته (McKnight *et al.*, 2010) و استفاده از تیمار با آن می‌تواند یک استراتژی تجاری سازگار و ایمن، برای کاهش خسارت سرمازدگی و به افزایش خواص تغذیه‌ای محصولات باغبانی باشد (Babalar *et al.*, 2018)، که منجر به گسترش زندگی پس از برداشت محصولات می‌شود.

برای اولین بار در این مطالعه، تأثیر کاربرد تیمار L-آرژینین با استفاده از فروری پس از برداشت بر آسیب‌های پوسیدگی و عمر انبارمانی میوه انار رقم "ملس ساوه" مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

میوه‌های انار رقم "ملس ساوه"، از شرکت گل انار صاحبی (روستایی در اطراف شهرستان ساری) در مرحله رسیدن تجاری، برداشت شدند. و میوه‌های تقریباً یک شکل و عاری از آسیب‌های فیزیکی و بیماری انتخاب شد. پس از برداشت میوه‌ها و انتقال به آزمایشگاه، غوطه‌وری میوه‌ها در محلول آرژینین صفر (شاهد)، ۱ و ۲ میلی مولار به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد، سپس میوه‌ها از محلول آرژینین خارج شدند و به دمای اتاق خشک شدند، پس از اعمال تیمار، میوه‌ها به سردخانه با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد رطوبت نسبی حدود ۸۵-۸۰ درصد منتقل و در مدت نهایی ۱۲۰ روز انبار شدند. در زمان‌های ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ روز پس از اعمال تیمار، میوه‌های سه تکرار از سردخانه خارج و پس از سه روز نگهداری در دمای معمولی به‌عنوان عمر قفسه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفتند.

شاخص‌های مورد بررسی در این آزمایش درصد کاهش وزن میوه، درصد نشت یونی پوست میوه و برخی صفات ارگانولپتیک آریل میوه به روش Sayyari و همکاران (2001) اندازه‌گیری شدند. شاخص پوسیدگی سطح پوست میوه به‌صورت مشاهده‌ای در ۵ درجه شامل صفر: سطح میوه عاری از هرگونه علامت پرگنه کپک، یک: ۱-۲۵٪ سطح میوه دارای علائم پوسیدگی و وجود پرگنه، دو: ۲۶-۵۰٪ سطح میوه دارای علائم پوسیدگی و وجود پرگنه، سه: ۵۱-۷۵٪ سطح میوه دارای علائم پوسیدگی و وجود پرگنه، چهار: بیشتر از ۷۵٪ سطح میوه دارای علائم پوسیدگی و وجود پرگنه، نمره‌دهی شد و شاخص شدت پوسیدگی پوست با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید:

$$\text{تعداد کل میوه در هر تکرار} \times \left(\frac{\text{تعداد میوه در هر درجه پوسیدگی}}{\text{تعداد کل میوه}} \right) \times (\text{درجه پوسیدگی}) = \text{شاخص پوسیدگی}$$

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی [فاکتور ۱: غوطه‌وری میوه انار با L-آرژینین (صفر، ۱ و ۲ میلی مولار) و فاکتور ۲: زمان‌های مختلف اندازه‌گیری صفات (زمان برداشت (روز صفر)، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ روز)] با سه تکرار اجرا شد و برای تجزیه داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS استفاده گردید. مقایسه اختلاف بین میانگین‌ها توسط آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار LSD در سطح احتمال ۵٪ صورت گرفت.

نتایج و بحث

اثر زمان بر تمامی شاخص‌های مورد ارزیابی معنی‌دار شد (جدول ۱). برهمکنش تیمار آرژینین و زمان در مورد صفات میزان مواد جامد محلول، اسید کل، pH و کاهش وزن معنی‌دار نشد (جدول ۱) باین‌حال تیمار آرژینین در سطح احتمال ۱ درصد بر مواد جامد محلول معنی‌دار شد (شکل ۱). همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده است، بیشترین میزان مواد جامد محلول آریل در تیمار شاهد و کمترین در تیمارهای آرژینین بود. در این پژوهش میزان درصد کاهش وزن در میوه‌های شاهد و تیمار شده با گذشت مدت زمان انبارمانی افزایش یافت. این کاهش وزن با کاربرد تیمار آرژینین کمتر بوده ولی به لحاظ آماری معنی‌دار نبود (جدول ۲) در طول زمان مواد جامد محلول و pH تا روز ۸۰ روند افزایشی و بعد کاهشی را نشان دادند. اسید قابل تیتراسیون آریل طی زمان کاهش یافت و بیشترین میزان کاهش اسید قابل تیتراسیون در روز ۱۲۰ انبارداری بود. شاخص طعم میوه در طول مدت زمان انبارداری افزایش یافت. تیمار آرژینین تأثیر معنی‌داری بر pH، اسید قابل تیتراسیون، شاخص طعم و درصد کاهش وزن میوه نداشت (جدول ۲). نتایج این تحقیق تأییدی بر گزارش‌های McKnight و همکاران (2010) دارد و نتایج مشابهی Babalar و همکاران (2018) روی رقم ملس ساوه نشان دادند که به‌طورکلی تیمار آرژینین تأثیر معنی‌داری بر صفات ارگانولپتیک ندارد، اما میزان نشت یونی پوست را کاهش و سبب حفظ تمامیت غشاء می‌گردد.

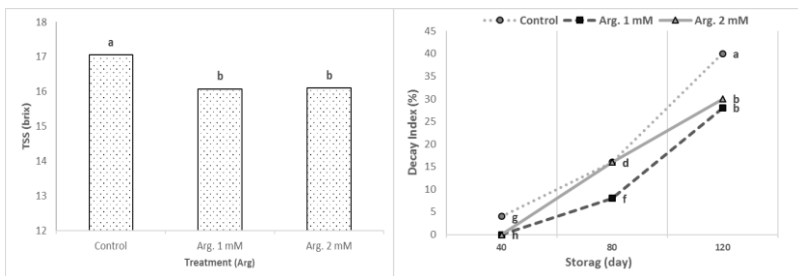


جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تیمارهای آرژینین (Arg) بر صفات اندازه گیری شده در طی مدت نگهداری در انبار سرد با دمای ۴ درجه سانتی گراد برای ۱۲۰ روز.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		شاخص پوسیدگی	PH	مواد جامد محلول	اسید قابل تیتراسیون	شاخص طعم
زمان (دوره انبارمانی)	۳	۲۲۴۹/۳۳**	۰/۳۵۲**	۲/۴۷۸**	۰/۱۱۸**	۴۵/۰۰۵**
تیمار	۲	۱۴۵/۳۳۳**	۰/۰۰۹ ^{ns}	۳/۷۴۵**	۰/۰۰۵۷ ^{ns}	۱/۴۴۲ ^{ns}
زمان × تیمار	۶	۲۹/۳۳۳**	۰/۰۰۵ ^{ns}	۰/۴۴۵ ^{ns}	۰/۰۰۳۱ ^{ns}	۱/۳۳۷ ^{ns}
خطای آزمایش	۲۴	۴/۳۳۳	۰/۰۱۳	۰/۴۶۹	۰/۰۰۸۳	۳/۶۲۷
ضریب تغییرات		۱۳/۱۹۳	۳/۳۶۴	۴/۱۷۵	۸/۸۲۲	۱۱/۸۲۰

* و **: معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد. ^{ns}: عدم معنی داری.

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر اصلی تیمار و زمان بررسی بر میزان پوسیدگی معنی دار و همچنین، اثر برهمکنش تیمار آرژینین و زمان بررسی بر میزان پوسیدگی نیز معنی دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تا ۴۰ روز اول نمونه برداری، فقط تیمار شاهد پوسیدگی پوست رو نشان داد و با گذشت زمان از ۴۰ روز شاخص پوسیدگی میوه در تمامی نمونه‌ها به‌طور معنی داری افزایش یافت. در زمان ۸۰ روز کمترین میزان پوسیدگی مربوط به تیمار آرژینین ۲ میلی مولار بود، که این تیمار با تیمار آرژینین ۱ میلی مولار و شاهد از اختلاف معنی داری برخوردار بوده است (شکل ۱). در این زمان بررسی نمونه‌های تیمارهای آرژینین ۱ میلی مولار و شاهد بدون اختلاف معنی دار نسبت به یکدیگر دارای بیشترین میزان شاخص پوسیدگی بودند. بیشترین میزان پوسیدگی در زمان ۱۲۰ روز مشاهده شد بطوری که، اختلاف معنی داری بین نمونه های تیمارهای آرژینین ۱ و ۲ میلی مولار از نظر شاخص پوسیدگی مشاهده نشد. بنابراین تیمار آرژینین سبب کاهش پوسیدگی میوه انار در شرایط سرد خانه گردید. Zhang و همکاران (2010) با مطالعه اثر تیمار آرژینین بر میوه گوجه فرنگی در طول انبار سرد، گزارش دادند میوه گوجه فرنگی تیمار شده با آرژینین تحمل بالایی نسبت به آسیب سرمازدگی، همراه با کاهش نشت یونی و مالون دی آلدئید بود. علاوه بر این بیان شده که، یکپارچگی غشاء بالاتر در میوه‌های گوجه فرنگی که تحت تأثیر تیمار با آرژینین قرار می‌گیرد، توسط نشت الکترولیت و انباشت MDA پایین‌تر، ممکن است ناشی از آنزیم‌های آنتی اکسیدان بالا (بیشتر)، فعالیت‌های سوپر اکسید دیسموتاز (SOD)، کاتالاز (CAT) و فعالیت آسکوربات پراکسیداز (APX) بالاتر، منجر به تجمع کمتر مقدار گونه‌های اکسیژن واکنش پذیر (ROS) می‌شود.



شکل ۲- تأثیر تیمار غوطه‌وری پس از برداشت آرژینین بر میزان شاخص پوسیدگی و مواد جامد محلول میوه انار رقم ملس ساوه در دوره انبارمانی در دمای ۴ درجه سانتی گراد سردخانه برای ۱۲۰ روز

جدول ۲- اثر زمان انبارمانی بر کاهش وزن و برخی صفات ارگانولپتیکی میوه انار رقم 'ملس ساوه'



شاخص	تیمار (زمان انبارداری)			
	روز ۱۲۰	روز ۸۰	روز ۴۰	روز صفر (زمان برداشت)
pH	۳/۳۵ ^c	۳/۶۳ ^a	۳/۴۸ ^b	۳/۱۷ ^d
TSS (°Brix)	۱۶/۵۰ ^{ab}	۱۷/۰۷ ^a	۱۶/۲۱ ^{bc}	۱۵/۸۳ ^c
TA (%)	۰/۸۷ ^c	۱/۰۴ ^b	۱/۰۸ ^{ab}	۱/۱۳ ^a
شاخص طعم	۱۹/۰۶ ^c	۱۶/۵۱ ^{bc}	۱۴/۹۴ ^b	۱۳/۸۲ ^a
کاهش وزن (%)	۱۱/۰ ^a	۸/۳۳ ^b	۶/۶۱ ^c	-

میانگین‌هایی با حروف مشترک اختلاف معنی‌داری نسبت به هم، از نظر آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

این تحقیق نتایج مشابهی با Kader و همکاران (1984) روی رقم واندر فول نشان دادند که علائم سرمازدگی و کاهش وزن پس از دو ماه نگهداری در دمای کمتر از پنج درجه سانتی‌گراد ظاهر می‌شود. علائم آسیب‌رسانی کمتری را به‌طور واضح که به‌وسیله قهوه‌ای شدن پوسته خارجی ایجاد می‌شود، نشان می‌دهد.

Babalar و همکاران (2018) در تحقیقی روی میوه انار با بررسی اثر تیمار محلول‌پاشی قبل برداشت به همراه تیمار پس از برداشت آرژینین، نشان داد که سطح کمتر قهوه‌ای شدن و آسیب سرمازدگی پوسته در میوه اناری که با آرژینین تحت تیمار قرار گرفت، ناشی از کمتر انباشته شدن H_2O_2 پوسته و میزان کمتر نشت یونی به‌همراه سطح فعالیت بالاتر از آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی است. Wills و Li (2016) با بررسی اثر آرژینین بر سیب‌گرنی‌اسمیت و کاهوی اسپیرگ تازه بریده (فرش‌کات)، گزارش دادند که توسعه قهوه‌ای شدن را به تأخیر انداخته و عمر پس از برداشت طولانی‌تری را در پاسخ به تیمار با آرژینین از خود نشان دادند.

به‌طور کلی با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان گفت، نتایج ما موجب بروز اثرات مثبت (سودمند) تیمار آرژینین در تقویت تحمل سرمازدگی در میوه انار در هنگام ذخیره‌سازی در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد برای ۱۲۰ روز شد. بنابراین بر اساس نتایج این پژوهش انار میوه‌ای حساس به سرمازدگی بوده و کاربرد آرژینین بیرونی به عنوان یک استراتژی مفید برای تحمل سرمازدگی در میوه‌های انار، در طول ذخیره‌سازی سرد، می‌تواند در افزایش عمر پس از برداشت آن مؤثر باشد.

قدردانی

نگارندگان بر خود لازم می‌دانند از آقایان محمد حسین‌پور، مهندس حامد شکری، مهندس محمد معصومی، مهندس عمار افخمی و خانواده خاکزاد، که ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند، صمیمانه تشکر نمایند.

منابع

- Aghdam, M.S. and Bodbodak, S. 2013. Physiological and biochemical mechanisms regulating chilling tolerance in fruits and vegetables under postharvest salicylates and jasmonates treatments. *Scientia Horticulturae*. 156 :73–85.
- Babalar, M., Pirzad, F., Sarcheshmeh, M. A. A., Talaei, A., and Lessani, H. 2018. Arginine treatment attenuates chilling injury of pomegranate fruit during cold storage by enhancing antioxidant system activity. *Postharvest Biology and Technology*, 137 :31-37.
- Kader, A.A., Chordas, A. and Elyatem, S. 1984. Responses of pomegranates to ethylene treatment and storage temperature. *california agriculture journal.*, 38:14-15.
- McKnight, J.R., Satterfield, M.C., Jobgen, W.S., Smith, S.B., Spencer, T.E., Meininger, C.J., McNeal, C.J., Wu, G. 2010. Beneficial effects of l-arginine on reducing obesity: potential mechanisms and important implications for human health. *Amino Acids* 39 :349–357.
- Opara, U. L., Atukuri, J. and Fawole, O. A. 2015. Application of physical and chemical postharvest treatments to enhance storage and shelf life of pomegranate fruit-A review. *Scientia Horticulturae*, 197 :41-49.



- Sayyari, M., Castillo, S., Valero, D., Díaz-Mula, H.M. and Serrano, M. 2011. Acetyl salicylic acid alleviates chilling injury and maintains nutritive and bioactive compounds and antioxidant activity during postharvest storage of pomegranates. *Postharvest Biology and Technology*. 60 :136–142.
- Valero, D., Mirdehghan, S. H., Sayyari, M. and Serrano, M. 2015. Vapor treatments, chilling, storage, and antioxidants in pomegranates. *Processing and Impact on Active Components in Food*, ed. by Preedy V. Academic Press, San Diego, CA, 189-196.
- Wills, R.B.H. and Li, Y. 2016. Use of arginine to inhibit browning on fresh cut apple and lettuce. *Postharvest Biology and Technology*. 113 :66–68.
- Zhang, X., Shen, L., Li, F., Meng, D. and Sheng, J. 2013. Amelioration of chilling stress by arginine in tomato fruit: changes in endogenous arginine catabolism. *Postharvest Biology and Technology*. 76 :106–111.
- Zhang, X., Shen, L., Li, F., Zhang, Y., Meng, D. and Sheng, J. 2010. Up-regulating arginase contributes to amelioration of chilling stress and the antioxidant system in cherry tomato fruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 90 :2195–2202.

Application of L-arginine postharvest treatments to enhance storage of pomegranate fruit cv. 'Malase saveh'

seyed mohammad hosseini molla^{1*}, Somayeh Rastegar¹, Vali Alah Ghasemi Omran², Orang Khademi³

¹ Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Hormozgan University, Bandar Abbas.

² Genetics and agricultural biotechnology institute of tabarestan, sari agricultural sciences and natural resources university, sari.

³ Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran.

*Corresponding Author: s.m.hosseini.molla@gmail.com

Abstract

Pomegranate as one of the important export fruits, that is susceptible to various postharvest quality problems including high weight loss, decay and physiological disorders such as chilling injury. In this study, investigated the effects of arginine treatments (0, 1 and 2mM) for conferring chilling tolerance in pomegranate fruit during storage at 4°C for 120 days. arginine treatment at 1 mM meaningfully conferred chilling tolerance in pomegranate fruit by lower husk browning and lower decay accumulation. Accordingly, exogenous arginine applying serves as a safe beneficial strategy for conferring chilling tolerance in pomegranate fruit during cold storage.

Keywords: Husk browning, Membrane integrity, Shelf life.