تأثیر تیمارهای پرتودهی و اسکوربات کلسیم بر کیفیت میوه انبه (*Mangifera indica* L.)

امین میرشکاری*[1] و بابک مدنی[2]
[1]* گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج
[2]مرکز تحقیقات میوه‌های گرمسیری و خرما، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، هرمزگان
*نویسنده مسئول: a_mirshekari@yu.ac.ir

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر پرتودهی و کلسیم بر کیفیت پس از برداشت میوه انبه آزمایشی با دو سطح پرتودهی (UV-C) ۵ و ۱۰ کیلوژول بر مترمکعب و اسکوربات کلسیم ۱/۵ درصد و یا ترکیب آن‌ها به مدت ۵ دقیقه انجام شد. صفات مورد نظر طی ۷ روز عمر قفسه‌ای در دمای ۲۵ درجه سلسیوس ارزیابی گردید. نتایج نشان داد که ترکیب تیمارهای پرتودهی و کلسیم موجب پایداری سفتی بافت میوه، افزایش فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و فنیل آلانین آمونیالاز و همچنین فنل کل شده، اما غلظت مواد جامد محلول نسبت به شاهد کاهش داشته است. به‌طورکلی تیمارهای فوق باعث حفظ کیفیت میوه انبه شدند.

***کلمات کلیدی*: انبه، عمر قفسه‌ای، پرتودهی، آسکوربات کلسیم، کیفیت**

مقدمه

انبه (*Mangifera indica* L.) به خاطر رنگ جذاب، طعم خوشمزه، عطر و خواص تغذیه‌ای بالا یکی از میوه‌های شناخته شده و پرطرفدار در دنیا می‌باشد. تولید و تجارت بین‌المللی میوه انبه به‌سرعت در حال افزایش است (Singh *et al.*, 2013). همچنین، این میوه حاوی ترکیبات فنلی و اسید اسکوربیک بالا است که از بیماری‌های قلبی عروقی و سرطان جلوگیری می‌کند (Robles-Sánchez *et al.*, 2013) . استفاده از فن‌آوری‌های نوین علاوه بر روش‌های سنتی می‌تواند تغییرات شیمیایی در میوه‌ها و سبزی‌ها را کنترل کند. اشعه UV-C دارای چندین مزیت است چراکه بدون اثر منفی، خسارت میکروارگانیسم‌ها را کاهش و مکانیسم‌های دفاعی در محصول را تحریک می‌نماید (Maghoumi *et al.*, 2013). محققان تأثیر قابل‌قبول اشعه UV-C برای حفظ کیفیت محصول انار (Maghoumi *et al.*, 2013) و انبه (González-Aguilar *et al.*, 2007) را نشان داده‌اند. علاوه بر این، اثر اسکوربات کلسیم بر افزایش کیفیت میوه‌ها تأیید شده است (Aguayo *et al.*,2010). هیچ گزارشی در مورد تأثیر ترکیب UV-C و آسکوربات کلسیم بر کیفیت پس از برداشت میوه انبه وجود ندارد. بنابراین، این آزمایش برای بررسی اثر پس از برداشت UV-C و آسکوربات کلسیم بر کیفیت میوه انبه در طول دوره عمر قفسه‌ای انجام شده است.

مواد و روش‌ها

میوه‌های انبه رقم چوک عنان[1] بالغ (شاخص دو از رسیدگی) عاری از آفت و بیماری، آسیب، کبودی و لکه را با رسیدگی و اندازه یکنواخت از باغی در ایالت پراک مالزی برداشت گردید. پس از انتقال میوه‌ها به آزمایشگاه پس از برداشت، میوه‌های انبه با آب حاوی کلر یک‌صدم درصد شستشو داده و در دمای محیط آزمایشگاه (۲± ۲۵ درجه سلسیوس) قبل از تیمار خشک شدند. تیمارها شامل غوطه‌ور کردن در اسکوربات کلسیم ۱/۵ درصد، پرتودهی (UV-C) ۵ (kj/m^3) ، پرتودهی ۱۰ (kj/m^3) ، پرتودهی ۵ و سپس غوطه‌ور کردن در کلسیم و پرتودهی ۱۰ و سپس غوطه‌ور کردن در کلسیم بودند. تیمار با آب مقطر به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد و مدت‌زمان برای هر تیمار ۵ دقیقه بود.

[1] Choke Anan

همه‌ی میوه‌ها در دمای ۱±۲۵ درجه سلسیوس به مدت هفت روز نگهداری شدند. ارزیابی صفات بیوشیمیایی و کیفیت طی روزهای ۰، ۳، ۵ و ۷ انجام گرفت. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار اجرا شد.

سفتی بافت میوه با دستگاه سفتی سنج یونیورسال (مدل ۵۵۴۰، ساخت آمریکا) اندازه‌گیری و نتایج به نیوتن بیان گردید. مواد جامد محلول با روش (Ali *et al.*, 2011) و اسید اسکوربیک به روش تیتره کردن تعیین و به ترتیب به‌صورت درصد و میلی‌گرم در صد گرم وزن تر بیان شدند. فعالیت آنزیم کاتالاز و آنزیم فنیل آلانین آمونیالاز از روشی که توسط (Artes-Hernandez *et al.*, 2010) تشریح شده بود تعیین و نتایج بر اساس وزن تر بیان گردید. همچنین فنل کل میوه انبه از روش ذکر شده توسط (Siddiq *et al.*, 2013) اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصله بیان‌گر این است که سفتی بافت میوه در تیمارهای پرتودهی ۵ و ۱۰ توأم با کلسیم پس از ۵ و۷ روز اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها و شاهد را نشان می‌دهد. همچنین با روند کاهش سفتی طی دوره عمر قفسه‌ای، تیمار شاهد بیشترین کاهش را دارد (جدول ۱). پایداری سفتی بافت در میوه‌هایی که با کلسیم یا پرتودهی تیمار شده‌اند بر اثر تعامل کلسیم با اسید پکتیک و تشکیل پکتات کلسیم در دیواره سلولی و در نتیجه حفظ استحکام ساختار سلولی است (Poovaiah, 1986) . علاوه بر این کلسیم و پرتودهی هر دو با تأخیر در فرایندهای فیزیولوژیکی مثل رسیدن باعث حفظ سفتی بافت می‌شوند (Izumi and Watada, 1994).

جدول ۱ - تأثیر کاربرد پس از برداشت کلسیم اسکوربات ۱/۵ درصد و پرتودهی (kj/m^3) بر سفتی بافت، مواد جامد محلول و اسکوربیک اسید در میوه انبه طی روزهای ۳، ۵ و ۷ از نگهداری در دمای محیط (۲۵ درجه سلسیوس).

صفت	تیمار	دوره نگهداری (روز)			
		۰	۳	۵	۷
سفتی بافت (N)	شاهد	۳/۷۲a	۲/۶۵b	۱/۴۵c	۱/۲۰c
	کلسیم	۳/۸۲ a	۳/۱۰ab	۲/۲۰b	۲/۱۰b
	پرتو ۵	۳/۷۷ a	۳/ ۱۵ ab	۲/۲۳b	۲/۱۴b
	پرتو ۱۰	۳/۸۰ a	۳/۱۷ab	۲/۲۸b	۲/۱۹b
	پرتو ۵ + کلسیم	۳/۸۲ a	۳/۵۷a	۲/۸۰a	۲/۷۲a
	پرتو ۱۰ + کلسیم	۳/۸۵a	۳/۵۵a	۲/۸۷a	۲/۷۷a
مواد جامد محلول (%)	شاهد	۷/۲۰a	۱۰/۸۰a	۱۲/۶۵a	۱۴/۳۵a
	کلسیم	۷/۱۸a	۸/۸۷a	۹/۳۲b	۹/۴۷b
	پرتو ۵	۷/۲۲a	۸/۷۲a	۹/۱۰b	۹/۲۲b
	پرتو ۱۰	۷/۲۱a	۸/۶۲a	۸/۷۵b	۸/۸۰b
	پرتو ۵ + کلسیم	۷/۱۹a	۸/۵۰a	۸/۶۷b	۸/۸۷b
	پرتو ۱۰ + کلسیم	۷/۲۲a	۸/۴۵a	۸/۶۵b	۸/۷۵b
اسید اسکوربیک (mg /100g FW)	شاهد	۲۰/۰۲a	۱۲/۲۰b	۹/۶۰b	۶/۰۷b
	کلسیم	۱۹/۶۲a	۱۸/۴۵a	۱۳/۲۷a	۱۰/۲۸a
	پرتو ۵	۱۹/۳۷a	۱۸/۱۵a	۱۳/۸۵a	۱۰/۸۰a
	پرتو ۱۰	۱۹/۵۷a	۱۸/۳۰a	۱۴/۷۷a	۱۱/۱۰a
	پرتو ۵ + کلسیم	۱۹/۴۷a	۱۹/۳۲a	۱۴/۶۲a	۱۲/۸۲a
	پرتو ۱۰ + کلسیم	۲۰/۸۰a	۲۰/۷۰a	۱۴/۱۷a	۱۳/۷۵a

مقایسه میانگین تیمارها در ستون‌ها برای هر صفت با حروف کوچک نشان داده شده است. میانگین‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهند.

میزان مواد جامد محلول در تمامی میوه‌های انبه بدون در نظر گرفتن نوع تیمار در دوره عمر قفسه‌ای افزایش یافت ولی اختلاف معنی‌داری در روزهای ۵ و۷ از نگهداری پس از برداشت در میوه‌های تیمار شده نسبت به شاهد وجود دارد(جدول ۱). تأثیر فزاینده کاربرد توأم کلسیم و پرتودهی به علت اثر بازدارندگی بر فعالیت آنزیم‌های درگیر در هیدرولیز، باعث تأخیر در افزایش مواد جامد محلول می‌شود (Izumi and Watada, 1994). در طی دوره نگهداری اسید اسکوربیک در تمام تیمارها کاهش یافته است اما نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهند (جدول ۱). مهم‌ترین اثر کلسیم بر کند نمودن کاهش اسید اسکوربیک طی نگهداری میوه، تنظیم فرایندهای اکسیداسیونی در سیتوسول می‌باشد (Faust and Shear, 1972).

تغییرات آنزیم‌های کاتالاز و فنیل آلانین آمونیالاز در طی دوره پس از برداشت در جدول ۲ آمده است. بعد از ۷ روز فعالیت این آنزیم‌ها در تمامی میوه‌های تیمار شده و شاهد کاهش یافت. میوه‌های تیمار شده نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهند. تیمار کلسیم در میوه گلابی باعث افزایش فعالیت کاتالاز گردید (Kou *et al.*, 2013). همچنین فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالاز بعد از تیمار پرتودهی افزایش یافت (Steven *et al.*, 1998). کاربرد تیمارهای کلسیم و پرتودهی باعث پایداری بیشتر و معنی‌دار فنل کل نسبت به شاهد در روزهای ۳، ۵ و ۷ از دوره نگهداری گردید (جدول ۲). نتایج این آزمایش پیشنهاد می‌کند که تیمارهای کلسیم و پرتودهی ممکن است به‌وسیله فعال کردن مسیر بیوسنتز فنل‌ها باعث افزایش آن‌ها گردد.

جدول ۲ - تأثیر کاربرد پس از برداشت کلسیم اسکوربات ۱/۵ درصد و پرتودهی (kj/m^3) بر فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و فنیل آلانین لایز، و میزان فنل کل در میوه انبه طی روزهای ۳، ۵ و ۷ از نگهداری در دمای محیط (۲۵ درجه سلسیوس).

صفت	تیمار	دوره نگهداری (روز)			
		۰	۳	۵	۷
کاتالاز ($\mu Kat\ kg^{-1}FW$)	شاهد	۲۰/۷۵ a	۱۸/۶۲b	۱۷/۳۵b	۱۲/۰۷b
	کلسیم	۲۰/۸۷ a	۲۴/۲۷a	۲۳/۲۷a	۱۸/۷۷a
	پرتو ۵	۲۱/۳۲ a	۲۵/۴۷ a	۲۲/۷۵a	۲۰/۳۷a
	پرتو ۱۰	۲۲/۴۵ a	۲۶/۴۵a	۲۳/۴۰a	۲۱/۴۷a
	پرتو ۵ + کلسیم	۲۰/۶۲ a	۲۷/۴۰a	۲۴/۳۲a	۲۰/۸۰a
	پرتو ۱۰ + کلسیم	۲۱/۳۵a	۲۷/۱۷a	۲۵/۲۵a	۲۲/۴۷a
فنیل آلانین لایز (µmol t- cinnamic acid /h g FW)	شاهد	۰/۳۵a	۰/۳۰b	۰/۲۴b	۰/۲۲b
	کلسیم	۰/۳۴a	۰/۳۶a	۰/۳۵a	۰/۳۱a
	پرتو ۵	۰/۳۷a	۰/۳۸a	۰/۳۳a	۰/۳۰a
	پرتو ۱۰	۰/۳۴a	۰/۳۷a	۰/۳۶a	۰/۳۱a
	پرتو ۵ + کلسیم	۰/۳۶a	۰/۴۱a	۰/۳۸a	۰/۳۴a
	پرتو ۱۰ + کلسیم	۰/۳۸a	۰/۴۰a	۰/۳۷a	۰/۳۳a
فنل کل (mg GAE/100g FW)	شاهد	۷۳/۶۲a	۶۵/۷۰b	۶۰/۵۰b	۵۲/۲۰b
	کلسیم	۷۳/۵۵a	۷۵/۶۲a	۷۰/۸۲a	۶۰/۴۲a
	پرتو ۵	۷۳/۵۲a	۷۷/۵۲a	۷۲/۶۵a	۶۱/۴۲a
	پرتو ۱۰	۷۳/۴۷a	۷۸/۶۵a	۷۳/۱۷a	۶۳/۶۰a
	پرتو ۵ + کلسیم	۷۳/۴۲a	۷۹/۶۵a	۷۴/۰۷a	۶۶/۲۵a
	پرتو ۱۰ + کلسیم	۷۳/۶۷a	۸۱/۷۰a	۷۶/۳۲a	۶۶/۱۰a

مقایسه میانگین تیمارها در ستون‌ها برای هر صفت با حروف کوچک نشان داده شده است. میانگین‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهند.

به‌طورکلی نتایج این آزمایش نشان می‌دهد که ترکیب تیمارهای اسکوربات کلسیم در سطح ۱/۵ درصد و پرتودهی (UV-C) به پایداری کیفیت میوه انبه (افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدان و محتوای اسید اسکوربیک) در دوره عمر قفسه‌ای کمک مؤثری می‌نماید. هرچند میزان پرتو ۵ یا ۱۰ کیلوژول استفاده شده تفاوت چندانی را نشان نداد.

منابع

Aguayo, E., Requejo-Jackman, C., Stanley, R., and Woolf, A. 2010. Effects of calcium ascorbate treatments and storage atmosphere on antioxidant activity and quality of fresh-cut apple slices. Postharvest biology and technology; 57(1): 52-60.

Ali, A., Muhammad, M.T.M., Sijam, K., and Siddiqui, Y. 2011. Effect of chitosan coatings on the physicochemical characteristics of Eksotika II papaya (*Carica papaya* L.) fruit during cold storage. Food Chemistry; 124: 620–626.

Artés-Hernández, F., Robles, P.A., Gómez, P.A., Tomás-Callejas, A., and Artés, F. 2010. Low UV-C illumination for keeping overall quality of fresh-cut watermelon. Postharvest Biology and Technology; 55(2): 114-120.

Faust, M., and Shear, C.B. 1972. The Effect of calcium on respiration of apples. Journal of American Society for Horticultural Science; 97: 437–439.

González-Aguilar, G.A., Villegas-Ochoa, M.A., Martínez-Téllez, M.A., Gardea, A.A., and Ayala-Zavala, J.F. 2007. Improving antioxidant capacity of fresh-cut mangoes treated with UV-C. Journal of Food Science; 72(3): 197-202.

Izumi, H., and Watada, A.E. 1994. Calcium treatments affect storage quality of shredded carrots. Journal of Food Science; 59:106–109.

Kou, X.H., Guo, W.L., Guo, R.Z., Li, X.Y., and Xue, Z.H. 2014. Effects of chitosan, calcium chloride, and pullulan coating treatments on antioxidant activity in pear cv.“Huang guan” during storage. Food and bioprocess technology; 7(3): 671-681.

Maghoumi, M., Gómez, P.A., Mostofi, Y., Zamani, Z., Artés-Hernández, F., and Artés, F. 2013. Combined effect of heat treatment, UV-C and superatmospheric oxygen packing on phenolics and browning related enzymes of fresh-cut pomegranate arils. LWT-Food Science and Technology; 54(2): 389-396.

Poovaiah, B.W. 1986. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. Food Technology; 40:86–89.

Robles-Sánchez, R.M., Rojas-Graü, M.A., Odriozola-Serrano, I., González-Aguilar, G., and Martin-Belloso, O. 2013. Influence of alginate-based edible coating as carrier of antibrowning agents on bioactive compounds and antioxidant activity in fresh-cut Kent mangoes. LWT-Food Science and Technology; 50(1): 240-246.

Siddiq, M., Sogi, D.S., and Dolan, K.D. 2013. Antioxidant properties, total phenolics, and quality of fresh-cut ‘Tommy Atkins’ mangoes as affected by different pre-treatments. LWT-Food Science and Technology; 53(1): 156-162.

Singh, Z., Singh, R.K., Sane, V.A., and Nath, P., 2013. Mango—postharvest biology and biotechnology. Critical Review of Plant Science; 32: 217–236.

Steven, C., Khan, V.A., Lu, J.Y., Wilson, C.L., Pusey, L.P., and Kabwe, M.K. 1998. The germicidal and hormetic effects of UV-C light on reducing brown rot disease and yeast microflora of peaches. Crop Protect; 17:129–134.

Effect of UV-C Treatment and Calcium Ascorbate on Quality of Mango (*Mangifera indica* L.) Fruit

Amin Mirshekari[1*] and babak Madani[2]
[1*]Department of Agronomy and plant breeding, Yasouj university, Yasouj
[2]Date Palm and Tropical Fruit Research Center, Horticultural Science Research Institute, Hormozgan
[*]*Corresponding Author: a_mirshekari@yu.ac.ir*

Abstract

In order to study on irradiation and calcium on postharvest quality of mango fruit; the experiment was conducted with irradiation (UV-C) at 5 and 10 kj/m^3 , and calcium ascorbate (CaA) at 1.5% or combination of CaA and (UV-C) for 5 min. Postharvest parameters were evaluated throughout 7 days of shelf life at 25°C. Results shown that combination of UV-C with CaA maintained a good firmness, increased catalase activity, phenylalanine ammonia lyase activity and total phenolic content but decreased soluble solid concentrations compared with control. In conclusion these treatments were kept quality of mango fruit.

***Keywords*: Mango, shelf life, UV-C, calcium ascorbate, quality**