اثر تیمار قبل از برداشت لاکتات کلسیم بر کیفیت و خواص آنتی‌اکسیدانی میوه توت‌فرنگی

فرح حسینی*[۱]، محمد اسماعیل امیری[۲]، فرهنگ رضوی[۳]

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی و اصلاح درختان میوه، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان

۲- استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان، زنجان

۳- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان، زنجان

*نویسنده مسئول: Farah.hosseini2012@gmail.com

چکیده

توت‌فرنگی(*Fragaria ananassa*) میوه‌ای نافرازگرا با عمر پس از برداشت کوتاه است و به دلیل نرمی بیش از حد بافت حساسیت بالایی به حمله قارچ‌ها دارد. در این تحقیق سعی شده است تأثیر سطوح مختلف لاکتات کلسیم (صفر، ۰,۵ و ۱ درصد) بر میزان عملکرد و خواص آنتی‌اکسیدانی میوه توت‌فرنگی مورد ارزیابی قرارگیرد. به همین منظور محلول‌پاشی در سه مرحله بروی میوه‌ها تشکیل شده با استفاده از سم‌پاش دستی در صبح زود اجرا شد. محلول‌پاشی مرحله اول 20 روز قبل از برداشت تجاری، مرحله‌ی دوم در زمان رنگ گیری اولیه ، مرحله سوم یک هفته قبل از برداشت اجرا شد آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. ویژگی‌های نظیر فنل ، فلاونوئید، مواد جامد محلول،اسید کل و سفتی مورد مطالعه و بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که محلول‌پاشی لاکتات کلسیم بر پارامترهای میوه شامل مواد جامد محلول، اسید کل، سفتی، محتوی فنل کل و فلاونوئید در سطح ۵ درصد نسبت به شاهد معنی‌دار بوده است. تیمار لاکتات کلسیم سبب افرایش مواد جامد محلول در موقع برداشت تجاری می‌شود.و منجر به افزایش محتوای فلاونوئید و فنل کل در توت‌فرنگی می‌شود. میزان اسید کل در میوه‌های تیمار شده نبست به شاهد بیشتر است. علاوه بر این ارزیابی سفتی بافت میوه نشان می‌دهد که تیمار لاکتات کلسیم باعث افرایش سفتی بافت میوه. در سطح احتمال ($p\leq0.05$)شده است. این نتایج پیشنهاد می‌کند که استفاده از لاکتات کسیم در قبل از برداشت می‌تواند راه مؤثری برای افزایش کیفیت و افزایش ترکیبات فعال زیستی در توت‌فرنگی باشد.

***کلمات کلیدی*: خواص آنتی‌اکسیدانی ، سفتی، لاکتات کلسیم ، کیفیت میوه، توت‌فرنگی**

مقدمه

توت‌فرنگی با نام علمی *Fragaria sp* متعلق به تیره گل‌سرخیان *Rosaceae* و جنس *Fragaria* می‌باشد (Luby *et al.*, 2008). میوه‌ای سرشار از ویتامین‌ها، مواد مغذی، آنتی‌اکسیدان‌ها، فیبر و منبعی خوبی برای تأمین کلسیم، پتاسیم، منگنز و روی می‌باشد (Garcia *et al.*, 1998). تولید سالیانه توت‌فرنگی در جهان بالغ بر ، ۴،۳۴۹،۴۹۸تن در سال است که ایران با تولید حدود ۳۵۳۱۲ تن رتبه بیست و یکم را به خود اختصاص داده است (FAO 2012). عمر کوتاه توت‌فرنگی بزرگ‌ترین مشکل آن می‌باشد که به‌صورت نرم شدن و سفید شدن بافت و تغییر در ترکیبات شیمیایی و بروز عارضه‌های فیزیولوژیکی می‌باشد. استفاده از فناوری‌های نوین و نمک‌های معدنی برای جلوگیری از ضایعات ضروری به نظر می‌رسد. کلسیم یکی از مهم‌ترین عناصر معدنی است که نقش‌های مهمی در متابولیسم گیاهی ایفا می‌کند از عناصر اصلی تشکیل دهنده دیواره سلولی و فعال کننده آنزیم فسفاتاز است. کلسیم در ساختمان تیغه‌ی میانی سلول‌ها و بافت‌های گیاهی در ترکیبی به نام پکتات کلسیم وجود دارد و سبب پایداری دیواره سلولی گشته و

پایداری غشاهای سلولی ارتباط نزدیکی با میزان سفتی گوشت میوه دارد. این عنصر همچنین با تقویت اتصال بین مولکولی به ترکیبات پکتینی موجود در تیغه میانی ثبات می‌بخشد. در پلیمرهای پکتینی دو زنجیره اسید گالاکترونیک از طریق پیوند با کلسیم به هم متصل می‌شوند (Aboot and Conway, 1989). کلسیم درونی و کلسیم محلول‌پاشی شده از طریق ایجاد کمپلکس با گروه‌های کربوکسیل پکتین باعث سفتی بافت میوه شده و به دیواره سلولی استحکام می‌بخشد و عامل متصل کننده کمپلکس پکتین به پروتئین دیواره بین سلولی می‌باشد به‌این‌ترتیب نقش اساسی در به تأخیر انداختن رسیدگی میوه دارد (Clender and Virk, 1990). کلسیم به‌صورت نمک‌های مختلف و با ترکیب با مواد مختلف در پس از برداشت از جمله کلریدکلسیم، لاکتات کلسیم، پروپیونات کلسیم استفاده می‌شود (Conway *et al.*, 2002). کلرید کلسیم بدون افزودن سدیم باعث ایجاد طعم و مزه شوری و تلخی در محصولات می‌شود. لاکتات کلسیم جایگزین مناسبی برای کلریدکلسیم می‌باشد زیرا طعم شور و تلخ ایجاد نمی‌کند و دارای خاصیت ضد باکتریایی می‌باشد. استفاده از تیمار لاکتات کلسیم ۱/۵ درصد باعث حفظ بافت و کیفیت کاهو و هویج گردیده است (Martin-Diana *et al.*, 2007). لاکتات کلسیم در غلظت دو درصد در پس از برداشت انبه باعث استحکام میوه شد بدون اینکه عطر و یا طعم آن عوض شود (Torees *et al.*, 2008). نگهداری میوه خرمالو در اتمسفر اصلاح شده و تیمار با لاکتات کلسیم باعث ایجاد تأخیر در رسیدن و نرم شدن خرمالو گردید (Almelac *et al.*, 2013). هدف از اجرای پژوهش، مطالعه بهترین غلظت‌های لاکتات کلسیم روی کیفیت و خواص آنتی‌اکسیدانی میوه توت‌فرنگی است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در بهار ۱۳۹۵در شهرستان مریوان در یک مزرعه توت‌فرنگی تجاری اطراف دریاچه زریوار بر روی توت‌فرنگی‌های دوساله اجرا شد. آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی بوده و تیمارهای مورد استفاده شامل شاهد (آب مقطر)، لاکتات کلسیم با غلظت ۰/۵ درصد (T1) و ۱درصد (T2) بودند. محلول‌پاشی در سه مرحله با استفاده از سم‌پاش دستی در صبح زود اجرا شد. محلول‌پاشی مرحله اول 20 روز قبل از برداشت تجاری، مرحله‌ی دوم در زمان رنگ گیری اولیه و مرحله سوم یک هفته قبل از برداشت انجام شد. برداشت میوه‌ها در مرحله رسیدگی و در صبح انجام شده و بعد از بسته‌بندی به آزمایشگاه فیزیولوژی پس از برداشت دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان انتقال داده شدند. و صفات مختلف مورد ارزیابی قرار گرفتند. فنل کل با استفاده از روش فولین سیوکالتو (Folin-ciocalteau"s) (Singleton and Rossi-1965) در طول موج ۷۲۰ نانومتر محاسبه گردید. محتوای فلاونوئید کل (TFC) عصاره‌ها با روش ارائه شده توسط کاجو و همکاران (2006) اندازه‌گیری شد. سفتی بافت میوه با استفاده از دستگاه سفتی سنج (شرکت تکچیر آنالیز با میله نفوذ کننده به قطر ۳ میلی‌متر به عمق ۱۰ میلی‌متر)، مواد جامد محلول با استفاده از رفراکتومتر دستی (مدل ATAGO) و اسید کل با استفاده از روش (Hernandez-Munoz *et al.*, 2008) محاسبه گردید. آنالیز داده‌ها با نرم‌افزار SAS 9.1 و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P \leq ۰/۰۵$) انجام شد.

جدول۱ - خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه تحقیقاتی تا عمق ۳۰ سانتیمتری

Ca PPm	K PPM	P PPM	N %	PH	EC Dc/m	Silt %	Caly %	Sandy %
102	210	13	0.1	7.7	0.85	36	12	52

نتایج و بحث

تأثیر سطوح مختلف لاکتات کلسیم بر سفتی بافت میوه:

با توجه به جدول مقایسه میانگین داده‌ها استفاده از غلظت‌های ۱ و ۰/۵ درصد لاکتات کلسیم در سطح ۵ درصد معنی‌دار است و باعث حفظ سفتی بافت میوه شده است. بیشترین میزان سفتی در غلظت ۱ درصد و کمترین میزان آن در غلظت صفر درصد (شاهد) مشاهده شد. بین تیمارها با شاهد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. درحالی‌که بین سطوح مختلف تیمارهای لاکتات کلسیم اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. سفتی بافت میوه یکی از مهمترین صفات کیفی آن است. بنابراین با حفظ این عامل می‌توان بازارپسندی این میوه را افزایش داد. کلسیم در ساختمان تیغه‌ی میانی سلول ها و بافت‌های گیاهی در ترکیبی به نام پکتات کلسیم وجود دارد و سبب پایداری دیواره سلولی می‌شود. پایداری غشا های سلولی ارتباط نزدیکی با میزان سفتی گوشت میوه دارد. هیرناندیز و همکاران[1](2008) گزارش کردند که توت‌فرنگی محلول‌پاشی شده با کلسیم باعث افزایش سفتی و ماندگاری میوه شده است.

تأثیر سطوح مختلف لاکتات کلسیم بر میزان مواد جامد محلول و اسید کل:

مقایسه میانگین مربوط به اثرات سطوح مختلف لاکتات کلسیم بر میزان مواد جامد محلول و اسید کل تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد نشان داد، باعث افزایش آن‌ها شد. بیشترین میزان مواد جامد محلول و اسید کل مربوط به غلظت ۱درصد لاکتات کلسیم و کمترین میزان مربوط به غلظت صفر درصد(شاهد) می‌باشد. بین تیمارها با شاهد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. درحالی‌که بین سطوح مختلف لاکتات کلسیم(۱ و ۰/۵درصد) اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. کلسیم با کاهش سرعت تنفس میوه و جلوگیری از فرآیند تجزیه و شکستن کربوهیدرات‌ها باعث حفظ مواد جامد محلول و اسید کل در میوه‌ها می‌شود. اختر و همکاران[2] (2010) گزارش کردند که تأخیر در تغییرات مقدار مواد جامد محلول، ممکن است در اثر تأثیر لاکتات کلسیم روی متابولیسم قند باشد. اسید کل به‌طور مستقیم با غلظت اسیدهای آلی غالب در میوه در ارتباط است که یک پارامتر مهم در کیفیت میوه به‌حساب می‌آید. کلسیم با به تأخیر انداختن رسیدن میوه و کاهش تولید اتیلن و سرعت تنفسی باعث پایین آمدن سرعت متابولیسم‌های درون‌سلولی شده و با حفظ غشا و دیواره سلولی از کاهش اسید کل جلوگیری می‌کند (Aguayo *et al.*, 2006). دریس و نیسکانین[3] 1999اثر محلول‌پاشی قبل از برداشت کلرید کلسیم در سیب را بررسی کردند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که محلول پاشی با کلرید کلسیم اسید کل را افزایش داد که با نتایج حاضر مطابقت دارد.

تأثیر سطوح مختلف لاکتات کلسیم بر میزان فنول کل و محتوای فلاونوئید:

در بررسی سطوح مختلف لاکتات کلسیم بر فنول کل و محتوای فلاونوئید تفاوت بسیار معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد مشاهده شد به‌طوری‌که مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بین سطوح مختلف لاکتات کلسیم با غلظت ۱درصد بیشترین تأثیر و غلظت ۰/۵ و صفر (شاهد) کمترین تأثیر را بر فنول کل داشتند. تفاوت معنی‌داری بین غلظت ۰/۵درصد و صفر درصد مشاهده شد. بین غلظت ۰/۵ و ۱ درصد تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. از لحاظ محتوای فلاونوئیدی تیمار ۰/۵ درصد بیشترین تأثیر و صفر درصد (شاهد) کمترین تأثیر را نشان دادند. همچنین بین سطوح مختلف تیمار لاکتات کلسیم بر میزان فلاونوئید اختلاف بسیار معنی‌داری وجود دارد . ترکیبات فنولی گروه بزرگی از متابولیت‌های ثانویه گیاهی بوده که شامل ترکیبات فنولی، فلاونوئیدها، فلاون، تانن و اسیدآمینه‌های حلقوی هستند. ترکیبات فنولی مسئول برخی ویژگی‌های حسی مرتبط با کیفیت مواد غذایی گیاهی می‌باشند که از آن جمله می‌توان به تأثیر آن‌ها در ایجاد طعم تلخ و گس، رنگ تیره، بو و پایداری اکسیداتیو مواد غذایی اشاره کرد (Shoji., 2007). این ترکیبات فیتوشیمیایی با تغییر در بیان ژن‌ها و فعالیت پروتئین‌ها بر فعالیت آنزیم‌های سیستم آنتی اکسیداتیو اثرگذار هستند (Vattem *et al.*, 2005). آنزیم PAL از آنزیم‌های اصلی در سنتز ترکیبات فنولی است که فعالیت آن می‌تواند مستقیماً با مقدار ترکیبات فنولی مرتبط باشد. به‌نحوی‌که افزایش در ترکیبات فنلی می‌تواند مرتبط با افزایش فعالیت PAL باشد (Lemoine *et al.*, 2007). کلسیم از طریق حفظ استحکام غشا، باعث جلوگیری از شرایط

تنش القا کننده پیری شده و در نتیجه حضور کلسیم در غشا و دیواره سلولی باعث استحکام سلول شده و تخریب ترکیبات فنولی را به تأخیر می‌اندازد (Wang *et al*., 2013). تیمار لاکتات کلسیم باعث افزایش محتوای فلاونوئید و فنل کل شد،که با یافته‌های پژوهش‌های قبلی، اثر سیلیکات کلسیم بر میوه‌های آووکادو در طی دوره انبارمانی افزایش غلظت ترکیبات فنلی را نشان داده بودند در انطباق است(Tesfay et al., 2010).

نتیجه‌گیری

طبق تحقیقات انجام شده استفاده تیمار لاکتات کلسیم به‌صورت محلول‌پاشی، از طریق افزایش استحکام دیواره سلولی، سبب افزایش و حفظ کیفیت و خواص آنتی‌اکسیدانی میوه توت‌فرنگی شده است.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر غلظت لاکتات کلسیم بر روی برخی صفات

تیمارها ٪	فنل کل mg/100 gr weight fresh	فلاونوئید mg/100 gr fresh weight	اسید کل (درصد)	مواد جامد محلول	سفتی
لاکتات‌کلسیم صفر (شاهد)	۵۰/۱۷۳c	۷/۱۴۲۹c	۲/۷۶۸۹b	۳/۶۳۳۳ b	۳/۹۸ b
لاکتات‌کلسیم ۰/۵ درصد	۵۵/۱۵۰b	۱۴/۲۸۵۷a	۳/۲۲a	۴/۳۳۳۳ a	۵/۳a
لاکتات‌کلسیم ۱ درصد	۶۸/۲۹۷a	۱۲/۲۴۴۹a	۳/۴۳۸۷ a	۴/۹۹۶۷ a	۵/۵۶۶۷a

حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

منابع

Almela, C., Castello, M.L., Tarrazo, J. and Ortola, M.D. 2013. Influence of calcium lactate and modified atmosphere on respiration rate, optical and mechanical properties of sliced persimmon. Food Science and Technology International;21: 55–63.

Akhtar, A., Abbasi, N.A. and Hussain, A. 2010. Effect of calcium chloride treatments on quality characteristics of loquat fruit during storage.Pakistan Botany; 42:181-188.

Aguayo, E., Jansasithorn, R. and Kader, A. A. 2006. Combined effects of 1-methylcyclopropene, calcium chloride dip, and/or atmospheric modification on quality changes in fresh-cut strawberries. Postharvest Biology and Technology; 40:269–278.

Aboot, J. A. and Conway, W. S. 1989. Postharvest calcium choloride infiltration affects textural attributes of apples. Journal of American Society for Horticultural Science; 114: 932- 936.

Clender, R. E. and virk, S. 1990. Calcium cell wall and growght. Journal American Sociated Horticulture; 112(1): 68-74.

Conway, W.S., Sams, C. and Hickey, K.D. 2002. Pre- and postharvest calcium treatment of apple fruit and its effect on quality. Acta Horticulturae; 594:413-419.

Dris, R. and Niskanen, R. 1999. Calcium chloride sprays decrease physiological disorders following long-term col
storage of apple. Plant Foods for Human Nutrition; 54: 159 – 171.

FAO. 2012. FAOSTAT, FAO Statiscal Databases. http://faostat.fao.org.

Garcia, M.A., Martino, M.N., Zaritzk,N.E. 1998. Plasticized starch-based coating to improvec strawberry (*fragaria ananassa*) qulity an stability. J.AGRIC. food chem; 46: 3758-3767.

Hernandez-Munoz, P., Almenar, E. Valle,V.D., Velez,D. and Gavara, R. 2008. Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria ananassa)* quality during refrigerated storage. Food Chemistry; 110: 428-35.

Luby, J.J., Dale, A. Hancock, J.F., Serçe, S. 2008. Reconstructing (*Fragaria* × *ananassa)* utilizing wild F. virginiana and F. chiloensis: Inheritance of winter injury, photoperiod sensitivity, fruit size, gender, female fertility and disease resistance in hybrid progenies. Euphytica; 163: 57–65.

Lemoine, M. L., Civello, P. M., Martınez, G. A. and Chaves, A. R. 2007. Influence of postharvest UV-C treatment on refrigerated storage of minimally processed broccoli (*Brassica oleracea* var. Italica) .Journal of the Science of Food and Agriculture; 87: 1132–1139.

Martin-Diana, A.B. Rico, D., Frias, J.M. Henehan, G.T.M. Mulcahy, J. Barat, J.M. and Barry-Ryan,C. 2007. Effect of calcium lactate and heatshock on texture in fresh-cut *lettuce* during storage. Food Engineering; 77: 1069-1077.

Shoji, T. 2007. Polyphenols as natural food pigments: changes during food processing. American Journal of Food Technology; 2: 570-581.

Torres, J.D., Castello, M.L., Escriche, I. and Chiralt, A. 2008. Quality characteristics respiration rates and microbial stability of osmotically treated mango tissue (*Mangifera indical*.) with or without calcium lactate. Food Science and Technology; 14: 355–365.

Tesfay, S. Z., Bertling, I. and Bower, J. P. 2010. Levels of antioxidants in various tissues during maturation of 'Hass' avocado (*Perseaamericana* Mill.). Journal of Horticulturae Science Biotechnology; 85 (2): 106-112.

Vattem, D. A., Ghaedian, R. and Shetty, K. 2005. Enhancing health benefits of berries through phenolic antioxidant enrichment: focus on cranberry. Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition;14 (2): 120-130.

Effects of Preharvest Calcium lactate Sprays on Quality and Bioactive Compounds of Strawberry Fruits

Farah Hosseini*, Mohammad Esmail Amiri, Farhang Razavi
Department Of Horticultural Sciences, Faculty Of Agriculture, Univercity Of Zanjan, Iran
*Corresponding Author: Farah.hosseini2012@gmail.com

Abstract

Strawberry (*fragaria ananassa*) is a non-climacteric fruit with a limited shelf life mainly due to its soft texture, high softening rate and high sensitivity to fungal attack. Thus, this research was carried out to determine the effects of preharvest calcium lactate application on firmness, total soluble solids, total acid, total phenols and flavonoids of strawberry fruits. Different calcium lactate concentrations (0, 0.5 and 1%) were foliar sprayed by using a hand-sprayer and repeated at three dates of the growth cycle: T1 (20 days before anticipated commercial harvest), T2 (initial color changes) and T3 (onset of ripening). The experiments were conducted in a randomized complete block design with three replications. Calcium lactate treatments increased fruit total soluble solids at commercial harvest, and led to strawberries with higher concentration in total phenolics and in total flavonoids. In these fruit, titratable acidity were found at higher levels in treated than controls. Further, fruit firmness evaluations showed that calcium lactate (5%) treated strawberries were significantly firmer than those in other treatments. This results suggest that calcium lactate preharvest treatments could be an efficient way to increase the quality and bioactive compounds of strawberries.

***Keyword*: Anthocyani properties , calcium lactate, fruit quality, firmness, Strawberry**