تاثیر تیمار پیش از برداشت نانو کلسیم بر عمر پس از برداشت فلفل شیرین (*Capsicum annum* L.)

فریبا امینی[1*]، شیما حسین خانی[2]، لادن بیات[2]

۱-استادیار دانشگاه اراک ۲- کارشناس ارشد فیزیولوژی گیاهی

* نویسنده مسئول: f-amini@araku.ac.ir

چکیده

یکی از محدودیت‌های نگهداری، بازاررسانی و صادرات فلفل شیرین، رسیدن سریع آن پس از برداشت و فساد میکروبی می‌باشد که موجب کاهش خواص کیفی و فساد این محصول می‌شود. می‌توان با تیمارهایی در پیش از برداشت میوه از بروز این مشکلات در پس از برداشت جلوگیری کرد. بدین منظور اثر تیمار نانوکلسیم پیش از برداشت بر کیفیت و شاخص‌های بیوشیمیایی میوه فلفل شیرین مورد بررسی قرار گرفت. گیاهان فلفل شیرین با سه غلظت نانوکلسیم (صفر، ۴ و ۸ g/l) در پنج مرحله (۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰ و ۹۰ روز بعد از کشت گیاهان) تیمار شدند. ۱۰۰ روز بعد از کشت گیاهان، میوه‌های فلفل جمع‌آوری و در کیسه‌های پلاستیکی بسته‌بندی و در دمای ۲۰ ^{o}C نگهداری شدند. سپس میزان مواد جامد محلول، اسید آلی، pH عصاره میوه، ویتامین ث، کاهش وزن، محتوای رنگیزه های فتوسنتزی (کلروفیل *a*، *b* و کل) و کاروتنوئید این میوه‌ها در روزهای ۰، ۷، ۱۴ و ۲۱ اندازه‌گیری شدند. بررسی نتایج نشان داد که در تمامی دوره‌های اندازه‌گیری، میوه‌های تیمار شده با نانوکلسیم دارای سطوح پایین‌تر مواد جامد محلول، pH عصاره میوه، کاهش وزن و محتوای کاروتنوئید و سطوح بیشتر اسید آلی، ویتامین ث و محتوای کلروفیل‌ها (کلروفیل *a*، *b* و کل) بودند. بنابراین کاربرد تجاری نانوکلسیم به‌صورت پیش از برداشت می‌تواند برای حفظ کیفیت میوه فلفل شیرین در طول نگهداری موثر باشد.

کلمات کلیدی: تیمار نانو کلسیم، شاخص‌های بیوشیمیایی، فلفل شیرین

مقدمه

فلفل شیرین یکی از سبزیجات میوه‌ای پرمصرفی جهانی است که در مناطق استوایی و نیمه استوایی رشد می‌کند. فلفل شیرین دارای مقادیر زیاد ویتامین ث، پرووویتامین A (کاروتن)، کلسیم، خواص آنتی‌اکسیدانی و ویتامین E می‌باشد (Ramana-Rao et al., 2011). کیفیت میوه یکی از ویژگی‌های مهم برای مصرف‌کنندگان است. تیمار پیش از برداشت کلسیم یکی از روش‌های موثر در بهبود کیفیت و عمر قفسه‌ای میوه می‌باشد. کلسیم یکی از مهم‌ترین وظایف را در طول رسیدگی میوه به صورت نقش در ثبات دیواره/ غشای سلولی دارد. کلسیم مهم‌ترین ترکیب دیواره سلولی گیاهان است و در نگهداری ثبات غشای سلولی درگیر می‌باشد (Mayfeld & Kelley, 2012). ترکیبات نانو به سرعت و به‌طور کامل توسط گیاهان جذب می‌شوند و نیازها و کمبودهای غذایی گیاهان را تامین می‌کنند (Harsini et al., 2014). در این مطالعه اثرات اسپری نانوکلسیم پیش از برداشت در کیفیت و انبارداری میوه فلفل شیرین در روزهای صفر، ۷، ۱۴ و ۲۱ پس از برداشت بررسی شد.

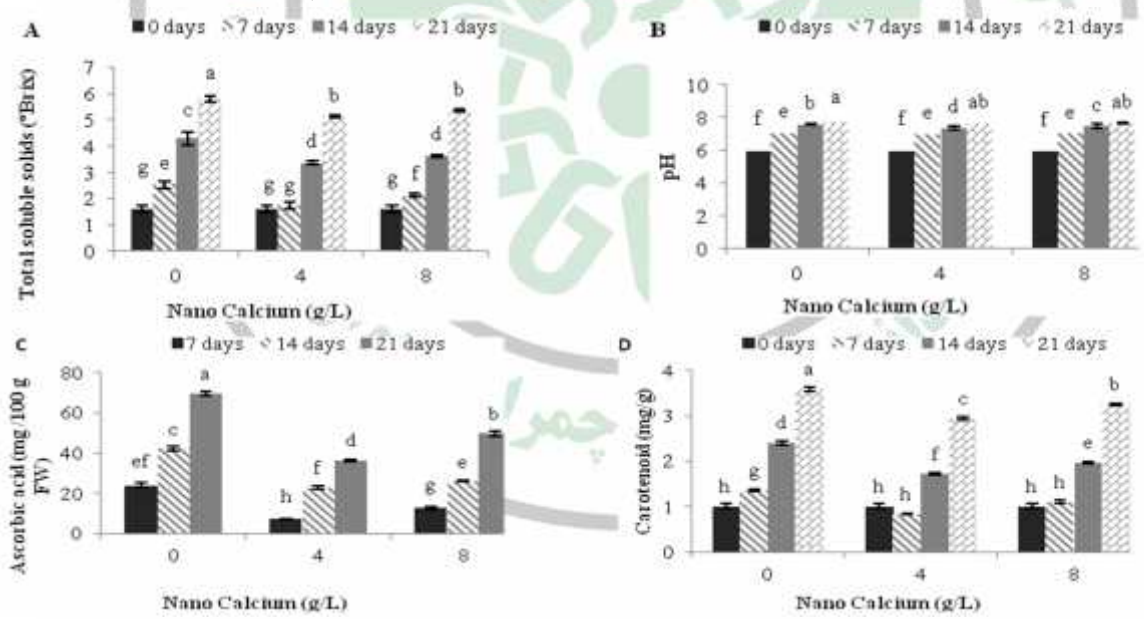
مواد و روش‌ها

بذرهای فلفل سبز در سینی کشت حاوی کوکوپیت و پیت ماس به نسبت مساوی کاشته شدند .پس از این‌که گیاهان به مرحله چهار برگی رسیدند به گلدان هایی که باخاک معمولی پرشده بودند منتقل شدند .کلیه گیاهان در شرایط آزمایشگاهی با دمای ۳±۲۵ درجه سانتی گراد و دوره روشنایی ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی رشد داده شدند. ماده نانو کلسیم با غلظت‌های صفر،۴ و ۸ g/l در پنج مرحله ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰ و ۹۰ روز پس از کاشت به گیاهان اسپری شد. ۱۰۰ روز پس از کشت گیاهان، میوه‌های فلفل برداشت شدند و در کیسه‌های پلاستیکی بسته‌بندی و در دمای ۲۰ ^{o}C نگهداری شدند. شاخص‌عای مواد جامد محلول (TSS)، pH عصاره میوه (AOAC, 1994)، اسید آلی (TA)، محتوای ویتامین ث (Mazumdar & Majumder, 2003)، کاهش وزن، محتوای کلروفیل *a*، *b* و کل و کاروتنوئید (Lichtenthaler, 1987) اندازه‌گیری شدند. . نتایج آزمایشات با استفاده از

نرم‌افزار آماری SPSS 16 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در صورت معنی دار بودن داده ها، میانگین شاخص‌های اندازه‌گیری با استفاده از آزمون دانکن گروه‌بندی شدند و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

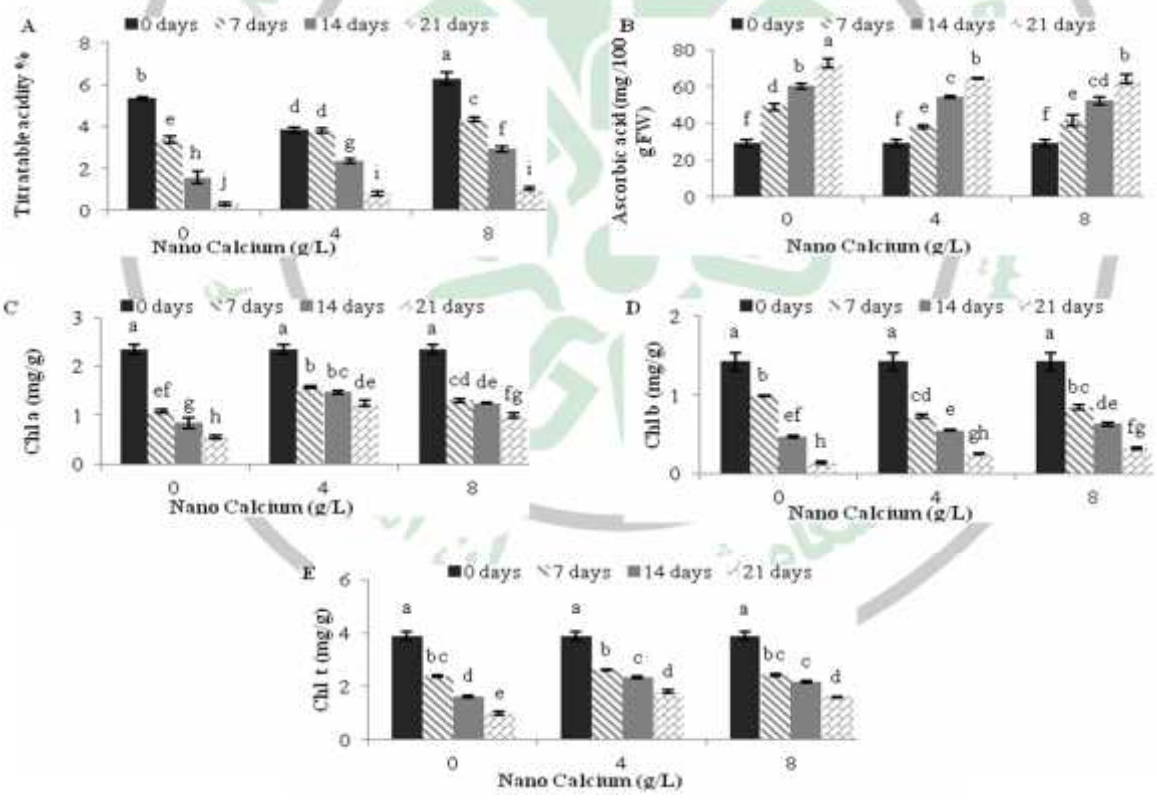
مواد جامد محلول، pH عصاره میوه، کاهش وزن و محتوای کاروتنوئید در طول زمان به تدریج افزایش یافت. نتایج نشان داد که تیمار با نانو کلسیم سبب کاهش میزان مواد جامد محلول، pH عصاره میوه، کاهش وزن و محتوای کاروتنوئید در مقایسه با میوه‌های شاهد شد. کمترین مقدار این شاخص‌ها در تیمارهای نانو کلسیم مشاهده شد و غلظت g/l ۴ نانو کلسیم در تمامی این شاخص‌ها نسبت به غلظت ۸ آن موثرتر بود (شکل ۱). طی زمان پس از برداشت، عمل تنفس افزایش پیدا می‌کند و متعاقبا تنفس باعث افزایش مقدار مواد جامد محلول می‌شود. تیمار کلسیم سرعت تنفس را می‌کاهد بنابراین سرعت سنتز و استفاده از فرآورده‌های متابولیکی را کم کرده و به دنبال آن سرعت تغییر کربوهیدرات به قندهای ساده کاهش می‌یابد. نتایج مشابه توسط Ramana-Rao و همکاران (۲۰۱۱) گزارش شد. در پژوهش‌ها مشخص شده که تغییرات pH عصاره میوه در زمان رسیدن بیشتر ناشی از نشت اسیدهای آلی از واکوئل به سیتوپلاسم سلولی است چرا که اسید سیتریک یکی از مواد اصلی تنفس بوده و از آنجایی که در طول مدت نگهداری میوه‌ها میزان اسید آلی به دلیل عمل اکسیداسیون این اسید کاهش می‌یابد، در طول مدت انبارداری میزان pH میوه افزایش می‌یابد. با توجه به این‌که تیمارهای کلسیمی روند پیری را به تاخیر انداخته و موجب کاهش تنفس میوه می‌شوند، در نتیجه اسید آلی کمتری استفاده می‌شود. کاهش وزن میوه‌ها در طی مدت نگهداری به علت فعالیت‌های مکانیکی و از دست دادن آب طی فرآیندهای تنفس و تعرق در میوه‌ها به وقوع می‌پیوندد. کاربرد تیمارهای کلسیمی در عملکرد و حفظ یکپارچگی غشا موثر است و باعث استحکام پیوند فسفولیپید و پروتئین شده و نشت یونی را که می‌تواند عاملی برای از دست دادن آب باشد کنترل می‌کند. نتیجه مشابه در مورد کاهش وزن توسط Angeletti و همکاران (۲۰۱۰) اعلام شد.



شکل ۱- اثر متقابل تیمار نانو کلسیم و زمان بر مواد جامد محلول (A)، pH عصاره میوه (B)، کاهش وزن (C) و محتوای کاروتنوئید (D) میوه فلفل شیرین در طول دوره‌های مختلف نگهداری. خطوط نشان‌دهنده SE و حروف غیرمشابه نشان‌دهنده معنی‌دار بودن براساس آزمون دانکن می‌باشد.

نتایج این مطالعه نشان داد که میزان اسید آلی، ویتامین ث و محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی (کلروفیل *a*، *b* و کل) در طی گذشت زمان کاهش معنی‌داری یافتند. تیمار نانو کلسیم سبب افزایش میزان اسید آلی، ویتامین ث و محتوای رنگیزه‌ها (کلروفیل *a*،

b و کل) نسبت به میوه‌های شاهد شد. بیشترین میزان این شاخص‌ها در گیاهان شاهد مشاهده شد. در طول زمان به علت افزایش شدت تنفس و یا تبدیل شدن اسیدهای آلی به قند از میزان اسیدهای آلی در عصاره میوه کاسته می‌شود. در طول دوره انبار نیز به دلیل فعالیت بافت‌های زنده اسید آلی در جریان تنفس تجزیه می‌شود. کاربرد تیمارهای کلسیمی کاهش تنفس را به دنبال دارد که این امر استفاده از اسیدهای آلی در واکنش‌های آنزیمی وابسته به تنفس و تبدیل آن به دی‌اکسیدکربن و آب را کاهش می‌دهد. Ibrahim (۲۰۰۵) و Ramana-Rao و همکاران (۲۰۱۱) نتایج مشابه این مطالعه در مورد اسید آلی را گزارش نمودند. در طی زمان به دلیل افزایش اکسیداسیون حاصل از کاهش آب میزان ویتامین ث نیز کاهش می‌یابد. استفاده از تیمار نانو کلسیم باعث کاهش نفوذ اکسیژن می‌شود و اکسیداسیون کمتر صورت می‌گیرد در نتیجه محتوای ویتامین ث باقی می‌ماند. در مطالعه Aguayo و همکاران (۲۰۱۰) تیمارهای کلسیم آسکوربات محتوای ویتامین ث را در سطوح بالایی نسبت به گیاهان شاهد نگه داشتند. در بسیاری از میوه‌ها از جمله فلفل کاهش سریع در میزان کلروفیل همراه با افزایش میزان کاروتنوئید اتفاق می افتد. این رویداد نتیجه تبدیل کلروپلاست به کروموپلاست است که در جریان رسیدن و بلوغ میوه اتفاق می‌افتد. محتوای کلروفیل در طول انبارداری کاهش می یابد که این کاهش همزمان با آغاز بیوسنتز کاروتنوئید است. تیمارهای کلسیمی با به تعویق انداختن پروسه پیری باعث تاخیر در تجزیه کلروفیل و تشکیل کاروتنوئید می‌شوند. محتوای کلروفیل و کاروتنوئید *Momordica charantia* در طول رسیدگی میوه به ترتیب کاهش و افزایش یافت.کاربرد غلظت ۷۰ mM پکتات کلسیم نیز در گیاه فوق محتوای پیگمانی را بهبود بخشید (Anbarasan & Tamilmani, 2013).



شکل ۱- اثر متقابل تیمار نانو کلسیم و زمان بر اسید آلی (A)، ویتامین ث (B)، کلروفیل *a* (C)، کلروفیل *b* (D) و کلروفیل کل (E) میوه فلفل شیرین در طول دوره‌های مختلف نگهداری. خطوط نشان‌دهنده SE و حروف غیرمشابه نشان‌دهنده معنی‌دار بودن براساس آزمون دانکن می‌باشد.

یافته‌های بدست آمده نشان می‌دهد که تیمار نانو کلسیم به کار برده شده توانسته اثر معنی‌داری بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی میوه فلفل داشته باشد و بنابراین می‌توان از تیمارهای پیش از برداشت نانو کلسیم در حفظ کیفیت میوه فلفل شیرین در زمان نگهداری پس از برداشت استفاده نمود.

منابع

1. Anbarasan, A., Tamilmani, C. 2013. Effect of calcium pectate on the biochemical and pigment changes during the ripening of bitter gourd fruit (*Momordica charantia* L Var-Co-1). Asian Journal of Plant Science and Research. 3(4): 51-58.
2. Angeletti, P., Castagnasso, H., Miceli, E., Terminiello, L., Concellón, A., Chaves, A., Vicente, A. R. 2010. Effect of preharvest calcium applications on postharvest quality, softening and cell wall degradation of two blueberry (*Vaccinium corymbosum*) varieties. Postharvest Biology and Technology. 58: 98-103.
3. Aguayo, E., Jackman, C., Stanley, R., Woolf, A. 2010. Effects of calcium ascorbate treatments and storage atmosphere on antioxidant activity and quality of fresh-cut apple slices. Postharvest Biol. Tec. 57: 52-60.
4. AOAC, 1994. Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis, 16th ed. AOAC.
5. Harsini, M. G., Habibi, H. and Talaei, G. H. 2014. Study the effects of iron nano chelated fertilizers foliar application on yield and yield components of new line of wheat cold region of Kermanshah provence. Agricultural Advances. 3(4): 95-102.
6. Ibrahim, F.E. 2005. Effect of postharvest treatments on storage ability and keeping quality of Amaar apricot fruits. Ann. Agric. Sci. Moshtohor 43: 849–867.
7. Lichtenthaler, H. K. 1987. Chlorophylls and Carotenoids: Pigments of Photosynthetic Biomembranes. Methods in Enzymology. 148: 350-382.
8. Mayfeld, J. L., Kelley, W. T. 2012. Blossom-End Rot and Calcium Nutrition of Pepper and Tomato. UGA Cooperative Extension Circular 938. University of Georgia, Athens, GA.
9. Mazumdar, B.C., Majumder, K. 2003. Methods on Physico-chemical Analysis of Fruits. Daya Publishing House, Delhi, India, pp. 93–139.
10. Ramana Rao, T. V., Gol, N. B., Shah, K. K. 2011. Effect of postharvest treatments and storage temperatures on the quality and shelf life of sweet pepper (*Capsicum annum* L.). Scientia Horticulturae. 132: 18-26.

Effect of preharvest treatment of nano calcium on postharvest of sweet paper (*Capsicum annum* L.)

F. Amini[1*], L. Bayat[2], S. Hosseinkhani

1-Department of Biology, Faculty of Sciences, Arak University, Arak 38156-8-8349, Iran 2-MSc. of Plant physiology

*Corresponding author: F-Amini@araku.ac.ir

Abstract

One limitation of maintenance, marketing and export of sweet pepper is quick ripening after harvest and microbial spoilage which reduces the product' quality and corruption. Preharvest treatments can prevent of these problems in postharvest.The effect of preharvest nano calcium treatment on the quality and biochemical parameters of sweet pepper fruits were evaluated. For this purpose, sweet pepper plants treated with two concentrations (0, 4 and 8 g/l) of nano calcium in five stages (50, 60, 70, 80 and 90 days after pepper planting). 100 days after plant culture, pepper fruits were harvested and packaged in plastic bags and stored at 20 ºC temperature. Then parameters such as total soluble solids, titrable acidity, pH, ascorbic acid, weight loss, chlorophyll and carotenoid contents ere evaluated at 0, 7, 14 and 21 days of storage period. The results showed that in all periods times, Nano calcium treated fruits had lower levels of total soluble solids, pH, weight loss, carotenoids and higher levels of titrable acidity, ascorbic acid and chlorophyll compared to the control plants. Therefore, commercial application of preharvest nano calcium can be considered for the maintenance of quality of sweet peppers during storage and marketing.

Key words: Biochemical parameters, Nano calcium treatment, Sweet pepper.