تأثیر نانوامولسیون اسانس آویشن باغی و پونه و پوشش کربوکسی متیل سلولز بر عمر پس از برداشت میوه توت‌فرنگی

زهرا جوانمردی*[۱]، محمود کوشش‌صبا[۲]، هیمن نوربخش[۳]، جهانشیر امینی[۴]

[۱،۲] گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، ایران

[۳] گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، ایران

[۴] گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، ایران

*نویسنده مسئول: javanmard.zahra111@gmail.com

چکیده

میوه توت‌فرنگی به‌دلیل حساسیت بالا به عوامل قارچی عمر پس ازبرداشت کوتاهی دارد. از این‌رو استفاده از روش‌های ایمن همانند اسانس‌های گیاهی و پوشش‌های خوراکی جهت کنترل پوسیدگی و حفظ کیفیت میوه توت‌فرنگی طی دوره‌ی پس از برداشت امری ضروری می‌باشد. البته استفاده از اسانس‌ها به دلیل محلولیت پایین در آب، فشار بخار بالا و ناپایداری فیزیکی و شیمیایی با محدودیت‌هایی همراه است. در این راستا پس از استخراج اسانس آویشن باغی و پونه نانوامولسیون آن‌ها به روش خود بخودی تهیه گردید و تأثیر آن‌ها با پوشش کربوکسی متیل سلولز (CMC) روی برخی خصوصیات کیفی و ضایعات پس از برداشت میوه توت‌فرنگی طی دوره انبارداری (دمای۴ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی۹۰ تا ۹۵ درصد) در روزهای صفر، ۳، ۶، ۹ و ۱۲ ارزیابی گردید. بر اساس نتایج، تیمار نانوامولسیون اسانس همراه پوشش CMC سبب کاهش از دست‌دادن وزن و حفظ مواد جامد محلول نسبت به تیمار شاهد گردید. همچنین تیمار نانوامولسیون اسانس آویشن ۰/۵ درصد + CMC ۰/۵ درصد سبب حفظ میزان اسیدیته قابل تیتراسیون میوه در طول دوره نگه‌داری شد. با توجه به نتایج این پژوهش می‌توان نانوامولسیون اسانس همراه پوشش CMC را به‌عنوان جایگزین قارچ‌کش‌های شیمیایی در افزایش عمر پس از برداشت میوه توت‌فرنگی پیشنهاد کرد.

واژه‌های کلیدی : اسانس، توت‌فرنگی، خودبخودی، نانوامولسیون

مقدمه

توت‌فرنگی(*Fragaria × ananassa*) از خانواده *Rosaceae* و جنس *Fragaria* می‌باشد و منبعی غنی از فیبر و ترکیبات زیست‌فعال مانند: ویتامین‌ها، فنول‌ها و آنتوسیانین‌ها است (Gol *et al*., 2013). به‌دلیل حساسیت بالای میوه توت‌فرنگی به آسیب‌های مکانیکی و حمله میکروارگانیسم‌ها و دیگر عوامل مؤثر در کاهش کیفیت، توسعه روش‌های جدید و سالم برای کاهش پوسیدگی‌های قارچی و افزایش عمر پس از برداشت توت‌فرنگی ضروری می‌باشد. استفاده از اسانس‌های گیاهی جهت کنترل بیماری‌های پس از برداشت میوه‌ها به‌عنوان روشی جدید در چند سال اخیر مطرح شده است. این ترکیبات نه تنها فاقد اثرات جانبی بوده، بلکه به‌دلیل خاصیت ضداکسایشی، سبب افزایش کیفیت و طول دوره انبارداری میوه‌ها می‌شوند (Plaza *et al*., 2004). درحالیکه کاربرد اسانس‌ها عموماً به‌دلیل حلالیت پایین در آب، فشار بخار بالا و ناپایداری فیزیکی و شیمیایی با مشکلاتی همراه می‌باشد. همچنین، اسانس‌ها تأثیرات حسی (ارگانولپتیک) نیز دارند و در محصولات ایجاد بو و مزه می‌کنند (Hyldgaard *et al*. 2012). اخیراً درون‌پوشانی کردن اسانس‌ها با استفاده از سامانه‌های امولسیونی، روش مناسبی برای کاهش این اثرات می‌باشد که با توجه به کوچک‌تر بودن اندازه ذرات نقش مهمی در افزایش پایداری و نیمه‌ی عمر ماده‌ی مؤثره و سهولت رسیدن به‌موضع اثر دارد (Donsi *et al*., 2011).

یکی دیگر از روش‌های مورد استفاده جهت افزایش ماندگاری و کاهش ضایعات پس از برداشت، استفاده از پوشش‌ها می‌باشد. پوشش‌های خوراکی لایه‌نازکی از ترکیبات خوراکی می‌باشند که می‌توانند فعالیت‌های تنفسی و کیفیت فرآورده را با ایجاد مانعی در مقابل انتقال رطوبت، اکسیژن و دی‌اکسیدکربن تحت تأثیر قرار دهند (Sogvar *et al*., 2016). کاربرد پوشش CMC در میوه توت‌فرنگی (Gol *et al*., 2013) و برش‌های سیب (Koushesh Saba and Sogvar, 2016) سبب حفظ کیفیت و افزایش عمر انبارمانی آن‌ها شده است. هدف از این تحقیق، تولید محلول نانوامولسیون اسانس آویشن باغی و پونه به روش خودبخودی و بهبود شرایط نگه‌داری در انبار میوه

توت‌فرنگی با تیمار نانوامولسیون اسانس و پوشش کربوکسی‌متیل‌سلولز (CMC) با تکنیک لایه‌به‌لایه بود. تا در صورت حصول نتایج مطلوب، از آن به‌عنوان قارچ‌کش‌های طبیعی جهت حفظ کیفیت و کاهش ضایعات پس از برداشت میوه توت‌فرنگی استفاده گردد.

مواد و روش‌ها

تهیه اسانس گیاهی: اندام‌های هوایی گیاه آویشن باغی و پونه از استان کردستان، شهرستان دهگلان جمع‌آوری گردید و در سایه خشک و نگه‌داری گردید. در این پژوهش، اسانس‌گیری به روش تقطیر با آب و با استفاده از دستگاه کلونجر انجام گردید (Marandi *et al.*, 2010).

تهیه محلول نانوامولسیون اسانس‌ها: نانوامولسیون‌ها از ترکیب سه جزء فاز آبی، اسانس و امولسیفایر به روش خودبخودی همراه با تیتراسیون فاز آلی درون فاز آبی ساخته شدند (Anton and Vandamme, 2009).

تهیه محلول CMC (کربوکسی متیل سلولز): به منظور تهیه محلول نیم درصد CMC، مقدار ۰/۵ گرم از ماده مورد نظر وزن گردید و پس از اضافه نمودن ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر روی هیتر با دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس و با استفاده از مگنت تا زمان حل شدن کامل هم‌زده شد. محلول تهیه شده به مدت دو ساعت در دمای اتاق تا سرد شدن کامل قرار داده شد.

اعمال تیمارها: برای این منظور از میوه‌های توت‌فرنگی رقم پاروس، سالم و عاری از هر گونه آسیب مکانیکی و یکسان از نظر رنگ و اندازه استفاده گردید و پس از شستشو با آب مقطر سترون جهت اعمال تیمارها به ۳ گروه تقسیم شدند. میوه‌های توت‌فرنگی به مدت ۳۰ ثانیه در دمای اتاق (۲۵ درجه سلسیوس) در تیمارهای نانوامولسیون اسانس‌ها و سپس تیمار CMC غوطه‌ور شدند. سپس میوه‌ها به مدت یک ساعت جهت خشک‌شدن در دمای اتاق نگه‌داری شدند. میوه‌های هر تیمار در ظرف پلی‌استایرینی توزیع گردید. میوه‌ها به مدت ۱۲ روز در دمای ۴ درجه سلسیوس در رطوبت ۷۵ درصد در سردخانه نگه‌داری شدند، نمونه‌برداری جهت اندازه‌گیری برخی از خصوصیات کیفی و ضایعات پس از برداشت توت‌فرنگی طی روزهای ۰، ۳، ۶، ۹ و ۱۲ انجام گردید (روز صفر روز برداشت از مزرعه). در هر زمان نمونه‌برداری، برای هر تیمار سه بسته میوه به عنوان سه تکرار مورد استفاده قرار گرفت.

اندازه‌گیری کاهش وزن: به‌منظور اندازه‌گیری کاهش وزن، بسته‌های میوه قبل از نگه‌داری با ترازوی دیجیتالی به‌عنوان وزن اولیه توزین گردید. همچنین در روزهای نمونه‌برداری نیز بسته‌های مربوط به آن زمان پس از خروج از سردخانه به عنوان وزن ثانویه وزن شدند. در نهایت درصد کاهش وزن میوه در طول دوره نگه‌داری با استفاده از رابطه زیر طبق استاندارد (AOAC, 1995) محاسبه گردید.

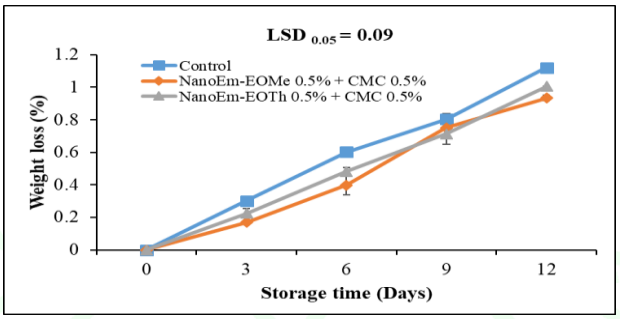
اندازه‌گیری مواد جامد محلول: به‌منظور اندازه‌گیری مواد جامد محلول، یک یا دو قطره از آب میوه صاف‌شده بر روی منشور انتشاردهنده دستگاه شکست سنج (Atago ATC, Japan) قرار داده شد. اعداد نشان داده شده توسط دستگاه بر حسب درجه بریکس (°Brix) گزارش گردید.

اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتراسیون: اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتراسیون با تیتر کردن انجام شد و نتایج بر حسب درصد اسید سیتریک محاسبه گردید (Selcuk and Erkan, 2015).

تجزیه آماری: آزمایش به‌صورت فاکتوریل با دو عامل تیمار و زمان در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام گردید. عامل اول تیمارها در ۳ سطح و عامل دوم زمان نگه‌داری در ۵ سطح (روزهای ۰، ۳، ۶، ۹ و ۱۲) بودند. تجزیه آماری داده‌ها با نرم افزار MSTATC و پس از بررسی نتایج جداول ANOVA مقایسه میانگین‌ها در سطح یک یا پنج درصد صورت گرفت و جهت رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

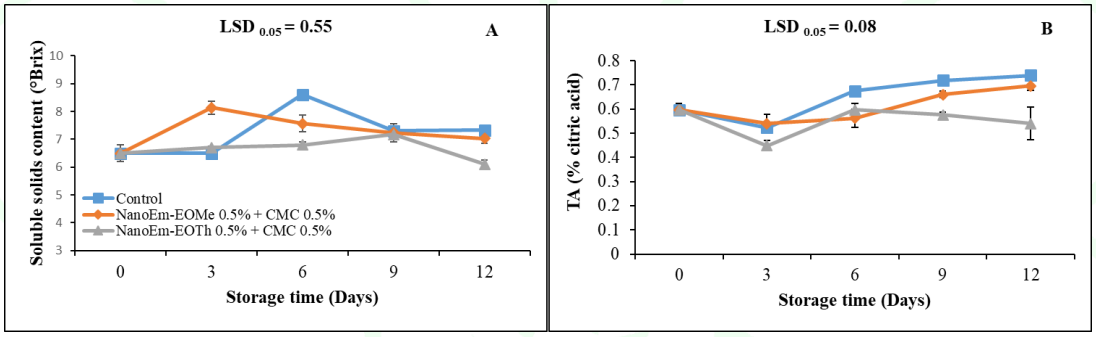
نتایج

درصد کاهش وزن: به‌طور معمول با افزایش دوره نگه‌داری درصد کاهش وزن میوه‌ها افزایش یافت. اما این افزایش به‌طور معنی‌داری در نمونه‌های شاهد بیشتر بود. به‌طوریکه تیمار شاهد پس از ۱۲ روز انبارداری دارای بیشترین درصد کاهش وزن (۱/۱۲ درصد) بود و در پایان دوره نگه‌داری تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای حاوی نانوامولسیون اسانس مشاهده نشد، شکل ۱.



شکل ۱- تغییرات درصد کاهش وزن در میوه‌های توت‌فرنگی تیمار شده با نانوامولسیون اسانس آویش باغی و پونه و کربوکسی متیل سلولز طی ۱۲ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سلسیوس، بارهای روی میانگین‌ها نشان‌دهنده خطای استاندارد.

مواد جامد محلول: تغییرات مواد جامد محلول در توت‌فرنگی‌های تیمار شده و شاهد طی دوره نگه‌داری در شکل ۲ نشان داده شده است. به طور کلی میزان مواد جامد محلول طی دوره نگه‌داری در میوه‌های شاهد از ۶/۵ درجه بریکس در روز برداشت به ۷/۳ درجه بریکس افزایش یافت، در حالیکه در میوه‌های تیمار داده شده روند نسبتاً ثابتی داشت و اختلاف معنی‌داری در مواد جامد محلول بین روز برداشت و پایان دوره نگه‌داری مشاهده نشد.



شکل ۲- تغییرات درصد مواد جامد محلول (TSS) (A)، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) (B) در میوه‌های توت‌فرنگی تیمار شده با نانوامولسیون اسانس آویشن باغی و پونه و کربوکسی متیل سلولز طی ۱۲ روز نگه‌داری در دمای ۴ درجه سلسیوس.

اسیدیته قابل تیتراسیون: میزان اسیدیته میوه توت‌فرنگی در طول دوره انبارداری در تیمار نانوامولسیون اسانس آویشن ۰/۵ درصد + CMC ۰/۵ درصد روند نسبتاً ثابتی داشت و اختلاف معنی‌داری در محتوای اسیدیته قابل تیتراسیون بین روز برداشت و پایان دوره نگه‌داری مشاهده نشد. اما در دو تیمار شاهد و نانوامولسیون اسانس پونه ۰/۵ درصد + CMC ۰/۵ درصد از ۰/۶۰ درصد به ترتیب به ۰/۷۴ و ۰/۷۰ درصد افزایش یافت و بین آن‌ها تفاوت معنی‌داری در شکل ۲ مشاهده نشد).

بحث

با افزایش مدت انبارمانی درصد کاهش وزن محصولات به‌علت تنفس، تبخیر و تعرق رطوبت از سطح میوه به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد (Vogler and Ernst, 1999)، که نتایج این پژوهش نیز به همین گونه بود، شکل ۱. پوشش‌های خوراکی با کاهش از دست رفتن آب و محافظت از پوست از صدمات مکانیکی و ترمیم زخم‌های کوچک شده اثرات مطلوبی در کم‌کردن کاهش وزن دارند (Sogvar *et al.*, 2016). مطالعات نشان دادند که برخی از اسانس‌های گیاهی، محصولات باغی را در برابر زوال زیستی حفظ می‌کنند (Plaza *et al.*, 2004). بنابراین احتمالا اثرات مثبت اسانس‌های گیاهی در میزان کاهش وزن میوه مربوط به کاهش شدت تنفس و به تأخیر انداختن پیری می‌باشد (Gao *et al.*, 2013). علاوه بر موارد ذکرشده، آلودگی‌های قارچی نیز از عوامل مؤثر بر کاهش وزن میوه می‌باشند (Montero-Prado *et al.*, 2011). بنابراین به نظر می‌رسد اثر تیمارها بر کاهش وزن احتمالا به‌دلیل جلوگیری از رشد عوامل بیماری‌زا در سطح میوه باشد. براساس مطالعات انجام شده، میزان مواد جامد محلول در میوه توت‌فرنگی طی دوره‌ی نگه‌داری افزایش و میزان اسیدیته قابل تیتراسیون کاهش می‌یابد، که دلیل آن شرکت اسیدهای آلی در فرآیند تنفس می‌باشد (Valero *et al.*, 2006). از طرف

دیگر در طول دوره نگه‌داری با تبدیل نشاسته به قند و یا تجزیه پلی‌ساکاریدهای دیواره سلولی و تبدیل آن‌ها به مواد جامد قابل‌حل که در اثر فرآیند پیری و تخریب سلولی رخ می‌دهد، میزان مواد جامد محلول در میوه‌ها افزایش می‌یابد (Ben and Gaweda, 1985). یکی دیگر از دلایل افزایش مواد جامد در طول دوره نگه‌داری از دست‌دادن آب و افزایش غلظت محتویات آب‌میوه می‌باشد (Sogvar *et al*., 2016). به‌نظر می‌رسد اثر مطلوب نانوامولسیون اسانس با پوشش CMC در عدم تغییرات میزان مواد جامد محلول طی دوره نگه‌داری مربوط به کاهش تبخیر و تعرق از سطح و همچنین کاهش میزان تنفس باشد. در مطالعه‌ای با تیمار اسانس دارچین روی میوه هلو گزارش کردند که میزان تجزیه مواد جامد محلول‌کاهش یافته و دلیل آن را به کاهش میزان تنفس در نتیجه‌ی استفاده از پوشش اسانس نسبت داده‌اند (Mohamadi and Aminifard, 2012).

نتیجه‌ای که از این پژوهش می‌توان گرفت این است که پوشش نانوامولسیون اسانس آویشن باغی و پونه با کربوکسی متیل سلولز سبب کاهش افت وزن و حفظ مواد جامد محلول توت‌فرنگی نسبت به تیمار شاهد می‌شود. همچنین تیمار نانوامولسیون اسانس آویشن ۰/۵ درصد + CMC ۰/۵ درصد میزان اسیدیته قابل تیتراسیون میوه را در طول دوره نگه‌داری در سطح مطلوب‌تری نسبت به تیمار شاهد حفظ نمود.

منابع

Anton, N., Vandamme, T.F. 2009. The universality of low-energy nano-emulsification. International Journal of Pharmaceutics, 377(1-2): 142-147.

AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16 th. Association of Official Analytical Chemists.

Ben, J., Gaweda, M. 1985. Changes of pectic compounds in Jonathan apples under various storage conditions. Acta Physiologiae Plantarum, 7: 45–54.

Donsì, F., Annunziata, M., Sessa, M., Ferrari, G. 2011. Nanoencapsulation of essential oils to enhance their antimicrobial activity in foods. LWT-Food Science and Technology, 44(9): 1908-1914.

Gao, P., Zhu, Z. Zhang, P. 2013. Effects of chitosan–glucose complex coating on postharvest quality and shelf life of table grapes. Carbohydrate Polymers, 95(1): 371-378.

Gol, N.B., Patel, P.R., Rao, T.V.R. 2013. Improvement of quality and shelf-life of strawberries with edible coatings enriched with chitosan. Postharvest Biology and Technology, 85: 185–195.

Hyldgaard, M., Mygind, T., Meyer, R.L. 2012. Essential oils in food preservation: mode of action, synergies, and interactions with food matrix components. Frontiers in Microbiology, 3: 1-12.

Koushesh Saba, M., Sogvar, O.B. 2016. Combination of carboxy methyl cellulose-based coatings with calcium and ascorbic acid impacts in browning and quality of fresh-cut apples. LWT-Food science and technology, 66: 165-171.

Marandi, R.J., Hassani, A., Ghosta, Y., Abdollahi, A., Pirzad, A., Sefidkon, F. 2010. *Thymus kotschyanus* and *Carum copticum* essential oils as botanical preservatives for table grape. Journal of Medicinal Plants Research, 4(22): 2424-2430.

Mohammadi, S., Aminifard, M.H. 2012. Effect of essential oils on postharvest decay and some quality factors of peach (*Prunus persica* var. Redhaven). Journal of Biolgy Environment and Science, 6(17): 147-153.

Montero-Prado, P., Rodriguez-Lafuente, A., Nerin, C. 2011. Active label-based packaging to extend the shelf-life of"Calanda" peach fruit: Changes in fruit quality and enzymatic activity. Postharvest Biology and Technology, 60(3): 211-219.

Plaza, P., Torres, R., Usall, J., Lamarca, N., Vinas, I. 2004. Evaluation of the potential of commercial post-harvest application of essential oils to control citrus decay. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 79(6): 935-940.

Selcuk, N., Erkan, M. 2015. Changes in phenolic compounds and antioxidant activity of sour-sweet pomegranates cv. 'Hicaznar'during long-term storage under modified atmosphere packaging. Postharvest Biology and Technology, 109: 30–39.

Sogvar, O.B., Koushesh Saba, M., Emamifar, A. 2016. *Aloe vera* and ascorbic acid coatings maintain postharvest quality and reduce microbial load of strawberry fruit. Postharvest Biology and Technology, 114: 29–35.

Valero, D., Valverde, J.M., Martínez-Romero, D., Guillén, F., Castillo, S., Serrano, M. 2006. The combination of modified atmosphere packaging with eugenol or thymol to maintain quality, safety and functional properties of table grapes. Postharvest Biology and Technology, 41(3): 317-327.
Vogler, B.K., Ernst, E. 1999. *Aloe vera*: a systematic review of its clinical effectiveness. British Journal of General Practice, 49(2): 82-90.

The effect of nanoemulsion of thyme and peppermint essential oil and carboxymethylcellulose coating on postharvest longevity of strawberry fruit.

Zahra Javanmardi[*1], Mahmoud Koushesh Saba[2], Himan Nourbakhsh[3], Jahanshir Amini[4]
[1,2] Department of Horticultural Sciences and Engineering Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
[3]Department of Food Science and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
[4]Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
**Corresponding Author: javanmard.zahra111@gmail.com*

Abstract

Strawberry fruit has a very short postharvest life because of its high susceptibility to fungal agents. Therefore, the application of safe methods such as essential oils and edible coatings to control the fruit decay and maintain the quality of strawberry fruit during the postharvest period is necessary. However, the use of essential oils is limited due to low water solubility, high vapor pressure and physical and chemical instability. Therefore, after extracting of thyme and peppermint essential oil, nano-emulsions (EO nano) were prepared using the spontaneous mechanism. The EO nano effect in combination with carboxymethylcellulose coating (CMC) on some quality attributes and post-harvest losses of strawberry fruit were evaluated during storage period (at 4 °C and 90-95% relative humidity) at days, 0, 3, 6, 9 and 12. Based on the results, the treatment of EO nano with CMC coating decreased the rate of weight loss and retained soluble solids compared to control. Also, treatment of nanoemulsion of thyme essential oil 0.5% + CMC 0.5% maintained the titratable acidity of the fruit during storage. According to the results of this study, it is possible to suggest a nanoemulsion of essential oil with CMC coating as an alternative to chemical fungicides to increase the post-harvest life of strawberry fruit.

Keywords: Essential oil, Nano-emulsions, Spontaneous, Strawberry