اثر پوشش کیتوزان و نانو فیبر کیتوزان بر کیفیت و انبارمانی میوه‌ی توت‌فرنگی رقم پاروس

مریم چوبتاشانی[۱]، محمد سیاری[۲]* و مصطفی کرمی[۳]

[۱]* دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

[۲] دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

[۳] استادیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

* نویسنده مسئول: *m.sayyari@basu.ac.ir*

چکیده

میوه‌های توت‌فرنگی به دلیل داشتن بافت نرم و حساسیت به پاتوژن‌ها عمر انباری کوتاهی دارند. کیتوزان نوعی پلیمر طبیعی است که دارای خاصیت ضد میکروبی بوده و می‌توان از آن به عنوان نوعی پوشش خوراکی بر روی میوه‌ها استفاده کرد. این پژوهش به منظور بررسی تأثیر کیتوزان و نانو فیبر کیتوزان بر عمر انباری و برخی ویژگی‌های کمی و کیفی میوه‌ی توت‌فرنگی رقم پاروس طی نگهداری در انبار سرد می‌باشد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. فاکتور اول تیمارها در ۵ سطح شامل شاهد، آب مقطر، کیتوزان ۰/۵ درصد، نانو فیبر کیتوزان ۰/۲ درصد و نانو فیبر کیتوزان ۰/۵ درصد بود و فاکتور دوم زمان انبارداری در پنج سطح شامل: ۱ (شروع انبارداری)، ۵، ۱۰، ۱۵ و۲۰ روز می‌باشد. نتایج نشان داد میوه‌های پوشش داده شده در مقایسه با شاهد و میوه‌های غوطه‌ور شده در آب مقطر عمر انباری طولانی‌تری داشتند. بیشترین میزان سفتی و آنتوسیانین و کمترین میزان کاهش وزن و پوسیدگی مربوط به میوه‌های پوشش داده شده در مقایسه با شاهد و میوه‌های غوطه ور شده در آب مقطر بود. بر اساس نتایج این پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که بین تیمارهای اعمال شده، نانو فیبر کیتوزان ۰/۵ درصد کیفیت میوه را در طی انبارداری تحت تأثیر قرار داد. به طور کلی، استفاده از کیتوزان به عنوان پوشش خوراکی منجر به حفظ خواص بیوشیمیایی و بهبود کیفیت و عمر قفسه‌ای توت‌فرنگی در طی نگهداری در انبار سرد شد.

کلمات کلیدی: ، انبار سرد، پوشش خوراکی، عمر انباری، فعالیت آنتی اکسیدانی

مقدمه

میوه‌ها و سبزی‌ها منابع مهمی از کربوهیدرات، پروتئین، اسیدهای آلی، ویتامین‌ها و مواد معدنی برای غذای بشر می‌باشند (Fallik, 2004). بیشتر میوه‌ها و سبزی‌ها فسادپذیر هستند. ضایعات پس از برداشت میوه‌ها و سبزی‌ها درکشورهای در حال توسعه در هنگام جابه‌جایی، حمل‌ونقل نگهداری و فرآوری صورت می‌گیرد ضایعات پس از برداشت میوه‌ها و سبزی‌ها در کشورهای در حال توسعه در هنگام جابه‌جایی، حمل‌ونقل نگهداری و فرآوری صورت می‌گیرد (Romanazzi *et al*., 2016). توت‌فرنگی میوه‌ی نافرازگرا بوده و به دلیل تنفس، رطوبت و فعالیت متابولیکی بالا و نیز حساسیت به پوسیدگی‌های میکروبی و قارچی، به خصوص کپک خاکستری حاصل از قارچ بوتریتیس بسیار فسادپذیر است (Aday and Caner, 2011). توت‌فرنگی دارای عمر انباری کمی بوده و نمی‌توان آن را برای مدت زمان طولانی نگهداری کرد. در این راستا بعضی تیمارها برای افزایش عمر محصول برداشت شده و حفظ کیفیت توت‌فرنگی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Hernández *et al*., 2008).

اخیراً، ترکیبات زیست تخریب‌پذیر مانند پوشش‌ها و فیلم‌های خوراکی برای نگهداری مواد غذایی مورد استفاده قرار گرفتند. مطالعات زیادی نشان داد که فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی از پروتئین‌ها، پلی‌ساکاریدها و لپیدها ساخته شدند و عمر قفسه‌ای محصولات باغبانی را بهبود می‌بخشند (Hui *et al*., 2016) و باعث حفظ کیفیت و تازگی میوه توت‌فرنگی می‌شود (ویو و همکاران، ۲۰۱۱) که از جمله آن‌ها می‌توان به کیتوزان اشاره کرد.

IrHC2019

کیتوزان یک پلی ساکارید طبیعی است که از استیل زدایی کتین به دست می‌آید. کتین از پوسته خرچنگ‌ها، پوسته‌ی میگو، پوسته حشره‌ای به نام پاپگاریوم[1] و نوعی قارچ استخراج می‌شود (De Moura *et al.*, 2011) اسم شیمیایی کیتوزان، poly (β-(1-4)-N-acetyl-D-glucosamine) می‌باشد (رومانزی و همکاران، ۲۰۱۶). ذرات نانوکیتوزان فواید زیادی در مقایسه با کیتوزان معمولی دارند، چرا که این ذرات نانو خواص بازدارندگی و عملی پوشش‌های خوراکی را از طریق افزایش مساحت سطحی بهبود می‌بخشد (Eshghi *et al.*, 2014).

طبق گزارشی میوه‌ی توت‌فرنگی تیمار شده با کیتوزان در پایان دوره انباری دارای کیفیت بهتر و مقدار آنتوسیانین بیشتری در مقایسه با شاهد بود (Wang and Ding, 2013). Gholamipour Fard و همکاران (۲۰۱۰) اثر کیتوزان را بر روی کاهش وزن و عمر انبارمانی فلفل بررسی کردند و دریافتند که فلفل‌های تیمار شده با کیتوزان به دلیل تنفس و تعرق کمتر از کاهش وزن کمتری نسبت به شاهد برخوردار بودند.

پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر پوشش خوراکی کیتوزان و فیبر نانو کیتوزان برا ی حفظ کیفیت و عملکرد میوه توت فرنگی رقم پاروس در طی انبار داری انجام شد.

مواد و روش‌ها

برای انجام پژوهش حاضر میوه‌های توت‌فرنگی رقم پاروس از یکی از مزارع استان کردستان که مورد تأیید سازمان جهاد کشاورزی بود، تهیه گردید. برداشت میوه‌های توت‌فرنگی در اردیبهشت ۱۳۹۷ در ساعات اولیه صبح انجام شد.

این پژوهش به صورت یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۲ فاکتور تیمار و زمان نگهداری در انبار سرد، در ۳ تکرار و در مجموع ۷۵ واحد آزمایشی اجرا شد. فاکتور اول تیمارها شامل ۵ سطح به شرح ذیل بودند: شاهد (خشک)، تیمار آب مقطر (شاهدتر)، کیتوزان ۰/۵ درصد، نانو فیبر کیتوزان ۰/۲ درصد و نانو فیبر کیتوزان ۰/۵ درصد. فاکتور دوم زمان نگهداری میوه در انبار در ۵ سطح (صفر، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ روز پس از شروع انبارداری) و درکل ۲۵ تیمار اعمال گردید. با در نظر گرفتن تعداد میوه‌ها در هر تکرار حاوی ۱۰ عدد میوه و در هر تیمار ۳۰ عدد و در مجموع ۷۵۰ عدد میوه منظور گردید. تیمارهای کیتوزان و نانو فیبر کیتوزان به صورت غوطه‌وری به مدت ۲ دقیقه اعمال شدند. سپس میوه‌ها در دمای اتاق قرار گرفتند تا خشک شوند بعد از اینکه میوه‌ها خشک شدند به تعداد ۱۰ عدد میوه در ظرف پلاستیکی درب دار قرار گرفتند. ۷۵ ظرف پلاستیکی هر کدام با ۱۰ میوه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷۰ درصد داخل سردخانه قرار گرفتند. و پس از هر دوره‌ی انباری صفات کمی و کیفی (کاهش وزن ، درصد پوسیدگی، سفتی بافت میوه و میزان آنتوسیانین) مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث

جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای کیتوزان و نانو فیبر کیتوزان بر کاهش وزن، درصد پوسیدگی، سفتی و میزان آنتوسیانین در سطح یک درصد معنی‌دار شد. اثر زمان انبارداری برکاهش وزن، درصد پوسیدگی و سفتی و میزان آنتوسیانین در سطح یک درصد معنی دار شد. اثر متقابل تیمار و زمان انبارداری بر کاهش وزن، درصد پوسیدگی، سفتی و میزان آنتوسیانین در سطح یک درصد معنی‌دار شد. بر اساس مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار و زمان انبارداری نشان داد کمترین درصد کاهش وزن مربوط به روز شروع انبارداری و بیشترین درصد کاهش وزن مربوط به تیمار شاهد در روز آخر انبارداری بود که در بین تیمارها در روز آخر انبارداری تیمار نانو فیبر کیتوزان کمترین میزان درصد کاهش وزن را به خود اختصاص داد. میزان پوسیدگی در میوه‌ی توت‌فرنگی طی انبارداری به مدت بیست روز یک روند صعودی داشت. بیشترین میزان مربوط به روز آخر انبارداری مربوط به تیمار شاهد و تیمار آب مقطر و کمترین میزان مربوط به میوه‌های پوشش داده شده بود که در بین آن‌ها تیمار نانو فیبر کیتوزان ۰/۵ درصد کمترین پوسیدگی را نشان داد. بین میوه‌های تیمار شاهد و تیمار آب مقطر با میوه‌های تیمار شده با کیتوزان و نانو فیبر کیتوزان در تمام دوره‌ها در سطح احتمال پنج درصد اختلاف

[1]- Puparium

IrHC2019

معنی‌داری مشاهده گردید. بیشترین میزان سفتی بافت میوه‌ی توت‌فرنگی رقم پاروس مربوط به روز شروع انبارداری و کمترین مربوط به روز آخر انبارداری تیمار شاهد بود و در روز آخر انبارداری بیشترین میزان سفتی بافت میوه مربوط به تیمار نانو فیبر کیتوزان ۰/۵ درصد بود. کمترین میزان آنتوسیانین مربوط به تیمار شاهد در روز بیستم و بیشترین میزان مربوط به روز شروع انبارداری هست. در روز بیستم اختلاف معنی‌داری بین تیمار شاهد، تیمار آب مقطر وجود نداشت امّا با تیمار کیتوزان ۰/۵ درصد و تیمارهای نانو فیبر کیتوزان ۰/۲ درصد و نانو فیبر کیتوزان ۰/۵ درصد در سطح ۵ درصد مشاهده شد که بیشترین میزان آنتوسیانین مربوط به تیمار نانو فیبر کیتوزان ۰/۵ درصد بود (جدول ۱).

جدول ۱: مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف کیتوزان و نانو فیبر کیتوزان بر کاهش وزن، درصد پوسیدگی، سفتی و میزان آنتوسیانین میوه توت‌فرنگی رقم پاروس طی انبارداری

تیمارها	کاهش وزن (درصد)	پوسیدگی (درصد)	سفتی (گرم بر میلی مترمربع)	آنتوسیانین (میلی‌گرم بر گرم وزن تازه)
شاهد	۲۰/۹۰^{a}	۳/۷۶^{a}	۲/۶۶^{d}	۳۳/۴۷^{c}
تیمار آب مقطر (شاهدتر)	۲۰/۴۳^{a}	۳/۸۰^{a}	۲/۵۴^{d}	۳۳/۴۹^{c}
کیتوزان ۰/۵ درصد	۱۳/۱۴^{b}	۲/۰۸^{b}	۳/۳۵^{c}	۴۱/۳۰^{b}
نانو فیبر کیتوزان ۰/۲ درصد	۹/۹۶^{c}	۱/۵۶^{c}	۴/۰۱^{b}	۴۹/۷۹^{a}
نانو فیبر کیتوزان ۰/۵ درصد	۸/۴۴^{d}	۱/۴۲^{c}	۴/۵۴^{a}	۵۲/۱۷^{a}

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن می‌باشد.

کاهش وزن میوه‌ی توت‌فرنگی در طی انبارداری، به دلیل تبخیر رطوبت سلول‌ها در اثر تنفس افزایش می‌یابد که به دما و رطوبت انبار نیز بستگی دارد. در میوه‌های پوشش داده شده با کیتوزان و نانو فیبر کیتوزان کاهش وزن کمتری مشاهده شد. به نظر می‌رسد تیمارهای کیتوزان و نانو فیبر کیتوزان با کاهش سرعت تنفس و از دست دادن آب سبب کاهش تغییرات وزنی میوه‌ی توت‌فرنگی شده است. که نتایج پژوهش‌هایی روی میوه لونگان (Shi *et al*., 2013) و لوکوات (Song *et al*., 2016) همانند نتایج این پژوهش بود. مطالعات مختلف نشان داد که کیتوزان توان بالقوه‌ای برای جلوگیری از پوسیدگی‌های قارچی دارد و در نتیجه عمر انباری را در انواع مختلفی از میوه‌ها، از جمله توت‌فرنگی افزایش می‌دهد (Romanazzi *et al*., 2016). طبق نتایج به دست آمده از این آزمایش پوشش خوراکی کیتوزان و نانو فیبر کیتوزان بر کاهش پوسیدگی طی دوره‌ی انبارداری مؤثر بوده است همانند نتایج بدست آمده روی میوه‌ی خیار (Mohammadi *et al*., 2015) و میوه‌ی توت‌فرنگی (Ventura-Aguilar *et al*., 2018). امّا این پوشش بر پوسیدگی انگور ریش بابای قرمز تأثیر معنی‌داری نداشت که نتایج پژوهش حاضر با این نتیجه مغایرت داشت. سفتی بافت میوه معیار مهمی برای کیفیت خوراکی و بازارپسندی و عمر قفسه‌ای میوه می‌باشد (Ozturk *et al*., 2012) و کاهش استحکام گوشت میوه مشکل جدی است که منجر به کاهش کیفیت محصولات می‌شود (Kovacs *et al*., 2005) که در پژوهش ما پوشش کیتوزان و نانو فیبر کیتوزان تواست سفتی بافت میوه را در مقایسه با شاهد حفظ کند که همانند پژوهش‌های (Hong *et al*., 2012) روی میوه‌ی گواوا (Yan *et al*., 2019) و میوه‌ی توت‌فرنگی بود، امّا روی سفتی میوه‌ی سیب گلاب رقم کهنز تأثیر معنی داری نداشت که با نتایج پژوهش حاضر مغایرت داشت. آنتوسیانین‌ها گروهی از ترکیبات فنلی هستند که مسئول ایجاد رنگ قرمز آبی در اکثر میوه‌ها و سبزی‌ها می‌باشند (Mullen *et al*., 2002) و این ترکیبات نقش مهمی در سلامتی انسان دارند (García-Alonso *et al*., 2004). Eshghi و همکاران (۲۰۱۴) بیان کردند، که پوشش خوراکی نانوکیتوزان روی میوه توت‌فرنگی در حفظ میزان آنتوسیانین با وجود روند نزولی این ماده طی انبارداری در مقایسه با شاهد مؤثر واقع شد و اختلاف معنی‌داری داشتند که همانند این پژوهش بود. Melo و همکاران (۲۰۱۸) بیان کردند که پوشش خوراکی نانوکیتوزان تأثیر معنی‌داری در میزان آنتوسیانین میوه‌ی انگور نداشت که نتایج پژوهش حاضر با این نتایج مغایرت داشت.

بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش روی میوه‌ی توت‌فرنگی پوشش خوراکی کیتوزان و نانو فیبر توانست ویژگی‌های کمی و کیفی این میوه را حفظ کند که در بین تیمارها نانو فیبر کیتوزان مؤثرتر واقع شد.

IrHC2019

منابع

Aday, M. S., and Caner, C. 2011. "The applications of 'active packaging and chlorine dioxide for extended shelf life of fresh strawberries". Packaging Technology and Science. 24(3): 123-136.

De Moura, C. M., de Moura, J. M., Soares, N. M., and de Almeida Pinto, L. A. 2011. "Evaluation of molar weight and deacetylation degree of chitosan during chitin deacetylation reaction: used to produce biofilm". Chemical Engineering and Processing: Process Intensification. 50(4): 351-355.

Eshghi, S., Hashemi, M., Mohammadi, A., Badii, F., Mohammadhoseini, Z., and Ahmadi, K. 2014. "Effect of nanochitosan-based coating with and without copper loaded on physicochemical and bioactive components of fresh strawberry fruit (*Fragaria x ananassa Duchesne*) during storage". Food and Bioprocess Technology. 7(8): 2397-2409.

Fallik, E. 2004. "Prestorage hot water treatments (immersion, rinsing and brushing)". Postharvest biology and technology. 32(2): 125-134.

García-Alonso, M., Rimbach, G., Rivas-Gonzalo, J. C., and de Pascual-Teresa, S. 2004. "Antioxidant and cellular activities of anthocyanins and their corresponding vitisins a studies in platelets, monocytes, and human endothelial cells". Journal of Agricultural and Food Chemistry. 52(11): 3378-3384.

Gholamipour Fard, K., Kamari, S., Ghasemnezhad, M., and Ghazvini, R. F. 2010. "Effect of chitosan coating on weight loss and postharvest quality of green pepper (*Capsicum annum* L.) Fruits". In VI International Postharvest Symposium. 877: 821-826.

Hernández-Muñoz, P., Almenar, E., Del Valle, V., 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(2): 428-435.

Hong, K., Xie, J., Zhang, L., Sun, D., and Gong, D. 2012. "Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of guava (*Psidium guajava* L.) Fruit during cold storage". Scientia Horticulturae. 144: 172-178.

Hui, G., Liu, W., Feng, H., Li, J., and Gao, Y. 2016. "Effects of chitosan combined with nisin treatment on storage quality of large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*). Food chemistry". 203: 276-282.

Kovacs, E., Hertog, M. L. A. T. M., Róth, E., Vanstreels, E., and Nicolai, B. 2005. "Relationship between physical and biochemical parameters in apple softening". In V International Postharvest Symposium. 682: 573-578).

Melo, N. F. C. B., De MendonçaSoares, B. L., Diniz, K. M., Leal, C. F., Canto, D., Flores, M. A., ... and Stamford, T. C. M. 2018. "Effects of fungal chitosan nanoparticles as eco-friendly edible coatings on the quality of postharvest table grapes". Postharvest Biology and Technology. 139: 56-66.

Mohammadi, A., Hashemi, M., and Hosseini, S. M. 2015. "Chitosan nanoparticles loaded with Cinnamomum zeylanicum essential oil enhance the shelf life of cucumber during cold storage". Postharvest Biology and Technology. 110: 203-213.

Mullen, W., McGinn, J., Lean, M. E., MacLean, M. R., Gardner, P., Duthie, G. G., and Crozier, A. 2002. Ellagitannins, flavonoids, and other phenolics in red raspberries and their contribution to antioxidant capacity and vasorelaxation properties. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 50(18): 5191-5196.

Ozturk, B., Kucuker, E., Karaman, S., and Ozkan, Y. 2012. "The effects of cold storage and aminoethoxyvinylglycine (AVG) on bioactive compounds of plum fruit (Prunus salicina Lindell cv.'Black Amber')". Postharvest Biology and Technology. 72: 35-41.

Romanazzi, G., Smilanick, J. L., Feliziani, E., and Droby, S. 2016. "Integrated management of postharvest gray mold on fruit crops". Postharvest Biology and Technology. 113: 69-76.

Shi, S., Wang, W., Liu, L., Wu, S., Wei, Y., and Li, W. 2013. "Effect of chitosan/nano-silica coating on the physicochemical characteristics of longan fruit under ambient temperature". Journal of Food Engineering. 118(1): 125-131.

Song, H., Yuan, W., Jin, P., Wang, W., Wang, X., Yang, L., and Zhang, Y. 2016. "Effects of chitosan/nano-silica on postharvest quality and antioxidant capacity of loquat fruit during cold storage". Postharvest Biology and Technology. 119: 41-48.

Ventura-Aguilar, R. I., Bautista-Baños, S., Flores-García, G., and Zavaleta-Avejar, L. 2018. "Impact of chitosan based edible coatings functionalized with natural compounds on Colletotrichum fragariae development and the quality of strawberries". Food Chemistry. 262:142-149.

Vu, K. D., Hollingsworth, R. G., Leroux, E., Salmieri, S., and Lacroix, M. 2011. "Development of edible bioactive coating based on modified chitosan for increasing the shelf life of strawberries". Food Research International. 44(1): 198-203.

Wang, S. Y., and Gao, H. 2013. "Effect of chitosan-based edible coating on antioxidants, antioxidant enzyme system, and postharvest fruit quality of strawberries (*Fragaria* x *aranassa* Duch.)". LWT-Food Science and Technology. 52(2): 71-79.

IrHC2019

Yan, J., Luo, Z., Ban, Z., Lu, H., Li, D., Yang, D., and Li, L. 2019. "The effect of the layer-by-layer (LBL) edible coating on strawberry quality and metabolites during storage". Postharvest Biology and Technology. 147: 29-38.

The effects of chitosan and nano-chitosan fiber on quality and storability of strawberry fruits cv. Parous

Maryam Choobtashany[1], Mohammad Sayyari[2*] and Mostafa Karami[3]
[1] Former M.Sc. student, Department of Horticultural Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
[2] Department of Horticultural Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
[3]Department of Food Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
Corresponding Author: m.sayyari@basu.ac.ir

Abstract
Strawberries fruits have short shelf life due to their soft tissue and high respiration rate and sensitivity to pathogens. Chitosan is a natural polymer that has antimicrobial properties and can be used as a kind of edible coating on fruits. This research was conducted to investigate the effect of chitosan and nano-chitosan fiber on storage life and some quantitative and qualitative properties of strawberry fruit cv. Parous during cold storage. A factorial experiment based on completely randomized design with two factors was performed in this research. First factor was treatments with 5 levels including, control, distilled water, 0.5% chitosan, 0.2% and 0.5% nano-chitosan fiber and second factor was storage time with 5 levels. At the beginning of storage and after 5, 10, 15 and 20 days some qualitative parameters were evaluated. The results showed that the coated fruits had longer storage life compared with the controls and fruits which dipped in distilled water. The highest firmness and anthocyanin and the lowest amount of weight loss and decay were observed in the coated fruits compared with the controls and fruits which dipped in distilled water. According to the results of this research, it can be concluded that among the treatments, nano-chitosan fiber 0.5% influenced fruit quality during storage. Generally, application of chitosan as edible coating led to preserving biochemical properties and improving the quality and shelf life of strawberries during cold storage.

Keywords: Strawberry, Chitosan, Nano-Chitosan

IrHC2019