

تأثیر پوشش خوراکی زئین ذرت و کلرید کلسیم بر بهبود خواص کیفی و افزایش عمر انباری زردآلو

شهین زمردی*

* نگارنده مسئول: استادیار بخش فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، نشانی: ارومیه، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، ص. پ. ۳۶۵، تلفن: ۰۴۴(۰۳۲۷۲۲۲۱۰)، پیام‌نگار: shahinzomorodi@gmail.com
تاریخ دریافت: ۹۲/۷/۱۰؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۱/۱۹

چکیده

به منظور بهبود خواص کیفی و افزایش دوره نگهداری زردآلو، پژوهشی با استفاده از آزمایش فاکتوریل با ۲ فاکتور و ۲ تکرار اجرا شد. فاکتور اول نوع تیمار در ۴ سطح شامل: شاهد، پوشش داده شده با زئین، فروبری شده در محلول کلرید کلسیم ۱ درصد و پوشش داده شده با زئین حاوی ۱ درصد کلرید کلسیم، فاکتور دوم مدت زمان نگهداری در سردخانه در ۵ سطح ۱، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ روز بود. نتایج تجزیه آماری داده‌ها نشان می‌دهد که در پایان دوره نگهداری، در دو تیمار پوشش داده شده با زئین، میزان سفتی بافت، ویتامین C و اندیس L^* به طور معنی‌دار بیشترین و درصد افت وزنی و درصد مواد جامد انحلال‌پذیر کمترین مقدار است. امتیاز ظاهری و رنگ نمونه‌های پوشش‌دار نیز به طور معنی‌دار بیشتر از امتیاز ظاهری و رنگ میوه‌های بدون پوشش است. از لحاظ طعم، بین زردآلوهای پوشش داده شده و پوشش داده نشده اختلاف معنی‌داری دیده نمی‌شود. بنابراین، پوشش زئین نه تنها تأثیر نامطلوب بر خواص حسی زردآلوه‌ها ندارد، بلکه موجب بهبود خواص کیفی زردآلوه‌ها نیز می‌شود. ترکیب هم‌زمان کلرید کلسیم و پوشش زئین، نسبت به پوشش زئین تنها، تأثیر معنی‌داری بر خصوصیات زردآلوه‌ها ندارد. فروبری در محلول کلرید کلسیم ۱ درصد نیز موجب حفظ سفتی بافت، حفظ ویتامین C و کاهش افت وزنی زردآلوه‌ها، در مقایسه با نمونه شاهد، می‌شود.

واژه‌های کلیدی

انبار سرد، زردآلو، زئین، خواص کیفی، کلرید کلسیم

مقدمه

غذایی را از واکنش‌های نامطلوب میکروبی، شیمیایی و صدمات مکانیکی محافظت می‌کند. این پوشش‌ها انواع متفاوت دارند که در میان آنها زئین ذرت در مقایسه با سایر پروتئین‌های گیاهی مورد استفاده برای تهیه فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی دارای خواص منحصر به فردی است. این ترکیب دارای درصد بالایی از آمینو اسیدهای غیرقطبی، و در مقابل، نسبت کمی از آمینو اسیدهای اسیدی است. زئین پس از تبدیل شدن به فیلم، در مقایسه با سایر فیلم‌های تهیه شده از پروتئین‌های گیاهی نفوذپذیری کمتری به بخار آب دارد. به طور کلی اجزای پرولامینی پروتئین‌های ذرت از جمله زئین برای لایه

در سال‌های اخیر توجه زیادی به تولید فیلم‌های زیست‌تخریب‌پذیر و کاربردهای صنعتی آنها شده است. پوشش‌های خوراکی لایه‌ای نازک از مواد هستند که با غوطه‌وری، اسپری کردن و غلتاندن بر سطح ماده غذایی قرار می‌گیرند و در برابر انتقال رطوبت، اکسیژن و مواد حل شده در آن ماده غذایی سدی ایجاد می‌کنند. این فیلم‌ها را مصرف‌کننده می‌تواند بخورد و یا دور بریزد که در این حالت باز هم در کاهش آلودگی محیط نقش دارند زیرا سریع‌تر از مواد پلیمری تجزیه می‌شوند (Mortazavian et al., 2010). پوشش‌های خوراکی، ماده

تیمار شاهد، به مقداری قابل توجه جلوگیری می‌کند. مفتون‌آزاد و راماسوامی (Maftoonazad & Ramaswamy, 2005) از محلول متیل سلولز و گلیسرول برای پوشش دادن میوه‌های آوکادو استفاده کردند و نشان دادند که این پوشش در به تعویق انداختن رسیدن میوه مفید است. این محققان دوره ماندگاری قابل قبول آوکادو را در دمای اتاق، برای نمونه‌های بدون پوشش و پوشش‌دار به ترتیب ۶ و ۱۰ روز تعیین کردند.

عنصر کلسیم نیز نقش بسیار موثری در به تاخیر انداختن پیری و حفظ کیفیت میوه‌ها در سردخانه دارد. مهمترین نقش کلسیم استحکام بخشیدن به دیواره سلولی میوه‌ها است. این عنصر، عامل متصل‌کننده کمپلکس پکتین به پروتئین دیواره میانی است که رسیدن میوه‌ها را به تاخیر می‌اندازد. در صورت وجود کلسیم کافی در میوه، ساختمان دیواره سلولی کمتر تحت تأثیر فرآیندهای منجر به رسیدگی میوه و در نتیجه تخریب آن قرار می‌گیرد (Manganris *et al.*, 2007; Vicente *et al.*, 2007). سالیونوه و دسای (Salunkhe & Desai, 1984) گزارش کردند که کلسیم از طریق به تاخیر انداختن تخریب پلیمرهای دیواره سلولی، نرم شدن میوه‌ها را به تعویق می‌اندازد و نیز باعث کاهش سیالیت غشای سلولی و ایجاد نوعی سفتی و استحکام در سطح غشاء می‌گردد. این پدیده به دلیل ترکیب شدن کلسیم با لیپیدهای بار منفی، مانند فسفاتیدیل سرین موجود در غشاء به وجود می‌آید. با متراکم شدن غشا و سفت شدن دیواره سلولی، میزان از دست رفتن آب از میوه طی دوران نگهداری کاهش می‌یابد و میوه‌هایی مانند سیب و انگور کمتر دچار چروکیدگی و کاهش وزن می‌شوند. لو و همکاران (Liu *et al.*, 1990) اثر کلسیم را بر مدت زمان انبارداری و خواص فیزیکیوشیمیایی زردآلو بررسی کردند و نشان دادند که استفاده از ۱ و ۳ درصد کلرید کلسیم به صورت غوطه‌وری، تغییرات خواص فیزیکیوشیمیایی و تجزیه پکتین را در مقایسه با نمونه شاهد، کاهش می‌دهد.

پوششی سایر لفاف‌ها مناسب است، از این رو این ترکیب در میان لفاف‌های با پایه پروتئین، لفافی با مقاومت بالا و تراوایی به بخار آب پایین ایجاد می‌کند (Lawton, 2002). لفاف‌های ساخته شده از زئین ذرت، مهاجرت چربی را کاهش می‌دهند (Chinnan *et al.*, 1995). زئین در آب انحلال‌ناپذیر است اما در الکل، گلیسرول و استرهای گلیسرول حل‌پذیر است (Martin-Polo, 1992). مزایای این پوشش، خشک شدن سریع و پایداری بیشتر آن در شرایط نگهداری در دما و رطوبت بالا است. به دلیل شکننده بودن ساختار این لفاف‌ها، افزودن ریخت‌سازهایی مانند گلیسیرین اجتناب‌ناپذیر است (Gennadios *et al.*, 1994).

بایسال و همکاران (Baysal *et al.*, 2010) تاثیر پوشش زئین ذرت را بر کیفیت زردآلوی نیمه خشک بررسی کردند و نشان دادند که این پوشش رشد باکتری‌ها را دو سیکل لگاریتمی کاهش می‌دهد. همچنین، میزان کاهش رطوبت در زردآلوهای پوشش داده شده کمتر از میزان کاهش رطوبت در نمونه‌های شاهد بود. بای و همکاران (Bai *et al.*, 2003) از فرمول‌های مختلف زئین برای پوشش دادن سیب استفاده کردند و نشان دادند که نفوذ اکسیژن و دی‌اکسید کربن و تبخیر آب بستگی به مقدار زئین در پوشش دارد. مطلوب‌ترین کیفیت میوه سیب با استفاده از ۱۰ درصد زئین و ۱۰ درصد پروپیلن گلیکول (PG) در فرمول حاصل شد. پارک و همکاران (Park *et al.*, 1994) اثر پوشش خوراکی زئین ذرت را در افزایش عمر انباری و کیفیت گوجه‌فرنگی بررسی کردند و نشان دادند این پروتئین در دمای ۲۲ درجه سلسیوس از تغییر رنگ، افت وزنی و میزان فساد گوجه‌فرنگی‌ها جلوگیری می‌کند و عمر انباری آن را افزایش می‌دهد.

ارانچی و تونک (Ayranci & Tunc, 2004) تاثیر پوشش‌های خوراکی متیل سلولز را بر کاهش رطوبت و ویتامین C زردآلو و فلفل سبز بررسی کرده و نشان دادند که این فیلم از کاهش رطوبت و این ویتامین در مقایسه با

به مدت ۱ دقیقه در محلول فوق فرو برده شدند (Liu et al., 2009).

۳- نمونه Ze پوشش داده شده با زئین ذرت که برای تهیه آن، ۱۶/۵ گرم زئین ذرت به ۱۰۰ میلی لیتر اتانول ۹۵ درصد اضافه شد. مخلوط در اجاق برقی دارای همزن مغناطیسی با دور بالا در دمای ۷۰ تا ۸۰ درجه سلسیوس حرارت داده شد تا زئین در اتانول کاملاً حل گردد. مقدار ۴/۷ میلی لیتر گلیسرول (به عنوان پلاستی ساینر) به مخلوط اضافه و به مدت ۵ دقیقه دیگر با همان شرایط هم زده شد. مخلوط تا دمای ۵۰ درجه سلسیوس سرد و مقدار ۱/۲ گرم اسیدسیتریک به آن افزوده شد. پس از سرد شدن محلول تا دمای ۲۵ درجه سلسیوس، میوه ها در داخل محلول دو بار و هر بار به مدت ۳۰ ثانیه غوطه ور شدند. میوه ها بعد از هر مرحله غوطه وری، در دمای اتاق (۲۵ درجه سلسیوس) به مدت ۳۰ دقیقه خشک گردیدند (Baysal et al., 2010).

۴- نمونه (ZeCa) پوشش داده شده با زئین ذرت حاوی ۱ درصد کلرید کلسیم که برای تهیه آن، به محلول زئین تهیه شده در فوق پس از سرد شدن تا دمای محیط، مقدار ۱ درصد کلرید کلسیم اضافه شد. نمونه ها با روش ذکر شده در بالا در این محلول غوطه ور و تیمار شدند.

نمونه ها، پس از فروبری در محلول ها، در محیط آزمایشگاه در دمای ۲۵ درجه سلسیوس به مدت ۳۰ دقیقه خشک و در جعبه های پلاستیکی بسته بندی شدند. زردآلوه در سردخانه واقع در گروه باغبانی دانشگاه ارومیه با دمای 1 ± 1 درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۸۵ تا ۹۰ درصد به مدت ۶۰ روز نگهداری و هر ۱۵ روز یک بار آزمایش شدند.

روش های آزمایش

برای تعیین درصد افت وزنی، از هر تیمار ۵ عدد زردآلو، قبل و بعد از نگهداری در سردخانه با ترازوی آزمایشگاهی توزین و کاهش وزن آنها، به علت از دست دادن آب (رطوبت)، به صورت درصد تعیین و گزارش شد.

بر اساس آمار فائو، در سال ۲۰۱۰ مقدار تولید زردآلو در جهان در حدود ۳۴۴۲ هزار تن بوده است که ترکیه و ایران با تولید ۴۷۶/۱۳ هزار تن و ۴۰۰ هزار تن به ترتیب اولین و دومین کشور تولیدکننده زردآلو در جهان هستند (Anon, 2012). شدید بودن تنفس و بالا بودن سرعت فرآیند رسیدگی زردآلو دو عامل اصلی کوتاه بودن عمر انباری آن است (Jooste, 2002).

در این تحقیق، اثر استفاده از پوشش خوراکی زئین همراه با کلرید کلسیم در افزایش مدت زمان نگهداری زردآلو بررسی شده است.

مواد و روش ها

زردآلوی رقم عسگرآبادی از بازار میوه فروشان ارومیه تهیه شد. زئین از شرکت سیگما امریکا و گلیسرول، اتانول و سایر مواد شیمیایی از شرکت مرک خریداری شدند. دیگر ابزارهای تحقیق عبارت بودند از: اجاق برقی دارای همزن مغناطیسی (مدل دلتا) ساخت ایران، پنترومتر دستی (Fruit-Tester) ساخت انگلستان، ترازوی دقیق (مدل Sartorius BP2150) با دقت ۰/۱ میلی گرم ساخت آلمان، pH متر (مدل Metrohm-691) ساخت سوئیس، آب میوه گیری سه کاره ناسیونال ساخت ایران و رفاکتومتر دستی (مدل Garlzeiss Jena) ساخت آلمان.

روش آماده سازی تیمارها

۳۰ کیلوگرم زردآلو رقم عسگرآبادی در جعبه های پلاستیکی خریداری و به آزمایشگاه منتقل شد. میوه های آسیب دیده، آلوده و بدشکل از میوه های سالم جدا شدند. برای هر تیمار از ۴ تیمار (که در زیر توضیح داده می شوند) حدود ۳/۵ کیلوگرم زردآلو استفاده شد.

۱- شاهد (C) فروبری شده در آب.

۲- نمونه (Ca) فروبری شده در محلول کلرید کلسیم ۱ درصد که برای تهیه آن، ۱۰ گرم از کلرید کلسیم به یک لیتر آب اضافه و کاملاً حل شد. زردآلوه های این تیمار

رنگ صورتی کم‌رنگ تعیین شدند (Liu et al., 2009).
ویتامین C به‌روش تیتراسیون با دی‌کلروفنل ایندوفنل
(Ayranci & Tunc, 2004) اندازه‌گیری شدند.

تجزیه و تحلیل آماری

این طرح با استفاده از آزمایش‌های فاکتوریل در قالب پایه کاملاً تصادفی تجزیه آماری شد. فاکتور اول نوع تیمار در ۴ سطح (شاهد، فروبری در محلول کلرید کلسیم یک درصد، پوشش داده شده با زئین و پوشش داده شده با زئین حاوی یک درصد کلرید کلسیم)، فاکتور دوم زمان نگهداری در ۵ سطح (۱، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ روز) در دو تکرار بود. برای مقایسه میانگین تیمارهای مختلف از آزمون LSD با حداکثر خطای قابل قبول ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های زردآلوهای مورد استفاده در آزمایش در جدول ۱ آورده شده است. مطالعات نشان داده است که برداشت زردآلو موقعی مناسب است که درجه سفتی آن به ۵/۵ تا ۷ کیلوگرم برسد (Rasolzadagan, 1996). همان‌طور که از جدول ۱ مشخص است سفتی بافت زردآلوهای مورد استفاده در این بررسی در این محدوده یعنی ۶/۱ کیلوگرم (برابر ۲/۹۳ نیوتن بر متر مربع) است.

برای تعیین سفتی بافت زردآلوه‌ها، پروب دستگاه پنترومتر دستی با قطر ۸ میلی‌متر با انتهای صاف به درون بافت میوه فرو برده شد و میزان نیروی وارد شده بر بافت میوه بر حسب کیلوگرم در دو نقطه قرینه از سطح ۵ میوه تعیین و میانگین آنها گزارش شد (Liu et al., 2009) و سپس به نیوتن بر متر مربع محاسبه شد. رنگ نمونه‌ها نیز با تعیین فاکتورهای رنگ‌سنجی شامل b^* (نشان‌دهنده طیف رنگی آبی تا زرد)، a^* (نشان‌دهنده طیف رنگی سبز تا قرمز) و L^* (نشان‌دهنده طیف سیاه تا سفید) با استفاده از روش رنگ‌سنجی دیجیتالی با دوربین المپیوس ۱۲ مگاپیکسل و نرم‌افزار J image ارزیابی شد. از نمونه‌ها در داخل جعبه‌ای به ابعاد $50 \times 50 \times 50$ سانتی‌متری با زمینه‌ای سفید رنگ عکس‌برداری شد (Briones & Aguilera, 2005). خواص حسی زردآلوه‌ها نیز شامل رنگ، بافت و طعم با استفاده از تست پانل به‌روش هدونیک ۵ نقطه‌ای توسط ۱۰ داور تعیین شد.

برای اندازه‌گیری سایر ویژگی‌ها از هر تیمار ده میوه انتخاب و آب آنها با استفاده از آب میوه‌گیری استخراج شد. آزمایش‌ها بر روی آب میوه صاف شده اجرا شد. مواد جامد انحلال‌پذیر به‌روش رفاکتومتری، pH با استفاده از pH متر، اسید قابل تیتر کردن بر حسب اسیدسیتریک با استفاده از روش تیتراسیون در مجاورت شناساگر فنل فتالئین با سود ۰/۱ نرمال تا ظهور

جدول ۱ - ویژگی‌های زردآلو مورد استفاده*

بریکس	اسیدیته (درصد)	pH	ویتامین C (درصد)	سفتی بافت (نیوتن بر متر مربع)
۱۸/۹±۰/۱	۰/۲±۰/۰۴	۵/۰۲±۰/۰۶	۸/۵±۰/۲	۲/۹۳±۰/۲۶

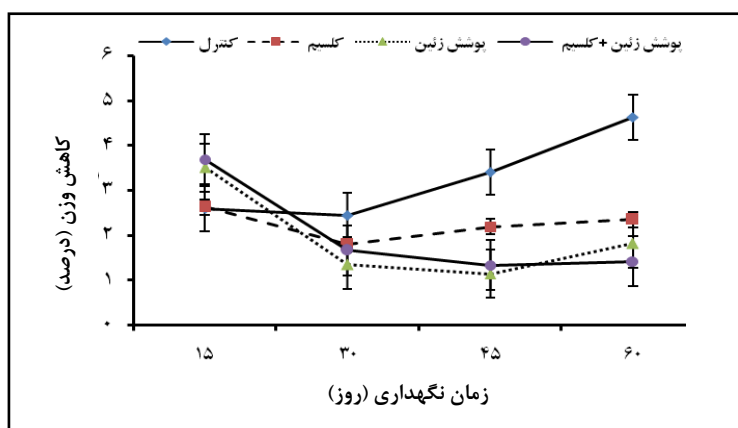
* نتایج میانگین ۴ تکرار است.

کلسیم، کمتر از تیمارهای پوشش داده شده با زئین بود؛ دلیل آن شاید جذب رطوبت از محیط سردخانه توسط نمونه‌های بدون پوشش باشد که موجب کاهش افت وزنی این نمونه‌ها در ۱۵ روز اول شده است. افت وزنی در دوره نگهداری میوه‌ها در انبار به‌دلیل تبخیر رطوبت سلول‌ها در

افت وزنی میوه: در شکل ۱، تغییرات افت وزنی زردآلوه‌ها در دوره ۶۰ روز نگهداری در دمای ۱ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۰-۸۵ درصد نشان داده شده است. با توجه به این شکل، در ۱۵ روز اول نگهداری، افت وزنی نمونه‌های شاهد و فروبری شده در محلول ۱ درصد کلرید

در ادامه دوره نگهداری، میزان افت وزنی زردآلوهای تیمار شده روند ثابتی دارد اما در نمونه شاهد، درصد افت وزنی به طور معنی داری افزایش نشان می دهد. کاهش افت وزنی در نمونه های پوشش داده شده در دوره نگهداری، می تواند ناشی از کاهش قطر منافذ سطح میوه بر اثر پوشش باشد. کاهش تنفس و از دست دادن آب کمتر نیز سبب کمتر شدن تغییرات وزنی میوه شده است.

اثر تنفس است. تبخیر آب یک فرایند کاملاً وابسته به شرایط نگهداری همچون دما، رطوبت و میزان تهویه محل نگهداری محصول است. اما در روز سی ام نگهداری، در زردآلوهای پوشش داده شده با زئین و فروبری شده در محلول ۱ درصد کلرید کلسیم، درصد افت وزنی، در مقایسه با نمونه شاهد، کاهش معنی داری نشان می دهد که این کاهش در تیمارهای پوشش داده شده معنی دار است.



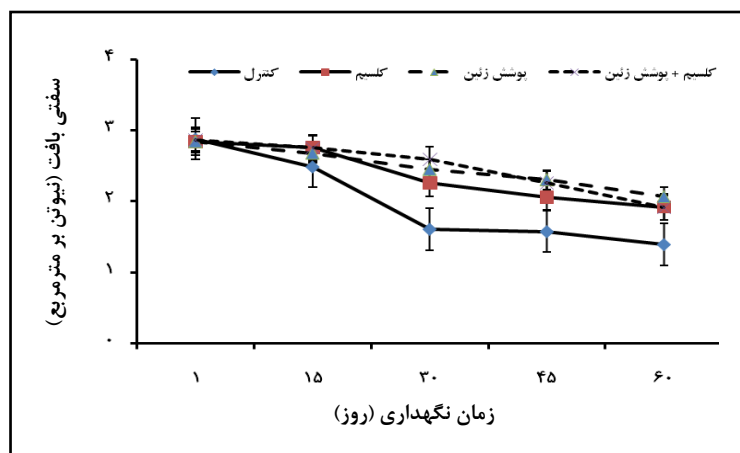
شکل ۱- تغییرات کاهش وزن زردآلو در مدت ۶۰ روز نگهداری در سردخانه

بدین وسیله مانع از دست رفتن آب محصول می شوند (Guilbert, 1986; Baldwin *et al.*, 1995). پارک و همکاران (Park *et al.*, 1994) نشان دادند که استفاده از پوشش زئین ذرت، اتلاف وزن گوجه فرنگی را در مدت نگهداری، نسبت به نمونه های بدون پوشش، کاهش می دهد که با نتایج این بررسی مطابقت دارد.

کاهش معنی دار افت وزنی زردآلوهای فروبری شده در کلسیم، نسبت به نمونه شاهد، نیز می تواند به دلیل نقش کلسیم در حفظ سفتی میوه باشد که در اثر ایجاد پل های کلسیم بین ملکول های پکتین در تیغه لامینای میانی، موجب بهم پیوستگی دیواره سلولی شده است. با تراکم شدن غشا و سفت شدن دیواره سلولی، میزان از دست رفتن آب از میوه ها در مدت زمان نگهداری کاهش می یابد و میوه کمتر دچار چروکیدگی و کاهش وزن می شود (Cosgrove, 2005; El-Motty *et al.*, 2007).

در پایان دوره نگهداری، بیشترین و کمترین درصد افت وزنی به ترتیب مربوط به تیمار شاهد و تیمارهای پوشش داده شده با زئین حاوی کلسیم است. اما در مقدار افت وزنی دو تیمار پوشش داده شده با زئین اختلاف معنی داری دیده نمی شود. در پایان دوره نگهداری (پس از ۶۰ روز)، افت وزنی نمونه های فروبری شده در محلول کلرید کلسیم، پوشش داده شده با زئین و نیز تیمار پوشش داده شده با زئین حاوی کلسیم به ترتیب حدود ۴۹، ۶۱ و ۶۹ درصد کمتر از افت وزنی نمونه شاهد است. بنابراین پوشش زئین توانسته است از افت وزنی و از دست رفتن رطوبت زردآلوهها در دوره نگهداری آنها جلوگیری کند.

معمولاً تغییرات وزن، پس از برداشت میوه ها، به سبب از دست دادن آب در اثر تنفس است. فیلم ها و پوشش های خوراکی می توانند با ایجاد یک بازدارنده نیمه نفوذپذیر نسبت به گازها و بخار آب، موجب کاهش تنفس شده و



شکل ۲- تاثیر نوع تیمارها بر تغییرات سفتی بافت زردآلو در دوره ۶۰ روز نگهداری در سردخانه

میوه بدون پوشش بیشتر می‌شود، زیرا در دوره نگهداری، ساختمان دیواره سلولی بیشتر تحت تاثیر فرایندهای منجر به رسیدگی و تخریب قرار می‌گیرد لذا تاثیر پوشش زئین مشهودتر می‌گردد. کاربرد پوشش‌های خوراکی در بسیاری از موارد باعث نرم شدن بافت میوه در مدت زمان نگهداری می‌شود (Lee *et al.*, 2003; Maftoonazad & Ramaswamy, 2005; Badiei, 2011; Sadeghipour *et al.*, 2012).

تحقیقات گروسی و همکاران (Garousi *et al.*, 2011) نشان می‌دهد که سفتی زردآلوهای پوشش داده شده با پروتئین آب پنیر و صمغ گلان، در دوره نگهداری، نسبت به نمونه‌های شاهد، به‌طور معنی‌داری بیشتر است. بدیعی (Badiei, 2011) می‌گوید کاربرد پوشش متیل سلولز موجب افزایش سفتی بافت میوه شلیل می‌شود که نتایج این بررسی را تأیید می‌کند. استفاده از محلول کلرید کلسیم، در مقایسه با تیمار شاهد، نیز موجب افزایش سفتی بافت زردآلوها شده است که دلیل آن را می‌توان به تاثیر مثبت کلسیم در استحکام دیواره سلولی میوه‌ها نسبت داد. همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد، کلسیم با ایجاد پل بین مولکول‌های پکتین در تیغه لامینای میانی، موجب به هم پیوستگی دیواره سلولی میوه‌ها می‌شود

سفتی بافت: سفتی بافت میوه یکی از فاکتورهای مهمی است که خواص حسی و انباری آن را تحت تاثیر قرار می‌دهد. با توجه به شکل ۲، سفتی بافت زردآلوها در تمام تیمارها در مدت زمان نگهداری میوه در انبار کاهش یافته است. نرمی بافت میوه‌ها ارتباط نزدیکی با دپلمیریزاسیون و انحلال پلی‌ساکاریدهای دیواره سلولی دارد (Brummell *et al.*, 2004; Vicente *et al.*, 2007). کاهش سفتی بافت به‌طور معنی‌داری در تیمار شاهد بیشترین و در تیمار با پوشش زئین کمترین مقدار دیده می‌شود.

میوه‌های تیمار شده، تا ۱۵ روز اول نگهداری، از لحاظ سفتی بافت اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. اما پس از آن مشاهده می‌شود که کاهش سفتی بافت میوه‌ها در تیمار فروبری شده در محلول کلسیم ۱ درصد به‌طور معنی‌داری بیشتر از دو تیمار دیگر (استفاده از پوشش زئین و نیز استفاده توأم پوشش زئین و کلسیم) است. این موضوع نشان می‌دهد که در میوه‌های پوشش‌دار فرآیند رسیدگی میوه کندتر است. بر اساس این نتایج، کاربرد پوشش زئین تاثیر مثبت و معنی‌داری بر سفتی و آبدار بودن میوه دوره نگهداری در انبار سرد دارد. هرچه دوره نگهداری طولانی‌تر باشد اختلاف سفتی میوه پوشش‌دار با

آنزیمی تنفس به کار می‌روند (Kader & Morris, 1978). بدیعی (Badiei, 2011) نیز گزارش داده است که در دوره نگهداری در سردخانه درصد مواد جامد انحلال‌پذیر شلیل افزایش و اسید قابل تیتراژ کردن آن کاهش پیدا می‌کند. گروسی و همکاران (Garousi *et al.*, 2011) نیز نشان دادند که در دوره انبارداری زردآلوهای بدون پوشش و پوشش داده شده با پروتئین آب پنیر و صمغ گلان، مقدار مواد جامد انحلال‌پذیر آنها افزایش می‌یابد، که نتایج این بررسی را تأیید می‌کنند.

در روز سی‌ام نگهداری، در مقدار pH زردآلوه‌ها کاهش شدیدی نشان داده شده است که علت آن شاید افزایش مقدار CO₂ و کاهش O₂ در مرحله فرازگرا باشد که تحت تاثیر سیستم آنزیم‌های گلیکولیتیک، منجر به تجمع اسیدها می‌شود (Cordenunsi *et al.*, 2003).

افزایش مواد جامد انحلال‌پذیر در تیمارهای حاوی پوشش زئین به‌طور معنی‌داری کمتر از افزایش مقدار این مواد در سایر تیمارها است. در واقع پوشش موجب کاهش تغییرات مواد جامد انحلال‌پذیر میوه شده است. تا روز سی‌ام نگهداری، اختلاف معنی‌داری در مواد جامد انحلال‌پذیر تیمارها مشاهده نمی‌شود. ولی از آن روز به بعد اختلاف بین تیمارها معنی‌دار می‌شود و با گذشت زمان میزان بریکس تیمار شاهد و تیمار فروبری شده در محلول کلسیم به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد و اختلاف میوه‌های پوشش‌دار و بدون پوشش از نظر مواد جامد انحلال‌پذیر به‌طور معنی‌دار بالا می‌رود. تغییرات مواد جامد انحلال‌پذیر در دوره انبارمانی به‌خاطر مصرف قندها در تنفس و تامین انرژی برای فرایندهای انرژی‌خواه است (Özden & Bayindirli, 2002). لذا پوشش زئین موجب کاهش تنفس و کاهش رسیدگی زردآلوه‌ها در مدت نگهداری شده است. در واقع پوشش باعث کاهش تغییرات مواد جامد انحلال‌پذیر میوه شد و تاثیر آن با افزایش زمان بیشتر شد.

(Cosgrove, 2005; El-Motty *et al.*, 2007). در صورت وجود کلسیم کافی در میوه، ساختمان دیواره سلولی کمتر تحت تاثیر فرایندهای منجر به رسیدگی و تخریب قرار می‌گیرد. کمبود کلسیم، هم در مولکول‌های پکتین و هم در لامینای میانی، منجر به نرم شدن بافت میوه می‌شود (Manganris *et al.*, 2007). کلسیم به‌طور گسترده برای نگهداری پس از برداشت میوه‌های مختلف استفاده می‌شود. محققان دیگر نیز تاثیر مثبت استفاده از کلسیم در افزایش ماندگاری زردآلو را گزارش داده‌اند (Souty *et al.*, 1995; Antunes *et al.*, 2003). لارا و همکاران (Lara *et al.*, 2004) گزارش کردند که کلسیم انحلال لایه میانی، را کاهش می‌دهد و ساختار لایه میانی قشر میوه را حفظ می‌کند.

تحقیقات نشان داده است که کلسیم فقط در آوندهای چوبی، آن هم به‌صورت کند، حرکت می‌کند و به‌همین دلیل به‌صورت غیریکنواخت آن در اندام‌های مختلف گیاه حتی، هنگامی که غلظت آن در برگ‌ها بیش از ۱/۵ درصد نیز هست، توزیع می‌شود، از این رو کمبود کلسیم در میوه به‌وفور دیده می‌شود و بنابراین لازم است با روش‌هایی مانند محلول‌پاشی یا فروبری در محلول کلسیم مقدار این عنصر را در میوه افزایش داد.

مواد جامد انحلال‌پذیر (بریکس) و pH: همان‌طور که از جدول ۲ مشخص است در مدت زمان نگهداری و در تمام تیمارها، میزان مواد جامد انحلال‌پذیر و pH (به غیر از روز سی‌ام) به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است. دلیل این موضوع آن است که زردآلو فرازگرا است و در دوره نگهداری آن و با پیشرفت مراحل رسیدگی میوه، شدت تنفس و تولید اتیلن در میوه افزایش می‌یابد و تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در بافت میوه ایجاد می‌شود که تخریب دیواره سلولی و نرم شدن بافت میوه، تجزیه نشاسته و افزایش میزان قند و کاهش میزان اسیدیته از جمله آن است. تجزیه اسیدهای آلی در دوره نگهداری میوه به سرعت تنفس وابسته است، چون این اسیدها در فعالیت

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های صفات بریکس و pH زردآلو در دوره ۶۰ روز نگهداری در دمای ۱ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۰-۸۵ درصد

مدت زمان نگهداری (روز)					نمونه	آزمایش‌ها
۶۰	۴۵	۳۰	۱۵	۱		
۲۱/۰۵a	۲۰/۹۵a	۱۹/۴c	۱۸/۷cd	۱۸/۴۵d	C	بریکس
۲۰/۹a	۲۱/۱a	۲۰/۱bc	۱۸/۳۵ d	۱۸/۳ d	Ca	
۱۹/۵c	۱۸/۶cd	۱۹/۸c	۱۸/۸۵cd	۱۸/۹ cd	Ze	
۲۰/۱bc	۲۰bc	۱۹/۵c	۱۸/۹۲cd	۱۸/۷cd	CaZe	
۶/۱۹a	۶/۱۵a	۴/۹de	۵/۱۹c	۴/۵۳e	C	pH
۶/۰ab	۵/۸۳b	۵/۰۱d	۵/۲۳c	۴/۳۸e	Ca	
۵/۹۷b	۵/۳۷c	۵/۱۰cd	۵/۱۷c	۴/۳۷e	Ze	
۵/۸۲b	۵/۹۳b	۴/۸۵de	۵/۱۶c	۴/۴۱e	CaZe	

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.
C: نمونه شاهد، Ca: نمونه فروری شده در محلول کلرید کلسیم ۱ درصد، Ze: نمونه پوشش داده شده با زئین ذرت و ZeCa: نمونه پوشش داده شده با زئین ذرت حاوی ۱ درصد کلرید کلسیم

انحلال‌پذیر ارتباطی نزدیک با رسیدن میوه دارد (Antunes *et al.*, 2003). لذا تیمار ۱ درصد کلرید کلسیم، رسیدن میوه زردآلو را کاهش داده است که با نتایج ال-موتی و همکاران (El-Motty *et al.*, 2007) مطابقت دارد. لیو و همکاران (Liu *et al.*, 2009) نیز نشان داده‌اند که استفاده از کلرید کلسیم به مقدار ۱ درصد نسبت به نمونه شاهد و غلظت ۲ درصد کلسیم موجب افزایش آهسته تر مواد جامد انحلال‌پذیر در دوره نگهداری می‌شود که نتایج حاصل از بررسی حاضر را تأیید می‌کند.

ویتامین C میوه: میوه‌ها و سبزی‌ها مهم‌ترین منبع ویتامین C در تغذیه انسان هستند. ویتامین C به‌عنوان آنتی‌اکسیدان، خطر ابتلا به تصلب شرایین، بیماری‌های قلبی و عروقی و برخی از انواع سرطان را کاهش می‌دهد (Harris, 1996).

بر اساس نتایج تجزیه آماری داده‌ها، تاثیر متقابل نوع تیمار و مدت زمان نگهداری بر مقدار ویتامین C معنی‌دار است. همان‌طوری‌که از شکل ۳ مشخص است، مقدار ویتامین C در تمام تیمارها در مدت زمان نگهداری به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است، زیرا در دوره

بدیعی (Badiei, 2011) نیز گزارش کرده است که در مدت زمان نگهداری، میزان مواد جامد انحلال‌پذیر در میوه‌های شلیل بدون پوشش نسبت به نمونه‌های پوشش‌دار افزایش معنی‌داری دیده می‌شود. صادقی‌پور و همکاران (Sadeghipour *et al.*, 2012) گزارش دادند که تغییرات میزان کل مواد جامد انحلال‌پذیر میوه گوجه‌فرنگی بدون پوشش بیشتر است تا در نمونه‌های پوشش داده شده با متیل سلولز که این نتیجه‌گیری با نتایج این بررسی مطابقت دارد.

با توجه به نتایج این تحقیق، استفاده از پوشش زئین موجب می‌شود تا روند تغییرات بریکس و pH در دوره نگهداری محصول کمتر شود. پارک و همکاران (Park *et al.*, 1994) نیز نشان داده‌اند که پوشش‌دهی گوجه‌فرنگی با زئین موجب می‌شود تا روند تغییرات بریکس، اسیدیته و pH در دوره نگهداری کمتر شود که نتایج این بررسی را تأیید می‌کند.

همچنین، فروری در محلول ۱ درصد کلرید کلسیم نیز در مقایسه با نمونه شاهد موجب افزایش آهسته‌تر مواد جامد انحلال‌پذیر در دوره نگهداری می‌شود. مواد جامد

کلسیم، در مقایسه با مقدار ویتامین C شاهد، بیشتر است. آگار و همکاران (Agar *et al.*, 1999) نشان داده‌اند که برش‌های کیوی غوطه‌ور شده در محلول ۱ درصد کلرید کلسیم، نسبت به نمونه شاهد، ویتامین C بیشتری داشته‌اند که نتایج این بررسی را تایید می‌کند.

شاخص رنگ: همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود مقدار L^* (شاخص روشنایی بر حسب سفیدی - سیاهی) میوه‌های پوشش‌دار با زئین، نسبت به نمونه‌های بدون پوشش به‌طور معنی‌داری بیشتر است؛ علت آن رنگ زرد زئین است که موجب روشن شدن زردآلوها شده است (Zapata *et al.*, 2008).

رنگ زرد پوست میوه‌ها در دوره نگهداری به تدریج در مدت نگهداری تیره و کدر می‌شود که احتمالاً به دلیل از دست رفتن رطوبت و پژمرده شدن میوه است. بنابراین، پوشش‌دهی میوه با جلوگیری از کاهش رطوبت، اثر مثبت و معنی‌داری بر رنگ پوست میوه دارد. گروسی و همکاران (Garousi *et al.*, 2011) نیز نشان داده‌اند که پوشش‌های حاوی کنسانتره پروتئین آب پنیر و بدون صمغ گلان، در حفظ رنگ گوشت زردآلو موثرند. صادقی‌پور و همکاران (Sadeghipour *et al.*, 2012) نشان داده‌اند که میزان تغییرات L^* در دوره نگهداری در پوست گوجه‌فرنگی‌های پوشش داده شده با متیل سلولز بیشتر از تغییرات L^* در میوه‌های بدون پوشش است. این نتیجه‌گیری با این بررسی مطابقت دارد. نوع تیمار در میزان b^* (نشان‌دهنده طیف رنگی آبی تا زرد) و a^* (نشان‌دهنده طیف رنگی سبز تا قرمز) نمونه‌ها اثر معنی‌داری ندارد که می‌تواند به علت بازدارندگی از تجزیه کلروفیل یا کاهش ترکیب آنتوسیانین‌ها و یا کاروتنوئیدها باشد (Garousi *et al.*, 2011).

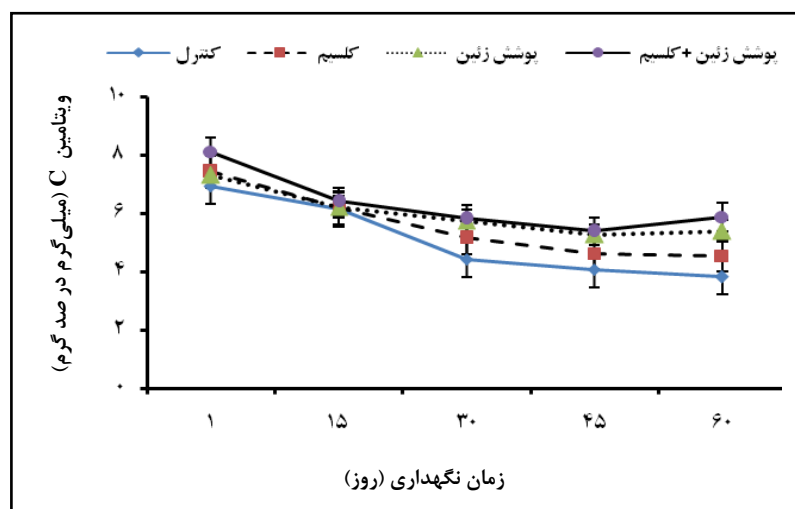
خواص حسی: خواص حسی از عوامل اساسی پذیرش

نگهداری میوه‌ها، ویتامین C بر اثر فعالیت آنزیم‌های فنل اکسیداز و اسید آسکوربیک اکسیداز تجزیه می‌شود و میزان آن کاهش می‌یابد. کلیمزاک و همکاران (Klimezak *et al.*, 2007) گزارش داده‌اند که تغییرات ویتامین C می‌تواند به دلیل سنتز یا ناشی از دست دادن آن باشد. آجیبولا و همکاران (Ajibola *et al.*, 2009) نیز گزارش داده‌اند که مقدار این ویتامین در دوره نگهداری میوه‌ها، مخصوصاً در دماهای بالای صفر، به تدریج کاهش می‌یابد.

تا روز پانزدهم نگهداری محصول، مقدار ویتامین C به شدت کاهش یافته است. پس از آن، میزان کاهش این ویتامین در نمونه‌های پوشش‌دار آهسته و تقریباً ثابت است. کاهش ویتامین C در زردآلوه‌های پوشش داده شده با زئین به‌طور معنی‌دار کمتر است تا در سایر تیمارها. بدیعی (Badiei, 2011) گزارش داده است که کاربرد پوشش موجب افزایش ماندگاری ویتامین C گوجه‌فرنگی می‌شود و به‌ویژه در پایان مدت زمان نگهداری، مقدار ویتامین C در میوه‌های پوشش‌دار حدود ۱۰ درصد بیش از مقدار ویتامین در نمونه بدون پوشش است. ارانچی و تونک (Ayranci & Tunc, 2004) نیز به نتایج مشابهی رسیدند و گزارش داده‌اند که پوشش خوراکی باعث افزایش ماندگاری ویتامین C در میوه زردآلو و فلفل سبز می‌شود. نتایج تحقیقات صادقی‌پور و همکاران (Sadeghipour *et al.*, 2012) نشان می‌دهد که کاربرد پوشش متیل سلولز موجب افزایش ماندگاری ویتامین C می‌شود که نتایج این بررسی را تایید می‌کنند.

همچنین کاهش این ویتامین در تیمارهای فروبری شده در محلول کلرید کلسیم به‌طور معنی‌داری کمتر از مقداری است که در نمونه شاهد کاهش یافته است. تحقیقات بانگرچ (Bangerth, 1976) نشان داده که مقدار ویتامین C سیب و گوجه‌فرنگی تیمار شده با کلرید

یا رد بسیاری از فرآورده‌ها و کسب رضایت از مصرف آنها است. همان‌طور که از جدول ۴ مشخص است، امتیاز ظاهری و رنگ نمونه‌های پوشش‌دار به‌طور معنی‌دار بیشتر است تا در میوه‌های بدون پوشش. از دید داوران، اختلاف معنی‌داری در سفتی زردآلوهای پوشش‌دار و بدون پوشش وجود نداشت.



شکل ۳- تغییرات مقدار ویتامین C زردآلو در دوره نگهداری آن در سردخانه

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های تاثیر نوع تیمارها بر اندیس‌های رنگ

نمونه	L*	a*	b*
C	۳۹/۹۲c	۱۵/۱۶a	۳۵/۸۸ a
Ca	۴۴/۳۷ b	۱۶/۳۸ a	۳۸/۸۰ a
Ze	۴۹/۱۲ a	۱۷/۱۵ a	۳۶/۷۲ a
ZeCa	۴۵/۸۹ b	۱۶/۲۲ a	۳۶/۳۴ a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند. C: نمونه شاهد، Ca: نمونه فروبری شده در محلول کلرید کلسیم ۱ درصد، Ze: نمونه پوشش داده شده با زئین ذرت و ZeCa: نمونه پوشش داده شده با زئین ذرت حاوی ۱ درصد کلرید کلسیم

جدول ۴- تاثیر نوع تیمار بر خواص حسی

تیمار	رنگ	سفتی	طعم
C	۴/۳±۰/۸ b	۴/۵±۱ a	۴/۶±۰/۱۶ a
Ca	۴/۵±۰/۴ b	۴/۶±۰/۸ a	۴/۴±۰/۴۸ a
Ze	۴/۹±۰/۵ a	۴/۸±۰/۱۶ a	۴/۷±۰/۸ a
ZeCa	۴/۸۳±۰/۶۳a	۴/۷±۰/۷ a	۴/۶±۰/۱۶۸ a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند. C: نمونه شاهد، Ca: نمونه فروبری شده در محلول کلرید کلسیم ۱ درصد، Ze: نمونه پوشش داده شده با زئین ذرت و ZeCa: نمونه پوشش داده شده با زئین ذرت حاوی ۱ درصد کلرید کلسیم

در نمونه‌های نگهداری شده تا روز پانزدهم به شدت کاهش یافت، پس از آن، میزان کاهش این ویتامین در نمونه‌های پوشش‌دار آهسته و تقریباً ثابت مانده است. در تیمارهای فروبری شده در محلول کلرید کلسیم نیز مقدار این ویتامین به‌طور معنی‌دار بیشتر از نمونه شاهد است. مقدار L^* میوه‌های پوشش‌دار نیز به‌طور معنی‌دار نسبت به نمونه‌های بدون پوشش بیشتر است. اما نوع تیمار در میزان a^* و b^* نمونه‌ها اثر معنی‌داری نداشته است. امتیاز ظاهری و رنگ نمونه‌های پوشش‌دار نیز به‌طور معنی‌دار بیشتر است تا در میوه‌های بدون پوشش. ترکیب هم‌زمان کلرید کلسیم و پوشش زئین، نسبت به پوشش زئین تنها، تأثیر معنی‌داری بر خصوصیات زردآلوه‌ها ندارد. در مقایسه با نمونه شاهد، فروبری در محلول کلرید کلسیم ۱ درصد نیز موجب حفظ سفتی بافت، ویتامین C و کاهش افت وزنی زردآلوه‌ها شده است. بنابراین، پوشش زئین نه تنها تأثیر نامطلوب بر خواص حسی زردآلوه‌ها ندارد، بلکه موجب بهبود خواص کیفی زردآلوه‌ها شده است. از این رو می‌توان از پوشش زئین با موفقیت در زردآلو استفاده کرد.

زاپاتا و همکاران (Zapata et al., 2008) نیز گزارش داده‌اند که داوران حسی در بین گوجه‌فرنگی‌های شاهد و پوشش داده شده با زئین و آلژینات، بالاترین امتیاز حسی را به گوجه‌فرنگی‌های پوشش داده شده با زئین داده که با نتایج این بررسی مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق، در پایان دوره نگهداری (پس از ۶۰ روز)، در اثر استفاده از زئین و کلرید کلسیم، در مقایسه با نمونه شاهد، مقدار سفتی بافت زردآلوه‌ها به‌طور معنی‌داری بیشترین و افت وزنی میوه‌ها کمترین مقدار بوده است. در این میان تأثیر پوشش زئین به‌طور معنی‌دار بیشتر از تأثیر محلول کلسیم ۱ درصد است. در دوره نگهداری در سردخانه، میزان مواد جامد انحلال‌پذیر در تمام تیمارها به‌طور معنی‌دار افزایش یافته است که افزایش مواد جامد انحلال‌پذیر در تیمارهای حاوی پوشش زئین کمتر است تا در سایر تیمارها. اما استفاده از پوشش زئین تأثیر معنی‌داری بر مقدار pH زردآلوه‌ها ندارد. مقدار ویتامین C

مراجع

- Agar, I. T., Massantini, R., Hess-Pierce, B. and Kader, A. A. 1999. Postharvest CO₂ and ethylene production and quality maintenance of fresh-cut kiwifruit slices. *J. Food Sci.* 64, 433-440.
- Ajibola, V. O., Babatunde, O. A. and Suleiman, S. 2009. The effect of storage method on the vitamin C content in some tropical fruit juices. *Trends Appl. Sci. Res.* 4, 79-84.
- Anon. 2012. FAO Statistics Division. Available at: <http://www.FAO.org>.
- Antunes, M. D. C., Correia, M. P., Miguel, M. G., Martins, M. A. and Neves, M. A. 2003. The effect of calcium chloride postharvest application on fruit storage ability and quality of 'Beliana' and 'Lindo' apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars. *Acta Hort.* 604, 721-726.
- Ayranci, E. and Tunc, S. 2004. The effect of edible coatings on water and vitamin C loss of apricots (*Armeniaca vulgaris* Lam.) and green peppers (*Capsicum annuum* L.). *Food Chem.* 87, 339-342.
- Badiei, F. 2011. Preparation of edible coating films from cellulosic material and study some of the physical and mechanical properties of these films for increase the shelf life of horticultural products. Research Report. Agricultural Research and Education Organization. (in Farsi)

- Bai, J., Alleyne, V., Hagenmaier, R. D., Mattheis, J. P. and Baldwin, E. A. 2003. Formulation of zein coatings for apples (*Malus domestica Borkh*). Postharvest Biol. Tec. 28, 259-268.
- Baldwin, E. A., Nisperos Carriedo, M. O. and Baker, R. A. 1995. Edible coatings for lightly processed fruits and vegetable. Hort Sci. 30, 36-38.
- Bangerth, F. 1976. Relationship between calcium content and the content of ascorbic acid in apple, pear and tomato fruits. Qual. Plant. 26, 341-348.
- Baysal, T., Bilek, S. and Apaydın, E. 2010. The effect of corn zein edible film coating on intermediate moisture apricot (*Prunus armenical.*) quality. GIDA. 35(4), 245-249.
- Briones, V. and Aguilera, J. M. 2005. Image analysis of changes in surface color of chocolate. Food Res. Int. 38, 87-94.
- Brummell, D. A., Cin, V. D., Cristo, C. H. and Labavitch, J. M. 2004. Cell wall metabolism during maturation, ripening and senescence of peach fruit. J. Exp. Bot. 55, 2029-2039.
- Chinnan, M. S., Balasubramaniam, V. M., Mallikarjunan, P. and Phillips, R. D. 1995. Edible film coatings for deep-fat frying of foods. Institute of Food Technologists (IFT) Annual Meeting.
- Cordenunsi, B. R., Nascimento, J. R. O. and Lajolo, F. M. 2003. Physico-chemical changes related to quality of five strawberry fruit cultivars during cool-storage. Food Chem. 83, 167-173.
- Cosgrove, D. J. 2005. Growth of the plant cell wall. Nature Rev. Mol Cell Biol. 6, 850-861.
- El-Motty, E. Z. A., El-Shiekh, M. H., Mohamed, F. M. and Shahin, M. I. F. 2007. Effect of preharvest calcium and boric acid treatments on characteristics and storability of 'Canino' apricot fruits. Res. J. Agr. Biol. Sci. 3, 430-439.
- Garousi, F., Javanmard, M. and Hasani, F. 2011. Application of edible coating based on Whey Protein-Gellan gum for apricot (*Prunus armeniaca L.*). J. Food Sci. Technol. 8, 29-48. (in Farsi)
- Gennadios, A., Mellugh, T. I. I., Weller, C. L. and Krochta, J. M. 1994. Edible Coatings and Films Based on Proteins. In: Krochta J. M., Baldwin E. A. and Nisperos-Carriedo, M. O. (Eds.) Edible Coating and Films to Improve Food Quality. Technomic Publishing Company. PA. USA.
- Guilbert, S. 1986. Technology and Application of Edible Protective Films. In: Mathlouti, M. (Ed.) Food Packaging and Preservation. Elsevier Applied Science. London. UK.
- Harris, J. R. 1996. Subcellular Biochemistry, Ascorbic Acid: Biochemistry and Biomedical Cell Biology. Vol. 25. Plenum. New York.
- Jooste, M. M. 2002. Optimum harvest maturity and cold-storage duration for *Prunus armeniaca L.* cvs. super gold and imperial cultivated in South Africa. S. Afr. Fruit J. 1, 63-71.
- Kader, A. A. and Morris, L. L. 1978. Prompt handling reduces processing-tomato losses. Calif. Agr. 32, 21-22.
- Klimezak, I., Malecka, M., Szlachta, M. and Gliszczyńska-Świąto, A. 2007. Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. J. Food Compos. Anal. 20(3-4): 313-322.
- Lara, I., García, P. and Vendrell, M. 2004. Modifications in cell wall composition after cold storage of calcium-treated strawberry (*Fragaria-ananassa Duch.*) fruit. Postharvest Biol. Tec. 34, 331-339.

- Lawton, J. W. 2002. Zein: a history of processing and use. *Cereal Chem.* 79 (1): 1-18.
- Lee, K. Y., Shim, J. and Lee, H. G. 2003. Mechanical properties of gellan and gelatin composite films. *Carbohydr. Polym.* 56, 251-254.
- Liu, H., Chen, F., Yang, H., Yao, Y., Gong, W., Xin, Y. and Ding, C. 2009. Effect of calcium treatment on nanostructure of chelate-soluble pectin and physicochemical and textural properties of apricot fruits. *Food Res. Int.* 42, 1131-1140.
- Maftoonazad, N. and Ramaswamy, H. S. 2005. Postharvest shelf-life extension of avocado using methylcellulose-based coating. *J. LWT- Food Sci. Technol.* 38, 617-624.
- Manganis, G. A., Vasilakakis, M., Diamantidis, G. and Mignani, I. 2007. The effect of postharvest calcium application on tissue calcium concentration, quality attributes, incidence of flesh browning and cell physicochemical aspects of peach fruits. *Food Chem.* 100, 1385-1392.
- Martin-Polo, M., Mauguin, C. and Voilley, A. 1992. Hydrophobic films and their efficiency against moisture transfer. Influence of the film preparation technique. *J. Agric. Food Chem.* 40, 407-412.
- Mortazavian, A. M., Azizi, M. H. and Sohrabvandi, S. 2010. Applications of edible film in food. *Iranian J. Food Sci. Technol.* 7, 111-130. (in Farsi)
- Özden, C. and Bayindirli, L. 2002. Effects of combinational use of controlled atmosphere, cold storage and edible coating applications on shelf life and quality attributes of apples. *Eur. Food Res. Technol.* 214, 320-326.
- Park, H. J., Chinnan, M. S. and Shewfelt, R. L. 1994. Edible corn-zein film coatings to extend storage life of tomatoes. *J. Food Process. Pres.* 18, 317-331.
- Rasolzadagan, Y. 1996. Planting Fruit in Temperate Regions. Isfahan University of Technology Press. (in Farsi)
- Sadeghipour, M., Badieli, F., Behmadi, H. and Baziyar, B. 2012. The effect of methyl cellulose based active edible coatings on the storage life of tomato. *Iranian J. Food Sci. Technol.* 35, 89-99. (in Farsi)
- Salunkhe, D. K. and Desai, B. B. 1984. Postharvest biotechnology of fruits. Vol. 1. C RC Press, Inc.
- Souty, M., Reich, M., Breuils, L., Chambroy, Y., Jacquemin, G. and Audergon, J. M. 1995. Effects of postharvest calcium treatments on shelf-life and quality of apricot fruit. *Acta Horticulturae.* 384, 619-624.
- Vicente, A. R., Saladié, M., Rose, J. K. C. and Labavitch, J. M. 2007. The linkage between cell metabolism and fruit softening: looking to the future. *J. Sci. Food Agr.* 87, 1435-1448.
- Zapata, P. J., Guillén, F., Martínez-Romero, D., Castillo, S., Valero, D. and Serrano, M. 2008. Use of alginate or zein as edible coatings to delay postharvest ripening process and to maintain tomato (*Solanum lycopersicon* Mill) quality. *J. Sci. Food Agr.* 88, 1287-1293.

Use of Edible Corn Zein Coatings and CaCl₂ Treatment to Improve the Quality and Extend the Storage Life of Apricots

Sh. Zomorodi*

*Corresponding author: Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Department, Agriculture and Natural Resources Research Center, P. O. Box: 365, West Azerbaijan, Iran. Email: shahinzomorodi@gmail.com

Received: 2 October 2013, Accepted: 8 February 2014

This study carried out a factorial experiment with two factors and two replicates to determine factors that improve the quality and increase the shelf life of apricots. The first factor was four levels of treatment of treatment including: the control, coated with zein, immersed in a 1% solution of calcium chloride, and coated with zein containing 1% calcium chloride. The second factor was time of cold storage at 1, 15, 30, 45 and 60 d. Statistical analysis of the results showed that, at the end of storage, the two treatments coated with zein showed higher rates of firmness, vitamin C and L* than in the control ($p < 0.05$). Weight loss and total soluble solids were lower. The ratings for appearance and color of the coated samples were significantly higher for the uncoated fruit ($p < 0.05$). The results indicate that zein coating had no adverse effect on the organoleptic properties of the apricot and improved its quality characteristics. There was no significant difference between the mixture containing zein and CaCl₂ and zein alone on the characteristics of the apricot. Immersion in 1% calcium chloride solution increased firmness and vitamin C content and decreased the weight loss of apricots.

Keywords: Apricot, CaCl₂, Cold Storage, Quality Properties, Zein