مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی/جلد ۱۵/ شماره ۳/سال ۱۳۹۳/ص ۴۰-۲۷

تاثیر 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: ۳۲۷۲۲۲۱۰(۰۴۴)، پیام‌نگار: shahinzomorodi@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۲/۷/۱۰؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۱/۱۹

چکیده

به‌منظور 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 ٤ 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، ٤۵ و ٦۰ 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* به‌طور معنی‌دار بیشترین و درصد افت وزنی و درصد مواد جامد انحلال‌پذیرکمترین مقدار است. امتیاز ظاهری و رنگ نمونه‌های پوشش‌دار نیز به‌طور 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 تاثیر نامطلوب بر خواص حسی زردآلوها ندارد، بلکه موجب بهبود خواص کیفی زردآلوها نیز می‌شود. ترکیب هم‌زمان کلریدکلسیم و پوشش زئین، نسبت به پوشش زئین تنها، تاثیر معنی‌داری بر خصوصیات زردآلوها ندارد. فروبری در محلول کلرید کلسیم ۱ درصد نیز موجب حفظ سفتی بافت، حفظ ویتامین C و کاهش افت وزنی زردآلوها، در مقایسه با نمونه شاهد، می‌شود.

واژه‌های کلیدی

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

مقدمه

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، مادهٔ 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 به‌فردی 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. به‌طور کلی اجزای پرولامینی پروتئین‌های ذرت از جمله زئین برای لایه

© 2016,The Author(s). Published by Agricultural Engineering Research Institute. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

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. به‌دلیل شکننده بودن ساختار این لفاف‌ها، افزودن ریخت سازهایی 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 تیمار شاهد، به مقداری قابل توجه جلوگیری می‌کند. مفتون‌آزاد و راماسوامی (Maftoonazad & Ramaswamy, 2005) از محلول متیل‌سلولز 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 به‌ترتیب 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 تأخیر می‌اندازد. در صورت وجود کلسیم کافی در میوه، ساختمان دیواره سلولی کمتر تحت تأثیر فرآیندهای منجر به رسیدگی میوه و در نتیجه تخریب آن قرارمی‌گیرد (Manganris *et al*., 2007; Vicente *et al*., 2007). سالیونوه و دسایی (Salunkhe & Desai, 1984) گزارش کردند که کلسیم از طریق به تأخیر انداختن تخریب پلیمرهای دیوارهٔ 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 به‌دلیل ترکیب شدن کلسیم با لیپیدهای بار منفی، مانند فسفاتیدیل سرین موجود در غشاء به‌وجود می‌آید. با متراکم شدن غشا و سفت شدن دیوارهٔ 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 فیزیکوشیمیایی زردآلو بررسی کردند و نشان دادند که استفاده از ۱ و ۳ درصد کلرید کلسیم به‌صورت غوطه‌وری، تغییرات خواص فیزیکوشیمیایی و تجزیه پکتین را در مقایسه با نمونه شاهد، کاهش می‌دهد.

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 به‌ترتیب 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 روش‌ها

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 میلی‌گرم ساخت آلمان، pH متر (مدل Metrohm-691) ساخت سویس، آب میوه‌گیری سه کاره ناسیونال ساخت ایران و رفراکتومتر دستی (مدل Garlzeiss Jena) ساخت آلمان.

روش آماده‌سازی تیمارها

۳۰ کیلوگرم زردآلو رقم عسکرآبادی در جعبه‌های پلاستیکی خریداری و به آزمایشگاه منتقل شد. میوه‌های آسیب‌دیده، آلوده و بدشکل از میوه‌های سالم جدا شدند. برای هر تیمار از ۴ تیمار (که در زیر توضیح داده می‌شوند) 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 کلریدکلسیم به یک لیتر آب اضافه و کاملا حل شد. زردآلوهای این تیمار به‌مدت 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 میلی‌لیتر 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 کاملا حل گردد. مقدار ۴/۷ میلی‌لیتر گلیسرول (به‌عنوان پلاستی‌سایزر) به مخلوط اضافه و به‌مدت ۵ دقیقه دیگر با همان شرایط هم‌زده 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، میوه‌ها در داخل محلول دو بار و هر بار به‌مدت ۳۰ ثانیه غوطه‌ور شدند. میوه‌ها بعد از هر مرحله غوطه‌وری، در دمای اتاق (۲۵ درجه سلسیوس) به‌مدت 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. نمونه‌ها با روش ذکر شده در بالا در این محلول غوطه‌ور و تیمار شدند.

نمونه‌ها، پس از فروبری در محلول‌ها، در محیط آزمایشگاه در دمای ۲۵ درجه سلسیوس به‌مدت ۳۰ دقیقه خشک و در جعبه‌های پلاستیکی بسته‌بندی شدند. زردآلوها در سردخانه واقع در گروه باغبانی دانشگاه ارومیه با دمای ۱±۱ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۸۵ تا ۹۰ درصد به‌مدت ۶۰ روز نگهداری و هر ۱۵ روز یک بار آزمایش شدند.

روش‌های 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، به‌علت از دست دادن آب (رطوبت)، به‌صورت درصد تعیین و گزارش شد.

برای تعیین سفتی بافت زردآلوها، 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 image J ارزیابی شد. از نمونه‌ها در داخل جعبه‌ای به ابعاد ۵۰×۵۰×۵۰ سانتی‌متری با زمینه‌ای سفید رنگ عکس‌برداری شد (Briones & Aguilera, 2005). خواص حسی زردآلوها 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 رفراکتومتری، 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 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.

جدول ۱ - ویژگی‌های زردآلو مورد استفاده*

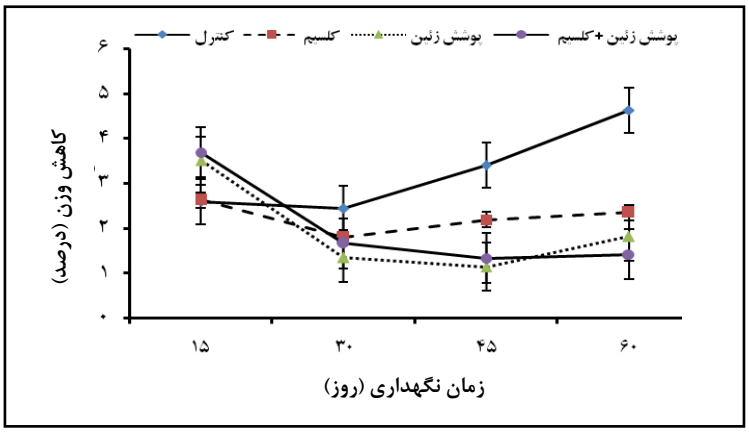
بریکس	اسیدیته (درصد)	pH	ویتامین C (درصد)	سفتی بافت (نیوتن بر متر مربع)
۱۸/۹±۰/۱	۰/۲±۰/۰۴	۵/۰۲±۰/۰۶	۸/۵±۰/۲	۲/۹۳±۰/۲۶

* نتایج میانگین ۴ تکرار است.

افت وزنی میوه: در شکل ۱، تغییرات افت وزنی زردآلوها 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 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

اثر تنفس است. تبخیر آب یک فرایند کاملا وابسته به شرایط نگهداری همچون دما، رطوبت و میزان تهویه محل نگهداری محصول است. اما در روز سی‌ام 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 معنی‌داری نشان می‌دهد که این کاهش در تیمارهای پوشش داده شده معنی‌دار است.

در ادامه دوره نگهداری، میزان افت وزنی زردآلوهای تیمار شده روند ثابتی دارد اما در نمونه شاهد، درصد افت وزنی به‌طور معنی‌داری افزایش نشان می‌دهد. کاهش افت وزنی در نمونه‌های پوشش داده شده در دوره نگهداری، می‌تواند 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.

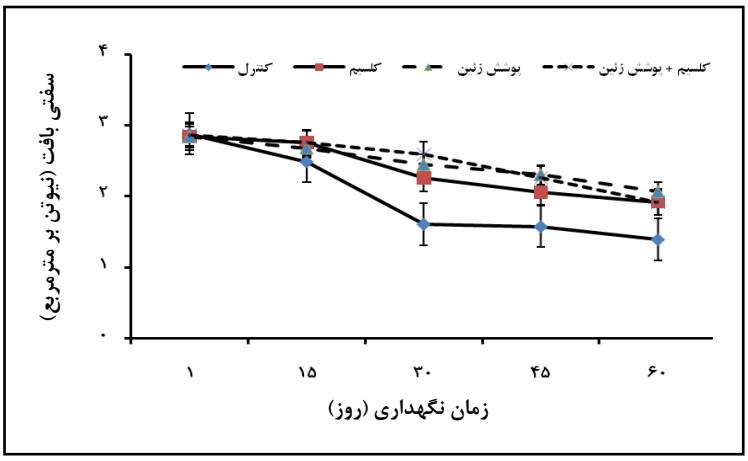


شکل ۱- تغییرات کاهش وزن زردآلو در مدت ۶۰ روز نگهداری در سردخانه

در پایان دوره نگهداری، بیشترین و کمترین درصد افت وزنی به‌ترتیب 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 معنی‌داری دیده نمی‌شود. در پایان دوره نگهداری (پس از ۶۰ روز)، افت وزنی نمونه‌های فروبری شده در محلول کلرید کلسیم، پوشش داده شده با زئین و نیز تیمار پوشش داده شده با زئین حاوی کلسیم به‌ترتیب 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 زردآلوها در دوره نگهداری آنها جلوگیری کند.

معمولا تغییرات وزن، پس از برداشت میوه‌ها، به‌سبب از دست دادن آب در اثر تنفس است. فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی می‌توانند با ایجاد یک بازدارنده نیمه نفوذپذیر نسبت به گازها و بخار آب، موجب کاهش تنفس شده و بدین‌وسیله مانع از دست رفتن آب محصول می‌شوند (Guilbert, 1986; Baldwin *et al.*, 1995). پارک و همکاران (Park *et al.*, 1994) نشان دادند که استفاده از پوشش زئین ذرت، اتلاف وزن گوجه‌فرنگی را در مدت نگهداری، نسبت به نمونه‌های بدون پوشش، کاهش می‌دهد که با نتایج این بررسی مطابقت دارد.

کاهش معنی‌دار افت وزنی زردآلوهای فروبری شده در کلسیم، نسبت به نمونه شاهد، نیز می‌تواند به‌دلیل نقش کلسیم در حفظ سفتی میوه باشد که در اثر ایجاد پل‌های کلسیم بین ملکول‌های پکتین در تیغه لامینای میانی، موجب به‌هم پیوستگی دیواره سلولی شده است. با متراکم شدن غشا و سفت شدن دیوارهٔ سلولی، میزان از دست رفتن آب از میوه‌ها در مدت زمان نگهداری کاهش می‌یابد و میوه کمتر دچار چروکیدگی و کاهش وزن می‌شود (Cosgrove, 2005; El-Motty *et al.*, 2007).



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

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 دپلیمریزاسیون 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 توام 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 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 قبلا نیز اشاره شد، کلسیم با ایجاد پل بین مولکول‌های پکتین در تیغه لامینای میانی، موجب به هم پیوستگی دیواره سلولی میوه‌ها می‌شود

(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: همان‌طورکه 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 آنزیمی تنفس به‌کار 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 تیتر کردن آن کاهش پیدا می‌کند. گروسی و همکاران (Garousi *et al*., 2011) نیز نشان دادند که در دورهٔ 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 زردآلوها کاهش شدیدی نشان داده شده است که علت آن شاید افزایش مقدار CO_2 و کاهش O_2 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 به‌طورمعنی‌دار 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 زردآلوها در مدت نگهداری شده است. در واقع پوشش باعث کاهش تغییرات مواد جامد انحلال‌پذیر میوه شد و تاثیر آن با افزایش زمان بیشتر شد.

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های صفات بریکس و pH زردآلو در دوره ٦٠ روز نگهداری در دمای ۱ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۰-۸۵ درصد

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

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

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، فروبری در محلول ۱ درصد کلرید کلسیم نیز در مقایسه با نمونه شاهد موجب افزایش آهسته‌تر مواد جامد انحلال‌پذیر در دوره نگهداری می‌شود. مواد جامد 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 a*l., 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

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 به‌دلیل 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، مخصوصا در دماهای بالای صفر، به‌تدریج کاهش می‌یابد.

تا روز پانزدهم نگهداری محصول، مقدار ویتامین C به‌شدت کاهش یافته است. پس از آن، میزان کاهش این ویتامین در نمونه‌های پوشش‌دار آهسته و تقریباً ثابت است. کاهش ویتامین C در زردآلوهای 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.

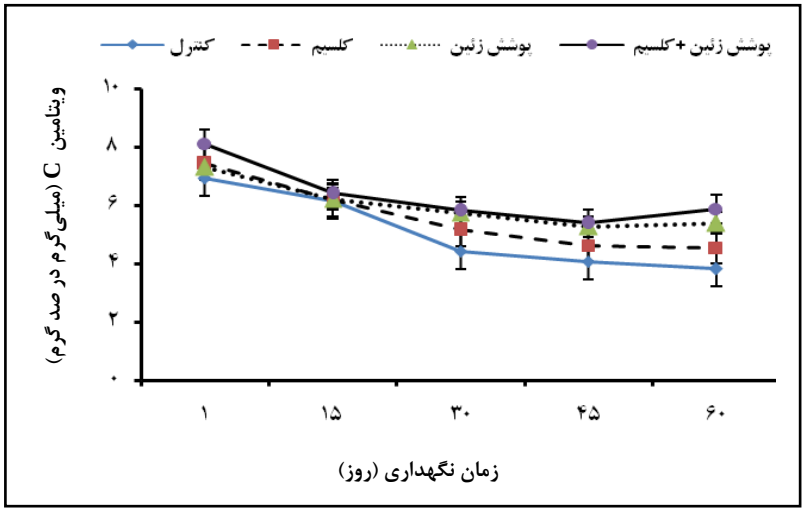
همچنین کاهش این ویتامین در تیمارهای فروبری شده در محلول کلرید کلسیم به‌طور معنی‌داری کمتر از مقداری است که در نمونه شاهد کاهش یافته است. تحقیقات بانگرچ (Bangerth, 1976) نشان داده که مقدار ویتامین C سیب و گوجه‌فرنگی تیمار شده با کلرید کلسیم، در مقایسه با مقدار ویتامین C شاهد، بیشتر است. آگار و همکاران (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 به‌تدریج در مدت نگهداری تیره و کدر می‌شود که احتمالا به‌دلیل 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 به‌علت بازدارندگی از تجزیه کلروفیل یا کاهش ترکیب آنتوسیانین‌ها و یا کاروتنوئیدها باشد (Garousi *et al.*, 2011).

خواص حسی: خواص حسی از عوامل اساسی پذیرش

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 ٤- تاثیر نوع تیمار بر خواص حسی

تیمار	رنگ	سفتی	طعم
C	۴/۳±۰/۸ b	۴/۵±۱a	۴/۶±۰/۶ 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±۰/۶ a	۴/۷±۰/۸ a
ZeCa	۴/۸۳±۰/۶۳a	۴/۷±۰/۷ a	۴/۶±۰/۶۸ 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

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 زردآلوها به‌طور معنی‌داری بیشترین و افت وزنی میوه‌ها کمترین مقدار بوده است. در این میان تاثیر پوشش زئین به‌طور معنی‌دار بیشتر از تاثیر 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 تاثیر معنی‌داری بر مقدار pH زردآلوها ندارد. مقدار ویتامین C در نمونه‌های نگهداری شده تا روز پانزدهم به‌شدت کاهش یافت، پس از آن، میزان کاهش این ویتامین در نمونه‌های پوشش‌دار آهسته و تقریبا 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 b* و a* 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، تاثیر معنی‌داری بر خصوصیات زردآلوها ندارد. در مقایسه با نمونه شاهد، فروبری در محلول کلرید کلسیم ۱ درصد نیز موجب حفظ سفتی بافت، ویتامین C و کاهش افت وزنی زردآلوها شده است. بنابراین، پوشش زئین نه تنها تاثیر نامطلوب بر خواص حسی زردآلوها ندارد، بلکه موجب بهبود خواص کیفی زردآلوها شده است. از این رو می‌توان از پوشش زئین با موفقیت در زردآلو استفاده کرد.

مراجع

Agar, I. T., Massantini, R., Hess-Pierce, B. and Kader, A. A. 1999. Postharvest CO_2 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-Świgło, 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. Carbohyd. 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.

Manganris, 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., Badiei, F., Behmadi, H. and Bazyar, 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., Castillo1, 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.

AERI JAER *Journal of Agricultural Engineering Research/Vol.15/No.3/2014/P:27-40*

Use of Edible Corn Zein Coatings and $CaCl_2$ 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 $CaCl_2$ 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, $CaCl_2$, Cold Storage, Quality Properties, Zein