بررسی برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی برش‌های سیب پوشش داده شده با آلژینات کلسیم

سمیرا محمدی[۱]، فرود باقری[۳،۲،۱]، محسن رادی[۳،۲،۱]*، صدیقه امیری[۳،۲،۱]*

[۱] گروه علوم و صنایع غذایی، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران

[۲] گروه کشاورزی پایدار و امنیت غذایی، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران

[۳] باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران

*نویسنده مسئول: m.radi@iauyasooj.ac.ir

چکیده

سبزی‌ها و میوه‌ها از مواد غذایی هستند که نیاز به نگه‌داری خاصی دارند، تا از پوسیدگی و یا فاسد شدن در امان بمانند. با مصرف آنها می‌توان ویتامین‌ها و املاح بسیاری را به بدن رساند. نگه‌داری آنها موضوع مهمی است که می‌توان با به کاربردن کمی تغییر، تازه‌ماندن آنها را طولانی‌تر کرد. در طی سال‌های اخیر تمایل به استفاده از بیوپلیمرهای زیست تخریب‌پذیر در تولید مواد بسته‌بندی، بسیار مورد توجه قرار گرفته است. زیست تخریب‌پذیر بودن، خوراکی‌بودن و کارآمد بودن فیلم‌های خوراکی سبب شده است که این فیلم‌ها به‌عنوان جایگزین فیلم‌های سنتزی به‌طور وسیع مورد مطالعه، پژوهش و کاربرد قرار گیرند. هدف از این مطالعه بررسی پوشش خوراکی آلژینات کلسیم بر افزایش عمر نگه‌داری برش‌های سیب بود. بدین‌منظور برش‌های سیب پوشش داده شده با آلژینات کلسیم طی روزهای صفر، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ مورد بررسی قرار گرفتند و با نمونه کنترل مقایسه شدند. میزان اسیدیته، بریکس و افت وزن نمونه‌ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که افت وزن نمونه‌های پوشش داده شده نسبت به نمونه کنترل کمتر بود ($p<0.05$) که به دنبال آن بریکس در نمونه‌های کنترل بیشتر بود زیرا افت رطوبت باعث افزایش مقدار مواد جامد می‌شود. میزان اسیدیته و میزان ویتامین ث در نمونه پوشش داده شده بیشتر بود که به‌دلیل پایین‌تر بودن سرعت تجزیه اسیدهای آلی بود. نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از پوشش خوراکی آلژینات کلسیم عمر نگه‌داری محصول سیب برش خورده را بهبود می‌دهد.

واژه‌های کلیدی : آلژینات کلسیم، برش تازه، پوشش خوراکی، سیب

مقدمه

برش‌زدن میوه‌های تازه به‌دلیل ایجاد اختلالات فیزیولوژیکی کیفیت محصول را دچار مشکل می‌نماید. هنگامی که سیب به قطعات کوچک‌تر برش داده می‌شود سطوح برش‌خورده در اثر قهوه‌ای‌شدن آنزیمی شروع به تغییر رنگ می‌کند. قهوه‌ای شدن یکی از مشکلات عمده در صنعت غذا می‌باشد و می‌تواند خصوصیات ارگانولپتیکی مواد غذایی را تغییر داده و منجر به کوتاه شدن عمر ماندگاری، کاهش کیفیت و ارزش اقتصادی ماده غذایی گردد (مهدی زاده، ۱۳۹۵). فیلم‌های خوراکی یکی از روش‌های متداول برای حفظ کیفیت میوه‌جات و سبزی‌جات می‌باشد. پلیمرهای طبیعی که به‌عنوان فیلم‌های خوراکی تجدیدپذیر به‌کار می‌روند شامل سه دسته اصلی پلی‌ساکاریدها (از قبیل پکتین، آلژینات وکیتوسان)، لیپیدها (مانند انواع واکس‌ها) و پروتئین‌ها می‌باشند. در سیب برش خورده باید به خواصی مانند افت وزن، سفتی، رنگ و میزان رسیدگی توجه داشت. فیلم‌ها در مقایسه با پلیمرهای سنتزی دارای مزایای منحصر به‌فردی می‌باشند. زیست تخریب پذیری، بازدارندگی بسیار خوب از تبادل گازهای تنفسی و در نتیجه کنترل تنفس میوه‌ها، بازدارندگی از انتقال و تبادل ترکیبات بودار و طعم‌دار و همچنین حفاظت محصول در مقابل صدمات مکانیکی ازجمله مهمترین مزایای فیلم های خوراکی می‌باشند (مهدی زاده، ۱۳۹۵). آلژینات پلی‌ساکارید استخراج شده از جلبک دریایی قهوه‌ای (Phaeophyceae) و از عوامل ژل‌ساز معمول مورد استفاده در صنایع غذایی است، زمانیکه یون‌های دو و چندظرفیتی و به‌طور معمول، Ca^{2+} با انتهای گلوکورونیک‌اسید تعامل برقرار می‌کنند منجر به تشکیل یک شبکه سه‌بعدی می‌شود (Mancini and McHugh., 2000). اردستانی و همکاران در سال ۱۳۸۹ به ارزیابی خواص مکانیکی و فیزیکی *فیلم‌های* خوراکی آلژینات کلسیم پرداختند که در این تحقیق از دو نمونه که یکی شامل آلژینات سدیم و دکستروز و یکی دیگر شامل آلژینات و مالتودکسترین بود و دریافتند که از نظر خواص مکانیکی و بررسی ضخامت هر دو فیلم تفاوت معنی‌داری وجود ندارد و هم‌چنین از نظر فیزیکی دو نمونه در نفوذپذیری نسبت به بخار آب تفاوت معنی‌داری نبود اما در سرعت انتقال اکسیژن فرمولاسیون

تفاوت معنی‌داری را نشان داد. مرتضویان و همکاران در سال ۱۳۸۸ به بررسی شاخص‌های کیفی و روش‌های تولید فیلم‌های خوراکی پرداختند. آنها دریافتند که با مطالعه دقیق‌تر اثر فرآیند برخواص مکانیکی، ممانعتی و ظاهری آنها، بررسی جذب سطحی مواد بودار، نفوذپزیری انواع ترکیبات می‌توان باعث بهبود خواص کیفی فیلم‌ها شد. هدف از این مطالعه افزایش عمر نگه‌داری برش‌های سیب با استفاده از پوشش خوراکی آلژینات کلسیم بود.

مواد و روش‌ها

نمونه‌های سیب از بازار محلی یاسوج تهیه گردید و تا زمان آزمایش در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد. آلژینات سدیم با نسبت گلورونیک اسید به مانورونیک اسید ۴۰/۶۰، کلرید کلسیم، پروپیلن گلیکول و اتانول ۹۵٪ از شرکت بهین آزما (شیراز–ایران) تهیه شدند.

آماده‌سازی محلول آلژینات‌کلسیم: ابتدا ۲درصد (وزنی/حجمی) آلژینات و پروپیلن‌گلیکول به میزان۱درصد (وزنی/حجمی) وزن شد. سپس ۲٪ آلژِینات را با مقداری الکل ترکیب کرده تا آلژینات کامل حل شود و سپس با آب مقطر به حجم ۱۰۰۰ میلی لیتر رساندیم و بعد ۱٪ پروپیلن گلیکول به آن اضافه کردیم و توسط هموژنایزر مغناطیسی (۸۰۰ دور دردقیقه) به مدت ۱ ساعت هم زده شد و در یک ظرف سرپیچ‌دار به‌مدت ۲۴ ساعت باقی ماند تا کامل هیدراته شد. سپس بعد از ۲۴ ساعت وزن کرده و مقدار ۲۰ گرم درون پلیت پلی‌استایرنی ریخته و در دمای محیط به مدت ۴۸ ساعت گذاشتیم تا خشک شود.

نحوه پوشش‌دهی بر قطعات سیب: نمونه‌های سیب خریداری شده تمیز و شسته شدند و به قسمت‌های مساوی (۵/۵ × ۳/۵ × ۱/۵ سانتی‌متر) تقسیم گردیدند. سپس فیلم‌ها را در محیط استریل با استفاده از پنس روی قطعات سیب برش خورده پوشش دادیم سپس نمونه‌ها درون ظرف‌های دربدار دارای سوراخ جهت تبادل گازهای تنفسی، تا زمان آزمون‌ها در یخچال نگه‌داری شدند.

اندازه‌گیری میزان اسیدیته نمونه‌های سیب: ابتدا برای محلول تیتراسیون مقدار ۲ گرم هیدروکسید سدیم را در آب مقطر حل کردیم و در یک بالن ژوژه ۵۰۰ میلی‌لیتری با آب مقطر به حجم رساندیم و محلول ۰/۱ درصد NAOH بدست آمد. سپس ۵۰ میلی لیتر از محلول ۰/۱ درصد برداشته و با آب مقطر به حجم ۴۵۰ میلی لیتر رساندیم و محلول ۰/۰۱ درصد NAOH بدست آوردیم. حال برای محلول پایه از هر جعبه ۳ تکه سیب برداشته و رنده کردیم و وزن کرده و سپس به مقدار ۳ برابر وزن سیب به آن آب مقطر اضافه کردیم و با یک مگنت مغناطیسی بر روی هیتر گذاشتیم تا مواد محلول در سیب خارج شود و وقتی گرم شد آن را برداشته و الکترود PH متر را درون آن قرار داده و با هیدروکسی سدیم ۰/۰۱ نرمال تا زمان رسیدن به PH برابر با ۸ تیتر کرده. اسیدیته قابل سنجش بر اساس حاصل ضرب حجم مصرفی در یک فاکتور تبدیل مناسب که معمولا برای اسید مالیک ۶۷,۰۴ در نظر گرفته میشود به‌دست آمد.

$$m_1 \times V_1 = m_2 \times v_2 \qquad m_{1=}\text{مقدار نمونه ی اولیه برداشت شده بر حسب گرم} \qquad m_2 = ؟$$

$$v_{1=} \qquad m_2 \times 67.04 \qquad \text{حجم سود مصرفی} = v_2$$

اندازه‌گیری ماده جامد محلول نمونه‌های سیب : یک تیکه از سیب را از جعبه برداشته و سپس رنده کردیم و وزن کردیم. مقداری آب با حجم مشخص به آن اضافه کردیم و سپس روی هیتر گذاشتیم با مگنت مغناطیسی و اجازه دادیم گرم شود و سپس بعد از سرد شدن دو قطره از محلول را توسط قطره چکان برداشته و روی دستگاه رفراکتومتر گذاشتیم و مقدار مواد جامد محلول آن را اندازه گرفتیم.

آزمون میزان کاهش وزن نمونه‌ها: میزان کاهش وزن نمونه‌ها به‌خاطر از دست رفتن رطوبت محلول با وزن کردن نمونه‌ها توسط یک ترازوی دیجیتال (مدل WTG ساخت کشور Radwag کشور لهستان) محاسبه گردید و به صورت اتلاف وزن نمونه بر اساس وزن اولیه گزارش شد.

اندازه‌گیری ویتامین ث: **مقدار ویتامین C آب میوه بر اساس کاهش رنگ ترکیب 2،6 دی‌کلروفنل‌ایندوفنل (DCPIP) توسط آسکوربیک اسید اندازه‌گیری شد.**

آنالیز آماری: در این تحقیق از طرح کاملا تصادفی استفاده گردید و تمام آزمایش‌ها در سه تکرار انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار22 spss و روش تجزیه و تحلیل واریانس (ANOVA) در سطح ۰/۰۵ صورت گرفت.

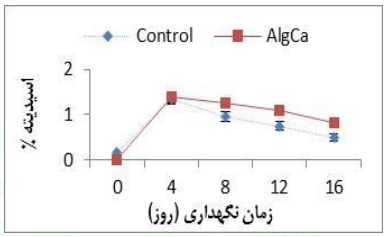
نتایج و بحث

بررسی روند تغییرات اسیدیته: روند تغییرات اسیدیته نمونه‌های سیب برش خورده در طول دوره نگه‌داری در شکل ۱ آورده شده است. نتایج نشان داد که از روز صفر ابتدا اسیدیته نمونه‌ها افزایش یافته و سپس روندکاهشی بوده است. میزان اسیدیته‌های قابل تیتراسیون با رسیدگی میوه در ارتباط هستند و موجب طعم ترش در میوه‌ها می‌شوند (Togrul *et al.*, 2003). به‌طور کلی اسیدیته نمونه پوشش داده شده با آلژینات کلسیم در مقایسه با نمونه کنترل، بیشتر بود ($p<0.05$) که نشان‌دهنده‌ی پایین‌تر بودن سرعت تجزیه اسیدآلی در نمونه پوشش‌دار است. Togrul و همکاران (۲۰۰۳) اثر پوشش کربوکسی‌متیل‌سلولز را بر ماندگاری هلو و گلابی مورد بررسی قرار دادند. نتایج به‌دست آمده از این تحقیق نشان داد استفاده از کربوکسی‌متیل سلولز به‌عنوان پلیمری هیدروفوبیک در امولسیون پوشش میوه‌های هلو و گلابی باعث افزایش ماندگاری آنها شده است. آنها گزارش کردند که علت این امر به‌دلیل کاهش نرخ انتقال اکسیژن از محیط خارجی به داخل میوه به دلیل پوشش‌دهی باشد (Togrul *et al.*, 2003).

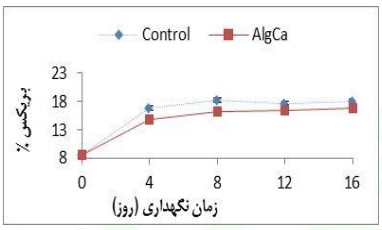
اندازه‌گیری ماده جامد محلول نمونه‌های سیب: روند تغییرات بریکس نمونه‌های سیب برش‌خورده درطول دوره نگه‌داری در شکل ۲ آورده شده است. قسمت اعظم مواد جامد قابل‌حل در میوه، قندها و مقدار کمی اسیدها و ویتامین‌ها می‌باشد (صادقی پور و همکاران، ۱۳۹۱). نتایج نشان داد که طی دوره نگه‌داری بریکس نمونه‌ها افزایش یافته است اما روند افزایش در دو تیمار یکسان نبوده است. نمونه کنترل نسبت به نمونه پوشش‌داده شده بریکس بیشتری داشت که می‌تواند به دلیل افت رطوبت بیشتر در نمونه کنترل باشد زیرا رسیدن میوه و افت رطوبت باعث افزایش مقدار مواد جامد در آن می شود (صادقی پور و همکاران، ۱۳۹۱). نتایج این تحقیق با مطالعه ی خوش‌گردی و همکاران درسال ۱۳۹۳ بر روی تأثیر پوشش نانوامولسیون حاوی کیتوزان بر افزایش ماندگاری سیب گلاب رقم گلاب کهنز در مدت انبارداری مطابقت دارد.

روند تغییرات درصد کاهش وزن نمونه‌های سیب برش‌خورده در طول دوره نگه‌داری: نتایج حاصل از بررسی درصد افت وزن در شکل ۳ آورده شده است. درصد کاهش وزن یکی از مهم ترین فاکتورهای ارزیابی در میوه‌های تازه برش خورده است که ارتباط مستقیم با محتوای رطوبت میوه‌ها دارد، بررسی نتایج نشان داد که با افزایش زمان نگه‌داری، میزان درصد کاهش وزن افزایش یافته است. همان‌طور که در شکل ۳ نشان داده شده است، کاهش وزن در نمونه کنترل نسبت به نمونه پوشش داده شده بیشتر بود. نتایج این تحقیق با مطالعه‌ی شهدادی ساردو و همکاران در سال ۱۳۹۶ روی تأثیر بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده و پوشش خوراکی کیتوزان بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی وحسی خیار گلخانه‌ای رویال طی دوره نگه‌داری مطابقت دارد.

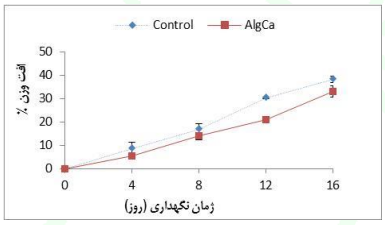
روند تغییرات ویتامین ث: در شکل ۴ روند تغییرات ویتامین ث نشان داده شده است. به‌طورکلی طی مدت نگه‌داری میزان ویتامین ث در هر دو نمونه کاهش‌یافته است که می‌تواند به‌دلیل کاهش آب طی مدت نگهداری و به‌دنبال آن افزایش اکسیداسیون باشد (رستم‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲). با این حال، روند کاهش ویتامین ث در نمونه‌ی پوشش داده شده کمتر بود زیرا همان‌طور که در مبحث روند تغییرات کاهش وزن بیان شد نمونه‌ی پوشش‌داده شده با آلژینات‌کلسیم کاهش وزن کمتری داشت. نتایج این تحقیق با گزارش رستم‌زاده و همکاران که از پوشش کیتوزان برای میوه سیب استفاده کرده بودند مشابه بود (رستم‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲).



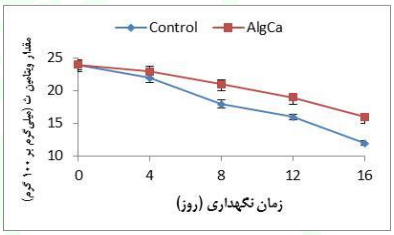
شکل ۱- تغییرات اسیدیته



شکل ۲- تغییرات مواد جامد محلول



شکل ۳- تغییرات درصد کاهش وزن



شکل ۴- تغییرات ویتامین ث

منابع

آبدانان مهدی‌زاده، س. و نعمتی نیا، ا. ۱۳۹۵. سنجش میزان قهوه‌ای شدن آنزیمی با استفاده از فوریه بافت فرکتال تصویر در نمونه‌های سیب و موز برش خورده، فصلنامه فناوری‌های نوین غذایی، ۴ (۱۴): ۴۳-۵۴.

برنجی اردستانی، س.، عزیزی، م. ح.، ظهوریان، گ.، هادیان، ز. و امیری، ز. ۱۳۸۹. ارزیابی خواص مکانیکی و فیزیکی فیلم‌های خوراکی آلژینات کلسیم، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۷ (۴).

شهدادی ساردو، ع.، صداقت، ن.، تقی‌زاده، م. و میلانی، ا. ۱۳۹۶. تأثیر بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح‌شده و پوشش خوراکی کیتوزان بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی خیار گلخانه‌ای رویال طی دوره نگه‌داری، نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۳ (۲): ۳۶۳-۳۷۸.

صادقی پور، م.، بدیعی، ف.، بهمدی، ه. و بازیار، ب. ۱۳۹۱. اثر پوشش‌های خوراکی فعال بر پایه متیل سلولز بر ماندگاری گوجه فرنگی، ۹ (۳۵).

مرتضویان، س. ا. م.، عزیزی، م. ح. و سهراب وندی، س. ۱۳۸۸. فیلم‌های خوراکی شاخص‌های کیفی و روش‌های تولید، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۶ (۳).

رستم‌زاده، ب.، رامین، ع. ا.، امینی، ف. و پیرمرادیان، م. ۱۳۹۲. اثر پوشش‌دهی با کیتوزان بر افزایش عمر نگهداری محصول پس‌از برداشت و حفظ کیفیت میوه سیب رقم سلطانی، ۵ (۱۷).

Mancini, F., McHugh, T. 2000. Fruit-alginate interactions in novel restructured products. Food/Nahrung, 44(3):152-157 .

Togrul, H., Arslan, N. 2004. Extending shelf-life of peach and pear by using CMC from sugar beet pulp cellulose as a hydrophilic polymer in emulsions. Food Hydrocolloids, 18(2): 215-226.

Investigation of some physicochemical properties of apple slices coated with calcium alginate

Samira Mohammadi [1], Foroud Bagheri [1,2,3], Mohsen Radi[1,2,3*], Sedigheh Amiri[1,2,3*]
[1] Department of Food Science and Technology, Yasooj Branch, Islamic Azad University, Yasooj, Iran
[2] Sustainable Agriculture and Food Security Research Group, Yasooj Branch, Islamic Azad University, Yasooj, Iran
[3] Young Researchers and Elite Club, Yasooj Branch, Islamic Azad University, Yasooj, Iran
* *Corresponding author: m.radi@iauyasooj.ac.ir*

Abstract
Vegetables and fruits need special preservation to prevent them from decaying. The consumption of vegetables and fruits provides the body with vitamins and minerals. The storage shelf life of vegetables and fruits is an important issue that can be prolonged by applying some modifications in their postharvest life. On the other hand, in recent years, the tendency to use biodegradable biopolymers in the production of packaging materials has received much attention. The biodegradability, edibility and efficiency of edible films have led to their widespread study, research and application as an alternative to synthetic films. The aim of this study was to evaluate the oral coating of calcium alginate on increasing the shelf life of apple slices. For this purpose, the coated apple slices with calcium alginate were examined on days 0, 4, 8, 12 and 16 and were compared with the control sample. Afterward, the acidity, brix, and weight loss of the samples were measured. The results showed that the weight loss of the coated samples was less than the control sample, in contrast to brix which was higher in the control samples. This was due to the higher moisture loss in control which increases the amount of solids. The acidity and vitamin C content were higher in the coated sample due to the lower decomposition rate of organic acids. The results of this study showed that the use of oral calcium alginate coating improves the shelf life of the apple slices.
Keywords: Calcium alginate, fresh cut, edible coating, apples.