مهندسی بیوسیستم ایران، دورهٔ ۴۵، شمارهٔ ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۳ (ص ۱۲۰-۱۱۳)

تأثیر پوشش نانوامولسیون حاوی کیتوزان بر افزایش ماندگاری سیب گلاب رقم گلاب کهنز در مدت انبارداری

علی صحرایی خوش‌گردش[۱]، فوژان بدیعی[۲]*، سیدعلی یاسینی اردکانی[۳]

۱. کارشناس‌ارشد، گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی، واحدعلوم و تحقیقات یزد

۲. دانشیار پژوهش بخش تحقیقات مهندسی صنایع غذایی و فناوری پس از برداشت، مؤسسهٔ تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، ایران

۳. استادیار، گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی، واحدعلوم و تحقیقات یزد

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۸- تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۵/۱۵)

چکیده

در این پژوهش کارایی نوعی پوشش خوراکی نانوامولسیونی حاوی کیتوزان با هدف افزایش زمان نگه‌داری سیب رقم گلاب کهنز بررسی شد. سیب پس از برداشت با پوشش نانوامولسیون بر پایهٔ کیتوزان در غلظت ۲۰۰۰ قسمت در میلیون، پوشش‌دهی و به‌همراه نمونه‌های شاهد در دمای ۱±۲ درجهٔ سانتی‌گراد و در رطوبت نسبی ۸۰-۸۵ درصد نگهداری شد. در مدت ۱۰ هفته نگهداری در فواصل زمانی مشخص (هر هفته یکبار) سفتی بافت، فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز، رنگ پوست و گوشت، خواص حسی، و میزان تنفس براساس میزان CO_2 تولیدشدهٔ سیب‌های نگهداری‌شده اندازه‌گیری شد. نتایج نشان دادند که پوشش خوراکی بر پایهٔ نانوامولسیون کیتوزان اثر معنی‌داری بر سفتی بافت و خواص حسی میوه ندارد. کاربرد پوشش حداکثر شدت تنفس را به نصف کاهش داد و پوشش به‌طور معنی‌داری باعث کاهش اوج تنفسی سیب شد. در میوه‌های بدون پوشش پس از مرحلهٔ اوج تنفسی، میزان فعالیت آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز افزایش نشان داد که همراه با گسترش قهوه‌ای‌شدگی بافت میوه بود. به‌طورکلی این پوشش عمر انباری سیب را افزایش و ضایعات کمّی و کیفی آن را در مدت نگهداری کاهش داد.

کلیدواژگان: آنزیم پلی‌فنل اکسیداز، پوشش نانوامولسیون بر پایهٔ کیتوزان، سفتی بافت، سیب گلاب کهنز، شدت تنفس.

مقدمه

سیب از محصولات باغی مهم و استراتژیک کشور است که از نظر صادرات نیز اهمیت زیادی دارد. براساس آخرین آمار منتشرشده از سوی فائو [1] در سال ۲۰۱۲ ایران با تولید ۱،۶۶۲،۴۳۰ تن انواع سیب درختی در بین تولیدکنندگان سیب، رتبهٔ هشتم جهانی را کسب کرده است (FAO, 2012). سیب میوه‌ای فرازگرا[2] است که در مرحلهٔ رسیدگی، تنفس میوه افزایش شدیدی نشان می‌دهد. چنین افزایشی در تنفس را تنفس فرازگرا یا تنفس کلیماکتریک می‌گویند. کاهش شدت تنفس میوه به‌ویژه در این مرحله، نقش مهمی بر عمر انباری و ماندگاری میوه دارد (Korban & Skirvin, 1994). سیب گلاب از ارقام بومی مهم کشور است که به علت داشتن عطر خاصی به این نام معروف شده‌است. سیب‌های گلاب به‌ویژه گلاب اصفهان و کهنز از گروه سیب‌های مهم تجاری هستند. سیب گلاب حساسیت زیادی به آسیب‌های مکانیکی و فیزیولوژیکی دارد و در مقایسه با سایر ارقام سیب عمر انباری کوتاهی دارد. در بسیاری از موارد به‌دلیل حساسیت زیاد این میوه به ضربه، امکان نگهداری و انتقال آن به مناطق دور از منطقه تولید آن بسیار محدود است. از این رو در مقایسه با سایر ارقام سیب به‌منظور حفظ کیفیت و ارتقاء بازار فروش آن، روش‌های مناسبی نیاز است تا شرایط نگهداری و حمل‌و نقل آن بهبود یابد (Damyar, 2006).

در سال‌های اخیر تحقیقات متعددی در زمینهٔ استفاده از پوشش‌های خوراکی و یا زیست‌تخریب‌پذیر برای افزایش ماندگاری محصولات باغی حساس با عمر انباری کوتاه شده است. پوشش‌های خوراکی به‌صورت لایهٔ محافظی بر سطح میوه‌ها و سبزی‌ها قرار می‌گیرند و همانند بسته‌بندی‌های با اتمسفر اصلاح‌شده عمل می‌کنند (Flores *et al.*, 2007

* نویسندهٔ مسئول: jbadii@gmail.com

1. FAO
2. Climacteric

Archive of SID

www.SID.ir

Franssen *et al.*, 2004). پوشش‌های خوراکی می‌توانند از پلی‌ساکاریدها، پروتئین‌ها، چربی‌ها، و یا مخلوطی از این ترکیبات تشکیل شوند (Wang et al., 2007). انواع گوناگونی از پلی‌ساکاریدها در ساخت پوشش‌های خوراکی استفاده می‌شود که می‌توان به سلولز و مشتقات آن، نشاسته، و کیتوزان اشاره کرد. کیتوزان، پلی‌مر بتا (۴و۱) ان‌ـاستیل دی‌گلوکزآمین است که از استیل‌زدایی کیتین استخراج‌شده از سخت‌پوستان، حشرات، و قارچ‌ها تولید می‌شود (Laskin *et al.*, 2008). به‌تازگی آزمایش‌های انجام‌گرفته بر خصوصیات تغذیه‌ای نشان داده‌اند که کیتوزان غیر سمی و از نظر بیولوژیکی ایمن است (Jiang & Li, 2001) و از طرفی اثر ضد میکروبی بر انواع میکروارگانیسم‌ها دارد. مخمرها و کپک‌ها حساسیت زیادی به این ماده دارند و پس از آنها باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی حساسیت کمتری دارند. کیتوزان به‌عنوان عامل باکتریوسید یا باکتریوستاتیک عمل می‌کند ولی تحقیقات اخیر نشان داده‌اند که اثر کیتوزان بیشتر به‌صورت عاملی باکتریوستاتیک است (Raafat *et al.*, 2008). کیتوزان تأثیرات مفیدی روی اسیدیتهٔ قابل تیتراسیون، رسیدن و میزان ویتامین C، سفتی بافت و کاهش پوسیدگی (مهار جوانه‌زنی اسپور و مهار رشد *B.cinerea* و گونه‌های *Rhizopus*) در توت‌فرنگی (El Ghaouth *et al.*, 1992a)، تمشک (Zhang & Quantick, 1998; Ghaouth et al., 1991)، و سفتی بافت و تغییر رنگ در گوجه‌فرنگی (El Ghaouth *et al.*, 1992b) نشان داده است. ارزیابی‌های حسی نشان داده است که توت‌های پوشش‌داده‌شده با کیتوزان (Zhang & Quantick, 1998)، میوهٔ لونگان–از میوه‌های مناطق گرمسیری به‌خصوص مالزی، تایلند، و چین که سرشار از فسفر، کلسیم، کربوهیدرات، و ویتامین c است– (Jiang & Li, 2001) و هلو (Li & Yu, 2000) در مقایسه با گروه شاهد کیفیت بهتری داشتند. استفاده از پوشش کیتوزان باعث حفظ محتوای آنتوسیانین‌ها، فلاونوئیدها، و فنولیک کل در میوهٔ لیچی شد –زادگاه این میوه چین و هند است و در این کشورها به‌صورت تازه و خشک از این میوه استفاده می‌شود– این پوشش افت وزن و قهوه‌ای‌شدن میوه را کاهش داد. استفاده از این پوشش ماندگاری میوه را بهبود بخشید و افزایش فعالیت پلی‌فنولاز در میوهٔ لیچی را به تعویق انداخت (Zhang & Quantick, 1997). کیتوزان خرابی هویج را کاهش و ظاهر آن را بهبود داد (Li & Barth, 1998). کیتوزان باعث کاهش سرعت تنفس، سطح O_2 داخلی، تولید اتیلن، و افزایش اسیدیتهٔ قابل تیتراسیون در گوجه‌فرنگی پوشش‌داده‌شده شد (El Ghaouth *et al.*, 1992). پوشش کیتوزان در میوهٔ لونگان ازدست‌رفتن سفتی بافت و محتوای اسیدآسکوربیک، مواد جامد محلول، اسیدیتهٔ قابل تیتراسیون، فساد، میزان تنفس، و فعالیت پلی‌فنولاز را در مقایسه با گروه شاهد کاهش داد. پوشش تا حدی افزایش فعالیت پلی‌فنل اکسیداز میوهٔ لونگان را مهار کرد که با تغییر رنگ پوست در ارتباط است (Jiang & Li, 2001). کیتوزان محتوای ویتامین C هلو را افزایش، تولید اتیلن را کاهش داد، و رسیدن میوه را به تأخیر انداخت (Li & Yu, 2000). به‌کارگیری فناوری نانو می‌تواند باعث افزایش کارایی و ارتقای کیفی مواد بسته‌بندی شود. کاهش اندازهٔ ذرات و کوچکترشدن منافذ پوشش‌ها باعث افزایش کارایی آنها در مقایسه با پوشش‌های خوراکی معمولی می‌شود. مطالعات نشان داده‌است که کاربرد پوشش‌های نانوامولسیون کیتوزان باعث افزایش ماندگاری توت‌فرنگی و پرتقال می‌شود (Eshghi *et al.*, 2012; Mohammadhosseini *et al.*, 2012). از این رو در این پژوهش با هدف افزایش ماندگاری محصولات باغی، اثر این نوع پوشش بر افزایش ماندگاری و کیفیت سیب گلاب کهنز بررسی شده‌است.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی نانوامولسیون حاوی کیتوزان

امولسیون روغن (اسیداستئاریک) در آب، در درجهٔ حرارتی نزدیک به نقطهٔ ذوب چربی گرما داده شد و هم‌زمان محلول ۰/۵ درصد کیتوزان در اسیداستیک و محلول ۰/۵ درصد سدیم پلی‌فسفات (۰/۷۵ میلی‌گرم در میلی‌لیتر) به آن اضافه شد و با اولتراسونیک اندازهٔ ذرات کاهش یافت. به‌منظور حذف باقیماندهٔ سدیم‌پلی‌فسفات، سوسپانسیون حاصل از غشای‌اولترافیلتراسیون مجهز به نانوفیلتر سرامیکی عبور داده شد (Huang *et al.*, 2009) به نحوی که امولسیون حاصل ذراتی در ابعاد ۵۰-۱۰۰ نانومتر داشته باشد. ابعاد ذرات در امولسیون در هر دو پوشش با Particle Size Analyzer اندازه‌گیری شد و ساختار پوشش با میکروسکوپ الکترونی روبشی بررسی گردید. غلظت کیتوزان در پوشش ppm ۲۰۰۰ بود. با این روش غلظت کیتوزان در پوشش نانوامولسیون ۵ تا ۱۰ برابر در مقایسه با پوشش‌های معمولی تهیه‌شده بر پایهٔ کیتوزان کاهش یافته‌است (Li & Yu, 2000, Jiang & Li, 2001)

پوشش‌دهی میوه

سیب رقم گلاب کهنز پس از خریداری از میدان میوه و تره‌بار کرج و قرارگرفتن در جعبه‌های مخصوص، به آزمایشگاه منتقل شد و از نظر نداشتن ضرب‌دیدگی، میزان رسیدگی، و اندازه

Archive of SID

www.SID.ir

درجه‌بندی شد. پوشش‌دهی و لایه‌نشانی ذرات امولسیون بر سطح محصول به‌روش رسوب‌گذاری ساده و تبخیر آب انجام گردید. بخشی از نمونه‌ها با پوشش نانوامولسیون کیتوزان به‌روش غوطه‌وری پوشش داده شدند و پس از خشک‌شدن در دمای محیط در مجاورت پنکه و جریان هوا به‌همراه نمونهٔ شاهد (بدون پوشش) کارتن‌گذاری و کدگذاری شدند و در سردخانه به‌مدت ۱۰ هفته در شرایط ۲±۱°C و رطوبت نسبی ۸۰-۸۵ درصد نگهداری شدند. هر هفته یکبار به‌مدت ۱۰ هفته ویژگی‌های زیر روی سیب‌های پوشش‌دار و بدون پوشش اندازه‌گیری شد.

استحکام بافت

برای سنجش نفوذپذیری بافت میوه از آزمون نفوذسنجی و دستگاه بافت‌سنج مدل H5KS ساخت انگلستان با لودسل ۳۰۰ نیوتن استفاده شد. در این آزمون میلهٔ ته‌گرد (پروب) با قطر ۱۰ میلی‌متر با سرعت ۱۲ میلی‌متر بر دقیقه به درون بافت میوه نفوذ کرد و میزان نیروی واردشده بر واحد سطح بافت میوه (برحسب نیوتن بر میلی‌متر مربع) در سه نقطه از سطح آن اندازه‌گیری شد (Lee *et al.*, 2003).

شدت تنفس

شدت تنفس با دستگاه تنفس‌سنج Testo ساخت آلمان ارزیابی شد. این دستگاه از حسگری حساس به CO_2 مجهز به کارت حافظه تشکیل شده است که در محفظهٔ پلاستیکی (۱۰×۲۰×۲۰سانتی‌متر) کاملاً غیر قابل نفوذ به هوا قرار داده شد. میزان CO_2 درون محفظه که وزن مشخصی از میوه در مدت نیم ساعت تولید کرده بود، ثبت گردید و شدت تنفس برحسب mg CO_2/ kg.hr محاسبه شد (Maftoonazad & Ramaswamy, 2005).

تعیین میزان فعالیت پلی‌فنل‌اکسیداز

ابتدا محلول حاوی آنزیم تهیه گردید. بدین منظور،۱۰ گرم سیب با ۲۰ میلی‌لیتر از محلول۰/۲ مولار بافر سدیم فسفات که حاوی ۴ درصد (وزنی-حجمی) وینیل پلی‌پیرولیدین و۱ درصد (حجمی-حجمی) تریتون۱۰۰-X بود مخلوط، سپس هموژن شد و به‌مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ شد. سپس محلول رویی حاوی آنزیم برای آزمایش جدا گردید (Terefe *et al.*, 2009).

۰/۰۷۵ میلی‌لیتر از محلول رویی حاوی آنزیم داخل لولهٔ آزمایش ریخته و سپس ۳ میلی‌لیتر محلول کاتکول به آن افزوده شد. از هر نمونه ۳ تکرار داخل میکروپلیت ریخته شد. در مورد نمونهٔ شاهد، کاتکول به ۰/۰۷۵ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه گردید. میزان جذب در اسپکتروفتومتر TECAN مدل M200PRO ساخت آمریکا در طول موج ۴۲۰ نانومتر به‌مدت ۱۰ دقیقه (هر دقیقه یک‌بار) خوانده شد. فعالیت آنزیم برحسب واحد بر گرم بافت از شیب منحنی جذب-زمان به‌دست آمد (Fernandes *et al.*, 2011).

رنگ پوست میوه

رنگ پوست میوه‌های پوشش‌دار و بدون پوشش قبل و بعد از نگهداری در سردخانه با دستگاه رنگ‌سنج مدل Konica Minolta CR-400 / 410 ساخت ژاپن به‌صورت عددی L*، a*، و b* (به‌ترتیب از سفید-سیاهی، سبز به قرمز، و آبی به زرد) تعیین و میزان تغییر رنگ کلی (ΔE) نیز با رابطهٔ ۱ محاسبه شد (Maftoonazad & Ramaswamy, 2005).

$$\Delta E = \sqrt{(L_0 - L*)^2+(a_0 - a*)^2 + (b_0 - b*)^2} \quad \text{(رابطهٔ ۱)}$$

L_0 و a_0 و b_0 پارامترهای رنگی نمونه‌های سیب تازه (زمان صفر) و L* و a* و b* پارامترهای رنگی نمونه‌های سیب پس از نگهداری هستند.

رنگ گوشت میوه: تغییر رنگ کلی (ΔE) گوشت میوه در طول ۱۰ هفته نگهداری در سردخانه با پارامترهای رنگی محاسبه شد و با استفاده از رابطهٔ ۲ شاخص قهوه‌ای‌شدن گوشت میوه محاسبه گردید.

$$I = \frac{[100(x-0.31)]}{0.17} \quad \text{(رابطهٔ ۲)}$$

که x از رابطهٔ ۳ به‌دست می‌آید (Mizani *et al.*, 2009):

$$x = \frac{(a*+1.75L*)}{(5.645L*+a*-3.012b*)} \quad \text{(رابطهٔ ۳)}$$

ارزیابی ویژگی‌های حسی هدونیک

در این آزمون، نمونه‌های کدگذاری‌شده با اعداد تصادفی سه‌رقمی در ظروف مشابه در اختیار ده ارزیاب حسی آموزش‌دیده قرار داده شدند. ارزیاب‌ها نمونه‌ها را از نظر ویژگی‌های طعم، بو، رنگ، شکل ظاهری، و قابلیت پذیرش‌کلی ارزیابی و اعتباربندی کردند. در این آزمون، امتیاز ۵ برای ویژگی عالی و امتیاز ۱ برای ویژگی ضعیف در نظر گرفته شد (Watts, 1989).

تحلیل آماری

ویژگی‌های فیزیک و شیمیایی سیب در شرایط گوناگون تا زمانی‌که قابلیت پذیرش نمونه‌ها از بین رفت، ارزیابی گردید. آزمون‌ها در قالب آزمایش فاکتوریل براساس طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا و داده‌های آزمایشی با نرم‌افزار SPSS تجزیه و تحلیل شدند. در این پژوهش اثر پوشش‌های نانویی و مدت زمان نگهداری به‌عنوان متغیر مستقل مطالعه شد و برای مقایسهٔ میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن با حداکثر خطای قابل قبول ۱ درصد ($P<0.01$) استفاده گردید.

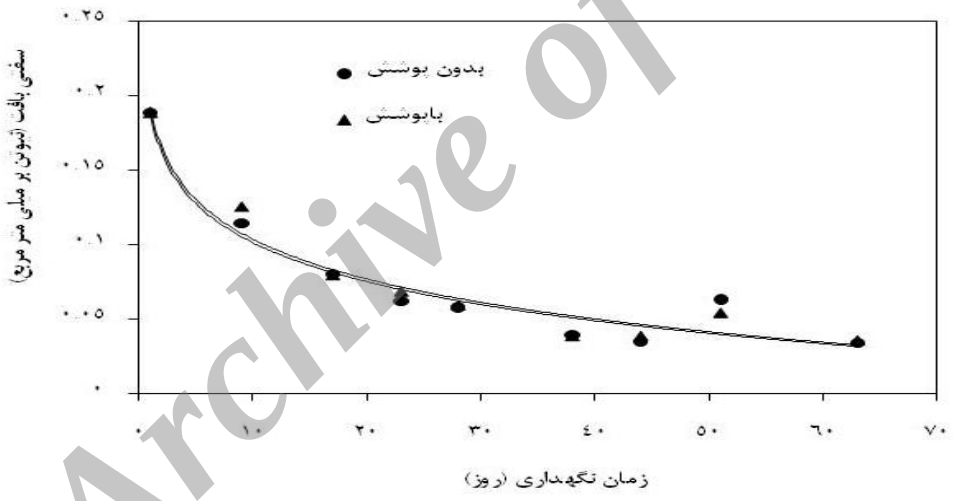
Archive of SID

www.SID.ir

نتایج و بحث

استحکام بافت

در شکل ۱ تغییرات سفتی بافت میوهٔ سیب گلاب کهنز با پوشش نانوامولسیون کیتوزان و میوهٔ بدون پوشش در مدت ۱۰ هفته نگهداری در دمای ۱± ۲ درجهٔ سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۰-۸۵ درصد نشان داده شده است. با افزایش زمان نگهداری سفتی بافت سیب کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر کاهش سفتی بافت در روزهای نخستین نگهداری به‌سرعت و سپس به‌صورت تدریجی ادامه یافته است. کاهش سفتی بافت میوه در مدت نگهداری به‌دلیل تخریب پروتوپکتین نامحلول و تبدیل آن به اسیدپکتیتک و پکتین محلول است. افزایش فعالیت پکتین‌استراز و پلی‌گالاکتوروناز باعث کاهش طول زنجیر مواد پکتینی و نرمی بافت میوه می‌شود (Mizani *et al.*, 2009; Maftoonazad & Ramaswamy, 2008). همچنین در مدت نگهداری میوه، کاهش مقدار آب باعث کاهش فشار تورژسانس سلولی و کاهش سفتی بافت میوه می‌شود. سفتی بافت در سیب گلاب کاهش غیر خطی و تاحدودی لگاریتمی دارد و در ابتدا شیب تغییرات تند و به‌تدریج آهسته می‌شود. روند تغییرات سفتی بافت در نمونه‌های پوشش‌دار و بدون پوشش یکسان است و در مدت نگهداری تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌شود، به‌عبارتی پوشش نانوامولسیون کیتوزان اثر معنی‌داری بر سفتی بافت سیب گلاب نداشت. همچنین پوشش متیل‌سلولز بر حفظ سفتی بافت گوجه‌فرنگی در مدت نگهداری اثری نداشت (Sadeghipour *et al.*, 2009). ولی کاربرد پوشش خوراکی در بسیاری از موارد باعث کاهش سرعت نرم‌شدن بافت میوه در مدت نگهداری می‌شود (Mizani *et al.*, 2009; Maftoonazad & Ramaswamy, 2005). پوشش متیل‌سلولز بر حفظ سفتی بافت گوجه‌فرنگی در مدت نگهداری اثری نداشت (Sadeghipour *et al.*, 2009).



شکل ۱. میزان سفتی بافت میوهٔ سیب گلاب کهنز در ۱۰ هفته نگهداری در سردخانه

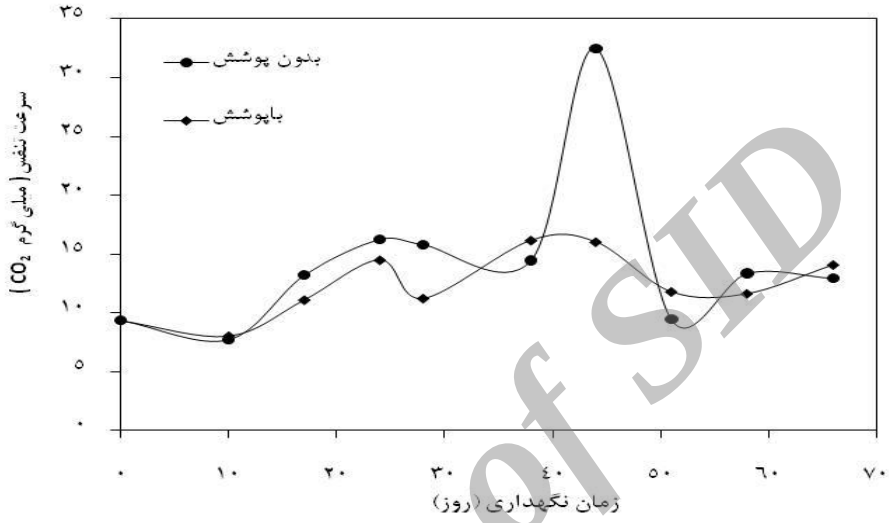
شدت تنفس

همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، میزان تنفس در میوه‌های شاهد و پوشش‌دار پس از ۱۰ روز نگهداری در دمای ۱± ۲ درجهٔ سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۰-۸۵ افزایش نشان داد. نتایج تجزیهٔ آماری نشان داد که پوشش اثر معنی‌داری بر شدت تنفس سیب در مدت نگهداری دارد. حداکثر CO_2 تولیدشده پس از ۴۴ روز در میوه‌های بدون پوشش $mL(Kg.h)^{-1}$ ۳۲/۴۴ بود در حالی‌که در میوه‌های پوشش‌دار مقدار آن به حدود $mL(Kg.h)^{-1}$ ۱۶/۰۵ رسید. بنابراین کاربرد پوشش حداکثر شدت تنفس را به نصف کاهش داد و پوشش به‌طور معنی‌داری باعث کاهش اوج تنفسی سیب شد. با ترسیم شیب منحنی تنفسی از نقطهٔ شروع تا نقطهٔ اوج تنفسی مشاهده می‌شود که سرعت افزایش میزان تنفس ($\Delta R/\Delta T$) برای سیب بدون پوشش و پوشش‌دار به‌ترتیب $mL(Kg.h)^{-1}\ day^{-1}$ ۰/۵۲ و ۰/۲۰ بود. بنابراین متوسط افزایش میزان تنفس در سیب‌های پوشش‌دار حدود ۶۱ درصد در مقایسه با نمونه‌های کنترل کاهش یافته‌است. سیب میوه‌ای فرازگراست و از رفتار تنفسی سیب‌های شاهد مشخص شده‌است که پس از ۴۴ روز نگهداری میزان تنفس آن به حداکثر می‌رسد و پس از آن وارد مرحلهٔ پیری می‌شود. نتایج نشان داد که کاربرد پوشش نانوامولسیون کیتوزان شدت تنفس را کاهش داد و به مقدار زیادی اوج تنفسی را از بین برد که این موضوع از نظر نگهداری پس از برداشت سیب

Archive of SID

www.SID.ir

بسیار اهمیت دارد. پوشش نانوامولسیون کیتوزان مانند سایر پوشش‌های خوراکی می‌تواند با اصلاح اتمسفر داخلی میوه همانند بسته‌بندی‌های اتمسفر تغییریافته عمل کند و شدت تنفس و درنتیجه فرایند رسیدگی سیب را به تأخیر بیندازد. نتایج مشابهی نیز در مورد اثر پوشش‌های خوراکی بر سایر میوه‌های فرازگرا مانند شلیل (Maftoonazad *et al.*, 2008)، موز (Banks, 1984)، گلابی(Meheriuk & Lau, 1988)، کیوی (Xu *et al.*, 2001)، و گوجه‌فرنگی (Nisperos-Carriedo & Baldwin, 1988) قبلاً ارائه شده‌است. پوشش‌دهی توت‌فرنگی (Eshghi *et al.*, 2012) و پرتقال تامسون و پرتقال خونی (Mohammadhosseini *et al.*, 2012) با پوشش نانوامولسیون کیتوزان باعث کندشدن شدت تنفس و فرایندهای رسیدگی شد.



شکل ۲. میزان تنفس سیب گلاب کهنز در ۱۰ هفته نگهداری در سردخانه

رنگ پوست و بافت

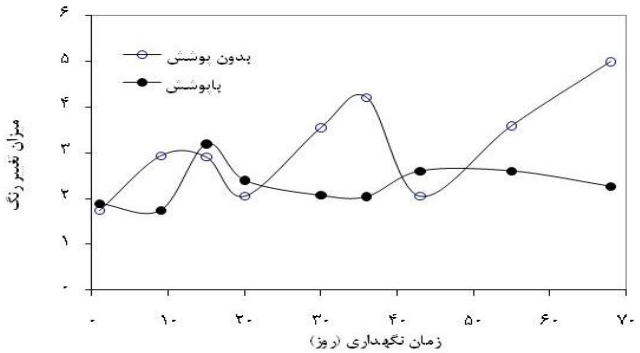
یکی از شایع‌ترین آسیب‌های فیزیولوژیکی در سیب قهوه‌ای‌شدن است. عمده‌ترین دلیل این واکنش‌ها، آنزیم پلی‌فنل اکسیداز است که باعث ازبین‌رفتن غشای دیوارهٔ سلول واکسیدشدن ترکیبات فنلی می‌شود و سرانجام باعث مرگ سلول و ایجاد رنگیزهٔ قهوه‌ای می‌گردد. جدول ۱ میزان تغییر رنگ پوست سیب گلاب را در مدت نگهداری نشان می‌دهد. مطابق این جدول تغییر رنگ پوست سیب گلاب از روند مشخصی تبعیت نمی‌کند و به‌طورکلی رنگ پوست این میوه شاخص مهمی در ارزیابی ویژگی میوه در مدت انباری نیست. شکل۳ نشان می‌دهد که پوشش نانوامولسیون کیتوزان میزان تغییر رنگ گوشت میوه را در مدت نگهداری کمتر کرده است و در پایان زمان نگهداری پس از مرحلهٔ اوج تنفسی میزان تغییر رنگ میوهٔ بدون پوشش افزایش معنی‌داری نشان داده است. شکل ۴نشان می‌دهد که شاخص قهوه‌ای‌شدن گوشت میوه در سیب گلاب پس از ۴۵ روز نگهداری که مصادف است با شروع مرحلهٔ اوج تنفسی در میوهٔ پوشش‌دار در مقایسه با سیب شاهد کاهش معنی‌داری داشته است. در زمینهٔ برخی از پوشش‌های خوراکی دیگر نیز نتایج مشابهی به‌دست آمده‌است. پوشش‌های خوراکی بر پایهٔ متیل‌سلولز میزان تغییر رنگ میوهٔ گوجه‌فرنگی (Sadeghipour *et al.*, 2009) و شلیل (Mizani *et al.*, 2008) را در مدت نگهداری کاهش دادند. پوشش متیل‌سلولز میزان قهوه‌ای‌شدن بافت شلیل در مدت نگهداری را به‌طور معنی‌دار کاهش داد (Mizani *et al.*, 2008). نتایج مشابهی نیز دربارهٔ پرتقال تامسون و پرتقال خونی تیمارشده با پوشش نانوامولسیون کیتوزان بدون و با صمغ هندی (Mohammadhosseini *et al.*, 2012) مشاهده شد که با نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش مطابقت داشت.

جدول۱. تأثیر مدت نگهداری و نوع پوشش‌ها بر فاکتور تغییر رنگ (ΔE) در پوست میوه

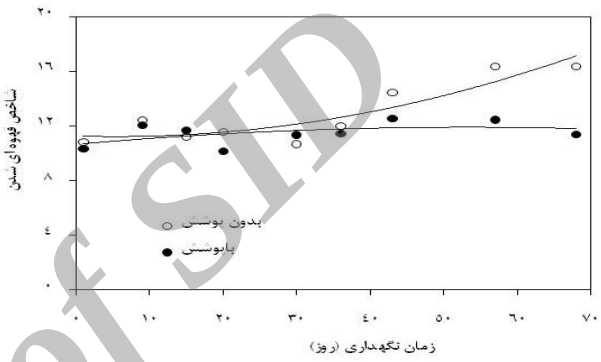
زمان نگهداری (روز)	میانگین Δ E در میوه های بدون پوشش	میانگین Δ E در میوه های با پوشش
۱	۱/۳۵ ± ۰/۵۱ ^{kl}	۲/۲۴ ± ۱/۵۴ ^{ijkl}
۹	۲/۴۸ ± ۰/۹۶ ^{defghijk}	۲/۷۸ ± ۱/۹۶ ^{cdefghij}
۱۷	۱/۶۰ ± ۱/۰۷ ^{jkl}	۳/۸۴ ± ۱/۳۹ ^{abc}
۲۳	۱/۹۳ ± ۱/۴۰ ^{kl}	۲/۹۲ ± ۰/۵۴ ^{bcdefg}
۲۸	۱/۳۲ ± ۰/۵۷ ^{l}	۲/۳۸ ± ۰/۵۶ ^{efghijkl}
۳۸	۳/۴۱ ± ۱/۹۲ ^{bcd}	۴/۸۰ ±۱/۷۹ ^{a}
۴۴	۳/۲۷ ± ۰/۵۹ ^{defghij}	۳/۳۵ ± ۰/۴۱ ^{bcde}
۵۱	۲/۶۳ ± ۱/۱۷ ^{ab}	۳/۵۵ ±۰/۸۵ ^{bcd}
۶۳	۴/۱۲ ± ۲/۳۲ ^{ghijkl}	۴/۴۶± ۱/۵۰ ^{a}
۶۵	۱/۸۷ ± ۱/۱۰ ^{bcdef}	۲/۸۰ ± ۰/۹۸ ^{defghijkl}

Archive of SID

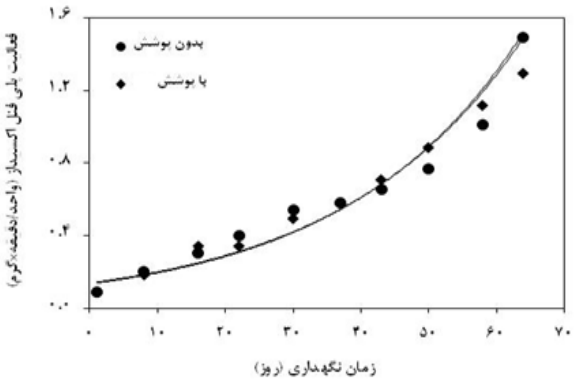
www.SID.ir



شکل۳. میزان تغییر رنگ بافت سیب گلاب کهنز در ۱۰ هفته نگهداری در سردخانه



شکل۴. شاخص قهوه‌ای‌شدن بافت سیب گلاب کهنز در ۱۰ هفته نگهداری در سردخانه



شکل۵. میزان فعالیت پلی‌فنل اکسیداز سیب گلاب کهنز در ۱۰ هفته نگهداری در سردخانه

میزان فعالیت پلی‌فنل اکسیداز

این آنزیم عامل قهوه‌ای‌شدن آنزیمی و اکسیدشدن ترکیبات فنلی و تبدیل‌شدن آنها به اورتوکینون‌ها است. میزان فعالیت پلی‌فنل اکسیداز سیب گلاب کهنز در ۱۰ هفته نگهداری در دمای ۱± ۲ درجهٔ سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵۸-۸۰ درصد در سردخانه در شکل ۵ نشان داده شده است. براساس این شکل میزان فعالیت آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز در نمونه‌های پوشش‌دار و بدون پوشش روند صعودی دارد. براساس این شکل از نظر فعالیت این آنزیم تفاوت آماری بین نمونه‌های پوشش‌دار و بدون پوشش تا مرحلهٔ اوج تنفسی مشاهده نمی‌شود، ولی پس از آن و تا پایان زمان نگهداری فعالیت آنزیم به‌طور معنی‌داری در سیب‌های پوشش‌دار کاهش یافته است که مطابق شکل۴ در این مرحله، قهوه‌ای‌شدن بافت میوه بدون پوشش نیز افزایش معنی‌داری در مقایسه با میوهٔ پوشش‌دار یافته‌است. کاربرد پوشش نانوامولسیون حاوی کیتوزان در زمینهٔ توت فرنگی (Eshghi *et al.*, 2012) و استفاده از اسانس آویشن روی گلابی نیز نتایج مشابهی نشان داد (Alikhani *et al.*, 2009).

ارزیابی حسی

مقایسهٔ میانگین‌های خصوصیات حسی میوهٔ سیب گلاب کهنز بدون پوشش و پوشش‌داده‌شده پس از ۵۰ روز نگهداری در جدول ۲ نشان داده شده است که بیانگر نبود اختلاف معنی‌دار در میان تیمارهاست. با توجه به نتایج حاصل اختلاف معنی‌داری میان نمونه‌های پوشش‌دار و بدون پوشش مشاهده نمی‌شود. به عبارت دیگر خصوصیات حسی نمونه‌های پوشش‌دار و بدون پوشش تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند. بنابراین پوشش به‌کاررفته هیچ‌گونه اثر نامطلوبی بر خواص حسی سیب ندارد و عطر و طعم اضافی در محصول به وجود نمی‌آورد.

جدول ۲. مقایسهٔ میانگین‌های خصوصیات حسی میوهٔ سیب گلاب کهنز بدون پوشش و پوشش‌داده‌شده

تیمار	میانگین					
	رنگ	طعم	عطر	شکل ظاهری	سفتی بافت	پذیرش کلی
با پوشش	۳/۳^a ± ۰/۰۳	۳/۵^a ± ۰/۰۳	۲/۹^a ± ۰/۰۱	۲/۸^a ± ۰/۰۳	۳/۳^a ± ۰/۰۲	۳/۱^a ± ۰/۰۳
بدون پوشش	۳/۴^a ± ۰/۰۳	۳/۳^a ± ۰/۰۳	۳/۶^a ± ۰/۰۱	۳/۶^a ± ۰/۰۲	۳/۳^a ± ۰/۰۳	۳/۴^a ± ۰/۰۳

^{a} نشان‌دهنده این است که اختلاف معناداری وجود ندارد.

نتیجه‌گیری کلی

در این پژوهش اثر پوشش نانوامولسیون کیتوزان بر افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت میوهٔ سیب گلاب کهنز بررسی شد. نتایج نشان داد که این پوشش همانند بسته‌بندی با اتمسفر کنترل‌شده عمل کرد، شدت تنفس میوه را به‌طور معنی‌داری کاهش داد، و به مقدار زیادی اوج تنفسی را از بین برد که این

Archive of SID

www.SID.ir

موضوع از نظر نگهداری پس از برداشت سیب بسیار اهمیت دارد. در میوه‌های بدون پوشش پس از مرحلهٔ اوج تنفسی سیب، میزان فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز نیز افزایش نشان داد که همراه با گسترش قهوه‌ای‌شدن بافت میوه بود. به‌طورکلی این پوشش فرایند رسیدگی طبیعی میوه را کندتر کرد و میوه‌های پوشش‌دار از نظر کیفی شرایط بهتری داشتند.

سپاسگزاری

بدینوسیله از توجه و راهنمایی‌های بی‌دریغ سرکار خانم دکتر هاشمی در پژوهشکدهٔ بیوتکنولوژی کشاورزی قدردانی می‌شود. از تمامی دوستان و همکارن در مؤسسهٔ تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی و پژوهشکدهٔ بیوتکنولوژی کشاورزی ایران نیز که در انجام تحقیقات یاری کرده‌اند، سپاسگزاری می‌شود.

REFERENCE

Alikhani, M., Sharifani, M., Azizi, M., Hemmati, Kh. and Mousavizadeh, S.J. (2009). Effects of natural and herbal ingredients on the shelf life and quality characteristics of Pear (Var. Shahmiveh Isfahan). *Journal of Agriculture and Natural Resources.* 16(3). (In Farsi).

Banks, N.H. (1984). Some effects of TAL Pro-Long coating on ripening bananas. *Journal of Experimental Botany*, 33,127–137.

Damyar, S. (2006). Final report of the research project "*Identification, collection and evaluation of potato genotypes endemic in some provinces.*" Seeds unit. Department of Horticultural Research. Seed and Plant Improvement Institute. (In Farsi).

El Ghaouth, A., Arul, J., Grenier, J., and Asselin, A. (1992)a. Antifungal activity of chitosan on two postharvest pathogens of strawberry fruits. *Phytopathology*. 82(4), 398-402.

El Ghaouth A, Arul J., Ponnampalam, R., and Boulet, M. (1992)b. Chitosan coating to extend the storage life of tomatoes. *Horticulture Science*. 27(9), 1016-1018.

Eshghi, S., Hashemi, M., Mohammadi, A., Badii, F., Mohammadhosseini, Z., Ahmadi Some'e, K. and Ghanati, K. (2012). *The effect of nano-emulsion coating on the shelf life and post-harvest quality characteristics of strawberry fruit.* MS Thesis, Shahid Beheshti University. (In Farsi)

FAO. Faostat.fao.org. 08 August (2012). From *http://faostat.fao.org/site/535/DesktopDefault.aspx?PageID=535#ancor*

Fernandes, S., Ribeiro, C., Raposo, M., Morais, R., Morais, A. (2011). Polyphenol Oxidase Activity and Colour Changes of 'Starking' Apple Cubes Coated with Alginate and Dehydrated with Air. *Food and Nutrition Sciences*. 2, 451-457.

Flores, S., Haedo, S. and Campos, C. (2007). Antimicrobial performance of potassium sorbate supported in tapioca starch edible films. *Food Res. Technol*. 225, 375-384.

Franssen, L.R., Rumsey, T.R. and Krochta, J.M. (2004). Whey protein film composition effects on potassium sorbate and natamycin diffusion. *J. of Food Sci*., 69(5), 347-353.

Ghaouth, A.E., Arul, J., Ponnampalam, R. and Boulet, M. (1991). Chitosan coating effect on storability and quality of fresh strawberries. *Journal of Food Science*. 56(6), 1618-1620.

Huang, KS· Sheu, YR· Chao, IC. (2009). Preparation and Properties of Nanochitosan. *Polymer-Plastics Technology and Engineering*. 48, 1239-1243(5)

Jiang, Y., and Li, Y. (2001) Effects of chitosan on postharvest life and quality of longan fruit. *Food Chemistry*. 73: 139-143.

Korban, S. S., and R. M. Skirvin. (1994). Nomenclature of the cultivated apple. *HortScience* 19,177-180.

Laskin, A., I., Gadd, G.M. and Sariaslani S. (2008). *Advances in applied microbiology*. Vol.63.Pp: 153. Academic Press.

Lee, J. Y., Park, H. J. Lee, C. Y. and Choi, W. Y. (2003). Extending shelf- life of minimally processed apples with edible coatings and antibrowning agents. *J. Food Sci. and Technol*. 36, 323 – 329.

Li, H., and Yu, T. (2000). Effect of chitosan on incidence of brown rot, quality and physiological attributes of postharvest peach fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 81, 269-274.

Li, P., and Barth, M.M. (1998). Impact of edible coatings on nutritional and physiological changes in lightly processed carrots. *Postharvest Biology and Technology*. 14, 51-60.

Maftoonazad, N., Ramaswamy, H. S. and Marcotte, M., (2008). Shelf-life extension of peaches through Sodium alginate and methyl cellulose edible coatings. *International Journal of Food Science and Technology*, Vol. 43, 951-957.

Maftoonazad, N. and Ramaswamy, H.S. (2005). Postharvest shelf-life extension of avocados using methyl cellulose-based coating. LWT- J. *Food Sci. and Technol*. 38, 617-624.

Meheriuk, M., and Lau, O.L. (1988). Effect of two polymeric coatings on fruits quality of 'Barlett' and 'd'Anjou' pears. *Journal of American Society of Horticultural Science*. 113(2), 222-226.

Mizani, M., Daraei, F., Badii, F., and Gerami, A., (2009). Effect of methylcellulose edible coating on the shelf life of nectarines. Journal of Food Sciences and Nutrition. Vol. 23. (In Farsi)

Mohammadhosseini, Z., Hashemi, M., Mohammadi, A., Badii, F., Ahmadi Some'e, K. (2012). Effects of chitosan based nano-emulsion coating on the changes of bioactive compounds, antioxidant

Archive of SID

www.SID.ir

activity and some qualitative features of orange and blood orange during storage. MS Thesis, Shahid Beheshti University. (In Farsi)

Nisperos, M.O., and Baldwin, E.A. (1988). Effect of two types of edible films on tomato fruit ripening. *Proceedings at Florida State Horticultural Society*. 101, 217-220.

Raafat, D., von Bargen, K., Haas, A. & Sahl, H. G. (2008). *Appl. Environ. Microbiol.*, 74, 3764-3773.

Sadeghipour, M., Badii, F., Bahmady, H. and Bazyar, B. (2009). Effect of methylcellulose-based edible active coatings on the shelf life of tomatoes. *Journal of Food Science and Technology*. Number 35, Volume 9. (In Farsi)

Terefe, N., Matthies, K., Simons, L., Versteeg, C. (2009). Combined high pressure-mild temperature processing for optimal retention of physical and nutritional quality of strawberries (Fragaria×ananassa). *Innovative food science and emerging technologies*. 10, 97-307.

Wang, L., Liu, L., Kerry, J.F. and Kerry, J.P. (2007). Assessment of film-forming potential and properties of protein and polysaccharide-based biopolymer films. International *Journal of Food Science and Technology*. 42, 1128-1138.

Watts, B. M. (1989). *Basic Sensory Methods for food Evaluation. Translated by Ghazizadeh, M. and Razagi*, A. Theran. Institute of Research Nutrtion and Food Science Publications. PP 95-114. (in Farsi)

Xu, S., Chen, X., Sun, D., (2001). Preservation of kiwifruit coated with an edible film at ambient temperature. *Journal of Food Engineering*, Vol. 50, 211-216.

Zhang, D., and Quantick, P.C. (1998). Antifungal effects of chitosan coating on fresh strawberries and raspberries during storage. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*. 73(6), 763-767.

Zhang, D., and Quantick. P.C. (1997). Effects of chitosan coating on enzymatic browning and decay during postharvest storage of litchi (Litchi chinensis Sonn.) fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 12, 195-202.

Archive of SID

www.SID.ir