نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۶، شماره ۳، پاییز ۱۳۸۹، ص. ۱۶۷ ـ ۱۵۸

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 6, No. 3, Fall, 2010, p. 158-167

بررسی ماندگاری میوه کیوی پوشش داده شده با کنسانتره پروتئین آب پنیر و روغن سبوس برنج

فاطمه حسنی [۱*] مجید جوانمرد [۲] فرزانه گروسی [۳]

تاریخ دریافت: ۸۸/۷/۴
تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۰/۸

چکیده

فیلم و پوشش خوراکی لایه نازکی از مواد خوراکی است که توسط فرآیندهای مناسب صنعت غذا ساخته شده و برای دستیابی به اهدافی نظیر بهبود کیفیت و افزایش ماندگاری برروی محصول غذایی قرار می‌گیرد. پوشش‌دهی میوه‌جات و سبزیجات تازه با پوشش‌های خوراکی روشی مناسب برای حفظ کیفیت آنها و جلوگیری از بروز ضایعات می‌باشد. در این پژوهش، با استفاده از پوششی بر پایه پروتئین آب پنیر و روغن سبوس برنج ماندگاری کیوی (*A. deliciosa*) که میوه‌ای حساس به اتیلن است، در مدت یک ماه انبارداری مورد بررسی قرار گرفته است. این پوشش با تهیه یک محلول ۱۰ درصد از کنسانتره پروتئین آب پنیر در آب مقطر تهیه شده و گلیسرول به عنوان نرم کننده استفاده شده است. روغن سبوس برنج در مقادیر ۰، ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۶ درصد اضافه گردیده است. کیوی در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد و به روش غوطه‌وری پوشش داده شده و به مدت یک ماه در شرایط دمایی ۸ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۸۰ تا ۸۵ درصد نگهداری شده است. یک گروه میوه به عنوان شاهد و بدون پوشش در نظر گرفته شده است. آزمونهایی چون تعیین pH، تعیین اسیدیته قابل تیتر، سنجش بافت، رنگ سنجی، تعیین مواد جامد محلول، کنترل وزن بطور منظم و هفتگی و آزمون‌های حسی طعم و پذیرش عمومی در پایان انبارداری انجام شده است. نتایج نشان داده است که میوه‌های پوشش داده شده در مقایسه با گروه شاهد افت وزن کمتری داشته‌اند. در بخش رنگ سنجی کیوی‌های پوشش داده شده دارای ال استار بالاتر و فاکتورهای بی استار، آ استار و ـآ بی استار پائین‌تر از شاهد بوده است. در آزمون‌های حسی میوه‌های پوشش داده شده امتیاز بیشتری کسب کرده‌اند و مقبول‌تر بوده‌اند. همچنین میوه پوشش داده شده دارای بافت سفت‌تر نسبت به شاهد بوده است.

واژه های کلیدی: کیوی، پوشش خوراکی، کنسانتره پروتئین آب پنیر، روغن سبوس برنج، ماندگاری

مقدمه

پوشش‌های خوراکی برای قرن‌ها به منظور حفظ کیفیت مواد غذایی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در قرن‌های دوازدهم و سیزدهم در چین، پرتقال و لیمو با نوعی واکس به منظور کندکردنِ فرآیندِ رسیدن و از دست‌رفتنِ رطوبت، پوشش داده می‌شدند. در قرن شانزدهم، در انگلیس فرآیندی به نام لاردینگ برای کاهشِ از دست رفتن رطوبت و آب اندازی گوشت مورد استفاده قرار می‌گرفت (Hazard,1999). در سال ۱۸۹۶ نگهداری گوشت توسط ورقه‌های ژلاتینی توسط هاروارد و هارمونی و در سال ۱۸۹۵ توسط موریس و پارکر صورت گرفته است. در فواصل سالهای ۱۹۴۰ – ۱۹۳۰ پارافین مذاب و گرم شده از لحاظ تجاری این قابلیت را داشت که به عنوان پوششی برای مرکبات به منظور کاهش از دست رفتن رطوبت مورد استفاده قرار گیرد. در سال ۱۹۵۴ کپسول‌های ژلاتینی در مقیاس صنعتی برای پوشش داروها معمول شدند و در صنعت غذا، شکلات و شکر برای پوشش‌دهی مغزها، میوه‌های خشک و آب‌نبات به کار گرفته شدند. در سال‌های اوایل دهۀ ۱۹۵۰ ، امولسیونی مرکب از روغن کارنوبا در آب به عنوان پوشش برای میوه‌ها و سبزیجاتِ تازه مورد توجه قرار گرفت (Kaplan,1986). از اوایل دهه ۹۰ میلادی محققین دریافتند که پروتئین آب پنیر توانایی تشکیل فیلم را به عنوان یک ترکیب پلیمری طبیعی دارا بوده و می‌توان از این پلیمر طبیعی به عنوان جایگزین پلیمرهای مصنوعی و ساختگی در تهیه فیلم‌های پلیمری استفاده نمود (Mate et al.,1996). در سال‌های بین ۱۹۹۲ تا ۱۹۹۵، تحقیقات نشان داد که پروتئین آب‌پنیر، توانایی ایجاد فیلم‌های شفاف و انعطاف‌پذیر را داشته و چنین فیلم‌هایی دارای مقاومت بسیار عالی در برابر تراوایی اکسیژن، مواد معطر و روغن‌ها نسبت به انواع فیلم‌های

۱ و ۳ – فارغ التحصیل کارشناسی ارشد، گروه علوم وصنایع غذایی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران
(* نویسنده مسئول: Email: bhasani258@yahoo.com)
۲ استادیار، گروه صنایع غذایی پژوهشکده صنایع شیمیایی، سازمان پژوهش های علمی و صنعتی ایران، تهران

پروتئینی، پلی‌ساکاریدی و بهترین انواع فیلم‌های ساختگی از خود نشان می‌دهند. در سال‌های ۱۹۹۵ تا ۱۹۹۹، مشخص گردید که مغزهای خوراکی (Nuts) پوشش‌داده‌شده با پروتئین آب‌پنیر، دارای کیفیت و مدت زمان ماندگاری بیشتری نسبت به انواع غذاهای شاهد (بدون پوشش) بودند (Perez et al.,2005). در سال‌های بین ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۰، مطالعاتی در مقیاس نیمه صنعتی برای پوشش‌دهی مواد غذایی توسط پروتئین آب‌پنیر صورت گرفت. از سال ۲۰۰۰ تا کنون کاربرد تحقیقات مبنی بر تکنولوژی ورقه‌ها و پوشش‌های خوراکی با پایه پروتئین آب پنیر همچنان ادامه دارد و زمینه‌های پژوهشی در حال بررسی است.

تأثیر و ویژگی‌های عملکردی پوشش‌ها و فیلم‌های خوراکی تا حد زیادی به ویژگی‌های ذاتی مواد به‌کار رفته در تهیه آنها، یعنی- پلیمرهای زیستی، نرم‌کننده‌ها و دیگر مواد افزودنی بستگی دارد. پروتئین آب پنیر، پروتئینی با کیفیت تغذیه‌ای بالا و توانایی تشکیل فیلم است (ایوبی و همکاران، ۱۳۸۷). فیلم‌های حاصل از این پروتئین دارای دوام مکانیکی مناسب (Anonymous,1993) و ویژگی‌های بازدارندگی عالی در برابر اکسیژن و با شفافیت بالا می‌باشند (Trezza and Krochta,2002). یک دلیل اساسی استفاده از لیپیدها در پوشش‌های خوراکی آب‌گریز بودن آنهاست. آنها می‌توانند از افت وزن و از دست رفتن آب به نحو موثری پیشگیری نمایند. برخی از لیپیدهایی که به طور مؤثر در فرمولاسیون پوشش‌ها استفاده می‌شوند شامل: موم زنبور عسل، روغن‌های معدنی، روغن‌های گیاهی، مونوگلیسریدهای استیله‌شده، واکس پارافین، واکس کارانوبا می‌باشند (Kester and Fennema, 1986).

لیپیدها معمولاً ویژگی‌های بازدارندگی خوبی نسبت به اکسیژن ندارند و دلیل آن هم وجود سوراخ‌های میکروسکوپی در پوشش حاصل از آن‌ها و قابلیت اکسیدشوندگی آن‌ها است، اما معمولاً در مقابل بخار آب به خاطر قطبیت پایینی که دارند، بازدارنده خیلی خوبی محسوب می‌شوند(Guilbert *et al.*, 1986). در اینجا با ترکیب یک پروتئین (پروتئین آب پنیر) و یک لیپید(روغن سبوس برنج) تولید پوششی با خصوصیات مکمل لیپید و پروتئین مد نظر بوده است. از آنجا که میوه‌ها و سبزیجات در واقع اندام‌هایی زنده و دارای فعالیت های بیولوژیکی مانند تنفس هستند، برای حفظ کیفیت آنها پس از برداشت و در مدت انبارداری کنترل فرآیندهایی مانند تنفس، تعرق و افت وزن ضروری است. استفاده از پوشش‌های خوراکی روشی کارا و موثر برای کنترل فعالیت‌های تنفسی و عوارض ناشی ازآن می‌ باشد. همچنین بکارگیری پوشش‌های خوراکی به نحو موثری افت وزن بواسطه از دست دادن رطوبت و زیان‌های مالی گسترده ناشی از آنرا کنترل می‌نماید (Hagenmaier and Shaw,1992).

در این پژوهش با استفاده از پوششی خوراکی بر پایه پروتئین آب پنیر و روغن سبوس برنج، میوه کیوی که میوه‌ای بسیار حساس به اتیلن و کلایماکتریک می‌باشد، در مدت چهار هفته انبارداری مورد بررسی و مطالعه دقیق قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

انتخاب میوه و آماده سازی

کیوی‌ها از باغات رامسر تهیه شده و سریعاً به آزمایشگاه منتقل شده است. واریته کیوی به کاررفته *A. deliciosa* بوده است. کیوی‌های انتخاب شده از نظر شکل و رنگ و اندازه یکنواخت بوده و قبل از آزمایش با آب مقطر شسته و خشک شده‌اند.

استخراج روغن سبوس برنج

سبوس برنج پودر شده و در قسمت استخراج کننده دستگاه سوکسله قرار داده شده و توسط حلال هگزان روغن استخراج شده است. در نهایت حلال مربوطه توسط روتاری جدا شده و بقایای آن هم توسط آون برطرف شده است.

فرمولاسیون‌های پوشش‌ها

در این پژوهش ۴ نوع پوشش تهیه شده است، یک پوشش بدون روغن سبوس برنج و سه پوشش حاوی درصدهای متفاوت روغن یعنی ۰/۲ و۰/۴ و۰/۶ بوده‌اند. پودر پروتئین آب‌پنیر با خلوص ۸۵ درصد محصول آرلا فودز[1](دانمارک) مورد استفاده قرار گرفته است. گلیسرین که محصول شرکت مرک[2] (آلمان) است به عنوان نرم‌کننده به محلول تهیه فیلم افزوده شده است. در ذیل فرمول پوشش‌ها ذکر شده است:

امولسیون۱ : ۱۰ گرم پودر کنسانتره پروتئین آب پنیر+ ۰ گرم روغن سبوس برنج+ ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر+ ۳ گرم گلیسرین

امولسیون۲ : ۱۰ گرم پودر کنسانتره پروتئین آب پنیر+ ۰/۲ گرم روغن سبوس برنج+ ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر+ ۳ گرم گلیسرین

امولسیون۳ : ۱۰ گرم پودر کنسانتره پروتئین آب پنیر+ ۰/۴ گرم روغن سبوس برنج+ ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر+ ۳ گرم گلیسرین

امولسیون۴ : ۱۰ گرم پودر کنسانتره پروتئین آب پنیر+ ۰/۶ گرم روغن سبوس برنج+ ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر+ ۳ گرم گلیسرین

برای تهیه پوشش‌های مذکور، ابتدا پروتئین آب پنیر در آب دیونیزه ریخته شده و جهت حل شدن بهتر پروتئین در آب به مدت ۱۵ دقیقه از همزن مغناطیسی کمک گرفته شده است. محلول ۱۰ درصد پروتئین آب پنیر به منظور دناتوره شدن پروتئین‌ها مدت ۳۰

1 -Arla Foods (Videbeak, Denmark)

2 -Merck (Darmstadt, Germany)

دقیقه در حمام آب داغ (بن ماری) با دمای ۹۰ درجه سانتیگراد قرار گرفته است، چرا که بدون دناتوره کردن پروتئین‌ها شکل‌گیری فیلم ممکن نیست(McHugh *et al*., 1994).

محلول حاصله در دمای اتاق سرد شده و گلیسرین و روغن سبوس برنج اضافه شده و مخلوط هموژنیزه گردیده است. پس از تهیه محلول فیلم پروتئین آب پنیر، گلیسرول به محلول اضافه گردید. گلیسرول یک الکل سه ظرفیتی با فرمول $c_3H_5(OH)_5$ است که در آب، الکل و بنزن بسیار حلال می‌باشد. همچنین روغن سبوس برنج در چهار مقدار ۰ و۰/۲ و۰/۴ و۰/۶ به امولسیون‌ها اضافه شده است. روش تهیه این فیلم بر طبق روش شاو و همکاران بوده است (Shaw *et al*., 2002).

پوشش دهی میوه‌ها

کیوی‌ها در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد و به روش غوطه وری پوشش داده شده و بعد از خشک شدن پوشش بر سطح میوه، در ظروف یکبار مصرف بدون درب قرار داده شده‌اند.گروه شاهد در شرایط مشابه در آب مقطر فرو برده شده‌اند. میوه های پوشش داده شده و میوه‌های بدون پوشش به مدت ۲۸ روز در دمای ۸ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۸۰ درصد نگهداری شده و بطور منظم و هفتگی مورد آنالیز قرار گرفته اند.

محتوای مواد جامد محلول(TSS)[1]

برای مقایسه TSS میوه‌های پوشش‌دار و شاهد، کل مواد جامد محلول در آب میوه‌ها بعد از کالیبره کردن دستگاه رفراکتومتر با آب مقطر و در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد اندازه‌گیری شد.

اسیدیته قابل تیتر[2] (TA)

درصد اسیدیته آب‌میوه با تیتر کردن آن با سود۰/۱ نرمال محاسبه شده است. در این آزمون ۵ میلی‌لیتر آب‌میوه صاف‌شده با آب مقطر به حجم ۱۰۰ رسانده شد ودر حضور معرف فنل‌فتالئین، با سود۰/۱ نرمال تیتر شده است. هر میلی‌لیتر سود ۰/۱ نرمال معادل ۰/۰۰۶۷ گرم اسیدسیتریک می‌باشد (پروانه ۱۳۷۱ Maftoonazad and Ramaswamy, 2004;).

تعیین افت وزن

نمونه‌ها قبل و بعد از نگهداری در سردخانه با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱±۱ گرم Ouauz GT2100 توزین و کاهش وزن آن‌ها به علت از دست دادن آب (رطوبت) و به صورت درصد، تعیین و گزارش شده است (پروانه ۱۳۷۱).

سنجش رنگ

رنگ میوه‌ها توسط یک رنگ سنج مدل CR- 300 (Minolta. Co. Ltd., Japan)و هر هفت روز یکبار سنجیده شده است. کاشی سفید با مشخصات L*: 97.46; a*: -0.02; b*: 1.72 به عنوان مرجع در نظر گرفته شده است.

سنجش سفتی بافت

سفتی بافت میوه با استفاده از دستگاه بافت‌سنج با لودسِل[3] ۱۰ نیوتن اندازه‌گیری شده است. میله‌ای[4] به قطر۴/۸ میلی‌متر با انتهای صاف با سرعت ۱۵ میلی‌متر بر دقیقه به درون بافت میوه نفوذ کرده و میزان نیروی وارد شده بر بافت (N) در سه نقطه از سطح (A) آن اندازه‌گیری و سفتی بافت میوه بر حسب N/mm^2 طبق رابطه زیر محاسبه شده است (Ayranci and Tunce, 2003; Maftoonazad and Ramaswamy, 2004).

$$\text{Firmness} = \frac{F}{A}$$

آزمون‌های حسی

برای آزمون طعم از صد پانلیست و از روش رتبه بندی هدونیک ۹ نقطه ای استفاده شده است. در این روش، یک نمونه کدگذاری شده C (شاهد) و ۵ نمونه کد گذاری شده T(تیمار)[T_1 بدون روغن سبوس برنج، T_2 تیمارِ۰/۲ گرم روغن، T_3 تیمارِ۰/۴ گرم روغن و T_4 تیمارِ۰/۶ گرم روغن] در ظروف مشابه در اختیار ارزیاب‌ها قرار گرفته است. ارزیاب‌ها باید نمونه‌ها را از نظر طعم ارزیابی و امتیازبندی می کردند. در این آزمون امتیاز ۹ برای ویژگی بسیار عالی و امتیاز ۱ برای ویژگی خیلی ضعیف در نظر گرفته شد. آزمون پذیرش عمومی به روش رتبه‌بندی هدونیک ۵ نقطه‌ای انجام شده است. در این روش نیز یک نمونه کدگذاری شده C (کنترل) و ۵ نمونه کدگذاری شده T(تیمار)[T_1 بدون روغن سبوس برنج، T_2 تیمارِ۰/۲ گرم روغن، T_3 تیمارِ۰/۴ گرم روغن و T_4 تیمارِ۰/۶ گرم روغن] در ظروف مشابه در اختیار ارزیاب‌ها قرار گرفت. ارزیاب‌ها باید نمونه‌ها را از نظر بو، رنگ، شکل ظاهری و در نهایت قابلیت پذیرش کلی ارزیابی و امتیازبندی می‌کردند. در این آزمون، امتیاز ۵ برای ویژگی بسیار قابل پذیرش و امتیاز ۱ برای ویژگی غیر قابل پذیرش در نظر گرفته شده است.

1 Total Soluble Solid
2 Titratable Acidity
3 Load Cell
4 Probe

طرح آزمایشی و تجزیه و تحلیل آماری

ابتدا کلیه آزمون‌های مورد نظر بر روی ۱۰ عدد میوه انجام شده و این داده‌ها به عنوان داده‌های لحظه صفر در نظر گرفته شده‌اند. بقیه میوه‌ها در ۵ گروه دسته‌بندی شده‌اند: ۱ گروه شاهد و ۴ گروه میوه های پوشش داده شده با ۴ نوع پوشش با غلظت‌های متفاوت روغن سبوس برنج (۰/۰، ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۶) که در روزهای ۷،۱۴،۲۱،۲۸ موردآزمایش قرار گرفته‌اند. آزمایش‌های محتوای مواد جامد کل، اسیدیته قابل تیتر،سنجش pH، بافت سنجی، رنگ سنجی، افت وزن آزمون‌های هفتگی بوده‌اند و در انتهای ۲۸ روز آزمون‌های حسی طعم و پذیرش عمومی نیز انجام شده‌اند.

طرح آماری مورد استفاده در این پژوهش طرح کاملاً تصادفی و شامل سه تکرار برای هر تیمار بوده است. داده‌های حاصل از اجزای این طرح با استفاده از نرم‌افزار MINITAB و SPSS تجزیه و تحلیل شده‌اند. در این پژوهش برای سنجش اختلاف معنی‌دار بین نمونه‌ها از روش تجزیه واریانس (ANOVA) و جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد و حداکثر خطای قابل قبول، ۵ درصد در نظر گرفته شد. از نرم‌افزار Matlab(R2009) نیز برای ترسیم تغییرات شاخص‌های مختلف و نمودارها استفاده گردیده است.

بحث و نتیجه گیری

قسمت اعظم مواد جامد قابل حل در میوه شامل قندها و درصد کمی نیز شامل اسیدهای آمینه، اسیدهای آلی، ویتامین‌ها و مواد معدنی می‌باشد. مواد جامد قابل حل در طعم میوه تأثیر به‌سزایی دارد و از شاخص‌های شیمیایی به‌شمار می‌آید. میزان مواد جامد قابل حل با رسیدن میوه افزایش می‌یابد (جلیلی‌مرندی ۱۳۸۳؛ میدانی و هاشمی‌دزفولی ۱۳۷۶).

نمودار۳ محتوای مواد جامد که با عنوان بریکس[1] از آن یاد می‌شود، را در مورد میوه‌های پوشش داده شده و میوه‌های بدون پوشش (کنترل یا شاهد) در طول ۴ هفته نگهداری در شرایط دمایی و رطوبت نسبی مشخص (دمای ۱±۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵ ۸۰ درصد) را نشان می‌دهد.

معمولاً هنگامیکه محتوای مواد جامد محلول ابتدائی یا همان لحظه صفر (۱۳/۴۰±۰/۶۶) با بریکس اواخر دوره انبارداری مقایسه می‌شود، همه کیوی‌ها یک افزایش بریکس را نشان می‌دهند که البته این افزایش در تیمارهای مختلف قدری متفاوت است. دلیل این افزایش تدریجی بریکس، کاهش تدریجی مقدار آب میوه است که با گذشت زمان و طی دوره انبارداری اتفاق می‌افتد و باعث می‌شود مواد جامد محلول در میزان آب کمتری قرار داشته باشند و نتیجتاً بریکس غلظت بیشتری پیدا می‌کند، به بیان دیگر هر چه میوه آب کمتری از دست بدهد، بریکس به میزان کمتری افزایش می‌یابد. کمترین میزان بریکس در مورد کیوی پوشش داده شده با پروتئین آب پنیر و ۰/۶ درصد روغن سبوس برنج یعنی تیمار چهارم مشاهده شده است، این مشاهدات را می توان با توجه به مطالب بالا می‌توان بدین ترتیب تفسیر نمود: پوشش حاوی بیشترین مقدار روغن باعث می‌شود که میوه آب خود را بهتر حفظ نماید و در نتیجه بریکس به میزان کمتری بالا رود. در مقابل، بیشترین بریکس یا محتوای مواد جامد محلول کل(۱۹/۷۳ ±۰/۸۷) در میوه بدون پوشش(شاهد) و در پایان دوره انبارداری دیده شده است، که این گروه در مقایسه با تیمارها آب بیشتری هم از دست داده است.

اسیدیته قابل تیتر

میزان اسیدهای قابل تیتراسیون با رسیدگی میوه در ارتباط می‌باشد و موجب طعم ترش در میوه‌ها می‌گردند. با رسیدن میوه میزان اسیدهای آلی کاهش می‌یابد. میزان اسیدهای آلی در دوره برداشت میوه به محتوای مواد جامد قابل حل و سرعت تجزیه اسیدها بستگی دارد. تجزیه اسیدهای آلی در دوره رسیدن میوه به سرعت تنفس وابسته می‌باشد (جلیلی‌مرندی ۱۳۸۳؛ میدانی و هاشمی‌دزفولی ۱۳۷۶).

بر طبق مشاهدات در این پژوهش ، اسیدیته قابل تیتر ابتدائی (۳/۹۰±۰/۰۱۸) همه کیوی‌ها در مقایسه با اسیدیته اواخر دوره انبارداری یک شرایط پایدار را نشان می‌دهد. نمودار ۲ نشان می‌دهد که استفاده از پوشش‌ها بر روی کیوی کاهش اسیدیته قابل تیتراسیون را در پالپ میوه را به استثنای پوشش حاوی ۲ /۰ درصد روغن سبوس برنج یعنی تیمار شماره دو، به تأخیر انداخته است. کاهش اسیدیته به علت تجزیه اسیدهای آلی در دوره انبارداری اتفاق می‌افتد و محتوای قندهای محلول میوه را بالا می‌برد.

بالاترین سطح اسیدیته قابل تیتر در نمونه‌های پوشش داده شده توسط پوشش حاوی ۰/۶ درصد روغن یعنی تیمار چهارم مشاهده شده است، همان طور که پیش از این ذکر شد؛ تیمار چهارم کمترین میزان بریکس را هم در میان کیوی‌های پوشش داده شده، داشته است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که حفظ اسیدهای آلی میوه و عدم تجزیه آنها از افزایش بریکس پیشگیری نموده است. پوشش‌دهی با پوشش‌های بر پایه پروتئین آب پنیر و غلظت‌های متفاوت روغن سبوس برنج خصوصاً تیمار شماره ۳ یعنی غلظت ۰/۴ درصد روغن در بقای اسیدیته قابل تیتر در مقایسه با میوه بدون پوشش، موثر یافت شده‌اند. بهترین نتایج برای اسیدیته قابل تیتر با تیمار شماره ۳ که

1- Brix

پوششی است حاوی پروتئین آب پنیر و ۰/۴ درصد روغن سبوس برنج، بدست آمده است چرا که این مقدار اسیدیته به اسیدیته میوه تازه نزدیکتر بوده است.

افت وزن

میزان آب در محصولات باغی بین ۷۵ الی ۹۶ درصد می‌باشد. در هنگام برداشت، معمولاً اکثر محصولات دارای حداکثر آب می‌باشند؛ اما بعد از برداشت، در اثر تعرق مقدار آب محصول به تدریج کاهش می‌یابد. اگر این کاهش بیشتر از مقادیر فوق باشد (یعنی میوه، بسته به نوع آن کمتر از ۹۶ ۷۵ درصد آب داشته باشد)، محصول شادابی و طراوت خود را از دست می‌دهد و ارزش اقتصادی آن تقلیل می‌یابد (جلیلی‌مرندی ۱۳۸۳؛ میدانی و هاشمی‌دزفولی ۱۳۷۶).

فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی با بوجود آوردن یک غشا نیمه تراوا که مانعی در مقابل گازها و بخارآب محسوب می‌شود، سبب کاهش تنفس، قهوه‌ای شدن آنزیمی و از دست رفتن آب می شوند(Guilbert,1986;Baldwin *et al*.,1995). هیچ‌گونه چروکیدگی در میوه‌های پوشش داده شده توسط پوشش‌های فرمولاسیون ۳ و۴ که به ترتیب حاوی ۰/۴ و ۰/۶ روغن سبوس برنج، مشاهده نشده است.

همان طور که از نمودار۱ بر می‌آید میوه‌های پوشش داده شده توسط پوشش‌های خوراکی حاوی بالاترین سطوح روغن سبوس برنج (تیمار چهارم : ۰/۶ درصد روغن) کمترین میزان افت وزن (۰/۳۲ درصد) را نشان داده‌اند. همچنین میوه‌های پوشش داده شده توسط پوشش‌های شماره ۱، ۲ و ۳ نسبت به نمونه‌های شاهد افت وزن کمتری داشته‌اند. این نتایج، منطبق بر پیش‌بینی‌های ما از عملکرد پوشش‌های با درصدهای مختلف روغن می‌باشد. به بیان دیگر همان گونه که انتظار می‌رود، پوشش حاوی بیشترین مقدار روغن، مانع موثرتری در برابر عبور و تبخیر آب میوه و در نتیجه افت وزن می‌باشد.

بیشترین میزان افت وزن (۰/۱۲۵ درصد) مربوط به میوه‌های بدون پوشش و بعد از گذشت ۴ هفته انبارداری بوده است. بر طبق نمودار ۱ گروه شاهد، بیشترین افت وزن را داشته است چراکه مانعی بر سطح میوه که از تبخیر آب جلوگیری نماید، در این گروه وجود نداشته است. تغییرات وزن میوه‌ها و سبزیجات پس از برداشت، معمولاً بواسطه از دست رفتن آب بواسطه تعرق اتفاق می‌افتد. این از دست رفتن آب منجر به پژمردگی و چروکیدگی محصول شده و در نتیجه از میزان بازار پسندی محصول می‌کاهد.

گزارش شده است که تنها ۵ ۳/۵ درصد افت وزن منتهی به چروکیدگی در کیوی می‌شود (Hatfield and Knee,1988;Maguire *et al*.,2000). در اینجا تنها در مورد تیمارهای ۳و ۴ درصد افت وزن کمتر از ۱/۵درصد بوده است که هیچ چروکیدگی در میوه باعث نمی‌شود.

سفتی بافت

نشاسته در کیوی در حد بالایی است که این نشاسته در طول رسیدن و انبارداری به قندهای محلول تبدیل می‌شود و همچنین نرم شدن بافت به سرعت از همان اوایل انبارداری آغاز می‌شود. از دست رفتن سفتی بافت میوه بطور شدیدی به تبدیل نشاسته به قندهای محلول مربوط است. حتی هنگامیکه میوه در صفر درجه سانتیگراد نگهداری شود، تقریباً نیمی از سفتی بافت درمدت یک ماه ازدست می رود (Crisosto and Kader,1999). چندین فاکتور دیگر نیز بر میزان نرم شدگی کیوی اثر می‌گذارند؛ از جمله دما، ترکیب اتمسفر، غلظت اتیلن و رسیدن(McDonald,1990). پوشش‌دهی میوه‌ها بوسیله پوشش‌های خوراکی روش موثری برای نگهداری آنهاست. این روش شبیه به بسته‌بندی انفرادی هر میوه به تنهایی است. این پوشش نازک می‌تواند با خصوصیات منحصر به فرد تبادلات گازی و در نتیجه سرعت تنفس را کنترل کند، افت مواد مغذی را کاهش داده و همچنین تبخیر آب که یکی از دلایل عمده ضایع شدن میوه‌ها و سبزیهاست را کم کند (Xu et al.,2001).

نمودار۴ سفتی بافت کیوی پوشش داده شده و بدون پوشش را نشان می‌دهد. پوشش ها افت سفتی بافت را تا ۵ درصد به نسبت محتوای روغن سبوس برنج کاهش می‌دهند. سفتی بافت کیوی‌های پوشش داده شده عملا پایدار نگه داشته شده است، همچنین در میان انواع فرمولاسیون پوشش‌ها، پوشش حاوی ۰/۴ درصد روغن اختلاف قابل توجهی با بقیه نشان می‌دهد و این در حالی است که نمونه‌های شاهد بعد از ۴ هفته انبارداری بطور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) دچار کاهش سفتی بافت شده‌اند. استفاده از پوشش‌های خوراکی محتوی ۰/۴ درصد روغن تأثیر مهمی ($p<۰/۰۵$) در حفظ سفتی بافت داشته اند و سفتی بافت این گروه به میوه تازه شبیه‌تر بوده است. گمان می‌رود پوشش‌دهی کیوی با کم کردن میزان تنفس میوه از افزایش غلظت اتیلن، که ارتباط مستقیمی با میزان تنفس دارد، جلوگیری نموده و آن هم به نوبه خود باعث حفظ سفتی بافت میوه شده‌است. از سوی دیگر با توجه به اینکه پوشش‌دهی از تبخیر آب میوه به نحو موثری جلوگیری نموده است(خصوصاً در مورد تیمارهای ۳ و ۴ که حاوی روغن بیشتری بوده‌اند)، بافت میوه از صدمات ناشی از تبخیر آب مانند چروکیدگی، چرمی شدن و ... محفوظ مانده است.

تغییرات رنگ

نمودار ۷ نشان می‌دهد که میزان روشنی(L^*) کیوی‌های پوشش داده شده، بیشتر از کیوی‌های بدون پوشش است. بعد از گذشت ۴ هفته انبارداری، نمونه‌های پوشش داده شده توسط پوشش

۲ (محتوی ۰/۲ درصد روغن) بالاترین میزان *L را داشته است. همه پوشش های بر پایه پروتئین آب پنیر چه محتوی روغن و چه بدون آن در حفظ رنگ کیوی براساس مقایسات*a، *b و*L در نمونه‌های پوشش داده شده و شاهد، موثر شناخته شده‌اند (نمودارهای۵، ۶ و۷). میزان *a که شاخص تغییر رنگ از سبز به سمت قرمز است، در نمونه‌های شاهد و نمونه‌های پوشش داده شده توسط پوشش شماره یک که عاری از روغن است، بالاتر از دیگر میوه های پوشش داده شده بعد از یک هفته انبارداری بوده است.

میزان *a در نمونه‌های شاهد و پوشش داده‌شده در هفته های دوم و سوم انبارداری اختلاف معنی‌داری نداشته است. بعد از چهار هفته انبارداری کمترین میزان *a در نمونه‌های پوشش‌داده شده توسط پوشش شماره ۲ (حاوی ۰/۲ درصد روغن) یافت شد (نمودار۶). *ab در نمونه‌های شاهد و تیمارها بعد از پایان انبارداری کاهش یافته است. تیمارهای ۲ و ۳ کمترین میزان *ab را داشته‌اند و بین شاهد و دیگر تیمارها اختلاف معنی‌داری در این زمینه نبوده است (نمودار۷).

همچنین پوشش‌ها در کاهش افت در میزان زاویه رنگ[1] (*b) موثر نبوده‌اند. این ممکن است به دلیل ممانعت از تجزیه کلروفیل ll و یا کاهش سنتز آنتوسیانین‌ها وکاروتنوئیدها باشد. در سنجش رنگ، امتیاز تیمارهای ۳ و ۴ بطور قابل توجهی بالاتر و مشابه میوه های تازه می‌باشد و این درحالیست که امتیاز دیگر تیمارها مشابه نمونه‌های شاهد بوده است.

ارزیابی حسی

آزمون طعم میوه کیوی به روش رتبه‌بندی

مقایسه طعم میوه‌های پوشش‌دار و بدون پوشش به روش رتبه بندی انجام گرفته است. در نمودار ستونی ۹ نشان داده شده است که پذیرش طعم نمونه‌های پوشش‌دار بیشتر از میوه‌های بدون پوشش است. نمودار ستونی۹، مشخص می‌کند که بین نمونه‌های پوشش‌دار و بدون پوشش اختلاف معنی‌داری وجود دارد. در این میان تیمارهای حاوی۰/۲ و۰/۴ درصد روغن موفق‌تر عمل کرده‌اند و نمونه های شاهد کمترین امتیاز را داشته‌اند.

آزمون قابلیت پذیرش کلی میوه کیوی به روش رتبه‌بندی

مقایسه قابلیت پذیرش میوه‌های پوشش‌دار و بدون پوشش نیز به روش رتبه‌بندی انجام گرفته است. در نمودار ۸ نشان داده شده است که میزان قابلیت پذیرش کلی نمونه‌های پوشش‌دار بیشتر از میوه‌های بدون پوشش است. بر اساس نمودار ستونی۸ ، بین میوه‌های پوشش‌دار و بدون پوشش از نظر قابلیت پذیرش کلی به‌ویژه شکل ظاهری و رنگ پوست اختلاف معنی‌داری وجود دارد و میوه‌های پوشش‌دار از ویژگی‌های برتری نسبت به نمونه‌های بدون پوشش برخوردارند. در این بین تیمارهای حاوی ۰/۲ و ۰/۴ درصد روغن موفق تر بوده‌اند و نمونه های شاهد کمترین امتیاز را داشته‌اند. در کل از آنجا که پوشش‌دهی در حفظ بافت، رنگ و ترکیبات شیمیایی میوه موثر شناخته شده‌است، بدیهی است که استفاده از آن میوه را بعد از گذشت یک ماه، همچنان با خصوصیاتی نزدیک به خصوصیات میوه تازه، نسبت به گروه شاهد ارجح می‌دارد.

خصوصیات فیزیکی فیلم پروتئین آب پنیر روغن سبوس برنج

پوشش خوراکی به عنوان یک لایه نازک از مواد خوراکی شکل گرفته بر روی سطح ماده غذایی تعریف می‌شود، در حالیکه فیلم خوراکی لایه نازکی از مواد خوراکی است که قبلا و به طور جداگانه تهیه شده و بر روی سطح غذا و یا بین قسمتهای مختلف آن قرار داده می‌شود (Krochta and DeMulder Johnston,1997). در این پژوهش، فیلم بر پایه پروتئین آب پنیرو روغن سبوس برنج، نیز تهیه و خصوصیات فیزیکی و مکانیکی آن مورد مطالعه قرار گرفته است.

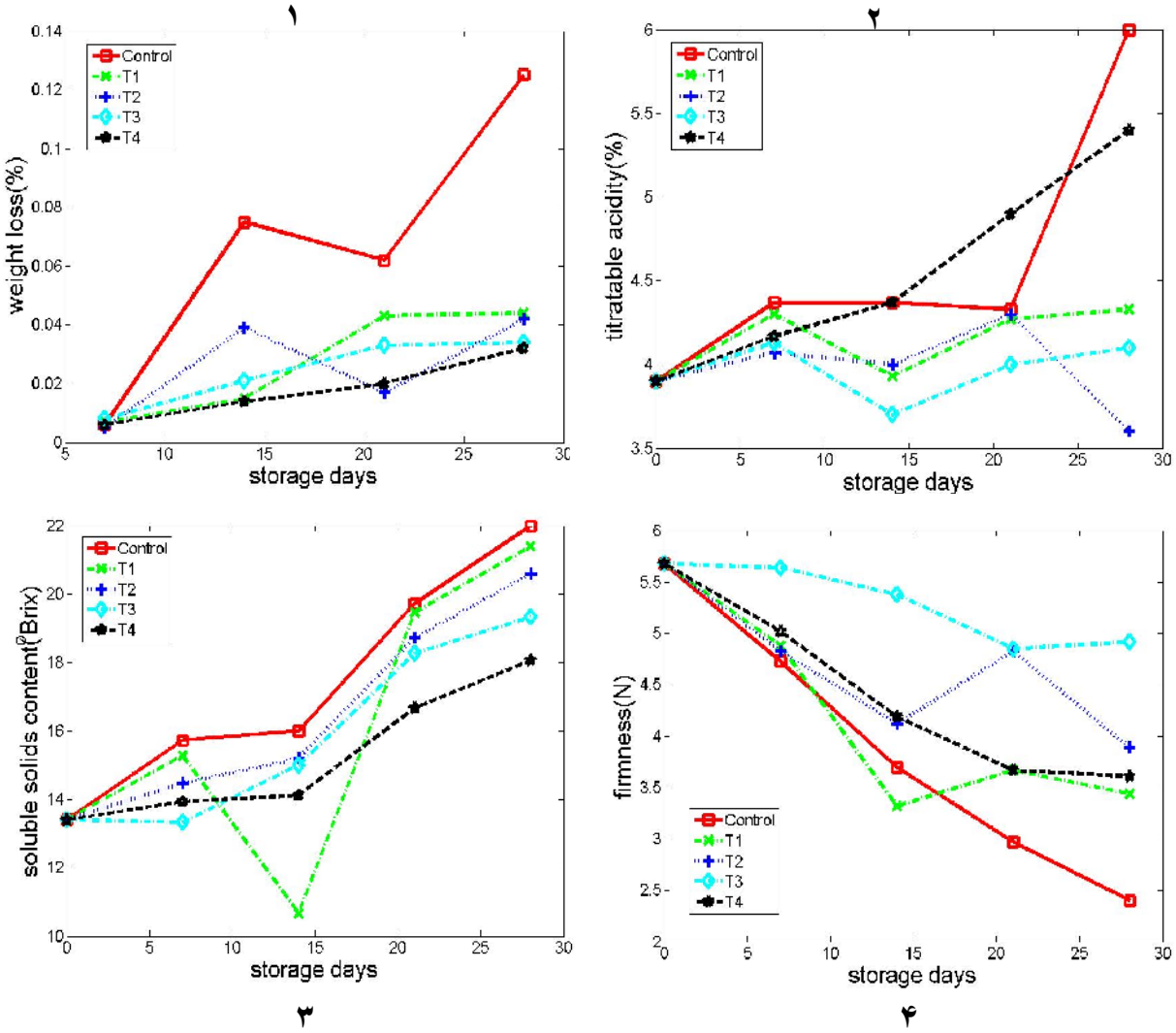
یکی از مهم‌ترین خواصی که یک فیلم سنتزی یا زیست‌پلیمر باید داشته باشد، خواص مکانیکی آن است. در این رابطه ماهیت زیست پلیمر، متأثر از طول زنجیر و وزن مولکولی درشت‌مولکول و همچنین طول و ماهیت و موقعیت زنجیره‌های جانبی(به‌ویژه در پروتئین‌ها) در آن است. این ویژگی‌ها بر توانایی زیست‌پلیمر در تشکیل پیوندهای بین مولکولی مؤثر است. هر چقدر این پیوندها بیشتر و قوی‌تر باشند، پیوستگی ساختاری بیشتر و در نتیجه مقاومت مکانیکی بالاتر خواهد بود. بنابراین، ساختمان شیمیایی و فاکتورهای ساختاری تأثیر مستقیمی بر روی خواص مکانیکی ماده دارد.

افزایش سطح روغن سبوس برنج در فرمولاسیون فیلم منجر به کاهش مدول الاستیک و قدرت کششی و نفوذپذیری نسبت به بخارآب و ارتقا درصد افزایش طول شده است آزمون های کشش نشان داده است که لیپید با افزایش گسیختگی امولسیون فیلم آشکارا مانند یک پلاستی سایزر عمل می‌کند. مدول الاستیک که سفتی ذاتی فیلم را نشان می دهد، با افزایش درصد روغن کاهش یافته است، به عبارت دیگر فیلم بدون روغن سفت تر از دیگر تیمارها بوده است. فیلم های پروئین آب پنیر موانع خوبی در برابر عبور آب نیستند، با افزودن روغن این خصوصیت بررسی شده است. روغن سبوس برنج خصوصیات ممانعتی فیلم در برابر بخار آب را بهبود داده است (جدول۱).

1 -Hue angle value

جدول ۱ خصوصیات فیزیکی مکانیکی فیلم پروتئین آب پنیر و روغن سبوس برنج

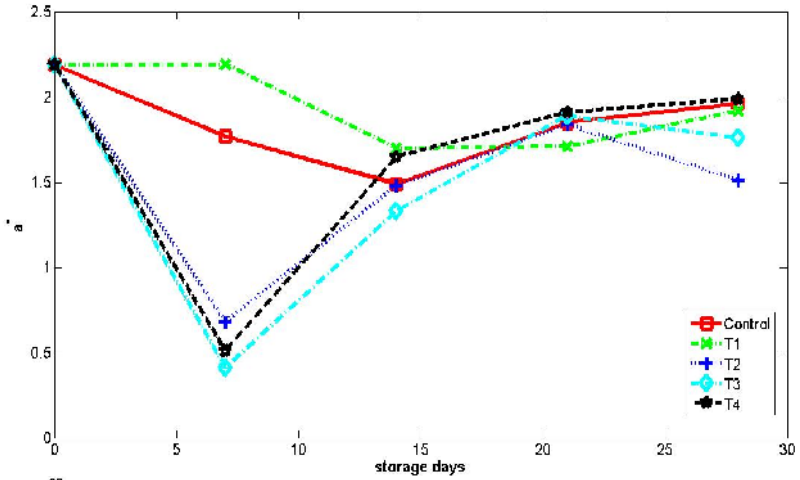
فیلم (پروتئین آب پنیر و روغن سبوس برنج)	نفوذ پذیری نسبت به بخارآب (g/mm/m2 h kPa.)	قدرت کششی (Mpa)	مدول (Mpa)	افزایش طول ٪	بسط (mm)
(10 /0.0)	7.55±0.18^{d**}	10.52±0.08^{a}	13.27±1.76^{a}	59.00±3.59^{ab}	39.73±4.12^{a}
(10 / 0.2)	7.32±0.19^{d}	7.74±0.28^{b}	14.66±0.86^{a}	65.17±2.28^{ab}	34.23±8.28^{a}
(10 / 0.4)	6.31±0.22^{e}	7.71±0.19^{b}	13.06±0.75^{a}	81.6±2.26^{ab}	37.07±0.21^{a}
(10 / 0.6)	6.24±0.81^{e}	5.19±0.68^{c}	10.74±0.18^{b}	96.92±4.32^{c}	38.77±0.78^{a}



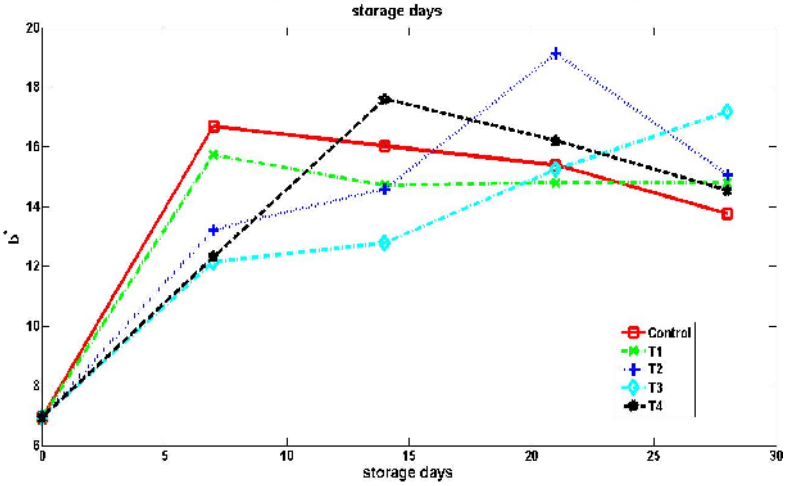
نمودارهای ۱، ۲، ۳ و ٤ تغییرات افت وزن (نمودار۱)، اسیدیته (نمودار۲)، محتوای مواد محلول جامد (نمودار۳) و سفتی بافت (نمودار٤) در کیوی پوشش داده شده با پوشش برپایه پروتئین آب پنیر و روغن سبوس برنج در طول دوره انبارداری

قرمز: گروه شاهد. سبز: تیمار اول حاوی ۰/۰ درصد روغن سبوس برنج. آبی: تیمار دوم حاوی ۰/۲ درصد روغن سبوس برنج. فیروزه‌ای: تیمار سوم حاوی ۰/۴ درصد روغن سبوس برنج. مشکی: تیمار چهارم حاوی ۰/۶ درصد روغن سبوس برنج

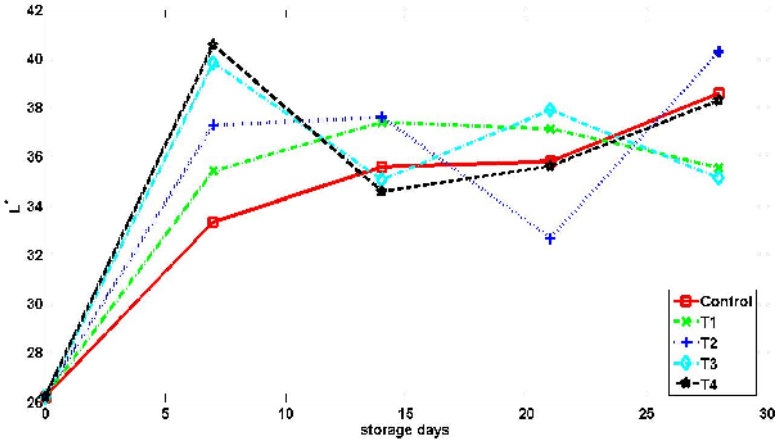
۵



۶

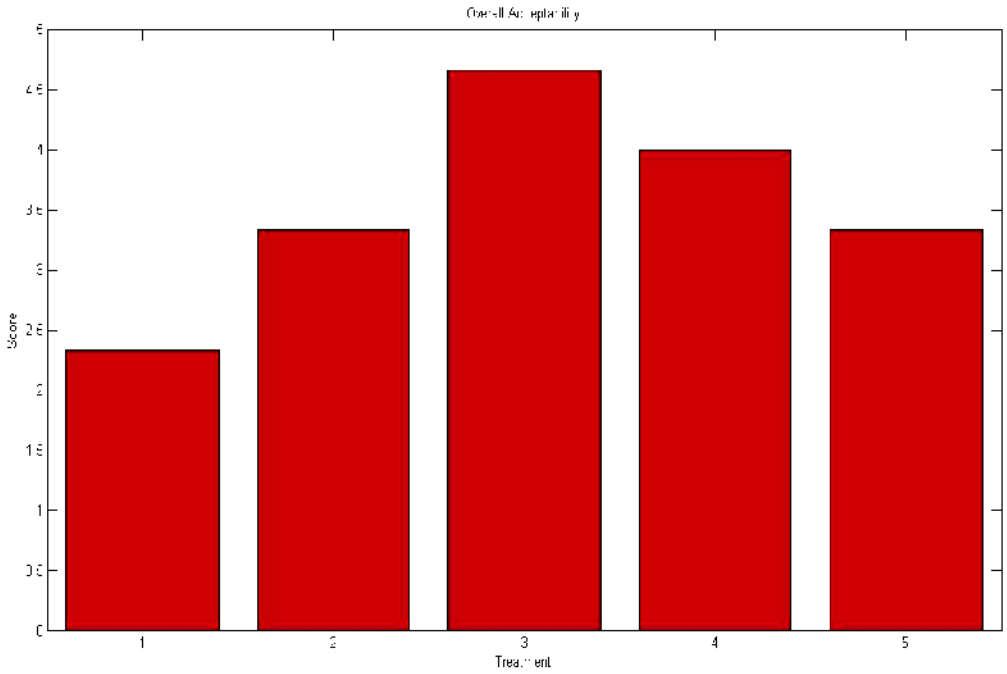


۷

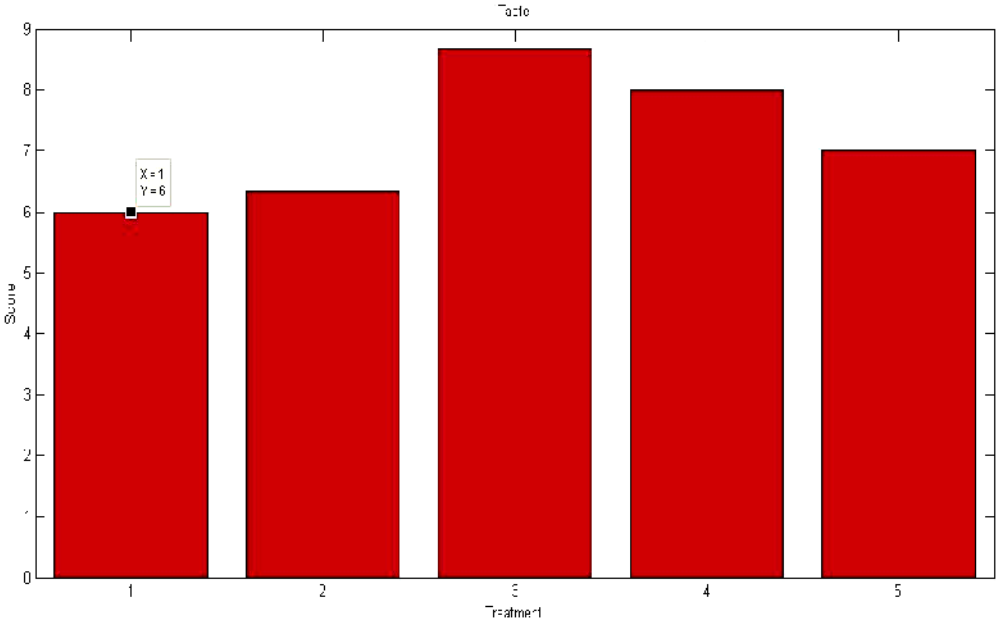


نمودارهای ۵، ٦ و ۷ تغییرات شاخص‌های رنگ (a*, b*, L*) در کیوی پوشش داده شده با پوشش برپایه پروتئین آب پنیر و روغن سبوس برنج در طول دوره انبارداری

قرمز: گروه شاهد. سبز: تیمار اول حاوی ۰/۰ درصد روغن سبوس برنج. آبی: تیمار دوم حاوی ۰/۲ درصد روغن سبوس برنج. فیروزه‌ای: تیمار سوم حاوی ۰/۴ درصد روغن سبوس برنج. مشکی: تیمار چهارم حاوی ۰/۶ درصد روغن سبوس برنج



نمودار ۸ امتیازات آزمون پذیرش عمومی



نمودار ۹- امتیازات آزمون طعم

ستون۱ نشان دهنده گروه شاهد(میوه‌های بدون پوشش)، ستون ۲ نشان دهنده تیمار۱(میوه‌های پوشش داده شده با پوشش بدون روغن سبوس)، ستون ۳ نشان دهنده تیمار۲(میوه‌های پوشش داده شده با پوشش حاوی ۰/۲ درصد روغن سبوس)، ستون ۴ نشان دهنده تیمار۳ (میوه‌های پوشش داده شده با پوشش حاوی ۰/۴ درصد روغن سبوس)، ستون ۵ نشان دهنده تیمار۴ (میوه‌های پوشش داده شده با پوشش حاوی ۰/۶درصد روغن سبوس) می باشد.

منابع

۱- پروانه، و. ۱۳۷۱. کنترل کیفی و آزمایش‌های شیمیایی مواد غذایی. انتشارات دانشگاه تهران

۲- ایوبی، ا.، حبیبی نجفی، م.ب. و کریمی، م.۱۳۸۷.تاثیر افزودن کنسانتره پروتئین آب پنیر (WPC) و صمغ هـای گـوار و زانتـان بـر خصوصـیات کیفی و فیزیکوشیمیایی کیک روغنی، پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران، ۴، ۳۳ ۴۶.

3- Anonymous. 1993. Edible packaging, Sustain Notes, 5(1): 1-4.

4- ASTM. 1985. Standard test method for tensile properties of thin plastic sheeting. Standards designation: D882. In Annual Book of American Standard testing methods (pp. 182-188). Philadelphia, USA: ASTM.

5- Ayranci, E. and S. Tunc. 2004. The effect of edible coatings on water and vitamin C loss of apricots (*Armeniaca vulgaris* Lam.) and green peppers (*Capsicum annuum* L.), Food Chemistry, 87: 339–342.

6- Baldwin, E.A, Nisperos-carriedo, M.O. and Baker, R.A.1995. Use of edible coatings to preserve quality of lightly (and slightly) processed products. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. *35*, 509-52.

7- Baldwin, E.A. 1994. Edible coatings for fresh fruits and vegetables: past, present, and future. In Edible Coatings and Films to Improve Food Quality (Krochta, J. M., E.A. Baldwin and M.O. Nisperos-Carriedo Eds.), Technomic Publishing, Lancaster, PA, pp: 25-64.

8- Ferguson, A.R. and Seal, A.G. 2008. Kiwifruit. In Temperate Fruit Crop Breeding, Hancock J.F. (Eds.) pp. 235-264. Springer.

9- Garcia, M. A., Martino, M. N. and Zaritzky, N. E. 1998. Plasticized starch-based coatings to improve strawberry (Fragaria ananassa) quality and stability. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 46, 3758–3767.

10- Guilbert, S. 1986. Technology and application of edible protective films, Food Packaging and Preservation: Theory and Practice, M. Mathlouthi, ed., London, UK: Elsevier Applied Science Publishing Co.,pp. 371-394.

11- Hazard J.S. Formulation and Application of Milk Protein-based Edible Coatings. M.Sc Thesis. Michigan State University, 1999.

12- Hagenmaier R.D., and Shaw P.E. 1992. Gas permability of fruit coating waxes. Journal of American Society of Horticulture Science, 117, 105-109.

13- Kaplan, H. J. 1986. Washing, waxing and color adding, in Fresh Citrus Fruits, W. F.Wardowdki, S. Nagy and W. Grierson, eds., Westport, CT: AVI Publishing Co., p. 379.

14- Kester, J. J. and O. R. Fennema. 1986. Edible films and coatings: A Review, Food Technology, 42: 47-59.

15- Magire, K.M., Banks, N.H., Alxander, L. and Gardon, I.L. 2000. Harvest date, cultivar, orchard, and tree effects on water vapor permeance in apples. Journal of American Society of Horticulture Science. 125, 100-104.

16- Mate J.I., Frankel E.N., Krochta J.M. 1996. Whey protein isolate edible coatings: Effect on the rancidity process of dry roasted peanuts. Journal of Agricaltural and Food Chemistry, 44, 1736-1740.

17- McHugh T.H., Avena-Bustillos R., Krochta J.M. 1993. Hydrophilic edible films: Modified procedure for water vapour permeability and explanation of thickness effects. Journal of Food Science, 58: 899-903.

18- Maftoonazad, N. and H. S. Ramaswamy. 2005. Postharvest shelf-life extension of avocados using methyl cellulose-based coating, *LWT*-Food Science and Technology, 38: 617–624.

19- Park, H.J. 1999. Development of advanced edible coatings for fruits. Trends in Food Science and Technology. 10, 254-260.

20- Park, H.J. 2003. Edible coatings. In Food Preservation Techniques (Zeuthen, P., Sorensen, L.B. Eds.). Woodhead Publishing, CRC Press.

21- Perez-Gago M.B., Serra M., Alonso M., Mateos M., Del Rio M.A. 2005. Effect of whey protein- and hydroxypropyl methylcellulose-based edible composite coatings on color change of fresh-cut apples. Postharvest Biology and Technology, 36, 77-85.

22- Shaw, N. B., F. J. Monahan, E. D. Ó Riordam and M. Ó Sullivan. 2002. Effect of soya oil and glycerol on physical properties of composite WPI film, Journal of Food Engineering. 51(4): 299-304.

23- Sonti. S. 2000. Consumer Perception and Application of Edible Coatings on Fresh-cut Frits and Vegetables. M.Sc Thesis. Louisiana State University.

24- Trezza, T.A. and J. M. Krochta. 2002. Application of edible protein coatings to nuts and nut-containing food products. In Protein-based Films and Coatings (A. Gennadios, ed.), CRC Press, Boca Raton, FL. pp: 91–127.

25- Xu, S., Xiufang, C. and Sun, D.-W. 2001. Preservation of kiwifruit coated with an edible film at ambient temperature, Journal of Food Engineering. 50, 211-216.