کاربرد پوشش خوراکیِ بر پایه پروتئین آب پنیر و صمغ گلان برای میوه زردآلو (*Prunus armeniaca* L.)

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

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی- واحد علوم و تحقیقات

۲- استادیار گروه صنایع غذایی و تبدیلی، پژوهشکده فناوری های شیمیایی، سازمان پژوهش های علمی و صنعتی ایران

(تاریخ دریافت: ۸۸/٤/۲۰ تاریخ پذیرش: ۸۸/۷/۹)

چکیده

هدف از این پژوهش، تهیه پوشش‌های خوراکی از پروتئین آب پنیر و صمغ گلان و تأثیر آن روی انبارمانی میوه زردآلو و بررسی اثر افزودن صمغ گلان و گلیسرول بر خواص فیزیکی و مکانیکی فیلم امولسیونی حاصل می‌باشد.

پوشش‌ها با ساخت یک محلول ۱۰ درصد از کنسانتره پروتئین آب پنیر در آب مقطر تهیه می‌شوند. در ساخت این پوشش‌ها از گلیسرول به عنوان نرم‌کننده (پلاستی سایزر) استفاده شد. صمغ گلان نیز به نسبت‌های مختلف(۰، ۰/۲، ۰/٤ و ۰/٦ گرم در ۱۰۰ میلی لیتر) اضافه گردید. برای پوشش دادن زردآلو آن‌ها را به مدت یک دقیقه در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد درون محلول پوشش های تولیدی غوطه‌ور نموده و پس از خشک شدن، درون ظروف یک‌بار مصرف قرار گرفتند. میوه‌های پوشش‌دار و بدون پوشش (گروه شاهد) به مدت ۲۸ روز در سردخانه ٤ درجه سانتی‌گراد با رطوبت نسبی ۸۰ تا ۸۵ درصد نگهداری شدند. هر هفته کاهش وزن، مقدار کل مواد جامد محلول، اسید قابل تیتر، pH، رنگ پوست، سفتی بافت و قابلیت پذیرش کلی نمونه‌ها اندازه‌گیری شد.

نتایج نشان داد که پوشش‌دهی زردآلو با پوشش خوراکی پروتئین آب پنیرِ حاوی گلیسرول و صمغ گلان باعث رسیدن طبیعی میوه می‌شود و میوه-های پوشش‌دار نسبت به میوه‌های بدون پوشش نرم‌تر و آب‌دارتر می‌گردند. در نمونه‌های بدون پوشش رسیدن میوه به‌طور کامل انجام نشده و میوه به-علت از دست دادن رطوبت، خشک و چروکیده می‌گردد. همچنین در مدت نگهداری، میزان تغییرات در سفتی بافت، مقدار کل مواد جامد محلول، رنگ پوست، اسید قابل تیتر و مقدار pH میوه‌های پوشش‌دار نسبت به نمونه‌های بدون پوشش، کمتر است. از نظر قابلیت پذیرش کلی نتایج نشان داد که میوه‌های پوشش‌دار نسبت به نمونه‌های بدون پوشش از نظر مصرف‌کننده(به‌ویژه از نظر رنگ و شکل ظاهری) مطلوب‌تر هستند. در میوه‌های بدون پوشش به دلیل افت وزن و پوکی شدن، قابلیت پذیرش کلی میوه، هفته آخر خیلی کاهش می‌یابد.

فیلم‌های امولسیونی حاصل، از نظر خواص فیزیکی و مکانیکی مورد آزمون قرار گرفتند و مشخص شد که افزایش سطح صمغ گلان منجر به افزایش ضریب ارتجاعی(EM) و نیروی کشسانی(TS) می‌شود اما با افزایش صمغ تا ۰/٦ گرم، ضریب ارتجاعی(EM) و نیروی کشسانی(TS)، کمتر افزایش می‌یابد. در مورد درصد درازشدگی(EL) نیز افزایش دیده شد اما در فیلم تهیه شده با ۰/٤ گرم صمغ، کاهش جزئی وجود داشت.

کلید واژگان: کنسانتره پروتئین آب پنیر، پوشش‌های خوراکی، صمغ گلان، زردآلو، عمر ماندگاری، ویژگی‌های مکانیکی

* مسئول مکاتبات: javanmard@irost.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-21]

۱- مقدمه

زردآلو(*Prunus armeniaca* L.)، میوه‌ای بسیار حساس به شرایط انبارداری است. فرآیند رسیدن زردآلو از نوع فرازگر است و می‌تواند تحت شرایط کنترل نشده تسریع یابد. حساسیت این میوه به پوسیدگی، دمای کم و از بین رفتن طبیعی به علت رسیدگی سریع و نرم شدن، پتانسیل انبارداری، جابجایی و حمل و نقل را محدود می‌کند. زردآلو می‌تواند به مدت ۱ تا ۲ هفته (یا ۳ تا ٤ هفته برای بعضی از کشت‌ها)، در دمای ۰/۵- تا ۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰ تا ۹۵ درصد، به خوبی حفظ شود (Siddq) [۱]. زردآلو معمولاً می‌تواند به مدت ۱ تا ۲ هفته در اتمسفر طبیعیِ ۱- تا ۰ درجه سانتی‌گراد انبارداری شود(Welby & Mcgregor)[۲]. عمر انبارداری در اتمسفر معمولی به ۵۳ روز محدود می‌شود (Wu & Salunkhe, Salunkhe & Wu)[۳و٤].

پوشش خوراکی به عنوان بازدارنده رطوبت و گاز عمل می‌کند و رشد میکروبی را کنترل و رنگ، بافت و رطوبت محصول را حفظ می‌نماید و به‌طور مؤثری می‌تواند عمر انبارداری را افزایش دهد. پوشش‌های خوراکیِ بر پایه صمغ-های سلولزی، به‌طور مؤثری در به تأخیر انداختن رسیدگی در بعضی میوه‌های فرازگر نظیر انبه، پاپایا و موز به‌کار می‌رفته - اند(Nisperos-Carriedo *et al.*)[۵]. پروتئین‌های آب پنیر به علت اینکه از جمله پروتئین‌های فراوان و ارزان هستند که به آسانی در دسترس می‌باشند، به‌طور وسیعی استفاده شده اند. پوشش‌های مواد خوراکی روی غذاهای تازه به کار می‌روند تا انتقال رطوبت و اکسیداسیون را کاهش دهند و به عنوان یک بازدارنده در کاهش تنفس و از دست رفتن آب عمل کنند و در افزایش عمر ماندگاری و بهبود کیفیت چنین غذاهایی مهم می-باشند(Olivas *et al.*)[٦]. پوشش‌های خوراکی می‌توانند یک پوشش حفاظتی افزوده برای محصولات تازه پیشنهاد دهند و نیز می‌توانند اثر مشابهی چون انبارداری در اتمسفر تغییریافته داشته باشند(Baldwin)[۷]. چندین پوشش خوراکی برای حفظ میوه‌ها به طور موفقیت‌آمیزی به کار رفته است(Park)[۸]. شِلاک به عنوان یک محصول طبیعی(ماده تراویده از یک حشره)، در پوشش‌دهی تمام میوه‌های براق استفاده می‌شود. پوشش‌های خوراکیِ کنسانتره پروتئین آب پنیر(WPC[1]) در ترکیب با عوامل ضد قهوه‌ای شدن، به طور مؤثری عمر ماندگاری برش‌های سیبی که تحت کمترین فرآیند قرار گرفته اند را تا ۲ هفته افزایش دادند(Lee *et al.*)[۹]. پوشش‌های بر پایه پروتئین آب پنیر بدون مشارکت در کاهش قهوه‌ای شدن آنزیمی سیب‌های "Golden Delicious"، از پوشش‌های بر پایه هیدروکسی‌پروپیل متیل‌سلولز مؤثرتر بودند(Pereza-Gago *et al.*)[۱۰]. صمغ‌ها و مشتقات زیادی از آن‌ها برای اهداف پوشش‌دهی به‌کار رفته اند. Ayranci و Tunc در سال ۲۰۰٤ اثرات پوشش‌های خوراکیِ بر پایه متیل سلولز (MC) را روی از دست رفتن آب و ویتامین C در زردآلوهای تازه بررسی کردند.

هدف از این بررسی عبارت بود از ۱) بهبود روش‌های تشکیل فیلم‌های مرکب بر پایه پروتئین کنسانتره پروتئین آب پنیر - صمغِ گلان بر روی زردآلو و۲) بررسی عمر ماندگاری و ویژگی‌های حسی زردآلوهای پوشش‌داده شده در طول انبارداری.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

کنسانتره پروتئین آب پنیر(۸۵ درصد پروتئین) که توسط شرکت آرلا (Videbeak, Denmark) تهیه شد. گلیسیرین نیز توسط مِرک(Darmstadt, Germany) تهیه گردید و به عنوان نرم‌کننده به تمام محلول‌های تشکیل‌دهنده فیلم اضافه شد. گلان از شرکت سی‌پی کِلکو(CP Kelco, USA) خریداری شد.

۲-۲- انتخاب میوه و آماده‌سازی

زردآلوها از یک مغازه محلی در تهران خریداری و بلافاصله به آزمایشگاه برای آزمایش منتقل شدند. *Prunus armeniaca* به دلیل عمر ماندگاری کوتاهش، برای این آزمایش انتخاب شد. زردآلوهای هم‌اندازه و هم‌رنگ

1.Whey Protein Concentrate

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-21]

انتخاب شدند و قبل از تیمار، آن‌هایی که فاسد بودند جدا گردیدند. میوه‌های پوشش‌داده و پوشش‌نداده شده در دمای ۱±٤ درجه‌ساتنی‌گراد به مدت ۲۸ روز نگهداری شدند.

۲-۳- طرح آزمایش

نحوه انجام آزمون و مقادیر اولیه هر آزمایش در لحظه صفر، برای ۱۰ زردآلو اندازه‌گیری شد. متعاقباً چهار گروه پوشش‌داده شده و شاهد نیز هر هفته مورد آزمون قرار گرفتند.

۲-٤- فرمولاسیون‌های پوشش

چهار تیمار پوشش برای زردآلوهای *Prunus armeniaca* استفاده شدند. تیمار شاهد هیچ پوششی نداشت. چهار تیمار باقیمانده به صورت زیر متفاوت بودند:

تیمار۱: ۱۰ گرم کنسانتره پروتئین آب پنیر + ۲۰۰ گرم آب مقطر + ٤ گرم گلیسرول

تیمار۲: ۱۰ گرم کنسانتره پروتئین آب پنیر + ۲۰۰ گرم آب مقطر + ٤ گرم گلیسرول + ۰/۲ گرم گلان

تیمار۳: ۱۰ گرم کنسانتره پروتئین آب پنیر + ۲۰۰ گرم آب مقطر + ٤ گرم گلیسرول + ۰/٤ گرم گلان

تیمار٤: ۱۰ گرم کنسانتره پروتئین آب پنیر + ۲۰۰ گرم آب مقطر + ٤ گرم گلیسرول + ۰/٦ گرم گلان

تیمارهای پوشش توسط دناتوراسیون حرارتی یک محلول آبیِ ۱۰ درصد(وزنی/وزنی) از کنسانتره پروتئین آب پنیر به مدت ۳۰ دقیقه در حمام آب ۹۰ درجه سانتی‌گراد تهیه شدند(McHugh & Krochta)[۱۲]. محلول‌ها در دمای اتاق خنک شدند و مقادیر مناسب گلیسرول به عنوان نرم‌کننده اضافه گردید. از آب مقطر برای تمام محلول‌ها استفاده شد.

۲-۵- تشکیل فیلم

فیلم‌های کنسانتره پروتئین آب پنیر طبق روش Shaw و همکاران در سال ۲۰۰۲ تهیه شدند. ۱۰ گرم از محلول پروتئین آب پنیر توسط پیپت درون پلیت‌های لبه‌دار و صاف(قطر ۱۰۰میلی متر) ریخته شدند و فیلم‌های حاصل از آن با باقی ماندن روی یک سطح صاف تشکیل گردیدند. برای هر ویژگی مورد مطالعه، دفعات تکرار متفاوتی در نظر گرفته شد. اجازه داد شد تا فیلم‌ها در دمای اتاق وپس از ۲٤ تا ٤۸ ساعت خشک شوند. فیلم‌ها از پلیت‌ها جدا شدند و به مدت ۲٤ ساعت در رطوبت نسبی ۵±۵۰ درصد و دمای ۲±۲۳ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردیدند.

۲-٦- تراوایی در برابر بخار آب(WVP[1])

تراوایی در برابر بخار آب بر اساس روش McHugh و همکاران در سال ۱۹۹٤ مورد آزمون قرار گرفت. در هر ظرف آزمایش، ۱۲ میلی‌لیتر آب مقطر ریخته شد و سرتاسر سطح فنجان با نمونه‌های فیلم پوشیده شد. وزن فیلم ها در دوره زمانی بالای ۲٤ ساعت و با فاصله زمانی بیشتر از ۱/۵ ساعت خوانده شدند. حداقل سه تکرار برای نمونه‌های فیلم در نظر گرفته شد. میزان انتقال بخار آب با استفاده از روش ASTM-E 96 (ASTM,1995) یا روش تصحیح شده پیشنهادی McHugh و همکاران در سال ۱۹۹٤ محاسبه گردید.

۲-۷- ضخامت فیلم

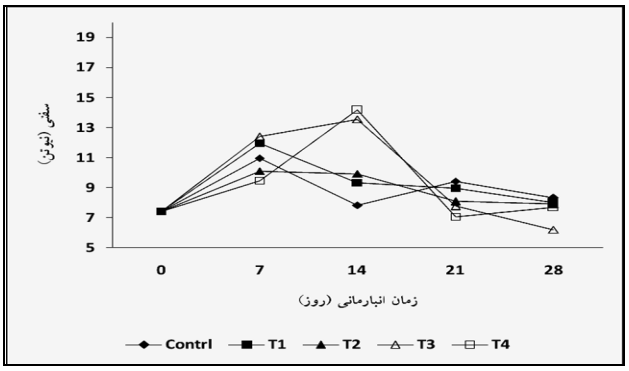
ضخامت فیلم با یک کولیس(Feinmesszeug SUHL-DDR, Tokyo, Japan) در پنج نقطه تصادفی فیلم اندازه‌گیری شد. بازدارندگی در برابر بخار آب و ویژگی-های مکانیکی بر اساس میانگین ضخامت محاسبه شدند.

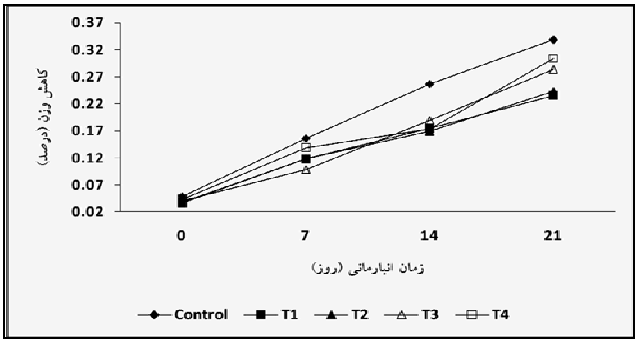
۲-۸- شرایط آزمون کشش

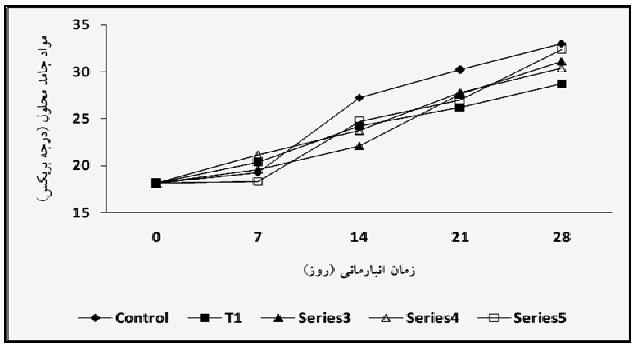
تمامی آزمون‌های کشش در رطوبت نسبی ۵±۵۰ درصد و دمای ۲±۲۳ درجه سانتی‌گراد، توسط دستگاه Instron model 2712-) Universal Testing Instrument 002, Instron Corp., Canton, MA) با لود سل[2] ۵ نیوتن انجام شد. فیلم‌ها توسط قیچی تیزی به باریکه‌هایی به عرض ۲۵/٤ میلی‌متر و طول ۱۳۰ میلی‌متر بریده شدند و بین

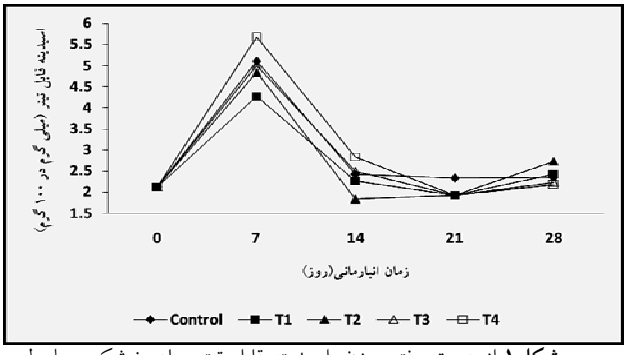
1.Water Vapor Permeability
2.Load cell

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-21]

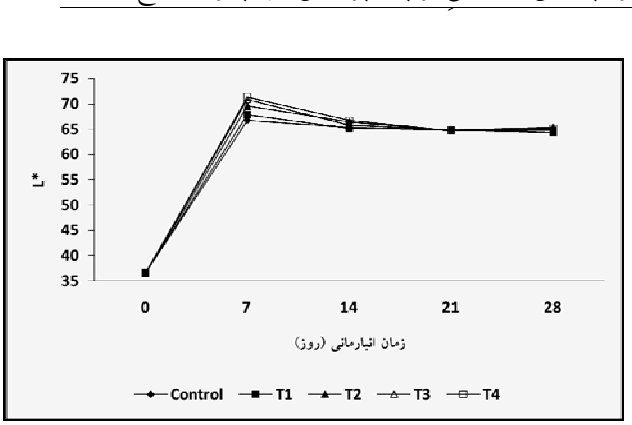


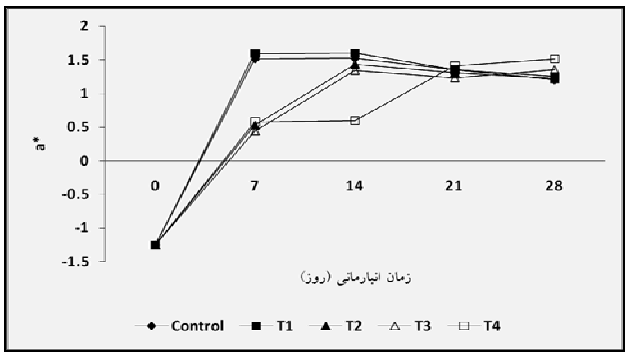


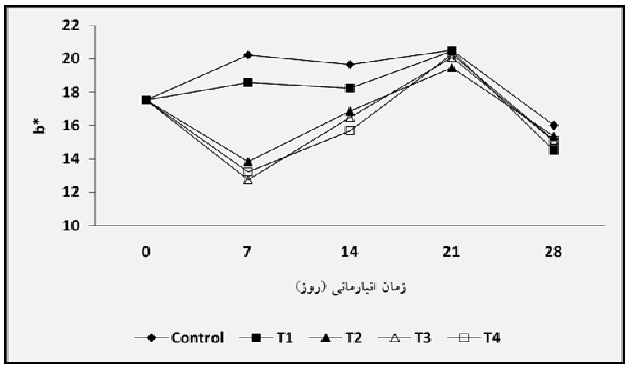


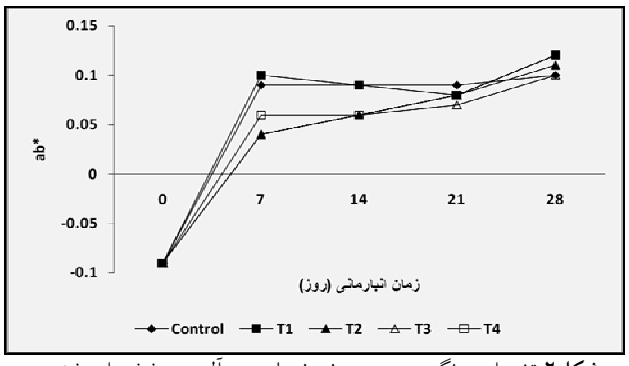


شکل۱ از دست رفتن وزن، اسیدیته قابل تیتر، ماده خشک محلـول و سفتی در نمونه‌های زردآلوی پوشش‌داده شده بـا کنـستانتره پـروتئین آب پنیر و صمغ گلان و پوشش‌نداده در طـول دوره انبـارداری سـرد [control: بـدون پوشـش، (T1): ۱۰ گـرم کنـستانتره پـروتئین آب پنیر+۲۰۰ گرم آب مقطر+٤ گرم گلیسرول، (T2): ۱۰ گرم کنـستانتره پروتئین آب پنیر+۲۰۰ گـرم آب مقطـر+٤ گـرم گلیـسرول+۰/۲ گـرم صمغ گلان، (T3): ۱۰ گرم کنستانتره پروتئین آب پنیر+۲۰۰ گرم آب مقطـر+٤ گـرم گلیـسرول+۰/٤ گـرم صـمغ گـلان، (T4): ۱۰ گـرم کنستانتره پروتئین آب پنیر+۲۰۰ گرم آب مقطر+٤ گرم گلیسرول+۰/٦ گرم صمغ گلان].









شکل۲ تغییرات رنگ پوست در نمونه‌های زردآلوی پوشش‌داده شده با کنستانتره پروتئین آب پنیر و صمغ گلان و پوشش‌نداده در طول دوره انبارداری سرد [control: بدون پوشش، (T1): ۱۰ گرم کنستانتره پروتئین آب پنیر+۲۰۰ گرم آب مقطر+٤ گرم گلیسرول، (T2): ۱۰ گرم کنستانتره پروتئین آب پنیر+۲۰۰ گرم آب مقطر+٤ گرم گلیسرول+۰/۲ گرم صمغ گلان، (T3): ۱۰ گرم کنستانتره پروتئین آب پنیر+۲۰۰ گرم آب مقطر+٤ گرم گلیسرول+۰/٤ گرم صمغ گلان، (T4): ۱۰ گرم کنستانتره پروتئین آب پنیر+۲۰۰ گرم آب مقطر+٤ گرم گلیسرول+۰/٦ گرم صمغ گلان].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-21]

گیره‌های مقوایی(۷۰×۲٦ میلی‌متر) پوشیده شده با نوار از دو طرف چسبنده که در نتیجه مساحت نهایی در معرض قرار گرفته، ۲۵/٤×۱۰۰ میلی‌متر شد، قرار گرفتند. ویژگی‌های کششی فیلم‌ها بر اساس روش کشش استاندارد ASTM 882-95a اندازه‌گیری شدند(ASTM, 1995). نمونه‌های فیلم در نظر گرفته شده، محکم به گیره‌های فلزی دستگاه کشش اینسترون بسته و از بالا با سرعت ۱۰۰ میلی‌متر بر دقیقه کشیده شدند. گیره‌هایی که خود به خود تراز می‌شوند شامل یک انتهای ثابت و یک انتهای متحرک هستند که وقتی بار اعمال می‌شود بهترین تراز را ایجاد می‌کنند. گیره‌ها توسط یک لاستیک نازک در یک خط قرار می‌گیرند تا باعث عدم لغزش نمونه‌ها شوند و به عنوان تحریک‌کننده هوا، از پارگی آن‌ها جلوگیری نمایند. درجه اولیه پارگی روی ۵۸ میلی‌متر ثابت شد. استحکام کششی نهایی(TS)، درصد کرنش در نقطه شکست(EL) و مدول الاستیک(EM) محاسبه گردیدند.

۲-۹- مقدار ماده خشک محلول

مقدار ماده خشک محلول آب میوه هر ۷ روز و در مدت ۲۸ روز در سه تکرار تعیین شد. مقدار ماده خشک محلول کل در آب میوه توسط رفراکتومتر KrussD-22976 (Hamburg, Germany) که بر حسب ساکاروز در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد کالیبره شده بود، مشخص شد. بنابراین، مقدار ماده خشک محلول کل به دست آمده، برای از دست رفتن وزن بر طبق زیر تصحیح شد:

$$V = X^*(100 - \%WLt)\ 100$$

که در اینجا X مقدار ماده خشک محلول کل به دست آمده از آب زردآلو قبل از از دست رفتن وزن می‌باشد. WL%، درصد از دست رفتن وزن در زمان t و V برابر مقدار حقیقی ماده خشک محلول کل یا مقدار اسید سیتریک بعد از از دست رفتن وزن می‌باشد.

اسیدیته قابل تیتر بر طبق روش شرح داده شده توسط Lees در سال ۱۹۷۱ برای تعیین اسیدیته قابل تیتر تحلیل شد و نتایج بر حسب درصد اسید سیتریک بیان گردید.

۲-۱۰- از دست رفتن وزن

۱۰ عدد میوه به طور تصادفی از هر وضعیت ویژه انتخاب شد و میوه‌ها در مدت این مطالعه با ترازوی آزمایشگاهی Mettler AE 200-S (Greifensee, Switzerland) با سه بار تکرار وزن شدند. نتایج بر حسب درصد از دست رفتن وزن بیان گردید.

۲-۱۱- pH

pH با کمک pH متر (EZDO PL-600) محاسبه شد.

۲-۱۲- ارزیابی حسی

رنگ میوه توسط سیستم CIE l* a* b* و با به کار گیری Chromometer Minolta Model CR-300 (Minolta. Co. Ltd., Japan) در مدت ۲۸ روز و با فاصله زمانی ۷ روز اندازه‌گیری شد. از کاشی سفید(l*: 97/46; a*: -0/02; b*: 1/72) به عنوان مرجع استفاده گردید.

با استفاده از روش رتبه‌بندی 9-point hedonic scale (۱= عالی و ۹= غیر قابل پذیرش)، ۲۰۰ داور (مصرف‌کننده آموزش ندیده، شامل کارمند، دانشجو و اعضای سازمان پژوهش های علمی و صنعتی ایران برای آزمودن و ارزیابی طعم، سفتی و پذیرش کلی هر دو نوع زردآلوی شاهد و تحت فرآیند قرار گرفته به کار گرفته شدند.

۲-۱۳- تجزیه و تحلیل‌های آماری

داده‌های به دست آمده با استفاده از طرح آماری فاکتوریل به منظور تشخیص اینکه آیا پارامترهای کیفی پس از برداشت در طی زمان معیین زردآلوهای پوشش‌داده شده از زردآلوهای پوشش‌نداده (شاهد) متفاوتند یا نه، تجزیه و تحلیل شدند. تجزیه و تحلیل محاسبات آماری واریانس (ANOVA) برای طرح آماری فاکتوریل به کار گرفته شد. روزها و تیمارهایی که در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف معنی‌دار داشتند، با آزمون چند دامنه‌ای دانکن مورد بررسی قرار گرفتند تا هر تیمار با شاهد مقایسه شود.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- مقدار ماده خشک محلول کل و اسیدیته قابل تیتر

شکل۱ نشان می‌دهد که میزان ماده خشک محلول کل (بر حسب درجه بریکس) زردآلوهای پوشش‌داده شده و پوشش-نداده که تحت شرایط دمایی سرد (۲±۵ درجه سانتی‌گراد) انبارداری شده‌اند، در پایان دوره انبارداری(۲۸ روز) افزایش یافته است. اسیدیته قابل تیتر در گوشت زردآلو در گروه های پوشش دیده نسبت به گره شاهد کاهش نشان داد. مقدار ماده خشک محلول بر حسب درجه بریکس، در زمان کاشت در حدود ٦/۲ درجه بریکس است و در طول انبارداری افزایش می‌یابد و در لحظه مصرف به ۱۲ تا ۱٤ درجه بریکس می‌رسد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-21]

معمولاً در تمام زردآلوها مقدار ماده خشک محلول کل (۱۸/۱۲±۰/٦٦ بر حسب درجه بریکس) و اسیدیته قابل تیتر (۲/۱۰±۰/۰۱۸) اولیه آن‌ها در مقایسه با مقدار نهایی در پایان دوره انبارداری، بسته به فرآیند ویژه به کار رفته بر روی آن‌ها، افزایش می‌یابد.

در پایان زمان انبارداری مقدار ماده خشک محلول کل در تیمار۱ کمترین مقدار ۲٦/۲۰±۰/۸۱ را نشان داد. هیچ اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای۲، ۳، ٤ و شاهد در طول مدت انبارداری وجود نداشت.

پوشش پروتئین آب پنیر و صمغ گلان منجر به پائین آمدن pH زرد آلو های پوشش دیده در مقایسه با زردآلوهای پوشش‌نداده گردید. این اختلاف بعد از ۸ روز انبارداری معنی‌دار بود. بیشترین میزان pH مشاهده شده در میوه‌های پوشش‌نداده و پوشش‌داده شده به ترتیب ۳/۵۲ و ۳/٤۹ در پایان دوره انبارداری بود و کمترین pH، ۳/۲۹ بود که در زردآلوهای پوشش‌داده شده مشاهده گردید.

در پایان دوره انبارداری هیچ اختلاف معنی‌داری بین اثرات فرمولاسیون‌های متفاوتِ پوشش‌ها در مقدار ماده خشک محلول کل وجود نداشت. به نظر می‌آمد که در مورد میزان ماده خشک محلول کل، پوشش با پروتئین آب پنیر بدون صمغ گلان در فرمولاسیون تیمار ۱ در مقایسه با پوشش‌های حاوی صمغ گلان و شاهد کمتر مؤثر باشد.

در طول دوره انبارداری هیچ اختلاف معنی‌داری در میزان ماده خشک محلول کل در بین پوشش‌های دیگر و شاهد وجود نداشت.

تجزیه میزان ماده خشک محلول کل در طول دوره انبارداری طبیعی است، همان‌طور که قندها جزء اصلی میزان ماده خشک محلول کل یک محصول هستند، با تنفس به مصرف می‌رسند و طی فعالیت‌های متابولیکی میوه‌ها استفاده می‌شوند(Özden & Bayindirli)[١٦].

رویهمرفته، بهترین نتیجه برای اسیدیته قابل تیتر از پوشش تیمار ۲ که بر پایه ۱۰ گرم کنستانتره پروتئین آب پنیر و میزان ۰/۰۲ صمغ گلان بود، به‌دست آمد. هیچ اختلاف معنی-داری در میزان ماده خشک محلول بین شاهد و تیمارها به استثنای تیمار ۱ وجود نداشت.

۳-۲- از دست رفتن وزن

پوشش‌های خوراکی با بالاترین میزان از صمغ گلان (تیمار۱)، کاهش در از دست رفتن وزن را افزایش دادند (۰/۲۳۵±۰/۰۱۵ درصد). همچنین میوه‌های پوشش‌داده شده با محلول‌های ۲، ۳ و ٤، از دست رفتن وزن کمتری را در مقایسه با نمونه‌های پوشش‌نداده باعث شدند. بیشترین از دست رفتن وزن (۰/۳۳۸±۰/۰۲۲ درصد) برای میوه بدون هیچ پوشش، بعد از ۲۸ روز انبارداری بود.

معمولاً تغییرات وزن، پس از برداشت میوه‌ها و سبزی‌ها به سبب از دست دادن آب در حین تنفس است. این از دست دادن آب می‌تواند به پژمرده و چروک شدن و در نهایت کاهش قابلیت در بازار محصول منجر شود. فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی همچنین می‌توانند امکان افزایش عمر ماندگاری محصول تازه بریده شده را در ایجاد یک بازدارنده نیمه نفوذپذیر نسبت به گازها و بخار آب و در نتیجه کاهش تنفس، قهوه‌ای شدن آنزیمی و از دست رفتن آب را پیشنهاد دهند(Guilbert; Baldwin *et al.*)[۱۷و۱۸].

هیچ چروکی در میوه‌های پوشش‌داده شده با کنستانتره پروتئین آب پنیر و صمغ گلان در مقایسه با میوه‌های شاهد که کمی چروک در پوست‌شان داشتند، دیده نشد. Hatfield و Knee در سال ۱۹۸۸ و Maguire و همکاران در سال ۲۰۰۰ گزارش دادند که حتی میزان کم از دست رفتن وزنِ ۳/۵ تا ۵ درصد می‌تواند به چروک شدن در زردآلو بیانجامد. فقط از دست رفتن وزن در زردآلوی تیمار ۳ و ٤ کمتر از ۱/۵ درصد وزن اولیه است که چروکیدگیِ قابل ملاحظه‌ای را ایجاد نمی‌کند.

۳-۳- ارزیابی حسی

جدول ۲ ارزیابی‌های حسی زردآلو در پوشش‌های متفاوت و زردآلوی پوشش‌داده نشده را نشان می‌دهد. ارزیابی حسی بر روی زردآلوی پوشش‌نداده(شاهد) و پوشش‌داده بعد از ۲۸ روز انبارداری انجام شد.

هیچ اختلاف معنی‌داری در میزان روشنی(*l) زردآلوهای پوشش‌داده شده و پوشش‌نداده وجود نداشت و این میزان در زردآلوهای پوشش نداده بیشتر بود. بعد از ٤ هفته انبارداری، میزان *l در نمونه‌های تیمار ۲ زیادتر بود.

تمامی پوشش‌های حاوی کنستانتره پروتئین آب پنیر و بدون صمغ گلان، در حفظ رنگ گوشت زردآلو مؤثر بودند. همان‌طور که تغییرات در مقادیر *l، *a، *b و a/b در شکل ۲ نشان داده شده است. مقادیر *a (نشان‌دهنده تغییرات رنگ‌ها از سبز به قرمز) کاهش یافت و با افزایش میزان گلان در پوشش، افزایش یافت. در پایان دوره انبارداری، در بیشترین میزان صمغ گلان(۰/۰٦) در نمونه‌های پوشش‌داده شده، *a به بیشترین میزان خود رسید. بعد از ٤ هفته انبارداری، کمترین میزان *a در نمونه‌های شاهد دیده شد (شکل۲).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-21]

بعد از انبارداری، a/b در زردآلوهای شاهد و تحت تیمار افزایش یافت. هیچ اختلاف معنی‌داری در میزان a/b زردآلوهای شاهد و تحت تیمار وجود نداشت.

پوشش‌ها همچنین در کاهش میزان *b نمونه‌ها اثری نداشتند. این می‌تواند به علت بازدارندگی از تجزیه کلروفیل و یا کاهش ترکیب آنتوسیانین‌ها و یا کاروتنوئیدها باشد.

در اندازه‌گیری رنگ، امتیاز تیمار ۲ به طور معنی‌داری از دیگر نمونه‌های تحت تیمار بیشتر بود در حالیکه دیگر نمونه-های تحت تیمار به طور معنی‌داری شبیه زردآلوهای پوشش-نداده بودند.

در واقع، سفتی زردآلوهای پوشش‌داده شده بدون اختلاف معنی‌داری در مقایسه با زردآلوهای پوشش‌نداده حفظ می‌شود اگرچه سفتی زردآلوهای تیمار ۳، بعد از ٤ هفته انبارداری، به طور قابل ملاحظه‌ای در سطح احتمال ۰/۰۵ کاهش می‌یابد.

از دست رفتن بافت برجسته‌ترین تغییر در طول مدت انبارداری میوه‌ها و سبزی‌ها است و بستگی به میزان تغییرات متابولیکی و آب دارد(García *et al.*)[۲۱].

از دید داوران هیچ اختلاف معنی‌داری در سفتی زردآلوهای پوشش‌داده و پوشش‌نداده وجود نداشت. زردآلوهای پوشش‌داده شده اختلاف معنی‌داری در طعم و پذیرش کلی در مقایسه با زردآلوهای پوشش‌نداده داشتند.

۳-٤- آزمون‌های مکانیکی و ویژگی‌های فیزیکی فیلم‌ها

ضخامت فیلم‌ها به طور معنی‌داری متأثر از افزایش گلیسرول و پلی‌اتیلن گلیکول نبود و میانگین ضخامت فیلم‌ها ۲±۱۸ میکرومتر بود. افزایش میزان گلیسرول و پلی‌اتیلن گلیکول در فیلم‌ها منجر به کاهش در مدول(EM) و قدرت کششی(TS) می‌شود. آزمون کشش نشان داد که چربی با کاهش ویژگی‌های خرد شدن، به عنوان یک نرم‌کننده بارز در فیلم‌های امولسیونی عمل می‌کند. افزایش میزان گلیسرول در نسبت با پلی‌اتیلن گلیکول به کاهش بیشتر در ازدیاد طول(EL) برای همه فیلم‌ها منجر می‌شود (جدول ۲). افزودن نرم‌کننده‌هایی چون گلیسرول و سوربیتول، فیلم‌ها را ضعیف‌تر اما در عین حال نرم‌تر و انعطاف‌پذیرتر می‌کند.

Talja و همکاران در سال ۲۰۰۷ اثرات نرم‌کننده‌ها (گلیسرول، گزیلیتول و سوربیتول) و رطوبت نسبی را روی ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی فیلم‌های خوراکیِ بر پایه نشاسته سیب‌زمینی بررسی کردند. آن‌ها نشان دادند که با افزایش میزان پولی‌اُل و آب، کرنش در نقطه شکست افزایش و قدرت کششی کاهش می‌یابد. دمای گذار از حالت شیشه‌ای در اثر نرم‌کنندگی مقادیر پلی‌اُل و یا آب افزایش می‌یابد. اثرات نرم‌کننده‌ها بر روی ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی فیلم‌ها برای گلیسرول بیشترین و برای سوربیتول کمترین بود.

۳-۵- محاسبه نفوذپذیری نسبت به بخار آب فیلم‌ها

نتایج نشان داد که تغییرات در تراوایی در برابر بخار آب فیلم‌ها در هر سطحی از گلیسرول بدون پلی‌اتیلن گلیکول اختلاف معنی‌داری ندارد. در مجموع، تراوایی در برابر بخار آبها افزایش گلیسرول رو به افزایش می‌رود. معمولاً فیلم‌های پروتئینی و پلی‌ساکاریدی بازدارنده‌های خوبی در برابر اکسیژن در رطوبت نسبی کم و متوسط(RH) هستند و ویژگی‌های مکانیکی خوبی دارند اما تراوایی در برابر بخار آب(WV) ضعیفی دارند. یک فیلم مرکب ساخته شده از پروتئین آب پنیر و چربی می‌تواند این مشکل را برطرف نماید(جدول۱).

جدول۱ ویژگی‌های حسی زردآلوهای پوشش‌داده شده با پوشش‌های خوراکیِ کنستانتره پروتئین آب پنیر/صمغ گلان و پوشش‌داده نشده(شاهد) بعد از ۲۸ روز در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد

ویژگی حسی	شاهد**	تیمار۱	تیمار۲	تیمار۳	تیمار٤
طعم	٦/٦٦ ± ۰/۵۸^{a*}	۸/٦٦ ± ۰/۵۸^{b}	۸/٦٦ ± ۰/۵۸^{b}	۸/۳۳ ± ۰/۵۸^{b}	۸/۳۳ ± ۰/۵۸^{b}
سفتی	٦/۳۳ ± ۰/٤۰^{a}	٦/۲۸ ± ۰/۱۲^{a}	٦/۰۸ ± ۰/٦۲^{a}	٦/۱٤ ± ۰/٤۲^{a}	٦/۵۸ ± ۰/۲٦^{a}
پذیرش کلی	۲/٦٦ ± ۰/۵۸^{a}	۵/۰۰ ± ۰/۲٤^{b}	۵/۰۰ ± ۰/۱۱^{b}	٤/٦٦ ± ۰/۵۸^{c}	٤/۳۳ ± ۰/۵۸^{c}

* میانگین‌های با حروف مشابه، اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ ندارند.

** شاهد: بدون پوشش، (تیمار۱): ۱۰ گرم کنستانتره پروتئین آب پنیر+۲۰۰ گرم آب مقطر+٤ گرم گلیسرول، (تیمار۲): ۱۰ گرم کنستانتره پروتئین آب پنیر+۲۰۰ گرم آب مقطر+٤ گرم گلیسرول+۰/۲ گرم صمغ گلان، (تیمار۳): ۱۰ گرم کنستانتره پروتئین آب پنیر+۲۰۰ گرم آب مقطر+٤ گرم گلیسرول+۰/٤ گرم صمغ گلان، (تیمار٤): ۱۰ گرم کنستانتره پروتئین آب پنیر+۲۰۰ گرم آب مقطر+٤ گرم گلیسرول+۰/٦ گرم صمغ گلان.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-21]

جدول۲ ویژگی‌های فیزیکو-شیمیایی فیلم‌های مرکب کنستانتره پروتئین آب پنیر و صمغ گلان

فیلم (میزان صمغ گلان)	تراوایی در برابر بخار آب (g/mm/m2 h kPa.)	Stress (Mpa)	Module (Mpa)	El (%)	میزان درازشدگی (mm)
(۰/۰۰)	۸/۸۱±۰/۳۵^{e}	۱۲/۵۲±۰/۳۵^{a}	۱۲/۸٤±۱/۷٦^{a}	۱۰۰/۰۰±۱٦/۵۹^{ab}	۳۹/۷۳±٦/٦۸^{ab}
(۰/۰۲)	۸/۸۱±۰/٤۰^{e}	۱۱/۷٤±۲/۱۱^{a}	۱٤/۵±۱/۹۵^{a}	۸۲/۱۷±۲۵/۲۸^{cb}	۳٤/۲۳±۱۰/۱۱^{abc}
(۰/۰٤)	۹/٦۹±۰/۳۸^{d}	۹/۷۱±۰/۱۹^{b}	۱۰/٤۲±۰/۲۵^{b}	۹۲/٦±۰/۱٤^{ab}	۳۷/۰۷±۰/۰۵^{ab}
(۰/۰٦)	۹/۷۰±۰/۳۵^{d}	۱۲/۵۷±۰/٦۸^{a}	۱۲/۷٤±۰/۷۹^{a}	۹٦/۹۲±۰۰/۰۰^{ab}	۳۸/۷۷±۰۰/۰۰^{ab}

اعداد نشان داده شده میانگین مقادیر ± انحراف معیار نتایج برای شش پارامتر هستند. میانگین‌های با حروف مشابه، اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ ندارند

Bertuzzi و همکاران در سال ۲۰۰۷ اثر دما، میزان گلیسرول و ضخامت فیلم را بر روی نفوذپذیری نسبت به بخار آب(پدیده‌های جذب سطحی و انتشار) فیلم بر پایه نشاسته ذرت حاوی آمیلوز بالا بررسی کردند. آن‌ها متوجه شدند که تراوایی در برابر بخار آب با افزایش دما بین ۵ و ٤۰ درجه سانتی‌گراد، افزایش می‌یابد. این، رابطه مستقیمی را بین تراوایی در برابر بخار آب با میزان نرم‌کننده و ضخامت فیلم نشان داد. Parra و همکاران در سال ۲۰۰٤ ویژگی‌های مکانیکی و WVTR فیلم‌های به دست آمده از نشاسته کاساوا را با افزودن گلیسرول(GLY) و پلی‌اتیلن گلیکول(PEG) به عنوان نرم‌کننده و گلوتارآلدئید(GLU) به عنوان عامل ایجاد کننده اتصالات عرضی بررسی کردند. فیلم‌های ساخته شده با ۱ گرم گلیسرول قدرت کششی را کاهش می‌دهند. افزایش گلوتارآلدئید منجر به افزایش قدرت کششی فیلم می‌شود اگرچه ویژگی‌های مکانیکی تنها در سطح ۱ گرم گلیسرول افزایش می‌یابند. افزایش گلیسرول سرعت انتقال بخار آب را کاهش می‌دهد اگرچه افزایش در میزان پلی‌اتیلن گلیکول این ویژگی را افزایش می‌دهد.

٤- نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر اثرات غوطه‌وری زردآلو را در محلول-های ابداعی و تحت انبارداری سرد بررسی کرد. پوشش‌های پروتئین آب پنیر و صمغ گلان با افزودن نرم‌کننده به طور مؤثری رنگ، سفتی، براقیت و پذیرش کلی زردآلو را در طول انبارداری حفظ می‌کنند. داده‌های جمع‌آوری شده نشان داد که در نمونه‌های زردآلوی پوشش‌نداده ویژگی‌های حسی کمتر از نمونه‌های پوشش‌داده اند. هیچ اختلافی در تغییرِ مقدار پارامترهای شیمیایی(از دست رفتن وزن، مقدار ماده خشک محلول و اسید سیتریک) در هر دو نمونه در طول انبارداری یافت نشد.

در مجموع بهترین نتایج برای از دست رفتن وزن و کیفیت اُرگانولپتیک از پوشش۲ که بر پایه کنستانتره پروتئین آب پنیر و صمغ گلان(۰/۰۲) بود، به دست آمد اگرچه پوشش ۱ که بر پایه کنستانتره پروتئین آب پنیر و بدون صمغ گلان(۰/۰۰) بود، بیشترین تأثیر را روی از دست رفتن وزن و بهبود رنگ داشت با توجه به اینکه این پوشش‌ها برای به تأخیر انداختن رسیدگی مؤثرتر بودند. پوشش‌های مرکب پروتئین آب پنیر و صمغ گلان می‌توانند کاهش اسیدیته و از دست رفتن وزن را به تأخیر اندازند و باعث حفظ ماده خشک محلول کل، pH، سفتی، رنگ و ویژگی‌های حسی در زردآلوهای پوشش-داده شده در طول ۲۸ روز انبارداری شوند.

۵- سپاسگزاری

از سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران برای کمک‌های آزمایشگاهی و امکان انجام تحقیق سپاسگزاری می گردد.

٦- منابع

[1] Siddiq, M. 2006. Apricots. In Hui, Y.H. (ed), Handbook of Fruits and Fruit Processing: Blackwell Publishing: 279-291.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-21]

[2] Welby, E.M., and Mcgregor, B. 1997. Agricultural Export Transportation Handbook. Agricultural Handbook, USDA: 700.

[3] Wu, M.T., and Salunkhe, D.K. 1972. Subatmospheric pressure storage of fruits and vegetables. Utah Sci, 33: 29-31.

[4] Salunkhe, D.K., and Wu, M.T. 1973. Effects of subatmospheric-pressure storage on ripening and associated chemical changes of certain deciduous fruits. J. Amer. Soc. Hort. Sci, 98: 113-116.

[5] Nisperos-Carriedo, M.O., Baldwin, E.A., and Shaw, P.E. 1991. Development of an edible coating for extending postharvest life of selected fruits and vegetables. Proc Florida State Hort Soc, 104: 12-25.

[6] Olivas, G.I., Mattinsn, D.S., and Barbosa-Ćanovas, G.V. 2007. Alginate coatings for preservation of minimally processed 'Gala' apples. Post harvest Biology and Technology, 45: 89-96.

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

[8] Park, H.J. 1998. Development of advanced edible coatings for fruits. Trends in Food Science & Technology, 10: 254-260.

[9] 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. Lebensm.-Wiss. U.-Technol, 36: 323-329.

[10] Ṕerez-Gago, M.B., Serra, M., Alonso, M., Mateos, M., and del R´ıo, M.A. 2003. Color change of fresh-cut apples coated with whey protein concentrate-based edible coatings. Journal Food Science, 68: 2186-2191.

[11] 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 Chemistry, 87: 339-342.

[12] McHugh, T.H., and Krochta, J.M. 1994. Milk-Protein-Based edible films and coatings. Food Technol, 97-103.

[13] Shaw, N.B., Monahan, F.J., Óriordan, E.D., and Ósullivan, M. 2002. Effect of soya oil and glycerol on physical properties of composite WPI films. Journal of Food Engineering, 51(4): 299-304.

[14] McHugh, T.H., Aujard, J.F., and Krochta, J.M. 1994. Plasticized whey protein edible films: Water vapor permeability properties. Journal of Food Science, 59: 416-419.

[15] Lees, R. 1971. The laboratory handbook of methods of food analyses, 2nd (ed). Leonard Hill, London, UK.

[16] 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. European Food Research Technology, 214: 320-326.

[17] 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 Review Food Science Nutrition, 35: 509-524.

[18] Guilbert, S. 1986. Technology and application of edible protective films. In: Matholouthi, M. (ed), Food Packaging and Preservation: Theory and Practice. Elsevier Applied Science Publishing Co., London. pp: 371-393.

[19] Hatfield, S.G.S. and Knee, M. 1988. Effects of water loss on apple in storage.
International Journal of Food Science Technology, 23: 575-583.

[20] Maguire, K.M., Banks, N.H., Alexander, 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.

[21] García, M.A., Martinó, 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.

[22] FAO, 2004. World primary crops data. Food and Agriculture Organization of the United Nations, (http://www.fao.org).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-21]

Application of edible coating based on Whey Protein-Gellan gum for apricot (*Prunus armeniaca* L.)

Garousi, F. [1], Javanmard, M. [2] *, Fatemeh Hasani

1. MSc, Student, Department of Food Science & Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University
2. Department of Food Science' Assistant Professor, Institute of Chemical Technologies, Iranian Research Organization for Science & Technology (IROST)
3. MSc, Student, Department of Food Science & Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University

(Received:88/4/20 Accepted: 88/7/9)

The aim of this work was to study the effect of adding gellan gum and glycerol to film-forming solution on physical and mechanical properties of whey protein/gellan gum emulsion films and to produce edible coatings from whey and gellan gum and determine its effect on storage life of apricot. Whey protein coatings were prepared by dispersing 10% protein in distilled water; and plasticized with glycerol(Gly). Also gellan gum was added at different levels(0, 0/2, 0/4 and 0/6gr).

Therefore apricots were dipped in this coatings solution for 1 minute at 20˚C and air dried. Coated fruits together with the uncoated fruits(control) were placed in open dishes and stored at 4˚C and 85% RH for 1 months. Weight loss, total soluble solid(TSS), titrable acidity, pH, skin color, flesh firmness and overall acceptability of coated apricots and control were measured weekly.

The result revealed that the weight loss and changes in the quality parameters were much lower in coated apricots as compared with those. Color changes were also studied using a Hunter lab colorimeter. Finally results showed that the applications of whey coating increased overall acceptability, quality and storage life of apricot, while decreased its weight loss during storage.

The emulsion films were evaluated for physical and mechanical properties. Increasing the level of gellan gum in the films led to increase in Modulus(EM) and Tensile Strength(TS) but increasing gum to 0/6gr made less increase in Modulus(EM) and Tensile Strength(TS). About Elongation(EL), was observed increase too but in films that produced with 0/4gr gum, there was a slight decrease.

Keywords: whey protein concentrate, edible coatings, gellan gum, apricot, shelf-life, mechanical properties

*Corresponding Author E-Mail address: javanmard@irost.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-21]