تحقیقات مهندسی صنایع غذایی/جلد ۱۷/ شماره ۶۵/پاییز و زمستان ۱۳۹۷/ص ۱۱۱-۱۰۱

تأثیر پوشش‌دهی با صمغ فارسی بر ماندگاری مغز گردو

جواد امینی راستابی[1*] و علی میرزایی[1]

۱- دانش‌آموخته مقطع کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۵/۱۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۷/۳۰

چکیده

مغز گردوی تازه در شرایط نگهداری طبیعی کاملاً فسادپذیر است. این محصول در دوره انبارمانی، اگر شرایط محیطی نامساعد باشد، دچار کپک‌زدگی، تغییر وزن در اثر جذب رطوبت، و واکنش‌های اکسایشی می‌شود. در اثر این تغییرات، بافت محصول تخریب می‌شود و کیفیت آن کاهش می‌یابد. هدف از این پژوهش، بررسی اثر پوشش خوراکی صمغ فارسی بر ماندگاری مغز گردو و پیدا کردن راهکاری برای جلوگیری از جذب رطوبت، واکنش‌های اکسایشی، و فعالیت‌های قارچی است. بدین منظور ابتدا صمغ فارسی جمع‌آوری، خالص‌سازی (جداسازی فاز انحلال‌پذیر از فاز انحلال ناپذیر) و خشک شد. سطح مغز گردو با محلول‌های تهیه شده از جزء محلول صمغ فارسی در غلظت‌های ۱ و ۲ درصد (وزنی/حجمی) پوشش داده شد. جذب رطوبت، فساد اکسایشی، و آزمون‌های میکروبی بررسی شد. نتایج بررسی‌ها نشان داده است که غلظت ۲ درصد صمغ فارسی مانع از جذب رطوبت و تغییر وزن مغز گردو می‌شود و به‌طور معنی‌دار (در سطح $p<0/05$) واکنش‌های اکسایشی را کاهش می‌دهد؛ اما این پوشش تأثیر معنی‌داری بر جلوگیری از رشد کپک در سطح محصول ندارد.

واژه‌های کلیدی

پوشش خوراکی، تندی اکسایشی، جذب رطوبت

مقدمه

گردو با نام علمی *Juglans regia* L. گیاهی از خانواده Juglandaceae است که در بسیاری از نقاط جهان خصوصاً در نیمکرهٔ شمالی، از اروپای مرکزی تا قفقاز و شمال آسیای صغیر یافت می‌شود (Mate *et al.*, 1996). کشور ایران یکی از بزرگ‌ترین رویشگاه‌های گردو در جهان است و این محصول در مناطق زیادی از آن به ویژه در استان‌های چهارمحال و بختیاری، کرمان، آذربایجان شرقی، فارس، همدان، قزوین، خراسان، کردستان کاشته می‌شود (Rezaee & Kasai, 2011). با توجه به تولید عمده گردو در کشور و ارزش غذایی و دارویی آن، متأسفانه گردوی ایران از جایگاه واقعی خود در بازارهای جهانی برخوردار نیست و لازم است به‌طور جدی به چگونگی تولید، برداشت، و عرضه گردو و به‌ویژه بسته‌بندی آن توجه شود. پوشش خوراکی لایه‌ای نازک از مواد خوراکی است که برای دستیابی به اهدافی مانند کنترل انتقال رطوبت، محدود کردن انتقال گازها، به تعویق انداختن مهاجرت روغن و چربی، حمل افزودنی‌های غذایی مانند عوامل ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدان‌ها، بهبود کیفیت و افزایش ماندگاری روی محصول غذایی قرار می‌گیرد. فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی از پلی‌ساکاریدها، پروتئین‌ها، چربی‌ها یا مخلوطی از آنها تولید می‌شوند. در سال‌های اخیر توجه به فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی به‌منظور کاهش مواد سنتزی بسته‌بندی و مشکلات زیست محیطی ناشی از مصرف پلاستیک‌ها افزایش یافته است (Javanmard & Ramezan, 2009).

*نگارنده مسئول: j.amini.r371@gmail.com

http://doi: 10.22092/fooder.2018.122926.1164

هاشم نژاد و همکاران (Hashemnezhad *et al.*, 2016) تأثیر پوشش خوراکی بر پایه کنسانتره پروتئین آب پنیر را به همراه دارچین بر ماندگاری مغز گردو بررسی کردند و نشان دادند پوشش خوراکی حاوی اسانس دارچین سبب کند شدن اکسیداسیون چربی‌های گردو می‌شود و میزان از دست رفتن رطوبت مغز گردو را به حداقل می‌رساند. در پژوهشی دیگر، رضایی و کسایی (Rezaee & Kasai, 2011) تأثیر پوشش‌دهی با فیلم متیل سلولز را بر ماندگاری مغز گردو در سه دمای محیط، ۴ و ۱۸- درجه سلسیوس بررسی و اعلام کردند در هر سه دما باگذشت زمان میزان عدد پراکسید افزایش می‌یابد اما این افزایش عدد پراکسید در نمونه‌های پوشش داده شده بسیار کمتر است تا در نمونه شاهد. در پژوهشی، تأثیر پوشش خوراکی پروتئین آب‌پنیر حاوی عصاره آویشن شیرازی بر جلوگیری از رشد *آسپرژیلوس فلاووس* روی مغز پسته بررسی و نشان داده شد که پوشش‌های حاصل از پروتئین آب‌پنیر و عصاره آویشن توانایی جلوگیری از آلودگی و رشد قارچ‌ها را روی سطح مغز پسته دارند (Coma *et al.*, 2001). در پژوهشی دیگر، تأثیر فیلم‌های خوراکی کربوکسی متیل سلولز، پروتئین آب‌پنیر، و کوزینا[1] بر ماندگاری بادام‌زمینی سرخ شده بررسی و میزان تندی اکسایشی در نمونه‌ها با اندازه‌گیری پراکسید به‌دست آمده تعیین شد؛ نتایج این بررسی نشان داد که از لحاظ کاهش تندی اکسایشی در نمونه‌ها، کوزینا بیشترین و کربوکسی متیل سلولز کمترین اثر را دارد (Ballard *et al.*, 2001). از پلیمر طبیعی بر پایه کنسانتره پروتئین آب پنیر همراه با عصاره آویشن شیرازی برای پوشش خوراکی مغز پسته رقم اکبری دامغان استفاده شد و نتایج نشان داد که این پوشش خوراکی تأثیر زیادی در جلوگیری از رشد *آسپرژیلوس فلاووس* دارد و افزایش غلظت عصاره آویشن شیرازی در پوشش منجر به کاهش معنی‌دار رشد قارچ تلقیح شده گردیده است (Tavakolipour *et al.*, 2010). در تحقیقی مشابه، اثر پوشش خوراکی صمغ چرخک در جلوگیری از جذب رطوبت، تغییر وزن، تندی اکسایشی، و فعالیت قارچی در بادام‌زمینی بررسی و نشان داده شد که غلظت یک درصد از صمغ چرخک به‌طور معنی‌دار (در سطح $p<0/05$) مانع از جذب رطوبت و تغییر وزن می‌شود و به‌طور معنی‌دار واکنش‌های اکسایشی را کاهش می‌دهد؛ اما این غلظت از صمغ چرخک تأثیر معنی‌دار بر جلوگیری از رشد کپک *آسپرژیلوس* ندارد (Mohammadzadeh *et al.*, 2017). در پژوهشی دیگر، اثر ضد قارچی و ضد اکسایشی پوشش خوراکی کیتوزان و تأثیر آن بر ویژگی‌های ارگانولپتیکی مغز پسته بررسی و نشان داده شد که کیتوزان به‌طور معنی‌داری (در سطح $p<0/05$) مانع از رشد *آسپرژیلوس* می‌شود و با افزایش غلظت کیتوزان اثر ضدمیکروبی آن افزایش می‌یابد (Maghsoudloo *et al.*, 2011). بادام‌کوهی بانام علمی *Amygdalus scoparia* Spach، درخت یا درختچه‌ای از خانواده گل سرخیان (Rosaceae) و تولید کننده یکی از ترکیبات پلی‌ساکاریدی بومی ایران است و می‌تواند در صنایع مختلف ازجمله صنایع غذایی استفاده شود. درختان بادام کوهی که بومی ایران محسوب می‌شوند در مناطق وسیعی از کشور (ناحیه ایرانی- تورانی) به‌ویژه استان‌های مرکزی می‌رویند. از تنه و شاخه‌های این درخت نوعی صمغ شفاف تراوش می‌شود که آن را صمغ فارسی یا در مواردی صمغ شیرازی و به‌صورت محلی (روستاهای استان فارس) صمغ زدو[2] می‌نامند. صمغ فارسی یک ترکیب قندی است که مقدار کمی پروتئین نیز دارد. صمغ فارسی از ۳۰ درصد بخش انحلال‌پذیر و ۷۰ درصد بخش انحلال‌ناپذیر تشکیل شده و pH آن اسیدی (حدود ۴/۴) است. نتایج حاصل از HPLC و NMR حاکی از آن است که ستون فقرات صمغ فارسی از نسبت تقریبی ۱:۲ گالاکتوز: آرابینوز ساخته‌شده است (Amini *et al.*, 2016). صمغ فارسی و به‌ویژه بخش انحلال‌پذیر آن توانایی تشکیل فیلم خوراکی را دارد، نتایج حاصل از تحقیقات نشان داده

1- Cozeena

2- Zedo

است که فیلم حاصل از ۳ درصد بخش انحلال‌پذیر صمغ فارسی و ۴ درصد گلیسرول بهترین شفافیت، انعطاف پذیری، و مقاومت به کشش را دارد (Khalighi & Abbasi, 2011).

در صورت نامساعد بودن شرایط محیطی در دوره انبارمانی، مغز گردو به تدریج مقدار زیادی رطوبت جذب می‌کند و واکنش‌های اکسایشی و فساد میکروبی باعث افت شدید کیفیت آن می‌شود در این پژوهش سعی شده است اثر پوشش خوراکی بر پایه صمغ فارسی در جلوگیری از جذب رطوبت، فساد اکسایشی، و فعالیت میکروبی در مغز گردو بررسی شود.

مواد و روش‌ها

برای این پژوهش، گردوی خام و تازه رقم محلی سامان از یکی از باغ‌های شهر سامان (استان چهارمحال و بختیاری) و صمغ فارسی از درختان بادام‌کوهی واقع در روستای راستاب (استان چهارمحال و بختیاری) جمع‌آوری شد. گلیسرول و محیط کشت PCA ساخت شرکت مرک آلمان، از جمله دیگر موادی بودند که در این کار پژوهشی از آنها استفاده شد.

تهیه محلول پوشش دهنده

تکه‌های خشک شده صمغ با آسیاب کاملاً خرد و نرم و در آب حل شدند. به‌منظور جدا کردن ناخالصی‌ها (خاک، برگ‌های خشکیده و خاشاک موجود در صمغ)، محلول صمغ از فیلتر پارچه‌ای (پارچه نخی معمولی) عبور داده شد و برای جداسازی فاز انحلال‌پذیر صمغ فارسی از فاز انحلال‌ناپذیر آن، محلول تهیه شده به مدت ۲۴ ساعت در دمای محیط نگهداری شد تا ذرات صمغ کاملاً هیدراته شوند. محلول به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۲۰ درجه سلسیوس در ۱۴۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد (Khalighi & Abbasi, 2011). فاز انحلال‌پذیر جدا شده به مدت ۲۴ ساعت درون فریزر نگهداری شد تا کاملاً منجمد شود. با استفاده از خشک‌کن انجمادی (ساخت شرکت دنا وکیوم ایران) نمونه‌ها کاملاً خشک و سپس پودر شدند (Amini & Nasirpour, 2016). پودرهای تهیه شده پس از حل شدن در آب، محلول‌هایی با غلظت‌های ۱ و ۲ درصد ایجاد شد. گلیسرول به‌عنوان پلاستی سایزر (بهبود خواص مکانیکی، انعطاف‌پذیری و غیره) در غلظت ۴۰ درصد وزنی-وزنی (۰/۴ گرم گلیسرول به ازای هر گرم صمغ) به محلول اضافه و محلول به مدت ۳۰ دقیقه روی همزن مغناطیسی همگن شد. از کاغذ واتمن ۳ برای صاف کردن محلول نهایی استفاده شد (Chien *et al.*, 2007).

پوشش دهی، بسته‌بندی و نگهداری

پس از انتقال گردوها به آزمایشگاه، پوست سبز آنها جدا و با آب معمولی شست‌وشو داده شدند. گردوها با استفاده از خشک‌کن کابینتی با دمای ۴۰ درجه سلسیوس تا رسیدن به رطوبت حداکثر ۶ درصد خشک شدند (AOAC, 2005). حداکثر میزان رطوبت مغز گردو برای جلوگیری از فساد در دوره نگهداری را ۶-۵ درصد اعلام کرده است. گردوها شکسته شدند و مغز آنها جدا گردید. مغز گردوها پس از وزن شدن، درون ظرف مشبک قرار داده شدند. ظرف مشبک حاوی مغز گردوها به مدت ۴۰ ثانیه درون ظرف حاوی محلول صمغ فارسی قرار داده شد تا محلول صمغ به‌خوبی سطح گردوها را بپوشاند. پس از پوشش‌دهی، برای حذفی رطوبت اضافی، گردوها به مدت ۴ ساعت در آون ۴۰ درجه سلسیوس خشک شدند (Dong *et al.*, 2003). گردوهای آماده شده به‌طور کاملاً تصادفی، به کمک ترازو با دقت ۰/۰۰۱ (مدل ۱۲۰۰، ساخت شرکت شیمادزو ژاپن) به واحدهای ۵۰ گرمی تقسیم و درون کیسه‌های پلی‌اتیلنی با ضخامت ۱۰۰ میکرون و ابعاد ۲۰ در ۶ سانتی‌متر بسته‌بندی شدند. گردوهای بسته‌بندی شده به مدت ۳ ماه در دمای اتاق (۲۷-۲۵ درجه سلسیوس) نگهداری شدند و در فاصله‌های زمانی هفت روزه آزمون‌های فیزیکوشیمیایی و میکروبی روی آنها اجرا شد.

تجزیه شیمیایی مغز گردو

مقدار رطوبت، خاکستر، پروتئین و چربی نمونه‌ها طبق استاندارد AOAC ارزیابی شد. ضریب ۵/۳۰ برای تبدیل درصد نیتروژن به درصد پروتئین در نظر گرفته شد. درصد کربوهیدرات نیز از اختلاف مجموع رطوبت، خاکستر، چربی و پروتئین با ۱۰۰ محاسبه شد (AOAC, 2005).

رطوبت

رطوبت طبق روش AOAC اندازه‌گیری و از رابطه (۱) محاسبه شد (AOAC, 2005):

$$\text{درصد رطوبت} = \frac{M_1 - M_2}{M_0} \times 100 \qquad (۱)$$

که در آن، M_0: وزن نمونه، M_1: وزن نمونه و ظرف قبل از آون گذاری، M_2: وزن نمونه و ظرف بعد از آون گذاری

تعیین عدد پراکسید

روغن دانه‌ها به روش سرد، در تاریکی و با استفاده از حلال نرمال هگزان استخراج شد (Vanhanen & Savag, 2006). عدد پراکسید به روش یدومتری و مطابق با استاندارد کمیته ملی روغن آمریکا[1] اندازه‌گیری شد (AOCS, 2003). برای این کار ۵ گرم از روغن استخراجی به همراه ۳۰ میلی‌لیتر مخلوط استیک اسید - کلروفرم (نسبت ۲:۳ حجمی/حجمی) و ۰/۵ میلی‌لیتر پتاسیم یدید اشباع درون ارلن ریخته و به مدت ۱ دقیقه در تاریکی قرار داده شد. پس از آن، ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر و ۲ میلی‌لیتر چسب نشاسته به آن اضافه و مخلوط حاصل با تیوسولفات سدیم ۰/۰۱ نرمال تا بی‌رنگ شدن تیتر شد. برای نمونه شاهد نیز همین فرایند تکرار شد، با این تفاوت که این بار دیگر از روغن در مخلوط استفاده نشد. در پایان نیز از رابطه (۲) برای تعیین عدد پراکسید بر حسب میلی‌اکی‌والان اکسیژن در کیلوگرم نمونه روغن استفاده شد.

$$\text{عدد پراکسید} = (S-B) \times N \times 1000/W \qquad (۲)$$

S: میزان تیوسولفات سدیم مصرفی در نمونه، B: میزان تیوسولفات سدیم مصرفی در شاهد، N: نرمالیته تیوسولفات سدیم مصرفی، W: وزن نمونه روغن برحسب گرم.

تعیین عدد تیوباربیتوریک اسید[2] (TBA)

۵۰ میلی‌گرم از روغن استخراجی در داخل یک بالن حجمی ۲۵ میلی‌لیتری در مقدار کمی بوتانل حل و با همین حلال به حجم رسانده شد. ۵ میلی‌لیتر از محلول نمونه به یک لوله‌ٔ آزمایش خشک انتقال داده شد و ۵ میلی‌لیتر از محلول واکنشگر نیز به آن اضافه شد (برای تهیه محلول واکنشگر ۲۰۰ میلی‌گرم تیوباربیتوریک اسید در ۱۰۰ میلی‌لیتر بوتانل حل شد و بعد از گذشت یک شب، محلول پس از عبور از صافی به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد). بعد از اینکه محتویات لوله کاملاً مخلوط شد، لوله درون حمام آب گرم ۹۵ درجه سلسیوس قرار داده شد. بعد از ۱۲۰ دقیقه، لوله از حمام خارج و زیر جریان شیر آب قرار داده شد تا دمای آن به دمای محیط برسد. میزان جذب محلول در یک سل ۱۰ میلی‌لیتری در طول‌موج ۵۳۰ نانومتر با استفاده از آب مقطر به‌عنوان شاهد اندازه‌گیری شد. از رابطه (۳) عدد تیوباربیتوریک اسید محاسبه شد (Pokorny & Diffenbacher, 1989).

$$\text{عدد تیوباربیتوریک} = ۵۰ \times (A-B)/M \qquad (۳)$$

که در آن، A: میزان جذب محلول آزمایش، B: میزان جذب شاهد واکنشگر، M: وزن نمونه برحسب میلی‌گرم در صورتی که حجم بالن ۲۵ میلی‌لیتر و پهنای سل ۱۰ میلی‌متر باشد، عدد ۵۰ یک ضریب معتبر است.

شمارش کلی کپک و مخمر

برای شمارش کلی کپک و مخمر، ۱۰ گرم مغز گردو در کنار شعله و در زیر هود میکروبی، با هاون استریل کوبیده شد. نود میلی‌لیتر محلول سدیم کلرید ۰/۸۵ درصد استریل‌شده به پودر گردوها اضافه و کاملاً باهم مخلوط

1- American oil chemists' society (AOCS)

2- Tio barbituric acid (TBA)

شدند. از رقت 10^{-1}، رقت‌های 10^{-2} و 10^{-3} نیز تهیه گردید. مقدار ۰/۱ میلی‌لیتر از هر رقت به محیط کشت جامد (PCA) اضافه و با استفاده از میله شیشه‌ای مخصوص، در سطح محیط کشت کاملاً پخش شد. پس از چند دقیقه، پلیت‌ها به‌صورت وارونه در دمای ۲۵-۲۰ گرمخانه گذاری شدند و پس از ۵ روز تعداد کپک و مخمر رشد یافته شمارش شد (Mohammadzadeh Milani *et al.*, 2017).

تجزیه‌وتحلیل آماری

آزمایش‌ها در سه تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی دنبال شد. آنالیز واریانس یک طرفه با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ و رسم نمودارها با نرم‌افزار میکروسافت اکسل ۲۰۱۶ انجام شد.

میانگین داده‌ها با سطح اطمینان ۹۵ درصد و با روش آزمون دانکن مقایسه شد.

نتایج و بحث

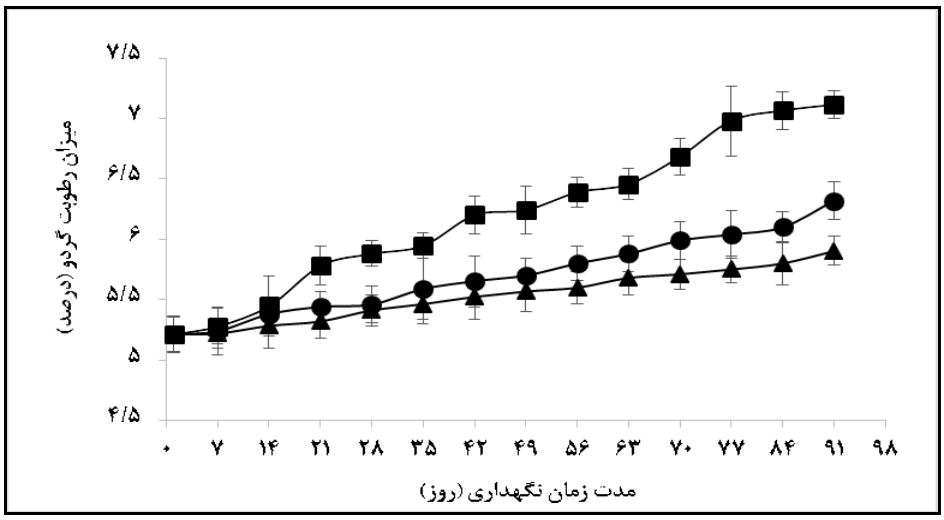
مقدار رطوبت، خاکستر، کربوهیدرات، پروتئین و چربی مغز گردو اندازه‌گیری و در جدول (۱) ارائه شده است. برابر داده‌های جدول، بیش از ۶۰ درصد از مغز گردو چربی است، بنابراین در صورت نامناسب بودن شرایط نگهداری این محصول، چربی آن سریعاً اکسید می‌شود و گردو طعم نامناسبی پیدا می‌کند.

جدول ۱- تجزیه شیمیایی مغز گردو

خاکستر (درصد)	کربوهیدرات (درصد)	چربی (درصد)	پروتئین (درصد)	رطوبت (درصد)
۲/۲۸ ± ۰/۱	۱۴/۲۵ ± ۰/۲۴	۶۳/۹۱ ± ۰/۸۷	۱۴/۱۲ ± ۰/۳۴	۵/۲۱ ± ۰/۰۹

تأثیر پوشش دهی بر مقدار رطوبت

رطوبت یکی از فاکتورهای مهم و تأثیرگذار بر افزایش عمر ماندگاری و کیفیت محصولات آجیلی است. با افزایش رطوبت، واکنش‌های فساد در مغز گردو تسریع می‌شود (Dong & Manjeets, 2004). رطوبت مناسب مغز گردو برای جلوگیری از رشد کپک و مخمر و ماندگاری مناسب، در محدوده ۶-۴ درصد است (Mate *et al.*, 1996). شکل (۱) تغییرات رطوبت مغز گردو را تحت تأثیر تیمارهای پوششی مختلف در دوره نگهداری نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود در دوره نگهداری، در همه نمونه‌ها به‌تدریج میزان رطوبت افزایش یافته است، اما میزان جذب رطوبت در نمونه‌های پوشش داده شده نسبت به نمونه شاهد بسیار کمتر است. در ۲ ماه اول نگهداری، اگرچه میزان جذب رطوبت در نمونه‌های پوشش داده شده با غلظت ۲ درصد کمتر از میزان جذب رطوبت در نمونه‌های پوشش داده شده با غلظت ۱ درصد صمغ فارسی است، اما اختلاف معنی‌داری (در سطح $p< ۰/۰۵$) بین میزان جذب رطوبت این نمونه‌ها مشاهده نشد. همان‌طور که در شکل (۱) نشان داده شده است، به تدریج در ماه سوم نگهداری بین جذب رطوبت در نمونه‌های پوشش داده شده با غلظت‌های ۲ درصد و ۱ درصد صمغ فارسی اختلاف معنی‌دار ایجاد شده است. این امر نشان می‌دهد که با افزایش غلظت صمغ فارسی اثر ممانعت کنندگی آن در مقابل انتقال رطوبت افزایش می‌یابد که با نتایج پژوهش‌های پیشین (Ballard *et al.*, 2001) نیز مطابقت دارد. پوشش‌های خوراکی به‌صورت یک سد در برابر انتقال آب به بافت مغز گردو عمل می‌کنند و با جلوگیری از ورود رطوبت به بافت ماده غذایی، از تسریع واکنش هیدرولیز لیپیدها جلوگیری می‌کنند. پوشش‌دهی سطحی محصول باعث کاهش عبور مولکول‌های آب از این شبکه متراکم می‌شود و عمر ماندگاری محصول را بهبود می‌بخشد (Razavi *et al.*, 2016).



شکل ۱- تغییرات رطوبت مغز گردوهای مختلف در دوره نگهداری، شاهد (—■—)، نمونه پوشش داده شده با غلظت ۱ درصد صمغ فارسی(—●—)، نمونه پوشش داده شده با غلظت ۲ درصد صمغ فارسی (—▲—)

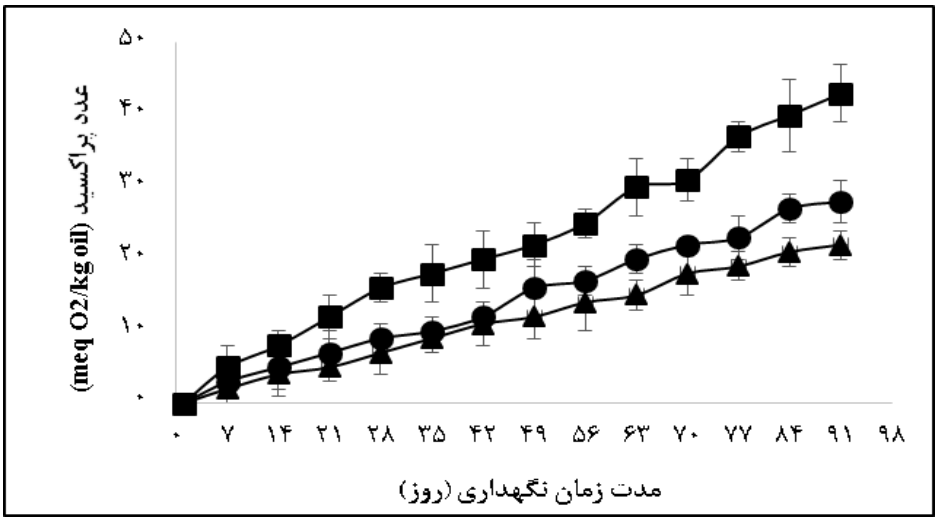
تأثیر پوشش دهی بر عدد پراکسید

اکسیداسیون لیپیدها در مواد غذایی با تأثیرات نامطلوب بر عطر، رنگ، ارزش غذایی و نیز تولید ترکیبات سمی یکی از مهم‌ترین عوامل تخریب مواد غذایی در فرآوری، انبارمانی، و پخش به شمار می‌رود. مغز گردو بیش از ۶۰ درصد چربی دارد که بخش زیادی از این چربی‌ها از نوع اسیدهای چرب غیراشباع مانند اولئیک اسید و لینولئیک اسید هستند و بنابراین در صورت نامناسب بودن شرایط نگهداری واکنش‌های اکسیداسیونی سریعاً باعث فساد مغز گردو می‌شوند. تغییرات عدد پراکسید مغز گردو در شکل (۲) نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود در دوره نگهداری، روند تغییرات عدد پراکسید در تمامی تیمارها افزایشی بوده است ولی نمونه‌های پوشش داده شده همواره اعداد پراکسید کمتری نسبت به تیمار شاهد داشته‌اند؛ این نتیجه‌گیری با نتایج تحقیقات پیشین (Abdul Haq *et al.*, 2013) همخوانی دارد. با گذشت زمان مشخص گردید که تیمارهای پوشش داده شده با غلظت ۲ درصد صمغ فارسی عدد پراکسید کمتری نسبت به نمونه‌های پوشش داده‌شده با غلظت ۱ درصد صمغ فارسی دارند. این اختلاف در دو ماه نخست نگهداری کم بود و در سطح ($p<۰/۰۵$) معنی‌دار نبود اما در ماه سوم نگهداری این اختلاف معنی‌دار شد. بنابراین، می‌توان گفت با افزایش غلظت صمغ فارسی اثر بازدارندگی آن در مقابل اکسیژن افزایش می‌یابد که این یافته با نتایج تحقیقات پیشین (Yen & Yang, 2008) نیز مطابقت دارد. در پژوهشی مشابه، صباغی و همکاران (Sabaghi *et al.*, 2014) تأثیر پوشش کیتوزان به همراه عصاره چای سبز روی کاهش اکسیداسیون گردو را بررسی کردند و نشان دادند که افزودن عصاره چای سبز در قالب پوشش خوراکی می‌تواند تأثیر قابل توجهی در کاهش عدد پراکسید داشته باشد که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد.

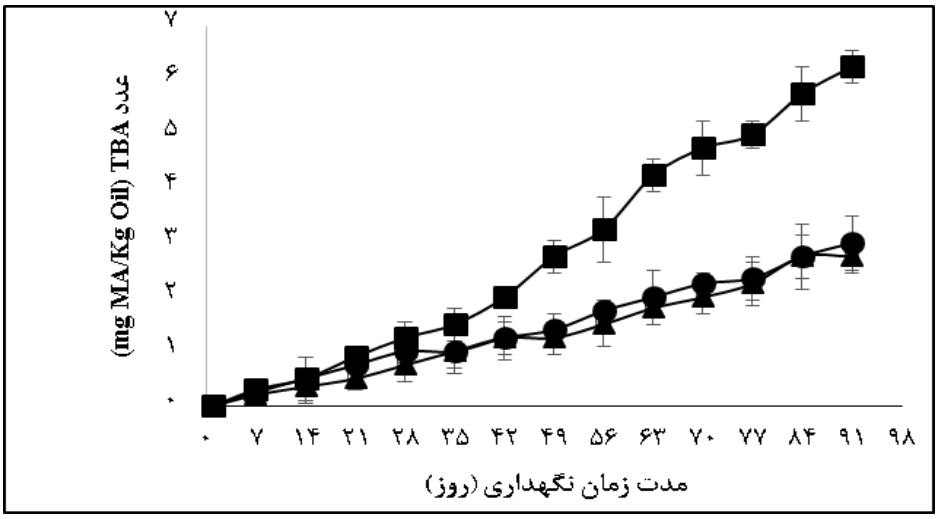
تأثیر پوشش‌دهی بر عدد تیوباربیتوریک اسید

اندازه‌گیری عدد تیوباربیتوریک اسید روشی برای تشخیص محصولات ثانویه اکسیداسیون چربی‌ها در محصولات غذایی چرب است (Rui *et al.*, 2001). محصولات ثانویه با تغییر در طعم و مزه محصول باعث ایجاد فساد می‌شوند و اثر نامطلوب بر ارزش تغذیه‌ای محصول خواهند داشت که بروز این پدیده استفاده از مغزها را در محصولات دیگر با مشکل مواجه می‌کند (Alasalvar *et al.*,2003). شکل (۳) تغییرات عدد تیوباربیتوریک اسید را در نمونه‌های مختلف

پوشش داده شده در دوره نگهداری نشان می‌دهد. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد عدد تیوباربیتوریک اسید در همه نمونه‌های مورد بررسی در دوره نگهداری افزایش می‌یابد اما نمونه‌های پوشش داده شده با صمغ فارسی نسبت به نمونه‌های بدون پوشش، میانگین عدد تیوباربیتوریک اسید کمتری را در دوره نگهداری داشته‌اند. اندازه‌گیری تغییرات تشکیل مالون آلدهیدها در نمونه‌های مورد بررسی در دوره نگهداری نشان می‌دهد روند تشکیل ترکیبات ثانویه اکسیداسیون تقریباً مشابه روند تشکیل ترکیبات اولیه حاصل از اکسیداسیون است، به‌طوری‌که نمونه‌های پوشش داده شده با صمغ فارسی، نسبت به نمونه شاهد، عدد تیوباربیتوریک اسید کمتری داشته‌اند اما بین عدد تیوباربیتوریک اسید نمونه‌های پوشش داده شده با غلظت ۱ درصد صمغ فارسی و نمونه‌های پوشش داده شده با غلظت ۲ درصد صمغ فارسی در سطح ($p<۰/۰۵$) اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.



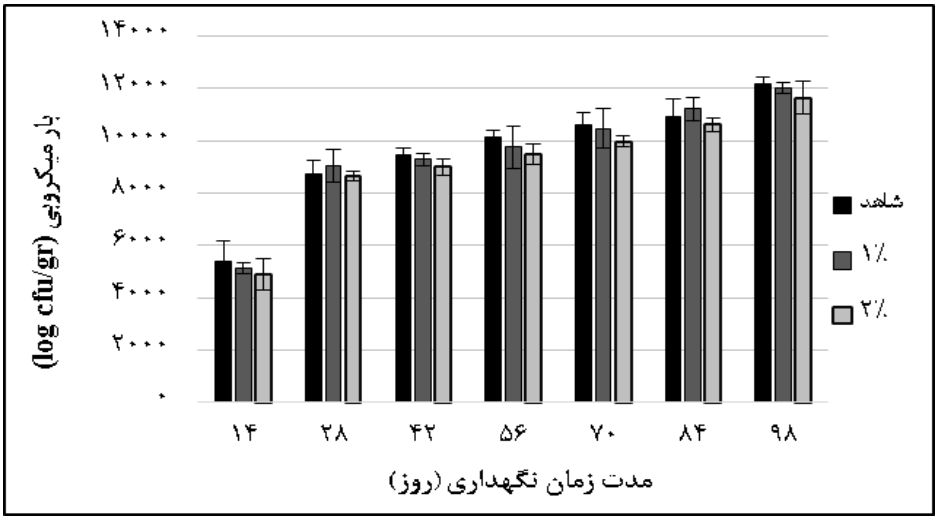
شکل ۲- تغییرات عدد پراکسید مغز گردوهای مختلف در دوره نگهداری، شاهد (—■—)، نمونه پوشش داده شده با غلظت ۱ درصد صمغ فارسی (—●—)، نمونه پوشش داده شده با غلظت ۲ درصد صمغ فارسی (—▲—)



شکل ۳- تغییرات عدد تیوباربیتوریک اسید مغز گردوهای مختلف در دوره نگهداری، شاهد (—■—)، نمونه پوشش داده شده با غلظت ۱ درصد صمغ فارسی (—●—)، نمونه پوشش داده شده با غلظت ۲ درصد صمغ فارسی (—▲—)

آزمون میکروبی

نتایج شمارش کلی کپک و مخمر در مغز گردو در شکل (۴) نشان داده شده است. مشاهده می‌شود که در دوره نگهداری، رشد کپک و مخمر در همه تیمارها روند افزایشی دارد. افزایش نسبی رطوبت گردو در دوره نگهداری، وجود اکسیژن در هوای درون بسته‌بندی، و دمای مناسب از عوامل مؤثر بر رشد کپک و مخمر در دوره نگهداری بودند. پوشش صمغ فارسی به‌رغم بازدارندگی خوب نسبت به اکسیژن، نتوانسته است در برابر میکرب‌ها محافظی خوب باشد. همان‌طور که در شکل (۴) نشان داده شده است، در دوره نگهداری بین میزان کپک و مخمر نمونه شاهد و نمونه‌های پوشش داده شده با غلظت‌های مختلف صمغ فارسی اختلاف معنی‌دار وجود ندارد که نشان می‌دهد صمغ فارسی برخلاف صمغ‌هایی مانند کیتوزان، به‌رغم بازدارندگی خوب در برابر اکسیژن و رطوبت، در برابر میکروب‌ها به‌تنهایی بازدارنده نیست و برای عملکرد بهتر باید همراه با ترکیبات ضد میکروبی طبیعی یا مصنوعی به کار رود (Alasalvar *et al.*, 2003).



شکل ٤- تغییرات بار میکروبی نمونه‌های مختلف در دوره نگهداری

نتیجه‌گیری

استفاده از صمغ فارسی به عنوان پوشش خوراکی روی خشکبار و به‌خصوص مغز گردو، تاکنون بررسی نشده است. انتظار می رود با استفاده از نتایج این تحقیق، با کمک یک ترکیب طبیعی، بتوان تا حد زیادی مشکلات افت کیفیت ناشی از واکنش‌های اکسایشی و رشد گونه‌های مختلف کپک و مخمر را در این محصول ارزشمند کاهش داد و محصول غذایی سودمندی تولید و تا حدودی مشکل آلودگی مغز گردو را در شرایط مختلف انبار، حمل و نقل، و صادرات آن برطرف کرد. در این تحقیق نشان داده شده است که صمغ فارسی با غلظت ۲ درصد، در مقایسه با غلظت ۱ درصد، سرعت رشد قارچی را به میزان ناچیز کاهش داده است. پوشش صمغ فارسی از افزایش عدد پراکسید و عدد تیوباربیتوریک اسید در مغز گردو به میزان زیادی جلوگیری کرده است. به دلیل اثر ممانعت کنندگی پوشش صمغ فارسی در مقابل انتقال رطوبت، درصد رطوبت نمونه‌های حاوی پوشش همواره کمتر از درصد رطوبت نمونه‌های فاقد پوشش بوده و با افزایش غلظت تأثیر آن بیشتر شده است. صمغ فارسی بدون طعم، بدون رنگ و بدون بو است و بنابراین به‌منظور بهبود خواص ممانعت‌کنندگی و افزایش ماندگاری محصول می‌توان غلظت آن را در پوشش محصول افزایش داد بی‌آنکه خواص

ارگانولپتیکی و بازارپسندی محصول کاهش یابد. اما باید توجه کرد که غلظت‌های بالای صمغ ممکن است ازلحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نباشد، بنابراین غلظت ۲ درصد صمغ فارسی می‌تواند غلظتی بهینه و مقرون به صرفه باشد. بر اساس یافته‌های این پژوهش، این پوشش می‌تواند به خوبی به‌عنوان محافظ در برابر اکسیژن و رطوبت عمل کند و مانند اکثر صمغ‌ها (اما برخلاف کیتوزان) به خودی خود دارای فعالیت ضدمیکروبی نیست بلکه باید در ترکیب با اسانس‌های گیاهی یا نگهدارنده‌های سنتزی به کار رود.

مراجع

Abdul Haq, M., Junaid Alam, M. and Hasnain, A. 2013. Gum Cordia: a novel edible coating to increase the shelf life of Chilgoza. LWT, Food Science and Technology. 50(1): 306-311.

Alasalvar, C., Shahidi, F., Ohshima Wanasundara, U. and Yurttas, C.T. 2003. Turkish tombul hazelnut (corylus avellana L.). Lipid characterisitics and oxidative stability. Journal of Agriculture and Food Chemistry. 51(13):3797-3805.

American Oil Chemists' Society. 2003. AOCS. Official method Cd 8-53. Peroxide value. In official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society, 5th Ed. (D. Firestone. Ed.). AOCS, Champaign, III.

Amini, J., Nasirpour, A. and Keramat, J. 2016. Effect of drying temperature and heating treatment on functional properties of farsi gum. Proceeding of the Novel Findings in Food Industries & Healthy Nutrition Conference. 25-26 August, Tehran.foodconf-10232. (in Persian)

Amini, J. and Nasirpour, A. 2016. Compare physicochemical and functional properties of farsi gum and sweet almond trees gum. Novel Findings in Food industries & Healthy Nutrition Conference. 25-26 August, Tehran. Paper No. Foodconf-10268. (in Persian)

AOAC. 2005. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Washington.

Ballard, T., Huguet, J., Seitz, J., Theriot, D., Van Deventer, P. and Mallikarjunan, D.V. 2001.Accelerated storage study on the effects of edible film coatings on peanut rancidity. American Society of Agricultural Engineers. Paper number 016097, ASAE Annual Meeting.

Chien, P., Sheu, F. and Lin, H. 2007. Coating citrus (Murcotttangor) fruit with low molecular weight chitosan increases postharvest quality and shelf life. Food Chemistry. 100(3): 1160-1164.

Coma, V., Sebti, I., Pardon, P., Deschamps, A. and Pichavant, F.H. 2001. Antimicrobial edible packaging based on cellulosic ethers, fatty acids, and nisin incorporation to inhibit Listeria innocua and Staphylococcus aureus. Journal of Food Protection. 64(4): 470-475.

Dong, H., Cheng, L., Tan, J., Zheng, K. and Jiang, Y. 2003. Effects of chitosan coating on quality and shelf life of peeled litchi fruit. Journal of Food Engineering. 64(3): 355-358.

Dong, S.C. and Manjeets, C. 2004. Biopolymer based antimicrobial packaging. Journal of Food Science and Nutrition. 44,223-237.

Hashemnezhad, E., Jalilzade, A. and Azadmard, S. 2016. Effect of whey protein base coating film on shelf life of walnut. Proceeding of the First International and 24th Iranian Food Science and Technology Congress. 18-20 October. Tehran. Paper No. NCFOODI24_180. (in Persian)

Javanmard, M. and Ramezan, Y. 2009. Use of edible coating containing alcoholic extract of zatariamultifora to inhibit *Aspergillus flavus* growth on pistachio nut. Journal of Medicinal Plant. 30, 61-70.

Khalighi, S. and Abbasi, S. 2011. Possibility to produce edible film of Farsi gum. 20th National Food Science and Technology Congress. 22-24 November. Tehran. Paper No. NCFOODI20_250 (in Persian)

Maghsoudloo, A., Maghsoudloo, Y., Khomeiri, M. and Ghorbani, M. 2011. Effect of chitosan coating on inhibition of fungal activity and moisture absorbance in pistachio nut. Proceeding of the First National Congress of Modern Agricultural Sciences and Technologies. 10-12 September. Zanjan. Paper No. MAST01_682. p. 297. (in Persian)

Mate, J.I., Saltveit, M.E. and Kkrochta, J.M. 1996. Peanut and walnut rancidity: Effects of oxygen concentration and relative humidity. Journal of Food Science. 61(2): 465-468.

Mohammadzadeh Milani, J., Nasrolaah Nattaj, L., Kaboosi, H. and Maleki, G. 2017. Effect of charkhak (*Launaeaacanthodes*) gum coating on shelf life of Peanuts. Journal of Food Sciences and Technology. 63(14): 83-90. (in Persian)

Pokorny, J. and Diffenbacher, A. 1989. Determination of 2-thiobarbituric acid value: Direct method. Results of a collaborative study and standardized method. International Research Journal of Pure and Applied Chemistry. 61(6): 1165-1170.

Razavi, R., Maghsoudlou, Y., Ghorbani, M. and Alami, M. 2016. Evaluation of CMC-based coatings with thyme extract (Thymus vulgaris) on physiochemical reactions of fresh hazelnut. Journal of Food Science and Technology. 51(13): 169-180. (in Persian)

Rezaee, L. and Kasai, M. 2011. Increasing shelf life of walnuts with methylcellulose edible film. 20 th National Congress of Food Science and Technology. 22-24 November. Tehran. Paper No. NCFOODI20_140 (in Persian)

Rui, G., Mario, E. and David, M. 2001. Suitability of the TBA method for assessing lipid oxidation in a meat system with added phenolic-rich materials. Food Chemistry. 126(2):772-778.

Sabaghi, M., Maghsoudlou, Y., Khomeiri, M. and Ziaiifar, A. 2014. The effect of coating of chitosan incorporating and green tea extract on shelf life of walnut kernel. 3(4): 361-374. (in Persian)

Tavakolipour, H., Javanmard, M. and Zirjani, L. 2010. Inhibitory effect of edible coating based on whey protein and Zatariamultiforaextract on Aflatoxin production in pistachio nut. Food Sciences and Technology. 2, 53-63. (in Persian).

Vanhanen, L.P. and Savage, G.P. 2006. The use of peroxide value as a measure of quality for walnut flour stored at five different temperatures using three different types of packaging. Food Chemistry. 99(1): 64–69.

Yen, M.T. and Yang, J.H. 2008. Antioxidant properties of chitosan from crab shells. Carbohydrate Polymer. 74(4): 840-844.

Food Engineering Research/Vol.17/No.65/Autumn & Winter 2018/P: 101-111

Effect of Farsi Gum Coating on Shelf Life of Walnut

J. Amini Rastabi* and A. Mirzaey

* Corresponding Author: M.Sc. Graduate, Department of Food Science and Technology, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.
Email: j.amini.r371@gmail.com
Received: 6 August 2018, Accepted: 22 October 2018

Fresh walnut kernel is very spoilable in natural storage conditions. Storage under unfavorable conditions, leads to weight change due to moisture absorption, oxidative reactions and molding. Due to these changes, the texture of the product is destroyed and quality loss. The aim of this study is to evaluate the effect of Farsi gum as an edible coating on shelf-life of walnut (prevents moisture absorption, oxidative reactions, and mold activity). For this purpose, firstly, the gum was collected, fractionation (separation of soluble phase from insoluble phase), and dried. Then the solutions were prepared in concentrations of 1% and 2% V/W from soluble phase of Farsi gum and coated on walnuts. Moisture absorption, oxidative corruption and microbial tests were studied. The results showed that Farsi gum at 2% concentration prevents moisture absorption and weight change and it had a significant effect ($p<0.05$) on reduction rate of oxidation. But it had no significant effect ($p<0.05$) on inhibition the growth of mold.

Keywords: Edible films, Moisture absorption, Oxidative rancidity