Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 12, No. 4, Oct- Nov 2016, p. 415-427

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۲، شماره ۴، مهر - آبان ۱۳۹۵، ص. ۴۲۷-۴۱۵

بررسی اثر پوشش خوراکی ژلاتین-کربوکسی متیل سلولز بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی پسته برشته شده طی زمان ماندگاری

ناصر صداقت[1]، سارا خشنودی‌نیا[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۲/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۹/۲۴

چکیده

پسته سرشار از اسیدهای‌چرب غیراشباع است که همین امر بعد از برشته شدن آن را به اکسیداسیون حساس‌تر می‌نماید. در ایران علی‌رغم وجود پسته‌ی خام مرغوب و صنعت فرآوری پسته، صادرات پسته برشته بسته‌بندی به دلیل ماندگاری کم و تغییرات شدید طعم چندان متداول نمی‌باشد، این تحقیق به بررسی تأثیر ژلاتین در ترکیب با کربوکسی‌متیل‌سلولز به‌عنوان پوشش خوراکی در به تأخیر انداختن اکسایش پسته‌ی برشته می‌پردازد. پوشش خوراکی ژلاتین (۴٪ وزنی/ حجمی) و کربوکسی‌متیل‌سلولز (۱٪ وزنی/ حجمی) در کنار آنتی‌اکسیدان اسیدآسکوربیک (۱٪ وزنی/ حجمی) دراین پژوهش بر روی پسته‌های برشته شده تیمار شد. آزمایشات شامل اندازه‌گیری اسیدچرب‌آزاد (٪)، پراکسید ($meq.O_2.kg^{-1}$)، رطوبت (٪)، سختی (نیوتن) و ارزیابی حسی (بافت، طعم، رنگ، تندی و پذیرش کلی) در طول سه ماه نگهداری در دمای ۳۵°C و ۵۰ انجام گرفت. نتایج نشان داد اکسیداسیون در تمام نمونه‌های پوشش‌دار به‌طور معنی‌داری کم‌تر از نمونه‌ی شاهد است ($P<0/05$). این نتایج توسط آنالیزهای حسی نیز تأیید شد. بهترین عملکرد در پوشش مرکب ژلاتین- کربوکسی‌متیل‌سلولز دیده شد. نتایج آنالیز بافت نشان داد، تمام پسته‌های پوشش‌دار به‌ویژه پوشش کربوکسی‌متیل‌سلولز سختی و رطوبت بیش‌تری نسبت به نمونه‌ی شاهد داشتند. اسیدآسکوربیک به تنهایی یا در ماتریکس پوشش خوراکی باعث کاهش معنی‌دار امتیاز رنگ شد. استفاده از پوشش خوراکی ژلاتین -کربوکسی‌متیل‌سلولز حاوی اسیدآسکوربیک می‌تواند پوشش مقرون به صرفه و مناسبی برای کاهش میزان اکسیداسیون و متعاقبا افزایش ماندگاری پسته داشته باشد. ضمن این‌که تأثیر نامطلوبی بر میزان پذیریش کلی محصول نگذارد.

واژه‌های کلیدی: اکسیداسیون، پسته، ژلاتین، کربوکسی‌متیل‌سلولز، زمان ماندگاری.

مقدمه

استفاده از فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی در یک دهه‌ی اخیر بمنظور افزایش ماندگاری و کیفیت مواد غذایی اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده است. تحقیق و تلاش برای تجاریکردن این پوشش‌ها به دلیل افزایش تقاضا برای تولید محصولاتی با ماندگاری و کیفیت بالا در کنار استفاده‌ی حداقلی از مواد شیمیایی و تولید بسته‌بندی‌های زیست تخریب‌پذیر رو به افزایش است (Mexis*et al*., 2009).

استفاده از فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی در مواد غذایی مختلف اهداف متفاوتی را دنبال می‌کند. برای نمونه دانه‌های آجیلی به دلیل داشتن درصد بالایی از اسیدهای چرب غیراشباع در برابر اکسیژن مقاومت چندانی ندارند، لذا در چند سال اخیر استفاده از فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی بمنظور افزایش زمان ماندگاری و پایداری اکسایشی دانه‌های آجیلی مورد پژوهش بوده است. برای مثال ایزوله‌ی پروتئین آب‌پنیر (Lee &Krochta 2002; Gounga*et al*., 2008; javanmard 2008; mehyar*et al*., 2012) پروتئین سویا (Kang *et al*., 2013)، صمغ کردیا و کربوکسی‌متیل سلولز (Abdul Haq*et al*., 2013)، هیدروکسی‌پروپیل‌متیل‌سلولز (Attares*et al*., 2011; Baldwin, 2006) و کیتوزان (مقصودلو و همکاران، ۱۳۹۲) از جمله پوشش‌های خوراکی بکار رفته بر روی دانه‌های آجیلی مختلف هستند.

تاریخچه‌ی استفاده از ژلاتین به‌عنوان یک پوشش خوراکی در دهه‌ی ۱۹۶۰ به خوبی مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج آن به صورت الگوی اختراع[3] که عموماً در ارتباط با صنایع داروسازی بود، منتشر شد (Nurhanani*et al*., 2012) اما مجدداً در سال‌های اخیر این ماده

۱ و ۲- به ترتیب دانشیار و دانش‌آموخته‌ی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(* - نویسنده مسئول: Email:sedaghat@yahoo.com)

3 Patent

مورد توجه ویژه محققین در بحث فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی قرار گرفته است. ارزان و در دسترس بودن، زیست‌تخریب‌پذیری، قابلیت خوب آن در ساخت فیلم و پوشش‌خوراکی، ژلاتین را به یکی از محبوب‌ترین مواد سازنده فیلم و پوشش‌های خوراکی بدل کرده است.

ژلاتین پوشش بسیار خوبی در برابر اکسیژن و مواد معطر است. با اصلاح شبکه پلیمری ژلاتین از طریق پیوند عرضی[1] می‌توان زنجیره‌ی پلیمری ژلاتین را بهبود و نفوذپذیری آن در برابر اکسیژن را بیش‌از پیش کاهش داد. در سال‌های اخیر اثر دی‌آلدهیدکربوکسی‌متیل‌سلولز بعنوان عامل پیوند عرضی در ساختار فیلم پروتئینی ژلاتین (Liu *et al.*, 2012) و در استفاده از کربوکسی‌متیل‌سلولز در پیوند با ژلاتین و کلاژن در صنعت پزشکی (Leonardis*et al.*, 2010) مورد بررسی قرار گرفته است، با این حال استفاده از کربوکسی‌متیل‌سلولز در ترکیب با ژلاتین بعنوان پوشش خوراکی کم‌تر مورد پژوهش بوده است. هدف از این پژوهش استفاده از این ماده در ساختار پوشش خوراکی ژلاتین و تهیه‌ی یک پوشش مرکب برای جلوگیری از افزایش اسیدهای چرب آزاد و بهبود پایداری اکسایشی پسته‌ی برشته، مطالعه‌ی تأثیر پوشش‌های خوراکی بر ویژگی‌های حسی محصول و تحقیق تأثیر شرایط ذخیره‌سازی بر عملکرد این پوشش‌ها است.

مواد و روش

مواد

مواد اولیه مورد استفاده در این تحقیق عبارت بودند از:

پسته‌ی برشته شده (فرایند برشته کردن پسته تحت دمای ۱۴۳ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۶ دقیقه انجام شد) واریته‌ی اوحدی تهیه شده از شرکت پستیژ (ایران، یزد- تفت)، ژلاتین گاوی نوع B خریداری شده از شرکت آریای مشهد، کربوکسی‌متیل‌سلولز (CMC) خریداری شده از شرکت سیگماآلدریچ آمریکا، گلیسرول (بعنوان پلاستی‌سایزر)، اسیدآسکوربیک (AA) بعنوان آنتی‌اکسیدان، همگی خریداری شده از شرکت مرک آلمان.

محلول پوشش

پنج فرمولاسیون مورد پژوهش در این مقاله مطابق با جدول ۱ بود. پودر ژلاتین (۴ درصد وزنی/حجمی آب) و گلیسرول (۳۰ درصد وزنی/وزنی پودر ژلاتین) به آب دیونیزه اضافه و با هم‌زن مغناطیسی به مدت ۳۰ دقیقه و در دمای ۸۰ درجه‌ی سانتی‌گراد هم زده شد (Nurhanani*et al.*,2012). برای تهیه‌ی سوسپانسیون آبی کربوکسی‌متیل‌سلولز نیز پودر CMC (۱ درصد وزنی/ حجمی آب) و گلیسرول (۳۰ درصد وزنی/ وزنی پودر کربوکسی‌متیل‌سلولز) با آب دیونیزه مخلوط شد. این سوسپانسیون تا دمای جوش حرارت داده شده و در این دما به مدت ۱۵ دقیقه نگهداری شد و سپس برای مدت ۳۰ دقیقه در حمام آب ۹۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری و هم‌زده شد (Oluwaseun*et al.*, 2013). پوشش ژلاتین-کربوکسی‌متیل‌سلولز نیز با حل‌کردن ۴۰ گرم ژلاتین، ۱۰ گرم کربوکسی‌متیل‌سلولز وگلیسرول (۳۰ درصد وزنی/وزنی مواد پلیمری) در یک لیتر آب تهیه شدو به مدت ۱ ساعت در دمای ۶۰ درجه‌ی سانتی‌گراد هم‌زده شد.

بعد از خنک شدن محلول‌های پوشش تا دمای محیط آنتی‌اکسیدان اسیدآسکوربیک به میزان ۱ درصد وزنی/ حجمی محلول به آن‌ها افزوده شد.

جدول۱-تیمارهای مورد استفاده در این پژوهش

کد پوشش	ژلاتین	کربوکسی‌متیل‌سلولز	اسیدآسکوربیک
TCO	-**	-	-
TA	-		٪۱ w/v
TGA	٪۴ w/v	-	٪۱ w/v
TCA	-	٪۱ w/v	-
TCGA	٪۴ w/v	٪۱ w/v	٪۱ w/v

* غلظت بر پایه محلول پوشش در نظر گرفته شده است.

** خط تیره (-) به‌معنی عدم استفاده از پوشش یا آنتی‌اکسیدان است.CO: نمونه‌ی شاهد. G: ژلاتین C: کربوکسی‌متیل‌سلولز A: اسیدآسکوربیک. w/v: نسبت وزنی/حجمی

شیوه‌ی پوشش‌دهی

پوشش‌دهی نمونه‌ها به روش غوطه‌وری[2]صورت گرفت (Abdul Haq*et al.*, 2013). نمونه‌ها در آون ۳۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ساعت خشک شدند. معیار اتمام فرایند خشک شدن رسیدن رطوبت به حد استاندار پسته (استاندارد ملی‌ایران شماره‌ی ۱۵، ۱۳۷۸) یعنی ۳٪ بود.

بسته‌بندی و شرایط نگهداری نمونه‌ها

بسته‌بندی پسته‌ها در کیسه‌های پلاستیکی سه لایه‌ی BOPP/Al/CPP[3] به ضخامت ۸۰ میکرون در سه تکرار انجام شد. نمونه‌ها بعد از کدزنی در شرایط نگهداری تسریع شده در دو دمای ۳۵ و ۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۳ ماه نگهداری شدند (Crop life, 2009).

1 Cross linking

2 Immersion

3 Biaxial Oriented Polypropylene (BOPP)/Aluminum/ Cast Polypropylene (CPP)

استخراج روغن پسته

جهت انجام اندازه‌گیری اندیس پراکسید و تعیین درصد اسیدهای‌چرب‌آزاد روغن‌گیری از پسته به روش استخراج سرد انجام شد (Kang*et al*., 2013).

اندازه‌گیری اسیدهای چرب آزاد

میزان اسیدهای چرب آزاد به‌عنوان معیاری از میزان لیپولیز پسته به روش حلال سرد با استفاده از شناساگر[1] و با ۲ گرم آزمونه انجام شد (استاندارد ملی ایران شماره‌ی ۴۱۷۸، ۱۳۹۰).

اندازه‌گیری شاخص پراکسید (PV)

اندازه‌گیری این شاخص به روش فدراسیون بین‌المللی لبنیات (IDF) و با استفاده از اسپکتروفتومتر سری UV ۲۱۰۰ (model: Cole Parmer Instruments Company, Court Vernon Hills, USA) و در طول موج جذبی ۵۰۰ نانومتر اندازه‌گیری و بر اساس میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم روغن گزارش شد. این روش قادر است عدد پراکسید را با دقت ۰/۱ میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم روغن اندازه‌گیری کند(Semb, 2012).

اندازه‌گیری درصد رطوبت

درصد رطوبت پسته طبق استاندارد تعریف شده برای اندازه‌گیری میزان رطوبت خشکبار برآورد شد(استاندارد ملی ایران شماره‌ی ۶۷۲، ۱۳۷۵)

آزمون بافت

سختی[2] بافت حداکثر نیروی لازم در طی آزمون فشاری است. سختی دستگاهی پسته‌ها توسط دستگاه آنالیز بافت[3] اندازه‌گیری شد. برای انجام آزمایش ۱۵ نمونه مغز پسته فاقد هر نوع نقص از هر تیمار با در نظر گرفتن دستورالعمل دستگاه مورد آزمون قرار گرفتند. آزمون بافت بر اساس تست فشاری تک سیکله با پروب استوانه‌ای[4] به قطر ۲۰ میلی‌متر و با سرعت پروب ۵۰ میلی‌متر در دقیقه صورت گرفت.

میزان فشردگی نمونه به اندازه ۵۰٪ قطر پسته در نظر گرفته شد (مقدار حرکت پروب پس از تشخیص نمونه ۴-۳ میلی‌متر بود). نقطه ماکزیمم اولیه در نمودار نیرو-زمان مؤید میزان سختی (نیوتن) است (Nikzadeh&Sedaghat, 2008).

1 Cold solvent method using indicator
2 Hardness
3 Texture analyzer (model: Universal, Hounsfield –H5K model, UK)
4 Cylinder probe

ارزیابی حسی

پسته‌ها توسط ۵۰ ارزیاب حسی (۲۵ زن و ۲۵ مرد) نیمه‌آموزش دیده و با استفاده از مقیاس هدونیک توصیفی ۵ نقطه‌ای (۱= خیلی بد، ۲= بد، ۳= متوسط، ۴= خوب، ۵= بسیار خوب) انجام شد. ارزیابان حسی با رنج سنی ۴۰-۲۳ سال و از بین ۶۵ ارزیاب انتخاب شدند.

معیار انتخاب گروه ارزیابان حسی تشخیص ۴ طعم اصلی، عدم داشتن حساسیت غذایی، عدم استعمال سیگار، تمایل به تست پسته و در دسترس بودن در طی عملیات آموزش و ارزیابی بود. آموزش ارزیاب‌ها به صورت گروهی (چهار گروه ۱۰- ۱۵ نفره) صورت گرفت. و در یک جلسه دو ساعته اهمیت آزمون، شیوه انجام ارزیابی، تعریف خصوصیات مدنظر تشریح شد. در مورد هر یک از مولفه‌های آزمون بحث و تبادل نظر صورت گرفت و و در نهایت مشخصه‌های سفتی (نیروی اولیه لازم برای نفوذ در دانه در گاز زدن اولیه)، تندی (طعم حاصل از روغن اکسیده شده یا کهنگی)، طعم کلی (قدرت کلی تمام ویژگی‌های طعمی در کنار هم یا به عبارتی مقایسه نسبی از طعم پسته‌ی مورد آزمون با طعم مورد انتظار از پسته) رنگ (میزان مطلوبیت رنگ مغز پسته) و پذیرش کلی پسته مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای ارزیابی سفتی امتیاز دهی از سفتی بسیار کم (ترد) با امتیاز ۱ تا بسیار سفت (امتیاز ۵) و طعم تندی نیز از بسیار کم (امتیاز ۱) تا بسیار زیاد (امتیاز ۵) در نظر گرفته شد (Meilgaard*et al*., 2008; AbdulHaq*et al*., 2013).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

آزمون در قالب طرح پایه‌ی کاملا تصادفی با آرایش فاکتوریل و در سه تکرار انجام شد. تجزیه و تحلیل داده با استفاده از آنالیز واریانس توسط نرم‌افزار Minitab 16 و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون توکیو در سطح اطمینان ۹۵ درصد ($P\leq ۰/۰۵$) انجام گرفت. نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel 2010 رسم شد.

نتایج و بحث

شاخص پراکسید (PV)

شاخص پراکسید شناساگر مناسبی برای تشخیص مراحل اولیه اکسیداسیون است (Shahidi& Zhang, 2005). اعداد متفاوتی برای حداکثر مقدار مجاز شاخص پراکسید در دانه‌های آجیلی ذکر شده است. برای مثال استاندارد نیچرلند (۲۰۰۰) و استاندارد ملی ایران مقدار ۱ $meq.O_2/kg$، کانر (۲۰۰۷) ۲ $meq.O_2/kg$ و استاندارد یونیسف (۲۰۰۲) ۵ $meq.O_2/kg$ را برای این شاخص عنوان کرده‌اند (Natur Land, 2000; Unecef Standard, 2002; Canner, 2007). شکل ۱ تأثیر پوشش‌های خوراکی مختلف را بر روی شاخص پراکسید در طول زمان نشان می‌دهد. پوشش خوراکی تأثیر معنی‌داری

بر کاهش روند اکسیداسیون در پسته‌ی برشته داشت. بیش‌ترین تـأثیر در بین پوشش‌های خوراکی را پوشش ژلاتین- کربوکسی‌متیل‌سلولز- اسیدآسکوربیک (۱/۵۸ میلی‌اکی‌والان اکسیژن بر کیلوگرم محصـول) داشت و در مقایسه پوشش ژلاتین و کربوکسـی‌متیـل‌سـلولز، پوشـش ژلاتینـی در کنتـرل اکسیداسـیون دارای مزیـت بـوده اسـت. دلیـل اثرگذاری بیشتر پوشش پروتئینی نسبت به کربوهیـدراتی را مـی‌تـوان نفوذپذیری پایین پوشش‌های پروتئینی از جمله ژلاتین در برابـر نفـوذ اکسیژن دانست که این امر نیـز ناشـی از شـبکه‌ی مـنظم و منسـجم پـروتئین‌هاسـت (Baldwin 2007). بهتـرین عملکـرد را در کنتـرل شـاخص پراکسـید پوشـش مرکـب ژلاتـین-کربوکسـی‌متیـل‌سـلولز (TCGA) داشت. حضور کربوکسی‌متیل‌سلولز بعنوان یک عامل پیوند عرضی باعث ایجاد انسجام بیش‌تر در ساختار و متعاقباً عملکـرد بهتـر پوشش شد (Liu *et al*., 2012; Leonardis*et al*., 2010).

در دمای ۳۵°C، تفاوت معنی‌داری بین نمونـه‌ی شـاهد بـا سـایر تیمارها مشاهده شد (P<۰/۰۵)، بطوری که میانگین عدد پراکسـید در نمونه‌ی شاهد ۲/۱ بود در حالی که ایـن مقـدار در نمونـه‌هـای دارای پوشش بطور معنی‌داری کم‌تر و به طورمتوسط برای نمونه‌های TCA، TGA، TCGA به ترتیب ۱/۴۲۴، ۱/۱۶۷۵ و ۰/۹۴۴ میلی‌اکـی‌والان اکسیژن بر کیلوگرم بود (شکل ۱) محققان دیگری نیز به بررسـی اثـر پوشش‌های مختلف خوراکی بـر پایـدار اکسایشـی دانـه‌هـای آجیلـی پرداختند که نتایج این پژوهش با نتایج این محققین مطابقـت داشـت (Min &Krochta, 2007; Goungaet *al*., 2008; Atareset *al*., 2011; Mehyar*et al,* 2012; Abdul Haq*et al*., 2013).

Min و Krocht (۲۰۰۷) و Atares و همکـاران (۲۰۱۱) گـزارش کردند که افزودن اسیدآسکوربیک به پوشش خوراکی بطور معنی‌داری باعث کاهش روند اکسیداسیون می‌شوند. این امر را نمی‌توان تنهـا بـه طبیعت شیمیایی و خاصیت آنتی‌اکسیدانی ایـن ترکیبـات نسـبت داد، افزودن این ترکیبـات مـی‌توانـد باعـث فعـل و انفعـالات در سـاختار ماتریکس پوشش شده و با ایجاد پیوند عرضی در پوشش باعث بهبـود سـاختار و کـاهش انتقـال اکسـیژن از میـان پوشـش شـود (Min &Krochta, 2007; Atareset *al*., 2011).

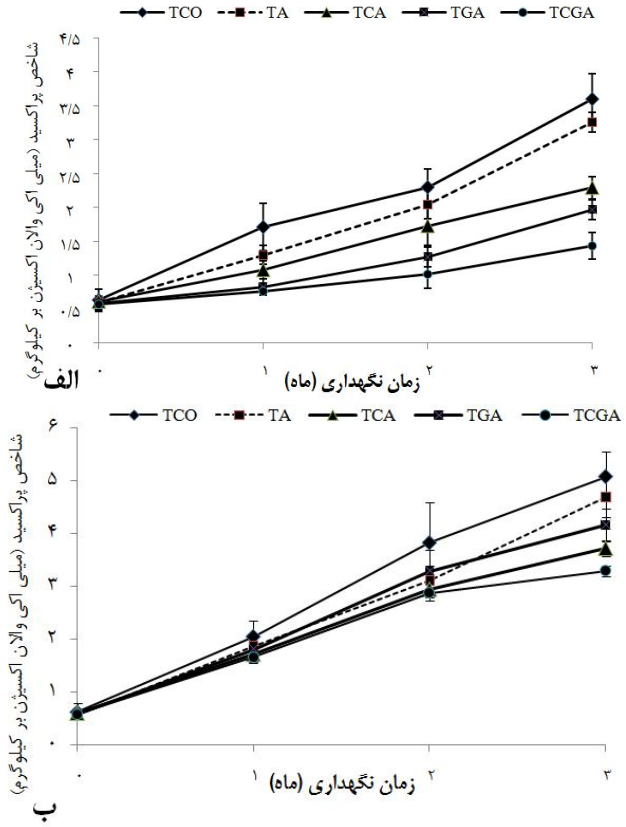
با بررسی اثر متقابل دما و پوشش خوراکی مشخص شد، در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد تا پایان ماه دوم نگهداری تفاوت معنی‌داری بـین نمونه‌ی TA و TGA وجود نداشت، در این دمـا پوشـش ژلاتـین بـه دلیل باز شدن منافذ نتوانست اثـر ممانعـت‌کننـدگی خـود را در برابـر اکسیژن داشته باشد، اما در ماه سوم بطـور معنـی‌داری از اثـر بخشـی تیمار TA کاسته شد، درحالی‌که حضور آنتی‌اکسیدان در قالب پوشـش ژلاتینی مدت زمان بیش‌تری اثربخشی خود را حفظ کرد. ژلاتـین بـه دلیل ساختار مارپیچی ویژه یکی از بهترین حامل‌هـای مـواد بیواکتیـو محسوب می‌شود و یکـی از مرسـوم‌تـرین مـواد بـرای ریزپوشـانی و کپسوله کردن مواد زیست‌فعال محسوب مـی‌شـود (NurHanani*et al*., 2012). بـه همـین دلیـل نیـز توانسـت محافظـت خـوبی از آنتی‌اکسیدان‌ها در برابر حرارت به‌عمل آورد و به این ترتیب در پایـان ماه سوم نگهداری در دمای ۵۰ درجه‌سانتی‌گراد تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌ی TA با TGA دیده شد. بسیاری از محققین از دمـا بـه‌عنـوان یک فاکتور بحرانی بر ویژگی ضداکسایشـی پوشـش‌هـا و فـیلم‌هـای خوراکی به ویژه پوشش‌های پروتئینی یاد کرده‌اند.آن‌ها بیان داشته‌انـد که افزایش دمـا باعـث افـزایش حرکـت پلیمرهـا و متعاقبـاً افـزایش نفوذپذیری پوشش می‌شود (Baldwin, 2007). برای نمونـه میـت و کراچتا (۱۹۹۷) دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد را در مورد پروتئین آب‌پنیـر دمای بحرانـی اعـلام کردنـد (Mate &Krochta, 1997). مهیـار و همکاران (۲۰۱۲) بیان کردند پوشش پـروتئین آب پنیـر در دمـای ۵۰ درجه سـانتی‌گـراد اثربخشـی کـم‌تـری نسـبت بـه دمـای ۲۵درجـه سـانتی‌گـراد دارد (Mehyar*et al*, 2012). وجـود پوشـش کربوکسی‌متیل‌سلولز به تنهایی یا در ترکیب با ژلاتین هم‌چنان بطـور معنـی‌داری توانسـت پسـته را از اکسـایش محافظـت کنـد .مهیـار و همکاران (۲۰۱۲) نیز عملکرد پوشش کربوهیدراتی نشاسته نخود را در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد در کاهش روند اکسایش بهتـر از پـروتئین آب‌پنیر برآورد کردند. در این دما نیز بهترین عملکرد مربوط به پوشش مرکب کربوکسی‌متیل‌سلولز- ژلاتین بود. با این حال در این دمـا بـین دو پوشش TCA و TCGA تفاوت معنی‌داری دیده نشد.

اسیدچرب آزاد

اسیدهای چرب‌آزاد نتیجه‌ی هیـدرولیز آنزیمـی تـری‌گلیسـریدها هستند. این واکنش توسط گرما و رطوبت کاتـالیز مـی‌شـود (Brain &Yada, 2009). آنزیم‌های لیپولتیک درست در زیر پوسته‌ی نـازک پسته واقع شده‌اند و تا زمانی که سلول‌های پسته آسیب ندیـده باشـند نمی‌توانند به چربی حمله کنند، امـا از آن‌جـایی کـه حـرارت در طـی برشته کردن سبب ایجاد تغییرات فیزیکی در سلول می‌شـود افـزایش معنی‌داری در اسـیدچرب آزاد در پسـته‌هـای برشـته دیـده مـی‌شـود (Ozdemir, 2001).

بررسی اثر پوشش بر روی این شاخص نشان داد، بین نمونـه شـاهد و چهـار فرمولاسـیون دیگـر تفـاوت معنـی‌داری (P≤۰/۰۵) وجـود دارد، نمونه‌های TGA و TCA نسبت به نمونه‌ی شاهد بطـور معنـی‌داری محتوی اسید چرب‌آزاد کم‌تری بوده با ایـن حـال بـین ایـن دو تیمـار تفاوت معنی‌داری دیده نشد (P>۰/۰۵) و نمونـه‌هـای TCGA بطـور معنی‌داری حاوی اسیدچرب‌آزاد کم‌تری نسبت به سایر نمونه‌ها بودنـد. به این ترتیب متوسط بـیش‌تـرین میـزان اسـیدچرب آزاد در نمونـه‌ی شـاهد (۰/۳۹۳۵) و کـم‌تـرین آن در نمونـه‌ی TCGA (۰/۲۶۹۶) مشاهده شد. پوشش‌های خوراکی ماده‌ی غذایی و هم‌چنین ترکیبـات فعال موجـود در پوشـش را در برابـر رطوبـت و دمـا حفـظ مـی‌کننـد (Baldwin, 2007) لذا استفاده از پوشش خوراکی حاوی آنتـی‌اکسـیدان

سرعت تشکیل اسیدچرب‌آزاد را در پسته کاهش داد (شکل ۲). مهیار و همکاران (۲۰۱۲) پوشش پروتئین آب‌پنیر و نشاسته‌ی نخودفرنگی را بر روی گردو و دانه‌ی صنوبر موجب کاهش روند صعودی تولید اسیدهای چرب آزاد دانستند (Mehyar*et al*., 2012).



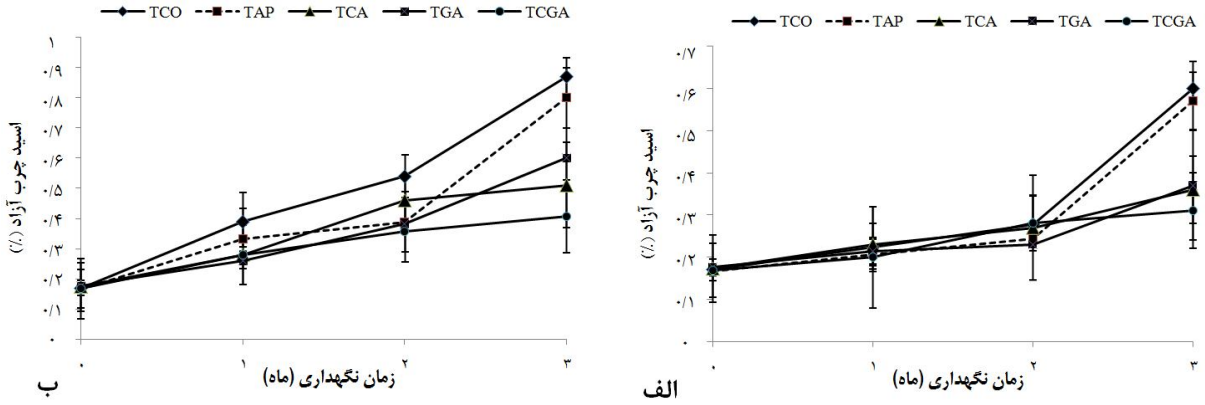
شکل ۱- اثر پوشش خوراکی بر شاخص پراکسید پسته‌ی برشته در دو دمای الف) ۳۵°C و ب) ۵۰ °C

نتایج پژوهش نیک‌زاده و صداقت (۱۳۸۸) نیز نشان داد میزان اسیدچرب‌آزاد در نمونه‌های حاوی ۱ و ۲ درصد اسیدآسکوربیک، در طی زمان نگهداری کم‌تر از نمونه‌ی شاهد بوده است. زیرا حضور آنتی‌اکسیدان در این نمونه‌ها مانع از ادامه اکسیداسیون و شرکت اسیدهای چرب‌آزاد در این واکنش شده است (نیک‌زاده و صداقت، ۱۳۸۸). طاهری و همکاران (۲۰۱۲) اعلام کردند افزودن اسیدآسکوربیک باعث کاهش معنی‌داری در مقدار اسیدهای چرب آزاد در ماهی طی دوره‌ی نگهداری شد (Taheri*et al*., 2012). حداکثر مقدار مجاز برای این اندیس در دانه‌های آجیلی در منابع مختلف بین ۱-۰/۷ درصد تعریف شده است (Natur Land, 2000; Unecef Standard, 2002). در صورتی این مقدار را ۰/۷ در نظر بگیریم در دمای ۳۵°C هیچ یک از نمونه‌ها از محدوده‌ی آستانه‌ی پذیریش عبور نکرده‌اند. اما در دمای ۵۰°C نمونه‌ی شاهد و TA در پایان ماه سوم نگهداری از این مرز عبور کرده‌اند.

رطوبت

نتایج نشان داد رطوبت در نمونه‌های دارای پوشش (TGA، TCA و TCGA) بطور معنی‌داری بیش‌تر از نمونه‌ی شاهد و TA بود (P<۰/۰۵). از آن‌جایی که فیلم‌ها و پوشش خوراکی نقش ممانعت‌کنندگی در برابر نقل و انتقال گازها و رطوبت دارند، میزان روند کاهش رطوبت در نمونه‌های دارای پوشش خوراکی بطور معنی‌داری کندتر از نمونه‌ی TA بود (شکل ۳).

در مقایسه پوشش ژلاتین و کربوکسی‌متیل سلولز پوشش CMC نفوذپذیری کم‌تری به رطوبت داشت. همچنین حضور کربوکسی‌متیل‌سلولز و ژلاتین در کنار هم نیز به دلیل ایجاد پیوستگی و استحکام ساختار پوشش TCGA نسبت به پوشش ژلاتین (TGA)به رطوبت نفوذناپذیرتر شده بود.



شکل ۲- اثر پوشش خوراکی بر میزان اسیدچرب‌آزاد پسته‌ی برشته در دو دمای الف) ۳۵°C و ب)۵۰°C

همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد، دما یک فاکتور بحرانی در نفوذپذیری پوشش‌های خوراکی است. با افزایش دما حرکت پلیمرها افزایش و متعاقباً منافذ پوشش بازتر شده و از خواص ممانعت کنندگی پوشش در برابر گازها و رطوبت بطور معنی‌داری کاسته می‌شود. دلیل دیگر این امر می‌تواند مهاجرت پلاستی‌سایزر[1] و افزایش نفوذپذیری پوشش نسبت به رطوبت باشد (Baldwin, 2007)، بطوری که در دمای ۵۰°C در پایان ماه دوم و سوم نگهداری به وضوح لکه‌های سفید روی پسته و به‌ویژه پسته‌های پوشش‌داده شده با ژلاتین دیده شد که احتمالاً ناشی از مهاجرت پلاستی‌سایزر و شکننده شدن ساختار پوشش بود.

نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج محققین دیگر نیز هم‌خوانی داشت. از جمله Lee و همکاران (۲۰۰۲) سفتی بیش‌تر بادام‌زمینی‌های برشته و پوشش‌داده شده با پروتئین آب‌پنیر را به دلیل محتوی رطوبت بیش‌تر این بادام‌ها عنوان کردند. Baldwin و Wood (۲۰۰۶) نیز پوشش‌های کربوکسی‌متیل‌سلولز و پروپیل‌هیدروکسی‌سلولز را باعث سفتی بیش‌تر گردوی آمریکایی دانستند. مهیار و همکاران (۲۰۱۲) نیز پوشش ایزوله‌ی پروتئین‌آب‌پنیر و نشاسته‌ی نخودفرنگی را مانع از دست رفتن رطوبت گردو دانستند. هم‌چنین مقصودلو و همکاران (۱۳۹۱) نیز پوشش کیتوزان را در ثابت ماندن میزان رطوبت پسته مؤثر اعلام کردند.

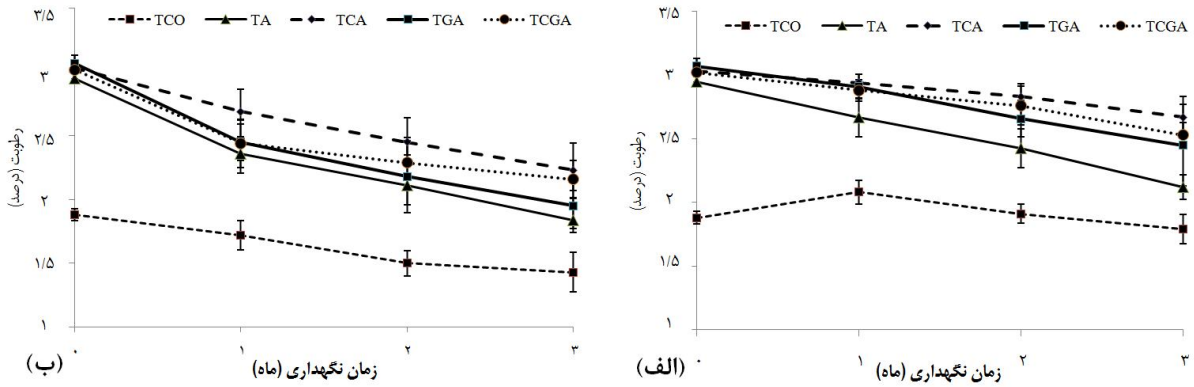
نتایج نشان داد رطوبت نمونه‌ی شاهد در پایان ماه اول نگهداری در دمای ۳۵ درجه‌ی سانتی‌گراد بطور معنی‌داری بالاتر از زمان صفر بود ($P<0/05$). Kita و Figiel (۲۰۰۷) نیز در بررسی خود بر روی گردوی برشته و گردوی خام خشک اعلام کردند که به دلیل محتوی رطوبت پایین گردو بعد از برشته شدن فشار بخار آب در پسته‌ی برشته شده نسبت به محیط اطراف پایین‌تر بوده و لذا رطوبت محیط را جذب می‌کند. در حالی که در گردوی خام خشک به دلیل محتوی رطوبتی بیش‌تر فشار بخار آب در این نمونه‌ها بالاتر از محیط بوده و تمایل به از دست دادن رطوبت دارند، که این محققین میزان کاهش یا افزایش رطوبت به ویژگی‌های ممانعت‌کنندگی ماده‌ی بسته‌بندی وابسته دانستند. بنظر می‌رسد در این پژوهش نیز به دلیل محتوی رطوبتی بیش‌تر نمونه‌های پوشش‌دار این نمونه‌ها بر خلاف نمونه‌ی شاهد تمایل بیش‌تری به کاهش رطوبت نشان داده‌اند. هم‌چنین یافته‌های این پژوهش با نتایج نیک‌زاده و صداقت (۲۰۰۸) منطبق بود، آن‌ها اعلام کردند پسته بعد از برشته‌شدن کم‌ترین رطوبت را دارد و به تدریج بر میزان رطوبت آن‌ها افزوده می‌شود. عدالتیان و همکاران (۱۳۸۶) در شرایط دمایی تسریع شده روند تغییر رطوبت در پسته‌ی خام را در تمام ماه‌ها نزولی اعلام کردند که دلیل این اختلاف نتایج، تفاوت در ویژگی‌های پسته‌ی خام و برشته است.

سختی

بررسی اثر پوشش بر روی سختی دستگاهی پسته‌ها نشان داد پسته‌های نمونه‌های شاهد کم‌ترین سختی و پسته‌های نمونه‌ی TCA بیش‌ترین سختی را داشتند. به‌عبارتی حضور پوشش‌های خوارکی بطور معنی‌داری سختی را در پسته‌ی برشته بالا برد که این نتایج با نتایج محققین دیگر نیز هم‌خوانی داشت (Lee *et al*., 2002; Baldwin & Wood, 2006; Mehyar*et al*., 2012). آن‌ها دلیل سفتی دانه‌های آجیلی حاوی پوشش خوراکی را محتوی رطوبت بیش‌تر این دانه‌ها عنوان کردند. اما مقصودلو و همکاران (۱۳۹۱) نتایج متفاوتی با نتایج این پژوهش به دست آوردند آن‌ها هیچ تأثیر معنی‌داری را بین بافت نمونه‌های پسته‌ی پوشش داده شده با کیتوزان و نمونه‌های شاهد مشاهده نکردند، آن‌ها عنوان کردند از آن‌جایی که رطوبت همه تیمارها در محدوده‌ی رطوبت نمونه‌ی شاهد بود، در بافت آن‌ها تغییر معنی‌داری دیده نشده است.

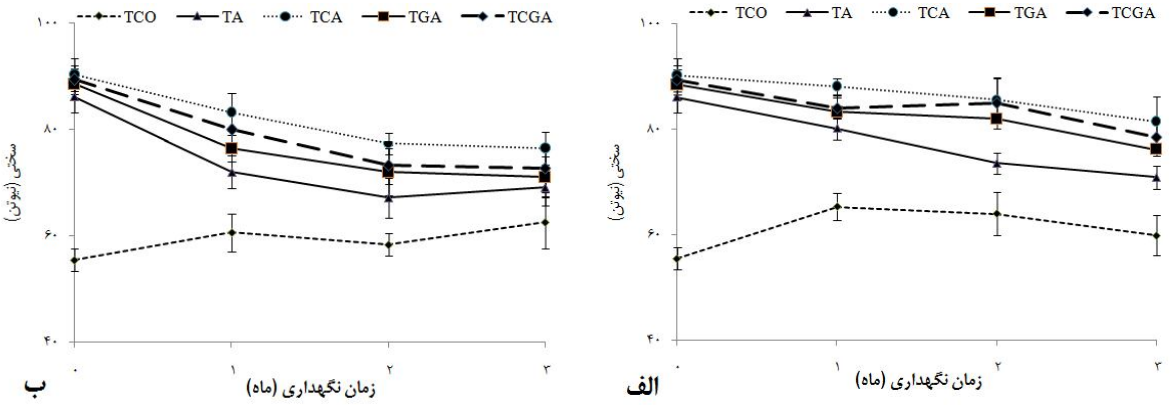
1 Plasticizer

در شکل ۴ اثر پوشش‌های مختلف طی زمان نگهداری در دو دما ۳۵°C و ۵۰ ترسیم شده است. در زمان صفر بین نمونه‌ی شاهد و سایر نمونه‌ها تفاوت معنی‌داری وجود داشت با این حال تفاوت بین چهار تیمار مختلف در سطح ۵ درصد معنی‌دار نبود. در پایان ماه اول در حالی که همگام با افزایش رطوبت سختی در نمونه‌های شاهد افزایش یافت سایر نمونه‌ها نیز با کاهش رطوبت کاهش سختی را نشان دادند. نیک‌زاده و صداقت (۲۰۰۸) نیز بیان داشتند پسته بعد از برشته شدن کم‌ترین رطوبت و سختی را دارد و به مرور زمان بر سختی آن افزوده می‌شود. اثر کاهش سختی با کاهش رطوبت در مطالعات مختلفی صورت گرفته است.



شکل ۳- اثر پوشش خوراکی بر رطوبت پسته‌ی برشته در طی زمان نگهداری در دمای الف) ۳۵°C و ب) ۵۰ °C

Demir و Cronin (۲۰۰۴) در بررسی کنتیک تغییر بافت در نمونه‌ی برشته شده و خام فندق به این نتیجه رسیدند که روند سختی در فندق خام رو به کاهش بوده در حالی که در فندق برشته به دلیل فشار بخار آب پایین فندق و گرایش به جذب رطوبت از محیط سختی افزایش یافته است. در پایان ماه اول نگهداری در دمای ۳۵°C اختلاف معنی‌داری بین نمونه‌ی TA و نمونه‌های دارای پوشش وجود داشت از آن‌جایی که پوشش خوراکی مانع نقل و انتقال رطوبت به داخل دانه و خارج از آن است رطوبت در این دانه‌ها تمایل کم‌تری برای خروج داشته و لذا از سختی بیش‌تری نیز برخوردار بودند این نتایج نیز هماهنگی زیادی با میزان رطوبت داشت. این روند در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد تا پایان ماه سوم نگهداری کم و بیش ادامه داشت اما در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد در ماه سوم نگهداری در نمونه‌ی TA و شاهد سختی افزایش یافت. نیک‌زاده و صداقت (۲۰۰۸) بیان کردند سختی پسته‌ی برشته شده در طول دوره‌ی نگهداری از سویی می‌تواند به دلیل افزایش محتوی رطوبت محصول باشد و از سوی دیگر واکنش فرآورده‌های تخریبی حاصل از اکسیداسیون چربی‌ها هم‌چون پراکسیدو رادیکال‌های آزاد چربی با ویتامین‌ها، آمینواسیدهای و پروتئین‌ها در کنار بد طعمی باعث ایجاد کهنگی و سختی بافت مغزها می‌شود (واکنش لیزین و ترئونینبا اسید لینولئیک اسیدشده نمونه‌ای از این واکنش‌هاست (شکل ۴). Thakur و همکاران (۲۰۱۱) نیز اعلام‌کردند بسته به هدایت حرارتی ماده‌ی بسته‌بندی در ماده‌ی غذایی احتمال واکنش‌های تجزیه‌ای مختلفی وجود دارد که بر این مبنا احتمال تغییر در بافت و ویژگی‌های ماده‌ی غذایی وجود دارد. در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد وجود پوشش نتوانسته است مانعی در برابر خروج رطوبت در پوشش TGA باشد و لذا در پایان ماه نگهداری اول هیچ تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌های دارای پوشش ژلاتینی و TA دیده نشد. بین سختی در پایان ماه دوم و سوم بین نمونه‌های TGA نیز تفاوت معنی‌داری وجود نداشته است در صورتی که رطوبت طی این دو ماه کاهش معنی‌داری داشته است. به‌نظر می‌رسد دلیل این امر افزایش اکسایش و تأثیر فرآورده‌های تخریبی ناشی از آن بر بافت محصول باشد. عدالتیان و همکاران (۱۳۸۶) نیز روند سختی در پسته‌ی خام را در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد بر خلاف دو دمای ۲۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد افزایشی گزارش کردند. در پوشش TCA به دلیل رطوبت بیش‌تر سختی نیز بیش‌تر بود. در مورد پوشش‌های حاوی CMC و ژلاتین احتمالاً به دلیل ساختار منسجم‌تر پوشش و محافظت پسته‌ها در برابر اکسیژن علی‌رغم رطوبت بیش‌تر پسته‌ها نسبت به TGA سفتی پسته‌ها تفاوت معنی‌داری با گروه TGA نداشتند و حتی در ماه سوم سفتی بطور معنی‌داری کم‌تر از ماه دوم بود.



شکل ٤- اثر پوشش خوراکی بر سختی پسته‌ی برشته طی زمان نگهداری در دمای الف) ۳۵°C و ب) ۵۰ °C

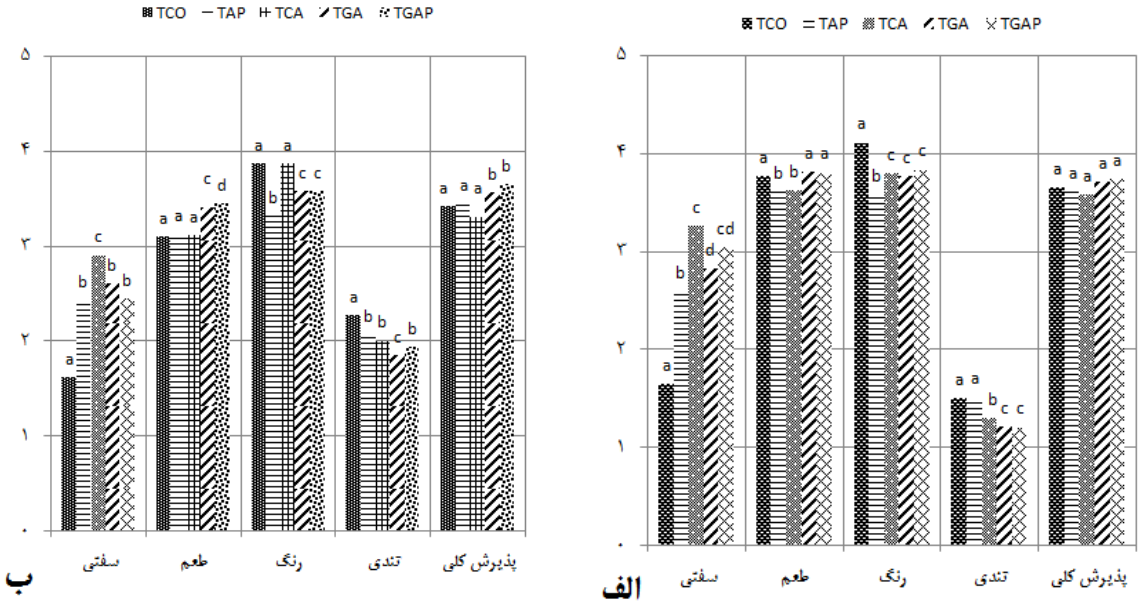
آزمون حسی

تندی: بررسی اثر پوشش خوراکی بر روی طعم روغنی (تندی) پسته‌های برشته‌شده نشان داد تفاوت بین نمونه‌ی شاهد و سایر نمونه‌ها در سطح ۵ درصد معنی‌دار است، بررسی اثر تیمارهای مختلف بر فاکتور تندی پسته در دو دمای مختلف در شکل ۵ ترسیم شده است. در دمای ۵۰°C بطور معنی‌داری شاخص تندی بالاتر بود و تنها بین نمونه‌ی TGA و TCGA سایر نمونه‌ها تفاوت معنی‌دار بود. اما در دمای ۳۵ °C اختلاف بین نمونه‌ی شاهد با سایر نمونه‌ها معنی‌دار بود و کم‌ترین امتیاز نیز مربوط به نمونه‌ی TCGA بود. استفاده از پوشش خوراکی به ویژه پوشش خوراکی مرکب ژلاتین- کربوکسی‌متیل‌سلولز توانست به‌طور معنی‌داری (P≤۰/۰۵) میزان طعم تندی را در پسته پایین نگه دارد. محققین دیگر نیز نتایج مشابهی را در مورد طعم تندی در بادام‌زمینی برشته و دانه‌ی صنوبر بدست آوردند (Abdul Haq*et al*., 2013; Mehyar*et al*., 2012).

طعم: بررسی اثر متقابل زمان نگهداری و نوع پوشش بر روی امتیاز حسی طعم در پسته‌های برشته شده نشان داد که در زمان صفر و پایان ماه اول نگهداری بیش‌ترین امتیاز حسی در دمای ۳۵°C مربوط به نمونه‌ی شاهد بود، اما به تدریج و با افزایش اکسیداسیون و طعم‌های متعاقب آن از امتیاز حسی پسته‌های نمونه‌ی شاهد کاسته شد و به این ترتیب در پایان زمان نگهداری دوم اختلاف معنی‌داری بین نمونه‌ی شاهد و نمونه‌های پوشش داده شده با ژلاتین و کربوکسی‌متیل‌سلولز از نظر طعم دیده شد. بنابر نظر ارزیاب‌های حسی در پایان ماه سوم نگهداری در نمونه‌ی شاهد و به ویژه در دمای ۵۰°C طعم تلخی در پسته‌ها دیده شد. در عین حال در نمونه‌های پوشش‌داده شده با کربوکسی‌متیل‌سلولز نیز امتیاز حسی در پایان ماه سوم بطور معنی‌داری کاهش یافت. به‌نظر می‌رسد دلیل این تغییر طعم واکنش‌های شیمیایی ناشی از تجزیه کربوهیدرات‌ها و واکنش‌های تجزیه‌ای اسیدآسکوربیک باشد. نتایج مشابهی نیز در مورد تغییر طعم گردوی آمریکایی پوشش داده شد با کربوکسی‌متیل سلولز و هیدروکسی‌متیل‌سلولز نیز گزارش شد (Baldwin & Wood, 2006). این نتایج همچنین با نتایج Grossoو Resurreccion (۲۰۰۲) بر روی بادام‌زمینی برشته شده و نتایج Abdul Haq و همکاران (۲۰۱۳) نیز در مورد دانه‌ی صنوبر و گردو پوشش داده شده با کربوکسی‌متیل‌سلولز دیده شد.

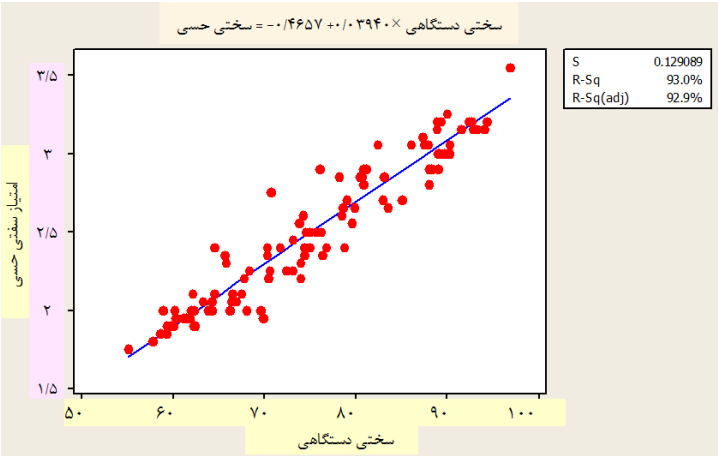
رنگ: نتایج نشان داد افزودن اسید آسکوربیک در قالب پوشش و بدون آن تأثیر معنی‌داری بر امتیاز رنگ پسته داشته است. افزودن آنتی‌اکسیدان‌ها به پوشش‌ها به جای افزودن مستقیم این مواد به محصول موجب رهاسازی کنترل‌شده‌ی این مواد شده و این ترکیبات را در برابر رطوبت، دما و دیگر آسیب‌های خارجی مصون نگاه می‌دارد و به این ترتیب پایداری و عملکرد آن‌ها بهبود می‌بخشد، به علاوه تا حدودی اثرات منفی برخی مواد بیواکتیو بر خصوصیات حسی را نیز کنترل می‌کند (Zhao & McDaniel, 2005). در این پژوهش نیز زمانی که از ترکیب آنتی‌اکسیدان اسیدآسکوربیک در قالب پوشش خوراکی بهره گرفته شد امتیاز حسی رنگ بطور معنی‌داری بیش‌تر از زمانی بود که این ترکیب بطور مستقیم بر روی محصول استفاده شد. نیک‌زاده و همکاران (۱۳۸۸) نیز امتیاز حسی رنگ در پسته‌های پوشش داده شده با آنتی‌اکسیدان اسید آسکوربیک کم‌تر از نمونه‌ی شاهد برآورد کردند. Min و Krochta (۲۰۰۷) با بررسی اثر پوشش پروتئین آب‌پنیر حاوی اسیدآسکوربیک بر روی رنگ بادام‌زمینی به این نتیجه رسیدند که حضور آنتی‌اکسیدان اسید آسکوربیک بر روی رنگ بادام‌زمینی‌های برشته شده تأثیرگذار است و نمونه را تیره‌تر ساخته و قرمزی این نمونه‌ها نیز بیش‌تر از نمونه‌ای بدون پوشش برآورد شد. آن‌ها این قرمزی را به خاطر تولید پیگمان قرمز حاصل از واکنش قهوه‌ای شدن مایلارد بین دهیدروآسکوربیک اسید و پروتئین آب‌پنیر عنوان کردند. مهیار و همکاران (۲۰۱۲) روی نمونه‌های پوشش داده شده با پروتئین آب‌پنیر و نشاسته‌ی نخود فرنگی در دانه‌ی صنوبر و

گردو نشان داد که رنگ نمونه‌های دارای پوشش بطور معنی‌داری با نمونه‌ی شاهد متفاوت است آن‌ها این تغییر رنگ را به رنگ زرد پوشش نسبت دادند (Mehyar*et al.*, 2012). Baldwin و Wood (۲۰۰۶) نیز تیره‌تر شدن گردوی آمریکایی را در اثر استفاده از پوشش کربوکسی‌متیل‌سلولز گزارش کردند.



شکل ۵- اثر پوشش خوراکی بر ویژگی‌های حسی پسته‌ی برشته در دو دمای الف) ۳۵°C و ب) ۵۰ °C

بافت: بررسی اثر پوشش خوراکی بر امتیاز حسی سفتی پسته در دو دمای ۳۵ و ۵۰ درجه سانتی‌گراد در شکل ۵ آمده است. همان‌طور که مشخص است وجود پوشش باعث افزایش معنی‌دار سختی در پسته‌های برشته شده است. که در مورد دلایل احتمالی آن در قسمت سختی دستگاهی توضیحات لازم آورده شده است. همبستگی بین سفتی دستگاهی و حسی بسیار بالا (۰/۹۳) بود (شکل ۶).



شکل ٦- همبستگی میان داده‌های حسی و دستگاهی مربوط به سختی پسته‌ی برشته

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد پوشش‌های خوراکی ژلاتین- کربوکسی‌متیل‌سلولز حاوی اسیدآسکوربیک می‌تواند پوشش خوراکی بسیار مناسبی برای افزایش زمان ماندگاری پسته‌ی برشته و دانه‌های آجیلی مشابه باشد. در استفاده از پوشش‌خوراکی ژلاتین دما یک فاکتور بحرانی محسوب می‌شود. بطوری که حضور پوشش‌های خوراکی ژلاتین در دمای

۵۰°C به دلیل باز شدن منافذ پوشش و عدم توانایی در مهار اکسیژن نتوانست تأثیر معنی‌داری بر شاخص‌های شیمیایی محصول داشته باشد و حضور کربوکسی‌متیل‌سلولز در کنار ژلاتین بطور معنی‌داری به دلیل ایجاد پیوند عرضی و افزایش استحکام ماتریکس پوشش از تأثیر حرارت بر عملکرد پوشش کاست. پوشش ژلاتینی و کربوکسی‌متیل‌سلولز باعث افزایش معنی‌دار سختی پسته‌ها شد و بر روی رنگ پسته نیز تأثیر معنی‌داری داشت. با این حال این تفاوت‌ها باعث کاهش امتیاز پذیرش کلی محصول به زیر آستانه‌ی پذیرش نشد و پسته همچنان از مقبولیت مناسبی برخوردار بود. در مجموع می‌توان گفت پوشش‌های خوراکی ژلاتین- کربوکسی‌متیل‌سلولز- اسیدآسکوربیک می‌تواند به عنوان یک پوشش اقتصادی و در دسترس برای جلوگیری از فساد اکسایشی دانه‌های آجیلی عملکرد مناسبی داشته باشد.

قدردانی

بدینوسیله از معاونت محترم پژوهش و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد و مدیر عامل محترم شرکت آجین خاورمیانه (پستیژ) که حمایت مالی و بستر سازی انجام این پژوهش را برعهده داشتند سپاس‌گزاری می‌گردد. لازم به ذکر است این پژوهش در قالب طرح پژوهشی با کد ۲/۲۸۹۲۵ در شورای پژوهشی دانشگاه فردوسی به تصویب رسید.

منابع

عدالتیان، م.ر.، صداقت، ن. و شریف، ع.، ۱۳۸۶، تأثیردرجه حرارت، نوع بسته‌بندی و زمان نگهداری بر سفتی بافت پسته رقم اوحدی و مقایسه آن با فاکتورهای حسی، مجله پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران، ۳ (۱)، ۷-۱.

مقصودلو، ع. و مقصودلو، ی.، ۱۳۹۲، تأثیر پوشش خوراکی کیتوزان با وزن‌های ملکولی و غلظت‌های مختلف بر واکنش‌های اکسایشی مغز پسته، نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی و نوآوری در علوم و صنایع غذایی، ۳۲ (۱)، ۱۳۱-۱۲۱.

مقصودلو، ع.، مقصودلو، ی.، خمیری، م. و قربانی، م.، ۱۳۹۲، بررسی فعالیت ضدقارچی پوشش خوراکی کیتوزان و تاثیر آن بر جذب رطوبت و ویژگی‌های ارگانولپتیکی مغز پسته، نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی،۱ (۲)، ۹۸-۸۷.

مؤسسه‌ی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۷۵،روش اندازه‌گیری رطوبت خشکبار، چاپ پنجم، استاندارد ملی ایران شماره ۶۷۲، مؤسسه‌ی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، تهران.

مؤسسه‌ی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۷، پسته, ویژگی‌ها. تجدید نظر چهارم. استاندارد ملی ایران شماره ۱۵، مؤسسه‌ی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، تهران.

مؤسسه‌ی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۹۰، روغن‌ها و چربی‌های گیاهی و حیوانی، اندازه‌گیری عدد اسیدی و اسیدیته- روش آزمون، تجدید نظر اول، استاندارد ملی ایران شماره ۴۱۷۸، مؤسسه‌ی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، تهران.

نیک‌زاده، و. و صداقت ن.، ۱۳۸۸، بررسی اثرات دمای برشته کردن، فرمولاسیون و زمان ماندگاری بر ویژگیهای کیفی روغن پسته و خصوصیات ارگانولپتیکی آن، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۶(۳)، ۵۵-۴۶.

Roma, Italy, Tel +39 06 588961, Fax +39 06 58896023, Email mleonardis@virgilio.it

Abdul Haq, M., JunaidAlam, M. &Hasnain, A., 2013, Gum Cordia, A novel edible coating to increase the shelf life of Chilgoza(Pinusgerardiana). LWT - *Food Science and Technology*, 50, 306-311.

Atares, L., Perez-Masia, R. &Chiralt, A., 2011,The role of some antioxidants in the HPMC film properties and lipid protection in coated roasted almonds. *Food Engineering*, 104, 649–656.

Baldwin E.A., 2007, Surface treatments and edible coatings in food preservation. In: Rahmanm M.S. (ed.), Handbook of Food Preservation, Boca Raton. *CRC Press, Florida*- USA.

Baldwin, E. & Wood, B., 2006, Use of edible coating to preserve pecans at room temperature.*HoRTscience*, 41(1), 188-192.

Brain, C.B. &Yada, R.Y., 2009, Food biochemistry. In: Campbell-Platt G. (ed), *Food science and technology*. Wiley-BlackWell, UK, West Sussex

Crop Life International, 2009, Guidelines for Specifying the Shelf Life of Plant Protection. Products Technical Monograph, 17(2), 3-9.

Demir, A.D., & Cronin, K., 2004,The thermal kinetics of texture change and the analysis of texture variability for raw and roasted hazelnuts. *International Journal of Food Science and Technology*, 39, 371-383.

Department of Aesthetic Medicine, Fisiobios, Roma, Italy;

Department of Plastic Surgery, Núcleo de PlásticaAvançada, São Paulo, SP, Brazil;

Department of Plastic Surgery, Consultorio de CirurgiaPlastica, *Criciuma*, SC, Brazil

Correspondence: Mauro Leonardis, Salvator Mundi International Hospital, Vialedelle Mura Gianicolensi, 67-00100

Gounga, M.E., Xu, S.Y. Wang, Z. & Yang, W.G., 2008, Effect of whey protein isolate-pullulan edible coatings on the quality and shelf life of freshly roasted and freeze-dried Chinese chestnut.food science, 73 (4), E155-161, 2008.

Grosso, N.R., &Resurreccion, A.V.A., 2002, Predicting consumer acceptance ratings of cracker-coated and roasted peanuts from descriptive analysis and hexanal measurements. *Journal of Food Science*, 67, 1530-1537.

Javanmard, M., 2008, Shelf Life of Whey Protein-Coated Pistachio Kernel (Pistacia Vera L.). *Journal of Food Process Engineering*, 31(2), 247–259.

Kang, H.J., Kim, S.J., You, Y.S., Lacroix, M. & Han, J., 2013, Inhibitory effect of soy protein coating formulations on walnut (Juglansregia L.) kernels against lipid oxidation. LWT - *Food Science and Technology*, 51(1), 393-396.

Kanner, J., 2007, Dietary advanced lipid oxidation end products are risk factors to human health. *Journal of Molecular Nutrition & Food Research*, 51,1094–1101.

Kita, A. &Figiel, A., 2007, Effect of storage time on texture and selected properties of walnuts.ActaAgrophysica, 2007, 9(1), 69-78

Krochta, J.M., 2002, Proteins as raw materials for films and coating, definition, current status, and opportunities. In, Protein-based Films and Coatings.Gennadios, A (Ed). CRC Press, Boca Raton. USA, Florida.

Lee, S.Y., Trezza, T.A., Guinard, J.X. &Krochta, J.M., 2002, Whey-Protein-Coated Peanuts Assessed by Sensory Evaluation and Static Headspace Gas Chromatography. *Food Science*, 67, 1212-1218.

Leonardis, M., Palange, A., FV Dornelles, R. &Hund, F., 2010, Use of cross-linked carboxymethyl cellulose for soft-tissue augmentation, preliminary clinical studies.*Journal of Clinical Interventions inAging*, 5, 317–322.

Department of Plastic Surgery, Salvator Mundi International Hospital, Roma, Italy;

Liu, Z., Ge, X., Dong, S., Zhao, Y.&Zeng, M., 2012, Effects of chitosan molecular weight and degree of deacetylation on the properties of gelatine-based films. *Food Hydrocolloids* 26, 311-317

Mate, J.I. &Krochta, J.M., 1997,Whey protein and acetylated monoglyceride edible coatings effect on the rancidity process of walnuts. *Agricultural and food chemistry*, 45 (7), 2509–2513.

Mehyar, G.F., Al-Ismail, KH., Han, J.H., &Chee, G.W., 2012, Characterization of Edible Coatings Consisting of Pea Starch, Whey Protein Isolate, and Carnauba Wax and their Effects on Oil Rancidity and Sensory Properties of Walnuts and Pine Nuts. *Food Science*, E1-E8.

Meilgaard, M., Civille, G.V.& Carr, B.T., 2006, Sensory evaluation techniques. 4th ed. USA, Taylor and Francis Group,CRC Press, USA, Florida.

Mexis, S.F., Badeka, A.V., Riganakos, K.A., Karakostas, K.X. &Kontominas, M.G., 2009, Effect of packaging and storage conditions on quality of shelled walnuts. *Food Control*, 20(8), 743-751.

Min, S. &Krochta J.M., 2007, Ascorbic acid-containing whey protein film coating for control of oxidation. *Agricultural and food chemistry*, 55 (8), 2964-2969.

Natur Land., 2002, organic farming in the tropics and subtropics exemplary description of 20 crops,cashew nuts.1st ed., Natureland, Germany.

Nikzadeh, V. and Sedaghat, N., 2008, Physical and Sensory Changes in Pistachio Nuts as Affected by Roasting Temperature and Storage. American-*Eurasian Journal of Agricalture&Environmet Science*, 4 (4), 478-483.

NurHanani, Z.A., Roos, Y.H. & Kerry, J.P., 2012, Use of beef, pork and fish gelatin sources in the manufacture of films and assessment of their composition and mechanical properties, *Food Hydrocolloids*, 29, 144-151.

Oluwaseun, A.C., Kayode, A., Bolajok, F.O., Bunmi, A.J. &Olagbaju, A.R., 2013,Effect of edible coatings of carboxymethyl cellulose and corn starch on cucumber stored at ambient temperature. *Asian Journal of Agriculture&Biological*, 1(3),133-140.

Ozdemir, M., 2001, Mathematical analysis of color change and chemical parameters of roasted hazelnuts.Ph.D Thesis. *Istanbul Technical university*.

Semb, N.T., 2012, Analytical Methods for Determination of the Oxidative Status in Oils.15th ed. NTNU-Trondheim, Norway.

Shahidi, F. &Zhong, Y., 2005, Lipid oxidation, measurement methods, Bailey' s industrial oil and Fat Prodicts, 6 th ed. Vol 6. John's New Foundland, Canada.

Taheri, S., Motalebi, A.A.&Fazlara, A., 2012, Antioxidant effect of ascorbic acid on the quality of Cobia (Rachycentroncanadum) fillets during frozen storage.*Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 11(3).666-680.

Thakur, N.S., Sharma, S., Joshi, V.K., Thakur, K.S. & Jindal, N., 2012, Studies on drying, packaging and storage of solar tunnel dried chilgoza nuts. Archives of Applied Science Research, 4 (3),1311-1319

Unecef Standard., 2002,Concerning the marketing and commercial quality control of cashew kernels. Ddp-17, United Nations, New York And Geneva.

Zhao, Y. & McDaniel, M., 2005, Sensory quality of foods associated with edible film and coating system and shelf-life extension. In: Han, J.H. (Ed),*Innovations in Food Packaging*. Academic Press. London.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 12, No. 4, Oct- Nov 2016, p. 415-427

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۲، شماره ۴، مهر- آبان ۱۳۹۵، ص. ۴۲۷-۴۱۵

Effect of edible composite coatings on shelf life of roasted pistachio nuts

N. Sedaght[1]*- S. Khoshnoudi-nia[2]

Received: 24.04.2014
Accepted: 15.12.2014

Introduction: Pistachio (*Pistaciavera L.*) is a tasty nut and a good source of nutrients. Ithas a high content of numerous beneficial nutritive and bioactive compounds such as proteins, carbohydrate, moisture, vitamins, minerals, fiber and other micronutrients compounds, but the most exceptional components are the amount of fats and especially unsaturated fatty acids. Therefore, this nut is highly susceptible to rancidity, especially after roasting. Despite the high quality, raw pistachio and pistachio processing industry at Iran, export of roasted and packaged pistachio, due to low shelf life and drastic changes intaste, is not very successfull. An effort was made to investigate the efficacy of gelatin in comparison with carboxymethyl cellulose (CMC) as edible coating to retard fat oxidation in roasted pistachio.

Materials and methods:Five coating formulations were investigated in this study as follow: A) Gelatin (4% w/v) + ascorbic acid (1% w/v): TGA, B) CMC (1% w/v)+ ascorbic acid (1% w/v): "TCA", C) ascorbic acid (1% w/v): "TA", D) Gelatin (4% w/v) + CMC (1% w/v) + ascorbic acid (1% w/v): "TCGA" and 5) control sample (uncoated sample): "TCO".Roasted pistachio nuts were coated by dipping the nuts in the coating solutions. For each treatment, 100 gram of pistachio nuts were packaged (BOPP/Al/CPP, 80 micron plastic bags) in triplicate. The physicochemical analysis included measurement of free fatty acid (FFA), peroxide value (meq.O_2 kg^{-1}),hardness (N), moisture (%) and the sensory evaluation (texture, rancidity, taste and overall acceptability) were performed on coated and uncoated pistachio nuts stored at 35 and 50 °C. The nuts were sampled on the 0th, 1st, 2nd and 3rd month of storage. Data was analyzed using Minitab 16. Analysis of variance (ANOVA) and general linear models (GLM) procedure wereused to compare the mean values of each treatment and Significant differences between the means of parameters were determined based on the results of the Tukey's multiple range test ($p<0.05$).

Results& discussion: The results show that the peroxide value increased with time in coated and uncoated samples. However, this value in gelatin and CMCedible coating containing ascorbic acid was significantly ($p\leq0.05$) lower than the control sample. At 50°C all coatings were less efficient in delaying oxidation. Theminimum peroxide value happened in TCGA sample. Using gelatin and CMC coating containing antioxidants, especially the simultaneous use of both coating materials, in preventing the formation of free fatty acids were more effective than directly addition of antioxidant agents on the pistachio nut surface. In addition, there was a significant difference between control samples and four other formulations.TGA and TCA samples had significantly lower FFA content than other samples, but there was no significant difference between both samples ($p>0.05$).FFA content of TCGA sample was significantly lower than other samples.The highest protection, according to these criterions, was provided by gelatin-CMC coating containing ascorbic acid.The control samples exhibited more bitterness and off flavor than the coated samples, seemingly on account of chemical reaction and second products of oxidation content. Instrumental and sensory hardness of pistachio nuts which were coated with gelatin and/ or CMC (TCA, TGA and TCGA) were significantly ($p<0.05$) higher than control and TA samples. The highest hardness was observed in TCA sample buton the otherhand, uncoated sample (TCO) showed the lowest hardness.The effect of storage time on hardness was also significant ($p<0.05$). Hardness in control samples increased during storage while that of gelatin and or CMC coated pistachio showed decreasing trend.The moisture content of CMC and gelatin coated pistachios were more than control samples. Statistically significant different were recorded for color of coated and uncoated pistachio nuts during 3 months of storage which score of color for control sample was higher than other samples and lowest score corresponding to TA samples. In other words, use of ascorbic acid lonely or in the coating matrix caused reduction of sensory evaluation of color.

Conclusion: The results of this study showed that edible coatings based on gelatin and CMC containing ascorbic acid protect roasted pistachio from oxygen and delay lipid oxidation. Gelatin and CMC coating

1. Associate Professor, Department of Food Science, College of Agriculture, Ferdowsi University, Mashhad, Iran.
2. MSc graduate, Department of Food Science, College of Agriculture, Ferdowsi University, Mashhad, Iran.Address: Department of Food Science and Technology, Shiraz University, Shiraz, Iran.
(*-Corresponding Author Email: sedaghat@yahoo.com)

increased instrumental hardness and sensory firmness of pistachio but provided positive sensory preference compared to the control by protection pistachio nuts against lipid oxidation during the storage. Therefore, use of gelatin-CMC coating containing ascorbic acid as a commodious coating has a good potential for reduction in the rate of oxidation and subsequently increase of shelf life of pistachio nuts and probably other food products containing a high lipid proportion, while gelatin and CMC edible coating did not adversely affect ontotal acceptance of the product.

Keywords: Edible coating, Lipid Oxidation, Pistachio nuts, Roasting, Shelf-life.