

بررسی اثر انواع امولسیفایرهای مختلف بر فعالیت آبی و پایداری کره گردو در طی زمان ماندگاری

مصطفی شهیدی نوقابی^{۱*}، راضیه نیازمند^۱، مژده صراف^۲، مهناز شهیدی^۳

۱- دانشیار گروه شیمی مواد غذایی، مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی، مشهد، ایران.

۲- دانشجوی دکترای شیمی مواد غذایی، مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی، مشهد، ایران.

۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قوچان، قوچان، ایران.

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۳/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۱/۱۶)

چکیده

کره گردو محصول بسیار ارزشمندی از لحاظ تغذیه ای است که از مغز گردو بدست می آید. یکی از مشکلات اصلی در تولید کره های گیاهی جداشدن فاز روغنی در محصول می باشد. در این تحقیق میزان فعالیت آبی و پایداری فیزیکی کره گردو (در حضور غلظت های ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد امولسیفایرهای مونوگلیسرید، لستین، اسپان ۸۰ و توئین ۲۰) طی ۷۵ روز نگهداری در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج بیانگر کاهش جزئی a_w نمونه های کره گردو حاوی لستین، اسپان ۸۰ و مونوگلیسرید تا روز ۱۵ام نگهداری بود و پس از آن روند تقریباً ثابتی را نشان داد. لستین در کاهش درصد جداشدن روغن طی دوره نگهداری کارآمدتر از سایر امولسیفایرهای مورد مطالعه عمل کرد درحالی که اسپان ۸۰ تأثیر معنی داری بر پایداری امولسیون کره گردو نداشت و توئین ۲۰ اثر منفی بر درصد جداشدن روغن از کره گردو طی دوره نگهداری برجا گذاشت.

کلید واژگان: کره گردو، امولسیفایر، فعالیت آبی

* مسئول مکاتبات: m.shahidi@rifst.ac.ir

۱- مقدمه

کره گردو یک محصول ترکیبی حاصل از گردو است که با استفاده از مغز گردوی بوداده شده و آسیاب شده همراه شیرین کننده (شکر یا دیگر شیرین کننده‌ها) و کمی نمک به دست می‌آید. امروزه در صنایع غذایی از افزودنی‌هایی مثل امولسیون کننده‌ها، آنتی‌اکسیدان‌ها، قوام دهنده‌ها و غیره جهت بهبود کیفیت و افزایش عمر ماندگاری غذایی به طور گسترده‌ای استفاده می‌شود. البته باید توجه داشت تا مقادیر هریک از موارد ذکر شده باید در حد بهینه باشد و لذا بهینه‌سازی فرمولاسیون مواد غذایی نقش مهمی در بهبود کیفیت آن خواهد داشت.

یکی از پارامترهای مهم در تولید کره‌های گیاهی دوفاز نشدن آن در طی نگهداری است [۱]. معمولاً با استفاده از انواع روش‌های فراوری و همچنین افزودن امولسیون کننده‌های مناسب از جدا شدن فازها جلوگیری به عمل می‌آید [۲ و ۳]. امولسیون کننده‌های مختلفی امروزه در صنایع غذایی به کار گرفته می‌شود که از آن جمله می‌توان لستین، مونودی‌گلیسیریدها، گلیسرول، مونواسترات، استرهای پلی‌گلیسرول، استرهای سوربیتان، پلی‌سوربات‌ها، مشتقات اسیدلاکتیک و غیره اشاره نمود [۴].

مرحله اول در تشکیل امولسیون تخریب و متلاشی کردن قطرات درشت است. سپس باید مقدار کافی از امولسیفایر مناسب در حد فاصل بین فاز آب و روغن جذب گردد تا از تراکم و یکی شدن قطرات پراکنده جلوگیری گردد [۵]. از جمله عواملی که به پایداری امولسیون‌ها کمک می‌کند، ماکرومولکول‌هایی مثل پروتئین‌ها و هیدروکلوئیدها هستند. قدرت امولسیفایری پروتئین‌ها به میزان حلالیت و فعالیت سطحی آنها بستگی دارد. پروتئین‌های با جرم مولکولی کم و اندازه کوچک و کروی شکل به علت پایین بودن فعالیت سطحی شان و پروتئین‌هایی که به میزان زیادی هیدروفیلیک هستند مانند پروتئین‌های تغییر شکل یافته که حلالیت پایینی دارند تأثیر زیادی در تثبیت امولسیون‌ها ندارند. پروتئین‌های دارای فعالیت امولسیفایری مانند کازئینات‌ها سطح بسیار فعال و حلالیت مناسبی دارند. قدرت امولسیفایری پروتئین‌ها به میزان pH، غلظت نمک‌ها و دمای سیستم بستگی دارد. کاهش pH (از ۷ به ۶) و افزایش قدرت یونی (افزودن

کلرید سدیم در حد ۰/۲ مول) موجب کاهش نیروهای دافعه الکتروستاتیک در سیستم پروتئین‌ها و افزایش تجمع آنها می‌شود. به همین دلیل تشکیل پل‌های پروتئینی بین قطرات روغن در فاز پراکنده بیشتر شده و امولسیون به صورت لخته درمی‌آید. صمغ‌ها نیز از جمله ماکرومولکول‌های دارای سطح فعال هستند که با جذب شدن روی سطح قطرات فاز پراکنده در امولسیون‌ها باعث تثبیت امولسیون می‌گردند [۵].

پایداری امولسیون (جدا شدن روغن) در کرم‌ها یک مشکل اساسی است که در حین نگهداری بر کیفیت محصول اثر می‌گذارد. ناپایداری بودن امولسیون سبب چقرمگی^۱ محصول و جدا شدن روغن از آن شده و مواد بسته‌بندی نیز روغنی می‌شوند.

Ereifej و همکاران (۲۰۰۵) تأثیر استفاده از روغن پالم غیرهیدروژنه، گلیسرول، کنسانتره پروتئین سویا، ژلاتین، لستین، پکتین، صمغ عربی، پودر شکر و کلرید کلسیم بر بهبود کیفیت حلوا کنجدی را بررسی کردند. کنسانتره پروتئین سویا، ژلاتین، گلیسرول و لستین نقشی در بهبود پایداری امولسیون حلوا در دمای نگهداری ۲۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد نداشتند که علت آن تأثیر ترکیبات دیگر مثل ساکارز بر سیستم حلوا کنجدی است که با چربی‌ها و پروتئین‌ها واکنش می‌دهند. کلرید کلسیم، پودر شکر، صمغ عربی و پکتین جدا شدن روغن را کاهش داد. علاوه بر این، ۱ یا ۲/۵ درصد روغن غیرهیدروژنه پالم ویسکوزیته خمیر روغنی را کاهش و پایداری آن را افزایش داد [۶].

Mosazadeh و همکاران (۲۰۱۳) یک کرم کم‌چرب بر پایه روغن پسته و با استفاده از صمغ زانتان، کره کاکائو و منوگلیسیرید تقطیر شده (DMG) تهیه کردند. صمغ زانتان و DMG پایداری امولسیون را افزایش دادند. بهترین فرمولاسیون کرم با ۱۵ درصد روغن پسته، ۷/۵ درصد کره کاکائو، ۰/۳ درصد صمغ زانتان و ۱ درصد منوگلیسیرید تقطیر شده به دست آمد [۷]. امولسیفایرهای مورد استفاده می‌توانند شامل منو و دی‌گلیسیریدها، لستین، منواسترهای ساکارز، استرهای پلی‌گلیسرول، استرهای سوربیتان، گلیکول‌های پلی‌اتوکسیله و مخلوطی از آنها باشد. مقدار آنها نیز حدود ۵ درصد و ترجیحاً حدود ۰/۱ تا ۳ درصد می‌باشد [۸].

1. Toughness

به‌عنوان امولسیفایر استفاده شد. جهت بررسی روند پایداری کره گردو در طول مدت نگهداری، آزمون‌های جداسدن روغن و فعالیت آبی^{۱۱} روی نمونه‌ها انجام شد.

۲-۳- فعالیت آبی (a_w)

a_w نمونه توسط دستگاه a_w متر (مدل Lab Master.aw/Novasina، ساخت سوئیس) اندازه‌گیری شد. قبل از اندازه‌گیری باید نمونه به دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد برسد. اما باید توجه داشت که نمونه بدون تبادل رطوبت با محیط باشد. سپس مقداری از نمونه در ظرف پلاستیکی مخصوص ریخته و داخل دستگاه قرار داده شد و درب دستگاه بسته شد تا در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به فشار بخار ثابت برسد. پس از طی مدت زمانی (این زمان در هر نمونه متفاوت بود)، میزان فشار بخار آب ثابت‌شده بر فشار بخار آب خالص یا به عبارتی a_w نمونه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد نمایش داده‌شده روی صفحه دستگاه خوانده شد.

۲-۴- آزمون جداسدن روغن

به‌منظور بررسی میزان و میزان جداسدن روغن از نمونه‌های کره گردو، ۱۰ g از نمونه در تیوب مخصوص توزین شد. سپس در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد با نیروی نسبی $g \times 41410$ و سرعت ۲۱۰۰۰rpm به مدت ۱۵ min توسط سانتریفیوژ (مدل Z36HK/HERMLE، ساخت آلمان) جداسازی صورت گرفت و میزان روغن جداشده توزین شد. درصد روغن جداشده از رابطه (۱) به‌دست آمد [۹].

$$100 \times (10/1) \times (\text{گرم روغن جدا شده از نمونه}) = \text{درصد روغن جدا شده}$$

(۱)

۲-۵- تجزیه و تحلیل آماری

در این پژوهش از طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. داده‌ها در سه تکرار و در سطح اطمینان ۹۵ درصد مورد آنالیز آماری قرار گرفت. برای آنالیز آماری داده‌ها از نرم افزار مینی تب نسخه ۱۶ و برای رسم نمودارها از نرم افزار اکسل نسخه ۲۰۰۷ استفاده شد.

هدف از این تحقیق بررسی نوع و سطح غلظتی امولسیون‌های مختلف در پایدار سازی کره گردو و انتخاب بهترین نوع امولسیفایر و سطح غلظتی آن در فرمولاسیون کره گردو می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- تهیه کره گردو

جهت تهیه کره، گردوهای بو داده شده توسط یک آسیاب مکانیکی قوی (مدل آرمان خرد توس، ساخت ایران) خرد شد. شکر آسیاب‌شده به میزان ۲۰ درصد، نمک به میزان ۰/۱ درصد به آن اضافه شد. عمل هم‌زدن با استفاده از آسیاب نیمه‌صنعتی (توس‌شکن خراسان، ساخت ایران) تا تهیه مخلوط یکنواخت و همگن ادامه یافت. سپس مخلوط (که حالت خمیری داشت) وارد آسیاب ساچمه‌ای شده و تا تبدیل شدن به یک کرم یکدست و یکنواخت آسیاب گردید (در دمای محیط به مدت ۶۰ دقیقه). هدف از این پژوهش بررسی اثر امولسیون‌های مختلف در سطوح غلظتی متفاوت بر ویژگی‌های شیمیایی و حسی کره گردو تولید شده و بهینه‌یابی آن می‌باشد.

۲-۲- بررسی اثر امولسیفایرها بر ویژگی‌های

فیزیکی و حسی کره گردو در طی زمان

ماندگاری

در این مرحله امولسیفایر بر ویژگی‌های نمونه‌های کره گردو طی ۷۵ روز نگهداری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد بررسی شد. بدین‌منظور 5 ± 0.5 کره گردو توزین شده و در ظرف‌های درب‌دار از جنس پلاستیک و به قطر ۵/۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۵ سانتی‌گراد ریخته شد. درب ظرف‌ها کاملاً بسته‌شده و در داخل گرمخانه با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. برای هر نمونه ۳ ظرف (۳ تکرار) آماده شد و آزمون‌ها در فواصل زمانی ۱۵ روزه روی نمونه‌ها انجام شد. به فرمول پایه کره گردو امولسیفایرهای مختلف در مقادیر ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲/۵ درصد افزوده شد. از مونوگلیسرید، لستین، اسپان ۸۰ و توئین ۲۰

۳- نتایج و بحث

۳-۱- تاثیر امولسیفایر های مختلف بر فعالیت

آبی (a_w) کره گردو طی دوره نگهداری

آب مهم‌ترین عامل در کنترل فساد شیمیایی و میکروبی مواد غذایی است. اما صرفاً میزان آب موجود در یک ماده غذایی نمی‌تواند ملاک فساد قرار گیرد بلکه موجودیت یا در دسترس بودن آب حائز اهمیت است که این آب قابل دسترس یا آزاد تحت عنوان فعالیت آب مورد بررسی قرار می‌گیرد. رطوبت مواد غذایی شامل آب آزاد و آب پیوسته (آبی متصل به گروه‌های عاملی مانند آمین، هیدروکسیل و غیره که قابل دسترس نیست) می‌باشد [۱۰]. بنابراین هر چقدر a_w یک ماده غذایی پایین‌تر باشد، پایداری آن در مقابل فساد شیمیایی و میکروبی بیشتر است.

تغییرات a_w نمونه‌های کره گردو حاوی غلظت‌های مختلف از امولسیفایرهای مورد مطالعه طی ۷۵ روز نگهداری در مقایسه با نمونه شاهد (بدون امولسیفایر) در جدول ۱ نشان داده شده است. a_w نمونه‌های کره گردو شاهد در فاصله بین روز اول تا ۱۱۵ام کاهش یافت اما پس از آن مقداری افزایش نشان داد. پس از گذشت ۱۵ روز تا پایان دوره نگهداری، a_w نمونه شاهد تغییر معنی‌داری را نشان نداد ($P > 0.05$).

نتایج بررسی اثر مونوگلیسرید بیانگر کاهش جزئی a_w در همه نمونه‌ها از روز اول تا روز ۱۱۵ام بود درحالی‌که پس از گذشت این مدت روند ثابتی در میزان a_w طی دوره نگهداری مشاهده شد. افزایش غلظت مونوگلیسرید تأثیر معنی‌داری بر میزان a_w طی دوره نگهداری نداشت ($P > 0.05$).

همان‌طورکه از جدول (۱) پیداست، در نمونه‌های کره گردو حاوی لستین همانند نمونه شاهد از روز اول تا روز ۱۱۵ام، a_w کاهش نشان داد. بیشترین افزایش a_w در نمونه‌های حاوی ۰/۵ و ۱ درصد لستین از روز ۱۱۵ام تا ۱۶۰ام مشاهده شد ($P < 0.05$). پس از ۶۰ روز نگهداری، مقدار a_w در این نمونه‌ها کاهش یافت که این کاهش معنی‌دار نبود.

بررسی تغییرات a_w نمونه‌های کره گردو حاوی غلظت‌های مختلف اسپان ۸۰ گویای کاهش معنی‌دار a_w در همه نمونه‌ها از

روز اول تا روز ۱۱۵ام بود ($P < 0.05$) اما پس از گذشت ۱۵ روز تغییرات a_w در نمونه شاهد و نمونه‌های حاوی اسپان معنی‌دار نبود ($P > 0.05$).

همان‌طورکه در جدول (۱) مشخص است تغییرات a_w در نمونه‌های کره گردو حاوی غلظت‌های مختلف توئین ۲۰ از روز اول تا روز ۱۶۰ام معنی‌دار نبود ($P > 0.05$) ولی در فاصله بین روز ۱۶۰ تا ۱۷۵ام اندکی کاهش نشان داد.

شکل ۱ اثر نوع و غلظت امولسیفایر را بر a_w نمونه‌های کره گردو در روز اول و آخر نگهداری نشان می‌دهد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که افزایش غلظت مونوگلیسرید، اسپان و توئین از ۰/۵ به ۲ درصد تغییر معنی‌داری در میزان a_w نمونه‌های کره گردو در روز اول نگهداری ایجاد نکرد ($P > 0.05$) درحالی‌که افزایش غلظت لستین از ۰/۵ به ۲ درصد منجر به کاهش جزئی و تدریجی میزان a_w کره گردو شد (شکل ۱ الف).

همان‌طورکه در شکل (۱-ب) مشاهده می‌شود، a_w نمونه‌های کره گردو حاوی امولسیفایرهای مختلف در روز ۱۷۵ام نگهداری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند ($P > 0.05$). این مطلب در مورد غلظت‌های مختلف هر امولسیفایر نیز صادق است.

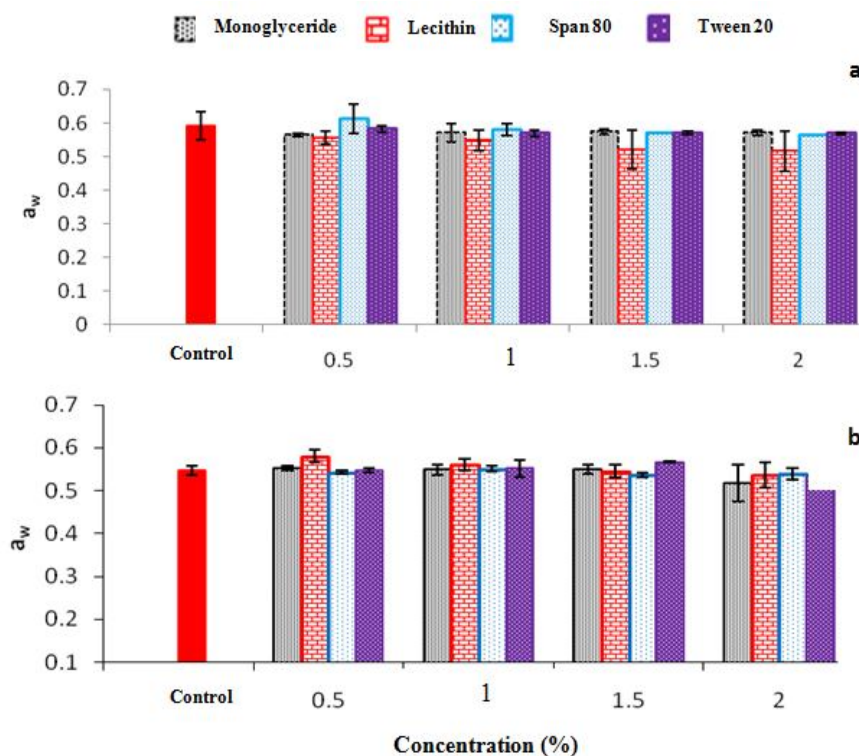
به نظر می‌رسد ماهیت آب‌دوست لستین (فسفاتیدیل کولین) و وجود گروه‌های قطبی فسفات در ساختمان آن منجر به هیدراته کردن بیشتر آب و کمتر شدن آب آزاد و در نتیجه کاهش a_w نسبت به سایر نمونه‌ها در روز اول پس از تولید شد اما با گذشت زمان به دلیل پایداری کمتر نمونه‌های حاوی لستین و جدا شدن روغن و تبدیل بخشی از آب پیوسته به آزاد a_w افزایش یافت.

به‌طور کلی مقایسه a_w نمونه‌های کره گردو حاوی امولسیفایرهای مختلف در روز ۱۷۵ام بیانگر کاهش جزئی a_w آنها نسبت به روز اول بود. البته این کاهش در مورد نمونه شاهد نیز صادق بود که می‌تواند بیانگر تبدیل مقداری از آب آزاد به آب پیوسته در طی زمان نگهداری به دلیل برهمکنش‌های بین اجزاء کره گردو باشد.

باتوجه به اینکه تقریباً در همه نمونه‌ها در تمام مدت نگهداری زیر ۰/۶ می‌باشد انتظار می‌رود سرعت فساد شیمیایی و میکروبی در نمونه‌های کره گردو بسیار کم باشد.

Table 1 Changes a_w Walnut butter samples containing different concentrations of emulsifier during 75 days storage at 25

Time (day)						Concentration (%)	Emulsifier
75	60	45	30	15	1		
0.547±0.01	0.546±0.01	0.550±0.01	0.546±0.02	0.550±0.02	0.591±0.04	-	Control
0.552±0.01	0.550±0.01	0.557±0.00	0.560±0.01	0.557±0.01	0.566±0.01	0.5	Monoglycerides
0.549±0.01	0.560±0.01	0.547±0.01	0.555±0.01	0.553±0.01	0.571±0.03	1	
0.550±0.01	0.555±0.01	0.547±0.02	0.559±0.01	0.551±0.02	0.574±0.01	1.5	
0.519±0.04	0.559±0.01	0.561±0.01	0.552±0.01	0.547±0.02	0.571±0.01	2	
0.580±0.01	0.620±0.07	0.559±0.01	0.556±0.02	0.508±0.07	0.557±0.02	0.5	Lecithin
0.560±0.01	0.602±0.06	0.530±0.06	0.523±0.06	0.483±0.01	0.548±0.03	1	
0.545±0.01	0.545±0.01	0.547±0.02	0.515±0.06	0.525±0.06	0.520±0.06	1.5	
0.536±0.03	0.526±0.04	0.551±0.02	0.526±0.06	0.505±0.08	0.516±0.05	2	
0.542±0.01	0.552±0.01	0.552±0.01	0.564±0.00	0.553±0.02	0.613±0.04	0.5	Span 80
0.551±0.01	0.513±0.03	0.552±0.00	0.554±0.01	0.530±0.06	0.581±0.02	1	
0.537±0.01	0.539±0.01	0.557±0.00	0.560±0.01	0.538±0.03	0.570±0.00	1.5	
0.540±0.01	0.523±0.04	0.556±0.01	0.548±0.01	0.549±0.02	0.562±0.00	2	
0.547±0.01	0.578±0.02	0.576±0.01	0.563±0.01	0.569±0.03	0.582±0.01	0.5	Tween 20
0.552±0.02	0.556±0.02	0.556±0.01	0.577±0.01	0.564±0.01	0.569±0.01	1	
0.567±0.00	0.576±0.00	0.566±0.01	0.569±0.01	0.573±0.01	0.570±0.01	1.5	
0.532±0.02	0.576±0.01	0.566±0.01	0.556±0.02	0.568±0.01	0.569±0.01	2	

**Fig 1** Effect of different emulsifier concentrations on a_w Walnut butter samples on the first day (a) and after 75 days (b) Storage at 25 °C

سختی همه نمونه‌های کره گیاهی می‌تواند طی دوره انبارداری و نگهداری افزایش یابد که علت آن مهاجرت روغن به سمت سطح و رسوب ذرات جامد در کف به دلیل نیروی جاذبه است که این

۳-۲- تاثیر امولسیفایر های مختلف بر پایداری (دوفاز نشدن) کره گردو طی دوره نگهداری

ماند روغن و کاهش درصد جداسازی پس از ۱۲ هفته بود. افزایش غلظت پایدارکننده تا ۱ درصد منجر به کاهش و یا حتی صفر شدن درصد جداسازی در برخی موارد شد. بهترین نتیجه با Myvatex momoset به دست آمد [۱۲].

بررسی نتایج گویای این مهم است که در نمونه‌های حاوی لستین نیز درصد جداسازی روغن از محصول در طول مدت نگهداری به طور تدریجی کاهش یافت که شتاب کاهش در نمونه‌های کره گردوی حاوی ۱/۵ درصد لستین بیش از سایر نمونه‌ها بود (شکل ۲-ب). نتایج مقایسه میانگین حاکی از عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین پایداری نمونه‌های کره گردو (به استثنای غلظت ۱ درصد) در مقایسه با شاهد بود ($P > 0/05$).

Aloui و همکاران (۲۰۱۶) اثر افزودن مونوگلیسرید (۱/۲۵ و ۲/۲۵ درصد) را بر ماند روغن در حلوا بر پایه کنجد در مقیاس صنعتی بررسی کردند. نتایج آنها حاکی از افزایش درصد ماند روغن همگام با افزایش درصد امولسیفایر بود به طوری که در حضور ۲/۲۵ درصد مونوگلیسرید، ماند روغن ۴ درصد افزایش یافت. این محققین همچنین اثر دو نوع مونوگلیسرید و لستین سویا را بر ماند روغن در حلوا بر پایه کنجد در غلظت‌های مختلف (۰/۲۵، ۱/۲۵ و ۲/۲۵ درصد) در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ روز بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که افزایش غلظت مونوگلیسرید به افزایش ماند روغن منجر شد طوری که در غلظت ۲/۲۵ درصد ماند روغن در کل دوره نگهداری تقریباً ۱۰۰ درصد بود اما در مورد سایر غلظت‌ها، با افزایش زمان درصد جداسازی روغن افزایش یافته و ماند روغن کمتر شد. ماند روغن در نمونه‌های حاوی لستین با گذشت زمان به طور معنی‌داری کاهش یافت و غلظت بیشتر کارایی کمتری در ماند روغن طی دوره ماندگاری داشت [۱۳].

نتایج مقایسه میانگین حاکی از عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین غلظت‌های مختلف اسپان بر پایداری کره گردو طی ۷۵ روز نگهداری بود (شکل ۲-ج). در این نمونه‌ها با افزایش زمان نگهداری روند کاهشی درصد جداسازی روغن از محصول مشاهده شد و در کل مدت نگهداری بین نمونه شاهد و نمونه‌های حاوی غلظت‌های مختلف اسپان اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد ($P > 0/05$).

اتفاق اثر نامطلوبی روی کیفیت محصول دارد. شکل (۲) تغییرات میزان جداسازی روغن از کره گردوی حاوی غلظت‌های مختلف امولسیفایر طی ۷۵ روز نگهداری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد را نشان می‌دهد.

همان‌طور که از شکل (۲-الف) پیداست، به‌طور کلی روند جداسازی روغن در همه نمونه‌ها به‌طور تدریجی کاهش یافت. نتایج مقایسه میانگین بیانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین نمونه شاهد و نمونه‌های حاوی مونوگلیسرید (به استثنای غلظت ۰/۵ درصد) بود ($P > 0/05$). بیشترین میزان جداسازی روغن از محصول در نمونه‌های حاوی غلظت ۰/۵ درصد مونوگلیسرید (۲۷/۶ درصد) در روز اول پس از تولید مشاهده شد که در طول مدت نگهداری نیز تا روز ۴۵ام درصد جداسازی روغن در این نمونه به‌طور معنی‌داری بیش از سایر نمونه‌ها بود ($P < 0/05$), در حالی که پس از روز ۴۵ام نگهداری، روند کاهشی در میزان جداسازی روغن از محصول مشاهده شد. براساس نتایج به‌دست‌آمده به نظر می‌رسد افزودن مونوگلیسرید اثر کارآمدی بر پایداری کره گردو طی این مدت نگهداری به‌جانگذاشته است و حتی مونوگلیسرید در غلظت‌های کم منجر به از هم‌گسیختگی بیشتر امولسیون کره گردو نیز شده است.

Mousazadeh و همکاران (۲۰۱۴) از روغن پسته، کره کاکائو، صمغ زانان و مونوگلیسرید جهت تولید اسپرد پسته استفاده کردند. نتایج آنها حاکی از این بود که همگام با افزایش میزان مونوگلیسرید از ۰/۵ تا ۱ درصد، سختی و چسبندگی اسپرد پسته افزایش یافت. این محققین اذعان داشتند که مخلوط مونوگلیسریدهای اشباع و غیراشباع در فرمولاسیون منجر به فراهم نمودن SFC مناسب برای سیستم تری‌گلیسریدی می‌شود و این استرهای اسید چرب گلیسرولی، گرانیوی پلاستیکی را افزایش و پوشش ذرات شکر را کاهش می‌دهد که به اصطحکاک و سختی بیشتر منجر می‌شود [۱۱].

Lustre و همکاران (۲۰۰۶) اثر نوع پایدارکننده شامل Myvatex momoset (حاوی ۱۸ درصد مونواستر)، کاپاکاراگینان و مونو گلیسرید (حاوی ۹۵ درصد مونواستر) تقطیر شده در غلظت‌های ۰، ۰/۵ و ۱ درصد را بر پایداری کره بادام‌زمینی طی ۱۲ هفته نگهداری در دمای اتاق بررسی کردند. نتایج این محققین حاکی از اثر معنی‌دار حضور پایدارکننده بر

اسیدی و قلیایی ملایم و همچنین در حضور الکترولیت‌ها پایدار هستند و با اجزاء یونی واکنش نمی‌دهند. اسپان‌ها استرهای اسید چرب سوربیتان می‌باشند که با افزایش درجه استری شدن سوربیتان، HLB آن کاهش و حلالیت آنها در محیط‌های غیرقطبی و چرب افزایش می‌یابد. توئین‌ها (پلی‌سوربات‌ها) اسپان‌های اتوکسیله شده می‌باشند و طبیعت آب‌دوست و محلول در آب دارند. حلالیت توئین‌ها با افزایش درجه اتوکسیله شدن افزایش یافته درحالی‌که همانند اسپان‌ها با افزایش درجه استری شدن با اسیدهای چرب، حلالیت آنها در آب و در نتیجه HLB آنها کاهش می‌یابد [۱۴]. جدول (۲) برخی ویژگی‌های امولسیفایرهای مورد مطالعه در این پژوهش را نشان می‌دهد.

همان‌طورکه در شکل (۲-د) پیداست تمام نمونه‌های حاوی غلظت‌های مختلف توئین، میزان جداسدن روغن بیشتری را نسبت به نمونه شاهد به نمایش گذاشتند. جداسدن روغن از کره گردو در طی زمان نگهداری در نمونه‌های حاوی توئین روند ثابت‌تری را نسبت به سایر امولسیفایرها به نمایش گذاشت. افزایش غلظت توئین منجر به افزایش میزان جداسدن روغن از کره گردو گردید به طوری‌که کمترین درصد جداسدن روغن در نمونه کره گردو حاوی ۰/۵ درصد توئین مشاهده شد. اسپان‌ها و توئین‌ها گستره‌ای از امولسیفایرهای غیریونی هستند که استفاده از آنها در فرمول‌های غذایی و دارویی با مزایای بسیاری همراه است. این امولسیفایرها باعث افزایش پایداری، انعطاف‌پذیری فرمول و سازگارپذیری می‌شوند. آنها در شرایط

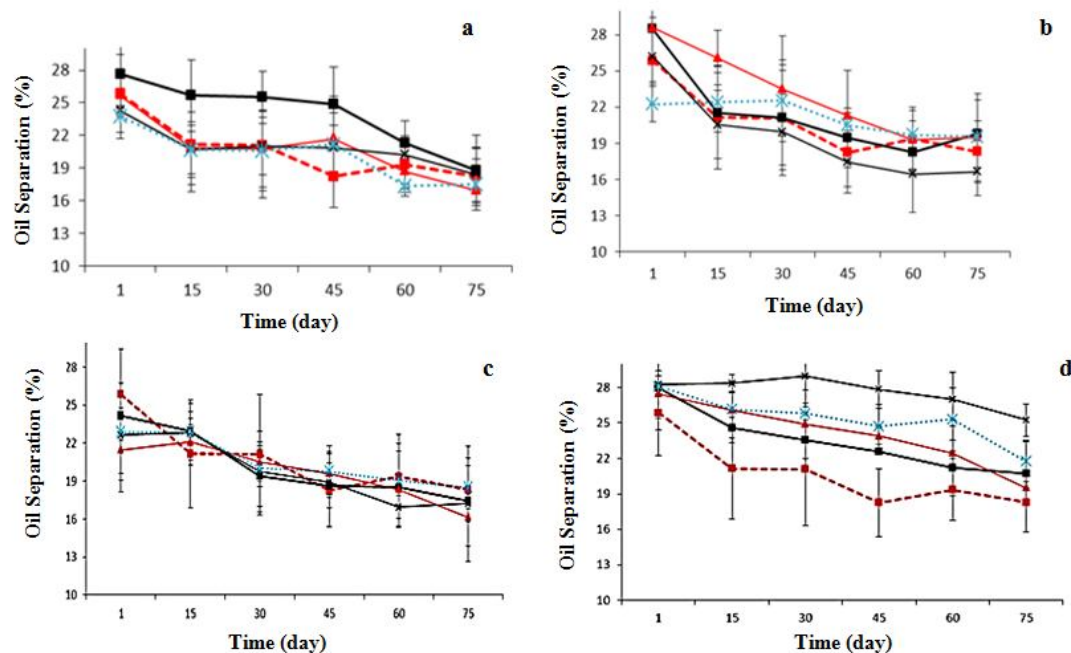


Fig 2 Changes in the rate of oil separation from walnut butter containing different concentrations (a) monoglycerides, b) lecithin, c) spin 80 and d) tween 20 within 75 days of storage at 25 °C

Table 2 Some characteristics of the emulsifiers studied in the present study [13].

HLB	Solubility in canola oil	Solubility in water	Chemical structure	Name
4.3	Soluble	Relatively soluble	Sorbitan Mono Oleat	Span 80
16.7	Insoluble	Relatively soluble	PEG-20-sorbitan monolorate	Tween 20

از تولید و روز ۱۷۵ نگهداری در مقایسه با شاهد نشان می‌دهد. افزایش غلظت مونوگلیسرید و لستین از ۰/۵ به ۲ درصد به

شکل (۳) اثر حضور غلظت‌های مختلف امولسیفایرهای مورد مطالعه را بر درصد جداسدن روغن از کره گردو در روز اول پس

Dimic و همکاران (۲۰۱۳) پنج کره گیاهی شامل آفتابگردان (۹۱ روز)، تخم کدو (۱۲۶ روز)، کنجد (۱۰۲ روز)، بادام زمینی (۵۲ روز) و گردو (۱۰۹ روز) را از لحاظ پایداری با یکدیگر مقایسه کردند. بر طبق نتایج این محققین بیشترین محتوای روغن (۶۵/۰۲ درصد) و بیشترین روغن جدا شده (۱۲/۱۵ درصد) به کره گردو و کمترین آن به کره بادام زمینی مربوط بود. آنها گزارش کردند که به دلیل محتوای بالای روغن و مقدار پایین پروتئین در کره گردو، ضعیف‌ترین گسترش پذیری و بالاترین درصد جداسازی روغن این کره مشاهده شد. بین مقدار پروتئین، مقدار روغن و درصد جداسازی روغن در کره همبستگی وجود دارد. به عبارت دیگر افزایش محتوای روغن و کاهش مقدار پروتئین با افزایش درصد جداسازی روغن رابطه مستقیم دارد. افزودن پایدارکننده می‌تواند میزان جداسازی روغن را طی نگهداری کاهش دهد. روغن آزاد علاوه بر ایجاد ظاهر بد، موجب اکسایش سریع‌تر و فساد شیمیایی کره نیز خواهد شد [۱۵].

کاهش درصد جداسازی روغن در روز اول پس از تولید منجر شد درحالی‌که افزایش غلظت اسپان و توئین تغییر معنی‌داری را در درصد پایداری روغن کره گردو به همراه نداشت ($P > 0/05$). در روز اول پس از تولید بهترین پایداری به اسپان با غلظت ۱ درصد مربوط بود که درصد جداسازی روغن را حدود ۱۷ درصد نسبت به شاهد کاهش داد (شکل ۳-۴-الف).

بررسی شکل (۳-ب) نشان می‌دهد که اثر افزایش غلظت امولسیفایرهای مورد مطالعه بر درصد جداسازی روغن از کره گردو در روز ۷۵م از روند خاصی تبعیت نمی‌کند. افزودن توئین به کره گردو باعث افزایش درصد جداسازی روغن نسبت به نمونه شاهد در روز ۷۵م نگهداری شد ($P < 0/05$). بیشترین پایداری کره گردو در روز ۷۵م نگهداری در نمونه حاوی ۱ درصد اسپان مشاهده شد که میزان جداسازی روغن از نمونه حاوی آن حدود ۱۱/۷ درصد کمتر از نمونه شاهد بود.

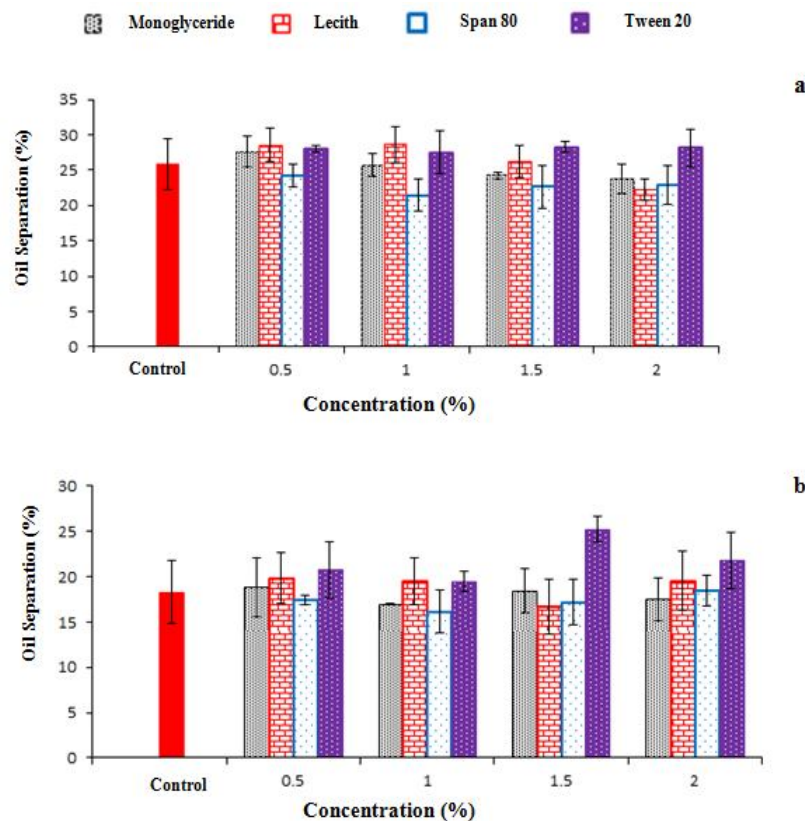


Fig 3 The effect of different emulsifier concentrations on the percentage of oil separation from walnut butter in a) the first day after production and b) 75-days of storage at 25 °C

تأثیر معنی‌داری بر پایداری امولسیون کره گردو نداشت و توئین ۲۰ اثر منفی بر درصد جداسدن روغن از کره گردو طی دوره نگهداری برج گذاشت.

۵- تقدیر و تشکر

مولفین از صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور بابت حمایت مالی برای انجام این طرح کمال تشکر را دارند.

۶- منابع

- [1] Shaker Ardakani, A., Shahedi, M. And Kabir, Gh. (1388). Optimizing the production formula of pistachio butter. *Journal of Agricultural Sciences and Technology and Natural Resources*, 47 (a): 59-49.
- [2] Dolatkhan, M. And Shabani, M. 1999. Food industry. Volume One, First Edition, Simia Publishing Cultural Institute, Tehran.
- [3] Dziezak, J. D. 1988. Emulsifiers: the interfacial key to emulsion. *J. Confectionery Prod.* 48(10): 437-439.
- [4] Ziaian, M. (2002). Food emulsifiers and their applications. First Edition, Aaron Publications, Tehran
- [5] Torabizadeh, H. 2002. Food Emulsions and Emulsifiers. Aygeh Publications, Tehran.
- [6] Ereifej, K.I., Rababah, T.M., and Al-Rababah, M. (2005). Quality Attributes of Halva by Utilization of Proteins, Non-hydrogenated Palm Oil, Emulsifiers, Gum Arabic, Sucrose, and Calcium Chloride. *International Journal of Food Properties*, 8(3): 415-422. Doi:10.1080/10942910500267323.
- [7] Mousazadeh, M., Mousavi, S.M., Emam-Djomeh, Z., HadiNezhad, M., & Rahmati, N. (2013). Stability and dynamic rheological characterization of spread developed based on pistachio oil. *International Journal of Biological Macromolecules*, 56: 133-9. Doi:10.1016/j.ijbiomac.2013.02.001.
- [8] Wong, V.Y.L. (2000). Blended Nut Spread Compositions and Method of Making. U.S. Patent 6063430.
- [9] Barbut, S. (1996). Determining Water and Fat Holding in: Methods of Testing Proteins

Yung-Hsin Chein و همکاران (۲۰۱۵) از روغن تخم کدو (۱، ۲ و ۳ درصد) و روغن هیدروژنه (۱، ۲ و ۳ درصد) جهت پایداری در فرمولاسیون کره دانه‌های گیاهی (دانه‌های آفتاب‌گردان، کدو و کنجد) استفاده کردند. نتایج آنها بیانگر کارآمدی روغن هیدروژنه و ناکارآمدی روغن تخم کدو در جلوگیری از دو فاز شدن کره دانه‌های گیاهی طی ۴۲ روز نگهداری بود. بر طبق نتایج این محققین در ابتدا درصد جداسدن روغن تا روز ۱۷م در نمونه شاهد و نمونه‌های حاوی پایدارکننده افزایش معنی‌دار نشان داد ولی پس از آن روند جداسدن روغن سرعت کمتری یافت [۱۶].

Lima و Guraya (۲۰۰۵) کارایی دو نوع پایدارکننده شامل روغن پالم هیدروژنه (PST) و مخلوط هیدروژنه روغن‌های کلزا و کتان (Dritex-c) را جهت پایداری کره آفتاب‌گردان در مقادیر ۱/۵ تا ۱/۸ درصد مورد بررسی قرار دادند. پایدارکننده‌ها به‌طور کلی برای کنترل مهاجرت روغن مورد استفاده قرار می‌گیرند. مقدار بیشتر پایدارکننده در محصول منجر به سختی بیشتر کره و اشکال در گسترش پذیری آن می‌شود و مقدار ناکافی پایدارکننده منجر به جداسدن روغن شده که قابل قبول نمی‌باشد. نتایج این محققین نشان داد با افزایش مقدار هر دو پایدارکننده مورد استفاده، درصد جداسازی روغن کاهش یافت. بیشترین درصد جداسازی در غلظت ۱/۵ درصد Dritex-c مشاهده شد در حالی که در غلظت ۱/۸ درصد دو پایدارکننده مورد مطالعه، اختلاف معنی‌داری از لحاظ درصد جداسدن روغن با یکدیگر نداشتند [۱۷].

۴- نتیجه گیری

پایداری فیزیکی (در حضور غلظت‌های ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد امولسیفایرهای مونوگلیسرید، لستین، اسپان ۸۰ و توئین ۲۰). نمونه بهینه کره گردو طی ۷۵ روز نگهداری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد بررسی شد. نتایج بیانگر کاهش جزئی a_w نمونه‌های کره گردو حاوی لستین، اسپان ۸۰ و مونوگلیسرید تا روز ۱۱۵ام نگهداری بود و پس از آن روند تقریباً ثابتی را نشان داد. لستین در کاهش درصد جداسدن روغن طی دوره نگهداری کارآمدتر از سایر امولسیفایرهای مورد مطالعه عمل کرد در حالی که اسپان ۸۰

- fibers: an industrial assay. *J Food Sci Technol*, 53(3):1540–1550. DOI 10.1007/s13197-015-2116-5.
- [14] Croda Europe Ltd. (2009). Span and Tween. Cowick Hall Snaith Goole East Yorkshire DN14 9AA England www.croda.com/europe.
- [15] Dimić, E.B., Vujasinović, V.B., Radočaj, O.F., & Borić, B.D. (2013). Sensory evaluation of commercial fat spreads based on oilseeds and walnut. *Apteiff*, 44: 1-321. DOI: 10.2298/APT1344021D.
- [16] Yung-Hsin Chien, B.S. (2015). Shelf life extension of seed butter made with sesame, sunflower and pumpkin seeds. THESIS Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Master of. The Ohio State University.
- [17] Lima, I. M. & Guraya, H. S. (2005). Optimization Analysis of Sunflower Butter. *J FOOD SCI*, 70 (6): S365-S370.
- Functionality. Hall, G.M. (ED). Blackie Academic Press, New York, NY, USA.
- [10] Fatemi, H. 1999. Food Chemistry. Sahami enteshar Company. 480 pages.
- [11] Mousazadeh, M., Mousavi, M., Emam-Djomeh, Z., Hadinezhad, M., & Gharibzahedi, S. M. T. (2014). Formulation optimization of pistachio oil spreads by characterization of the instrumental textural attributes. *International Journal of Food Properties*, 17:1355–1368. DOI: 10.1080/10942912.2012.700537.
- [12] Lustre, A. O. dL. Francisco, M. L., Palomar, L. S. & Resurreccion, A. V.A. (2006). Peanut butter and spreads. United States Agency for International Development Peanut Collaborative Research Support Program. Project 04. USA and Philippines. Monograph Series. No. 6.
- [13] Aloui, F., Maazoun B., Gargouri, Y. & Miled, N. (2016). Optimization of oil retention in sesame based halva using emulsifiers and

Investigation of the effect of different types of emulsifiers on the water activity and stability of walnut butter during the shelf-life

Shahidi Noghabi, M. ^{1*}, Niazmand, R. ¹, Sarraf, M. ², Shahidi, M. ³

1. Associate Professor, Department of Food Chemistry, Research Institute of Food Science and Technology, Mashhad, Iran
2. Ph.D. Student, Department of Food Chemistry, Research Institute of Food Science and Technology, Mashhad, Iran
3. M.Sc., Department of Food Science and Technology, Quchan Branch, Islamic Azad University, Quchan, Iran

(Received: 2016/06/16 Accepted: 2017/02/04)

Walnut Butter is a very valuable product in terms of nutrition that comes from walnut. One of the main problems in the production of such products is the separation of the oil phase in the product. In this research, the amount of water activity and physical stability of walnut (in the presence of 0.5, 1, 1.5 and 2% concentrations of monoglycerids, lecithin, spin 80 and tween 20) in 75 days of storage at 25 ° C Reviewed. The results indicated a slight decrease in wold walnut samples containing lecithin, span 80 and monoglyciride until the 15th day, and then showed a roughly constant trend. Lecithin was more effective in reducing the percentage of oil removal during the maintenance period than other emulsifiers, while spin 80 had no significant effect on the stability of walnut emulsion, and tween 20 had a negative effect on the oil removal percentage from walnut during storage.

Key words: Walnut Butter, Emulsifier, Water Activity

* Corresponding Author E-Mail Address: m.shahidi@rifst.ac.ir