مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال دوم، شماره۱، بهار ۱۳۸۶ ، صفحات ۱۱ تا ۱۹

فرمولاسیون و تولید آزمایشگاهی پخشینه کم چربی و کم ترانس

ابوالفضل الوند [۱]، خدیجه خوش‌طینت [۲]، پروین زندی [۳]، حامد صفافر [۴]، محمدتقی مظلومی [۴]، زهرا شریف‌زاده [۵]

۱- کارشناس ارشد علوم و صنایع غذایی
۲- نویسنده مسئول: پژوهشیار گروه تحقیقات صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
پست الکترونیکی: khosh41@yahoo.com
۳- استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی.
۴- کارشناس ارشد علوم و صنایع غذایی، مشاور صنایع غذایی
۵- کارشناس تغذیه ، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی ، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

تاریخ دریافت: ۸۵/۱۰/۲۵ تاریخ پذیرش: ۸۶/۲/۸

چکیده

سابقه و هدف: پخشینه‌ها (Spreads) فراورده‌هایی با قابلیت پخش شدن روی نان هستند که معمولا بین ۴۰تا۸۰ ٪چربی دارند. با توجه به افزایش میزان ابتلا به بیماریهای قلبی عروقی و مرگ و میر ناشی از آنها و ارتباط این بیماریها با میزان و نوع چربی، هدف از این تحقیق فرمولاسیون و تولید آزمایشگاهی نمونه‌های پخشینه با۴۰ ٪ چربی و اسیدهای چرب ترانس‌کمتر از ۱ ٪ با روش مخلوط کردن (blending) و استفاده از آلژینات سدیم و نشاسته اصلاح شده ذرت مومی(MWMS) بود.

مواد و روشها: پس از تعیین ویژگی‌های روغنهای اولیه (عددپراکسید، عدد یُدی و نقطه لغزش) و مقدار مناسب پایدارکننده‌ها (آلژینات سدیم۱٪ و نشاسته اصلاح شده ذرت مومی۳ ٪)، شش نمونه پخشینه کم‌چربی (۴۰ ٪) در مقیاس آزمایشگاهی (2Kg) با ترکیب سه فاز روغنی و دو پایدارکننده تهیه شد، شامل: فرمول های ۱ و ۲ با فاز روغنی روغنهای پالم استئارین و کانولا (۶۰ :۴۰) و پایدارکننده آلژینات سدیم (F1) و MWMS (F2)، فرمول‌های ۳و۴ با فاز روغنی روغن سویای کاملا هیدروژنه و روغن سویا (۷۵ : ۲۵) و پایدارکننده آلژینات سدیم (F3) و MWMS (F4)، فرمول‌های ۵ و ۶ با فاز روغنی روغنهای پالم، پنبه‌دانه وکانولا (۲۰ :۴۰: ۴۰) و پایدار کننده آلژینات سدیم (F5) و MWMS (F6). شاهد پُرچربی (۸۰٪) از مخلوط روغنهای پالم استئارین و کانولا (۶۰ :۴۰) بدون پایدارکننده تهیه شد(F7). ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌ها (درصد چربی و رطوبت، عدد یُدی، عدد پراکسید، نقطه لغزش، درصد اسیدهای چرب، مقدار چربی جامد و قوام نمونه‌ها) اندازه‌گیری شد.

یافته ها: اسیدهای چرب ترانس در فاز روغنی هر سه سری فرمول، کمتر از ۱٪ و ارزش تغذیه‌ای (P/S+T) آنها در حد مطلوب (≤ ۱) بود. SFC فرمول‌های F1 و F2 در دماهای مختلف (°C ۰ ، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۳۵) شبیه نمونه شاهد و نزدیک به حد مطلوب، جهت پخش و حفظ کیفیت در دمای محیط به دست آمد ($p<0/05$). نمونه‌های کم‌چربی نفوذپذیری بیشتری نسبت به نمونه پُرچربی داشتند. رتبه‌بندی نهایی نمونه‌ها بر اساس ارزش تغذیه‌ای و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی به ترتیب عبارت بود از : F4 و F3 > F5 و F6 > F1 و F2 > F7.

نتیجه‌گیری: با در نظر گرفتن هزینه‌های بالای فرایند هیدروژناسیون و اثرات میزان و نوع چربیها بر سلامت و بهداشت افراد جامعه و با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق فرمول‌های F1 وF2 جهت ادامه کار در مقیاس وسیع‌تر پیشنهاد می‌شود.

واژگان کلیدی: پخشینه کم چربی، پخشینه کم ترانس، فرمولاسیون، روش مخلوط کردن، پایدارکننده

• مقدمه

شیوع بیماریهای قلبی عروقی از مهمترین عوامل مرگ و میر و از عمده‌ترین مشکلات بهداشتی کشورهای پیشرفته و در حال توسعه است. افزایش غلظت LDL و کلسترول سرم، عوامل خطر عمده‌ای برای ابتلا به

Archive of SID
www.SID.ir

آترواسکلروز و بیماری کرونر قلب محسوب می‌شوند که از دیدگاه بهداشتی، اجتماعی و اقتصادی در جوامع بشری اهمیت زیادی دارند. بر اساس آمار موجود ۴۵/۷٪ مرگ و میر کشور، ناشی از بیماریهای قلبی عروقی است که با مصرف روغنها و چربیها ارتباط دارد (۵-۱).

متداول‌ترین روش جامد کردن روغنها، روش هیدروژنه کردن است. در اغلب کشورهای دنیا از جمله ایران از هیدروژناسیون روغنهای نباتی مانند روغن سویا، کانولا و آفتابگردان به عنوان روغن پایه برای فاز روغنی در فرایند تولید مارگارین استفاده می‌شود. فرایند هیدروژناسیون، با وجود بهبود خصوصیات ظاهری و ارگانولپتیکی محصول، موجب کاهش اسیدهای چرب غیراشباع (به ویژه اسیدهای چرب ضروری)، تشکیل ترکیباتی مانند ایزومرهای غیرطبیعی و ترانس، افزایش اسیدهای چرب اشباع و کاهش ارزش تغذیه‌ای، به ویژه نسبت P/S+T می‌شود (۸-۵، ۳).

پخشینه‌ها یا اسپردها (spreads) فراورده‌هایی با قابلیت پخش شدن روی نان هستند که معمولا بین ۴۰ تا ۸۰٪ چربی دارند و شامل کره، مارگارین و انواع پخشینه‌های کم‌چربی می‌شوند. طبق تعریف استاندارد کدکس، کره و مارگارین، یک امولسیون آب در روغن و دارای حداقل ۸۰٪ چربی و حداکثر ۱۶٪ آب هستند. محصولات مشابه مارگارین با خواص مشابه، ولی میزان چربی کمتر (معمولا ۴۰ تا۶۰ ٪) ، پخشینه کم چربی (low fat spread) نامیده می‌شوند(۱۰-۸).

اگر کمبود اسیدهای چرب ضروری در رژیم غذایی و دریافت مقادیر زیاد اسیدهای چرب ترانس و اشباع را به عنوان یک خطر بالقوه برای سلامتی بپذیریم، تغییر فرهنگ و الگوی مصرف روغنها و چربیها به همراه تولید روغنهای جامد، مارگارین و پخشینه‌های با ایزومر ترانس پایین (از طریق روشهای جایگزین هیدروژنه کردن)، در کشور ما ضرورت پیدا می‌کند و باید تحقیقات و مشارکت‌های صنعتی و قانونی بیشتری در این زمینه صورت گیرد (۵ ، ۱). هدف از این تحقیق، فرمولاسیون و تولید آزمایشگاهی پخشینه با ۴۰٪ چربی و مقدار اسیدهای چرب ترانس کمتر از ۱٪ به روش مخلوط کردن(blending) روغنها و چربیها و همچنین استفاده از پایدارکننده‌های آلژینات سدیم و نشاسته اصلاح شده ذرت مومی(MWMS) و تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های تولید شده و مقایسه با نمونه پخشینه شاهد (پُرچربی) است.

• مواد و روشها

در این تحقیق، شش نمونه پخشینه کم‌چربی(۴۰٪) و کم ترانس(<۱٪) و شاهد (پخشینه پُرچربی) حاوی حدود۸۰٪ چربی با استفاده از سه نوع فاز روغنی و دو نوع پایدارکننده، در مقیاس آزمایشگاهی به شرح زیر تولید شدند:

- فرمول۱(F۱): فاز روغنی حاوی روغن پالم استئارین و روغن مایع کانولا(۶۰:۴۰) و فاز آبی حاوی۱ ٪ آلژینات سدیم
- فرمول۲ (F۲): فاز روغنی حاوی روغن پالم استئارین و روغن مایع کانولا(۶۰ :۴۰) و فاز آبی حاوی ۳٪ MWMS
- فرمول۳ (F۳): فاز روغنی حاوی روغن هیدروژنه کامل(فلیک)سویا و روغن مایع سویا(۷۵ :۲۵) و فاز آبی حاوی۱٪ آلژینات سدیم
- فرمول۴ (F۴): فاز روغنی حاوی روغن هیدروژنه کامل(فلیک)سویا و روغن مایع سویا (۷۵ :۲۵) و فاز آبی حاوی ۳٪ MWMS
- فرمول۵ (F۵): فاز روغنی حاوی روغن پالم ، روغن مایع پنبه دانه و روغن مایع کانولا (۲۰:۴۰ :۴۰) و فاز آبی حاوی۱ ٪ آلژینات سدیم
- فرمول۶ (F۶): فاز روغنی حاوی روغن پالم ، روغن مایع پنبه دانه و روغن مایع کانولا(۲۰:۴۰ :۴۰) و فاز آبی حاوی۳ ٪ MWMS
- فرمول۷(F۷)یا شاهد: فاز روغنی(۸۰٪)حاوی روغن پالم استئارین و روغن مایع کانولا(۶۰ :۴۰)با فاز آبی بدون پایدارکننده.

روغن پالم استئارین (عدد یُدی ۳۸/۶۵ و نقطه لغزش ۴۹°C) ، روغن پالم (عدد یُدی۵۱/۴۳ و نقطه لغزش۳۵°C)، روغن سویا (عدد یُدی ۱۲۴/۶۵) از شرکت سهامی مارگارین، روغن کانولا (عدد یُدی۱۱۸/۴۰) از

Archive of SID

www.SID.ir

شرکت فریکو، روغن پنبه‌دانه(عدد یُدی ۱۰۱/۷۲) از شرکت نهان گل و فلیک سویا (عدد یُدی ۳/۲۱ و نقطه لغزش ۶۸°C) از کارخانه پارس قو تهیه شد. تنها به روغنهای پالم استئارین، پالم و پنبه دانه که آنتی‌اکسیدان نداشتند، به مقدار ۱۰۰ppm ، آنتی‌اکسیدان TBHQ افزوده شد. برای تهیه فاز روغنی نمونه‌ها به روش مخلوط کردن، روغنها در دمای ۶۰°C مخلوط و به مدت ۱۵ دقیقه در این دما نگهداری شدند. سپس امولسیفایرهای مونو و دی‌گلیسرید(۰/۵٪) از شرکت Danisco دانمارک به بخشی از این مخلوط (۱۰٪) در دمای ۸۰°C اضافه و سپس به مخلوط برگردانده شد. سایر ترکیبات محلول در چربی شامل بتاکاروتن(۰/۰۰۰۸٪) از شرکت Roche سوئیس، مخلوط ویتامین های A وD۳ (۰/۰۱٪) از شرکت Vitamin Mischung چین و طعم دهنده محلول در چربی(۰/۱٪) از شرکت روبرته سیرجان اضافه و تا دمای ۴۵°C خنک شدند . برای پایدار کردن فاز آبی از پایدارکننده‌های آلژینات سدیم(۱٪) از شرکت Kimica ژاپن و MWMS (۳٪) از شرکت National Starch آمریکا استفاده شد. علاوه بر این، از شیرخشک (۱٪) از کارخانه مغان ایران، کازئینات سدیم(۱٪) از شرکت کازئینات ایران، سوربات‌پتاسیم(۰/۲٪) و نمک طعام(۰/۵٪) از شرکت ایران املاح، اسید سیتریک(۰/۰۶٪) و طعم دهنده محلول در آب (۰/۱٪) از شرکت روبرته سیرجان استفاده شد. برای تهیه فاز آبی، دور بالای همزن به کار رفت و سپس در دمای ۸۰°C به مدت ۲۰ تا ۳۰ دقیقه پاستوریزه و بلافاصله دمای آنها توسط بن‌ماری به ۴۵°C کاهش داده شد. در این دما و درحالی که فاز روغنی به وسیله همزن هم زده می‌شد، محلول فاز آبی به آرامی به آن اضافه و به مدت ۵ دقیقه کاملا مخلوط و یکنواخت شد.

برای سرد کردن و کریستاله کردن امولسیون تهیه شده از سیستم آزمایشگاهی طراحی شده شامل میکسر (با ۲۰۰۰ دور در دقیقه)، ظرف استیل۵ لیتری، شفت همزن متناسب با ابعاد ظرف با جداره‌های تراشنده و یخدان پلاستیکی دوجداره ۴۰ لیتری حاوی مخلوط یخ و آب نمک، استفاده‌شد. در این مرحله، امولسیون تهیه شده در ظرف استیل ریخته و در مخلوط یخ و آب نمک (۱۰°C-) قرار داده شد. عمل اختلاط به مدت ۱۵ دقیقه انجام شد، ابتدا با سرعت ۱۸۰ دور در دقیقه و سپس همزمان با تشکیل شبکه‌کریستالی، سرعت همزن به ۱۰۰ دور در دقیقه کاهش یافت. متناسب بودن ابعاد ظرف استیل با میله همزن موجب تراشیده شدن کامل کریستال‌های تشکیل شده در بدنه ظرف و مخلوط و یکنواخت کردن بافت محصول شد.

عدد پراکسید، عدد یُدی، نقطه لغزش، درصد چربی و رطوبت روغنهای اولیه و پخشینه‌های کم‌چربی فرموله‌شده و شاهد اندازه‌گیری شد. ترکیب اسیدهای چرب موجود (تهیه متیل استر و تعیین درصد ترکیب اسیدهای چرب) با استفاده از دستگاه‌گازکروماتوگراف Varian مدل CP-3800، ستون CP-Splitte و آشکارساز FID)، مقدار چربی جامد یا SFC با استفاده از دستگاه رزونانس مغناطیسی هسته‌ای (NMR Analyzer) مدل Bruker mq20-minispec، نفوذپذیری با استفاده از دستگاه نفوذسنج (Setamatic) مدل tanhope-seat انجام شد(۱۵-۱۱). تنش حد (yield value) نمونه‌ها مطابق فرمول Laia و همکاران تعیین شد(۱۶). کلیه آنالیزهای آماری توسط نرم افزار $SPSS_{۱۳}$ انجام شد.

• یافته ها

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی روغنهای اولیه و پخشینه‌های کم‌چربی فرموله شده و شاهد در جداول۱ تا ۴ نشان داده شده است. فاز روغنی F۳ و F۴ بیشترین و فاز روغنی F۵ و F۶ کمترین نقطه لغزش را داشتند. میانگین عدد یُدی سه نوع فاز روغنی پخشینه‌ها به ترتیب ۸۵/۵۵ ، ۹۳/۴۴ و ۸۹/۱۶ بود (جدول۱). البته اختلاف در عدد پراکسید سه فاز روغنی‌معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$). تمام پخشینه‌های کم چربی فرموله شده حدود۴۰٪ چربی و حدود۵۴٪ رطوبت داشتند و نمونه شاهد حدود۸۰٪ چربی و۱۴٪ رطوبت داشت. نتایج آنالیز واریانس اختلاف معنی‌داری را برای درصد چربی و رطوبت بین نمونه پخشینه‌های کم‌چربی و نمونه شاهد نشان داد($p<۰/۰۵$).

Archive of SID

www.SID.ir

مقدار چربی نمونه‌های کم‌چربی، حدود ۵۰ درصد نسبت به نمونه شاهد (پخشینه پرچربی) کاهش نشان داد و به همان نسبت، مقدار رطوبت نمونه‌های کم‌چربی افزایش نشان داد(جدول۲). مقدار نفوذ در F۱ و F۲ با فاز روغنی مشابه به ترتیب ۳۳/۲۰ و ۳۴/۲۰، در F۳ و F۴ به ترتیب ۴۳/۲۰ و ۴۴/۰۰ و در F۵ و F۶ به ترتیب ۱۹/ ۲۰ و ۲۱/۴۰ میلی‌متر به دست آمد. آزمون آماری (آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون توکی) بین میزان نفوذپذیری پخشینه‌های کم‌چربی و شاهد(۱۵/۶۰ mm)، اختلاف معنی‌داری ($p<0/05$) نشان داد (جدول۲).

جدول۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی روغنهای اولیه و فاز روغنی نمونه‌های پخشینه کم‌چربی وشاهد

نمونه	ویژگی		
	عدد یدی(g/100g) Mean±SD	عدد پراکسید(meq/kg) Mean±SD	نقطه لغزش(°C) Mean±SD
پالم استئارین	۳۸/۶۵ ±۰/۴۰	[*a] ۰/۷۶ ±۰/۰۱	۴۹ ±۰/۰ ۰
فلیک سویا	۳/۲۱ ±۰/۵۴	[a] ۰/۸۷ ±۰/۱۴	۶۸ ±۰/۰۰
پالم	۵۱/۴۳ ±۰/۰۸	[b] ۰/۳۴ ±۰/۰۲	۳۵ ±۰/۰۰
کانولا	۱۱۸/۴۰ ±۰/۴۱	[b] ۰/۴۵ ±۰/۰۸	-
سویا	۱۲۴/۶۵ ± ۱/۰۷	[a] ۰/۸۹ ±۰/۰۱	-
پنبه دانه	۱۰۱/۷۲ ±۰/۶۸	[c] ۱/۵۵ ±۰/۰۳	-
F۷ و F۲، F۱	۸۵/۵۵ ±۰/۲۲	[d] ۰/۹۸ ±۰/۰۳	۳۷ ± ۰/۰ ۰
F۴ و F۳	۹۳/۴۴ ±۰/۳۸	[e] ۱/۵۵ ±۰/۱۵	۴۰ ± ۰/۰ ۰
F۶ و F۵	۸۹/۸۶ ±۰/۲۲	[d] ۱/۰۴ ±۰/۰۸	۲۸ ± ۰/۰ ۰

*حروف غیر یکسان، به معنی اختلاف آماری معنی دار در سطح $p<0/05$ در هر ستون است.

جدول ۲- برخی ویژگی‌های نمونه‌های پخشینه کم‌چربی و شاهد

نمونه	چربی(٪) Mean±SD	رطوبت(٪) Mean±SD	نفوذپذیری (میلی متر) Mean±SD	تنش حد Mean±SD
F۱	[*a] ۳۸/۸۰ ±۰/۲۰	[*a] ۵۴/۶۶ ± ۰/۵۸	[*a] ۳۳/۲۰ ± ۰/۳۰	[*a] ۴۲۶/ ۲۶±۱/۹۵
F۲	[a] ۳۹/۵۵ ±۰/۵۸	[b] ۵۳/۳۳ ± ۰/۵۷	[b] ۳۴/۲۰ ± ۰/۲۰	[a] ۴۳۱/۱۷ ±۱۲/۴۲
F۳	[a] ۳۹/۹۳ ±۰ /۷۶	[b] ۵۳/۵۰ ± ۰/۵۰	[c] ۴۳/۲۰ ± ۰/۱۰	[b] ۵۶۲/۰۴ ±۲/۲۷
F۴	[a] ۳۹/۲۶ ± ۰/۴۵	[b] ۵۴/۱۴ ± ۰/۲۲	[d] ۴۴/۰۰ ± ۰/۱۰	[b] ۵۶۱/۴۴ ±۱۰/۹۶
F۵	[a] ۳۸/۸۳ ±۰ /۲۰	[c] ۵۵/۳۳ ± ۰/۵۷	[e] ۱۹/۲۰ ± ۰/۳۰	[c] ۱۱۲ /۸۶±۱۰/۴۳
F۶	[a] ۴۰/۱۰ ± ۰/۶۰	[b] ۵۲/۹۶ ± ۰/۸۳	[f] ۲۱/۴۰ ± ۰/۳۰	[c] ۹۸/۰۱ ±۱۸/۲۷
F ۷ (شاهد)	[b] ۸۰/۲۳ ±۰ /۳۷	[d] ۱۴/۲۷ ± ۰/۴۵	[j] ۱۵/۶۰ ± ۰/۱۰	[d] ۴۶۳ /۲۴ ±۳/۱۶

*حروف غیر یکسان، به معنی اختلاف آماری معنی دار در سطح $p<0/05$ در هر ستون است.

Archive of SID

www.SID.ir

مجموع اسیدهای چرب ترانس در هر سه فاز روغنی فرموله شده مساوی یا کمتر از ۱٪ و ارزش تغذیه‌ای فرمول‌ها (P/S+T) در محدوده مطلوب (≥۱) بود. مجموع اسیدهای چرب اشباع(S) در F۳ و F۴ (۳۴/۲۴٪)، F۵ و F۶ (۳۱/۴۷ ٪) و F۱، F۲ و F۷ یا شاهد(۲۷/۱۷ ٪) اندازه‌گیری شد. مجموع اسیدهای چرب اشباع در فاز روغنی F۱، F۲ و F۷ کمتر از سایر فرمول‌ها و در فاز روغنی F۳ و F۴ بیشترین مقدار بود. میزان اسیدهای چرب چند غیر اشباعی(P) در F۳ و F۴ (۴۴/۱۲ ٪) بیشتر از F۵ و F۶ (۳۲/۲۵ ٪)بود و در F۱، F۲ و F۷ شاهد (۲۷/۳۵ ٪) کمترین بود. میزان اسیدهای چرب تک غیر اشباعی(M) ۴۲/۳۸٪ در F۱، F۲ و F۷، ۱۹/۶۵٪ در F۳ و F۴ و ۳۴/۷۴٪ در F۵ و F۶ بود(جدول۳).

مقدارSFC نمونه‌ها در۳۵°C به ترتیب ۷/۴۲ ، ۷/۶۹ ، ۱۶/۴۷ ، ۱۷/۴۲، صفر ، ۰/۰۳ و۷/۴۲ درصد بود. منحنی‌های مربوط به SFC فرمول‌های۳و۴ در تمام دماها تقریبا برهم منطبق و دارایSFC نسبتاً ثابت بودند. این دو فرمول در نزدیکی دمای بدن (۳۷°C) هنوز دارای مقدار بالایی چربی جامد بودند. منحنی های مربوط به F۵ و F۶ نشان داد که این دو فرمول با دارا بودنSFC مطلوب، در نزدیکی دمای بدن، کاملاً ذوب شده و حاوی چربی جامد نیستند (جدول۴و شکل۱). میانگین تنش حد نمونه ها در دمای۲۰°C برای F۱، F۲، F۳ ، F۴ و شاهد به ترتیب ۴۲۶/۲۶ ، ۴۳۱/۱۲ ، ۵۶۲/۰۴ ، ۵۶۱/۴۴ و۴۶۳/۲۴ بود(جدول۲). نتایج آنالیز واریانس و آزمون توکی نشان داد که تنش حد F۱ و F۲، F۳ و F۴ ، F۵ و F۶ تفاوت معنی داری با هم نداشتند($p>0/05$) ولیF۷ (شاهد) با نمونه‌های دیگر تفاوت معنی داری را نشان داد ($p<0/05$).

جدول ۳- ترکیب اسیدهای چرب فاز روغنی نمونه های پخشینه کم‌چربی و شاهد

اسیدچرب	فاز روغنی		
	F۱ ، F۲ و F۷	F۳ و F۴	F۵ و F۶
C ۱۲ : ۰	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۵
C ۱۴ : ۰	۰/۴۸	۰/۰۱	۰/۶۳
C ۱۶ : ۰	۲۲/۵۳	۱۰/۷۲	۲۶/۸۲
C ۱۶ : ۱	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۲۵
C ۱۸ : ۰	۳/۵۷	۲۲/۸۳	۳/۶۶
C ۱۸ : ۱	۴۲/۳۸	۱۹/۶۵	۳۴/۷۴
C۱۸ : ۱ T	۰/۱۵	۰/۲۸	۰/۱۵
C ۱۸ : ۲	۲۳/۴۷	۴۰/۵۲	۳۰/۸۱
C۱۸ : ۲ T	۰/۴۵	۰/۵۲	۰/۴۲
C ۱۸ : ۳	۳/۸۸	۳/۶	۱/۴۳
C ۲۰ : ۰	۰/۲۸	۰/۵۸	۰/۱۱
C ۲۰ : ۱	۰	۰/۵۷	۰/۰۲
C ۲۲ : ۰	۰/۲۵	۰/۰۲	۰/۱۹
سایر	۲/۳۷	۱/۳	۱/۳۷

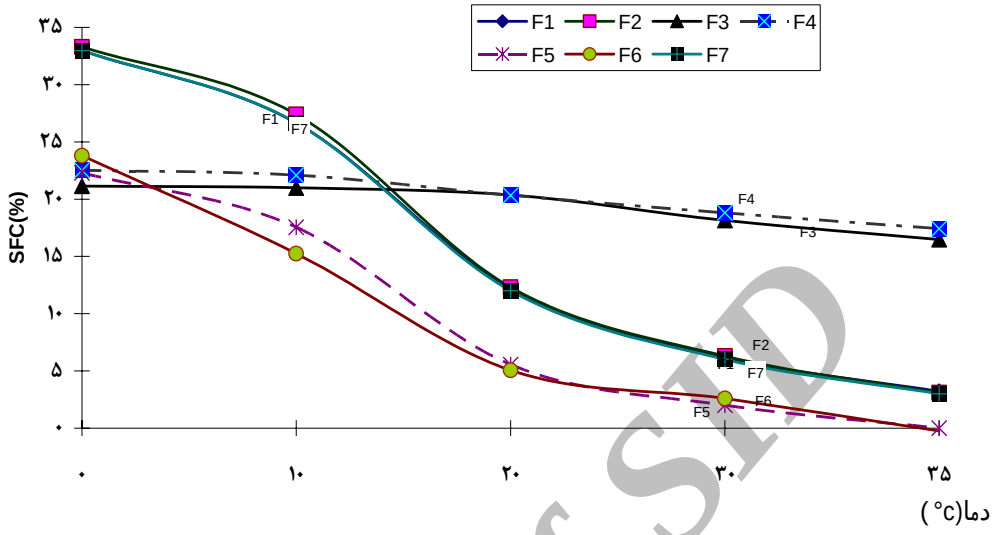
جدول۴- میزان چربی جامد(SFC) نمونه های پخشینه کم‌چربی فرموله شده و شاهد

نمونه	٪ مقدار چربی جامد(SFC) Mean±SD				
	۰ °C	۱۰ °C	۲۰ °C	۳۰ °C	۳۵ °C
F۱	a ۳۲/۹۸ ±۰/۲۱	a۲۶/۶۷±۰/۰۳	a۱۵/۸۸±۰/۰۷	a ۹/۴۰±۰/۰۶	a ۷/۴۲ ±۰/۲۱
F۲	a ۳۳/۳۰±۰/۲۲	b ۲۷/۴۰±۰/۲۵	b۱۶/۰۶ ±۰/۳۴	b۱۰/۰۶±۱۰/۰۵	a ۷/۶۹ ±۰/۲۷
F۳	b ۲۱/۱۵ ±۰/۲۱	c ۲۱/۰۰±۰/۲۰	c ۲۰/۳۶±۰/۰۹	c۱۸/۱۵ ±۰/۲۲	b۱۶/۴۷ ±۰/۲۸
F۴	c ۲۲/۵۲ ±۰/۲۰	d ۲۲/۰۹±۰/۰۸	c ۲۰/۳۴±۰/۳۶	d۱۸/۸۰±۱/۱۳	c ۱۷/۴۲±۰/۲۹
F۵	c ۲۲/۳۰ ±۰/۱۷	e ۱۷/۵۵±۰/۰۹	d ۵/۵۴±۰/۳۴	e۲/۰۰±۰/۰۶	d ۰/۰۰
F۶	d ۲۳/۸۰±۰/۱۳	f ۱۵/۲۵±۰/۲۲	d ۵/۰۵ ±۰/۱۵	f۲/۵۹±۰/۰۴	d ۰/۰۳±۰/۰۱
F۷ (شاهد)	e ۳۲/۹۸ ±۰/۱۰	j ۲۶/۶۷ ±۰/۰۸	e۱۵/۸۸±۰/۱۰	b۹/۴۰±۱۰/۲۰	a ۷/۴۲±۰/۰۵

*حروف غیر یکسان، به معنی اختلاف آماری معنی دار در سطح $p<0/05$ در هر ستون است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۱- منحنی تغییرات میزان چربی جامد (SFC) نمونه های پخشینه کم چربی و شاهد برحسب دما

رتبه‌بندی نمونه‌ها براساس ارزش تغذیه‌ای و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی (SFC ، نفوذ پذیری، تنش حد، نقطه لغزش و عدد پراکسید) چنین به دست آمد(جدول ۵): F۴ و F۳ > F۵ و F۱> F۶ و F۲ > F۷.

جدول ۵- رتبه بندی* نمونه های پخشینه کم چربی و کم ترانس

ویژگی	F۱	F۲	F۳	F۴	F۵	F۶	F۷ (شاهد)
ارزش تغذیه‌ای**	۱	۱	۳	۳	۲	۲	۱
میزان چربی جامد	۱	۱	۳	۳	۲	۲	۱
نفوذپذیری	۲	۲	۳	۳	۱	۱	۱
تنش حد	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۱
نقطه لغزش	۱	۱	۳	۳	۲	۲	۱
عدد پراکسید	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
جمع کل	**۷**	**۷**	**۱۴**	**۱۴**	**۱۰**	**۱۰**	**۶**

* عدد یک به عنوان بهترین ویژگی در هر ردیف در نظر گرفته شده است .

**P/S+T

• بحث

با توجه به اهمیت کاهش مصرف چربی و اسیدهای چرب ترانس در رژیم غذایی، هدف این پژوهش، فرمولاسیون و تولید شش نمونه پخشینه کم‌چربی و کم ترانس و یک نمونه پخشینه پرچربی به عنوان شاهد در مقیاس‌آزمایشگاهی بود. برای این منظور، پس از تعیین درصد مناسب دو پایدارکننده (۱٪ آلژینات سدیم و۳ ٪ نشاسته اصلاح شده)، نمونه‌ها طبق شرایط بهینه به دست آمده فرموله و تولید شدند. میانگین عدد یُدی و عدد پراکسید روغنهای سویا، کانولا و پنبه دانه در محدوده تعیین شده استاندارد ملی ایران قرار داشت (۱۹-۱۷). نتایج

Archive of SID

www.SID.ir

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی (عدد یُدی، عدد پراکسید و نقطه لغزش)روغن های پالم استئارین و پالم با استاندارد مالزی و ایران و در مورد فلیک سویا با منابع علمی مطابقت داشت (۲۲-۲۰ ، ۱۰، ۸).

بررسی نتایج ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی فاز روغنی نمونه‌های فرموله شده نشان می‌دهد که میانگین عدد پراکسید و عدد یدی هر سه فاز روغنی در محدوده تعیین شده برای روغنهای مورد استفاده در مارگارین و پخشینه‌ها قرار دارد (۱۵). البته اختلاف درعدد پراکسید سه فاز روغنی، معنی‌دار است و علت آن، تفاوت معنی‌دار این ویژگی در روغنهای اولیه است. نقطه لغزش فاز روغنی F۱، F۲ وF۷(۳۷°C)، F۵ و F۶ (۲۸°C) با حد تعیین شده برای روغنهای مورد استفاده در مارگارین (حداکثر۳۷°C) مطابقت دارد، ولی نقطه لغزش فاز روغنیF۳ و F۴ ، ۴۰°C است. احتمالاً وجود اسید چرب استئاریک (۲۲/۸۳٪) باعث شده که نقطه لغزش آن از دو فاز روغنی دیگر بالاتر باشد. در مطالعه Laia و همکاران (۲۰۰۰) روی مارگارین‌های تهیه شده به روش آزمایشگاهی و مارگارین‌های کارخانه‌ای، نقطه لغزش بعضی از انواع مارگارین‌های آزمایشگاهی ۴۱°C گزارش شد(۱۵). از آنجا که استانداردی در زمینه ویژگی‌های پخشینه‌های کم‌چربی وجود ندارد و فقط در استاندارد ملی ایران(۱۶) برای مارگارین، عدد یُدیِ حداقل ۷۵ تعیین شده است، هر سه فرمولاسیون از نظر ویژگی عدد یُدی در این محدوده قرار می‌گیرند.

در مطالعات Aziz و همکاران در سال ۲۰۰۲ (۶) مشخص شد که مقدار اسیدهای چرب اشباع (S) در انواع مارگارین و پخشینه سخت به ۳۸/۷ درصد هم می‌رسد. نتایج گازکروماتوگرافی نمونه ها نشان داد که مجموع اسیدهای چرب اشباع در F۳ و F۴ از سایر فرمول‌ها بیشتر است و بعد از آن به ترتیب F۵ ، F۶ ، F۱، F۲ و F۷ (شاهد) قرار دارند. از آنجا که استاندارد ملی ایران، مقدار اسیدهای چرب اشباع را برای فاز روغنی مارگارین ۲۵٪ تعیین کرده است، F۱، F۲ و شاهد، مطلوب بوده و مطابق تحقیقات قبلی می باشند. مجموع اسیدهای چرب ترانس(T) هر سه نوع فاز روغنی، کمتر از ۱٪ بود که از وجود این ترکیبات در روغنهای اولیه ناشی می‌شود. ارزش تغذیه‌ای (P/S+T) F۳ و F۴ ، ۱/۲۸، F۵ و F۶، ۱/۰۱ و F۱ ، F۲ و شاهد، ۰/۹۹ به دست آمد که نشان دهنده بالا بودن ارزش تغذیه‌ای در هر سه نوع فاز روغنی است. (۲۳، ۱۰، ۹، ۴).

برای تعیین ویژگی قوام در نمونه‌ها از آزمون نفوذپذیری و عدد تنش حد استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد که نوع و مقدار چربی، اثر قابل ملاحظه‌ای بر ویژگی‌های فیزیکی و قوام فراورده‌های چرب دارد، ولی نوع پایدارکننده اثر زیادی بر میزان نفوذپذیری نشان نداد(p>۰/۰۵)، مقدار نفوذپذیری بیشتر در F۳ وF۴ احتمالاً به دلیل وجود مقدار بالاتر اسیدلینولئیک(۴۰/۵۲ درصد) و مخلوط بودن کریستال‌ها در آن به دلیل وجود فلیک سویا است که این ویژگی مانع از پیوستگی و کنار هم قرارگرفتن کریستال‌ها شده است و در نتیجه، بافت و ساختار شُل حاصل می‌شود. این موضوع با نتیجه تحقیقات Noor Lida و سایر پژوهشگران مطابقت دارد (۲۴، ۸).

بعضی از انواع پایدارکننده‌ها مانند آلژینات سدیم از طریق تشکیل ژل، بافت و ساختار سفت‌تری در محصول ایجاد می‌کنند. در حالی که بعضی دیگر از پایدارکننده‌های مورد استفاده در پخشینه‌های کم‌چربی، مانند نشاسته و مشتقات آن از طریق افزایش ویسکوزیته و غلظت، نقش‌خود را ایفا می‌کنند(۲۷-۲۵، ۸).

مقدار چربی جامد (SFC) در دماهای مختلف، نشان دهنده بافت، شکل ظاهری و ویژگی‌های ارگانولپتیکی فراورده در آن دماست. محققان، مقدار SFC در محدوده ۱۰°C-۴ را که بیانگر ویژگی‌های ظاهری، بافت و قابلیت پخش شدن محصول است، کمتر از ۳۳٪ (مقدار مطلوب ۲۶-۲۲ ٪) پیشنهاد کرده‌اند (۲۴ ، ۱۰ ، ۸ ، ۷). SFC همه نمونه‌ها (پخشینه کم‌چربی و شاهد) در محدوده مناسب قرار دارند. SFC بیشتر از ۱۰ ٪ در ۲۰-۲۲°C نشان دهنده مقاومت و پایداری محصول در دمای اتاق و عدم پس‌دادن چربی است. از این رو، نمونه‌های F۱، F۲ ، F۳، F۴ و F۷ (شاهد)، ویژگی مناسب را دارند، ولی نمونه‌های F۵ و F۶ (SFC به ترتیب ۵/۵۴ و ۵/۰۸) در حد مطلوب نبودند و در دمای محیط شکل و قوام خود را از دست می‌دهند. این نتیجه با نقطه لغزش به دست آمده

Archive of SID

www.SID.ir

(۲۸°C) همسویی دارد. از آنجا که مقدارSFC در این محدوده دمایی، برای مارگارین بین ۱۳ تا ۱۷٪ توصیه شده است (۲۸، ۲۷ ، ۱۰ ، ۸) نمونه پخشینه شاهد تولیدی نیز در محدوده مناسب(۱۵/۸۸٪) است.

مقدارSFC در ۳۵°C-۳۳ ویژگی ذوب شدن در دهان و آزادکردن طعم محصول را نشان می‌دهد. SFC بیشتر از ۵٪ بیانگر وجود مقادیر زیادی چربی ذوب نشده در دمای دهان است که منجر به ایجاد حالت گریسی و احساس بد در دهان می‌شود. مقادیر بالای SFC در ۳۵°C برایF۳ وF۴ و بالا بودن اسید چرب استئاریک (۲۲/۸۳ درصد) در آنها، باعث ایجاد حالت مومی در دهان می شود. نتایج به دست آمده برای فرمولهای F۳ وF۴ در دمای ۳۵°C با نتایج تحقیقات Rajah و List مطابقت دارد(۲۳ ، ۱۰). آنها به این نتیجه دست یافتند که اینتراستریفیکاسیون، بهترین روش برای حل این مشکل و اصلاح خصوصیات مخلوط روغن‌های کاملا هیدروژنه (فلیک) و روغن‌های مایع است. مقادیر SFC در F۵ وF۶ به دلیل وجود اسیدهای چرب لینولئیک(۳۰/۸۱٪) و اولئیک (۳۴/۷۴٪) بسیار پایین و مطلوب بود که اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد دارد ($p <$ ۰/۰۵). به عبارت دیگر، این دو نمونه در دمای محیط، ویژگی لازم را ندارند، ولی در دمای بدن به علت ذوب شدن کامل و ایجاد احساس مطلوب دهانی نسبت به سایر نمونه‌ها برتری دارند(۲۱).

با توجه به اینکه SFC نمونه‌های F۱، F۲ ، F۵ ، F۶ و شاهد در دمای ۳۵°C در حد مطلوب است و در دمای ۲۰°C(دمای محیط) هم فرمول‌های F۱ ، F۲ وF۷ SFC مطلوب و مناسبی دارند، می‌توان این سه نمونه را هم در دمای محیط و هم در دمای بدن مناسب تشخیص داد.

Karabulut و Turan در سال ۲۰۰۵ در مطالعات خود روی بعضی خصوصیات مارگارین‌های تجارتی نشان دادند که برای قابلیت پخش شدن مناسب و حفظ کیفیت پخشینه، تنش حد مطلوب ۲۰۰ تا ۸۰۰ است که با این تنش حد می‌توان آنها را پس از خارج کردن از یخچال روی نان مالید، به طوری که شکل و ظاهر آنها در دمای اتاق هم حفظ می‌شود (۲۸). نمونه‌های با تنش حد بیشتر از ۱۰۰۰ قابلیت پخش خوبی ندارند و نمونه‌های با تنش حد کمتر از ۲۰۰ محصولاتی نرم و قابل پخش شدن هستند، به طوری که پس از خروج از یخچال، نرم هستند، در حالی که در دمای محیط، بافت بسیار نرمی پیدا می‌کنند.

مقایسه نتایج به دست آمده با پژوهشهای گذشته نشان می‌دهد که قابلیت پخش شدن نمونه ها رضایت بخش و مناسب است. این ویژگی به نمونه این توانایی را می‌دهد که پس از بیرون آوردن از یخچال، با حفظ کیفیت (شکل ظاهری، بافت و قوام) بتوان آنها را روی نان پخش کرد (۲۷ ، ۷). تنش حد F۵ و F۶ به ترتیب۱۱۲/۱۰ و ۹۸/۰۱ بود. این مقادیر در محدوده محصولات نرم و باقابلیت پخش شدن (کمتر از ۲۰۰) هستند (۲۷ ، ۷). به طورکلی، نوع فاز روغنی، اثر قابل ملاحظه‌ای بر میزان تنش حد و قابلیت پخش شدن محصول دارد.

رتبه‌بندی نمونه‌ها بر اساس ارزش تغذیه‌ای و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی (SFC ، نفوذ پذیری، تنش حد، نقطه لغزش و عدد پراکسید) به ترتیب عبارت است از : F۴ و F۳ > F۵ و F۶ > F۱ و F۲ > F۷.

با در نظرگرفتن هزینه‌های بالای فرایند هیدروژناسیون و اثرات مصرف نوع و میزان چربیها برسلامت و بهداشت جامعه و با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، می‌توان F۱ وF۲ را به عنوان فرمول‌های برتر جهت ادامه کار پیشنهاد نمود.

سپاسگزاری

از مسئولان محترم انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور برای تامین بودجه مورد نیاز طرح، آزمایشگاه ملی دانه‌های روغنی و زیتون مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر برای انجام آزمون GC، از شرکت بهینه وزین (مهگل) برای در اختیار گذاشتن اکثر مواد افزودنی و ظروف بسته بندی، از سفارت مالزی به خاطر تامین روغنهای پالم و پالم استئارین، از شرکت نوین پونه برای تهیه روغن پنبه دانه و از شرکت کشت و صنعت شمال برای راهنمایی در تولید نمونه‌های پخشینه، سپاسگزاری می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

• References

۱. زندی پروین، احمدی میترا، خوش طینت خدیجه، رکنی علیرضا، سالارکیا ناهید، شابزاز مهناز و همکاران. گزارش وضعیت روغنهای خوراکی در ایران. تهران: انتشارات دبیرخانه شورای غذا و تغذیه کشور، ۱۳۸۲. ص ۱۷-۵۵.

۲. نقوی ، محسن . سیمای مرگ و میر در هجده استان کشور در سال ۱۳۸۰، تهران: انتشارات تندیس. ۱۳۸۲، ص۱۰۰-۱۰۳.

3. Abeywardena M. Dietary fats, carbohydrates and vascular disease: Sri Lankan perspectives, Atherosclerosis. 2003; 171:157–161.

4. Hunter EJ. Dietary levels of trans-fatty acids: basis for health concerns and industry efforts to limit use, Nutr. Res. 2005;25:499–513.

5. Kelishadi R, Hashemi Pour M, Sarraf Zadegan N, Kahbazi M, Sadry G, Amani A et al. Dietary fat intake and lipid profiles of Iranian adolescents: Isfahan healthy heart program – heart health promotion from childhood, Prev Med. 2004; 39:760– 766.

6. Aziz T, Melih C, Hulya K, Muammer K.Trans fatty acid and solid fat content of margarines marketed in Turkey. JAOCS.2002; 79(5):443-445.

7. Chrysan MM: Margarine and spreads. In: Shahidi F, editor. Bailey's industrial oil and fat product ,6th ed. Vol.4 , John Wily & Sons, Inc 2005:33-83.

8. O'Brien R D Fats and oils: formulating and processing for applications .2nd ed, New York CRC Press; 2004 p:235-474.

9. FAO/WHO. Food standard program, Codex Alimentarius Commission. Fats,Oils and related products, 2nd ed, FAO/WHO,1993.

10. Rajah KK. Fats in food teccnology. London: Sheffield Academic Press; 2002. p.192-274.

11. AOAC. Official methods of analysis:16th ed, 3th Revision, Methods 920.158, 1997.

12. AOCS. Official methods and recommended practices ,5th ed,edited by D. Firestone, Methods: Cc16-20, Cd 16-81, Cd 1c-85, Cd 8-53: 1989.

13. ISO, Milk fat preparation of fatty acid methyl esters, ISO 15884 , 2002.

14. ISO, Milk fat determination of fatty acid composition by gas-liquid chromatography,ISO 15885, 2002.

15. Laia OM, Ghazalia HM, Cho F, et al. Physical and textural properties of an experimental table margarine prepared from lipase-catalysed transesterified palm stearine : palm kernel olein mixture during storage.Food Chem. 2000;71:173-179.

۱۶. استاندارد مارگارین(کره نباتی)، شماره ۱۴۳، کرج: موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۷۸.

۱۷. استاندارد ویژگی‌های روغن سویا. شماره ۲۳۹۲، کرج: موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۰.

۱۸. استاندارد ویژگی‌های روغن کلزای خوراکی. شماره ۴۹۳۵، کرج: موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۷۸ .

۱۹. استاندارد ویژگی‌های روغن تخم پنبه. شماره ۱۷۲۳ ، کرج: موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۰ .

20. Malaysian Standard of Palm stearin. MS – 814.1994.

۲۱.استاندارد ویژگی‌های روغن پالم. شماره ۴۴۶۷، کرج: موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۷۶.

22. Malaysian Standard of Palm oil. MS – 813.1991.

23. List GR, Decreasing trans and saturated fatty acid content in food oil,Food Technol. 2004;58(1):23-31.

24. Noor Lida HMD, Ali AR. Physicochemical characteristics of palm based oil blend for the production of reduced fat spreads. JAOCS, 1998; 75 (11):1625-1631.

25. Krawczyk GS, Buliga TD, Bertrand WM, et al. Reviewing the technology of low fat spreads. Inform, 1996;7(6):635-641.

26. Huizinga H, Van Immerseel AR, Pelen EG. Edible emulsion spread. US Patent: 20030099755. 2003.

27. Clemens KD, Sanderson GR. Use of gums in low fat spreads, Inform,1996;7(6):630-635.

28. Karabulut I, Turan S. Some properties of margarines and shortening marketed in Turky, J. Food Compos. Anal. 2005;19(1): 55-58.

29. Reddy PR. Fat continues spread and process for making the same.US Patent :6,045,853. 2000.

Archive of SID

www.SID.ir