

## استفاده از مخلوط روغن سویا با روغن هیدروژنه کامل برای ساخت انواع شورتینگ

شهین زمردی<sup>۱</sup>، رضا شکرانی<sup>۲</sup>، محمدشاهدی<sup>۳</sup> و شهرام دخانی<sup>۴</sup>  
۱، پژوهنده بخش فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان غربی  
۲، ۳، ۴، استادیار و استادان، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان  
تاریخ پذیرش مقاله ۸۱/۱۰/۱۸

### خلاصه

فرآیند استریفیکاسیون داخلی یکی از روشهای اصلاح خواص فیزیکوشیمیایی روغنها می باشد در این تحقیق استریفیکاسیون مخلوط روغن نباتی سویا با روغن هیدروژنه کامل در نسبتهای مختلف با استفاده از کاتالیزور متیلات سدیم برای تولید انواع مارگارین و شورتینگ مورد بررسی قرار گرفت. خواص فیزیکی از جمله نقطه ذوب، در صد چربی جامد و اشکال کریستالی همراه با خواص شیمیایی روغنها قبل و بعد از فرآیند تعیین و با خصوصیات انواع شورتینگ تجارتي برای مصارف مختلف خانگی و صنعتی مقایسه گردید. نتایج نشان داد مخلوط استری شده ۸۵ درصد روغن سویا با ۱۵ درصد روغن هیدروژنه کامل را میتوان به عنوان بخش جامد در تهیه شورتینگهای مخصوص خمیرهای تخمیری در محصولات نانویی، مخلوط ۸۰ درصد روغن سویا را با ۲۰ درصد روغن هیدروژنه کامل در ساخت شورتینگ کیک و مخلوط استری ۷۰ درصد روغن سویا با ۳۰ درصد روغن هیدروژنه کامل را در تهیه شورتینگ مخصوص سرخ کردن استفاده نمود. آزمایشات تعیین عدد یدی و عدد صابونی نشان داد که فرآیند استریفیکاسیون در درجه غیر اشباعی و وزن ملکولی مخلوط روغنهای استری شده تغییراتی ایجاد نموده است. همچنین تعیین عدد پراکسید مشخص نمود که در شرایط عمل پراکسید، تشکیل نمی شود. آزمایشات پراش اشعه ایکس نشان داد که ساختمان بلورهای  $\beta'$  مورد نظر مناسب، در اثر استریفیکاسیون مخلوط روغنها حاصل می شود.

**واژه های کلیدی:** استریفیکاسیون، استریفیکاسیون داخلی روغن هیدروژنه کامل، روغن سویا، شورتینگ

### مقدمه

در صنعت، نقطه ذوب و پلاستیسیته دو فاکتور مهم در خصوصیات بافتی چربیها محسوب می شوند که به نوبه خود تابعی از میزان و نوع کریستالهای تری گلیسیریدها هستند (۱). معمولاً چربیها در شرایط حرارتی مختلف، بلورهای متفاوتی ایجاد می کنند که گاما، آلفا، بتا و بتاپریم نامیده می شوند. این اشکال مختلف کریستالی از لحاظ نقطه ذوب با یکدیگر متفاوت هستند (۸، ۲۶، ۲۹).

بلورهای بی شکل یا آمورف گاما بیش از چند ثانیه پایدار نبوده و به سرعت به کریستالهای آلفا تبدیل می شوند.

روغنها و چربیها از منابع مختلف گیاهی و حیوانی تهیه می شوند که هریک دارای ویژگیهای مختلف متابولیکی، فیزیکی و شیمیایی هستند. ساختار اصلی روغنها و چربیها، تری آسید گلیسرول بوده که خواص فیزیکی آنها از جمله نقطه ذوب، پلاستیسیته، اشکال کریستالی و غیره بستگی به طول زنجیر اسیدهای چرب، درجه غیر اشباعی، محل پیوندهای دو گانه، نوع و طرز قرار گرفتن اسیدهای چرب موجود در ملکول تری گلیسیریدها دارد (۷، ۱۴، ۱۹، ۲۴).

چربی جامد و اشکال کریستالی روغنها (۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۲۳، ۳۰) انجام گرفته است. معمولاً در این فرآیند حداقل به دو روغن با اسیدهای چرب مختلف نیاز می‌باشد. اینتراستریفیکاسیون روغن هیدروژنه کامل با روغنهای مایع بصورت جایگزین به جای هیدروژناسیون نسبی برای تولید روغنهای جامد با خواص فیزیکی مطلوبتر مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۷، ۲۳، ۳۰).

در این تحقیق روغن هیدروژنه کامل به عنوان بخش جامد در فرآیند استریفیکاسیون استفاده شد. روغن هیدروژنه کامل بدلیل اینکه اسیدهای چرب ضروری آن در اثر هیدروژناسیون کامل از بین می‌رود ارزش تغذیه‌ای پائینتری داشته ولی از طرفی فاقد اسیدهای چرب ترانس می‌باشد که از مزایای این روغن محسوب می‌شود. در نتیجه از طریق استریفیکاسیون مخلوط این روغن با روغنهای نباتی مختلف، می‌توان مارگارینها و شورتنینگهای مناسب با ارزش تغذیه‌ای بالاتر و قوام بهتر، با مقدار اسیدهای چرب ترانس کمتر و یا نزدیک به صفر تهیه نمود. در این بررسی، روغن هیدروژنه کامل در نسبتهای ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ درصد با روغن سویا برای تولید چربیهای با بافت مطلوب و خواص ذوبی مناسب برای تولید مارگارین و شورتنینگ مورد بررسی قرار گرفت.

### مواد و روشها

مواد مورد نیاز عبارت است از:

- ۱- روغن هیدروژنه کامل از کارخانه روغن نباتی پارس (قو) تهران
- ۲- روغن سویای تصفیه و رنگبری شده از کارخانه روغن نباتی ناز اصفهان
- ۳- متیلات سدیم از شرکت فلوکا سویس

### روش استریفیکاسیون

نسبتهای معین (وزنی/ وزنی) از مخلوط روغنهای مورد آزمایش تهیه شد. مقدار ۱۵۰ گرم از هر مخلوط به یک بالن ته گرد ۵۰۰ میلی لیتری خشک و تمیز منتقل گردید و با استفاده از دستگاه تبخیر چرخشی تحت خلاء در حرارت ۹۰ درجه سانتی گراد به مدت ۶۰ دقیقه حرارت داده شد تا رطوبت روغن کاملاً گرفته شود. روغن خشک شده به ارلن خلاء ۵۰۰ میلی لیتری خشک و تمیز منتقل و در حرارت ۸۰ درجه سانتی گراد، مقدار ۰/۵ درصد وزن روغن، متیلات سدیم به عنوان کاتالیزور به آن افزوده شده و توسط اجاق برقی مجهز به همزن مغناطیسی تحت خلاء و گاز نیتروژن با همزدن شدید در حرارت

کریستالهای آلفا نیز پس از سرد شدن به کریستالهای  $\beta'$  تبدیل می‌شوند. بلورهای  $\beta'$  اندازه‌ای کمتر از یک میلی میکرون داشته و به علت کوچکی، نوک تیزی و سوزنی شکل بودن در صنایع غذایی از اهمیت خاصی برخوردار هستند. این کریستالها تا مدتی تقریباً طولانی پایدارند که پس از آن به بلورهای فرم  $\beta$  تبدیل می‌شوند. کریستالهای  $\beta$  پایدارترین حالت کریستالی گلیسیریدها بوده و بالاترین نقطه ذوب را نیز به خود اختصاص می‌دهند. اندازه آنها ۲۵-۵۰ میلی میکرون بوده که در بعضی مواقع تا ۱۰۰ میلی میکرون نیز می‌رسد لذا، درشت و خشن بوده و در صنعت مارگارین سازی مسئله ساز می‌باشند (۱، ۱۲). روغنها و چربیهای طبیعی اغلب دارای کیفیت مناسب برای نگهداری و مصارف مختلف خوراکی نیستند. لذا لازم است در ویژگیهای ذوبی و کریستالی آنها تغییراتی داده شود.

سالهای مدیدی است که برای بهبود خواص فیزیکوشیمیایی روغنها از فرآیند هیدروژناسیون استفاده می‌شود. در اثر این فرآیند باندهای دو گانه به باندهای اشباع تبدیل شده و در نتیجه، نقطه ذوب و ثبات روغنها افزایش می‌یابد. هیدروژناسیون نسبی علاوه بر از بین بردن بخشی از اسیدهای چرب ضروری، باعث تشکیل ایزومرهای هندسی ترانس می‌گردد که از نظر تغذیه‌ای و فیزیولوژیکی مشکلاتی ایجاد میکند (۳، ۴، ۶، ۷). امروزه با جایگزین نمودن هیدروژناسیون نسبی با فرآیند استریفیکاسیون داخلی می‌توان چربیهای با خصوصیات فیزیکی و تغذیه‌ای مطلوب تولید نمود. در این فرآیند بر خلاف هیدروژناسیون، ترکیبات اصلی تری گلیسیریدها تغییر نمی‌کند و فقط طرز آرایش اسیدهای چرب موجود در ملکول گلیسیریدها تغییر می‌نماید. در نتیجه خواص فیزیکوشیمیایی روغنها و چربیها از جمله نقطه ذوب، پلاستیسیته و کریستالیزاسیون روغنها بهبود می‌یابد. این تغییرات به نوع چربی، عوامل و فاکتورهای موثر در عمل، بستگی داشته که می‌تواند کیفیت روغن مورد نیاز را تأمین نماید (۱، ۸، ۱۱، ۱۸). تحقیقات زیادی در مورد استریفیکاسیون، مکانسیم واکنشها و ویژگیهای کاتالیزورهای مختلف از جمله آلیاژ سدیم - پتاسیم، فلز سدیم، هیدروکسید سدیم، متیلات و اتیلات سدیم (۱۱، ۱۳، ۲۲، ۲۴، ۲۵) و نیز تاثیر استریفیکاسیون تصادفی و هدایت شده بر روی خواص فیزیکی از جمله نقطه ذوب، نقطه چکیدن، درصد

عرضی  $4/6^\circ$  درجه آنگستروم و کریستالهای  $\beta'$  در فواصل عرضی  $3/8$  و  $4/2$  درجه آنگستروم محاسبه گردید. نمونه‌ها در  $80^\circ$  درجه سانتی گراد ذوب و در سطح یک لام شیشه‌ای تمیز به ضخامت حدود  $2$  میلی‌متر پخش گردیدند. پس از سرد شدن، نمونه هابه ترتیب مدت یک روز در  $5^\circ$  درجه، دوز در  $20^\circ$  درجه، یک روز در  $5^\circ$  درجه، دو روز در  $20^\circ$  درجه و در نهایت مدت  $14$  روز در  $5^\circ$  درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند ( $30$ ). سپس نوع کریستالها، شدت جذب زمینه<sup>۷</sup>، فاصله عرضی برای هر شکل کریستال توسط دستگاه تعیین گردید.

### نتایج و بحث

نتایج آزمایشات مربوط به خواص فیزیکی و شیمیایی روغنهای مورد استفاده در فرآیند در جدول ۱ آمده است. بدلیل اینکه کاتالیزورهای مصرفی به اسید، رطوبت و پراکسید بسیار حساس هستند، باید مقدار اسیدهای آزاد روغنهای مصرفی به کمتر از  $0/1$  درصد، میزان رطوبت به کمتر از  $0/1$  درصد و عدد پراکسید کمتر از  $10$  میلی اکی والان گرم در کیلوگرم کاهش یابد. به ازای افزایش هر  $0/05$  درصد اسیدهای چرب آزاد مقدار  $0/1$  درصد و به ازای هر  $0/1$  درصد آب،  $0/04$  درصد کاتالیزور اضافی نیاز است ( $22$ ).

### خواص فیزیکی

خواص فیزیکی مخلوط روغنها قبل و بعد از فرآیند استریفیکاسیون در جدول ۲ آمده است همانطور که مشخص است نقطه ذوب و درصد چربی جامد مخلوط روغنها در اثر استریفیکاسیون کاهش یافته است. مخلوطی با مقدار اسید چرب اشباع بالاتر، بیشترین کاهش را در نقطه ذوب نشان داد. مقایسه آماری نتایج نشان داد که اختلاف دمای ذوب معنی‌دار می‌باشد. کاهش نقطه ذوب و درصد چربی جامد بدلیل از بین رفتن بخشی از تری گلیسیریدهای با نقطه ذوب بالاتر طی واکنشهای تغییر استری است بنابراین تغییر ساختمان تری گلیسیریدها در اثر فرآیند استریفیکاسیون بر روی نقطه ذوب و درصد چربی جامد مخلوط در جهت مطلوب تاثیر می‌گذارد.

$85$  تا  $90^\circ$  درجه سانتی گراد به مدت  $30$  دقیقه نگه داشته شد تا واکنشهای تغییر استری کامل گردد. سپس برای خنثی نمودن کاتالیزور، مخلوط استری شده تا دمای  $60^\circ$  درجه سانتی گراد سرد و در حالیکه با سرعت  $60$  دور در دقیقه همزده می شد مقدار  $100$  میلی لیتر آب مقطر داغ دارای  $10$  درصد اسیدفسفریک  $5$  درصد به آن افزوده و مدت  $10$  دقیقه هم زده شد سپس با استفاده از قیف تخلیه (سرریز) لایه آبی از روغن جدا گردید و در نهایت روغن استری شده  $5$  مرتبه با آب مقطر داغ شستشو داده شد تا کاملاً خنثی گردد، سپس با فیلتر تحت خلاء صاف شده و با استفاده از دستگاه تبخیر گردشی تحت خلاء در حرارت  $85^\circ$  درجه سانتی‌گراد خشک شد. روغنهای استری شده برای آزمایشات در سردخانه  $4^\circ$  درجه سانتی گراد نگهداری شد ( $2$ ).

### روشهای آزمایش

مخلوط روغنها قبل و بعد از فرآیند استریفیکاسیون مطابق روشهای AOCs<sup>۱</sup> مورد آزمایش قرار گرفتند. نقطه ذوب با استفاده از لوله های موئین روش C-cl-25، درصد چربی جامد با روش دیلاتومتری متد Cd10-57، عدد صابونی روش Cd3-25، عدد یدی به روش ویجز متد Cd1-25، عدد پراکسید با روش Cd8-25، عدد اسیدی روش Cd3a-63 و رطوبت به روش تقطیر با تولوئن متد Ca2a-45 انجام گرفت ( $5$ ). تشخیص اشکال پلیپ مورف کریستالهای چربی با استفاده از دستگاه پراش اشعه ایکس<sup>۲</sup> بر اساس فاصله یا فضای بین ملکولی کریستالهای منعکس می‌گردد ( $25$ ). پرتوهای انعکاسی، توسط شمارنده دریافت می‌شوند. در این سیستم ناحیه‌ای به مساحت یک سانتیمتر مربع در معرض اشعه ورودی قرار می‌گیرد. دستگاه با بهره‌گیری از یک سیستم کاوش قادر به آنالیز فاز بصورت اتوماتیک می‌باشد. در این دستگاه از اشعه نشر شده از  $^{63}\text{Cu-ka}$  با طول موج  $1/5418$  درجه آنگستروم استفاده شد و ولتاژ  $40$  کیلو ولت و جریان اعمالی  $40$  میلی آمپر، محدوده آزمایش بین  $3$  تا  $33$  درجه تتا، وسعت هر گام  $0/07733$  درجه و زمان آنالیز<sup>۵</sup>  $4$  ثانیه بود. کریستالهای  $\beta$  در فاصله

6 . Short spacing

7 . Absorptipn intensity - background

1 . American Oil Chemists Society (AOCS)

2 . X- Ray diffraction (XRD)

3 . Emitting Cu- Ka radiation (Target Cu)

4 . Step Width

5 . Preset time

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی روغنهای مصرفی در استریفیکاسیون

نوع روغن	نقطه ذوب C <sup>0</sup>	عدد اسیدی mgKOH/g	اسیدیته (بر حسب اسید اولئیک )	عدد پراکسید (meq/Kg)	عدد یدی (gI2/100g)	عدد صابونی (mgKOH/g)	رطوبت (درصد)
روغن سویا	—	۰/۱۳	۰/۰۷	۰/۵	۱۳۲/۲	۱۹۱/۳	۰
روغن هیدروژنه کامل	۶۷	۰/۷۵	۰/۳۸	۳/۵	۲۷/۵	۱۷۶	۰

اعداد جدول حاصل میانگین دو تکرار است.

جدول ۲- نقطه ذوب و درصد چربی جامد مخلوط روغن نباتی سویا با روغن هیدروژنه کامل در نسبت‌های مختلف قبل و بعد از فرآیند استریفیکاسیون

نوع روغن*	نقطه ذوب C <sup>0</sup>		درصد چربی جامد قبل از فرآیند دمای مورد استفاده C <sup>0</sup>				درصد چربی جامد بعد از فرآیند دمای مورد استفاده C <sup>0</sup>				
	قبل	بعد	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵
مخلوط ۱	۵۱	۴۳	۲۲/۸	۱۹/۹	۱۶/۷	۱۳/۲	۹/۸	۱۶/۹	۱۳/۶	۸/۵	۴/۹
مخلوط ۲	۵۳	۴۷	۲۴/۸	۲۲/۱	۱۸/۲	۱۵/۱	۱۲/۸	۱۹/۶	۱۷/۷	۱۳/۲	۷/۵
مخلوط ۳	۵۶	۴۸/۵	۲۹/۸	۲۳/۵	۲۰/۱	۱۸/۵	۱۴/۵	۲۳/۳	۱۸/۵	۱۴/۸	۹/۶
مخلوط ۴	۵۸/۵	۵۰	۳۲/۱	۲۵/۸	۲۲/۵	۱۹/۶	۱۵/۲	۲۶/۸	۲۱/۸	۱۶/۸	۱۱/۲

\* ۱. مخلوط ۱۵ درصد هیدروژنه کامل و ۸۵ درصد روغن سویا ۲. مخلوط ۲۰ درصد روغن هیدروژنه کامل و ۸۰ درصد روغن سویا

۳. مخلوط ۲۵ درصد روغن هیدروژنه کامل و ۷۵ درصد روغن سویا ۴. مخلوط ۳۰ درصد روغن هیدروژنه کلل و ۷۰ درصد روغن سویا

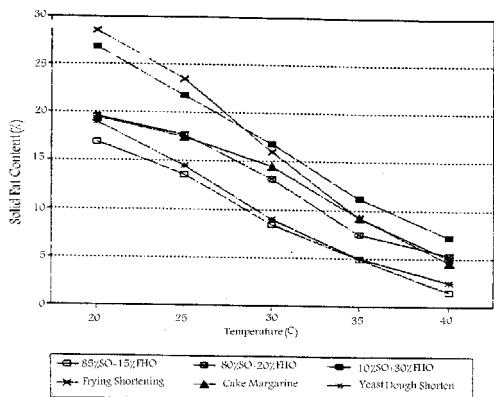
اعداد جدول حاصل میانگین دو تکرار است.

طی تحقیقات زیادی کاهش نقطه ذوب و درصد چربی جامد مخلوط روغن‌ها در واکنش‌های استریفیکاسیون نشان داده شده است (۲، ۱۱، ۱۳، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۲۲، ۲۴، ۲۵). لیست و همکاران (۱۹۷۷) در بررسی‌های خود که بر روی تغییر استری تصادفی مخلوط روغن سویا و استئارین سویا انجام دادند مشخص نمودند که مقدار چربی جامد نمونه استری شده در حرارت ۱۰، ۲۱، ۳۳ درجه سانتی گراد به درصد مولار گلیسیریدهای سه و دو اشباعی بستگی دارد.

طی تحقیقاتی مشخص گردید که فرآیند استریفیکاسیون در مقدار چربی جامد روغن‌ها در ۱۰ درجه سانتی گراد تغییرات بسیار جزئی ایجاد کرده ولی افزایش یا کاهش آن در ۲۰ درجه سانتی گراد بستگی به نسبت و طبیعت ترکیبات فاز جامد مخلوط دارد (۲۴، ۲۵).

خواص کاربردی مارگارین از جمله قابلیت گسترده‌گی و مقاومت آن در حرارت اتاق به جدا شدن فاز مایع از روغن و نیز خواص ذوبی آن هم در غذا و هم در دهان و نیز استحکام، قوام،

خصوصیات فیزیکی روغن‌ها بعد از فرآیند استریفیکاسیون نشان می‌دهد که می‌توان با روش بکار گرفته شده انواع شورتینگ‌ها برای مصارف مختلف تولید کرد. این نتایج با نتایج دیگر محققین قابل مقایسه می‌باشد. اشمیت و همکاران (۱۹۹۶) مخلوط روغن‌های نباتی را با روغن هیدروژنه کامل در نسبت‌های مختلف برای تولید مارگارین استریفیکاسیون نموده و نشان دادند که نقطه ذوب و درصد چربی جامد مخلوط روغن‌ها در اثر استریفیکاسیون کاهش می‌یابد. آنها دریافتند اختلاف حاصل از تغییر استری، بواسطه کاهش تری گلیسیریدهایی با نقطه ذوب بالاتر بوده که به نقطه ذوب تری گلیسیریدهای سه اشباعی روغن هیدروژنه کامل و به نسبت اختلاط روغن‌های بکار رفته بستگی دارد. زیانون و همکاران (۱۹۹۳) نیز روغن‌های نباتی مختلف را با روغن هیدروژنه کامل در نسبت‌های مساوی استری نموده و نشان دادند مخلوط‌هایی با بیشترین مقدار اسید چرب اشباع، بعد از استریفیکاسیون، پائین ترین نقطه ذوب و بالاترین درصد چربی جامد را در بین نمونه‌های مختلف داشتند.



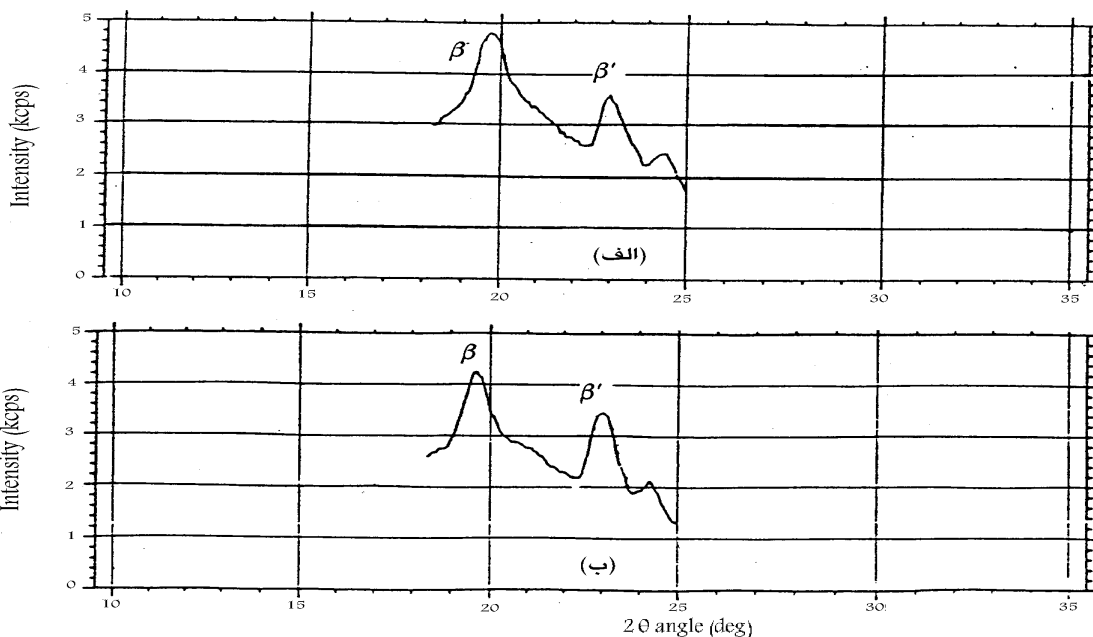
شکل ۱- مقایسه درصد چربی جامد مخلوط‌های استری شده روغن سویا (SO) و روغن هیدروژنه کامل (FHO) با انواع مارگارین و شورتنینگ

**اشکال پلی مورفیسیم**

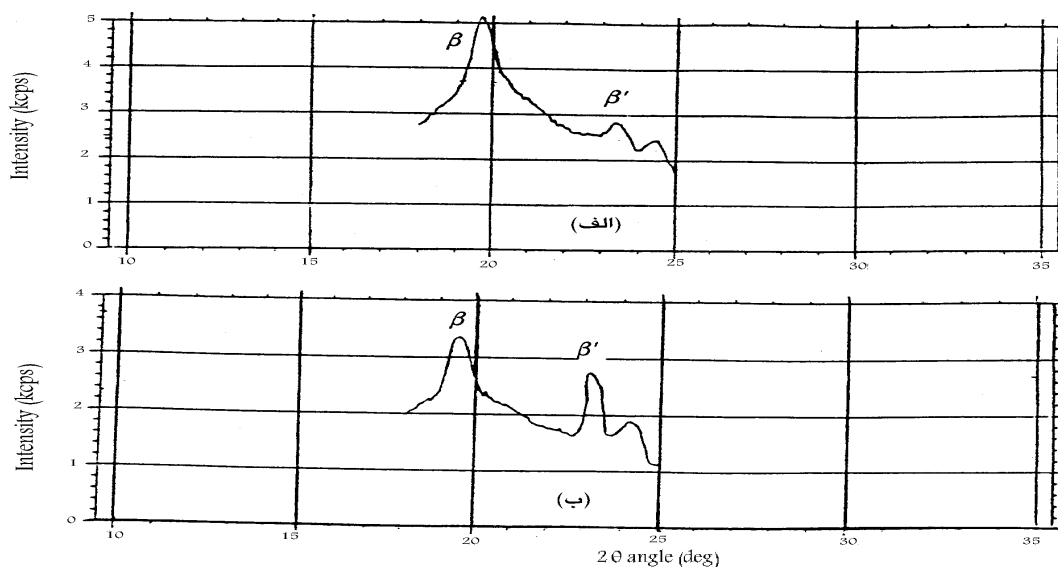
مقدار نسبی کریستالهای  $\beta$  در فاصله عرضی ۴/۶ و کریستالهای  $\beta'$  در فواصل عرضی ۴/۲ و ۳/۸ درجه آنگستروم برای مخلوط روغنهای قبل و بعد از فرآیند استریفیکاسیون در حرارت محیط تعیین گردید. همانطور که از شکل‌های ۲ و ۳ مشخص است در مخلوط روغنهای قبل از فرآیند تغییر استری، شدت کریستالهای  $\beta$  بیشتر بود که پس از فرآیند، شدت آن کاهش یافته و شدت کریستالهای  $\beta'$  افزایش پیدا کرد. دلیل آن را می‌توان تجدید آرایش اسیدهای چرب در طی فرآیند استریفیکاسیون دانست (۱۳، ۱۶، ۱۸).

غلظت ودامنه پلاستیسیته شورتینگها به مقدار زیادی به درصد چربی جامد روغن مصرفی در ساخت آنها بستگی دارد. استریفیکاسیون منحنی درصد چربی جامد را به نحوی تغییر می‌دهد که کیفیت مورد نظر تامین گردد (۱۰، ۱۵، ۱۶، ۲۶، ۲۷). مقدار چربی جامد روغنهای مختلف استری شده با مقدار چربی جامد اکثر انواع شورتینگ و مارگارین قابل مقایسه می‌باشد. در صورت نیاز می‌توان با تغییر نسبت هریک از بخش‌های روغن، مخلوط مناسبی برای ساخت انواع شورتینگ و مارگارین بدست آورد. همانطوریکه از شکل ۱ مشخص است مخلوط استری شده ۸۵ درصد روغن سویا و ۱۵ درصد روغن هیدروژنه کامل را می‌توان به عنوان بخش جامد در تهیه شورتینگ مخصوص محصولات خمیری تخمیری<sup>۱</sup>، مخلوط ۸۰ درصد روغن سویا و ۲۰ درصد روغن هیدروژنه کامل را در ساخت مارگارین کیک و مخلوط استری ۷۰ درصد روغن سویا با ۳۰ درصد روغن هیدروژنه کامل را در تهیه شورتینگ مخصوص سرخ کردن<sup>۲</sup> استفاده نمود.

1. Yeast dough shortening
2. Frying shortening



شکل ۲- نمودار کریستالهای مخلوط ۸۰ درصد روغن سویا و ۲۰ درصد روغن هیدروژنه کامل (الف) قبل و (ب) بعد از فرآیند استریفیکاسیون کریستالها به ترتیب  $\beta$  و  $\beta'$  با پهنای ۱۹/۱۲ و ۲۳/۲۳ درجه



شکل ۳- نمودار کریستالهای مخلوط ۸۰ درصد روغن سویا و ۲۰ درصد روغن هیدروژنه کامل (الف) قبل و (ب) بعد از فرآیند استریفیکاسیون کریستالها به ترتیب  $\beta$  و  $\beta'$  با پهنای  $19/47$  و  $23/31$  درجه

پالمیتیک در موقعیت ۲ از ۶۴ درصد به ۲۴ درصد و همزمان با آن در سایر گلیسیریدها نیز تغییراتی ایجاد می‌شود و در نتیجه خصوصیات پلاستیسیته آن بهبود یافته و شورتینگ بهتری از آن حاصل می‌گردد (۱۱، ۲۴، ۲۵)

میرکر و همکاران (۱۹۵۸) با انجام آزمایشاتی نشان دادند که دانه‌ای شدن مارگارین بدلیل تشکیل کریستالهای  $\beta$  با نقطه ذوب بالاتر می‌باشد که در طی عمل آوری یا در مرحله تشکیل کریستال در ساخت مارگارین حاصل می‌شود. بنابراین روغن مورد مصرف در ساخت مارگارین باید کریستالهای  $\beta'$  بیشتری داشته باشد و نیز در طول ساخت مارگارین تمایلی به تبدیل شدن به کریستال  $\beta$  نداشته باشد.

روغنهای استری شده در سطح وسیعی در طول ساخت مارگارینها و شورتینگها تمایل به کریستالی شدن منظم داشته و کریستالی شدن آنها در طول نگهداری چنین محصولاتی بسیار آهسته می‌باشد. همچنین در اثر استریفیکاسیون، کریستالهای  $\beta'$  با ثبات بیشتر تولید شده و تبدیل آن به فرم  $\beta$  بسیار کند صورت می‌گیرد (۲۲).

دوسویز و همکاران (۱۹۹۱) مشخص کردند که اختلاف بین مارگارین های  $\beta$  و  $\beta'$  مربوط به اسیدهای چرب ۱۶ کربنه و تری گلیسیرید ۵۴ کربنه با نقطه ذوب بالا می‌باشد. آنها همچنین نشان دادند که در مارگارینهای دارای کریستالهای

زیاتون و همکاران (۱۹۹۳) در بررسیهای خود بر روی استریفیکاسیون روغنهای نباتی روغن هیدروژنه کامل به نتایج مشابهی دست یافتند. آنها نشان دادند که در تمام مخلوط روغنهای طی فرآیند استریفیکاسیون کریستالهای  $\beta$  کاهش یافته و کریستال  $\beta'$  افزایش می‌یابد. همچنین مخلوط استری هر یک از روغنهای پالم و تخم پنبه با روغن هیدروژنه کامل دارای بیشترین مقدار و مخلوط استری هر کدام از روغنهای آفتابگردان و گلرنگ دارای کمترین مقدار کریستالهای  $\beta'$  می‌باشند. بنابراین ترکیب روغنهای مایع نیز در اشکال کریستالی مخلوطهای جامد موثر هستند. تفاوت در اشکال پلی مورفیک در مخلوطهای استری شده ناشی از اختلاف ساختمانی انواع تری گلیسیریدهای روغنهای مختلف می‌باشد. بنابراین اختلاف در طول زنجیر آسیل در شکل پلی مورفیک روغنها موثر است.

طرز قرار گرفتن اسید پالمیتیک در ملکول تری گلیسیرید در نوع کریستالهای آنها مؤثر می‌باشد. بنابراین در اثر استریفیکاسیون، تجدید آرایش اسید پالمیتیک نیز باعث تغییر فرم کریستالی روغنها می‌گردد. به عنوان مثال روغن خوک بدلیل داشتن درصد بیشتری از اسید پالمیتیک در موقعیت ۲ دارای کریستالهای بسیار خشن  $\beta$  می‌باشد که باعث دانه‌ای و چسبناک شدن بافت آن شده و ظاهر کدر به آن می‌دهد. در حالیکه در اثر فرآیند استریفیکاسیون (تک فاز) مقدار اسید

استریفیکاسیون در درجه غیر اشیاعی و وزن ملکولی مخلوط روغنهای استری شده تغییراتی ایجاد نکرده است. لو وهاندیل (۱۸) نشان دادند که این فرآیند عدد اسیدی و مقدار اسیدهای چرب آزاد را به مقدار بسیار جزئی افزایش و در درجه غیر اشیاعی روغنهای استری تغییری ایجاد نمی‌نماید. بنابراین فرآیند استریفیکاسیون در خواص شیمیایی روغنهای، تغییراتی ایجاد نمی‌کند. این مطلب مورد تأیید اکثر محققین می‌باشد (۲، ۱۸، ۲۴، ۲۵). نتایج نشان می‌دهد که روش به کار گرفته شده ضمن تامین خواص فیزیکی و شیمیایی مورد نظر برای شورتینگهای مورد استفاده در صنایع غذایی خواص کیفی روغن استری شده نیز مناسب بوده و تغییرات نا مطلوب در آن ایجاد نمی‌شود.

### سپاسگزاری

بدینوسیله از استاد محترم جناب آقای مهندس فیروز مدد نوعی به خاطر مشاورت و نظرات ارزشمند ایشان و از آقای مهندس بهمن بهرامی مسئول آزمایشگاه صنایع غذایی که در طول اجرای این طرح نهایت همکاری را مبذول داشته اند و از آقای دکتر حمیدرضا کریم زاده مسئول دستگاه پراش اشعه ایکس گروه خاکشناسی دانشگاه صنعتی اصفهان بدلیل انجام آزمایشات مربوطه و از همکاری آقای مهندس مهدی سادات مدیر تولید کارخانه روغن نباتی ناز اصفهان صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

$\beta$  مقدار اسیدهای چرب ۱۶ کرینه کمتر از ۱۱ درصد و در مارگارین‌های دارای کریستال  $\beta'$  مقدار این اسیدها بیشتر از ۱۷ درصد می‌باشد.

شورتینگهای دارای کریستالهای  $\beta$  تمایل به دانه‌ای شدن داشته، هوای کمتری در خود حبس کرده که برای پوششهای شیرینی مناسب است، در حالیکه شورتینگهای دارای کریستالهای  $\beta'$  دارای ظاهر صاف بوده، هوا را بخوبی محبوس کرده و دارای خواص کرمی شدن بسیار خوب می‌باشند که برای تهیه کیکهای کرم دار و شیرینیهای پوشش دار ترجیح داده می‌شوند (۱۰، ۲۷).

### سایر خواص شیمیایی

خصوصیات شیمیایی نمونه‌ها قبل و بعد از فرآیند استریفیکاسیون، در جدول ۳ آمده است. همانطوریکه مشخص است اسیدهای چرب آزاد و پراکسید روغنهای در اثر فرآیند تغییر استری، به مقدار جزئی افزایش یافته است. شاید دلیل افزایش اسیدهای چرب آزاد و عدد پراکسید، تشکیل صابون و متیل استر در طی فرآیند استریفیکاسیون باشد با استفاده از فرآیندهای تصفیه و بی بو کردن می‌توان مقدار آنها را کاهش داد (۱۸). چون فرآیند استریفیکاسیون تحت خلاء و گاز بی اثر ازت صورت گرفته، در محیط عمل، رطوبت وجود نداشته و حرارت مورد استفاده نیز کمتر از ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد بوده، در نتیجه پراکسید به مقدار جزئی تغییر یافته است (۲). تعیین عدد یدی و عدد صابونی قبل و بعد از فرآیند نشان می‌دهد فرآیند

جدول ۳- ویژگیهای شیمیایی مخلوط های روغن سویا (SO) و روغن هیدروژنه (FHO) قبل و بعد از فرآیند استریفیکاسیون.

نوع روغن	عدد اسیدی (mgKOH/g)	عدد یدی (gIz/100g)	عدد صابونی (mgKOH/g)	عدد پراکسید (meq/ Kg)	اسیدیته % (بر حسب اسید اولئیک)
SO/۸۵ و FHO/۱۵ مخلوط	۰/۲۵	۱۱۶/۳	۱۸۹/۱	۱	۰/۱۳
SO/۸۵ و FHO/۱۵ استری	۰/۵	۱۱۶/۱	۱۸۸/۸	۱/۲	۰/۲۵
SO/۸۰ و FHO/۲۰ مخلوط	۰/۲۷	۱۱۱/۵	۱۸۷/۹	۱/۱	۰/۱۳
SO/۸۰ و FHO/۲۰ استری	۰/۶	۱۱۱/۱	۱۸۸/۱	۱/۳	۰/۳
SO/۷۵ و FHO/۲۵ مخلوط	۰/۳	۱۰۶/۱	۱۸۷/۲	۱/۳	۰/۱۵
SO/۷۵ و FHO/۲۵ استری	۰/۷	۱۰۵/۹	۱۸۷/۵	۱/۴۵	۰/۳۵
SO/۷۰ و FHO/۳۰ مخلوط	۰/۳۵	۱۰۰/۸	۱۸۶/۹	۱/۴	۰/۱۶
SO/۷۰ و FHO/۳۰ استری	۰/۷	۱۰۰/۵	۱۸۷/۱	۱/۶	۰/۳۵

اعداد جدول حاصل میانگین دو تکرار است

## REFERENCES

## مراجع مورد استفاده

۱. حداد خدایپرست، م.ح. ۱۳۷۳. تکنولوژی روغنهای خوراکی. ناشر مولف. مشهد. ص ۶۹-۷۰.
۲. زمردی. ش.، شکرانی. ر.، شاهدی. م. و ش. دخانی. ۱۳۷۸. کاربرد استریفیکاسیون در ساخت روغنهای مناسب برای مارگارین. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. دانشگاه صنعتی اصفهان. شماره ۲.
3. Ahmad, J. I. 1995. Trans Fixed. J. Food Sci. Technol. 9(4): 228-231.
4. Allen, R. R. 1981. Hydrogenation. JAOCS, 58: 166-169.
5. AOCS. 1983. Official and Tentative Methods of the American Oil Chemists Society, 3rd. Fs. Methods no. Ca2a-45, Ccl-25, Cd-3-25, Cd 3a-63, Cd 1-25, Cd10-57.
6. Ariaansz, R. 1992. Hgdrogenation-theory. INFPRM 3(8): 884.
7. DeMan, J. M. 1990. Principles of Food Chemistry. West port, Cohm, AVI. P:36-80.
8. Dsouzo, V., L. DeMan, and J. M. Deman. 1991. Chemical and physical properties of the high melting glyceride fraction of commercial margarin. JAOCL, 68: 153-6.
9. Freeman, J. P. 1968. Interesterification I) Change of glyceride composition during interesterification. JAOCS, 45: 456-460.
10. Gillies, M. T. 1974. Shortening, margarine and food oil. American Noyes Data Corporation. P: 142-170.
11. Going, L. 1967. Interesterification products and processes. JAOCS, 414: 414A-422A.
12. Hoerr, C. W. and F. R. Poulieka. 1968. The role of x- ray diffraction in studies of the crystallography of monoacid saturated triglyceride. JAOCS, 45:793-797.
13. Hustedt, H. H. 1976. Interesterification of edible oils. JAOCS, 53: 390-392.
14. Kawahara, y. 1993. Progress in fats, oils, food technology. INFORM, 4(6): 663-667.
15. List, G. R., E. A. Emken, W. F. Kwolek, T. D. Simpson, and H. J. Dutton. 1977. Zero trans margarines, preparation, structure and properties of interesterified soybean Oil- Soytrisaturated blends. JAOCS. 54: 408-413.
16. List, G. R., T. L. Mounts, F. Grtoefer, and W. E. Neff. 1995. Margarine and shortening Oils by interesterification of liquid and trisaturated triglycerids. JAOCS, 72(3): 379-382.
17. List, G. R., T. Pelloso, F. Orthoefer, M. Chrysam, and T. L. Mounts. 1995. Preparation and properties of zero trans soybean oil manrgarin. JAOCS, 72(3): 383-384.
18. Lo, Y, C. and A. P. Handel. 1983. Physical and chemical properties of randomly interesterified blends of Soybean oil and tallow use as margarin oils. JAOCS, 60(4):815-818.
19. Masson, L. 1981. Relative nutritional value of various dietary fats and oils. JAOCS, 58: 249-255.
20. Merker, D. R., L. C. Brown, and L. H. Widerman. 1958. The relationship of polymorphism to the texture of margarine containing soybean and cottonseed oils. JAOCS, 53: 130-133.
21. Potter, N. N. and J. H. Hotchkiss. 1995. Food Science. 5<sup>th</sup> edition. Chopman & Hall, New York.
22. Rozenaol, A. 1992. Interesterification of oils and fats. Inform, 3(11): 1232-1237.
23. Schmidt, S., S. Hwtova, J. Zamanovic, S. Sekretar, P. Simon, and P. Alnsworth. 1996. Prepration of modified fats from vagtable oil and fully hydrogenated vegtable by randomization with alkali catalysts. J. Food Chem. 55(4): 343-348.
24. Sreenivasan, B. 1978. Interesterification of fat. HAOCS, 55:769-805.
25. Swern, D. 1973. Bailey's industrial oil and Fat Products. VOL. 2, Jhon Wiley & Sons, New York. P:124-207.
26. Swern, D. 1985. Bailey's Industrial Oil and Fat Products. VOL. 3. Jhon Wiley & Sons, New York. P:40-164.
27. Thomas, A. E. 1978. Shortening formulation and control. JAOCS, 55: 830-833.
28. Wilton, L. and G. Wode. 1963. Quick and Simple methods for studying crystallization behaviour of fat. JAOCS, 40: 707-711.
29. ap, P. H., J. M. Deman, and L. Deman. 1989. Polymorphism of palm oil products. JAPCS, 40:93-694.
30. Zeitoun, M. A. M., E. Neff and G. R. List. 1993. Physical properteis of ineresrtification blends. JAOCS, 70(5): 467-471.



## Intere sterification of Mixtures of Soybean Oil with Fully Hydrogenated Oil for Production of Shortenings

SH. ZOMORRODI<sup>1</sup>, R. SHOKRANI<sup>2</sup>, M. SHAHEDI<sup>3</sup> AND SH. DOKHANI<sup>4</sup>

1, Researcher , Agricultural Research Center, West Azarbayejan 2, 3, 4, Assistant

Professor and Professors, Faculty of Agriculture,

Isfahan Technical University

Accepted Jan. 8, 2003

### SUMMARY

Interesterification is one of the methods used for modification of physiochemical properties of edible oils. In this study esterified mixures in various ratios of soybean oil with fully hydrogenated oil, (using soduim methoxid as catalyst) for production of commerical margarines and shortenings have been put into investigation. Physical properties, such as melting point, solid fat content, and crystal structures as well as chemical properties of the mixture of oils before and after esterification processes were determined and compared with those in commerical margarines and shortenings that are used for industrial purposes or have home uses. The results indicated that the blend of 85 percent soybean with 15 percent fully hydrogenated oil could be used for yeast dough shortening in the baking of baking products. The mixture of 80 percent soybean oil and 20 percent of fully hydrogenated oil is suitable for preparation of cake shortening and finally the blend of 70 percent soybean oil and 30 percent fully hydrogenated oil could be used for production of frying shortenings. Iodine as well as saponification values indicated that the esterification process doesn't have any considerable effect on the degree of unsaturation or molecular weight of triglycerides. The value of peroxide showed that the processing condition doesn't produce any peroxide. The x- ray diffraction studies showed that the stability of desirable  $\beta'$  crystal structure was achieved through interesterification process.

**Key words:** Esterification, Intersterification, Hydrogenated oil, Soybean oil, Shortening.