

تشخیص و اندازه‌گیری اسیدهای چرب در روغن‌های خوراکی و قنادی در شهر تبریز با استفاده از روش کروماتوگرافی گازی

فرنوش سعدلوی^۱، جلیل خندقی^{۲*}

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، واحد سراب، دانشگاه آزاد اسلامی، سراب، ایران

۲. استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سراب، دانشگاه آزاد اسلامی، سراب، ایران

*نویسنده مسئول مکاتبات: dr.khandaghi@gmail.com

(دریافت مقاله: ۹۶/۵/۳۰ پذیرش نهایی: ۹۶/۱۱/۳۰)

چکیده

تری‌گلیسیریدها فراوان‌ترین شکل ذخیره‌ای چربی در بدن انسان و گیاهان می‌باشد و مهم‌ترین دسته از چربی‌ها هستند که در رژیم غذایی وجود دارند. خواص فیزیکی و شیمیایی چربی‌ها عمدتاً به نوع میزان اسیدهای چرب تشکیل دهنده آن‌ها وابسته است. بنابراین به‌منظور ارزیابی کیفیت آن‌ها میزان و نوع اسیدهای چرب تشکیل دهنده آن‌ها باید مورد بررسی قرار گیرد. در این کار پژوهشی ترکیب تعدادی از اسیدهای چرب در روغن‌های خوراکی و قنادی در شهر تبریز از نظر کمی و کیفی مورد مطالعه قرار گرفت. استخراج اسیدهای چرب میریستیک (C14)، پالمیتیک (C16)، استئاریک (C18)، اولئیک (C18:1CIS)، الئیدیک (C18:1T)، لینولئیک (C18:2) و لینولنیک (C18:3) در ۶۰ نمونه روغن خوراکی و ۱۰ نمونه روغن مینارین به‌صورت هم‌زمان و به‌روش مایع-مایع پخشی صورت گرفت و سپس آنالیز و جداسازی آنالیت‌ها با استفاده از روش GC-FID انجام شد. نتایج نشان داد ۱۶ نمونه (۲۲/۸ درصد) از روغن‌های آزمایش شده حاوی بیش از ۲ درصد اسید چرب ترانس (C 18:1 T) بودند که ۶ نمونه از آن در روغن‌های جامد و ۱۰ نمونه متعلق به روغن‌های قنادی بود. همچنین مجموع اسیدهای چرب اشباع در ۱۴ نمونه (۲۰ درصد)، بالای ۳۰ درصد بود که از این تعداد ۴ نمونه متعلق به روغن‌های سرخ‌کردنی و ۱۰ نمونه متعلق به روغن‌های قنادی بودند. در مجموع با توجه به استانداردهای ملی ایران ۲۷ نمونه روغن (۳۸/۵ درصد) غیرقابل مصرف تشخیص داده شد.

واژه‌های کلیدی: روغن خوراکی، روغن قنادی، اسید چرب، استخراج مایع-مایع، کروماتوگرافی گازی

مقدمه

چربی‌ها منبع تولید انرژی در بدن می‌باشند و علاوه بر تولید انرژی این مواد فرایندهای مختلفی را در بدن کنترل می‌کنند. یکی از مهم‌ترین فرایندها شامل انتقال ویتامین‌های محلول در چربی است. تری‌گلیسیریدها فراوان‌ترین شکل ذخیره‌ای چربی در انسان‌ها و گیاهان می‌باشند و مهم‌ترین دسته از چربی‌ها هستند که در رژیم غذایی وجود دارند (Comes *et al.*, 1992). روغن‌های خوراکی و قنادی (مینارین) از مهم‌ترین منابع دریافت چربی مصرف‌کنندگان به‌شمار می‌روند. مینارین روغنی است که به فرم امولسیون (مخلوط آب و روغن) تولید می‌شود و درصد چربی در این روغن ۴۱-۳۹ درصد می‌باشد (ISIRI, 10500/2015). خواص فیزیکی و شیمیایی چربی‌ها عمدتاً به نوع میزان اسیدهای چرب تشکیل‌دهنده آن‌ها وابسته است. لذا به‌منظور ارزیابی کیفیت آن‌ها، لازم است میزان و نوع اسیدهای چرب تشکیل‌دهنده آن‌ها مورد بررسی قرار گیرد (Tricon and Yaqoob, 2006).

اسیدهای چرب بر اساس پارامترهای مختلفی طبقه‌بندی می‌شوند. یکی از این پارامترها طبقه‌بندی آن‌ها بر اساس حضور یا عدم حضور پیوندهای دوگانه در ساختار زنجیر کربنی آن‌ها می‌باشد. بر این اساس دو نوع اسید چرب اشباع و غیراشباع وجود دارد. اسیدهای چرب غیراشباع را برحسب وضعیت قرار گرفتن اتم‌ها یا گروه‌های شیمیایی نسبت به محور اتصال دوگانه به دو نوع ایزومر سیس و ترانس طبق بندی می‌کنند (Cunnane, 2003).

تحقیقات نشان می‌دهند کیفیت و نوع چربی در کنار مقدار چربی در رژیم غذایی افراد بر روی سلامت

مصرف‌کنندگان تأثیر بسزایی دارد؛ بنابراین امروزه سازمان‌های بهداشتی برای هر یک از انواع اسیدهای چرب ساختار چربی شامل اشباع (SFA: Saturated Mono: MUFA)، تک‌غیراشباع (Unsaturated Fatty Acid PUFA) و چندغیراشباع (Poly: Unsaturated Fatty Acid)، میزان دریافت روزانه را مشخص می‌کنند (Woodside, 2008). چرا که بین سطح اسیدچرب اشباع و به‌خصوص اسید چرب ترانس در رژیم غذایی افراد و خطر بیماری‌های قلبی رابطه‌ای مستقیم وجود دارد (Pasdar *et al.*, 2015).

با توجه به این‌که مقادیر حداقلی دریافت برخی اجزای روغن‌ها بسیار کم است؛ به‌عنوان مثال، ۰/۲ گرم اسیدهای چرب ترانس در هر وعده غذایی (بر اساس قوانین کشور کانادا)، لزوم به‌کارگیری روش‌های دقیق و حساس برای اندازه‌گیری این ترکیبات بیش از پیش آشکار می‌شود (Salimon *et al.*, 2017). به‌دلیل اینکه نمونه‌های روغن دارای ماتریکس پیچیده‌ای می‌باشند، استخراج و جداسازی آن‌ها از بافت نمونه نیازمند روش‌های آماده‌سازی دقیقی است.

با توجه به تنوع زیاد انواع روغن‌های خوراکی در بازار و تأثیر ترکیب اسیدهای چرب آن‌ها بر روی سلامتی مصرف‌کنندگان و نیز با توجه به این‌که تاکنون مطالعات اندکی بر روی روغن‌های خوراکی و به‌خصوص قنادی در ایران انجام گرفته است (Mahasti *et al.*, 2014; Ebrahimi Monfared *et al.*, 2011; Dini Torkamani *et al.*, 2009)؛ در این پژوهش، پس از استخراج تعدادی از اسیدهای چرب در روغن‌های خوراکی و قنادی با روش استخراج مایع-مایع، جداسازی آنالیت‌ها با استفاده از کروماتوگرافی گازی

روغن به صورت هم‌زمان صورت گرفت. برای این منظور ۱۰ میلی‌گرم نمونه روغن مورد بررسی به یک لوله آزمایش منتقل و دمای آن در ۴۰ درجه سلسیوس تنظیم شد. سپس ۳ میلی‌لیتر هگزان به آن اضافه شده و مخلوط تا تشکیل محلول یکنواخت به طور دستی به هم زده شد. سپس بر روی مخلوط حاصله یک میلی‌لیتر هیدروکسید پتاسیم متانولی به غلظت یک مولار افزوده شد و مخلوط حاصل با شدت به هم زده شد و مدت ۵ دقیقه در ۴۰ درجه سلسیوس حرارت داده شد. مخلوط حاصله ۵ دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ دور بر دقیقه سانتریفوژ (Hettich Universal, Germany) شده و پس از آن فاز روئی که حاوی اسیدهای چرب مشتق‌سازی شده بود از متانول جداسازی گردید و بر روی آن ۰/۵ گرم سدیم سولفات جهت آب‌گیری افزوده شد. پس از این‌که سولفات سدیم ته‌نشین شد، یک میکرولیتر از هگزان به دستگاه GC-FID (Dani1000, Italy) تزریق شد (Cristin et al., 2009; Rosenfeld, 2002).

- آنالیز با دستگاه کروماتوگرافی گازی

برای دستیابی به حداکثر تفکیک در سیستم کروماتوگرافی، جداسازی آنالیت‌ها باید در شرایط بهینه صورت گیرد. شرایط کاری بهینه شده GC-FID برای جداسازی اسیدهای چرب از نمونه‌های روغن طبق جدول (۱) انتخاب شد (Rouessac and Rouessac, 2001).

مجهز به آشکارساز یونیزاسیون شعله‌ای (Flame Ionization Detector) صورت گرفت و به‌منظور تایید نتایج از دستگاه کروماتوگرافی گازی مجهز به اسپکترومتر جرمی (Mass Spectrometry) استفاده شد.

مواد و روش‌ها

- نمونه برداری

تعداد ۶۰ نمونه روغن خوراکی شامل ۷ نمونه روغن جامد و به‌ترتیب ۱۳، ۱۰، ۱۰، ۶، ۵، ۵ و ۴ نمونه از هر یک از روغن‌های مایع سویا، آفتابگردان، ذرت، سرخ‌کردنی، سبوس برنج، کنجد و کلزا و ۱۰ نمونه روغن مینارین از محل‌های عرضه و ۳ شرکت مختلف در تبریز طی تابستان ۱۳۹۵ جمع‌آوری شدند. نمونه‌ها در ظروف شیشه‌ای کدر به آزمایشگاه شیمی تجزیه دانشکده شیمی دانشگاه تبریز منتقل و آزمایش شدند. محلول‌های شیمیایی مورد استفاده در مطالعه از شرکت مرک آلمان و محلول‌های استاندارد اسیدهای چرب از شرکت ارنست هوفر آلمان تهیه شدند.

- استخراج و مشتق‌سازی اسیدهای چرب انتخاب شده از نمونه‌های روغن

در این تحقیق، استخراج و مشتق‌سازی اسیدهای چرب میریستیک (C14)، پالمیک (C16)، استئاریک (C18)، اولئیک (C18:1cis)، الئیدیک (C18:1T)، لینولئیک (C18:2) و لینولنیک (C18:3) در نمونه‌های

جدول (۱) - شرایط بهینه‌شده GC-FID برای جداسازی اسیدهای چرب از نمونه‌های روغن

برنامه دمایی ستون	۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۵ دقیقه، ۱۰ درجه افزایش دما در دقیقه تا ۲۵۰ درجه و تثبیت دما به مدت ۲۵ دقیقه
نوع ستون	۶۰: BPX-70، متر، ID: ۰/۲۵ میکرومتر، ضخامت فاز ساکن: ۰/۲۵ میکرومتر
تزریق کننده	Split/Splitless، دما: ۲۶۰، نوع کنترل جریان: سرعت خطی، نسبت اسپلیت: ۱:۱۰
آشکارساز	FID، دما: ۲۶۰ درجه سلسیوس
گاز حامل	هلیوم با جریان خطی ۳۰ سانتی‌متر در ثانیه
گاز میک آپ	هلیوم با جریان ۳۰ میلی‌لیتر در دقیقه
سوخت	هیدروژن با جریان ۴۰ میلی‌لیتر در دقیقه
اکسیدان	هوا با جریان ۳۰۰ میلی‌لیتر در دقیقه

یافته‌ها

میلی‌گرم از یک نمونه روغن آفتاب‌گردان با مقادیر مختلفی از اسیدهای چرب انتخاب شده اسپایک شد و با روش پیشنهادی استخراج و مقادیر اسیدهای چرب به دست آمده با مقادیر اولیه مقایسه شد (جدول ۲). براساس این نتایج ماتریکس روغن در کارایی روش پیشنهادی موثر بود، از این رو فاکتور تصحیح برای هر اسید چرب در نظر گرفته شد.

با توجه به این‌که روغن علاوه بر اسیدهای چرب گلیسرولی حاوی موادمعدنی مختلف می‌باشد و احتمال تداخل ماتریکس نمونه در اندازه‌گیری این ترکیبات آلی وجود دارد از این‌رو تأثیر ماتریکس نمونه در میزان استخراج تک تک اسیدهای چرب با روش افزایش استاندارد مطالعه شد. برای این منظور مقدار ۱۰

جدول (۲) - بررسی اثر ماتریکس در استخراج اسیدهای چرب از روغن

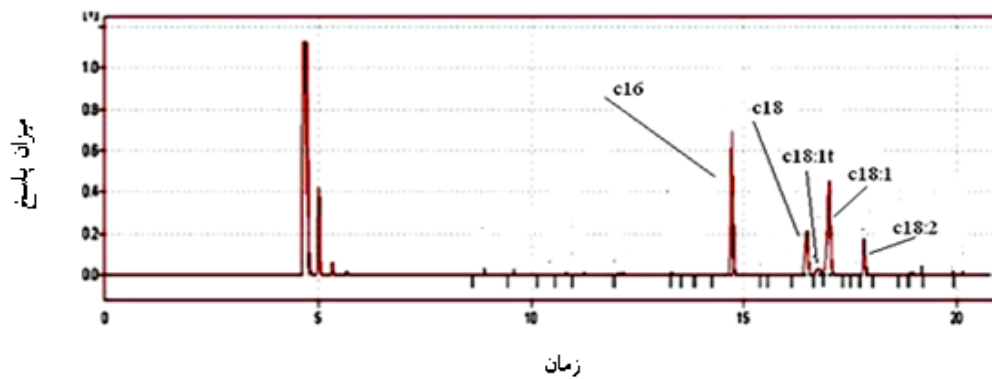
اسید چرب	اسید چرب به دست آمده (%)	اسید چرب اضافه شده (%)	فاکتور تصحیح
میرستییک	۱۰	۸/۵	۱/۱۷
پالمیتیک	۱۵	۱۳	۱/۵۳
استتاریک	۱۵	۱۲/۵	۱/۲
اولئیک	۱۰	۷	۱/۲۹
الانیدیک	۳۵	۳۱	۱/۱۲
لینولئیک	۵	۴	۱/۲۵
لینولنیک	۱۰	۷/۶	۱/۳۱

- درصد اسیدهای چرب در نمونه‌های مختلف روغن

جامد از شرکت‌های مختلف و ۱۰ نمونه روغن قنادی از ۳ شرکت مختلف با بسته‌بندی‌های مختلف اندازه‌گیری شد. کروماتوگرام اسیدهای چرب در مورد

در کار تحقیقاتی حاضر اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع و ترانس در ۶۰ نمونه از انواع روغن مایع و

یک نمونه آفتابگردان در نمودار (۱) آورده شده است. در جدول (۳) نشان داده شده است. ترکیب اسیدهای چرب در روغن‌های مورد مطالعه نیز



نمودار (۱) - کروماتوگرام GC-FID بر روی یکی از نمونه‌های روغن آفتابگردان

جدول (۳) - ترکیب اسیدهای چرب (میانگین درصد وزنی) در انواع روغن

اسید چرب	آفتابگردان	سویا	ذرت	جامد	سرخ کردنی	کلزا	کنجد	سیسوس برنج	میانگین
میربستیک	ND	1±0/27	ND	ND	0/6±0/31	ND	ND	ND	0/72±0/39
پالمیتیک	0/68±0/85	1/12±0/87	14±2/52	2/17±0/74	2/51±1/31	5/1±2/34	9/6±0/46	14/16±6/1	34/03±3/4
استئاریک	4/37±1/28	3±0/45	3/09±0/75	6/73±0/51	5/13±0/96	1/95±0/59	7/1±0/12	1/86±1/37	16/91±7/8
اولئیک	2/99±0/31	2/50±2/31	3/94±2/17	3/11±1/05	3/70±3/75	6/85±0/87	4/1/38±2/77	43/48±3/9	31/96±6/5
الایدیک	ND	ND	ND	3/95±1/17	ND	ND	ND	ND	6/12±1/5
لینولنیک	6/23±0/29	4/65±1/57	4/58±3/14	3/97±1/77	2/98±1/09	1/75±0/95	4/56±1/24	3/64±2/80	7/68±1/68
لینولنیک	ND	8/34±0/21	0/6±0/85	2/44±0/23	2/98±1/04	1/77±1/72	0/25±0/38	1/16±0/41	ND

بحث و نتیجه‌گیری

میانگین درصد وزنی این اسیدچرب ترانس در روغن‌های قنادی در محدوده ۲ تا ۱۵/۱ و در روغن‌های جامد در محدوده ۲/۵ تا ۵/۵ تشخیص داده شد. همانند ایران، در بسیاری از نقاط دنیا مقدار بیشینه مجموع اسیدهای چرب ترانس در روغن‌های خوراکی ۲ درصد

در بین نمونه‌های آزمایش‌شده، اسیدچرب ترانس (C18:1T)، در مقادیر بالای ۲ درصد، در ۱۶ نمونه (۲۲/۸ درصد) شناسایی شد که شامل تمامی روغن‌های جامد و ۹ نمونه (۹۰ درصد) از روغن‌های قنادی بود.

روغن‌های مینارین، سرخ‌کردنی و جامد بالاترین مقادیر مجموع اسیدهای چرب اشباع (Total Saturated Fatty Acids) را به ترتیب با درصد‌های وزنی ۵۱/۶۶، ۳۲/۲۴ و ۲۸/۹ به خود اختصاص دادند. در مطالعه انجام گرفته در سال ۱۳۸۹، مجموع اسیدهای چرب اشباع شامل اسید پالمیتیک و اسید استئاریک در روغن کلزا، ۷ درصد تشخیص داده شد (Kadivar et al., 2010) که بسیار نزدیک به نتیجه مشابه تحقیق حاضر یعنی ۷/۰۵ درصد وزنی برای مجموع همین اسیدهای چرب می‌باشد. مقدار بیشینه مجاز برای TSFs در روغن‌های خوراکی طبق استانداردهای مختلف ملی ایران (ISIRI, 4152/2016; IRIRI, 10500/2015; Micha, 2010) (ISIRI, 9131/2015)، همانند سایر کشورها (Micha and Mozaffarian, 2010)، ۳۰ درصد وزنی است. در تحقیق حاضر دلیل عمده رد کیفیت بهداشتی روغن‌های سرخ‌کردنی (۸۳/۳ درصد)، مقادیر بالای ۳۰ درصد TSFs بوده است. میانگین درصد وزنی اسیدهای چرب پالمیتیک و استئاریک در روغن کنجد در مطالعه حاضر به ترتیب ۹/۶ و ۶/۱ بود که مشابه مقادیر به دست آمده برای همین اسیدهای چرب در تحقیقی دیگر، ۸/۹۹ و ۵/۹۸ درصد برآورد شد (Dini Torkamani and Carapetian, 2009).

بالاترین مقدار میانگین اسیدهای چرب چند غیراشباعی (PUFA) در این تحقیق به روغن آفتابگردان با ۶۲/۲۳ درصد وزنی تعلق دارد و پس از آن روغن‌های سویا، ذرت و کنجد به ترتیب با مقادیر ۵۵/۹۹، ۴۷/۱۸ و ۴۱/۸۱ درصد وزنی قرار دارند. اسیدچرب غالب PUFA برای روغن سویا در مطالعه حاضر اسید لینولئیک و سپس اولئیک تشخیص داده شد که مشابه

تعیین شده است (ISIRI, 4152/2016; IRIRI, 10500/2015; ISIRI, 9131/2015; Hou et al., 2012; Dashti et al., 2002). در مطالعه‌ای که در چین بر روی تعدادی از روغن‌های خوراکی انجام گرفت ۱۸ درصد از نمونه‌ها شامل روغن آفتابگردان، سویا، ذرت و کلزا دارای مقادیر بالای ۲ درصد اسیدچرب ترانس بودند درحالی‌که در مطالعه حاضر در هیچ‌کدام از نمونه‌های مشابه اسید چرب ترانس C18:1 مشاهده نشد. ایزومر عمده اسید چرب ترانس در تحقیق انجام شده در چین C18:2 به دست آمد (Hou et al., 2012). هم‌چنین در مطالعه دیگری که در برزیل بر روی روغن‌های سویا انجام شد، اسیدچرب C18:1 T در کمتر از ۰/۱ درصد نمونه‌ها شناسایی شد (Martin et al., 2008). بر اساس مطالعه‌ای که بر روی محتوی اسید چرب ترانس C18:1 در انواع اسنک در استان کرمانشاه انجام شد این اسید چرب در بیشتر نمونه‌ها وجود داشته و در برخی محصولات قنادی بالای ۲ درصد گزارش شد (Bahrami et al., 2015). نتایج مطالعه حاضر مؤید این موضوع است که در اثر استفاده از روغن‌های مینارین با اسید چرب ترانس بالا در ایران می‌باشد. شایان توجه است طبق استانداردهای ملی ایران (ISIRI, 4152/2016; IRIRI, 10500/2015; ISIRI, 9131/2015)، علت عمده غیرقابل مصرف بودن روغن‌های مورد مطالعه در تحقیق حاضر (۶۹/۵ درصد از نمونه‌های رد شده)، دارا بودن مقادیر بالای ۲ درصد اسید چرب ترانس بوده است و این درحالی است که تنها اسید چرب C18:1T مورد بررسی قرار گرفته و سایر ایزومرهای ترانس (C18:2 و C18:3) مطالعه نشدند.

اسید چرب تعیین شده است (ISIRI,4152/2016; ISIRI, 9131/2015; ISIRI,8634/2014; ISIRI,10086/2014). در مطالعه حاضر ۲ نمونه از روغن‌های خوراکی شامل یک نمونه روغن سرخ‌کردنی و یک نمونه روغن سویا به همین دلیل غیرقابل مصرف تشخیص داده شدند.

در مجموع با در نظر گرفتن کلیه مقادیر بیشینه و کمینه تعیین شده در استاندار ملی ایران، تمامی روغن‌های قنادی و ۱۷ نمونه از روغن‌های خوراکی (۲۸/۳ درصد) غیرقابل مصرف تشخیص داده شد که در بین آن‌ها تمامی روغن‌های جامد مصرف خانوار، ۴ نمونه روغن سویا (۳۰/۷ درصد)، ۵ نمونه روغن سرخ‌کردنی (۸۳/۳ درصد) و یک نمونه روغن آفتابگردان (۱۰ درصد) قرار داشتند. درصد نسبتاً بالای روغن‌های غیرقابل استفاده در ایران، به‌خصوص امولسیون‌های مورد استفاده در قنادی، ضرورت نیاز به کنترل‌های مستمر و منظم در خصوص ترکیب اسیدهای چرب تشکیل دهنده این محصولات غذایی پر مصرف در سبد غذایی خانوار را بیش از پیش آشکار می‌کند.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از آقای دکتر محمدرضا افشار که در مراحل آزمایشگاهی و فنی این تحقیق یاری نموده‌اند تشکر و قدردانی می‌شود.

تعارض منافع

نویسندگان هیچگونه تعارض منافی ندارند.

نتایج مطالعه دیگری بر روی روغن سویا در سال ۱۳۸۹ است (Ebrahimi Monfared and Delkosh, 2011). در مطالعه‌ای اسیدهای چرب اولئیک و سپس لینولئیک عمده‌ترین PUFA در روغن کلزا شناسایی شدند (Kadivar et al., 2010) که این موضوع با نتایج مطالعه حاضر موافق است. اسید چرب غالب در روغن دانه‌های کلزا در این مطالعه اسید اولئیک با ۶۳/۹۸ درصد بوده است (Kadivar et al., 2010) که در تحقیق حاضر نیز همین اسید چرب با درصد وزنی ۶۰/۸۵، عمده‌ترین اسیدچرب غیراشباع شناسایی شد. اسید چرب غالب غیراشباع در روغن آفتابگردان در تحقیق مشابهی، اسید لینولئیک (۵۷/۹ درصد) تعیین شد (Amini et al., 2014). در تحقیق حاضر نیز همین اسید چرب، عمده‌ترین (۶۲/۲۳ درصد) اسیدچرب غیراشباع در روغن آفتابگردان شناسایی گردید. میانگین مقادیر اسیدهای چرب اولئیک، لینولئیک و لینولنیک به‌دست آمده برای روغن‌های کنجد در تحقیق حاضر به‌ترتیب ۴۱/۳۸، ۴۱/۵۶ و ۰/۲۵ درصد وزنی بود که تقریباً مشابه مقادیر همین اسیدهای چرب یعنی ۴۴/۴۷، ۳۹/۶۰ و ۰/۸۷ در مطالعه مشابه دیگری در ایران است (Dini Torkamani and Carapetian, 2009). گرچه PUFA از نظر تغذیه‌ای حائز اهمیت فراوانی است ولی بالاتر بودن نسبت آن (به‌خصوص اسید لینولنیک) در روغن‌های خوراکی به‌دلیل سهولت اکسید شدن این اسید چرب، مطلوب نیست و سبب ناپایداری اکسایشی روغن می‌شود (Cunnane, 2003). لذا در بیشتر استانداردهای ملی ایران مقادیر بیشینه مجاز برای این

منابع

- Amini, N., Jamali Kermanshahi, M. and Mahasti, P. (2014). Evaluation of fatty acid composition of oil extracted from nine varieties of sunflower seed. *Journal of Food Biosciences and Technology*, 4(1): 65–68.
- Bahrami, G., Bahrami, S. Bahrami, M.T., Pasdar, Y, Darbandi, M. and Rezaei, M. (2015). The trans fatty acid content of snacks offered in Kermanshah. *International Journal of Health and Life Sciences*, 1(1):17-23.
- Comes, F., Farines, M., Aumeles, A. and Soulier, J. (1992). Fatty acids and triglycerides of cherry seed oil. *Journal of American Oil Chemists Society*, 69: 1224–1227.
- Cristin, I.C.S., João, L.M.S., José L.F.C.L. and Elias, A.G.Z. (2009). Liquid–liquid extraction in flow analysis: A critical review. *Analytica Chimica Acta*, (65)2: 54–65.
- Cunnane, S.C. (2003). Problems with essential fatty acids: time for a new paradigm? (Review). *Progress in Lipid Research*, 42: 544–568.
- Dashti, N., Feng, Q., Freeman, M.R., Gandhi, M. and Franklin, F.A. (2002). Trans polyunsaturated fatty acids have more adverse effects than saturated fatty acids on the concentration and composition of lipoproteins secreted by human. *The Journal of Nutrition*, 132(9): 2651-9.
- Dini Torkamani M.R. and Carapetian J. (2009). An investigation of physical and chemical characteristics of seed in ten Sesame (*Sesamum indicum L.*) varieties. *Iranian Journal of Biology*, (20)4: 327-333. [In Persian]
- Ebrahimi Monfared, K. and Delkhosh, B. (2011). Chemical evaluation of oils extracted from eight new varieties of Soybean. *Food Technology & Nutrition*, 8(1): 72-83. [In Persian]
- Hou, J., Wang, F., Wang, Y., Xu, J. and Zhang, C. (2012). Assessment of trans fatty acids in edible oils in China. *Food Control*, (25)1: 211-215.
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2016). Edible Fats & Oils-Frying oil – Specifications and Test Methods. 2nd revision, ISIRI No. 4152. [In Persian]
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2015). Consumer Edible Vegetable oil – Specifications & Test methods. 1st revision, ISIRI No. 9131. [In Persian]
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2015). Edible Fats & Oils –Minarine – Specifications & Test methods. 1st revision, ISIRI No. 10500. [In Persian]
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2014). Animal and Vegetable Oils and Fats – Crude Corn Oil -Specifications and Test methods. 1st revision, ISIRI No. 8634. [In Persian]
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2014). Animal and Vegetable Oils and Fats – Crude Sunflower Oil -Specifications and Test methods. 1st revision, ISIRI No. 10086. [In Persian]
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2014). Edible Fats & Oils –sesame oil – Specifications & Test methods, ISIRI No. 1752. [In Persian]
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2013). Rice bran oil- Specification. 1st revision, ISIRI No. 6658. [In Persian]
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2006). Edible Oils and Fat- Soybean oil – Specification, ISIRI No. 2392. [In Persian]
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2000). Edible rapeseed oil- Specification, ISIRI No. 4935. [In Persian]
- James, S.F. (1998). *Analytical Solid–Phase Extraction*. Wiley publication, New York, pp. 11-25.
- Kadivar, Sh. Ghavami, M., Gharachorloo, M. and Delkhosh, B. (2010). Chemical evaluation of oil extracted from different varieties of Colza. *Food Technology & Nutrition*, 7(2): 19-30. [In Persian]
- Martin, C.A., Visentainer, J.V. and de Oliveira, A.N. (2008). Fatty acid contents of Brazilian soybean oils with emphasis on trans fatty acids. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 19(1): 117-122.

-
- Micha, R. and Mozaffarian, D. (2010). Saturated fat and cardiometabolic risk factors, coronary heart disease, stroke, and diabetes: a fresh look at the evidence. *Lipids*, 45: 893-905.
 - Rosenfeld, J. M. (2002). Application of analytical derivatizations to the quantitative and qualitative determination of fatty acids. *Analytica Chimica Acta*, 456: 93-100.
 - Rouessac, F. and Rouessac, A. (2001). *Chemical Analysis, Modern Instrumental Methods and Technique*, Wiley Publication, New York, pp. 487-493.
 - Salimon, J., Omar, T.A. and Salih, N. (2017). An accurate and reliable method for identification and quantification of fatty acids and trans fatty acids in food fats samples using gas chromatography. *Arabian Journal of Chemistry*, 10(2): 1875-1882.
 - Tricon, S. and Yaqoob, P. (2006). Conjugated linoleic acid and human health: a critical evaluation of the evidence. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, (9): 105-109.
 - Woodside, J.V., McKinley, M.C. and Young, I.S. (2008). Saturated and trans fatty acids and coronary heart disease. *Current Atherosclerosis Reports Journal*, 10(6): 460-466.

Identification and quantification of fatty acids in edible and confectionary oils in Tabriz by gas chromatography

Saad Louy, F.¹, Khandaghi, J.^{2*}

1. MSc Graduate of Food Science and Technology, Sarab Branch, Islamic Azad University, Sarab, Iran
2. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Sarab Branch, Islamic Azad University, Sarab, Iran

*Corresponding author's E.mail: dr.khandaghi@gmail.com

(Received: 2017/8/21 Accepted: 2018/2/19)

Abstract

Triglycerides are the most abundant form of fats in human bodies and plants. They are also the most important type of fats that are present in the diet. Physicochemical properties of the fats are dependent on the kinds and amount of fatty acids present in their structure. Therefore, to evaluate their quality, these two factors i.e. kind and amount of fatty acids have to be investigated. So in the present study, the fatty acids profile of some edible oils and confectionary oils (Minarines) were quantitatively and qualitatively investigated. In this study myristic acid (C14), palmitic acid (C16), stearic acid (C18), oleic acid (C18:1cis), elaidic acid (C18:1T), linoleic acid (C18:2) and linolenic acid (C18:3) were extracted simultaneously from 60 samples of edible oil and 10 samples of minarine oil, using liquid-liquid extraction followed by GC-FID procedure. The obtained results showed that 16 samples of the tested oil (22.8%) contained trans-fatty acids higher than 2% (w/w), of which 6 samples were hydrogenated oils and 10 samples were confectionary oils. Also, the sum of saturated fatty acids in 14 samples (20%) was over 30% of which 4 samples were frying oils and 10 samples were confectionary oils. Altogether, based on the regulations of the Institute of Standards and Industrial Research of Iran, 27 samples (38.5%) were identified as not usable.

Conflict of interest: None declared.

Keywords: Edible oil, Confectionary oil, Fatty acid, liquid-liquid extraction, GC-FID