Archive of SID

اثر روغن‌های آفتابگردان و سویا بر پروفایل اسید چرب و فیتوسترول‌های روغن زیتون (*Olea europaea*)

رضا فرهمندفر[۱*]، مجتبی رحمتیان[۲]، سمیه سلمانی[۳و۴]

۱- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، موسسه آموزش عالی خزر محمود آباد، ایران
۳- دانشجوی دکتری، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران
٤- کارشناس، آزمایشگاه کنترل مواد خوراکی، آشامیدنی و آرایش بهداشتی، معاونت غذا و دارو، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۷ /۱۲/۲٦ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۹/۲٤)

چکیده

خصوصیات کیفی و تغذیه‌ای روغن‌ها از مهمترین فاکتورها در تکنولوژی غذایی محسوب می‌شود. روغن زیتون نسبتا مغذی است. این روغن علاوه بر اسیدهای چرب مفید، دارای مقادیر نسبتا کمی از فیتوسترول‌ها می‌باشد. لذا این تحقیق، به مطالعه کارایی تعیین اسیدهای چرب و فیتوسترول‌ها در شناسایی تقلب روغن زیتون با سایر روغن‌های گیاهی پرداخته است. ترکیب اسیدهای چرب نمونه‌های روغن با کروماتوگرافی گازی و میزان فیتوسترول‌ها با صفحات TLC انجام شد. نتایج نشان داد که اسیدهای چرب اصلی روغن زیتون شامل اسید اولئیک (۱۸:۱)، اسید پالمیتیک (۱٦:۰) و اسید لینولئیک (۱۸:۲) است. به طور کلی، با افزودن روغن آفتابگردان و روغن سویا به روغن زیتون مقدار اسید لینولئیک، PUFA، PUFA/SFA، عدد یدی، عدد Cox، کامپسترول و استیگماسترول افزایش ولی مقدار اسید اولئیک، MUFA، MUFA/PUFA، OSI، IP_{PV}، بتا-سیتوسترول و دلتا ۵-آوناسترول کاهش یافت. به نظر می رسد که میزان کامپسترول مهمترین عامل در شناسایی تقلب روغن زیتون با روغن‌های آفتابگردان و سویا می باشد.

کلید واژگان: تقلب، روغن زیتون، فیتوسترول، روغن سویا، روغن آفتابگردان

* مسئول مکاتبات: r.farahmandfar@sanru.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

Olea europaea که معمولا به عنوان درخت زیتون شناخته می‌شود، بومی منطقه مدیترانه و یکی از قدیمی‌ترین گونه‌های درختی می‌باشد که میوه‌ها و محصولات جانبی آن، مانند روغن زیتون، به طور تاریخی به عنوان مبنای تغذیه برای جمعیت بومی ساکن در آن منطقه بوده است [۱]. در حال حاضر تقریبا ۷۰ درصد تولید روغن زیتون در کشورهای مدیترانه‌ای از جمله اسپانیا، ترکیه، یونان، ایتالیا، مراکش و تونس صورت می‌پذیرد. با این حال، روغن زیتون در سایر مناطق جهان (از جمله استرالیا، آمریکا، ایران و غیره) نیز تولید می‌شود [۲].

روغن زیتون سرشار از ویتامین‌های محلول در چربی (مثل ویتامین E) و کالری است. روغن زیتون قابلیت هضم بالایی دارد. اسید چرب اصلی تک غیراشباعی (MUFA[1]) روغن زیتون، اسید اولئیک می‌باشد [۳]. محققین بیان کردند که رژیم-های غنی از روغن‌های حاوی MUFA (مثل اسید اولئیک)، علاوه بر خواص تغذیه‌ای از بروز آثار مضر نور خورشید بر پوست جلوگیری می‌نماید [٤]. تحقیقات نشان داده است که MUFA (به طور غالب اسید اولئیک) باعث کاهش سلول‌های سرطانی بنیادی می‌گردد. به طور کلی، با افزایش مصرف MUFA، خطر ابتلا به سرطان پوست در زنان کاهش می‌یابد [۵]. روغن زیتون دارای مقادیر بالایی از اسیدهای چرب ضروری (مثل اسید لینولئیک و اسید لینولنیک) و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی است لذا مصرف این روغن سطح کلسترول خون، خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی- عروقی و سرطان را کاهش می‌دهد. ترکیبات آنتی‌اکسیدانی مانند ترکیبات فنلی، استرول‌ها (خصوصا بتاسیتوسترول)، توکوفرول‌ها، رنگیزه‌ها و MUFA مهمترین ترکیبات روغن زیتون را تشکیل می‌دهند [٦و٧].

مزایای بالقوه تغذیه‌ای مصرف روغن زیتون (به ویژه در زمینه رژیم غذایی مدیترانه‌ای) به طور گسترده مورد توجه قرار گرفته است. روغن زیتون را برخلاف بسیاری از روغن‌ها، می‌توان بدون تصفیه مصرف کرد [۸]. اثرات سلامتی بخش و خواص ظاهری مطلوب (خصوصاً طعم) روغن زیتون فوق بکر موجب افزایش قیمت آن شده لذا تمایل برای تقلب در این روغن افزایش یافته است [۹]. از روش‌های متنوعی مثل کروماتوگرافی گازی (GC)، تعیین نوع و مقدار استرول‌ها، DSC ، تکنیک‌های DNA و غیره برای تعیین تقلب روغن زیتون استفاده می‌گردد. یکی از معمول‌ترین روش‌ها، تعیین نوع و مقدار اسید چرب با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی می‌باشد [۱۰]. تعیین ترکیب و مقدار اسیدهای چرب و استرول‌ها از جمله آسان‌ترین روش‌هایی است که اکثرا در کشور ایران و مخصوصا در سازمان‌های ذیربط برای تایید خلوص و صحت روغن زیتون، جایگاه ویژه‌ای پیدا کرده است. هدف اصلی از این تحقیق، بررسی کفایت کاربرد روش GC برای بررسی تقلب روغن زیتون با سایر روغن‌های نباتی همچون آفتابگردان و سویا می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد و آماده سازی نمونه‌ها

روغن‌ها (زیتون، آفتابگردان و سویا) از بازارهای شهر ساری و کلیه مواد و حلال‌های مورد نیاز از شرکت مرک و سیکما آلدریچ خریداری و محلول‌های لازم آماده شد. روغن‌های آفتابگردان و سویا به نسبت‌های مختلف به روغن پایه (روغن زیتون) اضافه شد و تا زمان آزمایش روغن‌ها در یخچال نگهداری گردید.

۲-۲- تعیین پروفایل اسید چرب

ترکیب اسید چرب نمونه‌های روغن به وسیله کروماتوگرافی گازی تعیین و بر اساس درصد نسبی سطوح گزارش شد. استرهای متیل اسیدهای چرب با اختلاط روغن و هگزان (۰/۳ گرم در ۷ میلی لیتر) با هفت میلی لیتر هیدروکسید پتاسیم متانولی دو نرمال در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۵ دقیقه تهیه شد. استر اسیدهای چرب با کروماتوگراف HP-5890 (Hewlett-Packard, SC,USA) مجهز به ستون‌های مویینه BPX 70 شیشه‌ای سیلیکا (٦۰ متر طول، ۰/۲۲ میلیمتر قطر داخلی، ۰/۲ میکرومتر ضخامت لایه داخلی) و آشکارساز یونی شعله‌ای شناسایی گردیدند. گاز حامل عبارت از هلیم با سرعت جریان ۰/۷ میلی‌لیتر بر دقیقه بود. دمای آون، بخش تزریق و

1. Monounsaturated fatty acids

www.SID.ir

Archive of SID

آشکارساز به ترتیب ۱۹۸، ۲۸۰ و ۲۵۰ درجه سانتیگراد بود. آزمایش‌ها در دو تکرار انجام شدند [۱۱].

پس از بدست آوردن مقدار اسیدهای چرب روغن، شاخص‌هایی همچون اسید چرب اشباع (SFA)، اسید چرب تک غیراشباع (MUFA)، اسید چرب چند غیراشباع (PUFA)، اسید چرب غیراشباع (USFA)، نسبت اسید چرب چند غیراشباع به اشباع (PUFA/SFA)، نسبت اسید چرب غیراشباع به اشباع (USFA/SFA)، نسبت اسید چرب تک غیراشباع به چند غیراشباع (MUFA/PUFA) بدست خواهد آمد. سایر پارامترها از فرمول‌های زیر محاسبه شد [۱۲]:

$$\text{Calculated oxidizability (Cox) value} = [(C18:1\%) + 10.3(C18:2\%) + 21.6(C18:3\%)]/100 \quad (۱)$$

$$\text{Iodine value} = 0.95(C16:1\%) + 0.86(C18:1\%) + 1.732(C18:2\%) + 2.616(C18:3\%) \quad (۲)$$

$$OSI = 0.789 + 29.5\exp\left(-\frac{PI}{0.178}\right) \quad (۳)$$

۳-۲- تعیین میزان استرول‌ها

به نمونه روغن (٤-۳/۵ گرم)، پتاس اتانولی (۱۰۰ میلی لیتر) اضافه شد و به مدت ۲ ساعت تحت حرارت با مبرد معکوس قرار گرفت. سپس به ترتیب آب (۱۰۰ میلی لیتر) و هگزان (۱۰۰ میلی لیتر) به نمونه اضافه شد تا مواد غیرقابل صابونی در فاز هگزان حل شوند. فاز زیری را دور ریخته و فاز بالایی چند بار با آب مقطر شستشو داده شد تا زمانی که آب شستشو در مجاورت با معرف فنل فتالئین بیرنگ شود. فاز هگزان تحت خلاء در دمای ۵۰ °C قرار گرفت. با افزودن کلروفرم (۱-۰/۵ میلی لیتر) مواد غیرقابل صابونی در آن حل کرده و به ورقه TLC با فاز متحرک دی اتیل اتر و هگزان نرمال به نسبت ۳۵ به ٦۵ انتقال یافت. زمانی که سطح حلال به قسمت میانی ورقه TLC رسید، تحت نور ماورا بنفش قرار گرفت و با مقایسه با محلول استاندارد، محدوده ترکیبات استرولی شناسایی و از سطح ورقه جداسازی شد. پس از افزودن کلروفرم (۲-۱ میلی لیتر) سونیکیت شده و به مدت ۱ دقیقه با سرعت ۵۰۰۰ بر دقیقه سانتریفوژ شد. واکنشگر سیلیسه کننده (۱- متیل ایمیدازول در یک میلی لیتر N- متیل N- تری متیل سیلیل-هپتا-فلوروبوتیرآمید به استرول‌های مجزا اضافه شده و به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد قرار گرفت. پس از اینکه دمای محلول به دمای اتاق رسید، به دستگاه گاز کروماتوگرافی با ستون SE-54 با طول ۵۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی متر، ضخامت فیلم ۰/۱ میکرومتر تزریق شد. از گاز حامل هیدروژن با شدت ۳٦ سانتی متر بر ثانیه استفاده شد و حجم تزریق یک میکرولیتر بود. دمای تزریق ۳۲۰ درجه سانتیگراد و برنامه دمایی ۲٤۰ تا ۲۵۵ سانتی گراد با سرعت ٤ درجه سانتیگراد در دقیقه تنظیم شد. شناسایی استرول‌های موجود در نمونه، براساس زمان‌های بازداری نسبی با استفاده از تقسیم زمان بازداری استرول به زمان بازداری کلسترول به عنوان استاندارد داخلی تعیین گردید [۱۳].

۳-٤- تجزیه و تحلیل آماری

در این تحقیق، تجزیه و تحلیل نتایج در قالب فاکتوریل، با طرح آماری کاملاً تصادفی و در سه تکرار انجام گرفت. مقایسه میانگین روغن‌ها (آفتابگردان و سویا) در دو غلظت با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۹۵ ٪ انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده نرم افزار SPSS و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel صورت پذیرفت.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ساختار اسید چربی روغن‌ها

ساختار اسید چرب روغن‌های خالص زیتون، آفتابگردان و سویا در جدول ۱ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌کنید، در روغن زیتون اسید اولئیک (۷٤/۸ ٪) بیشترین میزان اسید چرب را به خود اختصاص می‌دهد و پس از آن، اسید پالمیتیک (۱۳/۷ ٪) و اسید لینولئیک (٦/۳۲ ٪) قرار دارند. در روغن آفتابگردان، به ترتیب اسید لینولئیک (٦۱/۹۳ ٪)، اسید اولئیک (۲٦/۸۲ ٪)، اسید پالمیتیک (٦/۱۲ ٪) و اسید استئاریک (۳/۸۱ ٪) دارای بیشترین مقدار اسیدهای چرب هستند. از طرف دیگر اسید لینولئیک (٥٦/٤۱ ٪)، اسید اولئیک (۲۱/۲۳ ٪)، اسید پالمیتیک (۱۰/۳۵ ٪) و اسید استئاریک (۳/۷٤ ٪) بیشترین میزان اسیدهای چرب در روغن سویا را به خود اختصاص می‌دهند.

www.SID.ir

Archive of SID

Table 1 Fatty acid composition (%) of olive, sunflower and soybean oils

	Olive oil	Sunflower oil	Soybean oil
Palmitic acid (C16:0)	13.70 ± 0.55	6.12 ± 0.32	10.35 ± 0.06
Palmitoleic acid (16:1)	2.11± 0.05	0.15 ± 0.00	NA
Margaric acid (17:00)	0.10 ± 0.00	NA	NA
Stearic acid (C18:0)	2.61 ± 0.05	3.81 ± 0.13	3.74 ± 0.11
Oleic acid (C18:1)	74.80 ± 0.82	26.82 ± 1.08	21.23 ± 1.25
Linoleic acid (C18:2)	6.32 ± 0.20	61.93 ± 0.21	56.41 ± 0.18
α-linolenic acid (C18:3)	0.20 ± 0.01	0.09 ± 0.00	6.43 ± 0.12
Arachidic acid (C20:0)	0.12 ± 0.00	0.07 ± 0.00	0.06 ± 0.01

با افزایش روغن آفتابگردان به روغن پایه زیتون، مقدار اسیدهای چرب و در نتیجه پارامترهای حاصل از ترکیب اسیدهای چرب نیز تغییر می‌کند (جدول ۲). با افزایش مقدار روغن آفتابگردان از صفر درصد (کنترل) به ۱۰ درصد، مقدار اسید پالمیتیک از ۱۳/۷۰ به ۱۲/۹۷ درصد، اسید پالمیتولئیک از ۲/۱۱ به ۱/۹۱ درصد، اسید اولئیک از ۷٤/۸۰ به ۷۰ درصد کاهش معنی‌داری یافت ($p<0.05$) ولی مقدار اسید استئاریک از ۲/٦۱ به ۲/۷٤ درصد و اسید لینولئیک از ٦/۳۲ به ۱۱/۹٤ درصد افزایش پیدا کرد ($p<0.05$) درحالی که مقدار اسید آلفا لینولنیک تغییر معنی‌داری از خود نشان نداد ($p>0.05$).

اسید چرب روغن‌ها را به انواع غیراشباع[۲] (USFA) و اشباع[۳] (SFA) مثل اسید مریستیک (۱٤:۰)، اسید پالمتیک (۱٦:۰)، اسید مارگاریک (۱۷:۰)، اسید استئاریک (۱۸:۰)، اسید آراشیدیک (۲۰:۰)، اسید بهنیک (۲۲:۰) و اسید لیگنوسریک (۲٤:۰) می‌توان تقسیم کرد. اسیدهای چرب غیراشباع شامل اسیدهای چرب تک غیراشباع[٤] (MUFA) مانند اسید پالمیتیک (۱٦:۱) و اسید اولئیک (۱۸:۱) و چند غیراشباع[٥] (PUFA) همچون اسید لینولئیک (۱۸:۲) و اسید آلفا-لینولنیک (۱۸:۳) بودند [۱٤]. روند تغییرات اسید چرب اشباع (SFA)، اسید چرب تک غیراشباع (MUFA)، اسید چرب چند غیراشباع (PUFA)، اسید چرب غیراشباع (USFA)، نسبت اسید چرب چند غیراشباع به اشباع (PUFA/SFA)، نسبت اسید چرب غیراشباع به اشباع (USFA/SFA)، نسبت اسید چرب تک غیراشباع به چند غیراشباع (MUFA/PUFA)، عدد یدی، شاخص Cox، عدد OSI و عدد IPpv روغن زیتون طی افزودن روغن آفتابگردان و سویا مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۲).

همانطور که مشاهده می‌کنید وقتی مقدار روغن آفتابگردان از صفر به ۱۰ درصد افزایش یافت، مقدار MUFA از ۷٦/۹۱ به ۷۱/۹۱، نسبت MUFA به PUFA از ۱۱/۸۰ به ۵/۹۳، شاخص پایداری اکسایشی (OSI) روغن از ٤/۰۱ به ۱/۲۰ ساعت و IP_{PV} از ٥٤/۸۲ به ۱٦/۲۹ ساعت کاهش یافت ولی مقدار PUFA از ٦/٥۲ به ۱۲/۱۳، نسبت PUFA به SFA از ۰/۳۹ به ۰/۷٦، عدد یدی از ۷۷/۸۰ به ۸۳/۱۹ گرم در ۱۰۰ گرم، عدد Cox از ۱/٤٤ به ۱/۹۷ افزایش یافت ($p<0.05$). در جدول ۲، تغییرات مقدار اسیدهای چرب و اجزاء محاسباتی حاصل از افزودن روغن سویا به روغن پایه زیتون نشان داده شده است. مخلوط کردن روغن زیتون با روغن سویا (صفر تا ۱۰ درصد) باعث شد که مقدار اسید اولئیک از ۷٤/۸۰ به ٦۸/٥۲ درصد کاهش معنی داری یافت ($p<0.05$) ولی مقدار اسید لینولئیک و اسید لینولنیک از ٦/۳۲ به ۱۱/٥۰ درصد و ۰/۲۰ به ۰/۹۰ درصد درصد افزایش یافت ($p<0.05$) (جدول ۲). نتایج نشان داد وقتی روغن سویا از صفر به ۱۰ درصد افزایش یافت، مقدار MUFA از ۷٦/۹۱ به ۷۰/٤۲، نسبت MUFA به PUFA از ۱۱/۸۰ به ٥/٦۸، شاخص پایداری اکسایشی (OSI) روغن از ٤/۰۱ به ۱/۲٦ ساعت و IP_{PV} از ٥٤/۸۲ به ۱۷/۳۱ ساعت کاهش یافت ولی مقدار PUFA از ٦/٥۲ به ۱۲/٤۰، نسبت PUFA به SFA از ۰/۳۹ به ۰/۷٤، عدد یدی از ۷۷/۸۰ به ۸۳/۰۰ گرم در ۱۰۰ گرم، عدد Cox از ۱/٤٤ به ۲/۰٦ افزایش یافت ($p<0.05$) (جدول ۲).

2Unsaturated fatty acid
3Saturated fatty acids
4Mono unsaturated fatty acid
5Poly unsaturated fatty acid

www.SID.ir

Archive of SID

Table 2 Effect of sunflower and soybean oils on fatty acid composition of olive oil

Parameter	Oil type	Concentration (%)		
		0	5	10
Palmitic acid (C16:0)	Sunflower oil	13.70 ± 0.55 ^{Aa}	13.33 ± 0.63 ^{Aa}	12.97 ± 0.42 ^{Aa}
	Soybean oil	13.70 ± 0.55 ^{Aa}	13.61 ± 0.73 ^{Aa}	13.80 ± 0.57 ^{Aa}
Palmitoleic acid (16:1)	Sunflower oil	2.11± 0.05 ^{Aa}	2.01 ± 0.04 ^{Ba}	1.91 ± 0.06 ^{Ca}
	Soybean oil	2.11± 0.05 ^{Aa}	1.10 ± 0.06 ^{Cb}	1.90 ± 0.05 ^{Ba}
Stearic acid (C18:0)	Sunflower oil	2.61 ± 0.05 ^{Ba}	2.70 ± 0.07 ^{Aa}	2.74 ± 0.08 ^{Aa}
	Soybean oil	2.61 ± 0.05 ^{Aa}	2.66 ± 0.08 ^{Aa}	2.72 ± 0.11 ^{Aa}
Oleic acid (C18:1)	Sunflower oil	74.80 ± 0.82 ^{Aa}	72.23 ± 0.90 ^{Ba}	70.00 ± 1.41 ^{Ca}
	Soybean oil	74.80 ± 0.82 ^{Aa}	72.22 ± 1.07 ^{Ba}	68.52 ± 1.28 ^{Ca}
Linoleic acid (C18:2)	Sunflower oil	6.32 ± 0.20 ^{Ca}	9.20 ± 0.51 ^{Ba}	11.94 ± 0.76 ^{Aa}
	Soybean oil	6.32 ± 0.20 ^{Ca}	8.90 ± 0.64 ^{Ba}	11.50 ± 0.89 ^{Aa}
α-linolenic acid (C18:3)	Sunflower oil	0.20 ± 0.01 ^{Aa}	0.20 ± 0.01 ^{Aa}	0.19 ± 0.01 ^{Aa}
	Soybean oil	0.20 ± 0.01 ^{Ca}	0.54 ± 0.02 ^{Ba}	0.90 ± 0.02 ^{Ab}
SFA	Sunflower oil	16.53 ± 0.16 ^{Aa}	16.20 ± 0.19 ^{Ba}	15.92 ± 0.19 ^{Ca}
	Soybean oil	16.53 ± 0.16 ^{Aa}	16.58 ± 0.33 ^{Ab}	16.80 ± 0.19 ^{Ab}
MUFA	Sunflower oil	76.91 ± 1.01 ^{Aa}	74.24 ± 0.89 ^{Ba}	71.91 ± 0.99 ^{Ca}
	Soybean oil	76.91 ± 1.01 ^{Aa}	73.32 ± 0.99 ^{Bb}	70.42 ± 1.12 ^{Cb}
PUFA	Sunflower oil	6.52 ± 0.39 ^{Ca}	9.40 ± 0.45 ^{Ba}	12.13 ± 0.68 ^{Aa}
	Soybean oil	6.52 ± 0.39 ^{Ca}	9.44 ± 0.11 ^{Ba}	12.40 ± 0.34 ^{Aa}
USFA	Sunflower oil	83.43 ± 0.94 ^{Aa}	83.63 ± 1.11 ^{Aa}	84.04 ± 1.51 ^{Aa}
	Soybean oil	83.43 ± 0.94 ^{Aa}	82.76 ± 1.10 ^{Aa}	82.82 ± 1.46 ^{Aa}
PUFA/SFA	Sunflower oil	0.39 ± 0.05 ^{Ca}	0.58 ± 0.04 ^{Ba}	0.76 ± 0.04 ^{Aa}
	Soybean oil	0.39 ± 0.05 ^{Ca}	0.57 ± 0.00 ^{Ba}	0.74 ± 0.01 ^{Aa}
USFA/SFA	Sunflower oil	5.05 ± 0.15 ^{Aa}	5.16 ± 0.30 ^{Aa}	5.28 ± 0.21 ^{Aa}
	Soybean oil	5.05 ± 0.15 ^{Aa}	4.99 ± 0.03 ^{Aa}	4.93 ± 0.03 ^{Aa}
MUFA/PUFA	Sunflower oil	11.80 ± 0.44 ^{Aa}	7.90 ± 0.39 ^{Ba}	5.93 ± 0.26 ^{Ca}
	Soybean oil	11.80 ± 0.44 ^{Aa}	7.77 ± 0.02 ^{Ba}	5.68 ± 0.06 ^{Ca}
Iodine value	Sunflower oil	77.80 ± 1.56 ^{Ca}	80.47 ± 1.15 ^{Ba}	83.19 ± 1.43 ^{Aa}
	Soybean oil	77.80 ± 1.56 ^{Ca}	79.98 ± 1.08 ^{Ba}	83.00 ± 1.61 ^{Aa}
Cox value	Sunflower oil	1.44 ± 0.08 ^{Ca}	1.71 ± 0.07 ^{Ba}	1.97 ± 0.05 ^{Aa}
	Soybean oil	1.44 ± 0.08 ^{Ca}	1.76 ± 0.02 ^{Ba}	2.06 ± 0.05 ^{Aa}
OSI	Sunflower oil	4.01 ± 0.11 ^{Aa}	1.92 ± 0.10 ^{Ba}	1.20 ± 0.10 ^{Ca}
	Soybean oil	4.01 ± 0.11 ^{Aa}	1.99 ± 0.03 ^{Ba}	1.26 ± 0.03 ^{Ca}
IPpv	Sunflower oil	54.82 ± 0.98 ^{Aa}	27.83 ± 0.84 ^{Ba}	16.29 ± 1.34 ^{Ca}
	Soybean oil	54.82 ± 0.98 ^{Aa}	28.84 ± 0.49 ^{Ba}	17.31 ± 0.52 ^{Ca}

پایداری اکسایشی روغن به عوامل مختلفی همچون حرارت، فشار اکسیژن، فلزات سنگین (یون‌های آهن و مس)، ترکیبات آهن‌دار (هموگلوبین و میوگلوبین)، سطح تماس، ساختار شیمیایی و غیره وابسته است و غیراشباعیت روغن‌ها عامل مهمی در پیشرفت سرعت اکسایش محسوب می‌گردد. اسید لینولئیک و اسید آلفا-لینولنیک به ترتیب با داشتن دو و سه پیوند دوگانه، غیراشباعیت بالایی دارند لذا می‌توانند پارامترهای PUFA، USFAT، PUFA/SFA، USFA/SFA، MUFA/PUFA، عدد یدی، عدد Cox، شاخص OSI و عدد IP_{PV} را تحت تأثیر قرار دهند [۱٤].

اسید لینولئیک و اسید آلفا-لینولنیک با افزایش مقدار روغن‌های آفتابگردان و سویا، روند صعودی به خود گرفتند. لذا PUFA، USFA، عدد یدی و شاخص Cox نیز افزایش یافتند. این بدان معنا است که با افزایش مخلوط کردن روغن‌های آفتابگردان و سویا با روغن زیتون، تعداد پیوندهای دوگانه در اسیدهای چرب چند غیراشباع ۱۸ کربنه افزایش و مقدار MUFA (خصوصاً اسید اولئیک) و نسبت اسیدهای چرب تک غیراشباع به چند غیراشباع (MUFA/PUFA) کاهش یافت.

بر اساس استاندارد ملی ۱٤٤٦ روغن زیتون، هرگاه مقدار اسید پالمیتیک در دامنه ۲۰-۷/۵ درصد، اسید پالمیتولئیک در دامنه

www.SID.ir

Archive of SID

۰/۳–۳/۵، اسید استئاریک در دامنه ۰/۵–۰/۵ درصد، اسید اولئیک در دامنه ۸۳/۰–۵۵/۰ درصد، اسید لینولئیک در دامنه ۲۱/۰–۳/۵ درصد و اسید لینولنیک کمتر یا مساوی ۱ درصد باشد، پروفایل اسیدهای چرب روغن زیتون در محدوده استاندارد قرار دارد [۱۵] لذا به نظر می‌رسد که روش کروماتوگرافی گازی روش مناسبی برای شناسایی تقلب روغن‌های آفتابگردان و سویا در روغن زیتون نمی‌باشد.

۲–۳– بررسی فیتوسترول‌های روغن‌ها

همانطور که جدول ۳ نشان می‌دهد، بتاسیتوسترول (۸۰/۲۷ ٪)، دلتا–۵–آوناسترول (۲۰/۵۱ ٪) و کمپسترول (۳/۲٤ ٪) و استیگماسترول (۱/۳٦ ٪) بیشترین میزان استرول‌ها در روغن زیتون را به خود اختصاص می‌دهند. با افزودن روغن آفتابگردان (از صفر به ۱۰ درصد) مقدار بتاسیتوسترول از ۸۰/۲۷ به ٦۷/۱٦ درصد و دلتا–۵–آوناسترول از ۲۰/۵۱ به ۱٦/۹۹ درصد کاهش یافت و این در حالی است که مقدار کمپسترول از ۳/۲٤ به ۵/۰۹ درصد و استیگماسترول از ۱/۳٦ به ۲/۰۵ درصد افزایش یافت. از طرف دیگر، با افزودن صفر الی ۱۰ درصد روغن سویا، مقدار بتاسیتوسترول و دلتا–۵–آوناسترول به ترتیب از ۸۰/۲۷ به ٦٤/۲۸ درصد و ۲۰/۵۱ به ۱۷/۵٦ درصد کاهش یافت ولی مقدار کمپسترول و استیگماسترول از ۳/۲٤ به ٦/٤٤ درصد و ۱/۳٦ به ۳/۹۹ درصد افزایش پیدا کرد.

Table 3 Effect of sunflower and soybean oils on phytosterols of olive oil

Phytosterol type	Oil type	Concentration (%)		
		0	5	10
Cholesterol	Sunflower oil	0.23 ± 0.01^{Ca}	0.27 ± 0.01^{Aa}	0.25 ± 0.02^{Bb}
	Soybean oil	0.23 ± 0.01^{Ca}	0.28 ± 0.02^{Ba}	0.36 ± 0.02^{Aa}
Campestrol	Sunflower oil	3.24 ± 0.02^{Ca}	4.66 ± 0.12^{Bb}	5.09 ± 0.23^{Ab}
	Soybean oil	3.24 ± 0.02^{Ca}	5.19 ± 0.26^{Ba}	6.44 ± 0.32^{Aa}
Stigmasterol	Sunflower oil	1.36 ± 0.04^{Ca}	1.65 ± 0.05^{Bb}	2.05 ± 0.17^{Ab}
	Soybean oil	1.36 ± 0.04^{Ca}	2.22 ± 0.23^{Ba}	3.99 ± 0.27^{Aa}
β-sitosterol	Sunflower oil	80.27 ± 3.23^{Aa}	69.68 ± 2.11^{Bb}	67.16 ± 1.33^{Bb}
	Soybean oil	80.27 ± 3.23^{Aa}	73.55 ± 3.34^{Ba}	64.28 ± 2.97^{Ca}
Delta 5-avenasterol	Sunflower oil	20.51 ± 0.41^{Aa}	20.00 ± 0.98^{Aa}	16.99 ± 0.78^{Ba}
	Soybean oil	20.51 ± 0.41^{Aa}	18.67 ± 0.95^{Ba}	17.56 ± 1.22^{Ca}
Delta-5,24-stigmastadienol	Sunflower oil	0.39 ± 0.02^{Ba}	0.29 ± 0.01^{Cb}	0.42 ± 0.01^{Ab}
	Soybean oil	0.39 ± 0.02^{Ca}	0.41 ± 0.02^{Ba}	0.53 ± 0.02^{Aa}
Delta-7-stigmasterol	Sunflower oil	0.26 ± 0.01^{Ca}	1.05 ± 0.06^{Ba}	2.09 ± 0.08^{Aa}
	Soybean oil	0.26 ± 0.01^{Ca}	0.33 ± 0.01^{Bb}	0.81 ± 0.05^{Ab}
Delta 7-avenasterol	Sunflower oil	0.35 ± 0.01^{Ca}	0.76 ± 0.03^{Ba}	1.28 ± 0.06^{Aa}
	Soybean oil	0.35 ± 0.01^{Ba}	0.34 ± 0.02^{Bb}	0.56 ± 0.04^{Ab}

باید توجه داشت که در روغن زیتون، مقدار کلسترول کمتر یا مساوی ۰/۵ درصد، مقدار کامپسترول کمتر یا مساوی ٤/۰، مقدار دلتا–۷–استیگمااستنول کمتر یا مساوی ۰/۵ درصد و مقدار استیگماسترول کمتر از کامپسترول در محدوده مجاز استاندارد ملی ایران قرار دارد [۱۵]. با توجه به نتایج تحقیق حاضر می‌توان گفت که مقدار کامپسترول در نمونه‌های حاوی ۵ و ۱۰ درصد روغن آفتابگردان و سویا بیشتر از حد استاندارد است.

٤– نتیجه گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که نوع و مقدار روغن افزوده شده به روغن زیتون، بر پروفایل اسید چرب و مقدار فیتوسترول-های روغن زیتون تاثیر گذار است. به طور کلی، با افزودن روغن آفتابگردان به روغن زیتون، مقدار اسید پالمیتولئیک کاهش، اسید لینولئیک افزایش، اسید استئاریک افزایش، اسید اولئیک کاهش، SFA کاهش، PUFA افزایش، MUFA کاهش، PUFA/SFA افزایش، MUFA/PUFA کاهش، عدد یدی افزایش، عدد Cox افزایش، عدد OSI کاهش، عدد IPpv

www.SID.ir

Archive of SID

کاهش، کامپسترول افزایش، استیگما استرول افزایش، بتاسیتوسترول کاهش، دلتا-۵-آوناسترول کاهش، دلتا-۵-۲٤-استیگمااستادی‌انول افزایش، دلتا-۷-استیگمااستنول افزایش و دلتا-۷-آوناسترول افزایش می‌یابد. از طرف دیگر، با افزودن روغن سویا به روغن زیتون، مقدار اسید لینولئیک افزایش، اسید اولئیک کاهش، اسید لینولنیک افزایش، PUFA افزایش، MUFA کاهش، PUFA/SFA افزایش، MUFA/PUFA کاهش، عدد یدی افزایش، عدد Cox افزایش، عدد OSI کاهش، عدد IPpv کاهش، کامپسترول افزایش، استیگما استرول افزایش، بتاسیتوسترول کاهش، دلتا-۵-آوناسترول کاهش، دلتا-۵-۲٤-استیگمااستادی‌انول افزایش، دلتا-۷-استیگمااستنول افزایش و دلتا-۷-آوناسترول افزایش پیدا می‌کند. از این تحقیق می‌توان دریافت که مقدار کامپسترول، کاراترین عامل در شناسایی تقلبات روغن زیتون با روغن آفتابگردان و سویا می‌باشد.

۵- منابع

[1] Nomikos, N.N., Nomikos, G.N. and Kores, D.S., 2010. The use of deep friction massage with olive oil as a means of prevention and treatment of sports injuries in ancient times. *Archives of Medical Science*, *6*(5), pp.642-645.

[2] Foscolou, A., Critselis, E. and Panagiotakos, D., 2018. Olive oil consumption and human health: A narrative review. *Maturitas*, *118,* pp.60-66.

[3] Blatchly, R., Nircan, Z.D. and O'Hara, P., 2017. *The Chemical Story of Olive Oil: From Grove to Table*. Royal Society of Chemistry.

[4] Rodrigues, F., Pimentel, F.B. and Oliveira, M.B.P., 2015. Olive by-products: Challenge application in cosmetic industry. *Industrial Crops and Products*, *70*, pp.116-124.

[5] Colomer, R. and Menéndez, J.A., 2006. Mediterranean diet, olive oil and cancer. *Clinical and Translational Oncology*, *8*(1), pp.15-21.

[6] Kiritsakis, A. and Shahidi, F. eds., 2017. *Olives and Olive Oil as Functional Foods: Bioactivity, Chemistry and Processing*. John Wiley & Sons.

[7] Farahmandfar, R., Asnaashari, M. 2017. Comprehensive chemistry and technology of edible oils. Sahra press, Iran.

[8] Dourtoglou, V.G., Dourtoglou, T., Antonopoulos, A., Stefanou, E., Lalas, S. and Poulos, C., 2003. Detection of olive oil adulteration using principal component analysis applied on total and regio FA content. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, *80*(3), pp.203-208.

[9] Angiuli, M., Bussolino, G.C., Ferrari, C., Matteoli, E., Righetti, M.C., Salvetti, G. and Tombari, E., 2009. Calorimetry for fast authentication of edible oils. *International Journal of Thermophysics*, *30*(3), pp.1014-1024.

[10] Laroussi-Mezghani, S., Vanloot, P., Molinet, J., Dupuy, N., Hammami, M., Grati-Kamoun, N. and Artaud, J., 2015. Authentication of Tunisian virgin olive oils by chemometric analysis of fatty acid compositions and NIR spectra. Comparison with Maghrebian and French virgin olive oils. *Food chemistry*, *173*, pp.122-132.

[11] Farhoosh, R., Tavakoli, J. and Khodaparast, M.H.H., 2008. Chemical composition and oxidative stability of kernel oils from two current subspecies of Pistacia atlantica in Iran. Journal of the American Oil Chemists' Society, 85(8), p.723.

[12] Nosratpour, M., Farhoosh, R. and Sharif, A., 2017. Quantitative Indices of the Oxidizability of Fatty Acid Compositions. *European journal of lipid science and technology*, *119*(12), p.1700203.

[13] Kyçyk, O., Aguilera, M.P., Gaforio, J.J., Jiménez, A. and Beltrán, G., 2016. Sterol composition of virgin olive oil of forty-three olive cultivars from the World Collection Olive Germplasm Bank of Cordoba. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *96*(12), pp.4143-4150.

[14] Farahmandfar, R., Amini, A., Faghih Nasiri, S., Asnaashari, M. 2018. Influence of Mentha piperita L. extract in the quality of soybean oil during microwave heating. *Iranian Journal of food science and technology*, 15(75), pp. 201-216.

[15] Iranian National Standardization Organization, 2011. Olive oil– Specifications and test methods No 1446. Iranian National Standard Organization, Tehran, Iran (Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of sunflower and soybean oil on the fatty acid composition and phytosterols of olive oil (*Olea europaea*)

Farahmandfar, R. [1*], Rahmatiyan, M. [2], Salmani, S. [3&4]

1. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran
2. MSc Student, Department of Food Science and Technology, Khazar Institute of Higher Education, Iran
3. PhD Student, Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran
4. Technician, Laboratory control of food, beverage and cosmetic, Food and Drug Department, Kermanshah university of medical sciences, Iran

(Received: 2019/03/17 Accepted:2019/12/15)

Quality and nutritional properties of oils are the most important factors in food technology. Olive oil is fairly nutritious. Apart from its beneficial fatty acids, it contains modest amounts of phytosterols. Thus, this research studies the efficiency of the determinations of fatty acids and phytosterols in the detection of adulteration of olive oil with certain vegetable oils. The fatty acid composition of oil samples was carried out by Gas chromatography and the amount of phytosterols was measured through TLC sheets. Results showed that the main fatty acids in the olive oils were Oleic acid (C18:1), Palmitic acid (C16:0), and Linoleic acid (C18:2). In general, the addition of Sunflower and Soybean oils to Olive oil increased the amount of Linoleic acid, PUFA, PUFA/SFA, Iodine value, Cox value, Campestrol, and Stigmasterol but decreased Oleic acid, MUFA, MUFA/PUFA, OSI, IPpv, β-sitosterol, and Delta 5-avenasterol. It can be conducted that low amount of Campestrol is the most effective factor in identifying adulteration of Olive oil with Sunflower and Soybean oils.

Keywords: Adulterations, Olive oil, Phytosterol, Soybean oil, Sunflower oil

* Corresponding Author E-Mail Address: r.farahmandfar@sanru.ac.ir

www.SID.ir