www.rifst.ac.ir/jrifst.aspx
نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی
سال ۱۳۹۲، جلد ۲، شماره ۳، صفحات ۲۶۵-۲۷۸

JRIFST

ارزیابی پایداری اکسایشی، ویژگی‌های شیمیایی و ساختار اسید چرب روغن مغزخنجوک

فاطمه همدانی[1*]، محمدحسین حدادخداپرست[2]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قوچان
* نویسنده مسئول (hamedani_fatemeh@yahoo.com)
۲- استاد گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۲/۲۸
تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۸/۲۹

واژه‌های کلیدی
پایداری اکسایشی
دی ان مزدوج
روغن مغز خنجوک
ویژگی‌های شیمیایی طرح

چکیده

شناسایی و کشت دانه‌های روغنی جدید، گامی مهم در جهت تامین روغن مورد نیاز در کشور است. درختان پسته وحشی از جمله خنجوک، در ایران بیش از یک میلیون و دویست هزار هکتار از اراضی کشور را به خود اختصاص می‌دهند. بررسی ترکیب شیمیایی مغز خنجوک نشان داد میزان چربی آن ۳۰ درصد و بیش از ۸۰ درصد از ترکیب اسیدهای چرب آن از نوع غیر اشباع بود. اسید چرب غالب در خنجوک اسید اولئیک با ۵۷/۳۹ درصد بود و عدد یدی، عدد صابونی، میزان ترکیبات استرولی، میزان ترکیبات توکوفرولی، ضریب شکست و مقدار موم برای روغن مغز خنجوک به ترتیب ۹۸/۷ گرم مولکول ید در ۱۰۰ گرم روغن، ۱۷۲/۳ میلی‌گرم پتاس در گرم روغن، ۰/۲۵ درصد، ۶۱۹/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم، ۱/۴۷ درجه و ۰/۰۰۲ درصد اندازه گیری شد. پایداری حرارتی روغن مغز خنجوک و زیتون بکر در دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۸ ساعت، اندازه گیری و مقایسه شد. نتایج آزمون پایداری مبنی بر داده‌هایی چون اعداد پراکسید، اسیدی، دی ان مزدوج، کربونیل و رنسیمت مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج حاصل نشان داد بین عدد دی ان مزدوج و رنسیمت این دو روغن به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری بود ولی در مورد عدد کربونیل این اختلاف معنی‌دار نبود. در نهایت با توجه به پایین بودن ترکیبات مزدوج و عدد پراکسید و بالا بودن شاخص پایداری اکسایشی روغن مغز خنجوک نسبت به زیتون، مشخص شد که روغن مغز خنجوک از پایداری اکسایشی خوبی برخوردار می‌باشد که می‌توان به ترکیب مناسب آنتی اکسیدانی آن به ویژه توکوفرول‌ها نسبت داد.

مقدمه

روغن و چربی از اجزاء اصلی غذا است که یک گرم آن حدود ۹/۲ کیلوکالری انرژی در بدن و در غذا هم طعم و مزه مطلوبی تولید می‌کند. اخیراً بارشد دانش عمومی، تقاضای مردم برای مصرف روغن‌هایی که علاوه بر تأمین انرژی و ایجاد طعم در سلامتی هم مفید باشد، افزایش یافته است. اکنون با توسعه کشت دانه‌ها و میوه‌های روغنی، ۱۰ درصد از نیاز روغن مصرفی در داخل کشور تولید و بقیه از خارج کشور تامین می‌گردد. بنابراین استفاده از منابع موجود در کشور برای رسیدن به خود کفایی و افزایش سطح زیر کشت دانه‌های روغنی رایج، شناسایی و کشت منابع جدید گامی برای تامین روغن مورد نیاز است (گلی و همکاران، ۱۳۸۶).

یکی از منابع موجود داخلی، خنجوک از انواع پسته وحشی است. درختان این گونه در ارتفاعات زاگرس تا بلوچستان امتداد دارد و در کردستان، کرمانشاه، ایلام، لرستان، خوزستان، کهکیلویه و بویراحمد، فارس، کرمان، سیستان و بلوچستان، خراسان و اطراف یزد نیز مشاهده شده است. در ارتفاعات ۷۰۰ تا ۱۹۰۰ متری از سطح دریا رشد می‌کند. در افغانستان و پاکستان به صورت پراکنده وجود دارد. خنجوک نسبت به بنه در ارتفاعات پایین‌تر و مناطق گرمتر رشد می‌کند. آن‌ها درختانی کوتاه قامت (سه تا هفت متر ارتفاع) با پوست صاف هستند که برگ‌های شانه‌ای دارند (ابریشمی، ۱۳۷۳). میوه آن از نوع شفت و تقریباً کروی با قطر ۴/۰۸ میلی‌متر است (Heidarbeigi & Ahmadi, 2009). درخت خنجوک پایه مناسبی برای پیوند با پسته است. مقاومت آن به خشکی، گرما و سرما زیاد است (Padulosi & Hadj-Hassan, 1998). براساس آمار و اطلاعات موجود، درختان پسته وحشی از جمله خنجوک، در ایران بیش از یک میلیون و دویست هزار هکتار از اراضی کشور را به خود اختصاص می‌دهند که با استفاده از این منبع خدادادی، می‌توان سالانه مقدار زیادی روغن مایع تولید کرد تا قسمتی از واردات سالانه روغن در کشور را کاهش داد. هدف از این تحقیق تعیین درصد روغن مغز خنجوک و ترکیب اسیدهای چرب آن و بررسی برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی این روغن است.

حاجی حیدری (۱۳۷۶) با اجرای طرح استخراج روغن از پسته وحشی، مقدار روغن بنه را ۳۴ درصد دانه کامل و ۵۶ درصد مغز بنه به دست آورد. در تحقیق مشابهی توکلی و همکاران (۱۳۸۷) به مقایسه‌ی روغن زیتون و بنه پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که بین ساختار اسید چرب روغن زیتون و بنه تفاوت معنی‌داری وجود دارد و در مجموع، روغن بنه به خاطر وجود اسیدهای چرب ضروری بیشتر دارای ارزش تغذیه‌ای بالاتر و به خاطر سرشار بودن از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی دارای پایداری اکسایشی بهتری نسبت به روغن زیتون بود.

روغن‌های خوراکی در ضمن فرایندهای حرارتی رایج در صنعت مواد غذایی به مدت زیاد در معرض دماهای بالا قرار می‌گیرند. در این فرایندها روغن به عنوان محیطی برای انتقال حرارت و نیز بهبود طعم محصول به کار گرفته می‌شود. عملیات شدید حرارتی در حضور هوا به انجام بسیاری از واکنش‌های شیمیایی مخرب در روغن از جمله اکسایش، هیدرولیز و پلیمری شدن اسیدهای چرب غیراشباع منجر می‌شود. این به تغییر ساختار شیمیایی محیط حرارتی و تشکیل مشتقات فرار و غیرفرار اکسیده و نیز ترکیبات دیمری، پلیمری و یا حلقوی می‌انجامد. ترکیبات مذبور نه تنها ویژگی‌های حسی بلکه خواص تغذیه‌ای محصول را تحت تاثیر قرار داده، سلامت مصرف کننده را به خطر می‌اندازند بنابراین، پایداری حرارتی، امری حیاتی در خصوص انتخاب روغن‌های خوراکی بویژه در مصارف صنعتی مانند سرخ کردن عمیق است، زیرا روغن‌های سرخ کردنی به رغم مصارف خانگی که به طور معمول پس از یک یا دو بار مصرف دور ریخته می‌شوند، به دفعات و در زمان‌های طولانی‌تری در واحدهای صنعتی و تجاری مورد استفاده قرار می‌گیرند (فرهوش و همکاران، ۱۳۸۸).

Giovanna (۲۰۱۰) تاثیر تیمار حرارتی بر شاخص‌های کیفی و ساختار شیمیایی روغن زیتون بکر ممتاز را مورد بررسی قرار داد. در این بررسی روغن‌های زیتون بکر ممتاز دو رقم زیتون آربکوینا و پیکوال[1] در معرض حرارت دهی در آون در دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۶ ساعت قرار گرفتند. نتایج نشان داد کاهش شاخص پایداری اکسایشی در هر دو رقم مشاهده شد که نشان دهنده تخریب سیستم آنتی اکسیدانی می‌باشد، اگرچه این کاهش در رقم آربکوینا بیشتر بود. بر اساس نتایج به دست آمده از این تحقیق محققان بیان داشتند با وجود تیمار حرارتی، روغن زیتون بکر ممتاز قادر است بخشی از ترکیبات مغذی خود از جمله فیتو استرول‌ها و اسکوالن را در سطوحی با ویژگی‌های مغذی حفظ کند. نتایج این پژوهش به لحاظ نقشی که این ترکیبات بر سلامت مصرف کننده دارند قابل توجه

1- Picual

می‌باشد. Farhoosh و همکاران (۲۰۰۹)، Saffarzadeh و همکاران (۱۹۹۹)، شاهوردی و همکاران (۱۳۸۹) و گلی و همکاران (۱۳۸۶) به ترتیب تحقیقات مشابهی را روی روغن پوست بنه، ترکیب شیمیایی بنه، ویژگی‌های روغن استخراج شده از دانه شاه دانه و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی روغن دانه ماریتیغال[1] انجام دادند.

با تعیین ساختار فیزیکوشیمیایی روغن مغز خنجوک و همچنین با بررسی پایداری اکسایشی آن به کمک آزمون‌هایی مانند عدد پراکسید، رنسیمت، کربونیل، ترکیبات دی ان مزدوج و ترکیبات قطبی و مقایسه آن با پایداری اکسایشی روغن زیتون، می‌توان به مقایسه این گونه وحشی با روغن زیتون پرداخت و اطلاعات مناسبی در مورد خصوصیات تغذیه‌ای و تکنولوژیکی این روغن بدست آورد و به ارزش و جایگاه آن در میان روغن‌های خوراکی پی برد و در جهت استفاده مناسب از این منابع بومی ایران اقدام نمود. بنابراین با توجه به دلایل ذکر شده، انجام پژوهشی درباره بررسی ساختار شیمیایی و پایداری اکسایشی روغن مغز خنجوک امری لازم و مفید به نظر می‌رسید. بنابراین هدف از انجام این پژوهش شناسایی خصوصیات و ساختار شیمیایی روغن مغز خنجوک به عنوان یک منبع جدید روغن نباتی و همچنین بررسی پایداری حرارتی آن نسبت به روغن زیتون بکر بود.

مواد و روش‌ها

نمونه خنجوک از بخش میمند شهرستان فیروزآباد استان فارس تهیه گردید. نمونه ها تا زمان استخراج و انجام آزمایش‌های مربوطه در پلاستیک‌های پلی‌اتیلنی در بسته در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. روغن زیتون فوق بکر از مزرعه فدک قم تهیه و تا زمان انجام آزمایش‌های مربوطه در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. کلیه حلال‌ها و مواد شیمیایی با درجه تجزیه‌ای از شرکت‌های مرک و سیگما خریداری شدند. برای استخراج روغن از هگزان استفاده شد.

عملیات استخراج روغن

بعد از خشک کردن خنجوک در سایه، پریکارپ آن را برداشته و مغز آن در آسیاب پودر شد. پودر به نسبت ۱ به ۴ وزنی‌حجمی با حلال n- هگزان مخلوط و عملیات استخراج روغن با هم زدن شدید به مدت ۴۸ ساعت در محیط تاریک انجام شد. حلال در خلأ در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد تبخیر گردید. روغن استخراج شده تا هنگام انجام آزمایش‌های مربوطه در ظروف تیره در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

فرآیند حرارتی

در هر سرخ کن BEST vidas ITALY RD216M & DF-100 ۱۵۰گرم نمونه روغن استخراج شده قرار داده و سپس در دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۸ ساعت حفظ شد. در فواصل زمانی دو ساعت، ۳۰ گرم نمونه برای بررسی آزمون‌های پایداری اکسایشی برداشته شد.

آزمون های فیزیکوشیمیایی

روغن دانه با استفاده از حلال n- هگزان عمل استخراج روغن انجام گرفته و با توزین روغن استخراجی از ۱۰۰ گرم نمونه مغز، درصد روغن مغز خنجوک تعیین شد. ترکیب اسید چرب نمونه روغن به وسیله کروماتوگرافی گاز- مایع تعیین شد و بر اساس درصد نسبی سطوح گزارش شد. استرهای اسیدهای چرب با دستگاه کروماتوگرافی[2] مجهز به ستون‌های مویینه CP-FIL88 شیشه‌ای سیلیکا (۶۰ متر طول، ۰/۲۲ میلی‌متر قطر داخلی، ۰/۲ میکرومتر ضخامت لایه داخلی) و آشکار ساز یونی شعله‌ای شناسایی گردیدند. گاز هلیم به عنوان گاز حامل با سرعت جریان ۰/۷ میلی‌لیتر بر دقیقه استفاده شد. دمای آون، بخش تزریق و آشکارساز به ترتیب ۱۹۸، ۲۸۰و ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد بود. عدد یدی روغن بر طبق روش هانوس (AOCS. 1993)، عدد صابونی بر طبق روش AOCS (Cd 3-25, 1993)، عدد اسیدی بر طبق روش AOCS (Cd 3d- 40, 1993) و عدد پراکسید نیز بر

1- Silybum marianum

2- Hewlett- HP-5890 Packard, CA,USA

طبق روش AOCS (Cd 8-53, 1993) اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری درصد ترکیبات قطبی کل از روش Schulte (۲۰۰۴) استفاده شد. مقدارترکیبات دی ان مزدوج هم از رابطه (۱) محاسبه شد که در آن A میزان جذب نمونه در طول موج ۲۳۴ نانومتر بود (Saguy *et al.*, 1996).

رابطه (۱)

$$CDV = \frac{A \times 600 \times 1000}{29000}$$

برای محاسبه عدد کربونیل از روش Farhoosh و Moosavi (۲۰۰۶) و رابطه (۲) استفاده شد که در آن A جذب نمونه در طول موج ۴۲۰ نانومتر، W وزن نمونه به گرم، CV عدد کربونیل بر اساس میکرومول برگرم و M شیب منحنی استاندارد است.

رابطه (۲)

$$CV = \frac{A - 0.306752}{100 \times W \times M}$$

شاخص اکسایش پذیری[1] بر اساس درصد اسیدهای چرب ۱۸ کربنه بر طبق رابطه (۳) محاسبه شد:

رابطه (۳)

$$\text{Cox value} = \frac{[1(C18:1\%) + 10.3(C18:2\%) + 21.6(C18:3)]}{100}$$

که C18:1، C18:2 و C18:3 به ترتیب اسیدهای اولئیک، لینولئیک و لینولنیک هستند (Fatemi,1980).

برای تعیین پایداری اکسایشی (آزمون رنسیمت) از دستگاه رنسیمت مدل ۷۴۳ با دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد استفاده شد (Farhoosh, 2007). ضریب شکست نیز در ۲۰ درجه سانتی‌گراد به وسیله رفراکتومتر[2] اندازه گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری

آزمایش‌های مربوط به تاثیر حرارت بر پایداری روغن در قالب طرح آزمایشی کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. میانگین‌ها با نرم افزار MStatc و بر اساس آزمون تی در سطح احتمال ۵ درصد ($p<۰/۰۵$) مقایسه شدند. نمودارها با نرم افزار Microsoft Excel, 2007 رسم شد.

نتایج و بحث

بررسی خواص شیمیایی روغن مغز خنجوک

ساختار اسید چرب

نتایج استخراج روغن مغز خنجوک نشان داد که میزان روغن آن ۳۰ درصد بود. ساختار اسید چربی روغن مغز خنجوک و روغن زیتون در جدول ۱ نشان داده شده است. روغن مغز خنجوک حاوی اسیدهای چرب معمول در روغن‌های گیاهی مانند اسید پالمیتیک، استئاریک، پالمیتواولئیک، اولئیک، لینولئیک و لینولنیک بود. مقدار کل اسیدهای چرب غیر اشباع (USFA) در روغن مغز خنجوک ۸۳/۰۶ درصد گزارش شد. همچنین مقدار اسیدهای چرب غیراشباع دارای یک پیوند دوگانه (MUFA) در این روغن ۵۸/۹۵ درصد و مقدار کل اسیدهای چرب غیراشباع دارای چند پیوند دوگانه (PUFA) در این روغن ۲۴/۱۱ درصد بود. نسبت USFA به SFA در روغن مغز خنجوک ۴/۹۰ بود که این نسبت معمولاً به عنوان معیاری از میزان سیرنا _ شدگی روغن‌ها و چربی‌ها و نیز تمایل آن‌ها به خوداکسایش لیپیدی در نظر گرفته می‌شود (Matthaus, 2006). نسبت PUFA به SFA معادل ۱/۴۲ و نسبت MUFA به PUFA معادل ۲/۴۴ به دست آمد که بالاتر بودن این نسبت نشان دهنده پایداری اکسایشی بهتر و مناسب تر بودن روغن برای فرایند سرخ کردن است (جدول ۲). بنابراین روغن مغز خنجوک از پایداری اکسایشی خوبی برخوردار است. با توجه به مقدار اسیدهای چرب اولئیک و لینولئیک که بیشتر از ۸۰ درصد ترکیب اسید چربی روغن مغز خنجوک را تشکیل می‌دهند و همچنین ناچیز بودن مقدار اسید لینولنیک (۰/۶۱ درصد) می‌توان این روغن را در گروه روغن‌های اسیداولئیک-لینولئیک قرار داد. با توجه به ضروری بودن اسید اولئیک و لینولئیک برای بدن انسان (اسیدچرب ضروری) و میزان بالای آن در روغن مغز خنجوک، می‌توان گفت که این روغن از ارزش

1- Calculated oxidizability value (Cox value)
2- ATAGO RX-5000

تغذیه‌ای بالایی برخوردار است و پایین بودن میزان اسیدلینولنیک بیانگر پایداری بیشتر این روغن در برابر اکسایش نسبت به روغن های گروه اسیداولئیک-لینولئیک می‌باشد.

جدول ۱- ساختار اسیدچربی روغن مغز خنجوک و زیتون (بر حسب درصد)

اسیدچربی	روغن مغز خنجوک	روغن زیتون بکر
C14:0	۰/۱۸	۰ تا ۰/۵
C15:0	۰/۰۲	-
C16:0	۱۲/۴۴	۷/۵ تا ۲۰
C16:1	۰/۹۶	۰/۳ تا ۳/۵
C17:0	۰/۰۸	-
C17:1	۰/۰۹	۰ تا ۰/۳
C18:0	۳/۸۵	۰/۵ تا ۵
C18:1	۵۷/۳۹	۵۵ تا ۸۳
C18:2	۲۳/۵۰	۳/۵ تا ۲۱
C20:0	۰/۲۵	۰ تا ۰/۶
C18:3	۰/۶۱	۰ تا ۰/۹
C20: 1	۰/۵۱	۰ تا ۰/۴
C22:0	۰/۰۷	۰ تا ۰/۲
C24:0	۰/۰۴	۰ تا ۰/۲

جدول ۲ - ساختار اسید چربی روغن مغز خنجوک

اسیدچربی	روغن مغز خنجوک
USFA(درصد)	۸۳/۰۶
MUFA(درصد)	۵۸/۹۵
PUFA(درصد)	۲۴/۱۱
USFA/SFA	۴/۹۰
PUFA/SFA	۱/۴۲
MUFA/PUFA	۲/۴۴

عدد یدی روغن مغز خنجوک و زیتون به ترتیب ۹۸/۷۰ و۸۴/۸۳ گرم مولکول ید در ۱۰۰ گرم روغن بدست آمد که از نظر آماری بین عدد یدی این دو نوع روغن اختلاف معنی داری وجود دارد و همانطور که مشخص است عدد یدی روغن مغز خنجوک از عدد یدی روغن زیتون بیشتر بود که علت آن مقدار بالاتر اسیدهای چرب لینولئیک و کمتر بودن اسیدهای چرب اشباع در روغن مغز خنجوک نسبت به روغن زیتون است. عدد یدی روغن‌های خوراکی دامنه بسیار گسترده‌ای دارد که اشباع ترین آن‌ها روغن نارگیل با عدد یدی ۶ تا ۱۱ گرم مولکول ید در ۱۰۰ گرم روغن و غیر اشباع‌ترین آن‌ها روغن ماهی با عدد یدی بین ۱۴۲ تا ۱۷۶ گرم مولکول ید در ۱۰۰ گرم روغن است (Shahidi, 2005).

عدد صابونی

عدد صابونی روغن‌های مغز خنجوک و زیتون به ترتیب ۱۷۲/۳ و ۱۹۴/۹۳ میلی‌گرم پتاس در گرم روغن بود که به لحاظ آماری بین عدد صابونی این دو نوع روغن اختلاف معنی‌داری وجود داشت. عدد صابونی روغن مغز خنجوک کمتر از روغن زیتون بکر بوده که نشان دهنده وزن مولکولی بیشتر اسیدهای چرب روغن مغز خنجوک نسبت به روغن زیتون می‌باشد. عدد صابونی نشان دهنده متوسط وزن مولکولی اسیدهای چرب است. هرچه متوسط وزن

ملکولی اسیدهای چرب تشکیل دهنده چربی‌ها و روغن‌ها بیشتر باشد، عدد صابونی آن‌ها کمتر است.

میزان کل ترکیبات استرولی

استرول‌های گیاهی که به فیتواسترول معروف هستند بیش از ۵۰ درصد مواد صابونی نشونده را تشکیل می‌دهند (Fenema, 1996). مقدار ترکیبات استرولی در روغن مغز خنجوک ۰/۲۵درصد تعیین شد. فراوان‌ترین ترکیبات استرولی روغن مغز خنجوک به ترتیب بتا سیتواسترول و دلتا-۵-اوناسترول بود که ترکیب اخیر، کاربرد روغن مزبور را به منظور پایدارسازی در روغن‌های سرخ کردنی امکان پذیر می‌سازد. مقدار ترکیبات استرولی در بیشتر روغن‌های گیاهی بین ۰/۱تا ۰/۵درصد است که بخشی به صورت استرول آزاد و بخشی به صورت استرول استری شده‌اند. بیشترین مقدار آن در بذر کتان گزارش شده است که بین ۰/۵ تا ۱/۱ درصد و در روغن ذرت ۰/۸ تا ۲/۲ درصد است (Shahidi, 2005).

میزان کل ترکیبات توکوفرولی

توکوفرول‌ها اجزاء مهم مواد صابونی نشونده روغن‌های خوراکی هستند که فعالیت آنتی اکسیدانی دارند و به عنوان ویتامین E برای سلامتی انسان مهم هستند. مقدار ترکیبات توکوفرولی روغن مغز خنجوک بر حسب آلفا-توکوفرول ۶۱۹/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم تعیین شد. مقدار توکوفرول در روغن گردو، زیتون، آفتابگردان، کانولا، ذرت، بادام زمینی، روغن مغز بنه رقم موتیکا، روغن مغز بنه رقم کردیکا و روغن پسته رقم اوحدی به ترتیب ۱۵۰۰، ۳۰ تا ۳۰۰، ۶۳۰ تا ۷۰۰، ۶۹۰ تا ۶۹۵، ۶۰۵، ۳۳۰ تا ۴۸۰، ۸۱۸/۵۸، ۴۹۹/۹۱ و ۸۱۵/۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم روغن گزارش شده است (فرهوش، ۱۳۸۷ و Shahidi, 2005). بنابراین میزان ترکیبات توکوفرولی روغن مغز خنجوک از روغن زیتون بیشتر و توکوفرول‌های غالب آن گاما و بتا بودند.

ضریب شکست

در بررسی خصوصیات فیزیکی، ضریب شکست مورد مطالعه قرار گرفت. میزان ضریب شکست روغن مغز خنجوک در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد ۱/۴۷۰۳ درجه بود. ضریب شکست روغن زیتون بکر بر اساس استاندارد کدکس در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد ۱/۴۶۷۷ تا ۱/۴۷۰۵ درجه گزارش شده است (مالک، ۱۳۷۹) که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین دو روغن مورد بررسی مشاهده نشد. با توجه به این که با افزایش دما ضریب شکست روغن کاهش می‌یابد، می‌توان گفت که از نظر ضریب شکست روغن مغز خنجوک مشابه روغن بادام زمینی (۱/۴۶۳) و تخم پنبه دانه (۱/۴۶۲) است و این مطالب می‌تواند تاکیدی بر شباهت روغن مغز خنجوک با این دو نوع روغن از لحاظ عدد یدی نیز باشد.

موم

مقدار موم در روغن مغز خنجوک ۰/۰۰۲ درصد بود. تحقیقات نشان داده است کیفیت پایداری روغن‌های خوراکی در حضور موم‌ها تحت تاثیر قرار می‌گیرد. این ترکیبات تمایل به تبلور و در نتیجه کدر شدن روغن‌ها در دمای پایین دارند (Martini, 2000). Farhoosh (۲۰۰۸) با بررسی دو رقم پسته وحشی (بنه) موتیکا و کردیکا مقدار موم آن‌ها را به ترتیب ۶/۴۸ و۵/۶۷ درصد گزارش کردند. بنابراین با توجه به میزان ناچیز موم در روغن مغز خنجوک فرایند صمغ‌گیری و تشخیص نوع آن‌ها امری ضروری برای استفاده صنعتی ازاین روغن نمی‌باشد.

بررسی تاثیر فرایند حرارتی بر پایداری اکسایشی روغن مغز خنجوک و روغن زیتون

عدد پراکسید

مقدار عدد پراکسید اولیه روغن مغز خنجوک و زیتون به ترتیب ۰/۰۶ و ۷/۵۳ میلی اکی والان گرم بر کیلوگرم بود که به لحاظ آماری، بین عدد پراکسید اولیه این دو نوع روغن اختلاف معنی‌داری وجود داشت و عدد پراکسید اولیه روغن مغز خنجوک از عدد پراکسید اولیه روغن زیتون کمتر بود که می‌تواند نشانگر پایداری مناسب این روغن در برابر اکسایش باشد (جدول۳). بر طبق مکانیسم شناخته شده اکسایش چربی‌ها و روغن‌های خوراکی که شامل مراحل آغازین، انتشار و پایانی می‌باشد، مقدار

پراکسیدها تحت شرایط معمول نگهداری در محدوده زمانی معینی به نام دوره القاء به صورت نمایی افزایش یافته و سپس به دلیل عدم پایداری می‌شکنند و منحنی تغییرات آن‌ها در طول زمان دچار روند نزولی می‌گردد. با افزایش عدد پراکسید، ترکیبات ثانویه اکسایش لیپیدی مانند ترکیبات مزدوج، کربونیل و آلدئیدها نیز افزایش می‌یابند. پایداری اکسایشی این دو روغن در طول زمان به مدت ۸ ساعت در دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد اندازه گیری شد و روند منظمی که افزایش عدد پراکسید در شرایط معمول دارد در دمای بالا مشاهده نشد چون پراکسیدها در معرض دماهای بالای فرایند به سرعت می‌شکنند و در حین خنک شدن روغن که به صورت متناوب صورت می‌پذیرد، مجدداً تشکیل می‌شوند.نتایج تحقیق سایر محققین در خصوص بررسی کیفیت روغن‌های خوراکی موید چنین یافته‌ای است (Matthaus, 2006; Vasishta,1996; Yaghmure, 2001). بنابراین اندازه‌گیری عدد پراکسید در دماهای بالا ابزار مناسبی برای بررسی پایداری اکسایشی تلقی نمی‌گردد.

عدد اسیدی

عدد اسیدی روغن مغز خنجوک و زیتون به ترتیب ۰/۵۲ و ۰/۸۱ میلی‌گرم پتاس بر گرم روغن بود (جدول۳). از نظر آماری بین عدد اسیدی این دو نوع روغن اختلاف معنی‌داری وجود دارد و عدد اسیدی روغن مغز خنجوک از عدد اسیدی روغن زیتون کمتر می‌باشد. یکی از دلایل پایین بودن عدد اسیدی دو روغن، ناشی از کنترل مطلوب رطوبت در طول مدت نگهداری در شرایط انجماد بود. افزایش مقدار رطوبت در روغن‌ها باعث افزایش هیدرولیز تری‌گلیسیریدها و ایجاد اسیدهای چرب آزاد می‌شود (Fenema, 1996).

ترکیبات قطبی

مقدار ترکیبات قطبی در روغن مغز خنجوک و زیتون به ترتیب ۰/۷۸ و ۰/۸۲ درصد بود (جدول ۳). به لحاظ آماری بین عدد قطبی در این دو نوع روغن اختلاف معنی‌داری وجود دارد و عدد قطبی روغن مغز خنجوک از روغن زیتون کمتر می‌باشد.

روغن‌هایی که میزان ترکیبات قطبی آن‌ها طی فرآیند حرارتی به ۲۴ تا ۲۷ درصد برسد، دور ریخته می‌شوند (Firestone, 2007). مقدار کل ترکیبات قطبی، شاخص شیمیایی بسیار مناسبی برای ارزیابی کیفیت روغن‌های سرخ کردنی است (Melton *et al*., 1994). میزان اولیه ترکیبات قطبی تاثیر بسزایی بر بروز بد طعمی و همچنین اکسایش اولیه روغن‌های گیاهی دارد (فرهوش، ۲۰۰۷). درصد ترکیبات قطبی روغن‌های تازه معمولاً بین ۰/۴ تا ۶/۴ درصد است (Lumley, 1988). تغییر ترکیبات قطبی در طول زمان ۸ ساعت فرایند حرارتی در ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد نیز بررسی شد که مقدار ترکیبات قطبی روند افزایشی نداشت و این ترکیبات با حالت نوسانی در حال افزایش و کاهش بود. بنابراین با توجه به نتایج حاصل از اندازه‌گیری این پارامتر مشخص شد که بررسی ترکیبات قطبی طی فرایندهای حرارتی می‌تواند ابزار مناسبی برای بررسی کیفیت روغن‌ها محسوب شود.

جدول ۳- پایداری اکسایشی اولیه روغن مغز خنجوک و زیتون

کمیت های مربوط به پایداری	روغن مغز خنجوک	روغن زیتون
عدد پراکسید(میلی اکی والان گرم برکیلوگرم روغن)	۰/۰۶± ۰/۰۵a	۷/۵۳ ± ۱/۰۲ b
عدد اسیدی(میلی گرم پتاس بر گرم روغن)	۰/۵۲±۰/۰۳ a	۰/۸۱±۰/۱۲ b
عدد کربونیل (میکرومول برگرم روغن)	۶/۴۰±۰/۰۰۲ a	۶/۵۱±۰/۰۵a
ترکیبات قطبی (درصد)	۰/۷۸±۰/۰۱۹ a	۰/۸۲±۰/۰۱۲ b
ترکیبات دی ان مزدوج (میلی مول بر لیتر)	۵/۹۲±۰/۱۶ a	۸/۸۹±۰/۷ b
شاخص پایداری اکسایشی (ساعت)	۹/۵۲a	۴/۹۲b

کمیت های دارای حروف مشترک در هر ردیف از لحاظ اماری تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند(آزمون t ، p < ۰/۰۵).

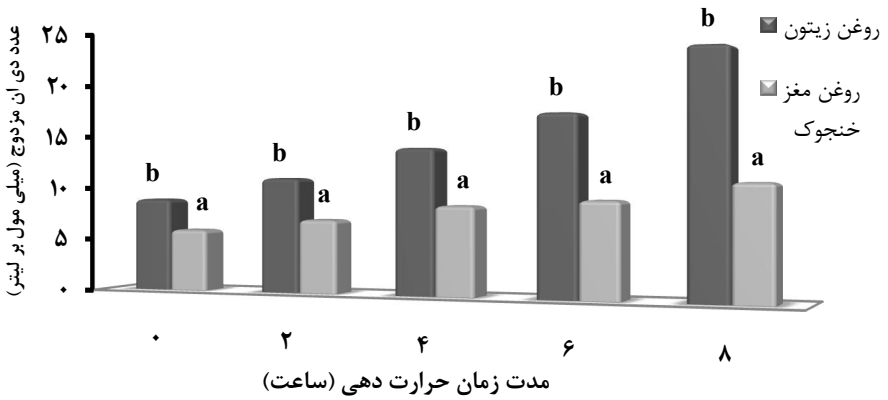
روند تغییرات عدد دی ان مزدوج طی فرآیند حرارتی

ترکیبات دی‌ان مزدوج در اثر جابجایی پیوندهای دوگانه به هنگام اکسایش اسیدهای چرب چند غیراشباع تولید می‌شوند. اسیدهای دی‌ان مزدوج را می‌توان با اندازه‌گیری میزان جذب در ناحیه فرابنفش (طول موج ۲۳۲ نانومتر) اندازه‌گیری کرد. درصد این ترکیبات با پیشرفت اکسایش ابتدا افزایش پیدا می‌کند و سپس روند نسبتاً ثابتی به خود می گیرد و در مراحل پیشرفته اکسایش بر طبق واکنش دیلز- آلدر به ترکیبات پلیمری و محصولات ثانویه اکسایش تبدیل می‌شوند (White, 1991).

مقدار اولیه ترکیبات مزدوج روغن مغز خنجوک و زیتون به ترتیب ۵/۹۲ و ۸/۸۹ میلی‌مول بر لیتر بود که به لحاظ آماری بین مقدار اولیه ترکیبات مزدوج این دو نوع روغن اختلاف معنی داری وجود داشت (جدول ۳). مقدار این ترکیبات با عدد پراکسید اولیه دو روغن همخوانی داشت. درروغن مغز خنجوک که عدد پراکسید کمتر بود، میزان ترکیبات دارای پیوند دی ان مزدوج نیز پایین تر بود و این مطلب پایداری اکسایشی روغن مغز خنجوک را نسبت به روغن زیتون توجیه می کند. Onal و Ergin (۲۰۰۲)، Shahidi و Wanasundara (۱۹۹۷) نیز اعلام کردند مقدار دی‌ان‌های مزدوج از همبستگی خوبی با عدد پراکسید برخوردار است.

مقدار ترکیبات دی‌ان‌مزدوج در روغن مغز خنجوک از ۵/۹۲ در ساعت صفر تا ۱۰/۷۸ میلی‌مول بر لیتر در ساعت هشتم و همچنین در روغن زیتون از ۸/۸۹ در ساعت صفر تا ۲۲/۹۸ میلی‌مول بر لیتر در ساعت هشتم روند افزایشی داشت (شکل ۱). نتایج نشان داد که روند افزایش ترکیبات مزدوج در روغن زیتون ابتدا با شیب کمتر و سپس از ساعت چهارم فرآیند حرارتی با شیب بیشتری افزایش یافت بطوری که از مقدار اولیه ۸/۸۹ تا ۱۳/۸۸ میلی‌مول بر لیتر در ساعت چهارم روند تغییرات آهسته‌تر بود ولی پس از آن به ۲۲/۹۸ میلی‌مول بر لیتر در ساعت هشتم رسید که نشان‌دهنده تاثیر بیشتر زمان حرارت دهی در تولید ترکیبات دی‌ان‌مزدوج و در نتیجه فرآیند اکسید شدن روغن‌ها می‌باشد.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها در زمان‌های مختلف حرارت‌دهی نیز نشان داد در تمامی ساعت‌های فرایند حرارتی بین عدد دی‌ان‌مزدوج این دو روغن به لحاظ آماری، تفاوت معنی‌داری وجود داشت و همواره مقدار این ترکیبات برای روغن زیتون بیشتر بود (شکل ۱). فرهوش و همکاران (۱۳۸۸) با بررسی پایداری حرارتی روغن ارقام رایج کانولا در ایران گزارش دادندکه عدد دی‌ان‌مزدوج نمونه‌های روغن طی فرایند حرارتی افزایش یافته اما روند افزایشی آن طی ۴ ساعت دوم فرایند حرارتی با شیب تندتری دنبال شده است، که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود با افزایش زمان حرارت‌دهی مقدار هیدروپروکسیدهای دی‌ان‌مزدوج به مقدار بیشتری (شیب تندتر منحنی) افزایش یافته است.



شکل ۱- درصد افزایش عدد دی ان مزدوج (میلی مول بر لیتر) روغن ارقام زیتون و خنجوک مورد مطالعه پس از ۸ ساعت عملیات حرارتی. کمیت های دارای حروف مشترک در هر دو ستون موجود در یک زمان یکسان از لحاظ اماری تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند (آزمون t، $p < ۰/۰۵$).

روند تغییرات عدد کربونیل

عدد کربونیل و دی ان مزدوج شاخص‌های مناسبی برای تغییرات اکسایشی در چربی‌ها و روغن‌ها هستند. اندازه‌گیری ترکیبات کربونیلی در تعیین کیفیت روغن‌های حرارت دیده و سرخ کردنی بسیار مهم است زیرا این ترکیبات اغلب در ایجاد طعم‌های نامطلوب شرکت می‌کنند و باعث کاهش ارزش تغذیه‌ای روغن‌های سرخ کردنی می‌شود (Farhoosh, 2009).

روند تغییرات عدد کربونیل دو روغن مغز خنجوک و زیتون در طول زمان فرایند حرارتی در دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد در جدول ۴ نشان داده شده است. عدد کربونیل قبل از فرایند حرارتی روغن‌های مغز خنجوک و زیتون به ترتیب ۶/۴۰ و۶/۵۱ میکرومول بر گرم بود که از نظر آماری، بین مقدار اولیه عدد کربونیل این دو نوع روغن اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. White در سال ۱۹۹۵ گزارش کرد که عدد کربونیل برای روغن‌هایی که به خوبی تصفیه شده باشند بین ۰/۵ تا ۲ میکرومول بر گرم است. همان طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود میزان ترکیبات کربونیل برای هر دو روغن مورد مطالعه در طول فرایند حرارتی روند افزایشی داشت به طوری که مقدار آن پس از ۸ ساعت حرارت‌دهی در روغن زیتون و خنجوک به ترتیب به ۷/۹۹ و ۸/۲۷ میکرومول بر گرم رسید.

براساس استاندارد کشور ژاپن، چنان چه میزان عدد کربونیل روغن‌های خوراکی بیش از ۵۰ میکرومول بر گرم باشد، روغن غیر قابل مصرف قلمداد می‌شود (Hara, 2006). مدت زمانی که میزان ترکیبات کربونیل روغن به این حد برسد تحت عنوان زمان بحرانی نامیده می‌شود. زمان بحرانی در مورد این دو روغن، بعد از ۸ ساعت فرایند تحقق پیدا نکرد. با بررسی تغییرات عدد کربونیل طی فرایند حرارتی، مشاهده شد که بین عدد کربونیل دو نوع روغن در ساعات مختلف نیز، تفاوت معنی داری وجود ندارد (جدول۴)

جدول ۴- مقایسه عدد کربونیل (میکرومول بر گرم) روغن مغز خنجوک و زیتون طی فرآیند حرارتی

زمان حرارت دهی (ساعت)	روغن زیتون	روغن مغز خنجوک
صفر	۶/۵۱±۰/۰۵ a	۶/۴۰±۰/۰۰۲ a
۲	۶/۸۵ ±۱/۱۹ a	۸/۱۰±۱/۷۶ a
۴	۷/۷۷ ±۰/۰۲ a	۸/۰۵ ±۱/۷۵ a
۶	۷/۸۲±۰/۲۱ a	۸/۱۸ ±۱/۸۷ a
۸	۷/۹۹±۰/۰۵ a	۸/۲۷ ±۱/۷۷ a

کمیت‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند (آزمون t ، p < ۰/۰۵).

روند تغییرات شاخص پایداری اکسایشی طی فرایند حرارتی

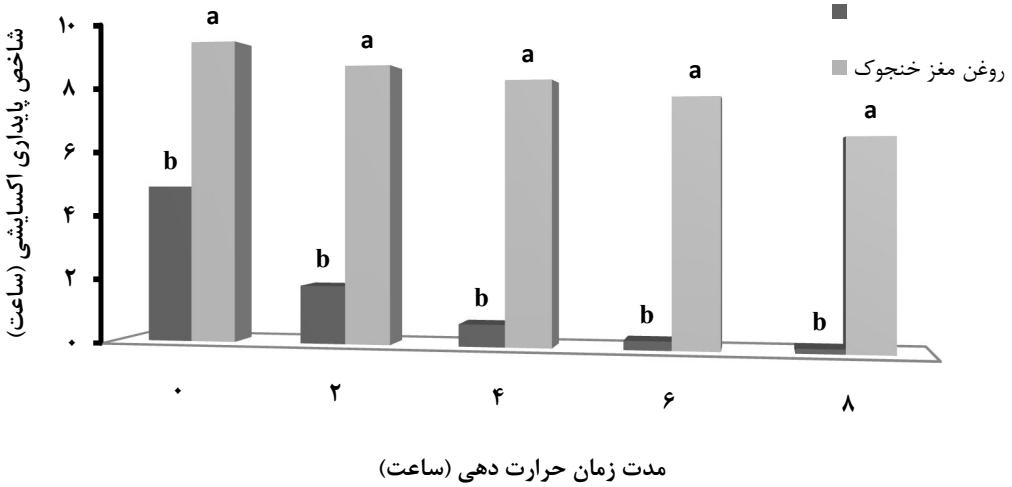
روند تغییرات شاخص پایداری اکسایشی روغن مغز خنجوک و زیتون در شکل ۲ آورده شده است. شاخص پایداری اکسایشی اولیه روغن مغز خنجوک و زیتون به ترتیب ۹/۵۲ و ۴/۹۲ ساعت بود. در مورد روند تغییرات شاخص پایداری اکسایشی طی فرآیند حرارتی در تمامی ساعات، تفاوت معنی‌داری بین شاخص پایداری اکسایشی روغن مغز خنجوک و روغن زیتون وجود داشت و در تمامی ساعات شاخص پایداری اکسایشی روغن مغز خنجوک بیشتر از روغن زیتون بود (شکل۲) که نشان دهنده پایداری بیشتر روغن مغز خنجوک نسبت به روغن زیتون در برابر اکسایش می‌باشد. یکی از دلایل اصلی این پایداری اکسایشی احتمالاً به دلیل وجود مقدار بیشتر آنتی‌اکسیدان‌ها به ویژه توکوفرول‌ها می‌باشد. همان طورکه قبلاً نیز ذکر شد میزان توکوفرول‌ها در روغن مغز خنجوک بسیار بیشتر از روغن زیتون بود.

روند تغییرات عدد رنسیمت نشان می‌دهد که در روغن مغز خنجوک این پارامتر به صورت تدریجی کاهش یافت بطوریکه شاخص پایداری اکسایشی روغن مغز خنجوک از مقدار اولیه ۹/۵۲ به ۶/۴۰ ساعت در

ساعت هشتم رسید که نشان دهنده پایداری مناسب این روغن در برابر اکسید شدن ناشی از فرایند حرارتی می‌باشد (شکل ۲). سرعت کاهش شاخص پایداری اکسایشی روغن زیتون با شیب تندتری نسبت به روغن مغز خنجوک کاهش پیدا کرد و همان طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود شاخص پایداری اکسایشی

پایداری اکسایشی طی فرایندهای حرارتی روغن‌ها به تنهایی برای ارزیابی کیفیت روغن‌ها کافی نیست اما اطلاعاتی در خصوص وضعیت اولیه نمونه روغن در اختیار می‌گذارد. بررسی شاخص پایداری اکسایشی و اندازه‌گیری شیب تغییرات آن در طول زمان فرایند حرارتی فقط جنبه مقایسه‌ای دارد و از آن نمی‌توان به این روغن بین ساعت‌های صفر تا ساعت چهارم تغییرات بیشتری داشت به طوری که از ۴/۹۲ به ۰/۶۹ ساعت رسید و بعد از آن با ادامه زمان حرارت دهی تا ۸ ساعت، شیب تغییرات آهسته بود بطوریکه در نهایت به ۰/۱۵ ساعت رسید.

بر طبق گزارش Tesaknis اندازه‌گیری شاخص عنوان کمیتی مطلق برای ارزیابی کیفیت روغن‌های خوراکی استفاده کرد چرا که در بعضی موارد نتایج حاصل از این آزمون به طور کامل با نتایج آزمون‌های استاندارد متفاوت است و به نظر می‌رسد این آزمون به تنهایی برای بررسی پایداری اکسایشی و کیفیت روغن‌های خوراکی مفید نباشد (Matthaus, 2006).



شکل ۲- روند تغییرات شاخص پایداری اکسایشی روغن زیتون و خنجوک مورد مطالعه پس از ۸ ساعت عملیات حرارتی. کمیت‌های دارای حروف مشترک در هر دو ستون موجود در یک زمان یکسان از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند (آزمون t، $p < ۰/۰۵$).

نتیجه گیری

دانه‌ها و میوه‌ها از منابع مهم روغنی جهت کاربردهای غذایی، صنعتی و دارویی هستند هیچ منبع روغنی به تنهایی نمی‌تواند جهت تأمین تمام اهداف موثر باشد چرا که منابع روغنی مختلف دارای ترکیبات متفاوتی می‌باشند و بنابراین تحقیق در زمینه منابع روغنی جدید ضروری است. با رشد دانش عمومی، تقاضای مردم برای مصرف روغن‌هایی که علاوه بر تأمین انرژی و ایجاد طعم در سلامتی هم مفید باشد، افزایش یافته است.

در این تحقیق ساختار شیمیایی روغن مغز خنجوک از نظر ساختار اسیدهای چرب، عدد یدی، عدد صابونی، میزان ترکیبات استرولی، میزان ترکیبات توکوفرولی، شاخص اکسایش پذیری، ضریب شکست و مقدار موم مورد مطالعه قرار گرفت و پایداری اکسایشی آن طی ۸ ساعت فرایند حرارتی در دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد با روغن زیتون مقایسه گردید. نتایج این پژوهش نشان داد مغز خنجوک حاوی ۳۰ درصد روغن بود. با توجه به ساختار اسیدهای چرب و عدد یدی (۹۸/۷ گرم مولکول ید در ۱۰۰ گرم روغن)

روغن مغز خنجوک بطورکلی در گروه روغن‌های غیراشباع قرار می‌گیرد که بخش عمده ساختار اسید چربی آن را اسیدهای اولئیک و لینولئیک تشکیل می‌دهند (۸۱/۴ درصد)، بنابراین در گروه روغن‌هایی نظیر پنبه دانه، ذرت، کنجد، آفتابگردان و سویا قرار می‌گیرد. اعداد پراکسید، اسیدی، دی ان مزدوج، کربونیل و رنسیمت در زمان‌های مختلف فرایند حرارتی نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین روغن زیتون و خنجوک وجود دارد و با توجه به پایین بودن ترکیبات دی ان مزدوج و عدد پراکسید و بالا بودن شاخص پایداری اکسایشی روغن مغز خنجوک نسبت به زیتون، می‌توان اظهار داشت که روغن مغز خنجوک از پایداری اکسایشی بالاتری در مقایسه با زیتون برخوردار می‌باشد، که احتمالاً علت پایداری روغن مغز خنجوک را باید در ترکیبات آنتی‌اکسیدانی آن جستجو نمود.

منابع

۱- ابریشمی، م. ح. ۱۳۷۳. پسته ایران شناخت تاریخی، چاپ اول مرکز نشر دانشگاهی تهران، تهران.

۲- توکلی، ج.، نجفی.، حدادخداپرست، م. ح. ۱۳۸۷. افزایش پایداری اکسایشی روغن زیتون با استفاده از روغن بنه موتیکا و اتلانتیکا، اولین همایش تخصصی روغن زیتون، ۴۶-۳۷.

۳- حاجی حیدری، د.۱۳۷۶. طرح تحقیقاتی استخراج روغن از پسته وحشی، جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان.

۴- شاهوردی، ا.، قراچورلو، م.، حسینی، ا. ۱۳۹۰. ارزیابی ویژگیهای روغن استخراج شده از شاه دانه. علوم غذایی و تغذیه، ۸، ۶۱-۵۲.

۵- فرهوش، ر.، پژوهان مهر، س.، پورآذرنگ، ه. ۱۳۸۸. پایداری حرارتی روغن ارقام رایج کانولا در ایران. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۴، ۱۶-۱۱.

۶- گلی، ا. ح.، کدیور، م.، بهرامی، ب.، سبزعلیان، م. ر. ۱۳۸۶. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی روغن دانه ماریتیغال. فصلنامه علوم و صنایع غذایی ایران، ۴، ۲۵۴-۲۴۱.

۷- مالک، ف. ۱۳۷۹. چربی ها و روغن های نباتی خوراکی ویژگی ها و فراوری، انتشارات فرهنگ و قلم، تهران.

8- Abdalla, E. M. 1999. Antioxidant effect of olive oil distillate on frying oil and quality of potato chips, Fett/Lipids, 101: 57-63.

9- AOCS. 1993. Offical Method and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society,4th edn., edited by D . Firestone, American Oil Chemists Society, Champaign.

10- Bucci, R., Magri, A. D., Magri, A. L., Marini, D., and Marini, F. 2002.Chemical authentication of extra virgin olive oil varieties by supervised chemometric procedures. Journal of Agricultural and Food chemistry, 50:413-418.

11- Farhoosh, R. 2007. The effect of operational parameters of the rancimat method on the determination of the oxidative stability measures and shelf life of soybean oil. Journal of the American Oil Chemists Society, 84: 205-209.

12- Farhoosh, R., Haddad Khodaparast, M. H., Sharif, A. 2009. Bene hull oil as a highly stable and antioxidative vegetable oil. Eur. J. Lipid Sci. Technol, 111:1259-1265.

13- Farhoosh, R., Moosavi, S.M.R. 2006. Determination of carbonylvalue in rancid oils: a critical reconsideration. Journal of Food Lipid, 13:298-305.

14- Farhoosh, R., Tavakoli, J., Haddad Khodaparast, M. H. 2008. Chemical Composition and Oxidative Stability of Kernel Oils from Two Current Subspecies of *Pistacia atlantica* in Iran. J American Oil Chemistry Society, 85:723–729

15- Farhoosh, R. 2007. The effect of operational parameters of the Rancimat method on the determination of the oxidative stability measures and shelf-life prediction of soybean oil. Journal of American oil chemistry society, 84: 205-209.

16- Fatemi, S.H., and Hammond, E.G .1980. Analysis of pleate, lonoleate and linolenate hydroperoxides in oxidized ester mixtures. Journal of Lipids, 15:379-385.

17- Fenema, O. 1996. Food Chemistry.3th ed. Marcel Dekker, .New York.

18- Firestone, D. 2007. Regulation of frying fat and oil. In: Deep Frying: Chemistry, Nutrition and Practical Applications. Perkins, E.G., & Erickson, M.D. AOCS Press, Champaign Illinois, USA.

19- Giovanna, N., .2010. Thermal oxidative process in extra virgin olive oils. Journal of food chemistry, 126(3): 1226-1231.

20- Gunstone, F. D.2002. Vegetable oils in food technology: Composition, properties and uses Blackwell.

21- Gutierrez, F., Varona, L., and Albi, M. A. 2000. Relation of acidity and sensory quality with sterol content of olive oil from stored fruit. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48:1106-1110.

22- Haghighat Kharazi, S., Esmaeilzadeh Kenari, R., Raftani Amiri, Z., Azizkhani, M. 2012. Characterization of Iranian Virgin Olive Oil from the Roodbar Region: A Study on Zard, Mari and Phishomi. Journal of Oil Chemistry Society, DOI: 10.1007/s11746-012-2021-2.

23- Heidarbeigi, k., Ahmadi, H. 2009.Some physical and mechanical properties of khinjuk. Pakistan Journal of nutrition, 8: 74-77.

24- Lumley, I. D. 1988. Polar compounds in heated oils. In G. Varela, A. E. Bender, & I. D. Morton (Eds.), Frying of food. Principles, changes, new approaches (pp. 173), Chichester: Ellis Horwood Ltd.

25- Martini, S. 2000. Determination of wax concentration in sunflower seed oil. Journal of American Oil Chemistry Society, 72:1087-1093.

26- Matthaus, B. 2006. Utilization of high – oleic rapeseed oil for deep fat frying of French fries compared to other commonly used edible oils. Europian Journal of Lipid Science and Technology, 108: 200-211.

27- Melton, S.L., Jafar, S., Sykes, D., and Trigiano, M.K. 1994. Review of stability measurements for frying oils and fried food flavor. Journal of the American Oil Chemists' Society, 71: 1301– 308.

28- Onal, B., and Ergin, G. 2002. Antioxidative effects of α-tocopherol and ascorbyl palmitate on thermal oxidation of canola oil. Nahrung, 46: 420– 426.

29- Ostlund, R.E. 2002. Phytosterols in human nutrition. Annual Review of Nutrition, 22: 533-549.

30- Padulosi, S., and Hadj-Hassan, A. 1998. Towards a comprehensive documentation of distribution and use of pistacia: genetic diversity in central and West Asia, North Africa and Mediterranean Europe, Report of the IPGRI Workshop.

31- Saffarzadeh, A., Vincze., L., and Csapo, J. 1999. Determination of the chemical composition of Acron (Quercus branti), Pistacia atlantica and Pistacia khinjuk seeds as non-conventional feedstuffs. Journal of Acta Agraria Kaposvariensis, 3: 59-69.

32- Saguy, I.S., Shani, A., Weinberg P., and Garti, N. 1996. Uilization of jojoba oil for deep fat frying of foods. Journal of Lebensm Wiss u Technology, 29:573-577.

33- Shahidi F, Wanasundara UN (1997) Measurement of lipid oxidation and evaluation of antioxidant activity. In: Natural antioxidants, chemistry, health effects and applications. AOCS Press, Champaign, pp 1–10.

34- Shahidi, F., 2005. Baili industrial oil and fat production.6th ed.Wiley Interscience.

35- TyGI, v.k., and Vasishta, A.K. 1996. Changes in the characteristics and composition of oils during deep-fat frying. Journal of the American Oil Chemists Society: 73:499-506.

36- White, P.J. 1991. Methods for measuring changes in deep-fat frying oils. Food Technology, 45: 75-80.

37- Williamson, E.1988. The antioxidant activity of Δ5-avenasterol. Phd Thesis, University of Reading, UK.

38- Yaghmure, A., and Aserin, A.2001. Evaluation of Argan Oil for Deep-Fat fring .Lebensm.Wiss. u Technology, 34: 124-130.

Evaluation of chemical composition and oxidative stability of khinjuk kernel oils

Fatemeh Hamedani[1*], Mohammad Hossein Haddad Khodaparast[2]

1- MSc. Graduated Student, Department of Food Science and Technology, Quchan Branch, Islamic Azad University, Quchan, Iran
* Corresponding author (hamedani_fatemeh@yahoo.com)
2- Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

Abstract

The aim of this study is to describe the physicochemical properties of khinjuk kernel oil and oxidative stability of it was compared to virgin olive oil. Investigation showed that Kernel of Khinjuk has 30٪ oil. Kernel oil contains more than 80 percentages unsaturated fatty acids (USFA) and dominant fatty acid is oleic acid (57.39%). Iodine value, saponification number, total tocopherols, total sterols, Refractive Index and wax content were 98.7 g I/g , 172.3 mg KoH/g, 619.4 mg/Kg, 0.25%, 1.47 Degree and 0.002% respectively. In this research, also oxidative stability during 8 hours of heating process at 170 Ċ for khinjuk kernel oil and virgin olive oil were determined and compared. Oxidative Stability results based on data such as Peroxide Value, acidity value, Conjugated Diene Value (CDV), Oil/Oxidative Stability Index (OSI) and Carbonyl value (CV) were analyzed. The results of the comparison at different times of the thermal process showed that there was statistically Significant differences between means of CDV and OSI, but the CV means was not significantly among the oils. Finally due to the low values of conjugate and peroxides compounds and high OSI, oxidative stability of khinjuk kernel oil was more than virgin olive oil, that can be attributed to antioxidant compound specifically tocopherols.

Keywords: Chemical composition, Conjugated diene value, Khinjuk kernel oil, Oxidative stability