افزایش پایداری اکسایشی روغن زیتون با استفاده از روغن بنه (*Pistacia atlantica var mutica*)

جواد توکلی[۱]، وحید نجفی[۲]، محمد حسین حداد خداپرست[۳]

E- Mail: ja_tavakoli@yahoo.com

۱- دانشجوی دکتری مهندسی علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد

۲- دانشجوی کارشناسی مهندسی علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد

۳- عضو هیات علمی گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

به لحاظ آماری بین ساختار اسیدچربی روغن بنه و زیتون تفاوت معنی‌داری وجود داشت. نسبت اسیدهای چرب غیراشباع و شاخص اکسایش پذیری به ترتیب ٦/٣٤ و ٤/٦١ و ٣/٩٩ و ٢/٧٥ بود. میزان مواد صابونی نشونده و ترکیبات توکوفرولی (بر اساس آلفا-توکوفرول) و پلی‌فنلی (بر اساس اسید گالیک) بنه و زیتون به ترتیب ٥/٦٣ و١/٦ درصد، ٨١٨/٥٨ و ٣٥٦/٥٩ و ٨١/١٢ و ١٥/٦٥ میلی گرم در کیلوگرم روغن بود. همچنین در آزمونهای عدد دی ان مزدوج، کربونیل و رنسیمت روغن بنه با وجود عدد پراکسید بالاتر برتر از روغن زیتون بود. در مجموع، روغن بنه به خاطر وجود اسیدهای چرب ضروری بیشتر دارای ارزشهای تغذیه ای بالاتر و به خاطر سرشار بودن از ترکیبات آنتی اکسیدانی دارای پایداری اکسایشی بهتری نسبت به روغن زیتون بود.

واژه‌های کلیدی: روغن بنه، زیتون، پایداری اکسایشی، ترکیبات آنتی اکسیدانی، ساختار اسید چربی، ارزشهای تغذیه ای

مقدمه

روغن زیتون یکی از رایجترین روغنهای سرخ کردنی می باشد که دارای پایداری اکسایشی بالایی نسبت به بقیه روغنهای خوراکی می باشد اما در جریان تصفیه مقدار زیادی از ترکیبات آنتی اکسیدانی آن حذف می شود لذا برای افزایش پایداری اکسایشی روغن زیتون می توان از ترکیبات آنتی اکسیدانی استفاده کرد. آنتی اکسیدانهای سنتزی دارای عوارض بسیار زیادی می باشند از جمله سرطان و مشکلات گوارشی که استفاده از آنها در بسیاری از کشورها در حال ممنوع شدن می باشد. لذا استفاده از ترکیبات آنتی اکسیدانی طبیعی در روغنهای خوراکی امری اجتناب ناپذیر است. بنه یکی از منابع طبیعی خدادادی کشور ایران است که میوه آن درصد بالایی روغن دارد و روغن آن در بین مردم مناطق بنه خیز به روغنی با عمر زیاد شناخته شده است که احتمالا به خاطر ترکیبات آنتی‌اکسیدانی موجود در آن است. این گیاه از گونه های وحشی پسته است. پسته با نام علمی Pistacia جزء خانواده Anacardiaceae طبقه بندی می‌شود که شامل یازده گونه است. سه گونه پسته در ایران وجود دارد که شامل پسته خندان *(Pistacia vera)*، بنه (*Pistacia Atlantica*) و خنجوک *(Pistacia Khinjuk)* است. انتشار بنه از جزایر قناری و کشورهای ساحل دریای مدیترانه شروع می‌شود و تا آسیای صغیر، سوریه، قفقاز، ایران، افغانستان و پاکستان امتداد می‌یابد. بنه در ایران در حد فاصل استانهای فارس و کردستان به صورت انبوه و در بقیه نقاط کشور به صورت پراکنده دیده می‌شود. درختان بنه بیش از یک میلیون و دیست هزار هکتار از جنگلهای کشور را به خود اختصاص می‌دهند. سه رقم برای بنه شناسایی شده است که عبارت از موتیکا[1]،کردیکا[2] و کابولیکا[3] می باشند. رقم موتیکا بیش از ۹۰ درصد ارقام بنه را در ایران تشکیل می دهد (۷). میزان تقریبی روغن و رطوبت مغز دو رقم موتیکا و کردیکا به ترتیب ۵۴ و ۵۷ درصد، و ۲/۶ و ۲/۷ درصد گزارش شده است (۲). تاکنون در مورد روغن مغز بنه مطالعه جامع و کاملی به انجام نرسیده است. از این رو، در این پژوهش پایداری اکسایشی روغن مغز بنه رقم موتیکا به عنوان رایجترین رقم بنه با روغن زیتون مقایسه شد تا امکان استفاده از آن در روغن زیتون برای افزایش پایداری اکسایشی و در نتیجه افزایش دوره نگهداری بررسی شود.

---

[1] Mutica
[2] Kurdica
[3] Cabulica

مواد و روشها

مواد اولیه

۲۰ کیلوگرم بنه رقم موتیکا از شهرستان مرودشت در استان فارس جمع آوری و در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد نگهداری شد. روغن زیتون تصفیه شده بدون مواد افزودنی نیز از کارخانه روغن غنچه ساری تهیه شد و در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد نگهداری شد.مواد شیمیایی مورد نیاز نیز از دو شرکت مرک و سیگما تهیه گردید.

استخراج روغن:

بعد از خشک کردن و جدا کردن پوسته نمونه ها، مغز آنها در آسیاب پودر شد و با هگزان نرمال به نسبت وزنی حجمی ۱ به ۴ مخلوط گردید. عملیات استخراج به مدت ۴۸ ساعت در تاریکی و دمای محیط با تکان دادن شدید صورت گرفت. حلال در آون تحت خلأ در دمای ۴۰ درجه سانتیگراد جدا شد.

فرایند حرارتی

۲۰۰ گرم نمونه روغن استخراج شده در یک سرخکن (Havant, Hampshire,UK Kenwood DF280,) قرار داده شد و در دمای ۱۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ۸ ساعت حفظ شد. در فواصل زمانی یک ساعت ۲۰ گرم نمونه برای بررسی آزمونهای پایداری اکسایشی برداشت شد.

آزمونهای شیمیایی

ترکیب اسید چربی نمونه روغن به وسیله کروماتوگرافی گاز- مایع[4] تعیین شد. شاخص اکسایش پذیری[5] روغنها بر حسب درصد اسیدهای چرب غیر اشباع ۱۸ کربنه بر طبق فرمول ذیل محاسبه شد:

$$oxidizibilty=[(C18:1\%)+10.3(C18:2\%)+21.6(C18:3)]/100 \quad (۱)$$

که C18:1 ، C18:2 و C18:3 به ترتیب اسیدهای اولئیک، لینولئیک و لینولنیک هستند (۴). مواد صابونی نشونده به روش لزانو و همکاران اندازه‌گیری شد (۶). ترکیبات فنلی به روش کاپانسی و همکاران بر اساس اسید گالیک تعیین شد (۱). ترکیبات توکوفرولی کل به روش ونگ و همکاران بر اساس آلفا- توکوفرول تعیین شد (۱۱). عددپرکسید به روش شانتا و دکر اندازه گیری شد (۹). عدد دی ان مزدوج به روش ساگوی تعیین شد (۸). عدد کربونیل به روش اندو و همکاران اندازه گیری شد (۳). برای تعیین شاخص پایداری اکسایشی از دستگاه رنسیمت مدل ۷۴۳ استفاده شد.

تجزیه و تحلیل آماری

---

[4] Gas-liquid chromatography
[5] oxidizibility

کلیه آزمایشها در قالب طرح آزمایشی کاملاً تصادفی درسه تکرار انجام شد. میانگینها با نرم‌افزار MStatC و بر اساس آزمونt-test در سطح ۵ درصد (p‹۰/۰۵) مقایسه شدند. به منظور برازش دهی منحنیها از نرم‌افزار SigmaStat استفاده شد. نمودارها با نرمافزار Microsoft Excel ترسیم گردیدند.

نتایج و بحث

ساختار اسید چربی روغن بنه رقم موتیکا و روغن زیتون در جدول شماره ۱ آورده شده است. مقدار کل اسیدهای چرب اشباع (SFA)، اسیدهای چرب غیراشباع دارای یک پیوند دوگانه (MUFA) و اسیدهای چرب غیر اشباع دارای چند پیوند دوگانه (PUFA) در دو روغن بنه و زیتون به ترتیب ۱۳/۶۳ و ۱۷/۷، ۵۳/۵۴ و ۶۲/۱۸ و ۳۲/۵ و ۱۹/۳۳ درصد بود. . در ضمن، نسبت USFA به SFA و شاخص اکسایش پذیری روغن بنه و زیتون به ترتیب ۶/۳۴ و ۴/۶۱ و ۳/۹۹ و ۲/۷۵ حاصل شد. ساختار اسید چربی روغن بنه به دلیل وجود مقدار بیشتر اسیدهای چرب ضروری به خصوص اسید لینولئیک از نظر تغذیه ای بهتر از روغن زیتون بود ولی از نظر پایداری اکسایشی با توجه با ساختار اسید چربی روغن زیتون انتظار هست که برتر از روغن بنه باشد.

مواد صابونی نشونده روغنهای خوراکی شامل ترکیبات توکوفرولی، پلی فنلی، استرولی، هیدروکربنها و کاروتنوئیدها هستند. این ترکیبات دارای خواص آنتی‌اکسیدانی و ارزش تغذیه‌ای هستند و به عنوان شاخصی از کیفیت روغنهای خوراکی محسوب می‌شوند. مقدار مواد صابونی نشونده روغن بنه و زیتون به ترتیب ۵/۶۳ و ۱/۶ درصد بود که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با هم داشتند (جدول ۱). میزان این مواد در روغنهای سبوس برنج خام، ذرت، کنجد، سویا خام، کانولا، زیتون بکر و پنبه دانه به ترتیب ۴/۲، حداکثر ۲/۸، ۰/۹ تا ۲/۳، ۱/۶، حداکثر ۲، ۰ تا ۱/۵ و ۰/۵ تا ۰/۷ درصد گزارش شده است (۵). مقدار ترکیبات توکوفرولی (بر حسب آلفا-توکوفرول) و پلی فنلی (بر حسب اسید گالیک) روغن بنه و زیتون به ترتیب ۸۱۸/۵۸ و ۳۵۶/۵۹ و ۸۱/۱۲ و ۱۵/۶۵ میلی گرم در کیلوگرم روغن بود. این ترکیبات از اجزاء مهم مواد صابونی نشونده روغنهای خوراکی هستند که فعالیت آنتی اکسیدانی دارند که از اکسایش روغنهای خوراکی جلوگیری می کنند. بنابراین روغن بنه به عنوان روغنی سرشار از ترکیبات آنتی اکسیدانی شناخته شد و احتمالا دارای پایداری اکسایشی مناسبی است.

مقدار عدد پراکسید روغن بنه و زیتون به ترتیب ۲/۰۲ و ۰/۸۳ میلی اکی والان گرم بر کیلوگرم بود که به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری بین عدد پراکسید این دو روغن وجود داشت (جدول۱). زیاد بودن مقدار عدد پراکسید روغن بنه نشان دهنده شرایط نامناسب نگهداری بنه بعد از برداشت است.

میزان تغییرات عدد دی ان مزدوج روغن بنه و زیتون در جدول ۲ آورده شده است. مقدار اولیه ترکیبات مزدوج روغن بنه و زیتون به ترتیب ۱۰/۲۸و ۶/۲۴ بود که به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با هم داشتند. مقدار این ترکیبات با عدد پراکسید اولیه دو روغن همخوانی خوبی داشت. در روغن بنه که عدد پراکسید بالاتر بود، میزان ترکیبات دارای پیوند دی ان مزدوج بالاتر و در روغن زیتون که عدد پراکسید کمتر بود مقدار این ترکیبات پایین تر به دست آمد. مقدار این ترکیبات در روغن بنه و زیتون در ساعت هشتم فرایند حرارتی نسبت به مقدار اولیه به ترتیب ۲/۹۸ (۳۰/۵۸) و ۴/۲ (۲۶/۲۲) برابر شده بود. بنابراین این آزمون نشان داد که روغن بنه نسبت به تشکیل ترکیبات اکسایشی اولیه در فرایند حرارتی مقاومت بیشتری نسبت به روغن زیتون دارد .

جدول ۱. ساختار شیمیایی روغن بنه و زیتون (± انحراف معیار)

اسیدچربی	روغن بنه	روغن زیتون
C14:0	۰/۳۳ ±۰/۵۷ a	۰/۵۴±۰/۵۴ a
C16:0	۱۰/۷۰±۰/۵۱ b	۱۲/۹۲±۰/۴۹ a
C16:1	۱/۸۱±۰/۱۸ a	۱/۴۳±۰/۴۹ a
C18:0	۲/۴۴±۰/۳۳ b	۴/۲۳±۰/۱۳ a
C18:1	۵۱/۷۳±۰/۱۳ b	۶۰/۷۵±۰/۶۱ a
C18:2	۳۱/۳۴±۱/۰۲ a	۱۸/۰۱±۰/۳۱ b
C18:3	۱/۱۶±۰/۱۲ a	۱/۳۲±۰/۶۵ a
SFA	۱۳/۶۳±۱/۱۶ b	۱۷/۷±۰/۴۵ a
MUFA	۵۳/۵۴±۰/۱۸ b	۶۲/۱۸±۰/۷۶ a
PUFA	۳۲/۵۰±۱/۱۱ a	۱۹/۳۳±۰/۴۴ b
USFA/SFA	۶/۳۴±۰/۵۵ b	۴/۶۱±۰/۱ b

شاخص اکسایش پذیری	۳/۹۹±۰/۱۲ a	۲/۷۵±۰/۰۶ b
مواد صابونی نشونده (درصد)	۵/۶۳±۰/۱۰ a	۱/۶±۰/۱۴ b
ترکیبات توکوفرولی(میلی گرم در کیلوگرم روغن)	۸۱۸/۵۸±۱۸/۲۵ a	۳۵۶/۵۹±۱۹/۶۲ b
ترکیبات پلی فنلی (میلی گرم در کیلوگرم روغن)	۸۱/۱۲±۲/۱۲ a	۱۵/۶۵±۰/۳۷b
عدد پراکسید (میلی اکی والان گرم بر کیلوگرم روغن)	۲/۰۲ ±۰/۰۰ a	۰/۸۳±۰/۰۲ b

کمیتهایی دارای حروف مشترک در هر ردیف از لحاظ آماری تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن، $p < ۰/۰۵$). ± مقادیر نشان دهنده خطای استاندارد است.

روند تغییرات عدد کربونیل روغن بنه و زیتون در طول زمان فرایند حرارتی در ۱۷۰ درجه سانتیگراد در نمودار ۱ آورده شده است. عدد کربونیل اولیه روغنهای موتیکا و زیتون به ترتیب ۶/۵ و ۱۰/۷۷ میکرومول بر گرم بود. وایت در سال ۱۹۹۵ گزارش کرد که عدد کربونیل برای روغنهایی که بخوبی تصفیه شده باشند بین ۰/۵ تا ۲ میکرومول بر گرم است (۱۰). روند افزایش عدد کربونیل طی فرایند حرارتی در روغن بنه با شدت بسیار کمتری نسبت به روغن زیتون افزایش یافت. بنابراین می توان نتیجه گرفت روغن زیتون به دلیل شدت تغییرات زیاد عدد کربونیل بین ساعت صفر و هشت فرایند حرارتی دارای حساسیت بیشتری نسبت به تغییرات طعم و بو در مقایسه با روغن زیتون است در نتیجه روغن موتیکا از نظر آزمون کربونیل (مهمترین آزمون برای بررسی پایداری اکسایشی) بهتر از روغن زیتون است.

تغییرات شاخص پایداری اکسایشی روغن بنه و زیتون درنمودار ۲ آورده شده است. شاخص پایداری اکسایشی اولیه روغن بنه و زیتون به ترتیب ۱۴/۱۳ و ۵/۷ ساعت بود که به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین این دو روغن وجود داشت. شاخص پایداری اکسایشی روغن موتیکا و زیتون در ساعت هشتم به ترتیب ۶۶ (۴/۷۴ ساعت) و ۸۹ (۰/۶۳ ساعت) درصد میزان اولیه رسید. نکته جالب توجه این است که شاخص پایداری اکسایشی روغن بنه پس از ۷ ساعت فرایند حرارتی در ۱۷۰ درجه سانتیگراد بیشتر از

شاخص پایداری اکسایشی اولیه روغن زیتون بود. بنابراین از نظر آزمون رنسیمت روغـن بنـه برتـر از روغـن زیتون بود.

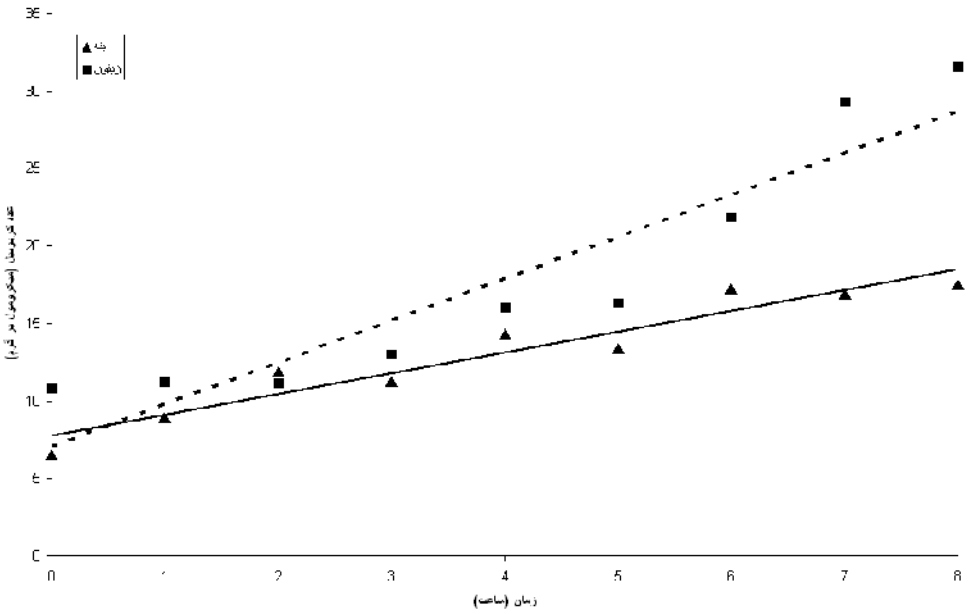
نتیجه گیری و پیشنهاد

به طور کلی با بررسی آزمونهای پایداری اکسایشی شامل آزمونهای دی ان مزدوج، عدد کربونیل و رنسیمت می توان نتیجه گرفت که روغن بنه با وجود شرایط نگهداری نامناسب تر نسبته به روغن زیتون که باعث افزایش عدد پراکسید آن شده بود، بسیار پایدارتر از روغن زیتون است که جزء پایدارترین روغنها مـی باشد. نکته مهم این است که ساختار اسید چربی روغن بنه از نظر تغذیه ای به خاطر وجود اسیدهای چـرب ضروری بیشتر، بهتر از روغن زیتون بود اما بر اساس آنالیز اسیدهای چرب روغـن زیتـون بایـد پایـدارتر از روغن زیتون باشد که چنین نیست. علت پایداری بالای روغن بنه را بایـد در ترکیبـات آنتـی اکسـیدانی آن جستجو کرد . بنابراین از روغن بنه به عنوان روغنی سرشار از ترکیبات آنتی اکسیدانی، می‌توان برای افزایش پایداری اکسایشی روغنهای خوراکی دیگر به ویژه روغن زیتون و افزایش دوره نگهداری آنهااستفاده کرد که نیاز به پژوهشهای بیشتر دارد.

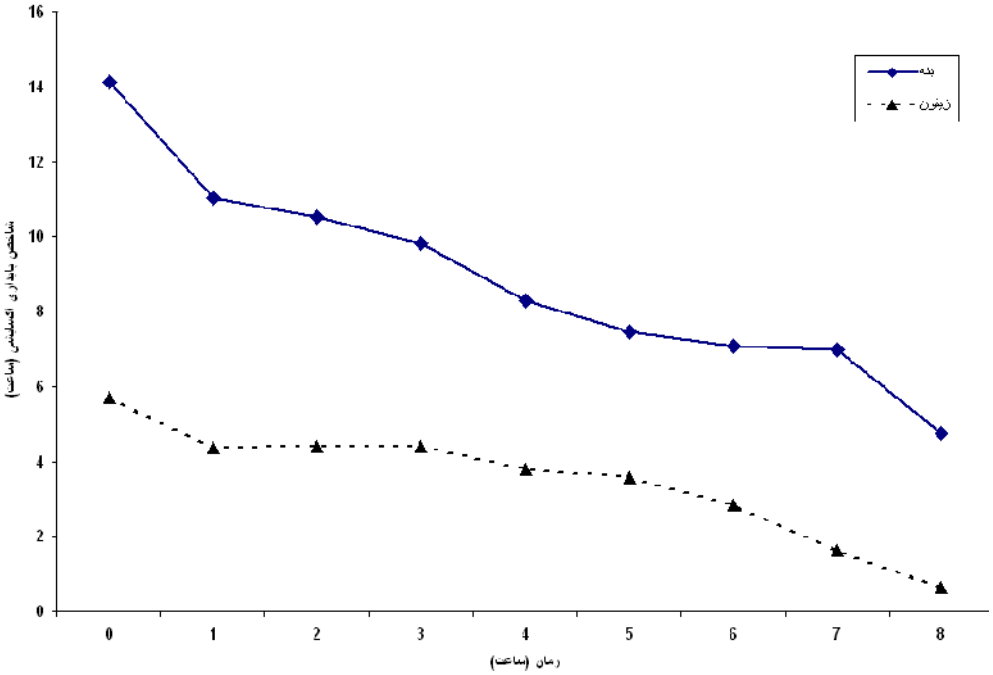
جدول۲. تغییرات عدد دی ان مزدوج طی ۸ ساعت فرایند حرارتی در ۱۷۰ درجه سانتیگراد

زمان (ساعت)	روغن موتیکا	روغن زیتون
۰	۱۰/۲۸ ±۱/۵۹ a	۶/۲۴±۰/۷ b
۱	۱۷/۰۵ ±۱/۳۵ a	۷/۴۶±۰/۳۱ b
۲	۱۷/۳۳ ±۰/۸۳ a	۹/۳۸±۰/۷۱ b
۳	۱۸/۲۳ ±۱/۳۷ a	۱۰/۱۳±۰/۴۹b
۴	۲۲/۱۹ ±۰/۵۸ a	۱۲/۶۶±۰/۳۹b
۵	۲۲/۴۳ ±۱/۳۶ a	۱۴/۵۸±۰/۵۹ b
۶	۲۳/۳۰ ±۰/۶۱ a	۱۷/۴۷±۰/۳۹b
۷	۲۸/۷۱ ±۰/۵۲ a	۲۰/۵۲±۱/۳۸ b
۸	۳۰/۵۸ ±۰/۵۳ a	۲۶/۲۲±۰/۱۹b

کمیتهایی دارای حروف مشترک در هر ردیف از لحاظ آماری تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن، $p < ۰/۰۵$). ± مقادیر نشان دهنده خطای استاندارد است.



نمودار۱- روند تغییرات عدد کربونیل روغن بنه و زیتون طی فرایند حرارت



نمودار۲. تغییرات شاخص پایداری اکسایشی روغن بنه و زیتون طی فرایند حرارتی

منابع

1. Capannesi, C., Palche , I., Mascini, M., and Paren , A. 2000. Electrochemicalsensor and biosensor for polyphenols detection in olive oils. *Journal of Food Chemistry, 71:553–562*

2. Daneshrad, A., and Aynechi, Y. 1980. Chemical studies of the oil from pistacia nuts growing wild in Iran. *Journal of American Oil Chemistry Society*. *57: 248-249.*

3. Endo, Y., Li, C. M., Tagiri-Endo, M., & Fugimoto, K. (2001). A modified method for the es ma on of total carbonyl compounds in heated and frying oils using 2-propanol as a solvent. Journal of the American Oil Chemists' Society, 10,1021–1024

4. Fatemi, S.H., and Hammond, E.G .1980. Analysis of oleate, linoleate and linolenate hydroperoxides in oxidized ester mixtures. *Journal of Lipids 15:379–385*

5. Gunstone, F. D. 2002. Vegetable oils in food technology: Composi on, proper es and use. *Blackwell.*

6. Lozano, Y.F., Mayer, C.D., Bannon, C., and Gaydou, EM. 1993. Unsaponifiable ma er, total sterol and tocopherol contents of avocado oil varieties. *Journal of American Oil Chemistry Society , 70:561–565*

7. 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.

8. Saguy, I.S., Shani, A., Weinberg P., and Gar , N. 1996. U liza on of jojoba oil for deep-fat frying of foods. *Journal of Lebensm Wiss u-Technol, 29:573–577*.

9. Shantha, N.C., and Decker E.A.1994. Rapid, sensi ve, iron-based spectrophotometric methods for determination of peroxide values of food lipids. *Journal of American Oil Chemistry Society, 77:21–424.*

10. White, P.J. 1995. Conjugated diene, anisidine value and carbonyl value analyses en methods to assess quality and stability of oils and fat-cantaining foods (Warner, K., Eskin, N.A.M. Eds.). AOCS Press, Champaign, IL.

11. Wong, M.L., Timms, R.E., and Goh, E.M. 1988. Colorimetric determina on of total tocopherols in palm oil, olein and stearin. *Journal of American Oil Chemistry Society* , 65:258–261.