نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۰، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۳، ص. ۱۸۱-۱۷۶

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 10, No. 2, Suumer 2014, p. 176-181

گزارش کوتاه پژوهشی

بررسی اثر عصاره گیاه اناریجه (*Pimppinella affinis* Ledeb) در پایدارسازی روغن کانولا طی شرایط ذخیره‌سازی

اسماعیل عطای صالحی[۱]- رضا اسماعیل‌زاده کناری[۲*]- سیده طاهره نصیری تاکامی[۳]

تاریخ دریافت:۱۳۹۲/۱/۲۴
تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۷/۲۰

چکیده

ترکیبات حاصل از اکسیداسیون لیپیدها سلامت انسان را به خطر انداخته و منجر به بیماری‌های قلبی- عروقی و سرطان می‌شود. از این‌رو آنتی‌اکسیدان‌ها با هدف به تاخیر انداختن اکسیداسیون در روغن به آن افزوده می‌شود. سرطان‌زا بودن آنتی‌اکسیدان‌های سنتتیک، منجر به کاهش استفاده از آنها و جایگزینی آن‌ها با آنتی‌اکسسیدان‌های طبیعی شده است. در این مطالعه اثر عصاره گیاه اناریجه (*Pimppinella affinis* Ledeb) بر پایدارسازی روغن کانولا در شرایط ذخیره بررسی شد. عصاره گیاه اناریجه توسط حلال متانول استخراج گردید. در مرحله بعد اثر عصاره متانولی در غلظت‌های ۴۰۰ppm و ۸۰۰ppm با آنتی‌اکسیدان سنتتیک تری بوتیل‌هیدروکینون (TBHQ) در غلظت ۱۰۰ppm بر پایدارسازی اکسیداتیو روغن کانولا در شرایط ذخیره‌سازی (دمای محیط) طی ۶۰ روز مقایسه شد، و نتایج آزمون پایداری بر پایه آزمون‌هایی چون، عدد کونژوگه، عدد اسیدی و عدد پراکسید مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. براساس نتایج بدست آمده عصاره متانولی گیاه اناریجه منبع آنتی‌اکسیدانی خوبی برای پایدارسازی روغن کانولا بود، همچنین عصاره متانولی در غلظت ۸۰۰ppm نسبت به عصاره متانولی در غلظت ۴۰۰ppm موثرتر بود.

واژه‌های کلیدی: اناریجه، روغن کانولا، پایداری اکسیداتیو، شرایط ذخیره‌سازی

مقدمه

اکسیداسیون لیپید باعث کاهش کیفیت و ارزش تغذیه‌ای مواد غذایی می‌شود. ترکیبات حاصل از اکسیداسیون لیپید سلامت انسان را به خطر انداخته و منجر به بیماری‌های قلبی- عروقی و سرطان می‌شود (Cosgrove, 1987). روغن‌های گیاهی با وجود اینکه بر سلامت انسان اثرات سودمندی دارند اما نسبت به اکسیداسیون حساس می‌باشند. افزودن آنتی‌اکسیدان می‌تواند از واکنش اکسیداسیون جلوگیری و یا سرعت پیشرفت آن را کند نماید. برخی از گزارش‌ها در مورد آنتی‌اکسیدان‌های سنتتیک مانند: بوتیل‌هیدروکسی‌آنیزول[۴](BHA)، بوتیل‌هیدروکسی‌تولوئن[۵](BHT)، تری بوتیل‌هیدروکینون[۶](TBHQ)، بیانگر سمی بودن آنها، هزینه‌های بالای تولید و بازده پایین آنها در مقابل برخی از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی مانند توکوفرول‌ها می‌باشد (Namiki, 1990). به دلیل احتمال سرطان‌زا بودن آنتی‌اکسیدان‌های سنتتیک، استفاده از آن‌ها در کانادا، ژاپن و اروپا ممنوع شده است (Iqbal and Bhanger, 2007). با توجه به افزایش آگاهی مصرف‌کنندها نسبت به ایمنی مواد غذایی، نیاز به شناسایی آنتی‌اکسیدان‌هایی با منشا طبیعی روز به روز در حال افزایش است (Moure *et al.*, 2001).

برخی از آنتی‌اکسیدان‌ها از منابع طبیعی استخراج می‌شوند که از مهم‌ترین این منابع، غلات (مانند جو، برنج و سبوس)، میوه‌ها (مانند موز و زیتون) و گیاهان (مانند گیاهان معطر) هستند. همچنین آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی می‌توانند نقش مفیدی در ویژگی‌های حسی (طعم، بو و رنگ) مواد غذایی داشته باشند (Pokorny, 2007).

رژیم غذایی روزانه ما ممکن است از گیاهانی باشد که سرشار از آنتی‌اکسیدان هستند (Bandyopadhyay *et al.*, 2008). در این بین

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار و دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران
(* - نویسنده مسئول: Email: reza_kenari@yahoo.com)

4- butylatedhydroxy anisole
5- butylatedhydroxy toluene
6- tert-butyl hydroquinone

می‌توان به گیاه اناراریجه اشاره نمود که خاصیت ضدسرطانی دارد (Gulcın *et al*., 2003). اناریجه از خانواده چتریان بوده و بیست گونه آن در ایران شناسایی شده است (Delazar *et al*., 2006). در تحقیقات پیشین خاصیت آنتی‌اکسیدانی برخی از گونه‌های اناریجه مشخص شده است (Gulcin *et al*., 2003; Tepe *et al*., 2006; Delazar *et al*., 2006)، اما عصاره این گیاه جهت پایدار سازی روغن هنوز بکار نرفته است. همچنین خاصیت آنتی اکسیدانی اناریجه های متداول در ایران نیز هنوز بررسی نشده است از این رو در این تحقیق روغن کانولا جهت بررسی تاثیر عصاره گیاه اناریجه به عنوان یک آنتی‌اکسیدان طبیعی بر روی آن انتخاب شده است. انتخاب این روغن به خاطر خواص تغذیه‌ای و مقادیر بالای اسیدهای چرب غیر اشباع آن می‌باشد (Przybylski *et al*., 2005).

مواد و روش‌ها

مواد

روغن کانولای تجاری فاقد آنتی اکسیدان سنتزی و روغن کانولای دارای آنتی‌اکسیدان سنتتیک تری بوتیل‌هیدروکینون در غلظت ۱۰۰ppm (روز صفر- روز تولید) از کارخانه کشت و صنعت بهشهر تهیه گردید. گیاه اناریجه نیز از اطرف شهربابل واقع در شمال ایران تهیه شد. تمامی محلول‌های شیمیایی و معرف‌های بکار رفته در این تحقیق، ساخت مرک آلمان بود.

استخراج

ساقه و برگ گیاه اناریجه پس از تمیز نمودن، در اتاق تاریک و در دمای محیط خشک گردید. ساقه و برگ خشک شده را توسط آسیاب پودر و تا قبل از شروع انجام آزمایشات در دمای۴ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند. پودر حاصله با نسبت ۵:۱ با متانول به مدت ۲۴ ساعت در محیطی تاریک با دستگاه شیکر با ۱۴۰ دور در دقیقه مخلوط گردید. سپس فاز رویی جدا گشته و توسط دستگاه سانتریفوژ ۳۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ گردید. فاز رویی را جدا نموده و مجددا آن را سانتریفوژ کرده و در نهایت فازهای رویی جمع شده، توسط کاغذ صافی واتمن شماره یک صاف گردید. نهایتا جهت تبخیر متانول از بن‌ماری با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد استفاده شد. عصاره بدست آمده تا زمان انجام آزمایش در ظروف تاریک و در دمای فریزر نگه‌داری شد.

اندازه‌گیری ترکیبات فنولی

ترکیبات فنولی عصاره و روغن کانولای بدون آنتی‌اکسیدان سنتتیک به ترتیب توسط روش‌های Singhatong و همکاران (۲۰۱۰) و Capannesi و همکاران (۲۰۰۰) اندازگیری شد.

اندازه‌گیری ترکیبات توکوفرولی

ترکیبات فنولی عصاره و روغن کانولای بدون آنتی‌اکسیدان سنتتیک با روش رنگی توصیف شده توسط ونگ و همکاران (۱۹۹۸) اندازه‌گیری شد.

آماده سازی نمونه

عصاره متانولی استخراج شده از گیاه اناریجه در غلظت‌های ۴۰۰ppm و ۸۰۰ppm به روغن کانولا اضافه گردید. روغن کانولای حاوی تری بوتیل هیدرو کینون در غلظت ۱۰۰ppm به عنوان نمونه کنترل در نظر گرفته شد. روغن حاوی عصاره و نمونه کنترل به مدت دو ماه در دمای محیط نگه‌داری و هر ۱۵روز یک‌بار از آن نمونه‌برداری شد. سپس آنالیزهای لازم جهت بررسی پایداری اکسیداتیو انجام گردید.

اندازه‌گیری عدد دی‌ان مزدوج

برای اندازه‌گیری دی‌ان‌ای مزدوج (CD)[1] نمونه روغن به نسبت 600:1 با هگزان (گرم به میلی‌لیتر) رقیق شد. جذب نمونه در طول موج ۲۳۴ نانومتر خوانده شد (Saguy *et al*., 1996).

عدد اسیدی

مقدار عدد اسیدی[2] بر مبنای روش (AOCS., 1993) محاسبه گردید. ده گرم نمونه داخل ارلن توزین و به آن ۵۰ میلی‌لیتر حلال اتانول:کلروفرم (۵۰:۵۰ v/v) اضافه گردید و نمونه در مجاورت فنل فتالئین با پتاس ۰/۱ نرمال تیتر گردید.

عدد پراکسید

عدد پراکسید با روش اسپکتوفتومتری، توصیف شده توسط شانتا و دکر(۱۹۹۴) اندازگیری شد.

ترکیبات قطبی: با استفاده از روش کروماتوگرافی توسط روش Schulet و همکاران (۲۰۰۴) تعیین گردید.

شاخص پایداری اکسایشی

برای تعیین پایداری اکسایشی از دستگاه رنسیمت مدل ۷۴۳ استفاده شد. سه گرم روغن در دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد مورد آزمایش قرار گرفت. سرعت جریان هوا ۱۵ لیتر بر ساعت بود (Farhoosh، ۲۰۰۷). مواد صابونی ناشونده، مطابق با روش Lozano و همکاران (۱۹۹۳) تعیین گردید.

1- Conjugated diene value
2- Acid Value

عدد کربنیل

عدد کربنیل با استفاده از معرف ۲و۲-دی نیتروفنیل هیدرازین مطابق با روش Farhoosh and Moosavi (۲۰۰۸) تعیین گردید.

تجزیه و تحلیل آماری

کلیه آزمایشات در سه تکرار در قالب طرح آزمایشی کاملا تصادفی انجام شد. میانگین‌ها با نرم افزار MstatC و بر اساس آزمونهای دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه شدند و به منظور برازش دهی منحنی‌ها از نرم افزار slide write استفاده گردید و همچنین جهت رسم نمودارها نیز از نرم افزار Microsoft excel استفاده شد.

نتایج و بحث

در این مطالعه مشخص شد که گیاه اناریجه به ترتیب حاوی ۵۴۷/۳۷ mg/gr و۵۱۸/۱۸ mg/gr ترکیبات فنولی و ترکیبات توکوفرولی می‌باشد. ساختار اسید چرب روغن کانولا و مشخصات شیمیای روغن کانولای بدون TBHQ به ترتیب در جدول ۱ و ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱- ساختار اسید چرب روغن کانولای فاقد آنتی اکسیدان

نوع اسید چرب	مقدار اسید چرب(درصد)
C_{16}:0	۰/۲۴±۰/۴۵
C_{16}:1	۰/۶۲۵±۰/۳۲
C_{18}:0	۲/۶۰۲±۰/۰۵
C_{18}:1	۶۴/۰۸±۰/۵۹
C_{18}:2	۱۵/۵۲۶±۰/۲۹
C_{18}:3	۲/۱۴۳±۰/۱۱

مطابق با جدول ۱ مشاهده می شود روغن کانولای مورد آزمایش از نوع RCO(Regular canola oil) می باشد که اصطلاحا به آن روغن کانولای معمولی اتلاق می گردد.

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی روغن کانولای بدون TBHQ

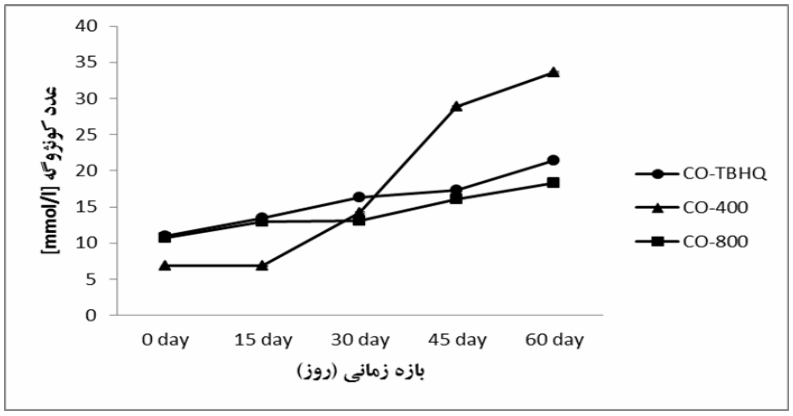
پارامتر	مقدار
عدد کربونیل	۴/۴۶± ۰/۵۹
عدد اسیدی(mg KOH/g oil)	۰/۲۰±۰/۰
ترکیبات صابونی ناشونده(٪)	۱/۵۷ ± ۰/۱۴
ترکیبات قطبی(٪)	۶/۹۴ ± ۰/۴۵
شاخص پایداری اکسایشی(h)	۶/۲۵۷±۰/۰۸
ترکیبات فنولیک(mg gallic acid/kg oil)	۱۲/۴ ± ۰/۱۸

مطابق با جدول ۱روغن کانولای تهیه شده از کارخانه در محدوده قابل قبولی از لحاظ شاخصهای اکسایشی قرار دارد.

دی ان مزدوج

عدد دی‌ان مزدوج که شاخص مناسبی جهت تعیین پیشرفت اکسیداسیون و بازده آنتی‌اکسیدان در روغن می‌باشد (Shahidi and Wanasundara., 1997 ; Iqbal *et al*., 2008)، و نشان دهنده میزان هیدروپرکسیدهای اسید چرب در روغن است (Budryn *et al*., 2011)، که این شاخص در نمونه‌ها با گذشت زمان افزایش یافت (شکل۱).

افزودن عصاره متانولی در غلظت ۸۰۰ppm به روغن کانولا در کاهش دی‌ان مزدوج موثر بوده که این روند با نتایج به دست آمده از بوعزیز و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت دارد. در ۳۰ روز اول عدد دی‌ان مزدوج در نمونه‌های حاوی عصاره متانولی کمتر از نمونه حاوی TBHQ (شاهد) بوده است، اما عصاره متانولی حاوی عصاره ۴۰۰ppm که تا پانزده روز اول تقریبا روند ثابتی را طی کرده بود، بعد از آن به طور چشم‌گیری افزایش می‌یابد و از خود خاصیت پراکسیدانی نشان می‌دهد. در طول نگه‌داری نمونه در دمای محیط نمونه حاوی عصاره متانولی ۸۰۰ppm در مقایسه با نمونه حاوی TBHQ عدد دی‌ان مزدوج کمتری را داشته است که بدلیل ترکیبات فنلیک بالاتر که منجر به کاهش پیشرفت اکسیداسیون و ایزومریزاسیون اسیدهای چرب شده از اینرو مقادیر دی ان مزدوج کاهش یافته است.



شکل ۱- تاثیر افزودن عصاره گیاهی بر میزان دی‌ان مزدوج روغن طی نگهداری در دمای محیط

عدد اسیدی

عدد اسیدی از شاخص‌های مهم کیفی روغن در شرایط ذخیره‌سازی می‌باشد (Shahidi, 2005). عدد اسیدی شاخص تجزیه اول تری گلیسریدها قبل از ورود به مرحله آغازین واکنش اکسایشی خود به خودی می باشد، عدد اسیدی با گذشت زمان روند افزایشی و خطی داشته است (شکل ۲). نمونه حاوی عصاره ۸۰۰ppm کمترین عدد اسیدی را داشته است. روغن حاوی عصاره ۸۰۰ و ۴۰۰ ppm تا روز پانزده‌ام عدد اسیدی مشابه داشته و بعد از آن به ترتیب تا ۰/۲۸ و ۰/۳۰۸ در روز ۶۰ افزایش می‌یابند. با این وجود، عدد اسیدی نمونه‌ها از نظر آماری در سطح $P<0.05$ تفاوت معنی داری ندارند. هر چند روغن حاوی عصاره ۸۰۰ppm در مقایسه با سایر نمونه‌ها دارای عدد اسیدی کمتری بوده است اما این تفاوت چندان چشم‌گیر نبوده است و می‌توان این‌گونه بیان نمود که نمونه‌ی پایدارسازی شده با عصاره در مقایسه با آنتی‌اکسیدان TBHQ در شرایط نگه‌داری تقریبا یکسان عمل کرده است.

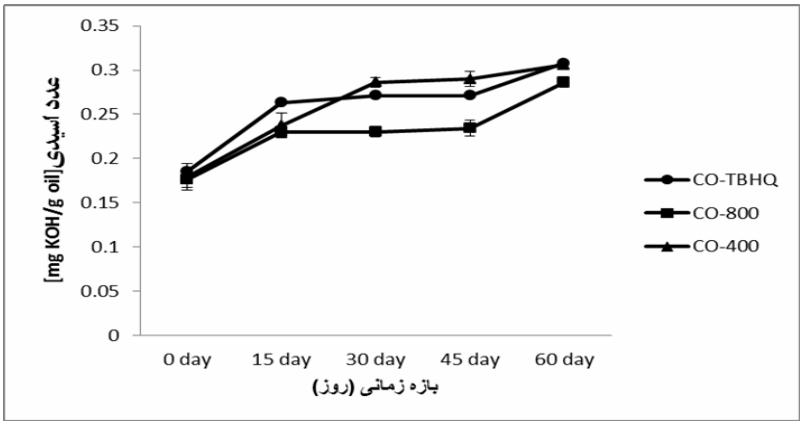
عدد پراکسید

عدد پراکسید به عنوان شاخص اولیه اکسداسیون مطرح بوده، که در درجه حرارت‌های بالا ناپایدار بوده و به سهولت به مخلوطی از ترکیبات فرار آلدئید تبدیل می‌شود، بنابراین عدد پراکسید نمی‌تواند معیار مناسبی جهت تعیین پیشرفت واقعی اکسیداسیون باشد (Yaghmur *et al*., 2001; Tabee., 2008). تغییرات عدد پراکسید در شکل ۳ نشان داده شده است. عدد پراکسید با گذشته زمان افزایش می‌یابد، که این نتیجه بدست آمده در این تحقیق با روند گزارش شده توسط Iqbal و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت دارد. بالا بودن میزان پراکسید در نمونه‌های ۴۰۰ و ۸۰۰ppm به دلیل بالا بودن میزان پراکسید در روغن اولیه می‌باشد که احتمالا ناشی از شرایط نامناسب حمل و یا نگه‌داری روغن می‌باشد (Farhoosh and Pazhouhanmehr., 2009).

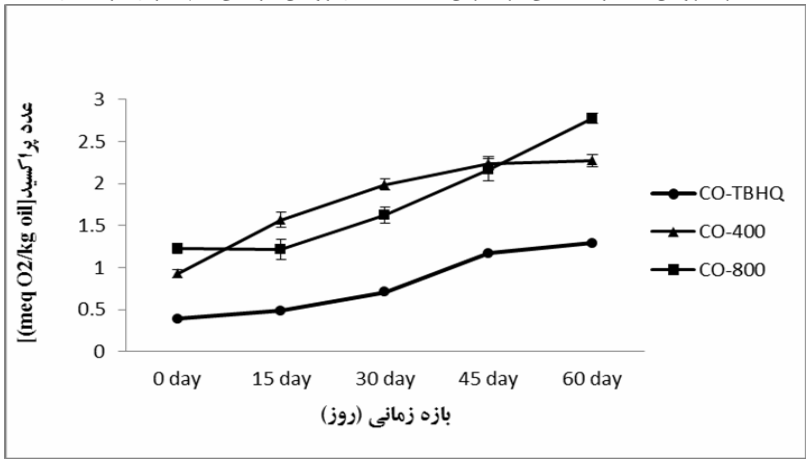
نمونه حاوی عصاره متانولی با غلظت ۴۰۰ppm در روز صفر عدد پراکسید پایین‌تری نسبت به نمونه حاوی عصاره متانولی با غلظت ۸۰۰ppm داشته است که مربوط به میزان بالای ترکیبات فنولیک در عصاره متانولی با غلظت ۸۰۰ppm می‌باشد که در ابتدا این ترکیبات خاصیت پراکسیدانی از خود نشان داده‌اند. اما با گذشت زمان عدد پراکسید در نمونه پایدارسازی شده ۴۰۰ ppm با سرعت بیشتری نسبت به نمونه پایدارسازی شده ۸۰۰ ppm افزایش می‌یابد که می‌تواند به دلیل کم بودن ترکیبات فنولی تاثیر گذار نسبت به غلظت ۸۰۰ ppm در این نمونه باشد. در بین نمونه‌ها، نمونه حاوی آنتی‌اکسیدان سنتتیک TBHQ دارای کمترین عدد پراکسید و نمونه حاوی عصاره متانولی ۴۰۰ppm دارای بیشترین مقدار عدد پراکسید بوده است. با این وجود مقدار اندیس پراکسید در نمونه‌های پایدارسازی شده با عصاره متانولی همواره کمتر از مقدار غیر قابل مصرف (۵ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم) بر اساس استاندارد ملی ایران (شماره:۴۱۵۲) بوده است.

نتیجه‌گیری

بررسی ترکیبات فنولی و توکوفرولی عصاره متانولی گیاه اناریجه نشان داد، این گیاه منبع غنی از ترکیبات فنولی و توکوفرولی می‌باشد. از این‌رو می‌توان این گیاه را به عنوان منبع جدیدی از آنتی‌اکسیدان‌ها معرفی نمود. بنابراین با توجه به مقدار ترکیبات فنولی این گیاه و همچنین خواص دارویی آن می‌توان از این گیاه در صنایع غذایی و دارویی استفاده نمود.



شکل ۲- تاثیر افزودن عصاره گیاهی بر میزان عدد اسیدی روغن در طی نگهداری در دمای محیط



شکل ۳- تاثیر افزودن عصاره گیاهی بر میزان عدد پراکسید روغن در طی نگهداری در دمای محیط

نتایج آزمون‌های انجام شده در رابطه با پایداری روغن کانولا توسط عصاره‌های متانولی در دو غلظت نشان دادند که پایداری اکسایشی روغن کانولای حاوی عصاره متانولی در غلظت ۸۰۰ppm در مقایسه با روغن کانولای حاوی آنتی‌اکسیدان سنتتیک تری بوتیل‌هیدروکینون در غلظت ۱۰۰ppm افزایش می‌یابد.

منابع

موسسه استاندارد و تحقیقاتی صنعتی ایران.، ۱۳۷۶، ویژگی‌های روغن گیاهی خوراکی سرخ کردنی جهت مصرف در صنایع غذایی. شماره استاندارد ایران ۴۱۵۲.

AOCS., 1993, Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society. AOCS Press. Champaign. IL.

Bandyopadhyay, M., Chakraborty, R. and Raychaudhuri, U., 2008, Antioxidant activity of natural plant sources in dairy dessert (Sandesh) under thermal treatment. LWT ,41 , 816–825.

Bouaziz, M., Fki, I., Jemai, H., Ayadi, M. and Sayadi, S., 2008, Effect of storage on refined and husk olive oils composition: Stabilization by addition of natural antioxidants from Chemlali olive leaves. Food Chemistry, 108, 253–262.

Budryn, G., Nebesny, E. and Zyz·elewicz, D., 2011, Oxidative stability of lard and sunflower oil supplemented with coffee extracts under storage conditions. Journal of grasas y aceites, 62, 155-161.

Capannesi, C., Palchetti, I., Mascini, M., and Parenti, A., 2000, Electrochemical sensor and biosensor for polyphenols detection in olive oils. Food Chemistry, 71, 553-562.

Cosgrove, J. P., Church, D., Fand Pryor, W. A., 1987, The kinetics ofthe autoxidation of polyunsaturated fatty acids. Lipids, 22, 299–304.

Delazar, A., Biglari, F., Esnaashari, S., Nazemiyeh, H., Talebpour, A. H., Nahar, L. and Sarker, S. D., 2006, GC–

MS analysis of the essential oils, and the isolation of phenylpropanoid derivatives from the aerial parts of Pimpinellaaurea. Phytochemistry, 67, 2176–2181.

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 the American Oil Chemists Society,vol 84,pp:205-209.

Farhoosh, R, and Moosavi, S. M. R., 2008, Carbonyl value in monitoring of the quality of used frying oils.analytica chimica acta,vol 617,pp:18-21.

Farhoosh, R. and Pazhouhanmehr, S., 2009, Relative contribution of compositional parameters to the primary and secondary oxidation of canola oil. Food Chemistry, 114, 1002-1006.

Gulcın, I., Oktay, M., Kırecccı, E. and Irfan Ku frevıog˘lu, O., 2003, Screening of antioxidant and antimicrobial activities of anise (*Pimpinella anisum* L.) seed extracts. Food Chemistry, 83, 371-382.

Iqbal, S. and Bhanger, M., 2007, Stabilization of sunflower oil by garlic extract during accelerated storage. Food Chemistry, 100, 246–254.

Iqbal, S. H., Haleem, S., Akhtar, M., Zia-ul-Haq, M. and Akbar, J., 2008, Efficiency of pomegranate peel extracts in stabilization of sunflower oil under accelerated conditions. Food Research International, 41, 194-200.

Lozano,Y. F., Mayer, C. D., Bannon, C., Gaydou, E. M., 1993, Unsaponifiable matter ,total sterol and tocopherol contents of avocado oil varieties. journal of the American Oil Chemists Society,vol 70,pp:561-565.

Moure, A., Cruz, J. M., Franco, D., DomõÂnguez, J. M., Sineiro, J., DomõÂnguez, H., JoseÂNuÂnÄez, M. and Carlos Paraj, J., 2001, Natural antioxidants from residual sources. Food Chemistry, 72, 145-171.

Namiki, M., 1990, Antioxidants/antimutagens in food. Crit. Rev. Food Sci. Nutr, 29, 273.

Pokorny, J., 2007, Are natural antioxidants better– and safer – than synthetic antioxidants?. Eur. J. Lipid Sci. Technol, 109, 629–642.

Przybylski, R., Mag, T., Eskin, N. A. M. and McDonald, B. E., 2005, Canola Oil. Fereidoon Shahidi (ed.). Bailey's Industrial Oil and Fat Products. (6th ed). John Wiley & Sons, simultaneously in Canada.

Saguy, I. S., Shani, A., Weinberg, P., and Garti, N., 1996, Utilization of jojoba oil for deep-fat frying of foods. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie, 29, 573-577.

Schulet, E., 2004, Economical micromethod for determination of polar components in frying fats.European journal of lipid science and technology,vol 106,pp:772-776.

Shahidi, F. and Wanasundara, U. N., 1997, Measurement of lipidoxidation and evaluation of antioxidant activity. In Naturalantioxidants, chemistry, health effects and applications. IL, USA: AOCS Press Champaign.

Shahidi, F., 2005, Bailey's Industrial Oil and Fat Products. (6th edn), John Wiley & Sons, Inc, simultaneously in Canada.

Shantha, N. C., and Decker, E. A., 1994, Rapid, sensitive, iron-based spectrophotometricmethods for determination of peroxide values of food lipids. Journal of AOACInternational, 77, 21-424.

Singhatong, S., Leelarungrayub, D. and Chaiyasut, C., 2010, Antioxidant and toxicity activities of Artocarpus lakoocha Roxb. Heart wood extract. Journal of Medicinal Plants Research, 4, 947-953.

Tabee, E., 2008, Lipid and Phytosterol Oxidation in Vegetable Oils and Fried Potato Products.

Tepe, B., Akpulat, H. A., Sokmen, M., Daferera, D., Yumrutas, O., Aydin, E., Polissiou, M. and Sokmen A., 2006, Screening of the antioxidative and antimicrobial properties of the essential oils of Pimpinellaanisetum and Pimpinellaflabellifolia from Turkey. Food Chemistry, 97, 719–724.

Wijesundera, C. H., Ceccato, C., Fagan, P. and Shen, Z., 2008, Seed roasting improves the oxidative stability of canola (B. napus) and mustard (B. juncea) seed oils. Lipid Sci. Technol, 110, 360-367.

Wong, M. L., Timms, R. E. and Goh, E. M., 1988, Colorimetric determination of total tocopherols in palm oil, olein and stearin. J Am Oil Chem Soc, 65, 258–261.

Yaghmur, A., Aserin, A., Mizrahi, Y., Nerd, A. and Garti, N., 2001, Evaluation of Argan Oil for Deep-Fat Frying. Lebensm.-Wiss. u.-Technol, 34, 124-130.