

اثر غنی‌سازی با عصاره متانولی سیر، رزماری و برگ زیتون بر برخی ویژگی‌های شیمیایی روغن کلزا

رامین تیموری^{۱*}، محمد علیزاده خالدآباد^۱ و پریسا جعفریان^۲

تاریخ دریافت: ۹۰/۳/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۰/۴/۲۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

*مسئول مکاتبه: E mail: raminteymouri@yahoo.com

چکیده:

روغن کلزا بخاطر داشتن اسیدهای چرب غیر اشباع بالا، مستعد فساد اکسیداسیونی می‌باشد. استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی به علت امکان سمی و سرطانزا بودن محدود شده است. بنابراین مطالعات برای استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی به عنوان جایگزینی برای آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. تیمارهای آنتی‌اکسیدانی به کار رفته در این مطالعه شامل ۱۰ مخلوط مختلف حاوی سیر، رزماری، برگ زیتون بود که همراه با یک نمونه بدون آنتی‌اکسیدان به عنوان شاهد و یک نمونه حاوی TBHQ مورد مطالعه قرار گرفتند. دوره القایی در رنسیت در 110°C ، مقدار توکوفرول‌ها، ترکیب اسیدهای چرب و مقدار پلی‌فنل‌ها قبل و بعد از حرارت دهی در 180°C بررسی شد. نتایج نشان داد که تیمار B4 (۰٪ سیر + ۱۰٪ رزماری + ۰٪ برگ زیتون) بیشترین مقدار توکوفرول را در بین سایر تیمارها دارد. همچنین نتایج حاصل از رنسیت نشان داد که تیمار A2 (۵٪ سیر + ۵٪ رزماری + ۰٪ برگ زیتون) حاوی $112/2$ ppm پلی‌فنل، پایدارترین نمونه (۲۵/۷) در مقایسه با نمونه شاهد (۹/۲ h) و نمونه حاوی TBHQ (۱۵ h) می‌باشد. با توجه به اثرات منفی مصرف آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی بر سلامت مصرف‌کنندگان و همچنین با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان تیمار A2 (۵٪ سیر + ۵٪ رزماری + ۰٪ برگ زیتون) را به عنوان جایگزین TBHQ جهت حفظ کیفیت روغن کلزا پیشنهاد نمود.

واژه‌های کلیدی: سیر، رزماری، برگ زیتون، روغن کلزا، پایداری اکسیداتیو، آنتی‌اکسیدان طبیعی

Effect of methanolic garlic, rosemary and olive leaves extracts on some chemical properties of canola oil

R Teimouri^{1*}, M Alizadeh Khaledabad¹ and P Jafarian²

Received: 12 June, 2011 Accepted: 13 July, 2011

¹MSc Student and Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Urmia, Urmia, Iran

²MSc Student and Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

*Corresponding author: E mail: raminteymouri@yahoo.com

Abstract

Rapeseed oil is prone to oxidation because of high unsaturated fatty acids. Using synthetic antioxidant due to the possibility of toxic and carcinogenic effects is limited. Thus, it is important to seek on replacing synthetic antioxidants by natural antioxidant. Antioxidant treatments used in this study were included 10 different mixture containing garlic, rosemary, olive leaf, and a sample without antioxidants as a control and a sample containing TBHQ as a synthetic antioxidant. The induction period in Ransymat at 110°C was determined. Tocopherol content, fatty acid composition and polyphenols was investigated before and after heating at 180 ° C. Results showed that B4 (0% garlic +10% rosemary + 0% olive leaf) has the highest tocopherol content. The results of rancimat showed that A2 (5% garlic +5% rosemary + 0% olive leaf) with 113.2 ppm polyphenol, was the most stable sample (25.7h) compared with control samples (9.2 h) and samples containing TBHQ (15 h). Considering possible negative effects of consumption of synthetic antioxidants on health and also results of this study, it can be suggested A2 (5% garlic + 5% Rosemary + 0% olive leaf) as a substitute of TBHQ to maintain quality of rapeseed oil.

Key words: Garlic, Rapeseed oil, Rosmary, Olive leaf, Oxidative stability, Natural antioxidants

مقدمه

احتمالی آنتی‌اکسیدان‌های سنتتزی که باعث بروز سرطان می‌شود، گرایش به استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی رو به افزایش است. تحقیقات متعددی، تاثیرگذاری آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی مختلف را بر پایداری اکسیداتیو سیستم‌های غذایی، بررسی کرده‌اند (انور و همکاران ۲۰۰۳). آلفا، گاما و دلتا-توکوفرول‌ها، در روغن‌های گیاهی وجود دارند و آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی اصلی در این روغن‌ها هستند (همیلتن و همکاران ۱۹۹۸).

بین منابع گیاهی توجه زیادی به رزماری از تیره نعناع معطوف شده است. از آنجا که عصاره رزماری، لیپوفیل است، برای جلوگیری از اکسیداسیون روغن‌ها، چربی‌ها

روغن‌ها و چربی‌های گیاهی مانند روغن کلزا، زیتون و پالم نقش مهمی در تغذیه دارند. روغن کلزا بخاطر داشتن اسیدهای چرب غیر اشباع بالا، مستعد فساد اکسیداسیونی می‌باشد. این واکنش منجر به از دست رفتن ارزش غذایی و هم باعث تغییرات نامطلوب در رنگ، بافت و طعم مواد غذایی می‌شود (کازولیس ۲۰۰۱). به علت این تغییرات، مصرف کنندگان، محصولات و فراورده‌های اکسید شده را نمی‌پذیرند (ناوار ۱۹۸۶). یکی از راه‌های جلوگیری از فساد اکسیداسیونی استفاده از آنتی‌اکسیدان‌ها است. آنتی‌اکسیدانها به دو صورت طبیعی و سنتتزی می‌باشند. امروزه بعلا اثرات سوء

عصاره‌ها بر پایدارسازی برخی خصوصیات فیزیکی شیمیایی روغن کلزا نیز بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

مواد شیمیایی

متانول، اسید کافئیک، کربنات سدیم و معرف فولین سیوکالتیو، متانول با درجه HPLC، فلورید بور، هیدروکسید سدیم، کلرید سدیم و n- هگزان تولید شرکت مرک آلمان بود. کلیه حلالها و مواد شیمیایی مورد استفاده دارای خلوص تجزیه ای بودند.

مواد

روغن کلزا خام و صاف شده، بدون آنتی‌اکسیدان از کارخانه های تولید روغن به روش پرس سرد در پیرانشهر (استان آذربایجان غربی)، سیر و رزماری از بازار محلی شهر ارومیه و برگ زیتون از باغات شمال تهیه شد.

نمونه استاندارد

برای آنالیز توکوفرول، ترکیب α توکوفرول به عنوان مناسب‌ترین ترکیب استاندارد در نظر گرفته شد که از شرکت سیگما خریداری و مورد استفاده قرار گرفت.

تولید آزمایشگاهی نمونه‌های روغن کلزا با نسبت-

های آنتی‌اکسیدانی مختلف

نمونه‌های سیر، رزماری و برگ زیتون را در داخل پلیتی که قبلا به وزن ثابت رسیده شده و وزن آن یادداشت شده است ریخته و مطابق روش اندازه گیری رطوبت به شماره ۶۷۲ استاندارد ملی ایران، میزان رطوبت و درصد ماده خشک محاسبه گردید.

۱۰٪ از سیر، رزماری و برگ زیتون را بر حسب وزن ماده خشک، مطابق جدول ۱، به هر کدام از ارلن‌های حاوی ۱۰۰ گرم از روغن پرس سرد کلزای خام اضافه نموده و هر کدام از نمونه‌ها را بمدت ۳ ساعت در تاریکی توسط همزن مغناطیسی همزده و پس از صاف کردن نمونه‌ها توسط کاغذ صافی، تا زمان انجام آزمون‌های مربوطه در یخچال نگهداری شد (لارا و

و مواد غذایی حاوی چربی به کار می‌رود (انور و همکاران ۲۰۰۳). زندی و احمدی (۲۰۰۰) در تعیین فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های متانولی ۸ گونه از گیاهان تیره نعناع نشان دادند که عصاره رزماری در بین گونه های مورد بررسی، موثرترین آنتی‌اکسیدان در پایداری اکسیداتیوروغن است.

سیر بومی آسیا است و به خاطر بخش‌های گوشت‌دار و پیازهایش در سراسر جهان کشت می‌شود، که از این بخش‌ها به عنوان ادویه، چاشنی، به ویژه در آشپزخانه‌های آسیایی استفاده می‌شود (اقبال و بنگر ۱۹۹۲). سیر از نظر سلنیم و ترکیبات ارگانوسولفور غنی است که دارای فعالیت و تاثیرات آنتی‌اکسیدانی چشمگیری می‌باشد (ین و همکاران ۲۰۰۲). سیر علاوه بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی، دارای خواص ضد میکروبی، ضد باکتریایی، ضد ویروسی، ضد قارچی و اثرات مفید روی سیستم‌های قلبی-عروقی و ایمنی نیز می‌باشد (هاریس و همکاران ۲۰۰۱).

برگ‌های زیتون به عنوان ماده خام ارزانی محسوب می‌شوند که می‌توان از آنها به عنوان منبع مفیدی از محصولات با ارزش افزوده استفاده کرد (بریونته و دیگران ۲۰۰۲). به لحاظ تاریخی، از برگ‌های زیتون به عنوان درمان برای مبارزه با بیماری‌هایی مثل مالاریا استفاده شده است. گزارشات متعددی نشان داده‌اند که عصاره برگ زیتون، توانایی پایین آوردن فشار خون و جلوگیری از بیماری‌های قلبی و عروقی را دارد (دل ریو و همکاران ۲۰۰۰). در یک مطالعه جدید، بیان شد که عصاره های فنلی بدست آمده از گیاه زیتون (میوه، برگ‌ها و تفاله)، فعالیت آنتی‌اکسیدانی قابل توجهی را در ایجاد وقفه در فساد اکسیداسیونی روغن آفتابگردان نشان دادند (باسونی و دیگران ۲۰۰۳).

هدف از مطالعه حاضر استفاده از عصاره متانولی رزماری، سیر و برگ زیتون و بررسی اثر سینرژیستی آن در روغن کلزا می‌باشد. علاوه بر آن، اثر این

نمونه با پایداری اکسیداسیون بالا انتخاب و آزمون‌های مربوطه بر روی آنها انجام گردید.

همکاران (۲۰۰۵). جهت تعیین پایداری اکسیداسیونی مخلوط‌های تهیه شده، آزمون رنسیمت بر روی نمونه‌ها انجام شد که در قسمت بعدی نحوه آزمایش توضیح داده شده است (جدول ۲). سپس از بین نمونه‌ها، پنج

جدول ۱- طرح مخلوط به کار رفته برای مطالعه اثر تیمارهای آنتی‌اکسیدانی مورد استفاده

ترکیب نمونه	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
سیر	صفر	صفر	۵	۱۰	۵	۱/۶۷	۶/۶۶	۱/۶۷	صفر	صفر	۲/۳۳	۲/۳۳
رزماری	صفر	صفر	۵	صفر	صفر	۱/۶۷	۱/۶۷	۶/۶۶	۱۰	۵	۲/۳۳	۲/۳۳
برگ زیتون	صفر	۱۰	صفر	صفر	۵	۶/۶۶	۱/۶۷	۱/۶۷	صفر	۵	۲/۳۳	۲/۳۳

A0: روغن کلزای بدون آنتی‌اکسیدان یا شاهد

جدول ۲- نتایج آزمون رنسیمت (h) در فرمولهای تهیه شده از روغن کلزا

ترکیب نمونه	A۰	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
پایداری اکسیداتیو (h)	۹/۲	۱۰	۲۵/۷	۱۴/۸	۱۲/۸	۱۹/۳	۲۲/۵	۱۵/۲	۲۲/۴	۱۳/۲	۱۹/۸	۱۵

اندازه‌گیری پلی فنل کل

غلظت پلی‌فنل‌های کل عصاره الکی توسط معرف فولین-سیوکالتیوتخمین زده می‌شود (گاسوبس ۱۹۶۲). از هر یک از نمونه‌های عصاره الکی استخراجی مقدار ۰/۱ تا ۰/۴ میلی لیتر را در بالن حجمی ۱۰ میلی لیتری ریخته، مقدار ۵ میلی لیتر آب مقطر بعلاوه ۰/۵ میلی لیتر از محلول رقیق فولین سیوکالتیو به آنها افزودیم. پس از سه دقیقه به هر بالن یک میلی لیتر محلول کربنات سدیم اشباع اضافه کرده و به حجم رساندیم. پس از یک ساعت، جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۲۵ نانومتر در مقابل شاهد اندازه‌گیری شد. غلظت پلی فنول‌های تام بر حسب کافئیک اسید در محدوده ۰-۱۰۰ mg/ml محاسبه شد (حامدی ۱۳۸۳).

اندازه‌گیری اسیدهای چرب

اندازه‌گیری اسیدهای چرب از طریق مشتق‌سازی (استر متیل) و با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی مدل (6890N, AGILENT, USA) مجهز به آشکار ساز

شعله‌ای (FID) با دمای ۳۰۰°C و ستون موئین BPX70 به طول ۵۰ متر، قطر لوله ۰/۳۲ mm و ضخامت فیلم ۰/۲۵ و دمای محل تزریق ۲۵۰°C، و فشار گاز حامل ۲۵/۷۳ psi، سرعت جریان ۴۰ میلی لیتر در دقیقه و دمای گرمخانه ۲۵۰°C مطابق روش ایزو ۵۵۰۸ (۱۹۹۰) استفاده شد. گاز نیتروژن به عنوان گاز حامل به کار رفت.

آنالیز توکوفرول‌ها با کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا

اندازه‌گیری محتوای توکوفرول در نمونه‌های روغن، با استفاده از دستگاه HPLC ساخت شرکت KNAUER آلمان انجام شد. بدین منظور ستون LICHROSORB SI 60-5 با ابعاد ۴,۶ mm × ۲۵۰ mm و اندازه ذرات ۵ μm، اتوسمپلر spark TRIATHLON، پمپ K1000 KNAUER و دتکتور فلورسنس RF- KNAUER 551 مورد استفاده قرار گرفت. فاز متحرک n-هگزان: ایزوپروپانول (۶:۹۴) انتخاب و استفاده شد. سرعت

همچنین نمونه کنترل (روغن کلزای خام بدون آنتی‌اکسیدان) کمترین مقدار پلی‌فنل را نشان می‌دهد (ppm ۳۲). همانطور که در جدول دیده می‌شود در بین نمونه‌های تیمار شده نمونه A5 (۱/۶۷٪ سیر + ۱/۶۷٪ رزماری + ۶/۶۶٪ برگ زیتون) کمترین مقدار پلی‌فنل، ppm ۵۳/۴ را نشان داد. اورسزولا و همکاران (۲۰۰۷) پلی‌فنل عصاره دانه انگور فرنگی و رزماری را اندازه‌گیری کردند. نتایج نشان داد که عصاره رزماری حاوی بیشترین مقدار پلی‌فنل بود (۰/۷ ± ۶۷ میلی‌گرم اسید کافئیک در گرم عصاره).

ترکیب اسیدهای چرب

ترکیب اسیدهای چرب روغن کلزای خام اولیه و فرموله شده با آنتی‌اکسیدان سنتزی TBHQ و با مخلوط‌های مختلف آنتی‌اکسیدانی در جدول ۳ آمده است.

روغن کلزا حاوی مقدار زیادی اسید اولئیک (بیش از ۶۰ درصد)، اسید لینولئیک (بیش از ۲۰ درصد)، اسید لینولنیک (بیش از ۹ درصد) و مقدار کم اسیدهای چرب اشباع (کمتر از ۶۰ درصد) است (آزادمرد دمیرچی، ۱۳۸۸). اسید اولئیک مهمترین اسید چرب تک غیراشباع در روغن کلزا می‌باشد که در تیمارهای مورد نظر مقدار آن افزایش جزئی نشان داد. اسید لینولئیک بارزترین اسید چرب پلی‌غیر اشباع در روغن کلزا می‌باشد که در تیمار A10 (۲/۳۳٪ سیر + ۲/۳۳٪ رزماری + ۲/۳۳٪ برگ زیتون)، A5 (۱/۶۷٪ سیر + ۱/۶۷٪ رزماری + ۶/۶۶٪ برگ زیتون) A6 (۶/۶۶٪ برگ زیتون + ۱/۶۷٪ سیر + ۱/۶۷٪ رزماری + ۱/۶۷٪ برگ زیتون)، مقدار آن در اثر افزودن آنتی‌اکسیدانهای فوق‌افزایش جزئی یافت.

توکوفرول‌ها

روغن کلزا حاوی مقدار نسبتاً بالایی از توکوفرول است و مقدار گاما توکوفرول در آن نسبت به سایر اجزاء توکوفرولی بیشتر است. در بین کلیه نمونه‌ها، گاما توکوفرول بیشترین مقدار را نشان داد (جدول ۴). مقدار کل توکوفرول در همه تیمارها به جز نمونه A11 (روغن کلزا + ۰/۰۱٪ TBHQ) که در آن مقدار گاما توکوفرول

جریان فاز متحرک $\frac{ml}{min}$ ۰/۵ بود. براساس زمان ماند آلفا توکوفرول ترکیبات توکوفرولی در نمونه‌های روغن مشخص گردید. جهت تعیین مقدار از روش استاندارد خارجی استفاده شد (فتحی آچاچلویی و آزادمرد دمیرچی، ۲۰۰۹).

آزمون تعیین پایداری روغن‌ها با رنسیمت

تعیین پایداری اکسیداسیونی روغن‌ها بوسیله رنسیمت اندازه‌گیری شد. زمان پایداری با استفاده از رنسیمت مدل Metrohm برای ۲/۵ گرم نمونه روغن و در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری گردید (تابعی و همکاران ۲۰۰۸).

آزمون گرمخانه‌گذاری در ۱۸۰ °C

نمونه‌های روغن کلزا حاوی آنتی‌اکسیدانهای طبیعی پس از ارزیابی و بررسی نتایج آزمون رنسیمت، پنج نمونه با بالاترین مدت زمان پایداری به همراه نمونه شاهد و نمونه حاوی آنتی‌اکسیدان سنتزی TBHQ انتخاب گردیده و حدود ۲۰ میلی‌لیتر از نمونه‌ها داخل بشرها در گرمخانه ۱۸۰ °C به مدت یک ساعت قرار داده شد و تا زمان انجام آزمون در یخچال نگهداری شد.

تجزیه و تحلیل آماری

برای ارزیابی تأثیر تغییر نسبت‌های آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی از طرح مخلوط (Mixture design) و جهت ارزیابی داده‌ها از روش آنالیز رگرسیون و رسم نمودارها نیز با استفاده از نرم افزار Excel صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

پلی‌فنل کل

نتایج حاصل از مقایسه میانگین مقدار ترکیبات پلی‌فنلی نمونه‌های روغن کلزا در جدول ۷ ارائه شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود نمونه A8 (۰٪ سیر + ۱۰٪ رزماری + ۰٪ برگ زیتون) بیشترین مقدار پلی‌فنل را در بین سایر نمونه‌ها دارا می‌باشد (۱۷۵/۲ ppm).

در مقایسه با نمونه کنترل تغییر نکرده، افزایش جزئی نشان داد.

جدول ۳- ترکیب و درصد اسیدهای چرب موجود در روغن کلزا و مخلوط های آنتی اکسیدانی مختلف از آن

نام نمونه							نام اسید چرب
A11	A10	A8	A6	A5	A2	A0*	
۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	C14:0
۳,۹۳	۳,۹۴	۳,۹۱	۳,۹۶	۳,۹۵	۳,۹۷	۳,۹۵	C16:0
۰,۱۶	۰,۱۶	۰,۱۶	۰,۱۶	۰,۱۶	۰,۱۷	۰,۱۸	C16:1
۰,۱	۰,۱	۰,۱	۰,۱	۰,۱	۰,۱۱	۰,۱۱	C17:0
۰,۰۸	۰,۰۸	۰,۰۸	۰,۰۸	۰,۰۸	۰,۰۸	۰,۰۸	C17:1
۰,۰۶	۰,۰۶	۰,۰۶	۰,۰۷	۰,۰۷	۰,۰۷	۰,۰۹	C18:0
۲,۲۹	۲,۲۸	۲,۲۷	۲,۲۶	۲,۲۴	۲,۲۴	۲,۳۵	C18:1 trans
۶۵,۶	۶۵,۴۳	۶۵,۲۲	۶۵,۲۲	۶۵,۱۳	۶۵,۰۱	۶۴,۵۳	C18:1 cis
۱۶,۸۳	۱۶,۹۲	۱۶,۷۳	۱۷,۰۷	۱۷,۱۲	۱۷,۱۶	۱۶,۸۶	C18:2
۶,۲۶	۶,۳۶	۶,۴۴	۶,۵۱	۶,۵۹	۶,۶۶	۶,۵۱	C18:3
۰,۷۶	۰,۷۶	۰,۷۵	۰,۷۴	۰,۷۴	۰,۷۳	۰,۸۲	C20:0

*: مراجعه به جدول ۱

جدول ۴- مقدار توکوفرول موجود در روغن کلزا و مخلوط های مختلف از آنها

A11	A10	A8	A6	A5	A2	A0*	پارامتر
۲۷۰	۲۷۵	۲۷۰	۲۷۳	۲۷۰	۲۶۹	۲۶۵	توکوفرول α
۴۲۰	۴۳۰	۴۲۵	۴۳۰	۴۲۵	۴۲۸	۴۲۰	توکوفرول γ

*: مراجعه به جدول ۱

طی نگهداری در 60°C را بررسی کردند. نتایج نشان داد که عصاره‌های گیاهی به عنوان آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی و BHT مانع از تغییرات اکسیداتیو در روغن کلزا می‌شود ولی آنتی اکسیدان‌های طبیعی روغن را به مدت طولانی‌تری محافظت می‌کنند. در یک مطالعه دیگر بوآزیز و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که افزودن عصاره برگ زیتون به روغن زیتون خالص باعث افزایش زمان القای آن در دمای 100°C می‌شود. اقبال و همکاران (۲۰۰۷) در یک مطالعه تاثیر عصاره سیر در ثبات بخشیدن به روغن آفتابگردان در طول نگهداری

پایداری اکسیداتیو

توانایی روغن در مقابل اکسیداسیون تحت عنوان پایداری اکسیداتیو روغن بیان میشود. ارزیابی پایداری اکسیداتیو یا دوره القایی نمونه حاوی آنتی اکسیدان‌های طبیعی و مقایسه آن با نمونه کنترل و نمونه حاوی TBHQ به روش رنسیت در $20^{\circ}\text{C} \pm 110$ نشان می‌دهد که تیمار A2 (۵٪ سیر + ۵٪ رزماری + ۰٪ برگ زیتون) فعالیت آنتی اکسیدانی بیشتری نسبت به سایر نمونه‌ها دارد (جدول ۷). اورسزولا و همکاران (۲۰۰۷) اثر آنتی اکسیدانها بر روی اکسیداسیون روغن کلزا در

در ترکیب اسیدهای چرب روغن خام و تیمارها می‌شود. بطوریکه مقدار اسید چرب اولئیک یک تغییر جزئی پس از حرارت دهی در 180°C به مدت یک ساعت نشان داد. همچنین مقدار اسیدهای چرب لینولئیک و لینولنیک کاهش یافت. میتوان گفت افزودن آنتی اکسیدان های طبیعی (سیر، رزماری، برگ زیتون) و حرارت دهی در 180°C تغییر محسوس و معنی داری بر روی اسیدهای چرب بویژه اسیداولئیک لینولئیک و لینولنیک نداشت. ناواس و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که حرارت دادن در 55°C تغییرات محسوس در ترکیب اسیدهای چرب روغن زرت ایجاد نمی‌کند.

توکوفرول

نتایج حاصل از مقایسه میانگین محتوای ترکیبات توکوفرول در جدول ۶ نشان می‌دهد که میانگین توکوفرول آلفا در روغن های حاوی آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی در مقایسه با آنتی اکسیدان سنتزی در سطح معنی داری ($P < 0.05$) تفاوت داشت، ولی میانگین توکوفرول گاما در روغن های حاوی آنتی اکسیدان طبیعی در مقایسه با آنتی اکسیدان سنتزی تفاوت معنی داری نداشت ($P > 0.05$). همانطور که در جدول ملاحظه می‌شود مقدار آلفا و گاما توکوفرول بعد از حرارت دهی در 180°C به مدت یک ساعت در تمام نمونه ها کاهش یافته است که می‌توان آن را به اکسیداسیون توکوفرول‌ها که ترکیبات حساس به حرارت هستند نسبت داد. مقدار آلفا توکوفرول در همه نمونه‌های روغنی آنالیز شده کمتر از گاما توکوفرول بود. همانطور که در جدول دیده می‌شود نمونه B4 (۰٪ سیر + ۱۰٪ رزماری + ۰٪ برگ زیتون) بیشترین مقدار آلفا و گاما توکوفرول را دارد (جدول ۶).

تسریع شده بر روی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی روغن آفتابگردان بررسی کردند. نتایج نشان داد که سیر می‌تواند در مقایسه با آنتی اکسیدانهای سنتزی که معمولاً به کار برده می‌شوند، تا حد زیادی روغن آفتابگردان را تثبیت کند.

اکسیداسیون تسریع شده در دمای 180°C

پلی فنل کل

تاثیر تیمار حرارتی در سطح ($p < 0.05$) بر مقدار پلی فنل‌ها معنا دار بود. نتایج نشان داد که روغن کلزای حاوی (۰٪ سیر + ۱۰٪ رزماری + ۰٪ برگ زیتون) بیشترین مقدار پلی فنل را دارد ($130/7$ ppm). از میان همه نمونه‌ها، روغن کلزای خام بدون آنتی اکسیدان کمترین مقدار پلی فنل را نشان داد (15 ppm). همچنین تیمار حاوی آنتی اکسیدان سنتزی TBHQ پلی فنل کمتری در مقایسه با تیمارهای حاوی آنتی اکسیدان های طبیعی داشت که می‌توان آن را به اثر سینرژیستی آنتی اکسیدان های طبیعی و محافظت بیشتر پلی فنل‌ها در برابر اکسیداسیون در مقایسه با آنتی اکسیدان های سنتزی نسبت داد. به طور کلی مقدار پلی فنل‌ها بعد از حرارت دهی در 180°C به مدت یک ساعت کاهش نشان داد (جدول ۷).

ترکیب اسیدهای چرب

برای ارزیابی اثر حرارت در دمای 180°C بر روی روغن، بررسی تغییرات در ترکیب اسیدهای چرب الزامی بود همانطور که در جدول ۵ دیده می‌شود در بین اسید های چرب اندازه گیری شده در روغن کلزای خام، اسید اولئیک بیشترین مقدار را نشان می‌دهد (۶۴٪). نتایج نشان دادند که حرارت باعث ایجاد تغییرات

جدول ۵- ترکیب و درصد اسیدهای چرب موجود در روغن کلزا و مخلوط‌های مختلف از آنها با اثر تیمار حرارتی 180°C به مدت یک ساعت

نام نمونه							نوع اسید چرب
B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0*	
۰,۰۴	۰,۰۴	۰,۰۴	۰,۰۴	۰,۰۴	۰,۰۴	۰,۰۴	C14:0
۳,۹۴	۴,۰۱	۳,۹۴	۳,۹۷	۳,۹۷	۳,۹۹	۳,۹۰	C16:0
۰,۱۶	۰,۱۶	۰,۱۷	۰,۱۷	۰,۱۷	۰,۱۷	۰,۱۸	C16:1
۰,۱	۰,۱	۰,۱	۰,۱	۰,۱	۰,۱۲	۰,۱۱	C17:0
۰,۰۸	۰,۰۸	۰,۰۸	۰,۰۸	۰,۰۹	۰,۱۲	۰,۰۸	C17:1
۰,۰۶	۰,۰۶	۰,۰۷	۰,۰۷	۰,۰۷	۰,۰۷	۰,۰۸	C18:0
۲,۲۹	۲,۲۹	۲,۲۷	۲,۲۶	۲,۲۶	۲,۲۵	۲,۳۷	C18:1 trans
۶۵,۷۱	۶۵,۵	۶۵,۴۱	۶۵,۳۵	۶۵,۳	۶۵,۰۲	۶۴,۰	C18:1 cis
۱۶,۷۷	۱۶,۹۲	۱۶,۷۱	۱۶,۹۶	۱۶,۹۹	۱۷,۰۹	۱۵	C18:2
۶,۲۱	۶,۳۶	۶,۳۶	۶,۴۲	۶,۴۶	۶,۷	۵,۱	C18:3
۰,۷۶	۰,۷۴	۰,۷۵	۰,۷۴	۰,۷۴	۰,۷۲	۰,۸۳	C20:0

B0: ۱۰۰٪ روغن کلزای خام بدون آنتی‌اکسیدان
 B1: ۵٪ سیر + ۵٪ رزماری + صفر٪ برگ زیتون
 B2: ۱/۶۷٪ سیر + ۱/۶۷٪ رزماری + ۶/۶۶٪ برگ زیتون
 B3: ۶/۶۶٪ سیر + ۱/۶۷٪ رزماری + ۱/۶۷٪ برگ زیتون
 B4: صفر٪ سیر + ۱۰٪ رزماری + صفر٪ برگ زیتون
 B5: ۳/۳۳٪ سیر + ۳/۳۳٪ رزماری + ۳/۳۳٪ برگ زیتون
 B6: TBHQ ۰/۰/۱

جدول ۶- مقدار توکوفرول موجود در روغن کلزا و مخلوط‌های مختلف از آنها با اثر تیمار حرارتی 180°C به مدت یک ساعت

B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0*	پارامتر
۱۲۴	۱۷۲/۵	۲۵۲/۸۵	۱۶۰	۱۰۹/۹۹	۲۰۰/۱	۶۸/۱	توکوفرول α
۲۶۰	۲۰۴/۹	۳۲۹/۳۷	۲۴۰/۶	۱۸۰/۹۶	۳۰۰/۴	۱۰۴/۲	توکوفرول γ

*: مراجعه به جدول ۵

جدول ۷: مقدار پلی‌فنلها و زمان پایداری روغن کلزا قبل و بعد از تیمار حرارتی 180°C به مدت یک ساعت

تیمارها*	سیر	روزماری	زیتون	دوره القا (h)	پلی فنل قبل از حرارت (ppm)	پلی فنل بعد از حرارت (ppm)
A2	۵	۵	۰	۲۵/۷	۱۱۳/۲	۹۱/۷
A5	۱/۶۷	۱/۶۷	۶/۶۶	۱۹/۳	۵۳/۴	۴۳/۸
A6	۶/۶۶	۱/۶۷	۱/۶۷	۲۲/۵	۶۷	۳۹/۶
A8	۰	۱۰	۰	۲۲/۴	۱۷۵/۲	۱۳۰/۷
A10	۳/۳۳	۳/۳۳	۳/۳۳	۱۹/۸	۸۵/۹	۶۰/۱
A0	۰	۰	۰	۹/۲	۳۲	۱۵
A11	۰	۰	۰	۱۵	۹۹/۹	۳۹/۴

*: مراجعه به جدول ۱

نتیجه‌گیری:

اثبات خاصیت آنتی‌اکسیدانی سیر، رزماری و برگ زیتون در مطالعات مختلف و اینکه هر سه آنها به فراوانی در دنیا و از جمله در کشور ما کشت می‌شود و نیز با توجه به اهمیتی که روغن کلزا به دلیل دارا بودن میزان زیادی از اسیدهای چرب ضروری دارد می‌توان تیمار A2 (۵٪ سیر + ۵٪ رزماری + ۰٪ برگ زیتون) را به عنوان جایگزین TBHQ جهت حفظ کیفیت روغن کلزا پیشنهاد نمود.

نتایج حاصل از این تحقیق مشخص نمود که بعضی از مخلوط‌های آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی را می‌توان به عنوان جایگزین آنتی‌اکسیدان سنتزی TBHQ در روغن کلزا به کار برد و علاوه بر حذف آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی که در بافتها و اندامها تجمع یافته و احتمال دارد باعث ایجاد سرطان و تومور شوند پایداری حرارتی روغن را افزایش داد. با توجه به مطالعات انجام شده و

منابع مورد استفاده

- آزادمرد دمیرچی ص. ۱۳۸۸. روغن‌های خوراکی، ترکیبات، کنترل فرآیندها، مشکلات تصفیه و راه حل‌ها. انتشارات عمیدی تبریز.
- حامدی م، آزادمرد دمیرچی ص و صفافر ح. ۱۳۸۳. آثار تثبیت گرمایی بر کیفیت و میزان استحصال روغن زیتون. مجله علوم و صنایع غذایی ایران ص ۲۹-۳۵.
- زندى پ، احمدى ش و بانو ح . کاربرد آنتی‌اکسیدان‌ها در پایدار کردن روغن‌های نباتی ایران، مجموعه مقالات کنگره ملی نگهداری مواد غذایی، مهر ۱۳۶۶، دانشکده فنی، دانشگاه تهران، ص ۲۱۷-۲۳۱.
- Anwar F, Bhangar, MI and Yasmeen S. 2003. Antioxidant activity of some natural extracts in corn oil. In N. Muarata, M. Yamada and I. Nishida (Eds.), Advanced research of plant lipids. Proceeding of 15-ISPL, May 12-17, 2002, Okazaki, Japan (pp. 24-27). Netherlands: kluwer publishers.
- 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.
- Briante R, Patumi M, Terenziani S, Bismuto E, Febbraio F, and Nucci R 2002. *Olea uropaea* L. leaf extract and derivatives: Antioxidant properties. Journal of Agricultural and Food Chemistry 50: 4934-4940.
- Fathi-Achachlouei B and Azadmard-Damirchi S, 2009. Milk thistle seed oil constituents from different varieties grown in Iran. Journal of the American Oil Chemists' Society 86: 643- 649.
- Harris JC, Cottrell SL, Plummer S and lioyd D. 2001 Antimicrobial properties of *Allium sativum* (garlic). Applied microbiology and Biotechnology 57, 282-286.
- Hamilton RJ, kula C, Mcneill GP. 1998. Effect of tocopherols, ascorbyl palmitate, and lecithin on autoxidation of fish oil. Journal of the American Oil Chemists' Society 75: 813-23.
- Iqbal I, Bhangar, MI. 2007. Stabilization of sunflower oil by garlic extract during accelerated storage. Food Chemistry 100: 246-254.
- Kazuhisa Y. 2001. Oils and fats. Reito 76, 405-409.
- Laandrault N, Pouchert P, Ravel P, Gase F, Cros, G and Teissedro PL. 2001. Antioxidant activities and phenolic level of French wines from different varieties and vintages. Journal of Agricultural and Food Chemistry 49: 3341-3343.

- Navas P, Carrasquero-Duran A and Flores I. 2006. Effect of black tea, garlic and onion on corn oil stability and fatty acid composition under accelerated oxidation. *International Journal of Food Science and Technology* 41: 243–247
- Samotyja U, Małecka M. 2007. Effects of blackcurrant seeds and rosemary extracts on oxidative stability of bulk and emulsified lipid substrates, *Food Chemistry* 104: 317–323.
- Tabee E, Azadmard-Damirchi S, Jagerstad M and Dutta PC. 2008. Effects of α -Tocopherol on oxidative stability and phytosterol oxidation during heating in some regular and high-oleic vegetable oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 85: 857–867
- Willems P, Kuipers NJM and DeHaan AB. 2008. Hydraulic pressing of oilseeds: Experimental determination and modeling of yield and pressing rates. *Journal of Food Engineering* 89: 8-16
- Wu PF and Nawar WW. 1986. A technique for monitoring the quality of used frying oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 63: 1363-1367
- Yin M, Hwang S and Chan K. 2002. Nonenzymatic antioxidant activity of four organosulfur compounds derived from garlic. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50: 6143-6141.