ارزیابی تأثیر نوع روش استحصال روغن کنجد بر روی پروفایل اسیدچرب، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و پایداری اکسیداتیوآن

۱-سیدمهدی حسینی[۱*]، سیدحسین استیری[۲]، زهره دیدار[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران.

۲- مربی گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران.

۳-استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۰/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۲/۱۱

چکیده

پژوهش حاضر باهدف تعیین مطلوب‌ترین روغن کنجد و معرفی روش استحصال آن، با حداکثر پایداری اکسایشی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی انجام پذیرفت. بدین منظور برای نمونه روغن‌های کنجد پالایش‌شده، سنتی (آبی)، استخراج سرد (آزمایشگاهی) و پرس مغازه‌ای (مارپیچ)، ساختار اسیدچرب، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و پایداری اکسایشی مورد ارزیابی قرار گرفت. پس از انجام فرآیند روغن‌کشی از دانه کنجد قهوه‌ای، ترکیب اسیدهای چرب به روش کروماتوگرافی گازی، پایداری به‌وسیله دستگاه رنسیمت و تعیین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به کمک آزمون DPPH انجام شد. ارزیابی ساختار اسیدچرب روغن‌های کنجد پالایش‌شده، سنتی، استخراج سرد و پرس مغازه‌ای نشان داد که به ترتیب لینولئیک اسید با ۴۲/۲۸، ۴۰/۹۲، ۳۵/۷، ۳۵/۴۸ درصد و اولئیک اسید با ۴۰/۵۸، ۴۵/۰۹، ۴۹/۶۵، ۵۰/۰۲ درصد، دو اسیدچرب عمده بودند. نتایج بررسی پایداری اکسایشی بیانگر این است که به ترتیب روغن‌های استخراج سرد، پالایش‌شده، پرس مغازه‌ای و سنتی با ۲۰، ۱۷/۶، ۱۳/۵ و ۱۰/۰۱ ساعت، دارای بیشترین مقاومت در برابر اکسایش بوده‌اند و ترتیب پایداری روغن‌ها ازلحاظ ترکیب اسیدهای چرب همان ترتیب پایداری ازلحاظ فاکتور پایداری اکسایشی است. نتایج آزمون DPPH نشان داد که ترتیب روغن استخراج سرد با ۶۳/۹۱ و پالایش‌شده با ۵۹/۸ درصد ازلحاظ قدرت مهارکنندگی رادیکال آزاد با ترتیب آن‌ها ازلحاظ اثر پایدارکنندگی در آزمون رنسیمت و نیز ساختار اسیدچرب مشابه است، این در حالی است که نتایج به‌دست‌آمده دو نمونه روغن سنتی با ۴۷/۴۲ و پرس مغازه‌ای با ۳۹/۱۷ درصد، در تضاد با مطالب فوق‌الذکر است. به‌طورکلی و با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، روغن کنجد حاصل از روش استخراج سرد به‌عنوان مطلوب‌ترین روغن مشخص گردید، اما به علت شرایط بسیار سخت استخراج و دستگاه‌های موردنیاز که فقط آزمایشگاهی می‌باشند، و همچنین بازده بسیار پایین این روش و نیز با توجه به اینکه پس‌ازاین روغن، روغن پالایش‌شده دارای شرایط بهتری است، توصیه می‌شود افراد به‌جای استفاده از روغن‌های سنتی و به‌ویژه پرس مغازه‌ای، روغن پالایش‌شده را مصرف کنند.

واژه های کلیدی: اسیدچرب، پایداری اکسایشی، روغن کنجد، روغن‌کشی، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی.

*مسوول مکاتبات: **Smhosseini13677@gmail.com**

Archive of SID

www.SID.ir

۱- مقدمه

امروزه یکی از مواردی که کره زمین را در معرض خطر محیط زیستی قرار داده است، تولید بیش‌ازپیش آلاینده‌های شیمیایی مورداستفاده در کارخانه‌های تولیدکننده مواد مورداستفاده بشر است. یکی از برجسته‌ترین موارد این آلاینده‌های مخرب، کارخانه‌های تولیدکننده روغن‌های خوراکی است که با استفاده از حلال‌های شیمیایی، روغن مورداستفاده را استخراج می‌کنند (۲۲). از طرفی با توجه به بالا رفتن حساسیت مصرف‌کنندگان نسبت به مواد شیمیایی به‌کاررفته در مواد غذایی در چند سال اخیر، روغن‌های گیاهی که بدون نیاز به نگه‌دارنده‌های شیمیایی و فرآیندهای تصفیه با مواد شیمیایی قابلیت مصرف دارند، بسیار موردتوجه مصرف‌کنندگان قرارگرفته است (۲۲، ۲۷). در این میان‌روغن کنجد منحصربه‌فردترین روغن گیاهی محسوب می‌گردد (۲۲). دانه کنجد بانام علمی (Sesamum indicum. L) متعلق به خانواده Pedaliaceae یک منبع غنی از پروتئین و دارای ارزش غذایی زیادی است (۴، ۲۳). طبق آثار تاریخی موجود می‌توان اذعان داشت که دانه کنجد قدیمی‌ترین دانه روغنی است که روغن آن استخراج و مورداستفاده قرار می‌گرفته است (۲۲، ۲۳). روغن کنجد[1] از روغن‌های نیمه‌خشک و با مرغوبیت زیاد است و به‌موجب کیفیت عالی روغن که دارای بوی مطبوع و مزه خوبی است، این دانه را ملکه دانه‌های روغنی می‌نامند. (۱۱). میزان روغن دردانه کنجد در ارقام مختلف بین ۲۸ تا ۵۹ درصد است (۲۷،۲۳). روغن کنجد خام به دلیل وجود آنتی‌اکسیدان‌های ذاتی (سزامولین[3] و سزامین[4]) موجود در آن، مقاومت بسیار خوبی نسبت به اکسایش دارد (۴، ۱۱). دانه کنجد به‌طور میانگین حاوی ۴۵ تا ۵۰ درصد چربی و ۲۰ تا ۲۵ درصد پروتئین است. علاوه بر این حاوی ۵ درصد خاکستر و همچنین دارای میزان قابل‌توجهی فیبر (۱ تا ۱۲ درصد) و کربوهیدرات (۷ تا ۸ درصد) است (۲۲، ۲۷، ۴۳). دانه‌های کنجد دارای حدود ۱۷ درصد می باشند (۲۳). همچنین روغن کنجد ۲ درصد مواد غیر صابونی دارد (۲۲، ۲۷، ۳۸). این روغن گیاهی یکی از غنی‌ترین منابع فیتواسترول ها است (۲۲، ۲۳، ۳۸). فیتواسترولها[5] ساختاری مشابه با کلسترول[6] دارند. مصرف فیتواسترول ها می‌تواند کلسترول خون را کاهش دهد (۲۳، ۲۷). این نمونه روغن گیاهی ازنظر ویتامین E غنی، ولی ازنظر ویتامین A کمبود دارد (۱۲، ۱۳). استخراج روغن از دانه کنجد معمولاً از سه روش عمده شامل استخراج با حلال، استخراج با فشار و روش سنتی (استخراج با آب) استفاده می‌گردد (۲۲، ۲۷). البته در شرایط کنونی عصر حاضر علاوه بر سه روش عنوان‌شده، استخراج روغن به روش پرس مغازه‌ای (مارپیچ) نیز بسیار متداول و رایج شده است، چنانکه در تعدادی از فروشگاه‌های سطح شهر دستگاه‌های روغن‌گیری نه‌چندان بزرگی دیده می‌شود که با آن در مقابل مشتری روغن دانه‌هایی چون کنجد و سیاه‌دانه را می‌گیرند و با این شعار که روغن در حضور خریدار استخراج می‌شود و بدون مواد نگه‌دارنده و هرگونه افزودنی دیگر است، به مشتری عرضه می‌شود. در شرکت‌های پروانه دار و تحت نظارت نهادهای نظارتی (بهداشت و استاندارد) تمامی این مراحل مورد بازرسی و نظارت قرار دارد. اما در هنگام تولید با روش پرس‌های مغازه‌ای به‌هیچ‌وجه نظارت بهداشتی و استاندارد وجود ندارد و روغن‌های مایع استحصال‌شده از آن‌ها با روش سرد و مغازه‌ای قابلیت فسادپذیری بالایی دارد. روغن‌های استحصال مغازه‌ای، روغنی خام و تصفیه نشده است. روغن خام حاوی صمغ، موم، ذرات ریز جداشده از گیاه، اسیدهای چرب آزاد، ترکیبات فلزی، باقی‌مانده سموم نباتی و ترکیبات زائد دیگری است. وجود این مواد برای مصرف‌کننده مضر بوده و در اثر ماندگاری و مجاورت با هوا، نور، حرارت و رطوبت محیط دچار فعل‌وانفعالات میکروبی و شیمیایی مختلفی شده و بدون شک براثر هیدرولیز و اکسیداسیون فاسد و مسموم می‌گردد (۱۵، ۱۷، ۳۴). در تحقیقی برجیان بروجنی و همکاران (۱۳۹۲)

[1] Sesame Oil
[2] Antioxidant
[3] Sesamolin
[4] Sesamin
[5] Phytosterol
[6] Cholestero

Archive of SID

www.SID.ir

بهینه‌سازی فرآیند برشته کردن دانه کنجد جهت تولید روغن باکیفیت بهتر را انجام دادند. هدف از این پژوهش بررسی شرایط برشته کردن کنجد ازلحاظ دما و زمان با استفاده از روش سطح پاسخ به‌منظور دستیابی به بالاترین درجه مقاومت اکسیداتیو و بهترین رنگ‌روغن کنجد برشته‌شده بود. نتایج تحقیق بیانگر این امر بود که فاکتور دما بیش از فاکتور زمان در تغییرات مقاومت اکسیداتیو و رنگ‌روغن کنجد در طی برشته کردن مؤثر بود (۸). در پژوهشی توکلی و همکاران (۱۳۹۱) قدرت آنتی‌اکسیدانی پوست کلخونگ[1] با روغن‌های پوست بنه و کنجد را که به‌عنوان روغن‌هایی باقدرت آنتی‌اکسیدانی بالا شناخته‌شده هستند، مقایسه نمودند. نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که بین میزان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی روغن‌های موردمطالعه و قدرت آنتی‌اکسیدانی آن‌ها رابطه مستقیم وجود دارد (۵). جنت و همکاران (۲۰۱۰) تأثیر شرایط برشته نمودن را بر روی خواص آنتی‌اکسیدانی و کل محتوای ترکیبات فنلی ۸ رقم کنجد ایرانی بررسی نمودند. نتایج این تحقیق نشان‌دهنده این مسئله بود که خاصیت آنتی‌اکسیدانی و میزان کل ترکیبات فنلی با افزایش دمای برشته نمودن به‌طور فراوان تا دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد پایه افزایش می‌یابد (۳۵). بورچانی[2] و همکاران (۲۰۱۰) خصوصیات شیمیایی و پایداری اکسیداتیو را در روغن‌های دانه و پوره کنجد و روغن زیتون موردبررسی قراردادند و به این نتیجه دست پیدا کردند که پایداری روغن کنجد نسبت به اکسیدشدن بیشتر از روغن پوره کنجد و روغن‌زیتون است (۳۲). در پژوهشی ناگ[3] و همکاران (۱۹۹۹) به این نتیجه دست پیدا کردند که فرایند پوست‌گیری از دانه کنجد نه‌تنها سبب افزایش مقدار روغن موجود دردانه شد، بلکه کیفیت رنگ‌روغن حاصل نیز در مقایسه با شرایطی که روغن از دانه کامل استخراج گردید، بهتر بود. اما روغن استخراج‌شده از دانه‌های کنجد پوست‌گیری شده پایداری اکسیداتیو کمتری را (باروش رنسیمت[4]) نشان داد (۴۰). کویزومی[5] و همکاران (۱۹۹۶) در تحقیقی با عنوان بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی دانه‌های روغنی ایجادشده به‌وسیله فرآیند برشته کردن دانه روغنی کنجد، ارتباط میان برشته کردن دانه‌های کنجد و فعالیت آنتی‌اکسیدانی را بررسی کردند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که تشکیل ترکیباتی که فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالایی داشته و پایداری روغن کنجد برشته‌شده را افزایش می‌دهد، در درجه اول به دمای فرایند بستگی دارد (۳۷).

با توجه به اهمیت مطالب مذکور و نیاز کشورمان جهت تولید روغن‌های گیاهی جدید، تأثیرگذاری نوع روش روغن‌کشی بر روی کیفیت روغن و کنجاله حاصل از آن و نیز کمبود مطالعات انجام‌شده درزمینه روش‌های متفاوت استخراج روغن کنجد که منجر به تولید مرغوب‌ترین روغن می‌گردند، این پژوهش باهدف تعیین مطلوب‌ترین نمونه روغن کنجد و معرفی روش استحصال آن درنتیجه ارزیابی سه پارامتر اسیدچرب، پایداری اکسایشی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی انجام پذیرفت.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد اولیه: دانه کنجد خام قهوه‌ای مورد مطالعه و ارزیابی از شرکت پنبه و دانه‌های روغنی خراسان تهیه گردید.

۲-۲- استخراج روغن با استفاده از روش‌های متفاوت :دانه‌های کنجد تهیه‌شده با بکارگیری هر یک از روش‌های استخراج سرد، پرس مغازه‌ای، سنتی و استخراج با حلال‌های آلی روغن‌گیری شدند.

استخراج سرد: دانه‌های کامل در این روش بعد از بوجاری شدن، به کمک آسیاب آزمایشگاهی مدل Depose، ساخت شرکت Moulinex فرانسه خردشده و سپس با نسبت ۳ به ۱ (سه قسمت حلال هگزان، یک قسمت دانه) در داخل ارلن ریخته شده و بر روی دستگاه هم زن مغناطیسی AGE مدل Velp ساخت اروپا، به مدت ۲۴ ساعت و در

[1] Pistacia Khinjuk
[2] Borchani
[3] Nagg
[4] Rancimat
[5] Koizumi

Archive of SID

www.SID.ir

دمای محیط در تاریکی قرار داده شد تا روغن استحصال گردد. روغن حاصل از این روش به‌وسیله کاغذ صافی Machery-Nagel ۹۰میلی‌متر، صاف و جهت تکمیل صاف کردن روغن از دستگاه سانتریفوژ Thermo مدل pk110 آلمان با ۴۰۰۰دور در دقیقه استفاده گردید. بعد از اتمام فرآیند صاف کردن، روغن درون دستگاه روتاری Heidolph مدل Laborota4000 آلمان (تقطیر در خلأ) در دمای ۴۰درجه سانتی‌گراد حلال زدایی گردید. استخراج با حلال‌های آلی: دانه کنجد کامل پس از بوجاری و آماده‌سازی اولیه به‌وسیله دستگاه پرس[1]و سپس با استفاده از حلال هگزان[2]در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد روغن‌کشی شده و روغن حاصل تحت فرآیند تصفیه کامل قرار خواهد گرفت. به‌طورکلی فرایند تصفیه روغن شامل مراحل زیر است: ۱- صمغ‌گیری. ۲- خنثی‌سازی. ۳- بی‌رنگ کردن. ۴- بی‌بو کردن. ۵- زمستانه کردن (۲۳)، (روغن کنجد پالایش‌شده شرکت پنبه و دانه‌های روغنی خراسان، مبنای مطالعات و ارزیابی‌های نمونه روغن پالایش‌شده قرار گرفت). سنتی (استخراج با آب): در این روش دانه کنجد پوست‌گیری شده و سپس اندکی برشته می‌گردد. سپس جهت استخراج با آب باید دانه‌های کنجد را آسیاب کرده و به ارده تبدیل نمود، از همین رو به روغن حاصله روغن ارده هم اطلاق می‌شود. به‌طورکلی مراحل استخراج روغن کنجد به روش سنتی در ایران به شرح زیر است: ۱- بوجاری و خیساندن دانه‌ها. ۲- پوست‌گیری. ۳- برشته کردن. ۴- استخراج روغن کنجد با آب (۲۲). پرس مغازه‌ای (مارپیچ): دانه کنجد کامل بدون اجرای مرحله بوجاری، توسط دستگاه پرس مارپیچ در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد روغن‌کشی و جهت ته‌نشین شدن ناخالصی‌ها، روغن در ظروف نگه‌داری شده تا باگذشت زمان ناخالصی‌ها ته‌نشین گردد.

[1] Press
[2] Hexane

۳-۲- آزمون‌های شیمیایی

پایداری اکسایشی: جهت اندازه‌گیری مقاومت حرارتی نمونه‌ها از دستگاه رنسیمت مدل ۷۴۳، ساخت شرکت Metrohm سوئیس در دمای ۱۱۰^0C، جریان هوای ۲۰L/h و میزان ۳g از نمونه روغن‌های موردمطالعه، استفاده شد (روش‌های آزمون مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۳۷۳۴) (۸).

ساختار اسیدچرب: برای تهیه متیل استرهای اسیدهای چرب نمونه‌ها از استاندارد ملی ایران به شماره ۲-۱۳۱۲۶ (تهیه متیل استرهای اسیدچرب) استفاده گردید. از دستگاه گاز کروماتوگراف گاز-مایع Agilent-Technologies مدل 7890A آمریکا، مجهز به آشکارساز یونی شعله‌ای برای آنالیز اسیدهای چرب نمونه‌ها استفاده شد. شرایط کروماتوگرافی مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۱۳۱۲۶ (اندازه‌گیری با کروماتوگرافی مدرن متیل استرهای اسیدهای چرب) بود (۶، ۷).

اندازه‌گیری فعالیت مهارکنندگی رادیکال آزاد (DPPH[3])

در این روش به‌عنوان ترکیب رادیکالی پایدار از معرف(DPPH) که در یک محلول متانولی با آنتی‌اکسیدان واکنش می‌دهد، استفاده شد. بدین‌صورت که ۱ میلی‌لیتر از غلظت نمونه روغن موردمطالعه با ۱ میلی‌لیتر محلول ۹۰ میکرومتر (DPPH) محلول در متانول مخلوط شده و حجم نهایی از ۴ میلی‌لیتر متانول تشکیل گردید. مخلوط به‌خوبی تکان داده شد. بعد از ۶۰ دقیقه تاریک گذاری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، میزان جذب نوری نمونه در طول‌موج ۵۱۷ نانومتر قرائت شد. از متانول به‌عنوان شاهد استفاده خواهد شد. درصد مهار رادیکال‌های آزاد (DPPH) با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

درصد مهار رادیکال آزاد = (ABlank - ASample ÷ ABlank) ×100

در این رابطه ASample و ABlank به ترتیب جذب کنترل و جذب نمونه است.

[3] 2,2-Diphenil-1-Picril hidrazyl

Archive of SID

www.SID.ir

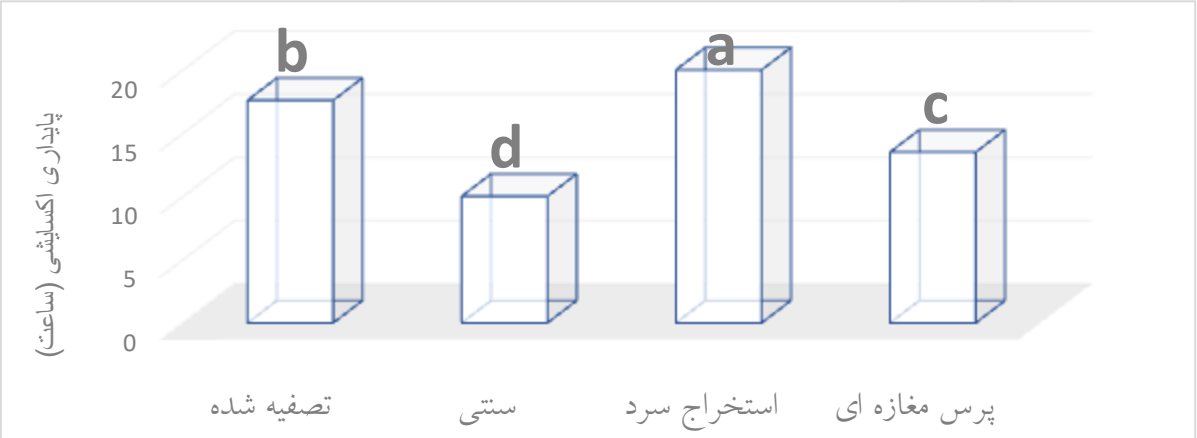
۴-۲- آنالیز آماری

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی و با چهار تکرار اجرایی گردید. جهت آنالیز آماری نتایج از نرم‌افزار SPSS استفاده شد. همچنین جهت تعیین وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین هر یک از فاکتورهای اندازه‌گیری شده در چهار روش موردمطالعه از آزمون LSD در سطح آماری ۵ درصد (سطح اطمینان ۹۵ درصد) و ۱ درصد (سطح اطمینان ۹۹ درصد) استفاده گردید. رسم نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار Microsoft Excel انجام شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ارزیابی شاخص پایداری اکسایشی نمونه روغن‌های کنجد پالایش‌شده، استخراج سرد، سنتی و پرس مغازه‌ای

مقاومت روغن‌ها و چربی‌های خوراکی به‌تندی اکسایشی و افت کیفی ناشی از آن به‌عنوان پایداری اکسایشی شناخته می‌شود. رنسیمت دستگاهی برای اندازه‌گیری شاخص پایداری اکسایشی (۲۰)، بر اساس محصولات ثانویه حاصل از اکسیداسیون روغن‌ها و چربی‌ها است (۲۵).



شکل ۱- پایداری اکسایشی نمونه روغن‌های کنجد تصفیه‌شده، استخراج سرد، سنتی و پرس مغازه‌ای در دمای ۱۱۰ درجه سانتی گراد.

در استاندارد ملی ایران به شماره ۹۱۳۱ (۹)، کمینه مقدار مجاز پایداری اکسایشی عنوان‌شده برای روغن‌های خوراکی مصرف خانوار برابر با ۱۵ ساعت عنوان‌شده است. روش استحصال روغن باعث تفاوت در میزان پایداری اکسایشی روغن کنجد گردید ($P<0/01$). با توجه به شکل (۱) می‌توان عنوان نمود که میزان پایداری روغن‌های کنجد پالایش‌شده و استخراج سرد با استاندارد ملی ایران مطابقت دارد. این در حالی است که میزان پایداری نمونه روغن‌های سنتی و پرس مغازه‌ای از حد مجاز مشخص‌شده در استاندارد ملی ایران پایین‌تر است. با در نظر گرفتن این موضوع که سرعت اکسایش اسیدهای چرب آزاد، بیشتر از اسیدهای چرب شرکت‌کننده در ساختار تری گلیسیریدها است، بنابراین می‌توان گفت هرچه میزان اسیدهای چرب آزاد کمتر باشد؛ میزان اندیس اسیدی بیشتر کاهش پیداکرده و درنتیجه روغن از پایداری بالاتری برخوردار خواهد شد (۳). بنابراین با توجه به مطالب عنوان‌شده و برخلاف انتظار ما، پایداری اکسایشی روغن پالایش‌شده علی‌رغم برخورداری از میزان کمتری از اسیدهای چرب آزاد (۰/۰۳ درصد)، نسبت به نمونه روغن استخراج سرد (۰/۳ درصد)، پایین‌تر است. این پدیده احتمالاً به این دلیل است که در طی فرآیند تصفیه سازی روغن و در مرحله بوگیری، بخشی از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی از روغن خارج می‌شود و افزودن آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی همچون TBHQ[1] به روغن، بازهم به‌طور کامل جبران آنتی‌اکسیدان‌های حذف‌شده را نخواهد کرد و درنتیجه علی‌رغم برخورداری از میزان کمتری از اسیدهای چرب آزاد، مقاومت پایین‌تری را نسبت به اکسایش نشان داد (۲۳). این در حالی است که روغن

[1] Tertiary Butyl Hydro Quinone

Archive

www.SID.ir

استخراج سرد علاوه بر دربر گرفتن میزان بیشتری از اسیدهای چرب آزاد، آنتی‌اکسیدان طبیعی بیشتری را در خود حفظ کرده و پایداری قابل قبولی را از خود نشان داد. محمدی و همکاران (۱۳۹۳) نیز در پژوهش خود به این نکته اشاره‌کرده‌اند که روغن کنجد خام به‌دست‌آمده از پرس سرد نسبت به روغن کنجد تصفیه‌شده، به دلیل مقدار بالاتر آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی پایدارتر است که دلیلی بر تأیید نتیجه پژوهش است (۲۴). روغن پرس مغازه‌ای پایداری اکسایشی بالاتری را نسبت به روغن سنتی نشان داد. وجود مواد ضد اکسیداسیون طبیعی نظیر گاما-توکوفرول[1] در پوست دانه می‌تواند سبب پایداری روغن استخراج‌شده از دانه کنجد کامل گردد (۲۳). بنابراین با توجه به این موضوع که درروش پرس مغازه‌ای برخلاف روش سنتی مرحله پوست‌گیری اجرایی نمی‌شود، نتایج حاصل‌شده از این پژوهش قابل‌قبول است. در پژوهشی ناگ و همکاران (۱۹۹۹) به این نتیجه دست پیدا کردند که فرایند پوست‌گیری از دانه کنجد نه‌تنها سبب افزایش مقدار روغن موجود دردانه شد، بلکه کیفیت رنگ‌روغن حاصل نیز در مقایسه با شرایطی که روغن از دانه کامل استخراج گردید، بهتر بود. اما روغن استخراج‌شده از دانه‌های کنجد پوست‌گیری شده پایداری اکسایشی کمتری را (با روش رنسیمت) نشان داد (۴۰) که ، تأییدی بر نتیجه پژوهش حاضر نیز است. علاوه بر این نتایج حاصل از پژوهش جنت و همکاران (۲۰۱۰) (۳۵)، شهیدی و همکاران (۱۹۹۷) (۴۲)، ابوگابریا[2] و همکاران (۲۰۰۰) (۳۰) و کمال_الدین و اپلکوست[3](۱۹۹۵) (۳۸) مؤید این بخش از نتایج پژوهش حاضر است. شایان‌ذکر است درروش سنتی دانه های کنجد در طی فرآیند برشته کردن تحت تاثیر دمای بالایی قرار می گیرند. این موضوع نیز می تواند باعث کاهش پایداری اکسایشی روغن سنتی نسبت به روغن پرس مغازه ای شود (۲).، زیرا مقاومت حرارتی آنتی‌اکسیدان‌ها بر میزان کار آیی و کاربرد آن‌ها در محیط تأثیرگذار است. روند واکنش‌های اکسایشی چربی‌ها به دوره القای آنتی‌اکسیدان موجود در سیستم بستگی دارد که تا چه مدت بتواند ۹۰ درصد کار آیی خود را حفظ کند. با افزایش دما دوره القا به‌صورت لگاریتمی کاهش پیدا می‌کند (۲۹).

۲-۳- ارزیابی شاخص DPPH نمونه روغن‌های کنجد پالایش‌شده، استخراج سرد، سنتی و پرس مغازه‌ای.

نقش و اثرات سودمند آنتی‌اکسیدان‌ها در مقابل بسیاری از بیماری‌های انسانی و فساد مواد غذایی که ناشی از فساد اکسایشی است، در طی سال‌های اخیر توجهات زیادی را به خود جلب کرده است. دراین‌بین آنتی‌اکسیدان‌هایی که مهارکننده رادیکال آزاد می‌باشند، نسبت به سایر آنتی‌اکسیدان‌ها، اهمیت بیشتری داشته و بررسی ظرفیت مهارکنندگی آن‌ها موضوع بسیاری از تحقیقات و بحث‌های علمی است (۱۰).

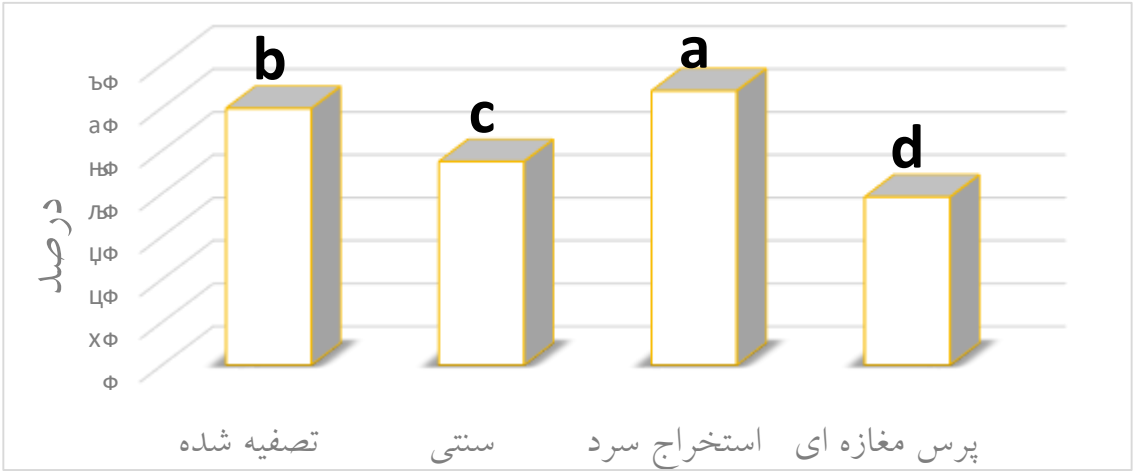
[1] Gamma-Tocopherol

[2] Abou-Gharbia

[3] Kamel-eldin, A. and Appelqvist

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲. درصد گیرندگی رادیکال آزاد (DPPH) نمونه روغن‌های کنجد تصفیه‌شده، استخراج سرد، سنتی و پرس مغازه‌ای.

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی روغن‌های پالایش‌شده، استخراج سرد، سنتی و پرس مغازه‌ای باهم اختلاف معنی‌داری را نشان دادند ($P<0/01$). نتایج عنوان‌شده در شکل (۲) نشان داد که بیشترین میزان شاخص DPPH، مربوط به نمونه روغن استخراج سرد و پس‌ازآن، روغن پالایش‌شده قرار داشت. همان‌طور که نتایج حاصل از ارزیابی دو شاخص DPPH و رنسیمت نمونه روغن‌های پالایش‌شده و استخراج سرد نشان داد، ترتیب روغن‌ها ازلحاظ قدرت مهارکنندگی رادیکال آزاد با ترتیب آن‌ها ازلحاظ اثر پایدارکنندگی در آزمون رنسیمت مشابه بود و روغنی که بیشترین قدرت مهارکنندگی رادیکال آزاد را داشته باشد؛ حائز بیشترین اثر پایدارکنندگی در آزمون رنسیمت نیز است. بنابراین به نظر می‌رسد اثر پایدارکنندگی روغن‌ها در آزمون رنسیمت از مکانیسم مهار کردن رادیکال‌های آزاد و پایان دادن به واکنش‌های مخرب زنجیره‌ای رادیکالی تبعیت می‌نماید. این در حالی است که نتایج به‌دست‌آمده درزمینه بررسی فاکتورهای DPPH و رنسیمت دو نمونه روغن سنتی و پرس مغازه‌ای در تضاد با مطالب فوق‌الذکر است، به‌نحوی‌که در ارتباط با شاخص رنسیمت؛ روغن پرس مغازه‌ای مقاوم‌تر از نمونه روغن سنتی و در ارتباط با DPHH، برعکس نمونه روغن سنتی قدرت مهارکنندگی آنتی‌اکسیدانی بالاتری را نسبت به روغن پرس مغازه‌ای دربر گرفته بود. در توجیه این نتیجه به‌دست‌آمده می‌توان عنوان نمود که فعالیت ضد اکسیدانی روغن کنجد برشته بیشتر از روغن کنجد غیر برشته است (۲۳)، چراکه خصوصیت آنتی‌اکسیدانی دانه کنجد برشته‌شده در اثر تولید آنتی‌اکسیدان‌های جدید مانند فرآورده‌های حاصل از واکنش میلارد؛ حفظ‌شده و یا حتی افزایش نیز خواهد یافت (۱) و تشکیل ترکیباتی که فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالایی داشته همچون سزامینول (پیش ساز آنتی‌اکسیدانی) و سزامول که ترجیحاً به‌عنوان گیرنده‌های رادیکالی عمل می‌کنند و درنتیجه فرآیند تجزیه توکوفرول را کاهش می‌دهند (۲۵)، در درجه اول به دمای فرآیند بستگی دارد (۳۷). عبدالشاهی و همکاران (۱۸) در تحقیق خود به این نکته اشاره‌کرده‌اند که هرچه تعداد پیوندهای دوگانه در اسیدچرب بیشتر باشد، لذا حمل رادیکال‌های آزاد با سهولت بیشتری صورت می‌گیرد که این نکته خود دلیلی دیگر مبنی بر چرایی بالاتر بودن قدرت آنتی‌اکسیدانی نمونه روغن سنتی نسبت به نمونه روغن پرس مغازه‌ای و تأیید نمودن نتیجه تحقیق است، چراکه روغن سنتی از اسید لینولئیک بالاتری نسبت به روغن پرس مغازه‌ای برخوردار بود. نتایج حاصل از پژوهش کویزومی و همکاران (۱۹۹۶) (۳۷) و کوچهار[1] و همکاران (۲۰۰۰) (۳۶) مؤید نتیجه به‌دست‌آمده در ارتباط با شاخص DPPH نمونه روغن‌های سنتی و پرس مغازه‌ای پژوهش حاضر است.

[1] Kochhar

Archive of SID

www.SID.ir

۳-۳- بررسی ساختار اسیدهای چرب نمونه روغن‌های کنجد پالایش‌شده، استخراج سرد، سنتی و پرس مغازه‌ای.

شناسایی ساختار اسیدهای چرب تشکیل‌دهنده تری گلیسیریدها ازجمله شاخص‌های مهمی است که می‌تواند در بررسی کیفیت، پایداری اکسایشی، خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و ارزش تغذیه‌ای روغن مطرح باشد (۵). تفاوت ساختاری اسیدهای چرب که از تفاوت در طول زنجیره، درجه غیراشباعی و محل قرارگیری پیوندهای دوگانه و شکل فضایی ایزومرهای ناشی از آن حاصل می‌گردد، احتمالاً سرعت اکسیداسیون آن‌ها را تحت تأثیر قرار دهد (۲۵). محققان گزارش کرده‌اند که دمای پایین باعث افزایش اولئیک اسید و دمای بالا باعث افزایش میزان پالمتیک و لینولئیک اسید می‌گردد (۲۶). در دماهای پایین اکسیداسیون اسیدهای چرب بیشتر مربوط به واکنش‌های تولید هیدروپراکسیدها است که در این حالت ترکیبات غیراشباع کاهش پیدا نمی‌کند. ولی در دماهای بالای اکسیداسیون، میزان زیادی از پیوندهای دوگانه اشباع می‌شوند (۲۵). روغن‌هایی که دارای تعداد بیشتری پیوند دوگانه یا چندگانه هستند، در شرایط یکسان سریع‌تر اکسیدشده و نسبت به فساد اکسیژنی حساس‌تر هستند (۱۹). به همین دلیل پایداری روغن‌ها در برابر اکسیداسیون در دماهای بالا اهمیت زیادی دارد (۲۵). پایداری اکسیداتیو نمونه روغن را می تون به‌وسیله تغییر ترکیب اسیدهای چرب روغن و یا افزودن آنتی‌اکسیدان‌ها به آن بهبود داد (۲۴). درنتیجه ازجمله عوامل مؤثر بر سرعت و میزان اکسیداسیون می‌توان به درجه غیراشباعت اسیدچرب اشاره کرد. اسیدهای چرب چند غیراشباع به علت حضور پیوندهای دوگانه بیشتر نسبت به تک اشباع و اسیدهای چرب تک اشباع نسبت به اسیدهای چرب اشباع سریع‌تر اکسید می‌شوند (۲۸). ذکر این نکته بسیار حائز اهمیت است که در تعیین پایداری یک نمونه روغن نمی‌توان فقط به وجود یک نوع اسیدچرب بسنده کرد، و باید مجموع و ترکیب کامل اسیدهای چرب را در نظر گرفت (۱۹). در بررسی یک روغن باید سه عامل را مدنظر داشته باشیم: PUFA[1]، MUFA[2]، SFA[3]. این سه عامل در بررسی روغن حائز اهمیت است تا به این موضوع پی ببریم که چقدر از این روغن اشباع است، چه میزان از آن تک غیراشباع و چقدر از آن چند غیراشباع. زمانی که درصد ایده آل یک روغن را بررسی می‌کنیم نسبت PUFA به SFA (Se=PUFA/SFA) است که حائز اهمیت است. شاخص PUFA، اسید لینولئیک؛ شاخص MUFA، اولئیک اسید و شاخص اسیدچرب اشباع یا SFA، پالمتیک اسید است (۱۸). درنتیجه زمانی که می‌خواهیم درصد ایده آل یک نمونه روغن را محاسبه کنیم، باید شاخص Se را محاسبه کنیم (۱۹). یعنی مبنای کاربر پایه دو اسیدچرب اشباع پالمتیک اسید و اسیدچرب غیراشباع لینولئیک اسید است. درنتیجه می‌توان عنوان نمود که با به دست آوردن میزان شاخص Se، در ارتباط با پایداری یک نمونه روغن می‌توان به نتایج قابل استناد و مطمئنی دست پیدا کرد، چراکه شاخص پلی-ان (شاخص Se)، به‌عنوان معیاری از میزان چندغیراشباعیت نمونه روغن‌ها مورداستفاده قرار می‌گیرد و بالطبع حاکی از میزان تمایل روغن به انجام واکنش‌های خوداکسایشی است (۲۱، ۲۴، ۲۵).

[1] Poly Unsturated Fatty Acid
[2] Mono Unsturated Fatty Acid
[3] Saturated Fatty Acid

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- ساختار اسیدهای چرب روغن کنجد و شاخص پلی-ان (Se) روغن‌های کنجد پالایش‌شده، استخراج سرد، سنتی و پرس مغازه‌ای.

نمونه روغن‌های کنجد	نوع اسیدچرب				شاخص Se
	c۱۸:۲ (اسید لینولئیک)	c۱۸:۱ (اسید اولئیک)	c۱۸:۰ (اسید استئاریک)	c۱۶:۰ (اسید پالمیتیک)	
پالایش‌شده	۴۲/۲۸	۴۰/۵۸	۵/۳	۱۰/۸۳	۳/۹۰۳
استخراج سرد	۳۵/۷	۴۹/۶۵	۵/۵	۹/۱۵	۳/۹۰۱
سنتی	۴۰/۹۲	۴۵/۰۹	۴/۹۹	۹/۰۱	۴/۵
پرس مغازه‌ای	۳۵/۴۸	۵۰/۰۲	۵/۲۸	۸/۸۶	۴

ساختار اسیدهای چرب نمونه روغن‌های کنجد مختلف، باهم اختلاف معنی‌داری داشتند (P‹0/01). پروفایل اسیدهای چرب نمونه روغن‌های کنجد مختلف و شاخص پلی-ان مربوط به هریک در جدول (۱) نشان داده‌شده است. همان‌طور که در جدول نشان داده‌شده است، نمونه روغن‌های کنجد با تفاوت معنی‌دار در درصد اسیدپالمیتیک[1] اسیداستئاریک[2] اسیداولئیک[3] و اسیدلینولئیک[4] متمایز شدند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از فرآیند تجزیه اسیدهای چرب توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC): اسیدهای چرب عمده در چهار نمونه روغن کنجد مشاهده گردید. اولئیک اسید با ۵۰/۰۲ و لینولئیک اسید با ۴۲/۲۸ درصد، عمده‌ترین اسیدهای چرب شناخته‌شده نمونه روغن‌های کنجد بودند. وجود مقادیر زیاد اولئیک اسید که در مقابل اکسیداسیون به‌مراتب مقاوم‌تر از اسیدهای چرب چند پیوند غیراشباع (مانند لینولنیک و لینولئیک اسید) است، سبب پایداری خوب روغن در برابر حرارت می‌شود (۲۵، ۲۶). سایر اسیدهای چرب شناسایی‌شده شامل پالمتیک اسید و استئاریک اسید بودند. به دنبال محاسبه شاخص پلی-ان و توجه نمودن به مجموع درصد اسیدهای چرب اشباع و اسیدهای چرب چند غیراشباع و تک غیراشباع برای نمونه روغن‌های متفاوت، نتایج به‌دست‌آمده درزمینه پایداری نمونه روغن‌ها ازلحاظ میزان اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع با نتایج به‌دست‌آمده از شاخص رنسیمت تبعیت کرده و ترتیب پایداری نمونه روغن‌ها ازلحاظ ترکیب اسیدهای چرب (به ترتیب افزایش پایداری؛ استخراج سرد، پالایش‌شده، پرس مغازه‌ای و سنتی)، همان ترتیب پایداری نمونه‌ها در شاخص رنسیمت بود. علاوه بر این نتایج حاصل از محاسبه شاخص Se بیانگر این مطلب است که، هرچه میزان تفاوت در شاخص Se به‌دست‌آمده از نمونه روغن‌ها کمتر باشد، میزان تفاوت در ساعات پایداری نمونه روغن‌های موردمطالعه نیز پایین‌تر و هرچه میزان تفاوت Se بیشتر؛ میزان تفاوت ساعات پایداری نمونه روغن‌ها بالاتر است که بازهم بیانگر اهمیت بالای میزان و ساختار ترکیب اسیدهای چرب درزمینه پایداری روغن خواهد بود. در پژوهشی که محمدی و همکاران (۲۴) انجام دادند، به این نتیجه دست پیدا کردند که پایداری مخلوط روغن‌های کانولا و آفتاب‌گردان با درصد اولئیک اسید به‌صورت خطی، مستقیم و قوی و با درصد اسیدلینولئیک به‌صورت قوی و معکوس دارای ارتباط است. این نتیجه با نتایج حاصل از این بخش تحقیق موردمطالعه مطابقت و همخوانی دارد. علاوه بر این نتایج تحقیقات عسکری و همکاران (۱۳۹۶) (۱۹)، فرهوش و همکاران (۱۳۹۰) (۲۱)، موریا[5] و همکاران (۲۰۰۰) (۳۹) و پارسرسیا[6] (۱۹۹۵) (۴۱) مؤید این بخش از نتایج تحقیق حاضر است.

[1] Palmitic Acid
[2] Stearic Acid
[3] Oleic Acid
[4] Linoleic Acid
[5] Moria
[6] Parcerisa

Archive of SID

www.SID.ir

۴- نتیجه‌گیری

هدف از پژوهش حاضر تعیین مرغوب‌ترین نوع روغن کنجد بود. این موضوع در شرایط کنونی عصر حاضر بسیار حائز اهمیت است، چراکه امروزه مردم به این باور رسیده‌اند که روغن‌های سنتی و به‌طور ویژه پرس مغازه‌ای، روغنی بسیار مطلوب و خالص است؛ حال‌آنکه با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش خلاف این موضوع به اثبات رسیده است. روغن استخراج سرد نسبت به سایر روغن‌های دیگر، بهترین نتایج را ازنظر ساختار اسیدچرب، شاخص پایداری اکسایشی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به خود اختصاص داده بود. باوجوداینکه در این پژوهش روغن استخراج سرد به‌منزله مناسب‌ترین روغن مورد تأیید قرار گرفت، اما شرایط بسیار سخت استخراج و دستگاه‌های موردنیاز در این روش که فقط آزمایشگاهی می‌باشند و همچنین بازده بسیار پایین این روش و نیز با توجه به اینکه پس‌ازاین روغن، روغن پالایش‌شده در ارتباط با فاکتورهای موردمطالعه دارای شرایط بهتری است، توصیه می‌گردد افراد به‌جای استفاده از روغن‌های سنتی و به‌ویژه پر س مغازه‌ای، روغن پالایش‌شده را استفاده کنند، چنان‌که رستمی و همکاران (۱۳۹۲) در پژوهش خود بر روی روغن کنجد عنوان نمودند که می‌توان با بکارگیری تمهیداتی از قبیل کمتر کردن دمای حلال و در کل فرآیند و با توجه به اینکه میزان راندمان درروش پالایش‌شده، بیشتر از روش‌های پرس سرد است، می‌توان روش پالایش‌شده را جایگزین روش‌های استخراج سرد معمول نمود (۱۴). درروش پرس مغازه‌ای فرآیندهای بوجاری، پوست‌گیری و برشته کردن دانه‌ها جایی نداشته که این خود در بحث تمیزی و نیز باقی ماندن عناصر ضد تغذیه‌ای در روغن حاصله تأثیرگذار است. علاوه بر این به علت وجود مواردی از قبیل قابلیت فسادپذیری بالا، حضور ترکیبات زائد، دمای بالا، عدم رعایت نمودن ضوابط بهداشتی درزمینهٔ شست‌وشوی دستگاه، محل روغن‌گیری، ظروف و شرایط نگهداری روغن‌های استحصال‌شده، مخلوط نمودن نمونه روغن‌های استخراج‌شده از بازه‌های زمانی متفاوت و ..در روغن حاصل از روش پرس مغازه‌ای، مصرف روغن سنتی توصیه می‌گردد. تحقیق حاضر اولین پژوهش در زمینه ارزیابی تأثیر انواع روش‌های استحصال بر خصوصیات شیمیایی روغن کنجداست. امید است که در آینده تحقیقات گسترده‌تری با توجه به اهمیت روغن کنجد اجرایی گردد تا بتوان به نتایج مطمئن‌تری در ارتباط با انتخاب مطلوب‌ترین نوع روغن و حذف روغن‌های نامطلوب رایج در جامعه، بخصوص روغن پرس مغازه‌ای که امروزه جایگاه منحصربه‌فردی را در رژیم غذایی روزانه افراد به دست آورده است، تکیه کرد.

۵- سپاسگزاری

این پژوهش حاصل بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد است که با حمایت شرکت پنبه و دانه‌های روغنی خراسان انجام‌شده است. بدین‌وسیله بر خود واجب میدانیم از مدیریت عامل محترم جناب آقای مهندس بوژمهرانی و مدیریت محترم واحد کنترل کیفیت جناب آقای مهندس زارع که در انجام این تحقیق همکاری صمیمانه داشته‌اند، تشکر و قدردانی نماییم.

۶- منابع

۱- الهامی راد، ا. م. و عسکری، ب. ۱۳۹۱. آنتی‌اکسیدان‌ها در مواد غذایی. چاپ اول. انتشارات سخن‌گستر و معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار صفحات ۲۹۶-۲۹۷.

۲- بیگ محمدی، ز.، مقصودلو، ی.، صادقی ماهونک، ع. ر. و صفافر، ح. ۱۳۸۸. بررسی اثر پیش تیمار حرارتی و نوع پرس بر میزان پایداری اکسیداتیو روغن کلزای استخراج‌شده طی دوره نگهداری. مجله الکترونیک فراوری و نگهداری مواد غذایی، جلد ۱، شماره ۱، ۶۳-۷۲.

۳- پاک ترکمنی، م.، قجربیگی، پ. و مولودی، ف. ۱۳۹۴. مقایسه پایداری حرارتی روغن کنجد بکر و هسته انگور. دوماهنامه علمی پژوهشی دانشکده علوم پزشکی کرمانشاه، سال ۱۹، شماره ۵، ۲۶۱-۲۶۸.

۴- پیراوی ونک، ز. ۱۳۹۵. بررسی هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای (PAHs) و فلزات سنگین

Archive of SID

www.SID.ir

به‌عنوان مهم‌ترین شاخص‌های ایمنی در روغن کنجد خوراکی، سومین کنگره سراسری در مسیر توسعه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، گرگان.

۵- توکلی، ج.، حداد خداپرست، م. ح.، اسماعیل زاده کناری، ر.، لاری، م. ا. و شریف، ع. ۱۳۹۱. بررسی قدرت آنتی‌اکسیدانی روغن پوست کلخونگ به‌عنوان منبع غذایی جدید در ایران. نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، جلد ۹، شماره ۱، ۶۱-۶۷.

۶- جمهوری اسلامی ایران، سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۹۵. روغن‌ها و چربی‌های گیاهی و حیوانی- کروماتوگرافی گازی متیل استرهای اسیدهای چرب- قسمت ۱: اندازه‌گیری با کروماتوگرافی گازی مدرن متیل استرهای اسیدهای چرب- راهنما. استاندارد ملی ایران، شماره ۱-۱۳۱۲۶، چاپ اول.

۷- جمهوری اسلامی ایران، سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۹۴. روغن‌ها و چربی‌های گیاهی و حیوانی- کروماتوگرافی گازی متیل استرهای اسیدهای چرب- قسمت ۲: تهیه متیل استرهای اسیدهای چرب. استاندارد ملی ایران، شماره ۱۳۱۲۶-۲، چاپ اول.

۸- جمهوری اسلامی ایران، سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۹۵. روغن‌ها و چربی‌های گیاهی و حیوانی-اندازه گیری پایداری اکسیداتیو (روش تسریع شده)- روش آزمون. استاندارد ملی ایران، شماره ۳۷۳۴، تجدیدنظر دوم.

۹- جمهوری اسلامی ایران، سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۸۶. روغن خوراکی مصرف خانوار-ویژگی ها. استاندارد ملی ایران، شماره ۹۱۳۱، چاپ اول.

۱۰- حسینی، س.، قراچورلو، م.، غیاثی طرزی، ب. و قوامی، م. ۱۳۹۳. مروری بر روش‌های تعیین ظرفیت ـــنتی اکسیدان ها (اساس واکنش، روش کار، نقاط قوت و ضعف). مجله علوم غذایی و تغذیه، سال ۱۱، شماره ۴، ۸۹-۱۱۱.

۱۱- دینی ترکمانی، م. ر. و کاراپتیان، ژ. ۱۳۸۶. بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مهم دانه در ده رقم کنجد (Sesamum indicum. L). مجله زیست‌شناسی ایران، جلد ۲۰، شماره ۴، ۳۲۷-۳۳۳.

۱۲- رجبی بخشنده، ب.، الهامی راد، ا. م. و هوشمند دلیر، م. ا. ۱۳۹۰. بررسی پایداری اکسیداتیو روغن کنجد خام در طول نگهداری، همایش ملی صنایع غذایی (فن‌آوری‌های نوین، کنترل کیفیت و بسته‌بندی مواد غذایی)، قوچان.

۱۳- رحیمی پور سی سخت، س. و حداد خداپرست، م. ح. ۱۳۹۳. بررسی پایداری حرارتی روغن فراسودمند حاصل از روغن‌های بزرک، کنجد و روغن‌زیتون، سومین همایش ملی علوم و صنایع غذایی، قوچان.

۱۴- رستمی، م.، استکی، م.، بوژمهرانی، ا.، بخش آبادی، ح.، زارع، ا. و آتشی، ا. ۱۳۹۲. بررسی برخی از خصوصیات روغن و کنجاله دانه کنجد حاصل از روش استخراج با حلال، سومین همایش ملی امنیت غذایی، سوادکوه.

۱۵- روزنامه جام جم. ۱۳۹۳. شماره ۴۱۴۶، قابل‌دسترسی از طریق Magiran.com/n39.972.

۱۶- سیاوش، ب.، کاراپتیان، ژ. و زارع، ص. ۱۳۸۴. اندازه‌گیری و مقایسه مقدار روغن و اسیدهای چرب موجود دردانه چند رقم کلزا. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، شماره ۶۶، ۹۵-۱۰۱.

۱۷- شرکت سبوس مازندران. قابل‌دسترسی از طریق www.Mazandoil.com/fahealt/post-20html.php.

۱۸- عبدالشاهی، آ.، مرتضوی، س. ع.، شعبانی، ع. ا.، الهامی راد، ا. ح.، طاهری، م. و آرمین، م. ۱۳۹۳. بررسی مقاومت حرارتی و ترکیب اسیدهای چرب روغن ارقام پسته (Pistacia vera L.) دامغان. نشریه نوآوری در علوم و فناوری غذایی، سال ۶، شماره ۳، ۹-۱۶.

۱۹- عسکری، س.، میراحمدی، ف. و شعف، س. ۱۳۹۶. بررسی اندیس‌های مختلف (یدی، پراکسید، اسیدی و اسیدچرب آزاد) روغن برخی ارقام ژنوتیپ های زراعی گلرنگ تحت شرایط مختلف آبیاری، اولین همایش ملی

Archive of SID

www.SID.ir

تکنولوژی‌های نوین در علوم و صنایع غذایی و گردشگری ایران، بابلسر-مازندران.

۲۰- فرخی، ه. و یاسینی اردکانی، س. ع. ۱۳۹۳. بررسی پایداری اکسایشی روغن‌های گیاهی مختلف تولیدشده در ایران با استفاده از روش رنسیمت، اولین همایش ملی میان وعده‌های غذایی، مشهد.

۲۱- فرهوش، ر.، نیازمند، ر.، سرابی، م. و رضایی، م. ۱۳۹۰. تخمین پایداری نسبی روغن‌های نباتی برحسب آزمون‌های تسریع شده. فصلنامه علوم و صنایع غذایی. دوره ۸، شماره ۱، ۱۱-۱۷.

۲۲- کشاورزی، آ.، فرمانی، ج.، محرمی، ا. و مهران فر، ا. ۱۳۹۳. استخراج روغن کنجد با آب به روش سنتی و عوامل مؤثر بر آن، دومین همایش ملی بهینه‌سازی زنجیره تولید توزیع و مصرف در صنایع غذایی، ساری.

۲۳- مالک، ف. ۱۳۸۹. دانه‌های روغنی و روغن‌های نباتی (ویژگی‌ها و فرآوری). چاپ اول. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی. صفحات ۵۲۶-۵۶۵.

۲۴- محمدی، ت.، حاتمی، م.، میرزائی سیس آباد، ی.، هوشیاری، ع. و تجاتیان، م. ۱۳۹۳. فرمولاسیون روغن مایع مخلوط حاوی روغن‌های کانولا و کنجد بدون آنتی‌اکسیدان سنتزی. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، سال ۹، شماره ۳، ۸۳-۹۲.

۲۵- محمدی، ت.، عزیزی، م. ح. و تسلیمی، ا. ۱۳۸۶. بررسی رابطه بین ترکیب اسیدهای چرب با پایداری روغن در مخلوط روغن‌های آفتابگردان و کانولا. فصلنامه علوم و صنایع غذایی ایران، دوره ۴، شماره ۲، ۶۷-۷۵.

۲۶- مولودی، ف.، قجربیگی، پ.، حاج حسینی بابایی، ا. و محمدپوراصل، ا. ۱۳۹۴. ارزیابی خصوصیات شیمیایی و اکسایشی روغن‌های زیتون فرا بکر وارداتی. مجله علوم غذایی و تغذیه، سال ۱۲، شماره ۴، ۲۷-۳۴.

۲۷- مهران فر، ا.، فرمانی، ج.، محرمی، ا. و کشاورزی، آ. ۱۳۹۳. مروری بر روش استخراج روغن کنجد با پرس سرد، دومین همایش ملی پژوهش‌های کاربردی در علوم کشاورزی، تهران.

۲۸- نواب دانشمند، ف. و قوامی، م. ۱۳۹۰. بررسی اثر دما و زمان‌بر تولید و شکست هیدروپراکسیدها در روغن‌های کانولا و سویا. مجله علوم غذایی و تغذیه، سال نهم، شماره ۱، ۶۱-۷۲.

۲۹- یزدان پناه، ص.، ارجمند، پ.، پورآذرنگ، ه. و محمدی جعفری، م. بررسی مقاومت حرارتی عصاره آنتی‌اکسیدانی پوست خارجی انار در روغن آفتاب‌گردان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال ۱۳، شماره ۴۷ (الف)، ۱۰۲-۹۵.

30- Abou-Gharbia, H. A., Shehata, A. A., and Shahidi, F. 2000. Effect of processing on oxidative stability and lipid classes of sesame oil. Food Research International,33, 331e340.

31- Anwar. F., Bhanger, M I., and Kazi, T.G. 2003. Relationship between Rancimat and Active Oxygen Method Values at Varying Temperatures for Several Oils and Fat. JAOCS. 80 (2): 151-154.

32- Borchani, C., Besbes, S., Blecker, C.H., and Attia, H. 2010. Chemical Characteristics and Oxidative Stability of Sesame Seed, Sesame Paste, and Olive Oils. Journal of Agriculture Science and Techonology. 12: 585-596.

33- Hassanien, MMM. And Abdel-Razek, AG. 2012. Improving the Stability of Edible Oils by Blending with Roasted Sesame Seed Oil as a Source of Natural Antioxidant. JApp Sci Res. 8 (8).

34- http://www.num.ac.ir

35- Janat, B., Oveisi, M., Sadeghi, N., Hajimahmoodi, M., Choopankari, E., and Behfar, A. 2010. Effect of Roasting Temperature and Time on Healthly Nutraceuticals of Antioxidant and Total phenolic Content in Iranian Sesame Seeds. Iran. J. Environ. Health. Sci. Eng., 7: 97-102.

36- Kochhar, Sp. 2000. Stabilisation of Frying Oils with Natural Antioxidative Components. Eur. J Lipid Sci Technol. 102 (8-9): 552-9.

Archive of SID

www.SID.ir

37- Koizumi, Y; Fukuda, Y. and Namiki, M. 1996. Marked antioxidati ve activity of seed oils developed by roasting of oil sesame seeds. Nippon Shokuhin Kagaku Koggaku Kaishi, 43: 689-694.

38- Kamel-eldin, A. and Appelqvist, L. A. 1995. The Effects of Extraction Methods on Sesame Oil Stability. Journal of American oil Chemists' Society. Vol, 72, pp: 968-969.

39- Moria, G. and Mais, V.R. 2000. Surveys in Happer Biochemistry. Trans: Niavarani AR. 1st ed. Tehran: Esharat Publication. P (205) (Persian).

40- Nagg, D.K., Pandit, D., Sen. M., Bhattaacharya, D.K., Chakraborty, M.M. and Mukhergee, S. 1999. Sci. Culture. 65 (163).

41- Parcerisal, J. and Rafecas, M. 1995. Influence of Variety and Geographical Origin on the Lipid Fraction of Hazelnus (Corylus Avellana L.) from Spain (III) Oil Stability, Tocopherol Content and some Mineral Contents (Mn, Fe, Cu). J.Food Chem. 53: 71-74.

42- Shahidi, F., Amarowicz, R., Abou-Gharbia, H. A., and Shehata, A. A. 1997. Endogenous antioxidants and stability of sesame oil as affected by processing and storage. Journal of American Oil Chemists' Society, 74, 143e147.

43- Sun Hwang, L. 2005. In Shahidi. F (Ed). Sesame oil, in bailey's industrial oil and fat products, New York Inter Science publishers, 6th Ed: 538-570

Archive of SID

www.SID.ir