

مشخصات فیزیکوشیمیایی روغن ارقام رایج کانولا در ایران

رضا فرهوش^۱، سعیده پژوهان‌مهر^۲ و هاشم پورآذرنگ^۳

^۱دانشکار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد، ^۲دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد، ^۳استاد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۸۷/۳/۱۱؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۲/۱۱

چکیده

در این پژوهش ارقام رایج کانولا در ایران (اوکاپی، هایولا ۴۰۱، زرفام و طلایه) از مناطق تولید (استان‌های خراسان رضوی، گلستان، مازندران، تهران و فارس) تهیه و روغن آنها پس از خشک کردن، استخراج شد. ساختار اسید چربی روغن ارقام یاد شده مرکب از $7/2$ تا $8/0$ درصد اسیدهای چرب اشباع، $61/7$ تا $67/4$ درصد اسیدهای چرب نک غیراشباع و $23/6$ تا $29/3$ درصد اسیدهای چرب چند غیراشباع بود. به استثنای ارقام زرفام تهران و هایولای گلستان با اعداد پراکسید کمتر از $1/20$ ، روغن سایر ارقام دارای اعداد پراکسید بیش از $2/0$ بودند. بیشترین میزان عدد یدی به روغن رقم طلایه خراسان رضوی ($109/6$) و کمترین آن به اوکاپی خراسان رضوی ($104/2$) و هایولای گلستان ($104/8$) تعلق داشت. میزان مواد غیرصابونی از $3/4$ (اوکاپی خراسان رضوی) تا $8/6$ درصد (هایولای گلستان) متغیر بود. ارقام کانولا به طور متوسط دارای روغن‌هایی با $1/6$ درصد استرول بودند. روغن ارقام زرفام و اوکاپی خراسان رضوی دارای بیشترین میزان توکوفرولها بودند (به ترتیب $793/35$ و $765/14$ پی‌پی‌ام)، و کمترین میزان آن در روغن ارقام طلایه فارس ($573/57$ پی‌پی‌ام) و هایولای مازندران ($555/97$ پی‌پی‌ام) مشاهده شد. بیشترین و کمترین میزان ترکیبات فنلی به ترتیب به روغن ارقام هایولای مازندران ($127/3$ پی‌پی‌ام) و طلایه فارس ($22/8$ پی‌پی‌ام) اختصاص داشت. میزان ترکیبات موئی از $5/6$ (اوکاپی خراسان رضوی) تا $10/83$ درصد (زرفام تهران) متغیر بود. ترکیبات قطبی در دامنه $2/2$ (اوکاپی خراسان رضوی) و $13/0$ درصد (طلایه فارس) قرار داشت. دانسته‌ها، ویکوزیته‌ها و ضرایب شکست به ترتیب عبارت از $80/61$ تا $820/0$ کیلوگرم بر مترمکعب، $96/3$ تا $104/2$ سانتی پوآز و $1/46765$ تا $1/47888$ بودند. شاخص‌های پایداری اکسایشی (OSI) به ترتیب ذیل بود: هایولای گلستان = زرفام تهران < اوکاپی خراسان رضوی < زرفام خراسان رضوی < هایولای مازندران = طلایه فارس < طلایه خراسان رضوی.

واژه‌های کلیدی: روغن کانولا، ساختار شیمیایی، خواص فیزیکی، شاخص پایداری اکسایشی (OSI)

مقدمه

کانولا عبارت است از کلزای اصلاح شده‌ای که بر اثر درصد اسید اروپیک در روغن استحصالی و 30 میلی‌گرم گلوكوزینولات در گرم کنجاله خشک است. کنجاله به دست آمده که مهم‌ترین منبع پروتئین گیاهی در

کانولا عبارت است از کلزای اصلاح شده‌ای که بر اثر دست کاری‌های ژنتیکی در گونه‌های *Brassica napus*

– مسئول مکاتبه: rfarhoosh@um.ac.ir

۱۸۲



دانشگاه شهرورد
علوم تكنولوژي

فیزیکوشیمیایی روغن ارقام رایج کانولا در ایران و مقایسه آنها با یکدیگر می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مواد اولیه: ارقام کانولا تولید شده در سال زراعی ۱۳۸۶ از مناطق تولید خردباری و بلافضلله به سردخانه انتقال یافته و تا زمان انجام آزمایش‌ها در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شد. شرایط نگهداری پس از برداشت عبارت از انبارهای تاریک تحت شرایط محیطی بود. رقم اوکاپی از مزرعه تحقیقات و اصلاح بذر طرق مشهد (استان خراسان رضوی) تأمین شده، هیرید-هایولا ۴۰۱ از دودانگه ساری (استان مازندران) و مینودشت (استان گلستان) خردباری، و رقم زرفاق از مزرعه تحقیقات و اصلاح بذر کرج (استان تهران) و مزارع تربت‌جام (استان خراسان رضوی) جمع‌آوری، و رقم طلایه (کبری) از اقلید (استان فارس) و مزرعه تحقیقات و اصلاح بذر طرق مشهد (استان خراسان رضوی) تهیه شدند. استاندارد متبیل استر اسیدهای چرب و تمام مواد شیمیایی و حلال‌های مورد استفاده در این تحقیق از درجه آنالیتیکال بودند و از شرکت‌های مرک و سیگما تأمین شدند.

استخراج روغن: دانه‌های کانولا پس از خشک کردن زیر نور غیرمستقیم خورشید آسیاب شدند. روغن پودرهای حاصل طی مدت ۴۸ ساعت با هگزان نرمال (به نسبت ۱ به ۴ وزنی حجمی) و تحت شرایط دمای محیط، تاریکی و هم زدن استخراج شد. حلال تحت خلاء و دمای ۴۰ درجه سانتی گراد تبخر گردید.

ساختار اسید چربی: محلولی از ۰/۳ گرم نمونه روغن در ۷ میلی‌لتر هگزان نرمال با ۲ میلی‌لتر پتانس متانولی ۷ نرمال به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۵۰ درجه سانتی گراد به شدت هم زده شد تا اسیدهای چرب تمونه روغن به استرهای متبیل مربوطه تبدیل شوند. استرهای متبیل با دستگاه کروماتوگراف^۱ مجهز به ستون موئینه^۲ و آشکارساز

تفاوت دام محسوب می‌شود، ویژگی‌هایی مانند میزان روغنی بیش از سایر دانه‌های روغنی، خواص تغذیه‌ای فوق العاده ارزشمند برای انسان، ارزش اقتصادی مشخص در بین دانه‌های روغنی و برخورداری از مزایای متعدد زراعی، کانولا را از جمله مهم‌ترین گیاهان روغنی در سطح دنیا و کانون توجه بسیاری از متخصصان امر ساخته است (پرزیبلسکی و ماگ، ۲۰۰۲). دانه‌های کانولا مشکل از ۴۱ تا ۴۸ درصد (بر مبنای وزن خشک) روغن دارای سطوح بسیار پایین اسیدهای چرب اشباع (۷ درصد)، سطوح به نسبت بالای اسیدهای چرب نک غیراشباع (اسید اوتولیک، ۶۰ درصد)، سطوح متوسطی از اسیدهای چرب چند غیراشباع (اسید لیتوانیک، ۲۰ تا ۲۱ درصد؛ اسید لیتوانیک، ۱۰ تا ۱۱ درصد) و نسبت اسیدهای چرب امکا-۶ به امکا-۳ حدود ۲ به ۱ می‌باشد. برحسب استانداردهای حال حاضر دنیا شاید بتوان این روغن گیاهی را تنها روغنی در سلسله گیاهی دانست که از دیدگاه تغذیه‌ای دارای چنین موازنۀ مناسبی بین اسیدهای چرب تشکیل‌دهنده خود است. ضمن آن که روغن کانولا منبع غنی از توکوفرولهاست که دارای فعالیت‌های ویتامین E و آنتی‌اکسیدانی می‌باشدند (اکمن، ۱۹۹۰؛ لی و همکاران، ۱۹۹۹).

مطالعه ساختار شیمیایی و خواص فیزیکوشیمیایی چربی‌ها و روغن‌های خواراکی از جایگاه علمی ویژه‌ای برخوردار است، زیرا این اطلاعات دارای اهمیت زیادی در خصوص تشخیص ماهیت، نوع کاربرد، پایداری اکسایشی و به‌طورکلی کیفیت نهایی محصول و مواد غذایی مرتبط با آن است. ارقام رایج کانولا در ایران برحسب عوامل زراعی مانند عملکرد محصول، درصد روغن دانه، میزان گلوكوزینولات دانه، وزن هزاردانه، زمان رسیدن، میزان مقاومت به اقلیم‌های مختلف و متغیرهایی از این دست انتخاب می‌شوند (حجازی، ۲۰۰۰)، حال آن که مشخصات فیزیکوشیمیایی روغن استحصالی که از دیدگاه صنعت مواد غذایی دارای اهمیت فوق العاده‌ای می‌باشد، در این بین کمتر مورد توجه قرار گرفته است. از این رو، هدف از اجرای این پژوهش، بررسی مشخصات

1- HP-5890, Hewlett-Packard, CA, USA
2- Supel Co., Inc., Bellefonte, PA, 60 m×0.22 mm I.D., 0.2 µm Film Thickness



هرگونه آلودگی احتمالی کاتالیزکتنه واکنش‌های اکسایشی، ظروف شیشه‌ای دستگاه پیش از هر مرحله کار به شرح ذیل تعبیز شده‌اند: یک ساعت جوشاندن در محلول سود سوزآور ۲ درصد، خنک کردن و خیساندن در محلول اسید کلریدریک ۳٪ درصد، شستشو با آب معمولی و مقطر و در نهایت خشک کردن در آون. همچنین ظروف اندازه‌گیری هدایت الکتریکی، الکترودها و لوله‌های ارتباطی دستگاه چندین بار با آتانول و آب مقطر و سپس گاز ازت تعبیز شدند (گوردون و مورسی، ۱۹۹۴). به‌منظور اندازه‌گیری شاخص پایداری اکسایشی (OSI)، جریانی از هوای خشک و تعبیز با سرعت ۱۵ لیتر بر ساعت به درون ظرف دارای ۳ گرم نمونه روغن دیده و هوای حامل اسیدهای آلی فرار ناشی از اکسایش نمونه به ظرف اندازه‌گیری هدایت الکتریکی (حاوی ۶۰ میلی‌لیتر آب مقطر) هدایت شدند. شاخص پایداری اکسایشی به طور خودکار در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد. در هر مرحله کار دستگاه، ۸ نمونه به طور همزمان مورد آزمایش قرار گرفت. موقعیت ظروف نمونه در محوطه حرارتی دستگاه در هر بار آزمایش به صورت

تجزیه و تحلیل آماری: تمام اندازه‌گیری‌ها در ۳ تکرار انجام و نتایج در قالب طرح کاملاً تصادفی تجزیه واریانس گردید. میانگین صفات با نرم‌افزار آماری MSTATC و براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه شدند. به منظور ترسیم نمودارهای مربوطه از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتائج و بحث

ساختار اسید چربی روغن‌های کانولا مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است. بیشترین میزان اسیدهای چرب اشباع (SFA)^۳ به ترتیب به روغن ارقام طلايه خراسان (ضدی)، ذوق خراسان (ضدی)، اوکاس خراسان

یونیزه کننده شعله‌ای (FID) تعیین مقدار شدند (درصد). ازت با سرعت جریان ۷۵/۰ میلی لیتر بر دقیقه به عنوان گاز حامل مورد استفاده قرار گرفت. دمای آون ۱۹۸ درجه سانتی گراد و دمای بخش‌های تزریق نمونه و آشکارساز ۲۰ درجه سانتی گراد بود.

کمیت‌های ساختمانی: میزان مواد غیرقابل صابونی بر حسب روش لوزانو و همکاران (۱۹۹۳) تعیین، و ترکیبات استرولی بر طبق واکنش رنگی لیبرمن-بورچارد (سایبر و همکاران، ۲۰۰۳) تعیین مقدار گردید. میزان ترکیبات توکوفروولی به روش رنگستنجی (وانگ و همکاران، ۱۹۸۸) اندازه‌گیری و ترکیبات فتلی به روش طیف‌سنجی مبتنی بر معرف فولین-سیوکالجیو تعیین مقدار شد (کاپانزی و همکاران، ۲۰۰۰). ترکیبات موومی بر طبق روش مزوآری و همکاران (۲۰۰۶) اندازه‌گیری و میزان ترکیبات قطبی به روش شولت (۲۰۰۴) تعیین شد.

شاخص‌های شیمیایی: روش تیوسیانات برای تعیین عدد پراکسید نمونه‌های روغن مورد استفاده قرار گرفت (شانتا AOCS و دکر، ۱۹۹۴). عدد اسیدی بر طبق روش AOCS (۱۹۹۳) تعیین شد. اعداد بدی و صابونی به ترتیب بر طبق AOAC (۹۰۲.۱۵۸) و AOAC (۹۰۲.۱۶۰) تعیین شدند.

شاخص‌های فیزیکی: ضرب ب شکست نمونه‌های روغن در دمای 30° درجه سانتی‌گراد به کم شکست سنج آبه^۱ مجهز به سیرکولاتور تنظیم کننده دما اندازه‌گیری شد. ویسکوزیته دینامیکی در دمای 50° درجه سانتی‌گراد با ویسکومتر لوله موئینه^۲ کالیبره شده با آب مقطر تعیین گردید. دانسیته در دمای 30° درجه سانتی‌گراد با پیکنومترهای 25 میلی‌لیتری کالیبره شده با آب مقطر مورد آندازه‌گیری، قرار گفت.

آزمون رنسیت: برای این منظور مدل ۷۴۳ دستگاه رنسیت^۱ مورد استفاده قرار گرفت. بهمنظور حذف

- 1- Flame Ionization Detector
 - 2- Atago, Co Ltd, Tokyo, Japan
 - 3- DURAN, West Germany, Model A200
 - 4- Metrohm Rancimat Model 743, Herisau, Switzerland



زیتون بوده و دارای سطوح کمتری نسبت به روغن‌های ذرت، پنبه دانه، گلرنگ، سویا و آفتابگردان می‌باشد (هیوی، ۱۹۹۶). میزان اسیدهای چرب چند غیراشباع در روغن‌های گیاهی از این نظر دارای اهمیت است که این دسته از اسیدهای چرب (اسیدهای لینولیک و آلفا-لینولنیک) در ردیف اسیدهای چرب ضروری قرار می‌گیرند و علاوه بر این سطح کلسترول پلاسمای خون را پایین آورده و خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی را کاهش می‌دهند (ماتسون و گروننی، ۱۹۸۵). جالب توجه است که نسبت اسیدهای چرب امگا-۳ به امگا-۶ در خصوص روغن ارقام کانولا مورد مطالعه از ۱/۹۳ برای روغن رقم هایپولا گلستان تا ۲/۶۹ برای روغن رقم زرفام خراسان رضوی متغیر بود.

نسبت PUFA به SFA که تحت عنوان شاخص پلی ان^۳ خوانده می‌شود، معمولاً به عنوان معیاری از میزان چند غیراشباعی بودن روغن‌ها و به دنبال آن میزان تعاییل به انجام واکنش‌های خود اکسایشی در نظر گرفته می‌شود. مقادیر بالاتر این شاخص به معنای اکسایش‌پذیری بیشتر روغن یا چربی مربوطه است (منذر و همکاران، ۱۹۹۶). بالاترین نسبت PUFA به SFA به روغن‌های طلایه خراسان رضوی (۳/۶۴) و زرفام تهران (۳/۰۹) تعلق داشت و روغن ارقام طلایه فارس (۳/۴۴)، هایپولا مازندران (۳/۲۹) و زرفام خراسان رضوی (۳/۱۵) از دیدگاه آماری بهترتبه در اولویت‌های بعدی قرار گرفتند. هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری میان نسبت SFA به PUFA روغن‌های ارقام زرفام خراسان رضوی و اوکاپی خراسان رضوی (۳/۱۴) مشاهده نشد. روغن رقم هایپولا گلستان دارای کمترین میزان معنی‌دار نسبت SFA به PUFA بود (۳/۰۶).

رضوی، هایپولا گلستان، هایپولا مازندران، طلایه فارس و زرفام تهران تعلق داشت. میزان اسیدهای چرب اشباع روغن ارقام کانولا در محدوده ۷ تا ۸ درصد قرار گرفت که این میزان تقریباً نصف میزان مربوطه در روغن‌های ذرت، زیتون و سویا، و حدود $\frac{1}{4}$ میزان آن در روغن پنبه دانه است (هیوی، ۱۹۹۶). بررسی‌ها نشان داده رابطه مستقیم میان خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی و سهم اسیدهای چرب اشباع در روغن‌ها و چربی‌های خوراکی وجود دارد (بار و همکاران، ۱۹۹۲)، و روغن کانولا از این نظر دارای چایگاه ارزشمندی در بین روغن‌های گیاهی است. اسید اولنیک اسید چرب عمده در میان اسیدهای چرب تشکیل‌دهنده روغن ارقام کانولا مورد مطالعه بود. به طور کلی، روغن کانولا در بین روغن‌های گیاهی رایج دارای بیشترین میزان اسید اولنیک پس از روغن زیتون می‌باشد (هیوی، ۱۹۹۶). بررسی‌ها نشان داده نقش اسید اولنیک در کاهش سطح کلسترول پلاسمای خون همسنگ اسیدهای چرب چند غیراشباع (PUFA)^۱ است (ماتسون و گروننی، ۱۹۸۵). با توجه به سهم عمده اسید اولنیک در بین اسیدهای چرب تک غیراشباع (MUFA)^۲، روغن ارقام هایپولا گلستان و هایپولا مازندران به ترتیب حامل بیشترین و کمترین میزان معنی‌دار اسیدهای چرب تک غیراشباع بود و سایر ارقام از این نظر وضعيت میانه‌ای داشتند. بیشترین میزان معنی‌دار اسیدهای چرب چند غیراشباع را روغن رقم طلایه خراسان رضوی به خود اختصاص داد. روغن ارقام زرفام خراسان رضوی، طلایه فارس و هایپولا مازندران هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشته و از این نظر در مرتبه بعدی قرار گرفتند. روغن ارقام اوکاپی خراسان رضوی و هایپولا گلستان به ترتیب حامل کمترین میزان معنی‌دار اسیدهای چرب چند غیراشباع بودند. میزان اسیدهای چند غیراشباع روغن کانولا به طور قابل ملاحظه‌ای بیش از روغن‌های نخل و

1- Polyunsaturated Fatty Acids

2- Monounsaturated Fatty Acids



جدول ۱- ساختار اسید چربی (درصد) روغن ارقام کانولا مورد مطالعه^۰.

نوع رسم							
اسید چربیستیک (C14:0)	اسید پالmitیک (C16:0)	اسید پالmitولیک (C16:1)	اسید استاریک (C18:0)	اسید اولیک (C18:1)	اسید لیولیک (C18:2)	اسید لیولولیک (C18:3)	اسید آرلشیدیک (C20:0)
اوکاپی خراسان روضوی	هایولا گلستان مازندران	هایولا گلستان مازندران	زرفام تهران	زرفام خراسان روضوی	طلایه فارس روضوی	طلایه خراسان روضوی	طلایه خراسان روضوی
۰/۰۷±۰/۰۱ ^a	۰/۰۷±۰/۰۱ ^a	۰/۰۸±۰/۰۱ ^a	۰/۰۶±۰/۰۲ ^b	۰/۰۸±۰/۰۱ ^b	۰/۰۷±۰/۰۲ ^b	۰/۰۷±۰/۰۱ ^a	۰/۰۷±۰/۰۱ ^a
۵/۰۱±۰/۰۳ ^c	۴/۲۲±۰/۰۵ ^c	۴/۷۳±۰/۰۸ ^b	۴/۲۱±۰/۰۶ ^c	۴/۲۹±۰/۰۴ ^c	۴/۰۶±۰/۰۴ ^d	۴/۷۷±۰/۰۷ ^c	۴/۰۶±۰/۰۷ ^c
۰/۳۳±۰/۰۳ ^c	۰/۰۹±۰/۰۳ ^c	۰/۳۶±۰/۰۱ ^a	۰/۲۸±۰/۰۱ ^a	۰/۳۲±۰/۰۳ ^c	۰/۳۳±۰/۰۳ ^c	۰/۲۶±۰/۰۲ ^b	۰/۲۶±۰/۰۲ ^b
۱/۹۹±۰/۰۱ ^c	۲/۰۷±۰/۰۲ ^d	۲/۱۵±۰/۰۴ ^c	۱/۹۶±۰/۰۳ ^c	۲/۳۱±۰/۰۷ ^b	۲/۰۹±۰/۰۹ ^b	۲/۳۱±۰/۰۸ ^b	۲/۳۱±۰/۰۸ ^b
۵۹/۹۴±۰/۰۱ ^d	۶۴/۳۰±۰/۰۳ ^c	۶۴/۴۸±۰/۰۳ ^b	۶۴/۵۹±۰/۰۳ ^b	۶۴/۰۸±۰/۰۲ ^c	۶۵/۶۸±۰/۱۲ ^a	۶۴/۷۳±۰/۱۲ ^b	۶۴/۷۳±۰/۱۲ ^b
۲۱/۲۷±۰/۱۰ ^a	۱۷/۸۷±۰/۰۷ ^d	۱۸/۳۳±۰/۰۳ ^b	۱۸/۱۳±۰/۰۵ ^c	۱۸/۷۸±۰/۰۷ ^c	۱۸/۰۹±۰/۰۹ ^b	۱۷/۷۴±۰/۱۰ ^c	۱۷/۷۴±۰/۱۰ ^c
۸/۰۰±۰/۰۸ ^b	۷/۲۷±۰/۰۱ ^d	۷/۸۱±۰/۰۴ ^c	۷/۶۴±۰/۱۱ ^c	۸/۳۴±۰/۰۷ ^b	۸/۰۴±۰/۰۸ ^b	۷/۷۷±۰/۰۶ ^c	۷/۷۷±۰/۰۶ ^c
۰/۹۷±۰/۰۴ ^b	۰/۹۵±۰/۰۵ ^b	۰/۹۹±۰/۰۴ ^b	۰/۹۴±۰/۱۱ ^b	۰/۹۷±۰/۰۳ ^b	۰/۹۹±۰/۰۵ ^b	۱/۱۵±۰/۰۶ ^a	۱/۱۵±۰/۰۶ ^a
۱/۴۱±۰/۱۲ ^b	۱/۶۰±۰/۰۸ ^a	۱/۲۱±۰/۱۰ ^c	۱/۱۱±۰/۰۷ ^b	۱/۱۳±۰/۱۱ ^b	۱/۱۵±۰/۰۷ ^b	۱/۰۵±۰/۰۳ ^b	۱/۰۵±۰/۰۳ ^b
۱/۰۱±۰/۰۴ ^b	۱/۳۳±۰/۱۲ ^a	۰/۸۴±۰/۲۸ ^b	۰/۷۸±۰/۲۱ ^b	۱/۴۱±۰/۰۹ ^a	۱/۳۴±۰/۱۴ ^a	۱/۳۳±۰/۰۹ ^a	۱/۳۳±۰/۰۹ ^a
۸/۰۴±۰/۰۴ ^b	۷/۳۱±۰/۰۱ ^d	۷/۹۸±۰/۱۰ ^a	۷/۱۷±۰/۰۵ ^c	۷/۶۵±۰/۰۹ ^c	۷/۷۱±۰/۱۱ ^b	۷/۷۹±۰/۱۰ ^b	۷/۷۹±۰/۱۰ ^b
۶۱/۷۸±۰/۱۳ ^c	۶۷/۲۴±۰/۱۰ ^b	۶۷/۰۴±۰/۲۳ ^{cd}	۶۷/۲۸±۰/۰۳ ^b	۶۷/۸۲±۰/۰۷ ^d	۷۰/۳۳±۰/۱۷ ^a	۶۷/۴۳±۰/۱۳ ^b	۷۰/۳۳±۰/۱۷ ^a
۲۹/۲۷±۰/۱۸ ^a	۲۵/۱۳±۰/۱۷ ^c	۲۵/۱۴±۰/۱۱ ^c	۲۵/۷۷±۰/۰۸ ^b	۲۵/۱۲±۰/۰۶ ^c	۲۳/۵۹±۰/۱۲ ^c	۲۴/۴۵±۰/۱۳ ^d	تسبیح C18:2/C18:3
۲/۶۶±۰/۰۲ ^{ab}	۲/۴۶±۰/۰۳ ^c	۲/۶۹±۰/۰۱ ^b	۲/۳۷±۰/۰۴ ^d	۲/۰۱±۰/۰۲ ^c	۱/۹۷±۰/۰۲ ^c	۲/۶۲±۰/۰۳ ^b	تسبیح C18:2/C18:3
۳/۶۴±۰/۰۱ ^a	۳/۴۴±۰/۰۲ ^b	۳/۱۰۵±۰/۰۵ ^d	۳/۰۹±۰/۰۲ ^b	۳/۰۶±۰/۰۶ ^c	۳/۰۶±۰/۰۶ ^d	۳/۱۴±۰/۰۶ ^d	تسبیح C18:2/C18:3

^۰ ارقام دارای حروف مشترک در هر ردیف از لحاظ آماری تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن، P<0.05).

احتمالاً ناشی از شرایط نامناسب حمل و نگهداری دانه‌های روغنی بوده است. در واقع انتظار می‌رود تحت شرایط یکسان از دیدگاه سایر عوامل مؤثر بر فساد اکسایشی روغن‌ها و چربی‌ها، روغن‌های با عدد پراکسید

به استثنای روغن ارقام زرفام تهران و هایولا گلستان با اعداد پراکسید کمتر از ۱/۲۰ میلی اکی والان گرم بر کیلوگرم، روغن سایر ارقام دارای اعداد پراکسید بیش از ۲۰ اکی والان گرم بر کیلوگرم بودند (جدول ۲). این



بر می‌گیرند (ملکا، ۱۹۹۴). میزان مواد غیرقابل صابونی به عنوان شاخصی برای کیفیت روغن‌های تصفیه شده یا کنترل فرآیند تصفیه مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای مثال، میزان مواد غیرقابل صابونی روغن‌های خوراکی گلرنگ، سویا و نخل برحسب استانداردهای زراعی کشور ژاپن نباید از میزان یک درصد تجاوز نماید. میزان بالاتر مواد غیرقابل صابونی در واقع شدت بیشتری از عملیات تصفیه را طلب می‌نماید. از سوی دیگر، تحقیقات نشان داده است این ترکیبات نقش مؤثری در کاهش فساد روغن‌ها و چربی‌های خوراکی دارند.

استرول‌های گیاهی یا فیتواسترول‌ها که تقریباً در تمام روغن‌های گیاهی به چشم می‌خورند، ساختمان و عملی مشابه کلسترول را در سیستم‌های حیوانی دارا هستند (لاگاردا و همکاران، ۲۰۰۶). این ترکیبات به طور متوسط 0.3% تا 2% درصد از روغن‌های گیاهی را به خود اختصاص می‌دهند و در برخی موارد ممکن است میزان آنها به بیش از 10% درصد برسد (استوکلیک و زاک، ۲۰۰۲). همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، بیشترین میزان استرول‌ها به روغن رقم اوکاپی خراسان رضوی (2.10% درصد) و کمترین آن به روغن رقم هایولا مازندران (1.31% درصد)، هایولا گلستان (1.19% درصد) و طلایه فارس (1.11% درصد) تعلق داشت. روغن ارقام زرفام (1.85% درصد) و 1.74% درصد) و طلایه خراسان رضوی (1.02% درصد) به ترتیب دارای رتبه‌های بعدی در محدوده میانی بودند. بررسی‌ها نشان داده فیتواسترول‌ها قادرند سطح کلسترول خون را پایین آورده و خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی را به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش دهنده (لى و همکاران، ۲۰۰۷).

پایین‌تر را بتوان به مدت طولانی‌تری نگهداری کرد. همچنین، عدد اسیدی به تسبیت بالای روغن ارقام کانولا مورد مطالعه، بهخصوص روغن ارقام زرفام خراسان رضوی ($1/49$) و هایولا مازندران ($1/88$)، تایید دیگری بر نامناسب بودن شرایط حمل و نگهداری روغن‌های مربوطه است (جدول ۲).

عدد یدی که معیاری از میزان غیراشاع بودن روغن‌هاست، در میان روغن ارقام کانولا مورد مطالعه از دیدگاه آماری دارای مقادیر متفاوتی بود. بیشترین میزان عدد یدی به روغن رقم طلایه خراسان رضوی ($10.9/62$) و کمترین آن به روغن ارقام اوکاپی خراسان رضوی ($10.4/16$) و هایولا گلستان ($10.4/76$) اختصاص داشت. اختلاف عدد یدی روغن ارقام کانولا مورد مطالعه را می‌توان به ساختار اسید چربی متفاوت آنها نسبت داد، به طوری‌که داده‌های جدول ۱ بیانگر تفاوت معنی دار میزان کمترین و بیشترین میزان مواد غیرقابل صابونی به ترتیب به روغن ارقام هایولا گلستان ($8/56$ درصد) و اوکاپی خراسان رضوی ($3.4/42$ درصد) تعلق داشت (جدول ۲). هیچ‌گونه تفاوت معنی داری میان میزان مواد غیرقابل صابونی روغن رقم هایولا گلستان ($8/56$ درصد) با روغن رقم زرفام خراسان رضوی ($7/67$ درصد)، و نیز روغن رقم اوکاپی خراسان رضوی با روغن ارقام هایولا مازندران ($4/73$ درصد) و طلایه فارس ($4/10$ درصد) مشاهده نشد. سایر ارقام از این نظر وضعیت میانه‌ای داشتند. مواد غیرقابل صابونی روغن‌های گیاهی به طور طبیعی دارای هیدروکربن‌ها، الکل‌های تربینی، استرون‌ها، توکوفرول‌ها و ترکیبات فلئن بوده، $2/5$ تا 0.5% درصد و در برخی موارد 5 تا 6% درصد از وزن روغن‌های گیاهی را در

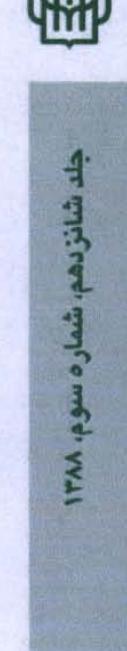




جدول ۲ - گیبتهای ساختاری و شاخصهای شبیه دوzen ارقام کاتلو مورد مطالعه.

نوع رقم	اوکاچی خرسان	ملبوس کشان	زیلام خرسان	زیلام نهران	علیولا مازندران	علیولا کستان	رخوازی	الطلایه خراسان	طلایه خراسان	رخوازی	طلایه خراسان
عدد اسبابی (سلسله گرم پالس بر گرم روش)	۲۰۴۴۲۰۰۰۰۰۰۰۰	۲۰۳۷۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰
عدد بدی (کرم بدی بر گرم روش)	۱۰۶۱۹۰۰۰۰۰۰۰	۱۰۶۳۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰
مواد غیرقابل صابون (درصد)	۳۲۸۱۱۰۰	۳۲۷۳۰۰۰۰	۳۲۷۱۷۰۰	۳۲۷۱۵۰۰	۳۲۷۱۳۰۰	۳۲۷۱۲۰۰	۳۲۷۱۱۰۰	۳۲۷۱۰۰۰	۳۲۷۰۹۰۰	۳۲۷۰۸۰۰	۳۲۷۰۷۰۰
استرولها (درصد)	۲۱۰۰۰۰۰	۲۱۰۰۰۰۰	۲۱۰۰۰۰۰	۲۱۰۰۰۰۰	۲۱۰۰۰۰۰	۲۱۰۰۰۰۰	۲۱۰۰۰۰۰	۲۱۰۰۰۰۰	۲۱۰۰۰۰۰	۲۱۰۰۰۰۰	۲۱۰۰۰۰۰
نوکلوفراها (جعبه ام)	۷۳۵۱۳۳۰۰۰	۷۳۵۱۳۲۸۰۰۰	۷۳۵۱۳۲۷۰۰۰	۷۳۵۱۳۲۶۸۰۰	۷۳۵۱۳۲۶۷۰۰	۷۳۵۱۳۲۶۶۰۰	۷۳۵۱۳۲۶۵۰۰	۷۳۵۱۳۲۶۴۰۰	۷۳۵۱۳۲۶۳۰۰	۷۳۵۱۳۲۶۲۰۰	۷۳۵۱۳۲۶۱۰۰
ترکیبات فلزی (جعبه ام)	۳۳۲۸۱۰۰	۳۳۲۸۰۹۰	۳۳۲۸۰۸۰	۳۳۲۸۰۷۰	۳۳۲۸۰۶۰	۳۳۲۸۰۵۰	۳۳۲۸۰۴۰	۳۳۲۸۰۳۰	۳۳۲۸۰۲۰	۳۳۲۸۰۱۰	۳۳۲۸۰۰۰
ترکیبات موادی (درصد)	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰
ترکیبات فلزی (درصد)	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰
زیرالمداری تغذیه ای با یکدیگر تغذیه ای (آزمون داکترین)	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰

زیرالمداری تغذیه ای با یکدیگر تغذیه ای (آزمون داکترین)



تفاوت معنی داری نداشت. جالب توجه است که ترکیبات فنلی به طور عمده به واسطه قدرت آنتی اکسیدانی خود مورد توجه قرار می گیرند، حال آن که متخصصان فعالیتهای بیولوژیکی مهم دیگری را نیز به آنها نسبت می دهند که بر سلامتی و سیستم دفاعی بدن انسان اثرگذارند (مورلو و همکاران، ۲۰۰۴).

مومها گروهی از ترکیبات نامحلول با نقطه ذوب بالا هستند که به طور طبیعی در روغن‌های خام گیاهی یافت می شوند. ترکیبات موئی به تیرگی رنگ روغن‌های تصفیه شده منجر شده، سبب افت پیشتر روغن طی عملیات تصفیه می شوند. البته، مومها دارای کاربردهای غیرغذایی متعددی در صنایع آرایشی، روان‌کننده‌ها، پلاستیک‌سازها، داروهای پلیمر و چرم نیز می باشند. میزان ترکیبات موئی روغن ارقام کانولا از ۵/۰۸ درصد برای اوکایپی خراسان رضوی تا ۱۰/۸۳ درصد برای زرفام تهران متغیر بود. لازم به ذکر است که میزان ترکیبات موئی روغن ارقام کانولا مورد مطالعه به طور کلی بیش از روغن سبوس برنجی بود که با ۳ تا ۶ درصد ترکیبات موئی دارای رتبه اول در بین روغن‌های گیاهی است (مزواری و همکاران، ۲۰۰۶).

میزان ترکیبات قطبی روغن‌های کانولا مورد مطالعه به طور معنی داری با یکدیگر تفاوت داشت (جدول ۲).

تعیین ترکیبات قطبی به عنوان شاخصی کیفی برای روغن‌های خوراکی و به خصوص روغن‌های سرخ‌کردنی در سراسر جهان مورد قبول واقع شده است و بسیاری از کشورها بیشترین حد پذیرفته شده آن را ۲۷ تا ۲۴ درصد اعلام نموده‌اند (فایرستون و همکاران، ۱۹۹۱). از این‌رو، سطوح بالاتر میزان ترکیبات قطبی در روغن‌های خام دال بر کیفیت پایین‌تر آنها بوده، در واقع بار عملیات تصفیه را افزایش خواهد داد. بر این اساس، کمترین کیفیت اولیه به روغن رقم طلایه فارس و بیشترین آن به روغن رقم اوکایپی خراسان رضوی تعلق داشت. روغن سایر ارقام کانولا مورد مطالعه دارای کیفیتی بینایینی از این نظر بودند. مشخصات فیزیکی روغن‌های کانولا مورد مطالعه در جدول ۳ نشان داده شده است. دانسته، ویسکوزیته و ضربی شکست عبارت از سه خاصیت فیزیکی هستند که

توکوفرول‌ها از جمله اجزای بسیار مهم ترکیبات تشکیل‌دهنده مواد غیرقابل صابونی روغن‌های گیاهی به شمار می‌آیند. این ترکیبات دارای خواص آنتی اکسیدانی و نیز فعالیت ویتامین E می‌باشد و از این‌رو از اهمیت فوق العاده‌ای برای سلامت انسان برخوردارند. همان‌طور که در جدول ۲ نشان داده شده است، روغن ارقام زرفام و اوکایپی خراسان رضوی دارای بیشترین میزان ترکیبات توکوفرولی بودند (به ترتیب ۷۹۳/۳۵ و ۷۶۵/۱۴ بی‌بی‌ام)، و کمترین میزان آن در روغن ارقام طلایه فارس (۵۷۳/۵۷) و هایولا مازندران (۵۰۵/۹۷ بی‌بی‌ام) مشاهده شد. میزان ترکیبات توکوفرولی روغن رقم زرفام تهران فاقد هرگونه تفاوت معنی داری با میزان ترکیبات توکوفرولی روغن رقم اوکایپی خراسان رضوی بود و روغن ارقام هایولا گلستان (۶۴۸/۹۶ بی‌بی‌ام) و طلایه خراسان رضوی (۶۰۶/۷۵ بی‌بی‌ام) به ترتیب دارای اولویت‌های میانی بودند. بررسی‌ها نشان می‌دهند روغن‌های گیاهی رایج به طور متوسط حامل ۶۰۰ بی‌بی‌ام ترکیبات توکوفرولی هستند (اسکین و همکاران، ۱۹۹۶) که از این رو نتایج پژوهش حاضر بیانگر آن بود که روغن بیشتر ارقام کانولا مورد مطالعه حامل مقادیر قابل ملاحظه‌ای ترکیبات توکوفرولی می‌باشند.

ترکیبات فنلی از جمله دیگر اجزای تشکیل‌دهنده مواد غیرقابل صابونی روغن‌های گیاهی هستند که همچون توکوفرول‌ها دارای ظرفیت آنتی اکسیدانی می‌باشند (آپاریسیو و همکاران، ۱۹۹۹). میزان ترکیبات فنلی روغن ارقام کانولا مورد مطالعه به طور معنی داری با یکدیگر تفاوت داشتند (جدول ۲). بیشترین و کمترین میزان ترکیبات فنلی به ترتیب به روغن ارقام هایولا مازندران (۱۲۷/۷۲ بی‌بی‌ام) و طلایه فارس (۲۳/۸۱ بی‌بی‌ام) اختصاص داشت. روغن ارقام هایولا گلستان (۸۳/۹۲ بی‌بی‌ام) و سپس زرفام تهران (۴۷/۸۱ بی‌بی‌ام) و زرفام خراسان رضوی (۴۷/۱۳ بی‌بی‌ام) از این نظر در اولویت‌های دوم و سوم قرار گرفتند. میزان ترکیبات فنلی روغن ارقام زرفام خراسان رضوی با طلایه خراسان رضوی و طلایه خراسان رضوی با اوکایپی خراسان رضوی



سانتی پوآز و ۱/۴۶۷۸۸ تا ۱/۴۶۷۶۵ قرار گرفت. به استثنای میزان دانسته که قدری کمتر از مقادیر گزارش شده برای روغن‌های تصفیه شده کاتولولا بود، دو شاخص فیزیکی دیگر در خصوص روغن‌های کاتولولا مورد مطالعه تقریباً معادل مقادیر ذکر شده در منابع بود (هیوی، ۱۹۹۶).

به طور گسترده برای شناسایی و تعیین ماهیت ترکیبات لیپیدی مورد استفاده قرار می‌گیرند. همان‌طور که مشاهده می‌شود، دانسیته، ویسکوزیته و ضرب شکست نمونه‌های مورد آزمایش به ترتیب در محدوده‌های ۸۰/۷-۶/۰ تا ۱۰۴/۲۳ کیلوگرم بر مترمکعب، ۹۶/۳۱ تا ۱۰۴/۰۳

جدول ۳- شاخص‌های فیزیکی روغن ارقام کانولا مورد مطالعه.

نوع رقم	اوکایی خراسان رضوی	هایولا گلستان	هایولا مازندران	زرفام تهران	زرفام خراسان رضوی	طلایه فارس	طلایه خراسان رضوی
دسته	(کیلوگرم بر مترا مکعب)	(کیلوگرم بر مترا مکعب)	(کیلوگرم بر مترا مکعب)	(کیلوگرم بر مترا مکعب)	(کیلوگرم بر مترا مکعب)	(کیلوگرم بر مترا مکعب)	(کیلوگرم بر مترا مکعب)
ضریب شکت (m^D_{τ})	ویسکوزیته دینامیکی (سانچی پوآز)						
۱/۴۷۱۳۰±۰/۰۰۰۸۴ ^a	۱۰۲/۲۶±۰/۹۹ ^b	۸۱۷/۲۲±۱/۰ ^c					
۱/۴۶۰۹۰±۰/۰۰۰۸۸ ^b	۱۰۴/۱۳±۰/۷۵ ^b	۸۱۷/۹۳±۰/۰ ^c					
۱/۴۶۵۸۰±۰/۰۰۰۱۶ ^b	۹۸/۸۵±۰/۷۲ ^d	۸۱۱/۸۸±۰/۴۱ ^d					
۱/۴۶۶۴۴۳±۰/۰۰۰۸۹ ^b	۱۰۳/۴۹±۰/۸۸ ^{ab}	۸۱۸/۷۰±۰/۲۷ ^b					
۱/۴۶۷۸۸۸±۰/۰۰۱۸۹ ^b	۱۰۴/۲۳±۰/۸۷ ^b	۸۲۰/۰۳±۰/۲۵ ^b					
۱/۴۶۴۷۶۰±۰/۰۰۰۹۱ ^c	۱۰۰/۰۲±۰/۷۲ ^c	۸۰۷/۰۶±۰/۴۵ ^f					
۱/۴۶۶۳۹±۰/۰۰۰۴۴ ^b	۹۶۳۱±۰/۰۸ ^c	۸۰۹/۰۵±۰/۲۳ ^c					

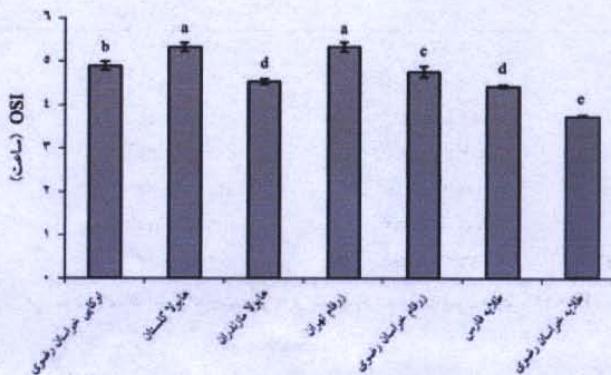
* ارقام دارای حروف مشترک در هر ستون از نحافظ آماری تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن، ۰/۵>P).

هایپولا گلستان (اعداد پراکسید و اسیدی مندرج در جدول ۲) می‌باشد. از این رو، انتظار می‌رود مشروط بر یکسان بودن شرایط حمل و نگهداری، رونم رقم هایپولا گلستان از پایداری اکسایشی بالاتری نسبت به رونم رقم زرفام تهران برخوردار باشد. رونم ارقام اوکاپی و زرفام خراسان رضوی به ترتیب در اولویت‌های دوم و سوم از نظر میزان شاخص پایداری اکسایشی قرار گرفتند. براساس استدلال اخیر، کیفیت اولیه این دو رونم نیز پایین‌تر از رونم رقم زرفام تهران بوده است، حال آن که پایداری اکسایشی آنها از دیدگاه کیمیت‌های یاد شده فراتر از رونم رقم زرفام تهران است؛ ضمن آن که رونم رقم زرفام خراسان رضوی از پایداری اکسایشی بهتری نسبت به رونم رقم اوکاپی خراسان رضوی برخوردار می‌باشد. اولویت چهارم به رونم ارقام هایپولا مازندران و طلایه فارس تعلق داشت. همان‌طور که از داده‌های جدول ۲ بر می‌آید، پایین‌ترین کیفیت اولیه را می‌توان به رونم رقمهایپولا مازندران نسبت داد اما بیشترین میزان ترکیبات فنلی را نیز می‌توان در این رونم مشاهده نمود. از این رو، رونم رقم هایپولا مازندران به ذاته پایدارتر از رونم رقمهایپولا گلستان (اعداد پراکسید و اسیدی مندرج در جدول ۲) می‌باشد.

شاخص پایداری اکسایشی (OSI) رونمایی کانولا مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود شاخص پایداری اکسایشی رونمایی هایپرول گلستان و زرفام تهران به طور معنی‌داری بیش از رونمایی سایر ارقام کانولا بود. این به آن معنی است که مقاومت این رونمایی‌ها نسبت به اکسایش لبیدی و به بیان دقیق‌تر تولید آن دسته از ترکیبات ثانویه اکسایش لبیدی که در دماهای بالا به وجود می‌آیند بیش از سایرین است. به طور طبیعی، پایداری اکسایشی برتر رونمایی این ارقام برگرفته از ساختار شیمیایی آنهاست (جدول‌های ۲ و ۳). مقایسه ساختار شیمیایی رونمایی دو رقم یاد شده بیانگر آن است که رونمایی رقم هایپرول گلستان دارای نسبت PUFA به SFA به مراتب پایین‌تری از رونمایی رقم زرفام تهران بوده (۳۰/۶ در مقابل ۵۰/۳)، ترکیبات فنلی حدود ۲ برابر و توکوفرولهای تا حدی کمتر از رونمایی رقم زرفام تهران دارد (جدول ۱). این به آن معنی است که رونمایی هایپرول گلستان از پایداری بیشتری نسبت به رونمایی رقم زرفام تهران برخوردار است، و شاخص پایداری اکسایشی تقریباً بسان آنها ناشی از گفایت اولیه پایین‌تر رونمایی رقم

روغن زرفام تهران و طلایه فارس را از دیدگاه پایداری اکسایشی برای آن متصور می‌سازد. در مجموع، بیشترین پایداری اکسایشی ذاتی روغن ارقام کانولا مورد مطالعه را می‌توان بر طبق ترتیب ذیل نمایش داد: هایولا گلستان > زرفام خراسان رضوی > اوکاپی خراسان رضوی = هایولا مازندران > زرفام تهران > طلایه خراسان رضوی > طلایه فارس.

طلایه فارس بوده، انتظار می‌رود از این دیدگاه همانند اوکاپی خراسان رضوی عمل نماید. همچنین، در خصوص روغن رقم طلایه فارس می‌توان برای آن از دیدگاه پایداری اکسایشی جایگاهی پس از روغن زرفام تهران را در نظر گرفت. براساس نتایج آزمون رنسیم، روغن رقم طلایه خراسان رضوی دارای کمترین میزان پایداری اکسایشی بود اما بررسی‌های ساختاری، جایگاهی میان



شکل ۱- شاخص پایداری اکسایش (OSI) روغن ارقام کانولا مورد مطالعه. ستون‌های دارای حروف مشترک از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن، $P<0.05$). تیرکهای ترسیم شده بر بالای ستون‌ها نشان‌دهنده انحراف استانداره داده‌های اندازه‌گیری شده است.

191
اکسایشی روغن‌ها و چربی‌های خوراکی تحت شرایط نگهداری و فرآیندهای مواد غذایی به شدت تحت تأثیر آنهاست و داده‌های آزمون رنسیم در این تحقیق نیز بیانگر این امر است. بهطور معنی‌داری ذر بین روغن‌های ارقام کانولا متفاوت بودند. این تفاوت‌ها به طبع تا حدی برگرفته از ویژگی‌های ذاتی ارقام کانولا و تا حدی ناشی از شرایط اقلیمی و زراعی منطقه است. از این‌رو، انجام تحقیقاتی با رویکرد برسی اثر شرایط اقلیمی و زراعی بر خواص یاد شده به انتخاب رقم یا ارقام مناسب کانولا برای کشت در مناطق مختلف کشور خواهد انجامید. از سوی دیگر، تولید روغن‌های خوراکی کیفی‌تر و پایدارتر مستلزم آگاهی بیشتر نسبت به ویژگی‌های ماده اولیه آن است که این پژوهش اطلاعات مناسبی را در این خصوص به دست‌اندرکاران صنعت روغن‌ها و چربی‌های خوراکی در کشور تقدیم می‌دارد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد روغن‌های ارقام رایج کانولا در ایران به طور کلی در گروه روغن‌هایی قرار می‌گیرند که بخش عمده ساختار اسید چربی آنها را اسیدهای اولنیک و لینولنیک تشکیل می‌دهند اما کمبیت‌های ساختاری، فیزیکی و شیمیایی آنها به طور معنی‌داری با یکدیگر متفاوت می‌باشد. در این میان، شاخص‌هایی چون عدد پراکسید، عدد اسیدی و ترکیبات قطبی که مقادیر بالاتر آنها حاصل شرایط نامطلوب حمل و نگهداری است و بار عملیات تصفیه و نیز کیفیت محصول پایانی را تحت تأثیر قرار می‌دهند، به طور معنی‌داری در بین ارقام مورد مطالعه متفاوت بودند. این مستلزم توجه بیشتر به شرایط حمل و نگهداری ماده اولیه پیش از فرآیند است. ساختار اسید چربی، مواد غیرقابل صابونی، ترکیبات فلئی و توکوفرول‌ها که پایداری



منابع

- 1.Hejazi, A. 2000. Colza Farming (planting, nursing, harvesting). Rozaneh Publication, Tehran, 157p.
- 2.Ackman, R.G. 1990. Canola fatty acids-an ideal mixture for health, nutrition and food use. In *Canola and Rapeseed*, Shahidi, F. (ed), Van Nostrand Reinhold, New York, Pp: 81-89.
- 3.AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, Pp: 28-81.
- 4.AOCS. 1993. *Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society*, AOCS Press, Champaign, IL, 762p.
- 5.Aparicio, R., Roda, L., Albi, M.A., and Gutierrez, F. 1999. Effect of various compounds on virgin olive oil stability measured by Rancimat. *J. Agric. Food Chem.*, 47: 4150-4155.
- 6.Barr, S.L., Ramakrishnan, R., Johnson, C., Hollerau, S., Dell, R.B., and Ginsberg, H.N. 1992. Reducing total dietary fat without reducing saturated fatty acids does not significantly lower total plasma cholesterol concentrations in normal males. *Am. J. Clin. Nutr.*, 26: 194-202.
- 7.Capannesi, C., Palchetti, I., Mascini, M., and Parenti, A. 2000. Electrochemical sensor and biosensor for polyphenols detection in olive oils. *Food Chem.*, 71: 553-562.
- 8.Eskin, N.A.M., McDonald, B.E., Przybylski, R., Malcolmson, L.J., Scarth, R., Mag, T., Ward, K., and Adolph, D. 1996. Canola oil. In *Bailey's industrial oil and fat products*, Hui, Y.H. (ed), Wiley-Interscience Press, New York, Pp: 1-95.
- 9.Firestone, D., Stier, R.F., and Blumenthal, M. 1991. Regulation of frying fats and oils. *Food Technol.*, 45: 90-94.
- 10.Gordon, M.H., and Mursi, E. 1994. A comparison of oil stability based on the Metrohm Rancimat with storage at 20 °C. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 71: 649-651.
- 11.Hui, Y.H. 1996. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- 12.Lagarda, M.J., Garcia-Llatas, G., and Farre, R. 2006. Analysis of phytosterols in foods. *J. Pharm. Biomed. Anal.*, 41: 1486-1496.
- 13.Li, D., Sinclair, A., Wilson, A., Nakkote, S., Kelly, F., Abedin, L., Mann, N., and Turner, A. 1999. Effect of dietary α -linolenic acid on thrombotic risk factors in vegetarian men. *Am. J. Clin. Nutr.*, 69: 872-882.
- 14.Li, T.S.C., Beveridge, T.H.J., and Drover, J.C.G. 2007. Phytosterol content of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) seed oil: extraction and identification. *Food Chem.*, 101: 1633-1639.
- 15.Lozano, Y.F., Mayer, C.D., Bannon, C., and Gaydou, E.M. 1993. Unsaponifiable matter, total sterol and tocopherol contents of avocado oil varieties. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 70: 561-565.
- 16.Malecka, M. 1994. The effect of squalene on the thermostability of rapeseed oil. *Nahrung*, 38: 135-140.
- 17.Mattson, F.H., and Grundy, S.M. 1985. Comparison of effects of dietary saturated, monounsaturated, and polyunsaturated fatty acids on plasma lipids and lipoproteins in man. *J. Lipid Res.*, 26: 194-202.
- 18.Mendez, E., Sanhueza, J., Speisky, H., and Valenzuela, A. 1996. Validation of the Rancimat test for the assessment of the relative stability of fish oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 73: 1033-1037.
- 19.Mezouari, S., Parkash Kochhar, S., Schwarz, K., and Eichner, K. 2006. Effect of dewaxing pretreatment on composition and stability of rice bran oil: Potential antioxidant activity of wax fraction. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 108: 679-686.
- 20.Morello, J.R., Motilva, M.J., Tovar, M.J., and Romero, M.P. 2004. Changes in commercial virgin olive oil (cv Arbequina) during storage, with special emphasis on the phenolic fraction. *Food Chem.* 85: 357-364.
- 21.Przybylski, R., and Mag, T. 2002. Canola/rapeseed oil. In *Vegetable Oils in Food Technology. Composition, Properties, and Uses*, Gunstone, F.D. (ed), Blackwell Publishing, Osney Mead, Oxford (UK), Pp: 98-101.
- 22.Sabir, S.M., Hayat, I., and Gardezi, S.D.A. 2003. Estimation of sterols in edible fats and oils. *Pak. J. Nutr.*, 2: 178-181.
- 23.Schulte, E. 2004. Economical micromethod for determination of polar components in frying fats. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 106: 772-776.
- 24.Shantha, N.C., and Decker, E.A. 1994. Rapid, sensitive, iron-based spectrophotometric methods for determination of peroxide values of food lipids. *J. AOAC Int.*, 77: 421-424.
- 25.Stuchlik, M., and Zak, S. 2002. Vegetable lipids as components of functional foods. *Biomed. Papers*, 146: 3-10.
- 26.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.



Physicochemical properties of the oils extracted from major canola cultivars grown in Iran

*R. Farhoosh¹, S. Pazhouhanmehr² and H. Poorazrang³

¹Associate Prof., Dept. of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad,

²Former M.Sc. Student, Dept. of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad,

³Professor, Dept. of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad

Abstract

The current major cultivars grown in Iran [Okapi(O), Hyola 401 (H), Zarfam (Z), and Talayeh (T)] were supplied from the production areas [Khorasan Razavi (K), Golestan (G), Mazandaran (M), Tehran (T), and Fars (F) provinces], and their oil fractions were extracted after drying. The oils were composed of 7.2-8.0% saturated fatty acids, 61.7-67.4% monounsaturated fatty acids, and 23.6-29.3% polyunsaturated fatty acids. Except for the oils from Z-T and H-G cultivars with peroxide values of lower than 1.2 meq/kg, the oils from the other cultivars had peroxide values of higher than 2.0 meq/kg. The highest and lowest iodine value was found for the oils from T-K (109.6), and O-K (104.2) and H-G (104.8), respectively. Unsaponifiables matter content ranged from 3.4% (O-K) to 8.6% (H-G). The oil samples were contained 1.6% sterols on average. The oils from Z-K and O-K cultivars had the greatest tocopherols content (793.4 and 765.1 ppm, respectively), and the lowest contents were found in the oils from T-F (573.6 ppm) and H-M (556.0 ppm) cultivars. Phenolics, wax and total polar compounds contents were in the ranges of 23.8 ppm (T-F) and 127.3 ppm (H-M), 5.6% (O-K) and 10.8% (Z-T), and 2.2% (O-K) and 13.0% (T-F), respectively. The oil samples had densities, viscosities and refractive indices of 806.1-820.0 kg/m³, 96.3-104.2 cP, and 1.464765-1.467888, respectively. Oil/oxidative stability indices were according to the following order: H-G = Z-T > O-K > Z-K > H-M = T-F > T-K.

Keywords: Canola oil; Chemical composition; Physical properties; Oil/oxidative stability index (OSI)

۱۸
۳۰۲



سال شانزدهم، شماره سوم، ۱۳۸۸

* Corresponding Author; Email: rfarhoosh@um.ac.ir