Archive of SID

ارزیابی شیمیایی روغن استخراج شده از ارقام مختلف دانه کلزا

شیدا کدیور[a]، مهرداد قوامی[b*]، مریم قراچورلو[c]، بابک دلخوش[d]

[a] دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران
[b] دانشیار دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران
[c] استادیار دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران
[d] استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

Food Technology & Nutrition /Spring 2010 / Vol. 7 / No. 2

چکیده

مقدمه: با توجه به کمبود روغن خوراکی در کشور و نیز میزان بالای واردات روغن، توجه به منابع روغنی حائز اهمیت است. دانه کلزا یکی از دانه‌های روغنی غنی از روغن بوده که می‌تواند جهت کاهش وابستگی‌ها و خروج ارز از کشور مؤثر باشد. این مجموعه، تحقیقی پیرامون خصوصیات شیمیایی روغن ارقام مختلف اصلاح شده دانه کلزا و مقایسه آن‌ها با یکدیگر جهت شناسایی و معرفی ارقام برتر از نظر صفات مورد آزمون می باشد.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق ۱۱ نمونه اصلاح شده دانه کلزا از مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، به طور کاملاً تصادفی انتخاب شد. روغن هر یک از نمونه‌ها توسط حلال استخراج و پس از تعیین درصد آن، خصوصیات شیمیایی روغن‌های استخراج شده مانند ترکیب اسیدهای چرب، اندیس یدی، درصد ترکیبات غیرصابونی شونده، استرول‌ها، توکوفرول‌ها، درصد اسید چرب آزاد و غلظت فسفر و فسفولیپید به طور جداگانه مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که ارقام مختلف دانه کلزا دارای ۴۷/۷۵ – ۳۷/۲۰ درصد روغن است. ترکیب اسیدهای چرب روغن نمونه‌ها به‌طور میانگین شامل ۷ ٪ اسیدهای چرب اشباع، ۶۶ ٪ اسیدهای چرب تک غیر اشباع و ۲۷ ٪ اسیدهای چرب چند غیر اشباعی می‌باشد. درصد ترکیبات غیرصابونی شونده روغن ارقام مختلف بین ۱/۷۷ – ۴/۷۶ درصد متغیر است.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که رقم‌های مورد بررسی در همه صفات با هم تفاوت معنی‌دار داشتند. بتاسیتواسترول، استرول غالب و گاما توکوفرول، توکوفرول اصلی روغن کلزا را تشکیل می‌دهند. اسید اولئیک، اسید چرب غالب نمونه‌های مورد بررسی می‌باشد و نظر به این‌که ارقام مورد بررسی اصلاح شده بودند اسید اروسیک به میزان بسیار ناچیز در روغن نمونه‌ها موجود بود.

واژه‌های کلیدی

ترکیب اسید چرب، روغن، کلزا، مواد غیرصابونی شونده

نویسنده مسئول مکاتبات email: mehrdad_ghavami@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

کلزا[1] گیاهی از خانواده چلیپاییان می‌باشد. کلزای روغنی مهم‌ترین گونه زراعی جنس براسیکا می‌باشد و به احتمال قوی فرم وحشی آن به اروپا و آفریقای شمالی محدود می‌شود. محتمل‌ترین موطن آن ناحیه‌ای است که در آن شلغم روغنی[2] و کلم روغنی[3] در مجاورت هم روییده اند، زیرا کلزا از تلاقی این دو گونه و دو برابر شدن کروموزوم های هیبرید حاصل به وجود آمده است (عزیزی و همکاران، ۱۳۸۱).

گیاهان جنس براسیکا بر حسب میزان اسید اروسیک به دو گروه عمده تقسیم می‌شوند. دسته اول که با علامت اختصاری HEAR[4] مشخص می‌گردند، روغن آن‌ها دارای بیش از ۵ درصد اسید اروسیک بوده و مصرف خوراکی ندارند. دسته دوم که با علامت اختصاری LEAR[5] نامگذاری می‌شوند، روغن آن‌ها با کم‌تر از ۵ درصد اسید اروسیک، مصرف خوراکی دارند. علاوه بر ماده مضر فوق، یک ترکیب ضد تغذیه‌ای دیگر در کنجاله و علوفه کلزا به نام گلوکوزینولات وجود دارد. این ماده شیمیایی در برخی از گیاهان وجود داشته و باعث طعم تند و بوی زننده اندام‌های آن‌ها می گردد. در ارقام جدید کلزا، میزان این ماده زیان آور بسیار کاهش یافته است و به کم‌تر از ۱۸ میکرومول در هر گرم کنجاله می‌رسد. فیبر نیز از دیگر مواردی است که باعث افت کیفیت کنجاله می‌گردد. مقدار فیبر ارقام جدید نیز بسیار کم شده است (Gunstone, 2004; Shahidi, 1990) .

Lutfur و همکاران در سال ۱۹۸۱، ۲۷ گونه شلغم روغنی و خردل را از نظر محتوای روغن، ترکیب اسید چرب و میزان گلوکوزینولات بررسی کردند. میزان روغن گونه‌ها را بر اساس وزن خشک آن‌ها از طریق روش NMR[6] بررسی و میزان ۴۱-۳۳/۵ درصد را گزارش کردند. از نظر ترکیب اسید چرب گونه‌ها متفاوت بودند و در تمام نمونه ها گلوکوزینولات وجود داشت (Lutfur & Quddus, 1981).

در سال ۲۰۰۷ ، Nelda و همکاران ترکیب اسیدهای چرب روغن کانولا را از طریق کروماتوگرافی گازی به‌دست آوردند و نتیجه گرفته شد که روغن کانولا در حدود ۶۱ درصد اسید چرب تک غیر اشباعی دارد که عمده‌ترین آن ها اسید اولئیک (۵۶ ٪) است. به علاوه، روغن کانولا حاوی مقدار کمی اسید چرب اشباع (۸/۱ ٪) و میزان متوسطی اسید چرب چند غیر اشباع (۳۰/۷ ٪) است که اصلی‌ترین آن‌ها اسید لینولئیک (۲۱/۵ ٪) و اسید لینولنیک (۸ ٪) است (Nelda *et al*., 2007).

روغن کلزا منبع نسبتاً خوبی از توکوفرول ها است. آلفا توکوفرول بیشترین فعالیت حیاتی (ویتامین E) را داشته و گاما توکوفرول دارای بیشترین اثر ضد اکسیدانی است. کل مقدار استرول‌ها در روغن شلغم روغنی و کانولا در حدود ۰/۹۷-۰/۵۳ درصد است. براسیکا استرول، یکی از استرول‌هایی است که در شلغم روغنی و کانولا وجود داشته (در حدود ۱۴ درصد کل فیتواسترول های موجود) و برای تشخیص تقلب سایر روغن‌ها با این روغن به کار می رود (مالک، ۱۳۷۹). دیگر استرول‌های عمده در روغن شلغم روغنی و کانولا بتاسیتواسترول و کمپسترول است. این دو استرول تقریباً ۸۸-۸۰ درصد کل استرول ها را شامل می‌شوند. کلسترول، استیگما استرول، Δ^{5}- اونا استرول، Δ^{7} - استیگما استنول، ۲۴- متیلن کلسترول، کمپستانول، $\Delta^{23و5}$ - استیگماستادینول، سیتواستانول، $\Delta^{24و5}$ - استیگما استانول و Δ^{7} - اونا استرول در روغن شلغم روغنی و کانولا وجود دارند ولی در سطح پایین‌تری یافت می شوند (Ackman & Sebedio, 1981; Gunstone, 2004; Shahidi, 1990).

Ahmed و همکاران در سال ۲۰۰۳ با استفاده از روش FT-IR[7] میزان توکوفرول و توکوتری انول را در روغن کانولا اندازه‌گیری کردند. نتایج با نتایج حاصل از HPLC مطابقت داشت. کل میزان موارد ذکر شده در ۵ نمونه روغن کانولا mg/Kg ۴۳۶-۶۸۱ بود (Ahmed *et al*., 2003) .

Dietrich و همکاران در سال ۲۰۰۷ تأثیر فرآیند PEF[8] را بر روی بازدهی شلغم روغنی و ترکیبات آن بررسی کردند. میزان آلفا توکوفرول، گاما توکوفرول و دلتا توکوفرول با استفاده از این روش به

1- Brassica napus
2- Brassica campestris
3-Brassica oleracea
4- High Erucic Acid Rapeseed
5- Low Erucic Acid Rapeseed
6-Nuclear Magnetic Resonance
7- Fourier Transform Infrared
8– Pales Electric Field

www.SID.ir

Archive of SID

ترتیب ۳۰۰mg/Kg ، ۴۰۰mg/Kg و ۱۵mg/Kg بود. همچنین بیان شد که دمای انبارداری بر روی میزان توکوفرول‌ها مؤثر است (Dietrich *et al*., 2007).

Nelda و همکاران در سال ۲۰۰۷ از روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC)[1] و تشخیص از طریق نور فلورسنت طبق روش استاندارد AOCS (۱۹۹۳) میزان توکوفرول ها و توکوتری انول‌ها را در روغن کانولا اندازه گیری کردند. میزان آلفا توکوفرول و گاما توکوفرول به دست آمده به ترتیب ۲۴۷mg/Kg و ۳۴۸mg/Kg بود (Nelda *et al*., 2007).

Szlyk و همکاران در سال ۲۰۰۳ میزان فسفر را در روغن شلغم روغنی و کانولا اندازه‌گیری کردند و از روی آن میزان فسفولیپیدها را از طریق روش اسپکتروفوتومتری به‌دست آوردند. میزان فسفر به‌دست آمده در روغن تصفیه شده حدود ۲ mg/Kg و میزان فسفولیپید کل به‌دست آمده در حدود ۰/۸۲ درصد بود (Szlyk & Czerniak, 2003).

Aleksandra در سال ۲۰۰۷ با استفاده از روش FT-MIR[2] میزان فسفولیپید را در روغن خام و تصفیه شده اندازه‌گیری کردند و میزان متوسط آن را به ترتیب در حدود ۲۲۷۱۰ mg/Kg و ۲۲۴/۶mg/Kg تخمین زدند. همچنین نتیجه‌گیری شد که میزان فسفولیپید در روغن خام بستگی به روش استخراج دارد (Czerniak, 2007).

هدف از این تحقیق ارزیابی ارقام مختلف دانه کلزا از نظر بازدهی روغن و کیفیت آن، شامل تعیین ترکیب اسیدهای چرب و شناسایی کمی و کیفی ترکیبات غیر قابل صابونی می‌باشد. با استفاده از نتایج به‌دست آمده ارقام برتر از نظر صفات مورد آزمون در منطقه شناسایی و معرفی شده و در اختیار کارشناسان و مروجین علوم کشاورزی جهت کاهش وابستگی‌ها و افزایش تولید روغن کلزا با کیفیت مطلوب قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

- تهیه و آماده‌سازی نمونه

یازده رقم اصلاح شده کلزا با نام های Amica، Goliath، Swhot Shot، Wild Cat، Heros، Sarigol، Cracker Jack، RGS303، Zarfam، Hyola407 و Comet از مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شد این ارقام رقم‌های سه صفر نام دارند، بدین معنی که میزان اسید اروسیک، گلوکوزینولات و فیبر آن‌ها از طریق اصلاح ژنتیکی به حداقل رسانده شده است. اطلاعات زراعی این ارقام به شرح جدول ۱ می‌باشد.

نمونه‌های کلزا آسیاب شدند و روغن هر نمونه به طور جداگانه به روش سوکسله با استفاده از حلال پترولیوم اتر به مدت ۴ ساعت استخراج گردید و روغن به‌دست آمده در ظروف شیشه‌ای تمیز و تیره نگهداری شد.

- آزمون‌های شیمیایی

تعیین درصد روغن دانه‌ها به روش سوکسله و با حلال n- هگزان انجام شد (حسینی، ۱۳۸۲).

درصد اسید چرب آزاد طبق روش AOAC شماره ۹۴۰/۲۸ از طریق تیتراسیون روغن به وسیله سود ۰/۱ نرمال در مجاورت فنل فتالئین و برای هر نمونه در سه تکرار تعیین شد (Firestone, 1997).

جهت تعیین ترکیب اسید چرب آماده‌سازی نمونه به صورت مشتق متیل استر بر اساس استاندارد AOAC با شماره ۹۶۹/۳۳ صورت گرفت (Firestone, 1997) و سپس از دستگاه کروماتوگرافی گازی مدل Varian Star 3400 مجهز به آشکار کننده شعله ای (FID) و ستون موئین ۱۲۰ متری با قطر داخلی ۰/۲۵ میلی متر پر شده با BPX70 مطابق استاندارد AOCS با شماره ce 1e-91 استفاده شد. به طوری که درجه حرارت محل تزریق ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد، درجه حرارت ستون ۱۹۸ درجه سانتی‌گراد، درجه حرارت آشکار کننده ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد، سرعت گاز حامل (نیتروژن) ۱۰ میلی‌متر بر دقیقه ، فشار PSI 10 و مقدار تزریق نمونه ۱ میکرولیتر بود (Firestone, 1994).

اندیس یدی نمونه‌های روغن از روی درصد اسیدهای چرب به دست آمده از طریق گاز کروماتوگرافی بر اساس استاندارد AOCS با شماره Cd 1C-85 محاسبه گردید (Firestone, 1994).

ترکیبات غیر صابونی شونده مطابق استاندارد

1- High Performance Liquid Chromatography 2-Fourier Transform Mid Infra Red

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- اطلاعات زراعی ارقام مختلف دانه کلزای مورد بررسی

رقم	تیپ رشد	مبدأ	درصد روغن در مبدأ	منطقه کشت	نوع رقم	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)
Amica	بهاره	ایتالیا	۴۴-۴۶	گرم و خشک جنوبی و گرم و مرطوب شمالی	آزاد گرده افشان	۳۵۰۰	۳/۷
Goliath	بهاره	دانمارک	۴۴-۴۷	گرم و خشک جنوبی و گرم و مرطوب شمالی	آزاد گرده افشان	۴۰۰۰	۳/۹
Zarfam	زمستانه	ایران	۴۲-۴۴	معتدل سرد و سرد	آزاد گرده افشان	۵۰۰۰	۴/۵
Swhot Shot	بهاره	دانمارک	۴۳-۴۵	گرم و خشک جنوبی و گرم و مرطوب شمالی	آزاد گرده افشان	۳۵۰۰	۳/۸
Sarigol	بهاره	ایران	۴۳-۴۵	گرم و خشک جنوبی و گرم و مرطوب شمالی	آزاد گرده افشان	۴۰۰۰	۳/۷
Comet	بهاره	فرانسه	۴۲-۴۴	گرم و خشک جنوبی و گرم و مرطوب شمالی	آزاد گرده افشان	۳۰۰۰	۳/۹
Heros	بهاره	آلمان	۴۳-۴۵	گرم و خشک جنوبی و گرم و مرطوب شمالی	آزاد گرده افشان	۳۰۰۰	۳/۶
Wild Cat	بهاره	فرانسه	۴۲-۴۴	گرم و خشک جنوبی و گرم و مرطوب شمالی	آزاد گرده افشان	۳۰۰۰	۳/۸
Hyola407	بهاره	کانادا	۴۴-۴۷	گرم و خشک جنوبی و گرم و مرطوب شمالی	آزاد گرده افشان	۴۵۰۰	۴/۲
Cracker Jack	بهاره	فرانسه	۴۳-۴۵	گرم و خشک جنوبی و گرم و مرطوب شمالی	آزاد گرده افشان	۳۵۰۰	۳/۵
RGS303	بهاره	آلمان	۴۳-۴۶	گرم و خشک جنوبی و گرم و مرطوب شمالی	آزاد گرده افشان	۴۰۰۰	۹/۳

AOAC با شماره ۹۳۳/۰۸ از طریق صابونی کردن روغن با پتاس الکلی و سپس استخراج با دی اتیل اتر به‌دست آمد (Firestone, 1997) .

برای شناسایی کمی و کیفی ترکیبات غیر صابونی شونده، لکه‌گذاری این ترکیبات روی صفحه کروماتوگرافی لایه نازک (TLC)[1] انجام شد و اجزای آن از یکدیگر تفکیک گردید. سپس هر یک از باندها از صفحه TLC جدا شد و درصد آن‌ها در کل ترکیبات غیر صابونی شونده محاسبه گردید. باندهای استرولی جدا شده از روی صفحه کروماتوگرافی لایه نازک با دی اتیل اتر استخراج گردید. شناسایی استرول‌های استخراج گشته از روغن بر اساس استاندارد AOAC به شماره ۹۷۰/۵۱ با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی مجهز به آشکار کننده شعله ای با ستون موئین ۳۰ متری HP5 با قطر داخلی ۰/۲۵ میلی متر و دمای ستون ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد، به طوری که درجه حرارت محل تزریق ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد و درجه حرارت آشکار کننده ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد و میزان تزریق ۱ میکرولیتر بود (Firestone, 1997) .

شناسایی و تعیین مقدار توکوفرول‌های روغن به وسیله کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا مطابق استاندارد AOCS با شماره ce8-89 انجام شد (Firestone, 1994) .

مقدار فسفر بر اساس استاندارد IUPAC با شماره IID.16,20 از طریق خاکستر کردن روغن، تهیه خاکستر محلول در اسید و تعیین میزان جذب به وسیله اسپکتروفوتومتر در طول موج ۷۲۰ نانومتر و مقایسه با نمونه‌های استاندارد اندازه گیری شد (Paquot, 1970).

در این آزمایشات از مواد شیمیایی ساخت شرکت مرک[2] آلمان و دارای درجه خلوص بالا و مخصوص آزمون‌های تجزیه‌ای[3] استفاده گردید.

1- Thin Layer Chromatography 2- Merck 3- Analytical Grade

www.SID.ir

Archive of SID

یافته‌ها

نمودار ۱ درصد روغن ارقام مختلف دانه کلزا را نشان می‌دهد که بین ۴۷/۷۵ – ۳۷/۲۰ درصد متغیر است.

نمودار ۲ درصد اسیدهای چرب آزاد روغن ارقام مختلف دانه کلزا را نشان می‌دهد. بیشترین میزان اسیدهای چرب آزاد مربوط به روغن رقم Heros با میانگین ۱/۰۵ درصد و کم‌ترین متعلق به روغن رقم Wild Catبا میانگین ۰/۳۵ درصد می‌باشد.

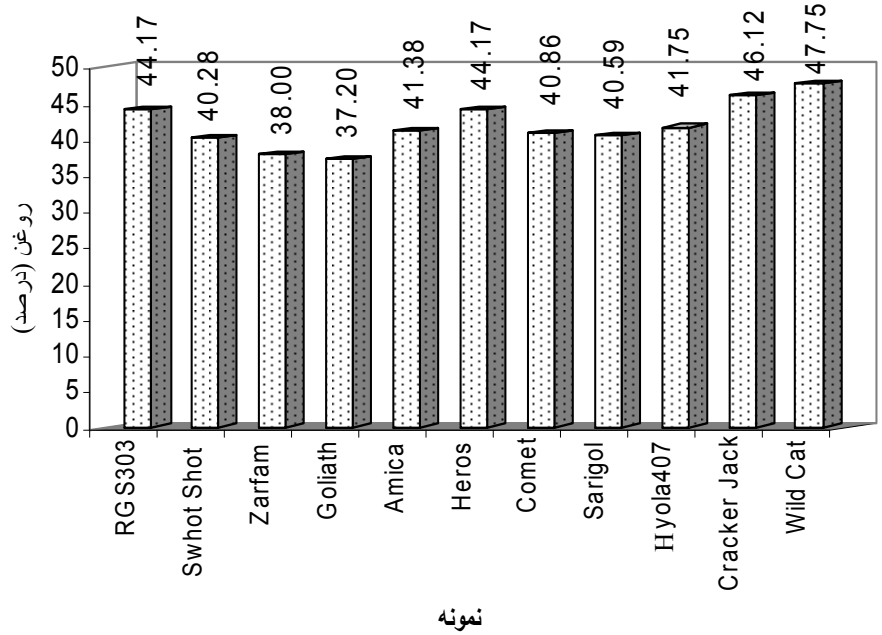
مقادیر و ترکیب اسیدهای چرب روغن نمونه‌های مختلف دانه کلزا در جدول ۲ نشان داده شده است. اسید اولئیک، اسید چرب اصلی روغن کانولا است که در حدود ۶۴ ٪ اسیدهای چرب آن را تشکیل می‌دهد و بعد از آن اسید لینولئیک قرار دارد. اسید اروسیک نیز که به‌عنوان اسید چرب مضر شناخته شده است در این ارقام به میزان بسیار ناچیز وجود دارد که با توجه به این‌که این ارقام از نوع اصلاح شده هستند، این نتیجه قابل انتظار بود.

اندیس یدی، میزان غیراشباع بودن یک ماده چرب را مشخص می‌کند و نمودار ۳ اندیس یدی روغن ارقام مختلف دانه کلزا را نشان می‌دهد. بیشترین عدد یدی مربوط به ارقام Goliath,Heros با میانگین ۱۱۱ و کم‌ترین آن متعلق به ارقام Wild Cat ، Amica و Hyola 407 با میانگین ۱۰۹ می‌باشد.

نمودار ۴ میزان ترکیبات غیرصابونی شونده را بر حسب گرم در ۱۰۰ گرم روغن نمونه های مورد آزمایش نشان می‌دهد. شناسایی اجزاء تشکیل‌دهنده ترکیبات غیرصابونی شونده توسط کروماتوگرافی لایه نازک و بر اساس قطبیت این ترکیبات انجام گرفت. سیلیکاژل که به‌عنوان فاز ثابت در این نوع کروماتوگرافی به کار می‌رود قطبی و فاز متحرک (دی اتیل اتر: هگزان به نسبت یک به چهار) غیر قطبی است. بدین ترتیب حلال، ترکیبات غیر قطبی را با خود به سمت بالای صفحه برده و ترکیبات قطبی‌تر در پایین صفحه باقی می‌مانند. شکل ۱ باندهای تشکیل شده یکی از ارقام کلزا را روی صفحه TLC نشان می‌دهد. جدول ۳ درصد هر یک از باندهای جدا شده را در کل ترکیبات غیرصابونی شونده روغن رقم RGS303 که حاوی بالاترین درصد ترکیبات غیرصابونی شونده است نشان می‌دهد.

جدول ۴ ترکیب و درصد استرولی روغن رقم Heros را نشان می‌دهد.

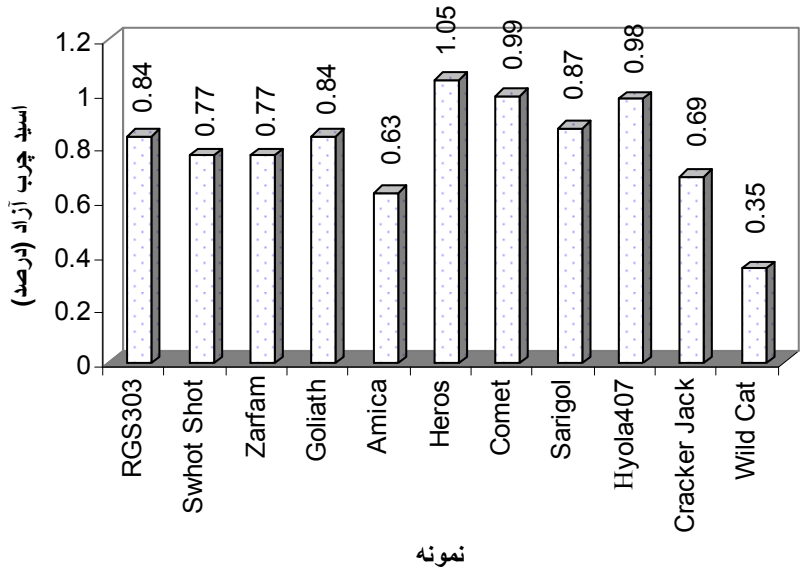
در روغن کلزا هر سه نوع توکوفرول آلفا، دلتا و گاما وجود دارد و مهم‌ترین و بیشترین توکوفرول در این روغن گاما توکوفرول است و بعد از آن آلفا توکوفرول و سپس دلتا توکوفرول می باشد. نمودار ۵ ترکیب و مقدار توکوفرول‌ها را در روغن رقم Heros نشان می‌دهد.



نمودار ۱- درصد روغن ارقام مختلف دانه کلزا

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۲- درصد اسیدهای چرب آزاد روغن ارقام مختلف دانه کلزا

جدول ۲- ترکیب اسید چرب روغن نمونه‌های مختلف دانه کلزا (درصد)

Sample/ Fatty Acid	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:1	C22:1	Other
Rgs303	۴/۷۲	۲/۰۰	۶۳/۷۶	۱۹/۲۳	۸/۰۲	۱/۱۰	۰/۱۲	۱/۰۵
Swhot Shot	۴/۶۰	۱/۹۹	۶۴/۴۹	۱۸/۶۴	۷/۹۴	۱/۱۷	۰/۱۲	۱/۰۵
Zarfam	۴/۸۳	۲/۰۳	۶۳/۹۰	۱۹/۱۰	۷/۷۸	۱/۱۸	۰/۱۲	۱/۰۶
Goliath	۴/۶۱	۲/۰۴	۶۳/۷۲	۱۸/۸۲	۸/۴۲	۱/۲۱	۰/۱۲	۱/۰۶
Amica	۴/۹۲	۲/۰۲	۶۴/۵۵	۱۸/۴۹	۷/۷۲	۱/۱۲	۰/۱۲	۱/۰۶
Heros	۴/۵۰	۲/۲۶	۶۳/۱۰	۱۹/۷۵	۸/۰۵	۱/۰۲	۰/۱۳	۱/۱۹
Comet	۴/۷۷	۲/۰۳	۶۳/۸۵	۱۹/۱۴	۷/۸۲	۱/۲۱	۰/۱۲	۱/۰۶
Sarigol	۴/۸۲	۲/۰۴	۶۴/۱۱	۱۹/۲۹	۷/۵۷	۰/۹۷	۰/۱۲	۱/۰۸
Hyola 407	۴/۹۱	۲/۰۳	۶۴/۰۵	۱۹/۱۶	۷/۶۵	۱/۰۲	۰/۱۲	۱/۰۶
Cracker Jack	۴/۶۳	۲/۰۱	۶۴/۲۶	۱۸/۷۸	۷/۹۹	۱/۱۵	۰/۱۲	۱/۰۶
Wild Cat	۴/۸۲	۲/۱۱	۶۴/۰۰	۱۸/۸۷	۷/۸۴	۱/۱۲	۰/۱۳	۱/۱۱

نمودار ۶ مقدار فسفر و فسفولیپید را در روغن ارقام مختلف دانه کلزا نشان می‌دهد. با توجه به این نمودار از بین این ارقام بیشترین میزان فسفر و فسفولیپید مربوط به رقم Zarfam به میزان به ترتیب ۱۱۶۰ mg/Kg و ۳۴۸۰۰mg/Kg و کم‌ترین آن متعلق به رقم Amica به میزان به ترتیب ۳۹۲mg/Kg و ۱۱۷۶۰ mg/Kg می‌باشد.

بحث

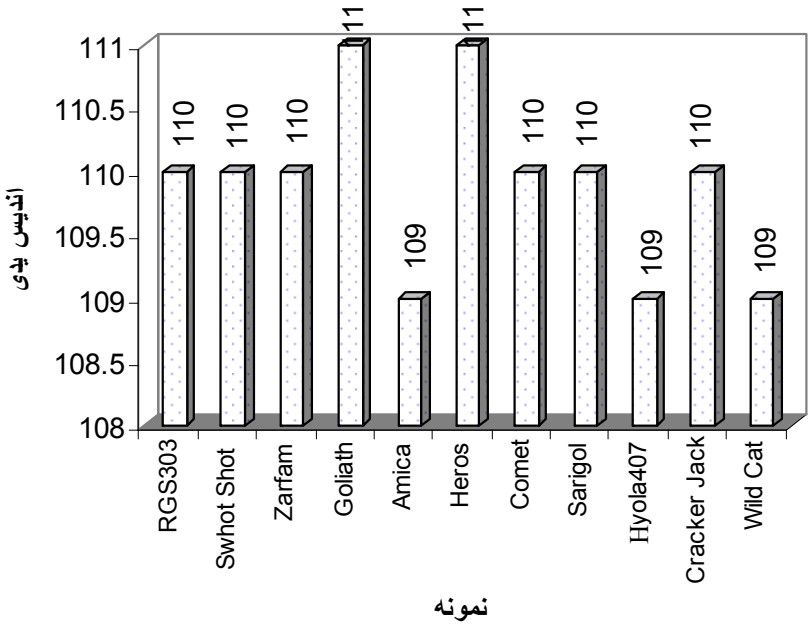
با توجه به نتایج به دست آمده در نمودار ۱، میزان روغن ارقام مختلف کلزا بین ۴۷/۷۵-۳۷/۲۰ درصد است که میزان آن به واریته گیاهی، موقعیت مکان، حاصلخیزی خاک، کهنه و یا تازه بودن دانه بستگی دارد و از آنجا که در این تحقیق روش آسیاب کردن دانه، روش استخراج روغن و نوع حلال برای تمامی نمونه‌ها یکسان بود در نتیجه این سه فاکتور دلیل اختلاف درصد روغن گونه‌های مورد

www.SID.ir

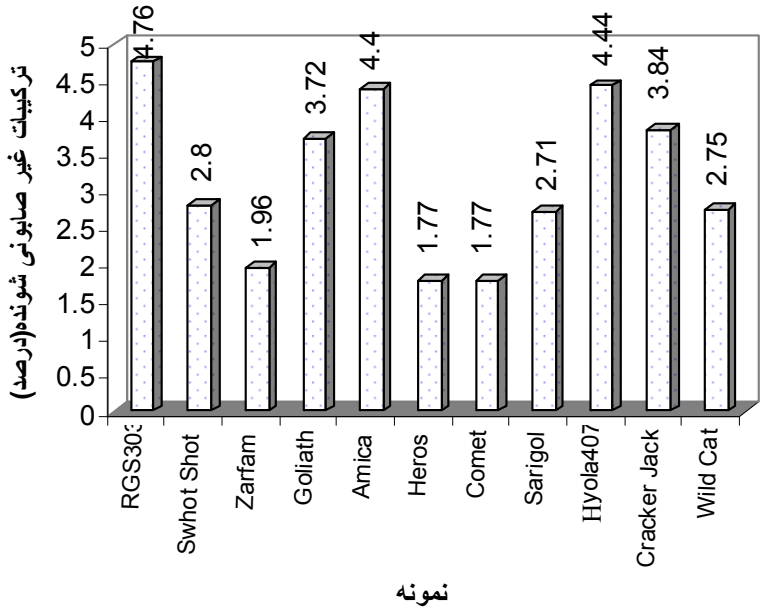
Archive of SID

بررسی نیستند. در میان عوامل محیطی که بر مقدار روغن اثر دارند، دما مهم‌ترین عامل محسوب می‌شود که با افزایش آن درصد روغن کاهش پیدا می‌کند. آبیاری می‌تواند موجب افزایش مقدار روغن شود، در صورتی که غرقابی و تنش خشکی موجب کاهش آن می‌شوند. استفاده از مقدار زیاد کود ازته نیز باعث کاهش مقدار روغن می‌شود (عزیزی و همکاران، ۱۳۸۱). لازم به ذکر است که این ارقام تحت شرایط آب و هوایی ایران (منطقه کرج) کشت شده است، به همین دلیل میزان روغن استحصالی با آنچه در اطلاعات زراعی آمده بود متفاوت است. کم‌ترین میزان روغن مربوط به رقم Goliath و بیشترین آن مربوط به رقم Wild Cat می‌باشد.

از آن‌جا که بر طبق منابع مختلف درصد اسیدهای چرب آزاد روغن کانولا باید در محدوده ۰/۴-۱/۲ باشد (مالک، ۱۳۷۹)، روغن کلیه ارقام از



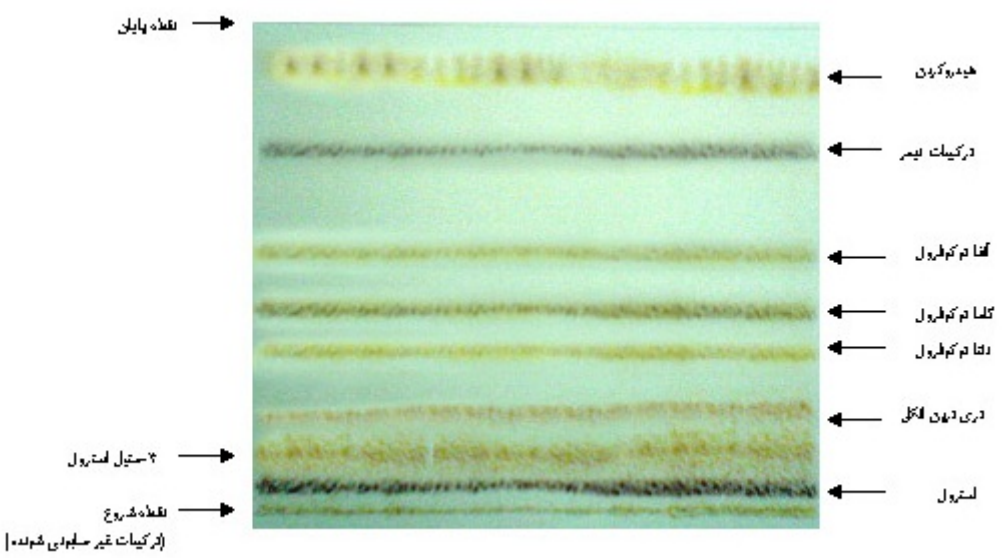
نمودار ۳- اندیس یدی روغن ارقام مختلف دانه کلزا



نمودار ٤- میزان ترکیبات غیرصابونی شونده روغن ارقام مختلف دانه کلزا

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- اجزای تشکیل دهنده ترکیبات غیرصابونی شونده روغن یکی از ارقام کلزا

جدول ۳- ترکیبات غیرصابونی شونده روغن کلزا ، رقم RGS303

مناطق	اندیس تقریبی Rf (×100)	فلورسنس تحت اشعه UV	درصد ترکیبات غیرصابونی شونده
منطقه اول: از نقطه شروع تا استرول‌ها	۰ – ۶/۵۵	سبز روشن	۴
منطقه دوم: استرول‌ها، ۴- متیل استرول‌ها، تری ترپن الکل‌ها	۶/۵۵ – ۳۸/۶۵	زرد- طلائی	۴۱
منطقه سوم: توکوفرول‌ها	۳۸/۶۵ – ۶۸/۳۸	بنفش	۱۶
منطقه چهارم: گوناگون (برای مثال ترکیبات دیمر)	۶۸/۳۸ – ۹۱/۷۵	بنفش	۱۰
منطقه پنجم : هیدروکربن‌ها	۹۱/۷۵ –۱۰۰	زرد	۲۹

نظر درصد اسیدهای چرب آزاد در وضعیت مطلوبی قرار دارند (نمودار ۲). روغن رقم Heros ، بالاترین درصد اسید چرب آزاد را در بین روغن‌های دیگر ارقام دارا می‌باشد. بالا بودن درصد اسیدهای چرب آزاد نشان دهنده شرایط نامناسب نگهداری این دانه می‌باشد. مثلا بالا بودن رطوبت انبار یا درجه حرارت بالای نگهداری یا بالا بودن رطوبت مغز دانه به علت خشک نکردن دانه قبل از نگهداری، باعث تشدید هیدرولیز تری گلیسیریدهای روغن می شود. همچنین شرایط نامناسب برداشت و یا برداشت دیر هنگام دانه به خصوص در فصولی که بارش باران داریم باعث افزایش هیدرولیز می شود. May و همکاران در سال ۱۹۹۴ تأثیر شرایط زراعی را روی سطح اسیدهای چرب آزاد روغن کانولای بهاره (*Brassica napus*) بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که کاهش سرعت جوانه زدن، افزایش میزان کود ازته و تأخیر کاشت، منجر به بالا رفتن درصد اسیدهای چرب آزاد می‌شود. از طرفی، از بین بردن تنش خشکی از طریق آبیاری در حین کاشتن دانه باعث کاهش ۴۶ درصد اسیدهای چرب آزاد می‌شود. آن‌ها بیان کردند که استفاده از کودهای پتاسیم و برم، همچنین کاربرد هفتگی قارچ‌کش‌ها، بنومیل و تزریق ازون اتمسفری به گیاهان، تأثیری روی درصد اسیدهای چرب آزاد ندارد (May *et al*., 1994).

همان طور که در جدول ۲ ملاحظه می‌شود به طور میانگین ترکیب اسیدهای چرب روغن نمونه‌ها را ۷ درصد اسیدهای چرب اشباع شده ، ۶۶ درصد اسیدهای چرب تک غیر اشباع و ۲۷ درصد اسیدهای چرب چند غیر اشباعی تشکیل داده است که با نتایج دیگر محققین مطابقت می کند (Nelda *et al*., 2007).

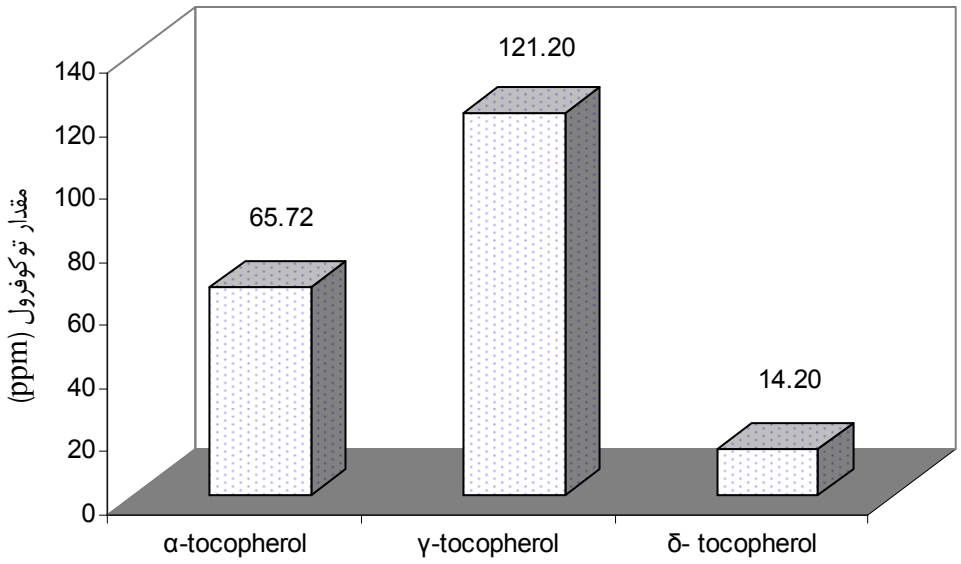
مقدار اسیدهای چرب اشباع نشده (اسید لینولئیک

www.SID.ir

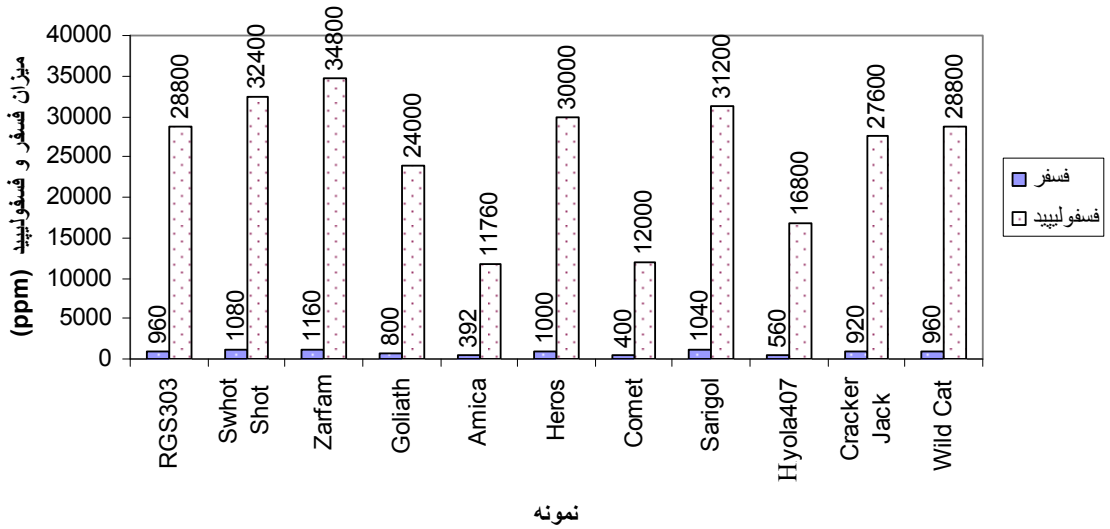
Archive of SID

جدول ٤- ترکیب و درصد استرول روغن کلزا، رقم Heros

نوع استرول	درصد
براسیکا استرول	۱۶/۸
کمپسترول	۳۰/۵
بتاسیتواسترول	۵۲/۳
استیگما استرول	<۰/۵
Δ^5-اونا استرول	<۱
کلسترول	<۰/۵



نمودار ٥- نوع و میزان توکوفرول‌های روغن کلزا ، رقم Heros



نمودار ٦- مقدار فسفر و فسفولیپید روغن ارقام مختلف دانه کلزا

www.SID.ir

Archive of SID

و اسید لینولنیک) به شدت تحت تأثیر عوامل محیطی در دوره تجمع روغن در دانه و رسیدگی دانه، قرار دارد. در رقم‌هایی که مقدار اسید اروسیک آن‌ها کم است، دمای بالا در طی تجمع روغن موجب کاهش مقدار اسیدهای چرب اشباع نشده می‌شود که در نتیجه مقدار اسید اولئیک بالاتر خواهد رفت (عزیزی و همکاران، ۱۳۸۱).

ترکیبات غیر صابونی شونده روغن‌ها عبارتند از استرول‌ها، ۴- متیل استرول‌ها، الکل‌های ترپنیک، توکوفرول‌ها، ترکیبات دیمر که در حین اکسیداسیون ایجاد می‌شوند و هیدروکربن‌ها. با توجه به نمودار ۴ ، رقم RGS303 بیشترین و ارقام Heros و Comet کم‌ترین میزان این ترکیبات را دارا می‌باشند. از آن‌جا که این ترکیبات حاوی ترکیبات محافظ روغن مثل توکوفرول‌ها و استرول‌ها می‌باشند در نتیجه رقم RGS303 به دیگر ارقام برتری دارد.

همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می شود، بیشترین بخش ترکیبات غیرصابونی شونده را استرول‌ها تشکیل می‌دهند و بعد از آن‌ها به ترتیب هیدروکربن ها و توکوفرول‌ها بیشترین بخش را به خود اختصاص داده اند. بیشترین درصد استرول در کل ترکیبات غیرصابونی شونده مربوط به رقم Zarfam به میزان ۴۵ درصد و کم‌ترین آن مربوط به ارقام Goliath و Comet به میزان ۴۰ درصد می‌باشد. بیشترین درصد توکوفرول در کل ترکیبات غیرصابونی شونده مربوط به رقم Zarfam به میزان ۲۰ درصد و کم‌ترین آن مربوط به رقم Swhot Shot به میزان ۱۵ درصد می‌باشد.

در بین استرول‌های موجود در روغن کلزا، بتاسیتواسترول بیشترین مقدار را به خود اختصاص می‌دهد و بعد از آن به ترتیب کمپسترول و براسیکا استرول می‌باشد.

در رابطه با ترکیبات استرولی Vlahakis و همکاران در سال ۲۰۰۰ ، فیتواسترول‌های اصلی روغن کانولا را براسیکا استرول، کمپسترول، استیگما استرول و بتاسیتواسترول گزارش کردند که با نتایج به‌دست آمده در این تحقیق مطابقت می‌کند. طبق نتایج آن‌ها ترکیب فیتواسترول‌های گونه‌های مختلف کانولا با یکدیگر متفاوت بود (Vlahikis & Hazebroek, 2000) .

با بررسی و مطالعه تحقیقات دیگر دانشمندان که میزان آلفا توکوفرول، گاما توکوفرول و دلتا توکوفرول را به ترتیب در حدود ۳۰۰mg/Kg ، ۴۰۰ mg/Kg و ۱۵mg/Kg به دست آوردند (Ahmed *et al*., 2003; Dietrich *et al*., 2007; Nelda *et al*., 2007) و مقایسه با نتایج به‌دست آمده در این تحقیق (نمودار ۵) مشاهده می‌شود که میزان آلفا توکوفرول و گاما توکوفرول نمونه‌های کلزای مورد بررسی در این تحقیق بسیار پایین‌تر از نتایج به‌دست آمده توسط دیگر محققین می‌باشد و این می‌تواند به دلایل شرایط بد انبارداری و نگهداری دانه‌ها باشد (Dietrich *et al*., 2007). از طرفی با توجه به نتایج حاصل از تحقیق Abidi و همکاران در سال ۱۹۹۹ تغییرات ژنتیکی روی میزان توکوفرول مؤثر است (Abidi *et al*., 1999) و از آن‌جا که این ارقام گونه‌های اصلاح شده هستند ممکن است این عامل نیز در پایین بودن سطح توکوفرول‌های ارقام مؤثر باشد.

غلظت فسفر موجود در نمونه‌های روغن شاخصی برای تعیین غلظت فسفولیپیدها است. وجود فسفولیپیدها یا همان فسفاتیدها در روغن باعث می‌شود که مقدار زیادی از تری گلیسریدها در جریان تصفیه و تولید روغن، با آب به صورت امولسیون در آمده و از دست بروند. فسفولیپیدها به دلیل این که دارای گروه آمینی می‌باشند تحت حرارت بالای فرآیند با آلدئیدهای حاصل از اکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع در واکنشی شبیه واکنش میلارد شرکت می‌نمایند و باعث تیرگی روغن می شوند. همچنین آن‌ها در دمای بالای فرآیند بوی نامطلوبی ایجاد می‌کنند. فسفولیپیدها در مخازن و تانک های نگهداری رسوب می‌کنند و باعث می‌شوند جریان فرآیند یکنواخت نباشد. فسفولیپیدها سم کاتالیست هستند که باعث غیرفعال کردن نیکل در مرحله هیدروژناسیون می‌شود. فسفاتیدها همچنین قادر به تقویت عمل توکوفرول‌ها می‌باشند.

نتیجه‌گیری

با توجه به کمبود روغن خوراکی در کشور و نیز میزان بالای واردات روغن، توجه به منابع روغنی حائز اهمیت است. دانه کلزا یکی از دانه‌های روغنی

www.SID.ir

Archive of SID

غنی از روغن بوده که می‌تواند جهت کاهش وابستگی ها و خروج ارز از کشور مؤثر باشد. ویژگی‌های خاص گیاه کلزا و سازگاری آن با شرایط مختلف آب و هوایی ایران اهمیت این محصول را بیشتر نموده و به عنوان نقطه امیدی جهت تأمین روغن خوراکی مورد نیاز کشور به شمار آمده است. در این تحقیق یازده رقم اصلاح شده کلزا مورد بررسی قرار گرفت. بهترین رقم از لحاظ درصد روغن رقم Wild Cat شناسایی شد و از لحاظ کیفیت روغن به علت دارا بودن بیشترین درصد ترکیبات غیرصابونی شونده (توکوفرول‌ها و استرول ها) رقم RGS303 شناسایی شد. لازم به ذکر است که رقم Zarfam نیز حاوی بیشترین درصد استرول و توکوفرول در کل ترکیبات غیرصابونی شونده و بیشترین میزان فسفولیپیدها بود.

منابع

حسینی، ز. (۱۳۸۲). روش‌های متداول در تجزیه مواد غذایی. انتشارات دانشگاه شیراز.

عزیزی، م.، سلطانی، الف. و خاوری خراسانی، س. (۱۳۸۱). کلزا (فیزیولوژی، زراعت، به نژادی و تکنولوژی زیستی). انتشارات جهاد دانشگاهی.

مالک، ف. (۱۳۷۹). چربی‌ها و روغن‌های نباتی خوراکی، ویژگی‌ها و فرآوری. انتشارات فرهنگ و قلم .

Abidi, S. L., List, G. R. & Rennick, K. A. (1999). Effect of Genetic Modification on the Distribution of Minor Constituents in Canola Oil. Journal of the American Oil Chemists' Society, 76 (4), 463-467.

Ackman, R. G. & Sebedio, J. L. (1981). Fatty Acid and Sterols in Oils from Canola Screengs. Journal of the American Oil Chemists' Society, 58 (5), 594-598.

Ahmed, M. Kh., Daun, J. K. & Przybylski, R. (2003). FT-IR Based Methodology for Quantitation of Total Tocopherols, Tocotrienols and Plastochromanol-8 in Vegetable Oils. Journal of Food Composition and Analysis, 18, 359-364.

Czerniak, A. S. (2007). MIR Spectroscopy and Partial Least-Squares Regression for Determination of Phospholipids in Rapeseed Oils at Various Stages of Technological Process. Food Chemistry, 105, 1179-1187 .

Christie, W. W. (1973). Lipid Analysis: Isolation, Sepration, Identification and Structural Analysis of Lipids. Pergamon Press.

Dietrich, K., Manuela, G. & Pedro, E. M. (2007). Application of Pulsed Electric Fields at Oil Yield and Content of Functional Food Ingredients at the Production of Rapeseed Oils. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 8, 55-62.

Firestone, D. (1997). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, (17th ed.), Arlington, USA.

Firestone, D. (1994). Official Methods & Recommended Practices of the American Oil Chemists´ Society, (4th ed), AOCS Press, Champaiyn, IL, USA.

Gunstone, F. D. (2004). Rapeseed and Canola Oil; Production, Processing, Properties and Uses. CRC Press, pp.37-59.

Lutfur, R. & Quddus, M. A. (1981). Variability in Oil Content, Fatty Acid Pattern and Glucosinolate Content in Mustard and Rapeseed. Indian Journal of Agriculture Science, 51 (1), 23-26.

May, W. E., Hume, D. J. & Hale, B. A. (1994). Effect of Agronomic Practices on Free Fatty Acid Levels in the Oil of Ontario Grown Spring Canola. Canadian Journal of Plant Science, 74 (2), 267-274.

Nelda, R., Paz, R., Masson, L., Ortiz, J., Gonzalez, K., Tapia, K. & Dobaganes, C. (2007). Effect of a-tocopherol, a-tocotrienol and Rosa Mosqueta Shell Extract on the Performance of Antioxidant-Stripped Canola Oil (Brassica Sp.) at High Temperature. Food Chemistry, 104, 383-389.

Paquot, C. (1970). International Union of Pure and Applied Chemistry, Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives, (6th edn.). Pergamon Press, U.K.

Shahidi, F. (1990). Canola and Rapeseed; Production, Chemistry, Nutrition and Processing Technology. New York : Van Nostrand Reinhold. pp.81-86.

Szlyk, E. & Czerniak, S. A. (2003). Spectrophotometric Determination of Total Phosphorus in Rapeseeds and Oils at Various Stages of Technological Process: Calculation of Phospholipids and Non-Hydratable Phospholipids Contents in Rapeseed Oil. Food Chemistry, 81, 613-619.

Vlahikis, C. & Hazebroek, J. (2000). Phytosterol Accumulation in Canola, Sunflower, and Soybean Oils: Effect of Genetics, Planting Location, and Temperature. Journal of the American Oil Chemists' Society, 77 (1), 49-53.

www.SID.ir

Archive of SID

Chemical Evaluation of Oil Extracted from Different Varieties of Colza

Sh. Kadivar [a], M. Ghavami [b*], M. Gharachorloo [c], B. Delkhosh [d]

[a] M. Sc. Student of Food Science & Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

[b] Associate Professor of the College of Food Science & Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

[c] Assistant Professor of the College of Food Science & Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

[d] Assistant Professor of the College of Agriculture, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.

Abstract

Introduction: Due to the shortage of edible oils in Iran and the high quantity imported annually and the fact that Colza is becoming popular, it is the aim of this investigation to evaluate the oils extracted from modified samples.

Materials & Methods: Eleven samples of developed colza were chosen accidentally from Karaj institute of seed improvement. The extracted oils were subjected to a series of chemical tests consisting of the determination of fatty acids composition, identification and quantification of fractions present in the nonsaponifiable matter and measurement of phosphorus and phospholipids concentration.

Results: The results indicated that beta-sitosterol, gama-tocopherol and oleic acid were the predominant sterol, tocopherol and fatty acid present in the oils examined respectively. Traces of erucic acid was identified in the samples examined.

Conclusion: The results showed that the differences between eleven varieties investigated were significant.

Keywords: *Colza, Fatty Acid Composition, Nonsaponifiable Matter, Oil, Phospholipid*

**Corresponding Author: mehrdad_ghavami@yahoo.com*

www.SID.ir