NCMBJ
Research article

New Cell Mol Biotech
j.10/39 , 2020

Scan online to view this article

Investigating the effect of solvent and extraction method on the amount of phenolic compounds and the antioxidant activity of flax (*Linum usitatissimum L.*) oil seed

Mohammad-karim Emadzadeh[1], Aazam Aarabi[2*], Farinaz Aarabi Nazhvani[2], Mohsen Chiani[3], Mohammad Reza Mehrabi[3]

1. Department of Nursing, Dehaghan branch, Islamic Azad University, Dehaghan, Iran.
2. Department of Food Science and Technology, Shahreza Branch, Islamic Azad University, Shahreza, Iran
3. Department of Nanobiotechnology, Pasteur Institute of Iran, Tehran, Iran.

Abstract

Aim and Background: Flax seed is a nutritive grain which can prevent cancers and cardiovascular diseases, due to compounds such as omega 3 fatty acid, dietary fiber, protein and lignan. The aim of this study was to investigate the effect of oil extraction method on extraction efficiency and the amount of phenolic and antioxidant substances.

Materials and Methods: In this research two kinds of yellow and brown flaxseed were used for extraction of oil by cold press and solvent method (petroleum ether and ethanol) and extraction efficiency and phenolic and antioxidant compounds were compared.

Results: The results showed that oil extraction was not possible with cold pressing method of yellow flax, and only meal was obtained. The yield of oil extraction for yellow and brown flax using ethanol were (6.6 ± 0.55 and 42.3 ± 1.15) and, for petroleum ether was (11.3 ± 0.98 and 63.03 ± 2.5) respectively. The evaluation of total phenolic compounds and the antioxidant effect of extracted solvents and cold press showed that there was a significant difference between the amount of phenolic compounds extracted by cold pressing method compared to the solvent method, as well as ethanol and petroleum ether solvents. The amount of phenolic compounds and antioxidant activity in yellow flax was higher than brown flax. Also, the amount of these compounds in the cold pressing method was higher than that of solvents.

Conclusion: The type of oil extraction method is highly impacts on the yield of extracted oil from flaxseeds. Brown flaxseed has significantly more oil and less phenolic and antioxidants compounds compared to yellow flaxseed.

Key Words: *Flax seed (Linum usitatissimum* L.*), Antioxidant activity, Cold press, Oil Extraction.*

Corresponding author:
Department of Food Science and Technology, Shahreza Branch, Islamic Azad University, Shahreza, Iran
Email: *aazam 9531@yahoo.com*

مجله تازه های بیوتکنولوژی سلولی مولکولی
دوره ۱۰ - شماره -۳۹ تابستان ۱۳۹۹
مقاله پژوهشی

برای مشاهده این مقاله به صورت آنلاین اسکن کنید

بررسی اثر حلال و روش استخراج بر مقدار ترکیب‌های فنولی و اثر آنتی‌اکسیدانی روغن دانه کتان (*Linum usitatissimum* L.)

محمد کریم عمادزاده [۱]، اعظم اعرابی*[۲]، فریناز اعرابی ناژوانی[۲]، محسن چیانی[۳]، محمدرضا مهرابی[۳]

۱- گروه پرستاری ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دهاقان، دهاقان، ایران
۲- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرضا، شهرضا، ایران
۳- بخش نانوبیوتکنولوژی، انستیتو پاستور ایران، تهران، ایران

چکیده

سابقه و هدف: کتان نوعی دانه مغذی است که به‌دلیل داشتن ترکیب‌هایی چون اسید چرب امگا ۳ ، فیبر رژیمی، پروتئین و لیگنان می‌تواند سبب جلوگیری از بیماری‌های قلبی عروقی و سرطان شود. این مطالعه با هدف بررسی تأثیر روش استخراج روغن بر راندمان استخراج و میزان مواد فنلی و آنتی‌اکسیدان انجام شد.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش دو نوع دانه کتان زرد و قهوه‌ای جهت استخراج روغن با روش پرس سرد و حلال (پترولیوم اتر و اتانول) مورد استفاده قرار گرفت و میزان بازده استخراج و ترکیب‌های فنولی و آنتی‌اکسیدانی آن‌ها، مقایسه گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که استخراج روغن با روش پرس سرد از کتان زرد امکان‌پذیر نبود و فقط کنجاله حاصل شد. بازده استخراج روغن برای کتان زرد و قهوه‌ای با استفاده از حلال اتانول به‌ترتیب ۰/۵۵± ۶/۶ و۱/۱۵±۴۲/۳ و حلال پترولیوم اتر ۰/۹۸± ۱۱/۳ و ۲/۵ ± ۰۳ /۶۳ به‌دست آمد. ارزیابی ترکیب‌های فنولی کل و اثر آنتی‌اکسیدانی روغن‌های استخراج شده با حلال و پرس سرد نشان داد که مقدار ترکیب‌های فنولی استخراج شده با روش پرس سرد نسبت‌به روش حلال، تفاوت معناداری وجود دارد و هم‌چنین حلال اتانول و پترولیوم اتر نیز تفاوت معناداری در استخراج ترکیب‌های فنولی دارند.

نتیجه‌گیری: روش استخراج روغن بر میزان روغن استحصال شده بسیار مؤثر است. مقدار روغن موجود در تخم کتان قهوه‌ای به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از تخم کتان زرد بوده ولی میزان ترکیب‌های فنولی و آنتی‌اکسیدانتی آن کم‌تر از تخم کتان زرد است.

واژه‌های کلیدی: تخم کتان، فعالیت آنتی‌اکسیدانتی، پرس سرد، استحصال روغن

مقدمه

گیاه کتان با نام علمی *Linum usitatissimum* نوعی گیاه متعلق‌به دسته گیاهان گلدار، رده دولپه‌ای‌ها، راسته مالپیگی‌سانان، تیره کتانیان و سرده کتانیان لینوم است. گیاه کتان در اصل متعلق‌به سرزمین‌های ساحل مدیترانه شرقی تا کشور هندوستان است و به‌احتمال برای نخستین بار در منطقه هلال حاصل‌خیز توسط کشاورزان پرورش یافت. گیاه کتان به‌شکل گسترده‌ای در اتیوپی و مصر باستان کشت می‌گردید (۱). دانه کتان به‌دلیل افزایش تمایل مصرف کنندگان به حفظ سلامتی استفاده غذایی پیدا کرده است. در حقیقت دانه کتان ماده‌ای خاص است که از لحاظ بیولوژیکی به‌دلیل وجود

نویسنده مسئول:
گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرضا، شهرضا، ایران
پست الکترونیکی: *aazam 9531@yahoo.com*
تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۱۰

ترکیب‌هایی چون اسیدهای چرب چند غیراشباعی و امگا ۳ از سیستم قلب و عروق محافظت می‌کند و خاصیت ضدسرطان دارد (۲).

دانه‌های کتان در منابع غذایی جهان به‌عنوان یک غذای فرا سودمند شناخته شده است. غذای عمل‌گرا به‌واسطه محتوی و ارزش تغذیه‌ای که دارند باعث افزایش و بهبود سلامتی می‌شوند. دانه کتان از جهت این‌که غنی از آلفا لینولئیک‌اسید (ALA)، مقادیر زیادیه فیتوکمیکال، غنی از فیبر رژیمی و پروتئین است مناسب هست. آگاهی از ترکیب‌های کتان در شناسایی ارزش این دانه‌ها برای سلامتی و ارزش تغذیه‌ای بسیار مهم است. دانه‌های کتان غنی از فیبر رژیمی و چربی هستند و یک آنالیز از دانه‌های کتان قهو ه‌ای نشان می‌دهد که به‌طور متوسط ۴۲٪ چربی، ۲۰٪ پروتئین، ۲۸٪ فیبر رژیمی، ۷/۷٪ رطوبت و ۳/۴٪ خاکستر است. البته ترکیب دانه‌های کتان می‌تواند به‌واسطه عوامل ژنتیکی، شرایط محیطی رشد و فرایند برداشت متغیر باشد. با افزایش مقدار چربی در دانه‌ها، محتوی پروتئینی دانه کاهش می‌یابد (۳).

محبوبیت کتان به‌دلیل طعم ملایم و معطری که به غذا می‌بخشد سبب شده تا در انواع مختلفی از محصول‌ها استفاده شود. بذر کامل کتان یا نوع آسیاب شده آن، به انواع مختلفی از غذاها افزوده می‌شود که شامل رول‌ها، کلوچه‌ها، نان‌های غنی شده، مافین‌ها، مکمل‌های صبحانه، پاستا، کیک‌ها و انواع غذاهای مرکب از گوشت و آرد و دیگر غذاهای پختنی است (۴). مطالعه‌ها نشان داده که هم لیگنان و هم اسیدآلفالینولنیک موجود در کتان در دمای معمول پخت (۳۵۰ درجه فارنهایت یا ۱۷۸ درجه سانتی‌گراد) پایدار می‌مانند. انواع مختلفی از ترکیب‌های فیتوکمیکال از جمله ترکیب‌های فنولیک، آنتی‌اکسیدان و لیگنان در کتان شناسایی شده‌اند که می‌توانند اثرهای ضدسرطانی و ضدسمیت داشته باشند (۵). با توجه‌به این‌که امروزه استقبال از روغن کتان در تهیه مواد غذایی و هم‌چنین محصول‌های آرایشی بهداشتی افزایش یافته است و تاکنون در زمینه مقدار ترکیب‌های فنولیک و اثر آنتی‌اکسیدانی روغن استخراج شده با دو روش سرد و حلال در دو نوع کتان زرد و قهوه‌ای تحقیقاتی انجام نشده است در این پژوهش بررسی اثر حلال و هم‌چنین روش استخراج روغن بر میزان بازده روغن استخراج شده، مقدار ترکیب‌های فنولی و اثر آنتی‌اکسیدانی آن‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

مواد

دانه کتان زرد و قهوه‌ای محصول شرکت پاکان بذر، پترولیوم اتر، n-هگزان، اسیدسولفوریک، هیدروکسیدسدیم، قرص کلدال، گرانول روی، اسیدکلریدریک، معرف فنل‌فتالئین، اسیداستیک، کلروفرم، یدورپتاسیم، محلول‌نشاسته، تیوسولفات‌سدیم ، فولین‌سیوکالتیو، دی‌فنیل‌پیکراهیدرازیل (DPPH) که کلیه مواد شیمیایی از شرکت مرک آلمان تهیه شد.

آماده‌سازی نمونه

دانه‌های کامل بذر کتان شامل دو واریته قهوه‌ای و سفید کشت شده در منطقه اردستان استان اصفهان از شرکت پاکان بذر سپاهان خریداری شد. دانه‌های کتان جهت آماده‌سازی برای آزمایش‌های مربوطه ابتدا تمیز گردید و گرد و غبار اضافی روی سطح دانه‌ها زدوده و افت دانه جداسازی شد و سپس در دستگاه آسیاب خانگی موجود در آزمایشگاه به‌مدت ۳۰ ثانیه آسیاب گردید.

آزمون‌های شیمیایی انجام شده بر روی دانه کتان

میزان رطوبت، خاکستر، پروتئین، چربی و فیبر دو نوع دانه کتان زرد و قهوه‌ای به‌ترتیب مطابق با استاندارد AACC، ۱۶-۴۴، ۰۸-۰۱، ۴۶-۱۲، ۳۰-۱۰ و ۱۷-۳۳ اندازه‌گیری شد (۶).

استخراج روغن

استخراج روغن مطابق استاندارد AACC 10-30 براساس روش سوکسله انجام شد. در روش سوکسله حدود ۱۰ گرم تخم دانه کتان آسیاب شده را در یک تیمبل کاغذی توزین کرده و در قسمت استخراج کننده دستگاه سوکسله قرار داده شد. بالن ته گرد که به وزن ثابت رسیده را توزین و به دستگاه وصل نموده و به آن هر بار حلال اتانول و پترولیوم‌اتر افزوده شد. پس از وصل کردن عمل استخراج را به‌مدت ۴ ساعت با حرارت ملایم انجام داده شد. پس از استخراج حلال اضافه را در دستگاه روتاری اواپراتور و سپس در آون تحت خلاء تبخیر کرده و پس از سرد کردن نمونه روغن را توزین و درصد چربی محاسبه گردید. روغن استخراج شده از هر دو نوع کتان تا زمان انجام آزمون در شیشه‌های تیره و در محل خنک نگه‌داری شد. استخراج روغن با روش پرس سرد توسط دستگاه پرس هلیسی در دمای ۵۰ درجه انجام شد. هر دو نوع دانه

کتان زرد و قهوه‌ای انجام شد. روغن استخراج شده در شیشه-های تیره تا زمان انجام آزمایش‌ها نگه‌داری شد.

تعیین بازده استخراج روغن

به‌منظور تعیین بازده استخراج روغن از رابطه زیر استفاده گردید.

$$\text{Extraction yield \%} = (W1/W2) \times 100$$

که در اینجا W1 وزن نمونه کتان و W2 وزن روغن استخراج شده است.

اندازه‌گیری مقدار ترکیب‌های فنول تام

تعیین ترکیباهای فنولیک تام (TPC) در داخل عصاره صمغ استخراج شده از دانه‌های کتان، با معرف فولین‌سیوکاتیو[1] انجام شد. به این‌صورت‌که ۰/۰۲ میلی‌لیتر عصاره نمونه، ۱/۵۸ میلی‌لیتر آب مقطر و ۰/۱ میلی‌لیتر معرف فولین‌سیوکالتیو (۱٪ در اتانول) اضافه شده و به‌خوبی مخلوط شد سپس بعد از ۵ دقیقه ۳میلی‌لیتر کربنات‌سدیم (۲۰٪) به مخلوط اضافه شده و پس از اختلاط به‌مدت ۲ ساعت در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد در محیط تاریک نگهداری شد. در نهایت با استفاده از شاهد آب مقطر جذب نمونه با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۷۶۵ نانومتر قرائت گردید (۷).

اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی

فعالیت آنتی‌اکسیدانی روغن استخراج شده از دانه کتان جهت به دام انداختن ترکیب رادیکال‌های آزاد DPPH انجام شد. بدین‌منظور ۳/۹ میلی‌لیتر از محلول اتانولی DPPH (با غلظت۰/۳میلی مولار) به ۰/۱ میلی‌لیتر از روغن افزوده و مخلوط حاصل به‌شدت هم‌زده شد. لوله‌های آزمایش به‌مدت ۱ ساعت در محل تاریک قرار گرفتند. بعد از این مدت میزان جذب در طول موج ۵۱۷ نانومتر خوانده شد. لازم‌به ذکر است که در نمونه کنترل، عصاره با ۰/۱میلی‌لیتر اتانول جایگزین شد. در نمونه استاندارد عصاره با ۰/۱میلی‌لیتر از غلظت‌های مختلف اسید گالیک (۵۰۰ ppm و۲۵۰، ۱۲۵) جایگزین شد. در نهایت درصد مهار رادیکال‌های DPPH (فعالیت آنتی اکسیدانی) توسط عصاره از رابطه زیر محاسبه‌گردید.

$$\text{DPPH radical inhibition \%} = (Ac\text{-}As)/Ac \times 100$$

که در این رابطه Ac و As به‌ترتیب جذب کنترل و جذب نمونه هستند (۸).

آنالیز آماری

این تحقیق به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح به‌طور کامل تصادفی و با ۳ بار تکرار انجام شد. میانگین‌ها به روش دانکن و در سطح معنی‌دار ۰/۰۵ مقایسه شدند. نرم‌افزار مورد استفاده برای تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها SPSS ورژن ۱۷ بود، و نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel- ۲۰۰۷ ترسیم شدند.

نتایج

آنالیز شیمیایی دو نوع دانه کتان زرد و قهوه‌ای در جدول ۱ آورده شده است. میزان فیبر و پروتئین کتان قهوه‌ای تفاوت قابل توجهی نسبت‌به کتان زرد دارد. میزان خاکستر و رطوبت کتان زرد نسبت‌به نوع قهوه‌ی بالاتر است. با توجه‌به مطالب گفته شده علت انتخاب کتان قهوه‌ای بالا بودن میزان چربی، فیبر و پروتئین در آن است.

جدول۱-آنالیز شیمیایی دو نوع دانه کتان زرد و قهوه‌ای

	رطوبت (درصد)	خاکستر (درصد)	پروتئین (درصد)	فیبر (درصد)
کتان قهوه‌ای	۴/۵۵۶۸ *a	۳/۵۴۱ a	۲۲/۵۶۵۹ b	۱۲/۳۵۶ b
کتان زرد	۵/۸۴۵۰ b	۶/۰۷۵۸ b	۶/۵۸۰۳ a	۸/۷۲۱۹ a

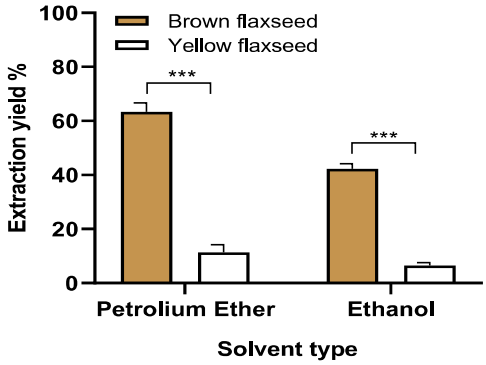
*حروف متفاوت نشان دهنده وجود اختلاف معنادار در بین اعداد موجود در جدول است.

اندازه‌گیری بازده روغن

استخراج روغن با دو روش پرس و حلال مورد ارزیابی قرار گرفت و اختلاف معناداری در میزان روغن استخراج شده در دو نوع کتان با هر دو روش دیده شد. نتایج نشان داد میزان چربی در دانه کتان قهوه‌ای بسیار بالاتر از دانه کتان زرد است. در روش پرس از کتان زرد روغنی استخراج نشد. همان‌گونه که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، استخراج روغن با روش حلال و با استفاده از پترولیوم اتر نسبت‌به روش پرس سرد دارای بازده وکارایی بیش‌تری است. اندازه‌گیری روغن باقی‌مانده در

[1] *Folin-Ciocalteu*

کنجاله‌های به‌دست آمده در دو روش حلال و پرس سرد نیز تأیید دیگری بر این نتیجه است به‌طوری‌که مقدار روغن باقی‌مانده موجود در کنجاله با استفاده از روش حلال، برای اتانول و پترولیوم اتر به‌ترتیب ۱/۵ و ۱/۲ ٪ و با استفاده از روش پرس سرد، ۱۵/۵ ±۰/۷۵ ٪ اندازه‌گیری شد.



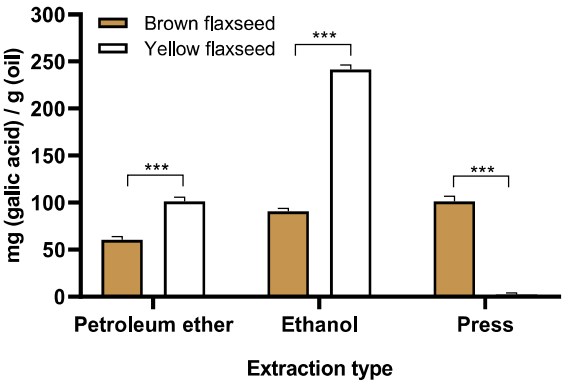
شکل ۱- بازده روغن استخراج شده از دو نوع کتان زرد و قهوه ای با دو نوع حلال. همان‌طور که دیده می‌شود میزان روغن استخراج شده از دانه کتان قهوه‌ای با استفاده از هر دو حلال به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از میزان روغن استخراج شده از دانه کتان زرد است. آزمون سه بار تکرار و نتایج به‌صورت میانگین ± خطای استاندارد گزارش شده است.

همچنین نتایج ارائه شده در شکل ۱ نشان می‌دهد میزان بازده استخراج روغن کتان قهوه‌ای بیش‌تر از کتان زرد است. در مقایسه دو نوع حلال برای یک نوع کتان نیز می‌توان گفت توانایی پترولیوم اتر در استخراج روغن نسبت‌به اتانول بیش‌تر است. ارزیابی و مقایسه شکل ظاهری روغن‌های استخراج شده با روش حلال و پرس سرد نشان داد که روغن استخراج شده با حلال از نظر رنگ، تیره تر از روغن استخراجی با روش پرس سرد است.

نتایج به‌دست آمده در این پژوهش با نتایج منتشر شده توسط Pourabedin در سال ۲۰۱۷ و Marpalle در سال ۲۰۱۴ از نظر محتوای پروتئین و خاکستر مطابقت داشت (۳،۹). اما در مطالعه‌های Pourabedin و همکاران مقدار فیبر اندازه‌گیری شده ۱۴/۴۳٪ گزارش شد که بیش‌تر از مقدار فیبر اندازه‌گیری شده در این تحقیق است.

مقدار ترکیب‌های فنولی در روغن استخراج شده با روش سرد و حلال

مقدار ترکیب‌های فنولی در روغن و صمغ استخراج شده از دو نوع کتان مورد ارزیابی قرار گرفت. و اثر حلال‌ها بر مقدار ترکیب‌های فنولی استخراج شده نیز بررسی گردید. نتایج به‌دست آمده نشان داد تفاوت معناداری در مقدار ترکیب‌های فنولی استخراج شده با روش پرس نسبت‌به حلال وجود دارد و هم‌چنین حلال اتانول و پترولیوم‌اتر نیز تفاوت معناداری در استخراج ترکیب‌های فنولی دارند. (شکل ۲).

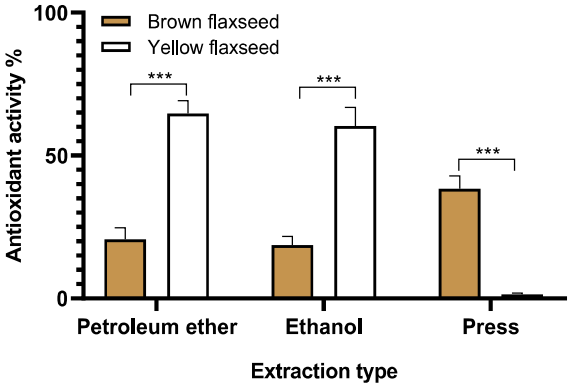


شکل ۲- مقدار ترکیب‌های فنولی روغن استخراج شده با روش حلال و پرس سرد. آزمون سه بار تکرار و نتایج به‌صورت میانگین ± خطای استاندارد گزارش شده است (***: $p<0.001$).

همان‌گونه‌که در شکل۲ مشاهده می‌شود مقدار ترکیب‌های فنولی در کتان زرد بیش‌تر از کتان قهوه‌ای است. هم‌چنین در کتان قهوه‌ای مقدار این ترکیب‌ها در روش پرس سرد در مقایسه با روش حلال بیش‌تر است.

بررسی اثر آنتی‌اکسیدانی روغن استخراج شده با روش پرس و حلال

نتایج به‌دست آمده نشان داد اختلاف معناداری در درصد بازدارندگی رادیکال DPPH برای نمونه روغن‌های استخراج شده با حلال و پرس سرد وجود دارد. هم‌چنین اثر حلال پترولیوم‌اتر و اتانول بر درصد بازدارندگی این رادیکال آزاد محسوس است.



شکل ۳- فعالیت آنتی‌اکسیدانی روغن استخراج شده از کتان زرد و قهوه‌ای با روش حلال و پرس. آزمون سه بار تکرار و نتایج به‌صورت میانگین ± خطای استاندارد گزارش شده است (***: $p<0.001$).

نتایج آنالیز واریانس نشان داد اختلاف معناداری در بین حلال‌های مختلف وجود دارد (شکل ۳). هم‌چنین نتایج نشان داد اثر بازدارندگی کتان زرد نسبت‌به کتان قهوه‌ای بالاتر است. این در حالی‌است‌که در مقایسه اثر حلال بر میزان اثر بازدارندگی رادیکال آزاد اختلاف معناداری دیده نمی‌شود. تحقیقات قبلی نشان داده است که دانه کتان اثر آنتی-اکسیدانی دارد.

بحث

اختلاف در محتوای پروتئینی و ترکیب‌های موجود در کتان را می‌توان به عوامل ژنتیکی و هم‌چنین شرایط کشت و اختلاف در فصول کشت مرتبط دانست (۱۰). تحقیقات در مورد بازده روغن نشان داده است در صورتی‌که قبل از انجام فرآیند پرس سرد، پیش تیمارهایی مانند فلیک کردن (به‌صورت فلسی در آوردن) بر روی دانه کتان انجام گیرد مقدار بازده روغن استخراج شده افزایش می‌یابد (۱۱). مقایسه شکل ظاهری روغن‌های استخراج شده با روش حلال و پرس سرد نشان داد که روغن استخراج شده با حلال از نظر رنگ، تیره تر از روغن استخراجی با روش پرس سرد است. این موضوع را می‌توان به اثر حرارت در انجام واکنش‌های جانبی از قبیل واکنش میلارد، افزایش انحلال ترکیب‌های فسفولیپیدی و ورود آن‌ها به روغن و اکسیداسیون دانه‌ها مرتبط دانست (۱۱).

بالاتر بودن بازده استخراج روغن توسط پترولیوم‌اتر را می‌توان به تفاوت در حلالیت و ضریب نفوذ و هم‌چنین تفاوت در قطبیت اتانول و پترولیوم‌اتر نسبت داد. تحقیقات نشان داده است که در روش پرس سرد، روغن خام به‌دست آمده اغلب حاوی ترکیب‌های تری‌گلیسیریدی مقدار کم‌تری منوگلیسیرید، توکوفرول و دی‌گلیسیرید و ترکیب‌های فنولی است. تری‌گلیسیریدهای موجود در روغن کتان شامل آلفا لینولنیک‌اسید (۴۷ ٪) ، لینولئیک‌اسید (۲۴/۱ ٪)، آراشیدیک‌اسید (۰/۵ ٪)، استئاریک‌اسید (۲/۵ ٪) و ایکوزا پنتانوئیک‌اسید (۰/۳ ٪) است (۱۲). با توجه‌به این‌که جزء اصلی روغن استخراج شده، تری‌گلیسیرید است و با توجه‌به ماهیت غیرقطبی آن، لذا ترکیب‌های اتری و یا غیرقطبی مانند هگزان می‌توانند در استخراج تری‌گلیسیریدها مؤثرتر عمل کنند.

بالا بودن میزان ترکیب‌های فنولی در کتان زرد نسبت‌به کتان قهوه‌ای در روش پرس سرد را می‌توان به اثر حرارت در روش استخراج با حلال و اثر تخریبی آن بر ترکیب‌های فنولی مرتبط دانست. نتایج تحقیقات انجام شده توسط Oomah و همکاران در سال ۱۹۹۵ نشان داد که مقدار ترکیب‌های فنولی موجود در دانه کتان قهوه‌ای ۱۰-۸ گرم بر کیلوگرم است که مقدار ۵ گرم به کیلوگرم آن به‌صورت اسیدهای فنولیک استریفیه شده و ۳-۵ گرم به کیلوگرم به‌صورت اسیدهای فنولیک اتری شده است. ترکیب‌های فنولی موجود در کتان می‌توانند به‌صورت باند شده و یا آزاد باشند که ترکیب‌های فنولی آزاد آن‌ها به-طور عمده شامل سیس سیناپیک، ارتوکوماریک، ترانس‌پی-کوماریک، هیدروکسی‌بنزوئیک، فرولیک‌اسید و وانیلیک‌سید است (۱۰،۱۳).

مطابق با نتایج پژوهش‌های Imran و همکاران در سال ۲۰۰۷، لیگنان‌ها که جزء متابولیت‌های ثانویه محسوب شده و به مقدار زیاد در کتان وجود دارند، سهمی از این ترکیب‌های فنولی را به خود اختصاص می‌دهند (۱۴). تحقیقات نشان داده است که ترکیب‌های فنولی موجود در کتان ناهمگون بوده و شامل مخلوطی از SDG[1] و HMGA [2] است که میزان SDG (نوعی لیگنان) بیش از ۳ ٪ وزن لیگنان‌های موجود در کتان است (۱۵).

اثر آنتی‌اکسیدانی روغن کتان زرد و قهوه‌ای را می‌توان به ترکیب‌های استرولی، توکوفرول و ترکیب‌های فنولی موجود در آن مربوط دانست (۱۶). در تحقیقات انجام شده مقدار ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی دانه کتان کامل مورد ارزیابی قرار

[1] *Secoisolariciresinol diglucoside*
[2] *3-hydroxy-3-methyl glutaric acid*

گرفته است و نتایج نشان داده است که مقدار اثر مهارکنندگی رادیکال آزاد دانه کتان ارتباط مستقیمی با محتوای ترکیب-های فنولی آن‌ها دارد. Zanwar و همکاران در سال ۲۰۱۰ مقدار فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره اتانولی استخراج شده از دانه کتان را مورد بررسی قرار دادند و در نتایج آن‌ها مقدار فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره استخراج شده µ g/ml ۵۰۰گزارش شد و مهم‌ترین ترکیب‌هایی که نقش آنتی-اکسیدانی در عصاره را ایفا می‌کنند به ترکیب‌های فنولی نسبت داده شد (۱۷). SDG مهم‌ترین ترکیب فنولی موجود در کتان است که نقش آنتی‌اکسیدانی دارد. در تحقیقات انجام شده توسط Prasad و همکاران در سال ۱۹۹۷ توانایی مهارکنندگی SDG از طریق رادیکال‌های پراکسید ایجاد شده از طریق فتولیز آب اکسیژنه مورد بررسی قرار گرفت و از این طریق کارائی SDG در مهار استرس اکسیداتیو در سیستم های بیولوژیکی ارزیابی شد. نتایج نشان داد که این ترکیب در مهار رادیکال و کاهش استرس اکسیداتیو در سلول‌های کبدی می‌تواند مؤثر باشد (۱۸). هم‌چنین Hosseinian و همکاران در تحقیقات خود در سال ۲۰۰۶ اثر آنتی‌اکسیدانی ترکیب-های SDG و SECO را در شرایط in vitro و در یک مدل از پراکسیداسیون لیپید در حضور ترکیب 2, 2'-azobis (2-amidinopropane) dihydrochloride (AAPH) مورد بررسی قرار دادند و نتایج آن‌ها نشان داد مکانیسم عمل SDG و SECO مشابه هم و بر اساس از دست دادن هیدروژن و به دام انداختن ترکیب AP (رادیکال آزاد) و در نهایت جلوگیری و مهار انتشار و پیشرفت واکنش‌های رادیکالی می‌شود. هم-چنین تحقیقات آن‌ها نشان داد اثر مهارکنندگی دو ترکیب SDG و SECO در مقایسه با BHT اختلاف معناداری مشاهده نمی‌شود و لیگنان‌های موجود در دانه کتان می‌توانند در پایداری روغن‌ها مؤثر باشند (۱۹). علاوه‌بر ترکیب‌های لیگنانی، وجود ترکیب‌های فلاونوئیدی در کتان مانند هرباستین ۳و ۷ دی متیل اتر[1] در ایجاد خاصیت مهارکنندگی رادیکال آزاد عصاره‌های کتان نقش مؤثری دارند (۱۵) .

در بررسی اثر آنتی‌اکسیدانی روغن کتان قهوه‌ای در تحقیقات Bhatia در سال ۲۰۰۷ اثرهای روغن کتان قهوه‌ای پتانسیل و قدرت آنتی‌اکسیدانی و محافظت‌کنندگی تشعشع در موش‌های در معرض قرار گرفته با اشعه گاما توسط اندازه‌گیری پارامترهای بیوشیمیایی از قبیل اکسیداسیون لیپیدها و کاهش مقدار گلوتاتیون، الانین آمینوترانسفراز مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که نقص ناشی از تشعشع در وزن بدن و بدن به‌طور قابل توجهی در موش‌های تحت درمان با روغن بذر کتان کاهش یافته یا از آن جلوگیری می‌شود. و اثر حفاظتی مشاهده شده می‌تواند ناشی از اسیدهای چرب امگا ۳ و لیگنان فیتواستروژنیک باشد (۲۰). تحقیقات نشان داده است روغن کتان از نظر ترکیب‌های استرولی از جمله کامپسترول، سیکلوآرتنول، سیتواسترول است که بیش از ۷۵٪ از کل استرول‌ها و مقدار ۰/۴ -۱/۴ ٪ از کل ترکیب‌های لیپیدی را به خود اختصاص می‌دهد. مقدار توکوفرول در روغن کتان قهوه‌ای ۹/۳ -۱۶/۹ میلی‌گرم بر ۱۰۰ دانه و ۱۱/۲-۵۲ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم روغن گزارش شده است که توکوفرول غالب آن گاما توکروفرول است (۲۱). از دیگر ترکیب‌های کم مقدار در روغن که می‌تواند اثر آنتی‌اکسیدانی داشته باشد ۸-پلاستوکرومانول۲ ، بتاکاروتن، اسکوالن، جرانیل جرانیول است (۲۲).

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که روش استخراج روغن تأثیر زیادی بر میزان روغن استخراج شده دارد. علاوه‌بر این میزان روغن و مقدار ترکیب‌های فنولی و آنتی‌اکسیدانتی ارتباط مستقیمی با نوع تخم کتان دارد. طبق یافته‌های این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که با انتخاب روش مناسب روغن کشی و نوع تخم کتان، می‌توان بازده استحصال روغن را افزایش داد و با دست-یابی به بالاترین درصد استحصال، از اتلاف روغن جلوگیری نمود.

سپاسگزاری

از ریاست و معاونت محترم پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد دهاقان به‌جهت مساعدت در خصوص پذیرش طرح مذکور تقدیر و تشکر می‌گردد.

[1] *Herbacetin 3, 7-O-dimethyl ether*

2 8-plastochromanol

منابع

1. Carraro JCC DMIDS, Espeschit ACR, Martino HSD and Riberio SMR. Flaxseed and Human Health: Reviewing Benefits and Adverse Effects. Food Reviews International. 2012;28:79.

2. Verma p, Mishra S. Flaxseed: Functional Food Components & Therapeutic Role. 2014;2(9):2274-2282.

3. Pourabedin M, Aarabi A, Rahbaran S. Effect of flaxseed flour on rheological properties, staling and total phenol of Iranian toast. Journal of Cereal Science. 2017;76:173-178
.
4. Koca AF, Anil M. Effect of flaxseed and wheat flour blends on dough rheology and bread quality. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2007;87(6):1172-1175.

5. Edel AL, Aliani M, Pierce GN. Stability of bioactives in flaxseed and flaxseed-fortified foods. Food Research International. 2015;77, Part 2:140-155.

6. AACC, Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. American Association of Cereal Chemists, St Paul, MN. 2000.

7. Kunyanga CN, Imungi JK, Okoth MW, Biesalski HK, Vadivel V. Total phenolic content, antioxidant and antidiabetic properties of methanolic extract of raw and traditionally processed Kenyan indigenous food ingredients. LWT - Food Science and Technology. 2012;45(2):269-76.

8. Djabou N, Dib MEA, Allali H, Benderb A, Kamal MA, Ghalem S, et al. Evaluation of antioxidant and antimicrobial activities of the phenolic composition of Algerian Arbutus unedo L. roots. Pharmacognosy Journal. 2013;5(6):275-80.
9. Marpalle P, Sonawane SK, Arya SS. Effect of flaxseed flour addition on physicochemical and sensory properties of functional bread. LWT - Food Science and Technology. 2014;58(2):614-9.

10. Nandi I, Ghosh M. Studies on functional and antioxidant property of dietary fibre extracted from defatted sesame husk, rice bran and flaxseed. Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre. 2015;5(2):129-36.

11. Youn Young Shim BG, Paul G. Arnison, yong Wang and Martin J.T. Reaney. Flaxseed (Linum usitatissimum L.)bioactive compounds and peptide nomenclature:A review. Trends in Food Science & Technology.38:16.

12. Shrivastava AA-AaP. Preparation of flaxseed oil emulsions. Journal of Pharmaceutical and Scientific Innovation. 2015;4(4).

13. Oomah BD, Kenaschuk EO, Mazza G. Phenolic Acids in Flaxseed. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 1995;43(8):2016-2019.

14. Imran M, Ahmad N, Anjum FM, Khan MK, Mushtaq Z, Nadeem M, et al. Potential protective properties of flax lignan secoisolariciresinol diglucoside. Nutrition journal. 2015 Jul 28;14:71.

15. Kasote DM. Flaxseed phenolics as natural antioxidants. International Food Research Journal 2013; 20(1):27-34

16. Laurence E. Flaxseed fibre – a functional superfood. Food Newzealand. 2015:24-7.

17. Anand A. Zanwar MVH, Subhash L. Bodhankar. In vitro antioxidant activity of ethanolic extract of Linum Usittatissium Pharmacologyonline. 2010;1:683-96.

18. Prasad K. Hydroxyl radical-scavenging property of secoisolariciresinol diglucoside (SDG) isolated from flax-seed. Molecular and Cellular Biochemistry. 1997;168(1):117-23.

19. Hosseinian F, Muir A, Westcott N, Krol E. Antioxidant capacity of flaxseed lignans in two model systems. Journal of the American Oil Chemists' Society. 2006;83(10):835-40.

20. Bhatia AL, Sharma A, Patni S, Sharma AL. Prophylactic effect of flaxseed oil against radiation-induced hepatotoxicity in mice. Phytotherapy Research. 2007;21(9):852-9.

21. Velasco L, Goffman FD. Tocopherol, plastochromanol and fatty acid patterns in the genusLinum. Plant Systematics and Evolution. 2000;221(1):77-88.

22. Johnsson P. Bioactive Phytochemicals in Flaxseed With Particular Emphasis on the Secoisolariciresinol Oligomer. Doctoral Thesis Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala 2009.