

مروری بر کاربرد روش اهمیت در استخراج روغن از منابع گیاهی

سیده فاطمه حسینی

دانشجوی دکتری تخصصی علوم و صنایع غذایی، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، آزادشهر، ایران

زهرا حمیدی

دانشجوی دکتری تخصصی علوم و صنایع غذایی، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، آزادشهر، ایران

چکیده

ایران از جمله کشورهایی است که کاشت بسیاری از دانه‌های روغنی در آن قدمتی طولانی دارد. اما به‌رغم این سابقه دیرینه و پی بردن به ظرفیت بالقوه دانه‌های روغنی، کشور ما به دلایل گوناگونی چون متکی بودن به صنعت نفت، فقدان برنامه‌ریزی صحیح برای اولویت‌های کشاورزی و عدم آگاهی از چگونگی تولید صحیح این محصولات، در تولید دانه‌های روغنی در دهه‌های اخیر در سطح جهان مطرح نبوده و ناگزیر برای تهیه روغن‌های نباتی و فرآورده‌های دیگر دانه‌های روغنی به بازار جهانی رو آورده است به گونه‌ای که بیش از ۹۰ درصد روغن مصرفی کشور از خارج ایران تأمین می‌شود، لذا این مطالعه با هدف معرفی کاربرد روش اهمیت به عنوان روشی نوین در افزایش استخراج روغن از منابع گیاهی مختلف صورت گرفت. مطالعات نشان داد که استفاده از روش اهمیت منتج به افزایش راندمان استخراج روغن از منابع مختلف به ویژه سیبوس برنج، شاه دانه و دانه‌های گوجه فرنگی می‌شود. علاوه بر آن استفاده از این روش افزایش ترکیبات مفید در روغن و زمان نگهداری روغن را در پی دارد. در نهایت می‌توان بیان داشت که استفاده از این فرایند برای استخراج روغن بسیار مفید می‌باشد.

واژگان کلیدی: اهمیت، ترکیبات مفید، روغن، منابع گیاهی

مقدمه

استفاده از دانه‌های روغنی در مصارف غذایی انسان‌ها و استفاده از کنجاله آن‌ها برای خوراک دام و نیز کاربرد در داروسازی، صابون‌سازی و سوخت باعث شده تا هم کشاورزان علاقه زیادی به کشت این دانه‌ها داشته باشند و هم اینکه دولت‌ها از کشت آن‌ها حمایت کنند (باقری، ۱۳۹۲). روغن می‌تواند از سه منبع گیاهی، حیوانی و ضایعات کارخانجات مواد غذایی استخراج شود. استخراج چربی و یا روغن از منابع حیوانی شامل تولید کره، استخراج چربی از بافت‌های حیوانی و استخراج روغن ماهی و روغن کبد ماهی از آبزیان می‌باشد. منابع گیاهی روغنی بخش اصلی تولید انواع روغن‌ها و چربی‌ها را به‌عهده دارند. با پیشرفت مهندسی ژنتیک در بعد کشاورزی با کمک قارچ‌ها، مخمرها و باکتری‌ها می‌توان روغن تک یاخته و پروتئین تک یاخته از ضایعات کارخانه‌ها مانند آب پنیر، ملاس و باگاس (ضایعات کارخانه نیشکرسازی) استخراج نمود (میرنظامی ضیابری، ۱۳۸۰). بزرگترین منبع تأمین کننده روغن‌های نباتی گیاهان یک ساله نظیر سویا، کانولا، ذرت، پنبه دانه، بادام زمینی و غیره و گیاهان ماندگار مانند میوه‌های روغنی نظیر پالم روغنی، زیتون و نارگیل می‌باشند (مالک، ۱۳۷۹؛ آلیاری و شکاری، ۱۳۷۹). ایران از جمله کشورهایی است که کاشت بسیاری از دانه‌های روغنی از جمله کنجد، کرچک، گلرنگ و آفتابگردان در آن قدمتی طولانی دارد. اما به‌رغم این سابقه دیرینه و پی بردن به ظرفیت بالقوه دانه‌های روغنی، کشور ما به دلایل گوناگونی چون متکی بودن به صنعت نفت، فقدان برنامه‌ریزی صحیح برای اولویت‌های کشاورزی و عدم آگاهی از چگونگی تولید صحیح این محصولات، در تولید دانه‌های روغنی در دهه‌های اخیر در سطح جهان مطرح نبوده و ناگزیر برای تهیه روغن‌های نباتی و فرآورده‌های دیگر دانه‌های روغنی به بازار جهانی رو آورده است (ناصری، ۱۳۷۰). از طرفی بیش از ۹۰ درصد روغن مصرفی کشور از خارج ایران تأمین می‌شود. بنابراین استفاده از منابع موجود در کشور برای رسیدن به خودکفایی و افزایش سطح زیر کشت دانه‌های روغنی رایج، شناسایی و کشت منابع جدید گامی برای تأمین روغن مورد نیاز کشور است (گلی و همکاران، ۱۳۸۶). لیپیدها منبع ارزشمند انرژی و تأمین‌کننده بیش از ۳۵ تا ۴۰ درصد کالری روزانه بدن انسان می‌باشند. بیش از دو برابر پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها انرژی تولید می‌کنند (Wong et al., ۱۹۹۱). اسیدهای چرب ضروری از طریق چربی‌ها و روغن‌های خوراکی تأمین می‌شوند. اسید لینولئیک (۲: ۱۸) و اسید لینولنیک (۳: ۱۸)، دو اسید چرب ضروری برای انسان هستند که برای رشد و نمو جنین لازم بوده و نقش مهمی را در حاملگی، شیردهی و استحکام رگ‌های موئین دارند که بدن انسان به دلیل فقدان آنزیم‌های لازم قادر به ساختن آن‌ها نیست و باید از طریق غذاها تأمین گردند (Hui, ۱۹۹۶). این نوع از اسیدهای چرب به مقدار زیاد در روغن ماهی و به مقدار کمتر در دانه‌های روغنی مانند کانولا، آفتابگردان، گلرنگ، سویا و ذرت یافت می‌شوند. علاوه بر ارزش تغذیه‌ای روغن‌ها و چربی‌ها، اعمال غیر تغذیه‌ای آن‌ها سبب افزایش کارایی آن‌ها گردیده است. قوام روغن در سس‌های سالاد، خاصیت پلاستیکی بودن روغن‌های جامد و کره‌ها در خمیرها و همچنین انتقال حرارت کافی به ماده غذایی در هنگام سرخ کردن از جمله کاربردهای مهم و مؤثر چربی‌ها و روغن‌ها می‌باشند (مالک، ۱۳۷۹). روغن‌های خوراکی تأثیر زیادی در لذیذ بودن غذاها از طریق بهبود طعم، رنگ و بافت دارند و منبع بسیار خوبی از انرژی می‌باشند و از سوختن هر گرم چربی در بدن حدود ۹ کیلوکالری انرژی حاصل می‌شود. لیپیدهای غذایی تأمین کننده ویتامین‌های محلول در چربی (A, D, E و K) بوده و سبب سهولت در هضم و جذب این ویتامین‌ها می‌شوند. روغن‌های نباتی منبع خوبی از توکوفرول‌ها (ویتامین E)، کاروتن‌ها (پروویتامین A) و ترکیبات آنتی‌اکسیدان طبیعی هستند (فاطمی، ۱۳۸۴). به‌طور کلی سه نوع روش استخراج در زمینه فراوری روغن وجود دارد.

الف) استخراج مکانیکی (پرس)

این روش معمولاً در مقیاس‌های کوچک استفاده می‌گردد. روش استخراج مکانیکی روغن خود بر دو قسم، پرس گرم و سرد می‌باشد. در فرایند پرس گرم، به علت گرما تولید شده در طول فرایند پولک‌های دانه‌های روغنی پخته شده و حدود ۷۵ درصد و یا بیشتر، از روغن موجود در دانه خارج می‌گردد. محتوای روغن در کنجاله طی این روش ۱۶ درصد می‌باشد. روش پرس سرد یک ایده جدید نیست، استفاده از پرس‌های هیدرولیک از قرون گذشته معمول بوده است. با استفاده از این دستگاه‌ها، هیچ‌گونه گرمایی در طی عملیات تولید نشده و امروزه هم این فراوری برای تولید محصولاتی با کیفیت بالا مثل روغن زیتون که در آن وجود طعم، یک ویژگی مطلوب است به کار می‌رود. همچنین در این روش از افزایش دما که سبب دناتوره شدن اغلب پروتئین‌ها می‌گردد، جلوگیری به عمل می‌آید. لازم به ذکر

است که کارایی خرد کردن به طور جزئی براساس فرایند، وارپته، مکان و محیط رشد تغییر می کند. بازده استخراجی روغن در پرس گرم بالاتر از پرس سرد بوده ولی به دلیل حرارت تولید شده در حین فشردن، کیفیت روغن حاصله پائین تر است و این در حالی است که روغن حاصله از پرس سرد خواص طبیعی خود را بهتر حفظ نموده و عاری از مواد شیمیایی می باشد، به همین منظور تقاضای مصرف روغن های حاصل از پرس سرد در حال افزایش می باشد. در استخراج روغن به روش پرس سرد، عوامل مختلفی از قبیل فشار پرس، سرعت دورانی پرس مارپیچی، رطوبت دانه و درجه حرارت فرایند بر راندمان روغن استخراج شده تأثیر دارد. در این روش عدم استفاده از مواد شیمیایی، منجر به تولید روغن و کنجاله عاری از ترکیبات شیمیایی شده در نتیجه مصرف روغن و کنجاله آن برای انسان و دام بسیار مناسب می باشد. هزینه سرمایه گذاری اولیه و عملیاتی پایین آن، دامنه گسترده ظرفیت (از مقیاس کم تا مقیاس ۱۰۰ تن در ساعت) و راحتی فرایند از دیگر مزایای این روش می باشد. محدودیت اصلی استخراج روغن با پرس میزان بالای روغن باقی مانده در کنجاله است که گاهی در برخی از منابع تا ۱۰-۲۰ درصد هم گزارش شده است. در طول این فرایند بایستی میزان رطوبت و دمای ماده اولیه را نیز به شدت کنترل نمود تا پروتئین های کنجاله آسیب نبیند (Azadmard-Damirchi et al., ۲۰۱۰; Anderson, ۲۰۰۵).

ب) استخراج با حلال

استخراج با حلال روشی است که به طور معمول برای دانه های روغنی با کمتر از ۲۰ درصد روغن استفاده می گردد. این روش بیشتر در کارخانه های سویا که بخش بزرگی از صنایع روغن را به خود اختصاص می دهد، مورد استفاده قرار می گیرد. باقی مانده روغن در کنجاله بعد از استخراج با این روش کمتر از ۱ درصد می باشد. معمولاً ایجاد تماس اولیه بین حلال و روغن در دانه ها زمان بر بوده و لذا زمان یکی از فاکتورهای مهم در این روش استخراجی محسوب می گردد. حلال مورد استفاده در این فرایند استخراجی معمولاً هگزان بوده که قادر است به سادگی روغن های گیاهی را حل نماید. این حلال دمای جوش مناسبی داشته و گرمای نهان تبخیر نسبتاً پائین آن نیز به حفظ انرژی در مرحله تقطیر کمک می نماید. از مزایای دیگر هگزان می توان به عدم اثر خوردگی بر فلزات و خنثی بودن آن به روغن استخراجی اشاره نمود. علاوه بر این، هگزان از نظر شیمیایی تحت شرایط فرایند مقاوم بوده و به سادگی و با قیمت مناسب در دسترس می باشد. در کنار تمامی فواید مذکور، یکی از بزرگترین معایبی که می توان برای این حلال برشمرد اشتعال پذیری بالای آن است، لذا استفاده از تجهیزات خاص در این روش استخراجی، امری ضروری است. اما این حلال آلاینده محیط زیست بوده و به همین دلیل گاهی از حلال های کم خطری مانند اتانول، ایزوپروپانول، هیدروکربن ها و غیره در این روش استفاده می شود. در استخراج روغن با حلال، اندازه ذره ای از موارد با اهمیت بوده و با کاهش آن میزان نفوذ حلال به داخل ماده گیاهی افزایش یافته و بازده افزایش می یابد. از دیگر معایب استفاده از حلال می توان به زمان طولانی فرایند استخراج، مصرف بالای حلال، آسیب به ترکیبات حساس به حرارت و تولید مواد ناخواسته و نامطلوب اشاره نمود (De Castro & Garcia-Ayuso, ۱۹۹۸; Rostami et al., ۲۰۱۴).

ج) روش پیش پرس و حلال

روش استخراجی در دانه های روغنی با بیش از ۲۵ درصد روغن (آفتابگردان، کلزا و غیره) می باشد که در این روش ابتدا مقدار روغن موجود در دانه ها به وسیله پرس به ۲۰-۱۶ درصد کاهش می یابد و کیک پرس خروجی دستگاه به مرحله استخراج با حلال (شرایط دمایی ۵۰ درجه سانتی گراد و تقریباً ۷ ساعت) فرستاده شده و مابقی روغن کیک پرس با اضافه کردن حلال به آن گرفته می شود. میزان روغن باقی مانده در کنجاله بعد از استخراج روغن در این روش کمتر از ۰/۵ درصد است (Rostami et al., ۲۰۱۴). همانطور که آورده شد هریک از روش های فوق دارای مزایا و معایبی می باشند که به طور کلی معایب اصلی روش های مرسوم عبارتند از بازده روغن کمتر با پرس در مقایسه با استخراج با حلال می تواند تولید روغن را از نظر اقتصادی زیان آور کند و از طرفی استفاده از حلال های آلی در دو روش دیگر (استفاده از حلال و روش پیش پرس و حلال) نگرانی های زیست محیطی را به همراه دارد. در نتیجه امروزه مطالعات در زمینه افزایش راندمان استخراج روغن اخیراً افزایش یافته است، یکی از این روش ها که اخیراً مورد توجه محققین قرار گرفته است، روش اهمیک می باشد. روش حرارت دهی مقاومتی که به عنوان گرمایش ژول نیز شناخته می شود، یکی از روش های حرارت دهی حجمی است که در آن ماده غذایی به عنوان مقاومت عمل می نماید و با عبور جریان الکتریکی از آن، تولید گرما

می‌گردد (De Alwis & Fryer, ۱۹۹۰). این تکنیک حرارت‌دهی مقاومتی به سبب مزایای فراوان، می‌تواند به عنوان جایگزینی برای روش‌های متداول در نظر گرفته شود زیرا به دلیل سرعت روش و کوتاه بودن زمان حرارت‌دهی نسبت به روش‌های متداول دیگر، علاوه بر صرفه‌جویی در مصرف انرژی سبب حفظ کیفیت محصول تولید شده نیز می‌گردد (Anderson, ۲۰۰۵). از دیگر مزایای این روش می‌توان به کاهش هزینه‌های نگهداری (به علت عدم قطعات متحرک)، کاهش خطر رسوب در حین انتقال حرارت، خاموش شدن فوری سیستم و سازگار با محیط زیست اشاره نمود و معایب این روش عبارتند از فقدان اطلاعات کلی، نیاز به تنظیم مداوم دستگاه با توجه به خاصیت متغیر ترکیبات گیاه، نظارت و کنترل مشکل فرایند و پیچیدگی دمای ایجاد شده در بین محصول. این فرآیند به جای انرژی حرارتی که مستقیماً از احتراق سوخت‌های فسیلی به دست می‌آید از الکتریسیته استفاده می‌کند و می‌تواند نقش کلیدی در گذار به سمت صنعت کربن‌زدایی داشته باشد در نتیجه تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر محیط زیست نمی‌گذارد. رسانای الکتریکی ترکیبات مواد غذایی، شدت جریان، ولتاژ و فرکانس مورد استفاده، و شکل و ابعاد مواد غذایی از عوامل موثر بر میزان راندمان استخراج با این روش می‌باشد. میزان راندمان و سرعت استخراج در این فرآیند به دلیل پاره شدن سلول‌های گیاهی در اثر عبور جریان، افزایش می‌یابد و از آنجائی که زمان فرآیند کوتاه می‌گردد، از استخراج ترکیبات سنگین جلوگیری می‌شود. محققان متعددی کاربردهای صنعتی حرارت‌دهی اهمیک را از جمله فراوری آسپتیک و استریلیزاسیون، پاستوریزاسیون، خشک کردن و تقطیر مورد بررسی قرار داده اند ولی استخراج روغن با این روش کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است (Sivashankari et al., ۲۰۲۵; Sakr & Liu, ۲۰۱۴; Painsi et al., ۲۰۲۳). لذا این مطالعه با هدف کاربرد روش اهمیک در استخراج روغن از منابع گیاهی بود.

کاربرد روش اهمیک در استخراج روغن از سبوس برنج

Sangpradab و همکاران (۲۰۲۱) به منظور استخراج روغن از سبوس برنج از فرایند اهمیک استفاده نمودند، آنها در این مطالعه از روش سطح پاسخ با یک طرح باکس بکن و ۳۰ تیمار استفاده نمودند که برای این منظور قدرت میدان الکتریکی اهمیک ۴۰ و ۷۰ درصد و زمان فرایند اهمیک ۱-۳ دقیقه و درجه حرارت مورد استفاده ۸۰ تا ۱۰۰ درجه سانتی گراد و نسبت‌های مختلف حلال‌های آب و اتانول بود. همانطور که جدول ۱، نشان می‌دهد استفاده از پیش تیمار اهمیک منجر به افزایش ترکیبات مفید روغن مانند کامپسترول، سیتوسترول و غیره گردید. از طرفی با استفاده از این روش میزان اسیدهای چرب آزاد روغن سبوس برنج کاهش یافت در نتیجه مدت ماندگاری این روغن افزایش یافت و همچنین میزان راندمان استخراج روغن نیز افزایش یافت.

جدول ۱- تاثیر روش اهمیک (OMH) بر برخی از ترکیبات روغن سبوس برنج

Compound	Non-OMH-RBO	OMH-RBO	% increase*
Sitosterol (mg/kg)	2,420 ± 325.27 ^a	2,980 ± 480.83 ^a	21.5
Campesterol (mg/kg)	795 ± 21.21 ^b	955 ± 7.07 ^a	20.1
Stigmasterol (mg/kg)	355 ± 77.78 ^b	480 ± 56.57 ^a	35.2
Total phytosterols (mg/kg)	3,568.02 ± 230.11 ^b	4,415.27 ± 432.64 ^a	23.7
Total phenolic (mg GAE/g)	12.27 ± 1.23 ^b	25.74 ± 1.05 ^a	109.8

^{a-b} mean ± SD with different lowercase letter superscripts within the same row indicate significant difference ($p \leq 0.05$)

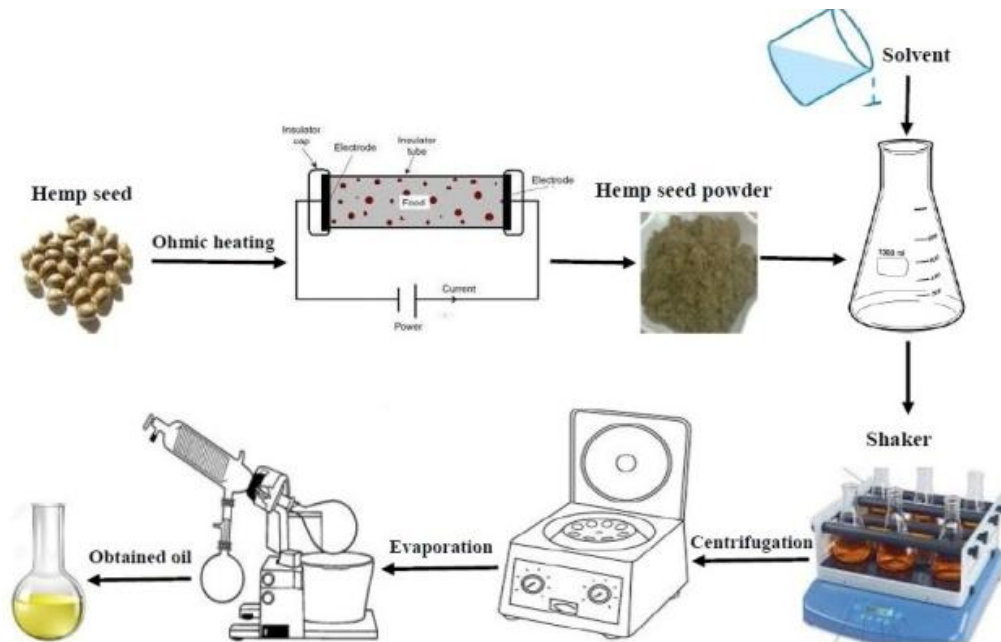
Note: total phenolic content was expressed as mg gallic acid equivalent per g of RBO following the calibration graph of gallic acid standard (20-400 mg/kg)

*% increase was calculated based on mean value

کاربرد روش اهمیک در استخراج روغن از شاه دانه

اسماعیل زاده و دهقان (۱۳۹۹) از روش اهمیک برای استخراج روغن از شاه دانه استفاده نمودند. شکل ۱، شماتیک استخراج روغن از شاه دانه با پیش تیمار اهمیک را نشان می‌دهد. در این مطالعه، اثرات نسبت حلال هگزان به ایزوپروپانول (۱۰۰:۵۰ و ۵۰:۵۰) و ولتاژ (۴۰، ۶۰ و ۸۰ v/cm) و زمان اهمیک (۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه) بر راندمان استخراج روغن، میزان فنول کل، درصد مهار

رادیکال DPPH، پراکسید و شاخص رنگی روغن مورد بررسی قرار گرفته و بهینه‌یابی تیمارها با استفاده از روش سطح پاسخ و طرح باکس بکن صورت گرفت. شرایط بهینه استخراج به صورت نسبت حلال هگزان به ایزوپروپانول تقریباً برابر با ۷۳ به ۲۷ (V/V)، زمان فرایند ۸/۴۰ دقیقه و ولتاژ ۵۱/۶۱ ولت بر سانتی متر بدست آمد. همچنین مقدار R^2 همه پاسخ‌ها بالای ۰/۹۶ بود که در نتیجه تاییدی بر مدل‌های مورد نظر بود. در نتیجه اهمیت به عنوان یک روش ساده و سریع می‌تواند استخراج روغن شاهدانه را بهبود بخشد (جدول ۲).



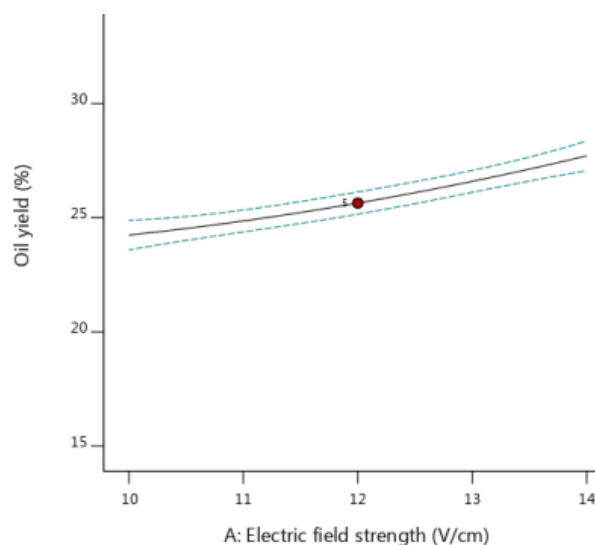
شکل ۱- شماتیک استخراج روغن از شاه دانه با کمک روش اهمیت

جدول ۲- تاثیر روش اهمیک بر برخی از خصوصیات روغن شاه دانه

تیمار Run	متغیرهای مستقل Independent variables			پاسخ‌ها Responses			
	نسبت حلال Solvent ratio (v/v%)	ولتاژ Voltage (V/cm)	زمان Time (min)	شاخص رنگی Color index	پراکسید Peroxide (meq/kg)	بازداری DPPH DPPH (%inhibition)	
1	0	60	10	123.4	9.3	74	بازده روغن Oil yield (%)
2	-1	80	10	132.9	7.6	67.8	فنول کل Total phenol (mg GAE/g)
3	0	40	15	112.5	6	65.6	
4	0	40	5	35.2	5.1	63	
5	0	60	10	113.9	8.7	73.1	
6	1	60	15	4	10.2	54	
7	1	40	10	-4	5.9	56.7	
8	-1	40	10	127.1	5.5	74.3	
9	1	80	10	1.1	11.7	51	
10	0	60	10	121	8.5	73.5	
11	-1	60	5	131.4	6.3	70.1	
12	0	80	15	125	11.1	57.2	
13	-1	60	15	134.1	7.3	72.4	
14	1	60	5	-38	6.8	52.9	
15	0	80	5	105.3	8.2	59.2	

کاربرد روش اهمیک در استخراج روغن از دانه های گوجه فرنگی

Karunanithi و همکاران (۲۰۱۹) به منظور افزایش راندمان استخراج و همچنین بهبود خواص کیفی روغن استخراجی از دانه های گوجه فرنگی که از ضایعات کارخانجات رب می باشد، استفاده نمودند، آنها در این مطالعه از گرمایش اهمیک با قدرت میدان الکتریکی (۱۰-۱۴ V/cm)، دمای نقطه پایانی (۴۰-۶۰ سانتی گراد) و زمان نگهداری ۵ تا ۱۵ دقیقه در قالب طرح باکس- بنکن استفاده نمودند. نتایج این مطالعه نشان داد که تمام پارامترهای کیفی روغن حاصل در محدوده استاندارد قرار داشت. در حالی که راندمان استخراج روغن از دانه های گوجه فرنگی افزایش یافت (شکل ۲).



شکل ۲- تاثیر روش اهمیک بر راندمان استخراج روغن از دانه های گوجه فرنگی

نتیجه گیری

این مطالعه که با هدف معرفی روش اهمیک در استخراج روغن از منابع گیاهی مختلف صورت گرفت، نشان داد که استفاده از این روش منتج به افزایش راندمان استخراج روغن می گردد و با توجه به نیاز کشور به واردات روغن، می توان برای کاهش وابستگی کشور به واردات با مطالعات تکمیلی تر از این روش در مقیاس صنعتی استفاده نمود.

منابع

- اسماعیل زاده کناری، رضا و دهقان، بهاره، ۱۳۹۹، بهینه سازی فرآیند استخراج روغن از شاهدانه با پیش تیمار اهمیک. فناوری های جدید در صنعت غذا، ۷(۴): ۵۸۱-۵۹۶.
- آلیاری، هوشنگ و شکاری، فریبرز، ۱۳۷۹، دانه های روغنی، زراعت و فیزیولوژی. انتشارات عمیدی تبریز. چاپ اول. ۱۸۲ ص.
- باقری، اکبر، ۱۳۹۲، تأثیر کود نیتروژن و محلول پاشی روی بر ویژگی های کمی و کیفی آفتابگردان. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل. ۸۵ ص.
- فاطمی، حسن، ۱۳۸۴، لیپیدها. شیمی مواد غذایی. شرکت سهامی انتشار. تهران، چاپ پنجم. ۴۸۰ ص.
- گلی، سید امیر حسین، کدیور، مهدی، بهرامی، بهمن و سبزه علیان، محمد رضا، ۱۳۸۶، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی روغن دانه ماریتیغال. فصلنامه علوم و صنایع غذایی ایران. ۴: ۲۴۱-۲۵۴.
- مالک، فرشته، ۱۳۷۹، چربی ها و روغن های خوراکی (ویژگی ها و فرآوری). انتشارات فرهنگ و قلم تهران، چاپ اول. ۴۶۴ ص.
- میرنظامی ضیابری، سید حسین، ۱۳۸۰، فن آوری روغن و پالایش آن. نشر علوم کشاورزی مشهد، چاپ اول. ۴۶۴ ص.
- ناصری، فرشته، ۱۳۷۰، دانه های روغنی. مؤسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی مشهد، چاپ اول. ۳۵۷ ص.

- Anderson, D. (۲۰۰۵). A primer on oils processing technology. *Bailey's industrial oil and fat products*, 5, ۱-۵۶ .
- Azadmard-Damirchi, S., Habibi-Nodeh, F., Hesari, J., Nemati, M., & Achachlouei, B. F. (۲۰۱۰). Effect of pretreatment with microwaves on oxidative stability and nutraceuticals content of oil from rapeseed. *Food chemistry*, ۱۲۱(۴), ۱۲۱۱-۱۲۱۵.
- De Alwis ,A., & Fryer, P. (۱۹۹۰). The use of direct resistance heating in the food industry. *Journal of Food Engineering*, ۱۱(۱), ۳-۲۷ .
- De Castro, M. L., & Garcia-Ayuso, L. (۱۹۹۸). Soxhlet extraction of solid materials: an outdated technique with a promising innovative future. *Analytica chimica acta*, ۳۶۹(۱-۲), ۱-۱۰ .
- Hui, Y.H. (۱۹۹۶). *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, ۹th ed. John Wiley and Sons. New York. USA.
- Karunanithi, S., Pare, A., Sunil, C., & Loganathan, M. (۲۰۱۹). Optimization of process parameters of ohmic heating for improving yield and quality of tomato seed oil. *International Journal of Pure & Applied Bioscience*, ۷(۳), ۱۰۴-۱۱۴.
- Paini, A., Romei, S., Stefanini, R., & Vignali, G. (۲۰۲۳). Comparative life cycle assessment of ohmic and conventional heating for fruit and vegetable products: The role of the mix of energy sources. *Journal of Food Engineering*, ۳۵۰, ۱۱۱۴۸۹.
- Rostami, M., Farzaneh, V., Boujmehrani, A., Mohammadi, M., & Bakhshabadi, H. (۲۰۱۴). Optimizing the extraction process of sesame seed's oil using response surface method on the industrial scale. *Industrial Crops and Products*, ۵۸, ۱۶۰-۱۶۵.
- Sakr, M., & Liu, S. (۲۰۱۴). A comprehensive review on applications of ohmic heating (OH). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, ۳۹, ۲۶۲-۲۶۹.
- Sangpradab, J., Kamonpatana, P., Suwannaporn, P., & Huang, T.-C. (۲۰۲۱). Ohmic heating-aided mechanical extraction of gamma-oryzanol and phytosterols in rice bran oil. *Food and Bioprocess Technology*, ۱۴, ۱۵۴۲-۱۵۵۴ .
- Sivashankari, M., Sadvatha, R. H., & Karunanithi, S. (۲۰۲۵). Ohmic Heating and Its Impact on Oil Extraction from Food Processing By-Products. In *Emerging Methods for Oil Extraction from Food Processing Waste* (pp. ۱۲۶-۱۴۹). CRC Press.
- Wong, R., Patel, J. D., Grant, I., Parker, J., Charne, D., Elhalwagy, M. and Sys, E. (۱۹۹۱). The development of high oleic acid canola. In *Proceedings of the Rapeseed Congress. Program and Abstract*. Eds. I. McGregor, Saskatoon. Pp: ۵۳-۵۴.

A review of the application of the ohmic method in oil extraction from plant sources.

Seyedeh Fatemeh Hosseini: PhD student in Food Science and Technology, Azadshahr Branch, Islamic Azad University, Azadshahr, Iran

Zahra Hamidi: PhD student in Food Science and Technology, Azadshahr Branch, Islamic Azad University, Azadshahr, Iran

Abstract

Iran is one of the countries where many oilseeds have been cultivated for a long time. However, despite this long history and the realization of the potential capacity of oilseeds, our country has not been a global player in oilseed production in recent decades due to various reasons such as reliance on the oil industry, lack of proper planning for agricultural priorities, and lack of awareness of how to properly produce these products. It has inevitably turned to the global market for the supply of vegetable oils and other oilseed products, such that more than 90 percent of the country's oil consumption is supplied from outside Iran. Therefore, this study was conducted with the aim of introducing the use of the ohmic method as a new method for increasing oil extraction from various plant sources. Studies showed that the use of the ohmic method results in an increase in the efficiency of oil extraction from various sources, especially rice bran, rapeseed, and tomato seeds. In addition, the use of this method increases the beneficial compounds in the oil and the storage time of the oil. Finally, it can be stated that using this process for oil extraction is very useful.

Keywords: Ohmic, beneficial compounds, oil, plant sources