Archive of SID

بررسی تأثیر زمان و توان ریزموج بر میزان ترکیبات فنلی، پایداری اکسایشی و برخی از خصوصیات فیزیکوشیمیایی روغن گلرنگ

حمید بخش آبادی[1*]، معصومه مقیمی[2]، سید حسین استیری[3]، زهرا دولت آبادی[4]، محمد مسعود حفیظ[3]

۱- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان، گرگان، ایران
۲- گروه شیمی، واحد گنبد کاووس، دانشگاه آزاد اسلامی، گنبد کاووس، ایران
۳- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی ، سبزوار، ایران.
۴- باشگاه پژوهشگران جوان ونخبگان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزوار، ، سبزوار، ایران

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۵/۱۴ تاریخ پذیرش:۹۶/۰۲/۱۱

چکیده

با توجه به این‌که بیش از ۹۰ درصد روغن مصرفی کشور از طریق واردات تأمین می‌شود، لذا هرگونه تحقیق در زمینه کاهش میزان این وابستگی مفید به نظر می‌رسد. در این تحقیق، اثر پیش‌تیمارهای توان و زمان ریزموج بر میزان ترکیبات فنلی، پایداری اکسایشی و خصوصیات فیزیکوشیمیایی روغن گلرنگ شامل راندمان روغن‌کشی، دانسیته و اسیدیته روغن با استفاده از طرح کاملاً تصادفی در قالب آزمایش فاکتوریل ۳×۳ با سه سطح توان ریزموج (۱۸۰، ۵۴۰ و ۹۰۰ وات) و سه سطح زمان ریزموج (۹۰، ۱۸۰ و ۲۷۰ ثانیه) و در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش توان ریزموج، راندمان روغن‌کشی، اسیدیته، دانسیته، پایداری اکسایشی و فنل کل به‌طور معناداری ($P <$ ۰/۰۱) افزایش یافت. افزایش زمان ریزموج نیز منتج به افزایش راندمان روغن‌کشی، اسیدیته، دانسیته، پایداری اکسایشی و فنل کل گردید. بیشترین راندمان روغن‌کشی از دانه‌هایی به‌دست آمدکه توان و زمان ریزموج به‌کار رفته به‌ترتیب ۹۰۰ وات و ۲۷۰ ثانیه بود. کمترین مقدار اسیدیته روغن که بر حسب درصد اسید اولئیک اندازه‌گیری شده بود، تحت شرایطی به‌دست آمد که توان و زمان ریزموج در حداقل خود یعنی به‌ترتیب ۱۸۰ وات و۹۰ ثانیه قرار داشت. بیشینه پایداری اکسایشی (۶/۲۴ ساعت) زمانی به‌دست آمد که زمان و توان ریزموج در حداکثر مقدار خود قرار داشت. در مجموع با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان بیان نمود که استفاده از ریزموج به‌منظور تیماردهی دانه گلرنگ قبل از استخراج روغن با پرس سرد می‌تواند موجب بهبود راندمان استخراج روغن، کیفیت و افزایش ترکیبات فنلی گردد.

واژه های کلیدی: پیش‌تیمار، پایداری اکسایشی، روغن گلرنگ، فنل کل، ریزموج

*مسوول مکاتبات: h.bakhshabadi@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

۱-مقدمه

روغن‌های خوراکی از منابع مهم تأمین انرژی برای فرایندهای حیاتی در بدن انسان هستند و به خاطر نقشی که این مواد در تأمین کالری و ویتأمین ها دارند، در زمره مهمترین مواد غذایی محسوب می‌شوند (۲۱). بیش از ۹۰ درصد روغن مصرفی کشور از خارج از ایران تأمین می‌شود. بنابراین افزایش سطح زیر کشت و کشت دانه‌های روغنی جدید، دو رویکرد مهم در دست‌یابی به تأمین روغن مورد نیاز کشور می‌باشد (۴). گلرنگ گیاهی از تیره استراسه (Asteraceae) می‌باشد و خصوصیات مطلوب و خاص این گیاه نظیر خواص طبی، صنعتی، غذایی، کیفیت بالای روغن دانه به جهت وجود بیش از ۸۰ درصد اسیدهای چرب غیراشباع به‌خصوص اسیدچرب لینولئیک و اولئیک، مقاومت بالا به شوری و خشکی، نیاز رطوبتی کم، سازگاری وسیع به درجه حرارت‌های پایین زمستان و بالای تابستان و فصل رشد و نمو کوتاه در کشت تابستانه از جمله مواردی است که گلرنگ رابه‌عنوان یک گیاه روغنی با ارزش مطرح ساخته است (۱). در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳، میزان تولید گلرنگ در کشور حدود ۳۲۱۴ هزار تن بود که استان اصفهان با ۵۵/۸۸ درصد تولید گلرنگ کشور در جایگاه نخست تولید این محصول قرار داشت (۲). روغن گلرنگ بالاترین مقدار اسید لینولئیک را در میان روغن‌های تجاری موجود دارد و از نظر میزان غیر اشباع بودن بین روغن سویا و روغن بزرک قرار می‌گیرد. روغن گلرنگ به دلیل داشتن میزان بالای اسید لینولئیک، شاخص یدی بالا، رنگ زرد روشن و طعم مطبوع ویژه، به عنوان روغن مرغوب به شمار رفته و به صورت روغن سالاد، روغن پخت و پز و نیز در تهیه‌ی مارگارین و مایونز قابل استفاده است (۱۶). روش‌های متنوع و متداولی برای استخراج روغن از دانه‌های روغنی (مانند استخراج با حلال توسط روش‌هایی مانند سوکسله و یا روش‌های مکانیکی مانند فشردن) وجود دارد، اما حدود یک دهه است که توجه بسیاری به استفاده از روش‌های نوین برای استخراج روغن از دانه‌های روغنی شده است. در این روش‌ها سعی شده فرایند استخراج با سهولت و اثر بخشی بیش‌تر به گونه‌ای انجام شود که مصرف حلال، زمان و دمای استخراج کاهش و در عین حال بازدهی استخراج افزایش یابد و فرایند به لحاظ هزینه به‌صرفه شود (۱۷). از ریزموج برای اهداف صنعتی، علمی، طبی و ارتباطات استفاده می‌شود، در اکثر کشورها، چهار فرکانس را جهت کاربردهای صنعتی، تحقیقاتی و پزشکی اختصاص داده‌اند که عبارتند از ۹۱۵، ۲۴۵۰، ۵۸۰۰ و ۲۲۱۲۵ مگاهرتز. باید توجه داشت برخلاف اشعه‌ی ایکس و گاما، این امواج به علت داشتن فرکانس کم، قادر به شکستن پیوندهای شیمیایی و آسیب‌رسانی به مولکول‌های مواد غذایی نیستند (۱۲). استفاده از ریزموج منجر به کاهش زمان فرایند استخراج روغن و کاهش مصرف انرژی می‌شود. حبیبی نوده وهمکاران (۱۳۸۹) اثر تیمار ریزموج بر کیفیت روغن استخراجی از دانه کلزا را مورد بررسی قرار دادند و گزارش نمودند که تفاوت معنی‌داری از نظر میزان استخراج، کلروفیل و پایداری اکسایشی در بین نمونه‌های روغن مشاهده شد. تیمار نمونه‌ها با این امواج عموماً تأثیر معنی‌داری بر ترکیب اسیدهای چرب و ضریب شکست روغن نداشت. بیشترین و کمترین مقدار عدد پراکسید به‌ترتیب مربوط به روغن استخراج شده با حلال و روغن حاصل از نمونه تیمار شده با ریزموج به مدت ۴ دقیقه بود (۳). در پژوهشی کراوتو و همکاران (۲۰۰۷) استخراج روغن‌های گیاهی تحت فرآیند فراصوت و ریزموج را بهینه‌سازی کردند. آن‌ها از امواج فراصوت با فرکانس ۱۹، ۲۵، ۴۰ و ۳۰۰ کیلوهرتز استفاده کردند و راندمان استخراج را در دو حالت تحت ریزموج و فراصوت هر کدام به تنهایی و سپس ترکیبی از هر دو با یکدیگر مقایسه کردند. بهترین راندمان برای دانه سویا در فرکانس ۱۹ کیلوهرتز و توان ۸۰ وات به‌دست آمد. هم‌چنین زمان استخراج در مقایسه با روش‌های متداول استخراج، ۱۰ برابر کاهش و راندمان ۵۰ تا ۵۰۰ درصد افزایش یافت (۱۱). بخش‌آبادی و همکاران (۲۰۱۷) به منظور بهینه‌سازی فرایند استخراج روغن از دانه‌های سیاه‌دانه به کمک پیش‌تیمار ریزموج از زمان‌های مختلف فرایند (۹۰، ۱۸۰ و ۲۷۰ ثانیه) و

www.SID.ir

Archive of SID

توان‌های مختلف (۱۸۰، ۵۴۰ و ۹۰۰ وات) استفاده کردند و میزان کارایی فرایند استخراج، پایداری اکسایشی، عدد پراکسید و اسیدیته، مقدار توانایی مهار رادیکال‌های آزاد DPPH و ضریب شکست نمونه‌ها را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که با افزایش توان و زمان ریزموج کارایی فرایند استخراج، عدد اسیدیته و پراکسید روغن افزایش ولی میزان پایداری اکسایشی در روغن کاهش یافت (۹). با توجه به این‌که تاکنون هیچ‌گونه پژوهشی در زمینه‌ی استخراج روغن از دانه‌های گلرنگ با استفاده از ریزموج به‌عنوان پیش‌تیمار پرس صورت نگرفته است به همین دلیل در پژوهش حاضر سعی شد که تأثیر توان و زمان ریزموج را بر میزان ترکیبات فنلی، پایداری اکسایشی و خصوصیات فیزیکوشیمیایی روغن گلرنگ شامل راندمان روغن‌کشی، دانسیته و اسیدیته روغن مورد بررسی قرار گیرد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد و تجهیزات

دانه‌های گلرنگ مورد استفاده در این تحقیق از بازار محلی شهرستان گنبد کاووس تهیه و برای تولید روغن به دانشگاه آزاد اسلامی واحد گنبد کاووس انتقال یافتند. مواد شیمیایی مورد استفاده در این تحقیق شامل: هیدروکسیدسدیم، فنل فتالئین و الکل اتیلیک که از شرکت مرک آلمان تهیه شد. تجهیزات مورد استفاده در این تحقیق عبارتند از دستگاه اسپکتروفتومتر (Biochrom، انگلیس)، الک آزمایشگاهی، دستگاه آسیاب (Huddinge 14105، سوئد)، دسیکاتور، آون آزمایشگاهی(Memert، آلمان)، پیکنومتر، ترازوی دیجیتال(Gec Avery، ساخت انگلستان)، دستگاه ریزموج (LG، کره جنوبی)، دستگاه رنسیمت (Metrohm، سوئیس) و پرس مارپیچی آزمایشگاهی (Kern Kraft، آلمان).

۲-۲- آماده‌سازی نمونه و شرایط اعمال پیش‌تیمارهای مختلف قبل از فرایند روغن‌کشی

در این تحقیق، دانه‌های گلرنگ (حاوی ۲۷/۳ درصد روغن) پس از تهیه، بوجاری و در کیسه‌های پلاستیکی مقاوم نسبت به نفوذ هوا و رطوبت تا زمان آزمایش نگهداری شدند. سپس، آن‌ها تحت تأثیر پیش‌تیمارهای مختلف ریزموج با زمان‌های مختلف فرایند (۹۰، ۱۸۰ و ۲۷۰ ثانیه) و توان‌های مختلف (۱۸۰، ۵۴۰ و ۹۰۰ وات) قرار گرفتند (۱۵). بعد از اعمال این تیمارها، روغن دانه‌ها با پرس مارپیچی و با سرعت ۳۳ دور در دقیقه استخراج گردید و ویژگی‌های مورد نظر در روغن استحصالی، اندازه‌گیری شد.

۲-۲-۱- راندمان روغن‌کشی

برای مشخص کردن راندمان استخراج روغن، ابتدا وزن دانه مصرف شده و وزن روغن حاصل از آن تعیین شد و با استفاده از رابطه ۱ میزان آن به‌دست آمد (۵).

$$R = \frac{Q}{X} \times 100$$

در رابطه (۱)، R: راندمان روغن‌کشی به درصد، Q: مقدار روغن استخراج شده به گرم، X: وزن دانه‌های اولیه به گرم

۲-۲-۲- دانسیته

دانسیته روغن‌ها با استفاده از پیکنومتر و طبق روش Cc 10a-25 (AOCS, ۱۹۹۳) به‌دست آمد (۷).

۲-۲-۳- اندازه‌گیری اسیدیته

برای اندازه‌گیری اسیدیته از روش Cd 3–63 (AOCS, ۱۹۹۳) استفاده شد (۷).

۲-۲-۴- آزمون پایداری اکسایشی

میزان پایداری اکسایشی روغن‌ها به وسیله دستگاه رنسیمت و مطابق روش Cd 12b-92 (AOCS, ۱۹۹۳)، در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد و با سرعت جریان هوا ۲۵ لیتر بر ساعت اندازه‌گیری گردید (۷).

www.SID.ir

Archive of SID

۲-۲-۵- ترکیبات فنلی کل

محتوای فنلی کل با روش رنگ‌سنجی و با استفاده از معرف فولین سیوکالتو تعیین شد. به این منظور ۰/۵ میلی‌لیتر نمونه با آب مقطر به حجم ۵ میلی لیتر رسید. سپس ۰/۵ میلی‌لیتر معرف فولین سیوکالتو به نمونه رقیق شده افزوده شد. بعد از ۳ دقیقه ۰/۵ میلی لیتر کربنات سدیم ۱۰ درصد به مخلوط فوق اضافه و به مدت یک ساعت در دمای اتاق و درجای تاریک قرار داده شد. پس از این مدت، جذب نمونه‌ها در دمای اتاق با دستگاه اسپکتروفتومتر ماورای بنفش در ۷۶۰ نانومتر قرائت گردید. جهت رسم منحنی استاندارد از اسید گالیک (۰ تا ۱۰۰۰ میکروگرم در میلی لیتر) استفاده شد و محتوای فنلی کل به صورت میلی‌گرم معادل اسید گالیک در هر کیلوگرم نمونه گزارش شد (۸).

۲-۳- تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از طرح کاملاً تصادفی در قالب آزمایش فاکتوریل ۳×۳ با سه سطح توان ریزموج و سه سطح زمان ریزموج و در سه تکرار انجام گردید. از نرم افزار SAS برای تجزیه و تحلیل اطلاعات و از آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای مقایسه‌ی میانگین داده‌ها استفاده شد. برای رسم نمودارها نیز نرم افزار Excel مورد استفاده قرار گرفت.

۳- نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر تیمارها بر ویژگی‌های مختلف محصول

تیمارها	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		راندمان روغن‌کشی	اسیدیته	دانسیته	پایداری اکسایشی	فنل کل
توان ریزموج	۲	۲۱/۸۵**	۰/۴۶**	۴۱۲/۸۳**	۸/۷۸**	۲۱۳۵/۷۸**
زمان ریزموج	۲	۵/۹۹**	۰/۰۳۸**	۵۵۱/۷۲**	۰/۸۳**	۳۱۵۳/۴۰**
توان ریزموج× زمان ریزموج	۴	۰/۸۳**	۰/۰۷۷**	۲۶۰/۲۵**	۰/۰۲**	۳۰۵۳/۲۸**
خطا	۱۸	۰/۰۰۰۴	۰/۰۱۶۹	۰/۰۰۹	۰/۰۰۸	۰/۰۲۸
ضریب تغییرات		۰/۰۹۹	۱۶/۹۸	۰/۰۰۳	۰/۰۰۵	۹/۳۶

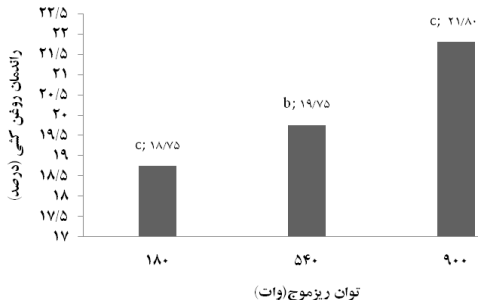
** اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد

۳-۱- راندمان روغن‌کشی

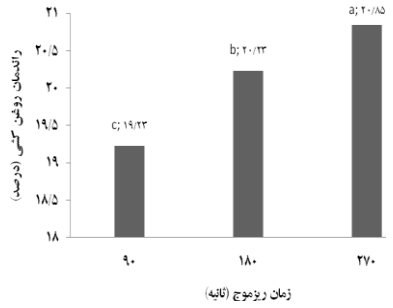
نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که توان ریزموج بر راندمان روغن‌کشی اثر معنی‌دار داشت ($P<0/01$). مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون دانکن بیان‌گر این بودکه با افزایش توان ریزموج، راندمان روغن‌کشی به علت تبخیر بیشتر آب از ساختار مواد گیاهی و افزایش فشار در محیط داخلی دانه‌ها و در نتیجه تجزیه وگسیختگی غشاء سلولی (۵)، افزایش یافت (شکل ۱). همان‌طور که در شکل ۲ آورده شده است با افزایش زمان ریزموج نیز راندمان روغن‌کشی افزایش یافت. همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، میزان راندمان روغن‌کشی، در دانه‌هایی که تحت تأثیر زمان و توان ریزموج کمتری بودند، کمتر از دانه‌هایی بودند که مدت زمان بیشتری را در توان بالاتر درون ریزموج قرار داشتند. به گونه‌ای که بیشترین راندمان روغن‌کشی از دانه‌هایی به‌دست آمد که توان و زمان ریزموج به‌کار رفته به‌ترتیب ۹۰۰ وات و ۲۷۰ ثانیه بود. نتایج این بخش با نتایج بخش‌آبادی و همکاران ۲۰۱۷ کاملاً مطابقت داشت (۹).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- تأثیر توان ریزموج بر راندمان روغن‌کشی دانه‌های گلرنگ



شکل ۲- تأثیر زمان ریزموج بر راندمان روغن‌کشی دانه‌های گلرنگ

جدول ۲- تأثیر متقابل توان و زمان ریزموج بر خصوصیات مورد بررسی روغن استخراج شده

توان ریزموج (وات)	زمان ریزموج (ثانیه)	راندمان روغن‌کشی(٪)	اسیدیته (درصد اسید اولئیک)	دانسیته (کیلوگرم بر متر مکعب)	پایداری اکسایشی (ساعت)	فنل کل میلی‌گرم اسید گالیک در کیلوگرم روغن
۱۸۰	۹۰	^{i}۱۷/۸۱±۰/۱۷	^{c}۰/۴۱۲±۰/۰۳۱	^{f}۹۰۵/۴۷±۰/۲۵	^{i}۳/۴۹±۰/۰۲۲	^{i}۹۰/۷±۰/۱۹
۱۸۰	۱۸۰	^{h}۱۹/۱۳±۰/۰۳	^{c}۰/۴۹۵±۰/۰۱۴	^{e}۹۰۶/۷۷±۰/۴۰	^{h}۳/۷۸±۰/۰۳۱	^{h}۹۷/۱±۰/۳۱
۱۸۰	۲۷۰	^{g}۱۹/۲۴±۰/۰۲۱	^{cb}۰/۶۳۸±۰/۰۲۷	^{c}۹۱۰/۱۷±۱/۰۰	^{g}۴/۰۱±۰/۰۱۲	^{g}۹۸/۵±۰/۲۷
۵۴۰	۹۰	^{f}۱۹/۳±۰/۰۷	^{ab}۰/۷۴۵±۰/۰۰۵	^{g}۹۰۴/۶۰±۰/۹۷	^{f}۴/۵۹±۰/۰۱۱	^{f}۹۹/۸±۰/۵۴
۵۴۰	۱۸۰	^{e}۱۹/۷±۰/۰۰۱	^{ab}۰/۸۵۱±۰/۰۱۵	^{d}۹۰۸/۴۸±۰/۳۴	^{e}۴/۹۵±۰/۰۰۹	^{e}۱۰۲/۰±۰/۴۱
۵۴۰	۲۷۰	^{d}۲۰/۰۴±۰/۰۷	^{ab}۰/۸۶۸±۰/۰۱۳	^{c}۹۱۰/۱۷±۰/۹۸	^{d}۵/۱۱±۰/۰۲۹	^{d}۱۰۳/۵±۰/۳۳
۹۰۰	۹۰	^{c}۲۰/۶۳±۰/۱۱	^{a}۰/۹۴۰±۰/۰۲۵	^{h}۸۹۷/۴۷±۰/۶۰	^{c}۵/۲۹±۰/۰۴۱	^{c}۱۰۶/۰±۰/۱۵
۹۰۰	۱۸۰	^{b}۲۱/۵۹±۰/۰۸	^{a}۰/۹۵۶±۰/۰۱۹	^{b}۹۲۵/۶۷±۰/۳۵	^{b}۵/۸۶±۰/۰۱۳	^{b}۱۰۶/۵±۰/۱۳
۹۰۰	۲۷۰	^{a}۲۳/۱۹±۰/۳	^{a}۰/۹۸۳±۰/۰۰۱	^{a}۹۳۳/۸۷±۲/۰۰	^{a}۶/۰۴±۰/۰۲۳	^{a}۱۰۷/۱±۰/۵۶

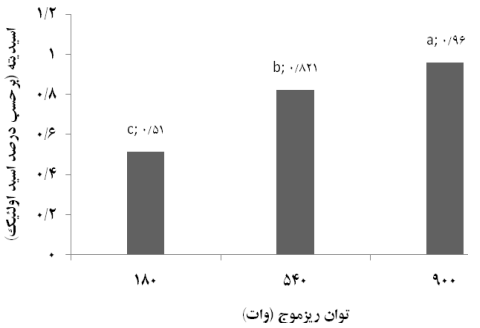
داده‌ها عبارت است از میانگین سه تکرار ±SD و اعداد دارای حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۱ درصد می‌باشد.

۳-۲- اسیدیته روغن

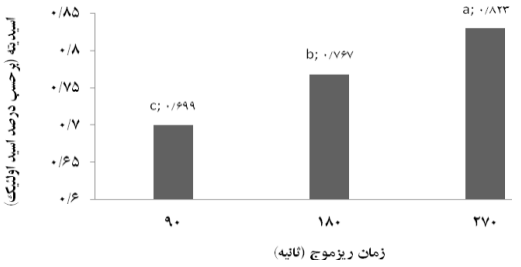
همان‌طور که در جدول ۲ آورده شده است، کمترین مقدار اسیدیته روغن که بر حسب درصد اسید اولئیک اندازه‌گیری شده بود، تحت شرایطی به‌دست آمد که توان و زمان ریزموج در حداقل خود یعنی به ترتیب ۱۸۰ وات و۹۰ ثانیه بود. افزایش توان ریزموج از ۱۸۰ به ۹۰۰ وات باعث افزایش اسیدیته به میزان ۸۸/۲۳ درصد گردید (شکل ۳). افزایش زمان فرایند نیز منجر به افزایش اسیدیته روغن استخراجی گردید (شکل ۴). این افزایش میزان اسیدیته با افزایش درجه حرارت (در اثر استفاده از ریزموج)، به اثر تجزیه شیمیایی تری‌گلیسریدها و بالا رفتن میزان اسیدهای چرب آزاد مربوط می‌شود. آنزیم‌های لیپولیتیک درست در زیر پوسته نازک دانه واقع شده‌اند و در سلول‌های صدمه ندیده قادر نخواهند بود به چربی‌ها حمله کنند اما از آن‌جایی که دماهای بالا، باعث ایجاد تغییرات فیزیکی در سلول می‌شود این آنزیم‌ها فعالیت خود را آغاز می‌نمایند (۱۳ و ۱۴). افزایش اسیدیته، بدون شک ناشی از شکستن اتصالات استری مولکول‌های تری‌گلیسریدی ناشی از حرارت‌دهی است (۱۰).

www.SID.ir

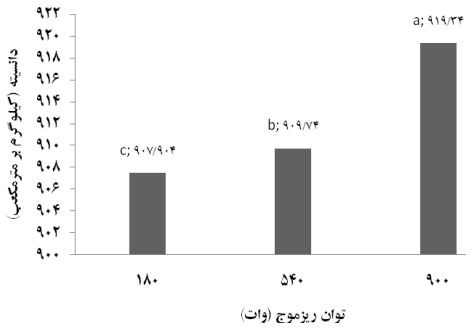
Archive of SID



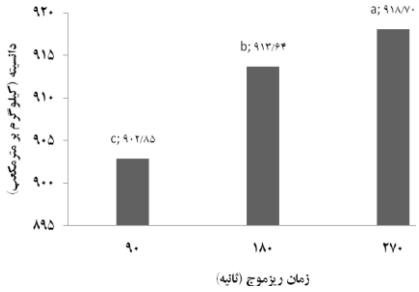
شکل ۳- تأثیر توان ریزموج بر اسیدیته روغن دانه‌های گلرنگ



شکل ۴- تأثیر زمان ریزموج بر اسیدیته روغن دانه‌های گلرنگ



شکل ۵- تأثیر توان ریزموج بر دانسیته روغن دانه‌های گلرنگ



شکل ۶- تأثیر زمان ریزموج بر دانسیته روغن دانه‌های گلرنگ

۳-۳- دانسیته روغن

تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش نشان داد که دو تیمار توان و زمان ریزموج روی میزان دانسیته روغن تأثیر معنی‌دار داشتند ($P <$ ۰/۰۱). با افزایش توان ریزموج از ۱۸۰ به ۹۰۰ وات، میزان دانسیته روغن ۱/۳۶ درصد افزایش یافت (شکل ۵). بدیهی است که هرچه دما در طول فرایند روغن‌کشی بالاتر باشد، میزان مواد ریز حاصل از تجزیه دیواره سلولی و همچنین ترکیبات فنلی موجود در روغن افزایش بیشتری یابد و در نتیجه دانسیته روغن‌ها نیز افزایش می‌یابد (۳ و ۹). همان‌طور که در شکل ۶ مشخص گردیده است با افزایش زمان ریزموج بر دانسیته روغن افزوده گردید. بیشترین میزان دانسیته روغن مربوط به نمونه‌هایی بود که از توان و زمان حداکثری ریزموج استفاده شده بود (جدول ۲).

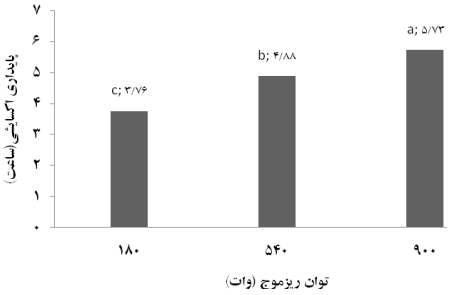
۳-۴- پایداری اکسایشی

پایداری اکسایشی عبارت است از مدت زمان لازم برای رسیدن به نقطه‌ای که در آن یکی از کمیت‌های اکسایشی مانند عدد پراکسید یا عدد کربونیل پس از طی نمودن روند افزایشی خود به‌طور ناگهانی افزایش می‌یابد و باعث تولید طعم و بوی نامطلوب در روغن می‌شود. اکسایش باعث ایجاد فساد می‌شود که بوی نامطلوب و کاهش کیفیت غذا را به دنبال دارد. روش‌های متعددی برای ارزیابی مواد حاصل از فرایندهای حرارتی که دارای آثار زیادی بر خواص شیمیایی، فیزیکی و تغذیه‌ای روغن هستند، وجود دارد که یکی از مهم‌ترین آن‌ها شاخص پایداری اکسایشی است (۲۲). از طرفی اندازه‌گیری شاخص پایداری اکسایشی طی فرایندهای حرارتی روغن‌ها به تنهایی برای ارزیابی کیفیت روغن‌ها کافی نیست اما اطلاعاتی در خصوص وضعیت اولیه نمونه روغن در اختیار می‌گذارد (۱۸). جدول تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که تمامی تیمارهای مورد بررسی در این تحقیق بر میزان پایداری اکسایشی تأثیر کاملاً معنی‌دار داشت ($P <$ ۰/۰۱).

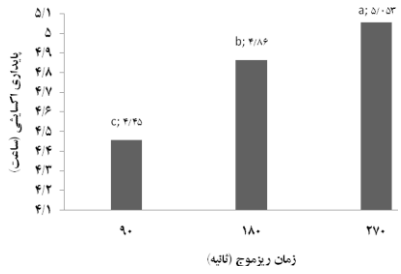
www.SID.ir

Archive of SID

همان‌طور که در شکل‌های ۷ و ۸ آورده شده است با افزایش توان و زمان ریزموج پایداری اکسایشی افزایش یافت که این مسئله با بالاتر بودن ترکیبات توکوفرولی در نمونه‌های روغن استخراج شده در ارتباط است. لی و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که اعمال تیمار ریزموج بر دانه گلرنگ، افزایش پایداری روغن حاصله را به همراه داشت. آن‌ها اظهار داشتند که روند کاهشی عدد پراکسید و افزایش محتوای پیوندهای مضاعف کونژوگه نیز طی تیمار با ریزموج در ارتباط با افزایش پایداری اکسایشی روغن حاصله می‌باشد. هم‌چنین آنها بیان کردند که پایداری بالاتر روغن به‌دست آمده از نمونه تیمار شده در ریزموج ممکن است با تشکیل محصولات واکنش قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی، طی فرآیند برشته کردن در ارتباط باشد. مطالعات صورت گرفته روی محصولات حاصل از واکنش میلارد نشان داد که این ترکیبات دارای فعالیت ضداکسایشی بسیار قوی می‌باشند (۱۷). همان‌طور که مشخص است، بیشینه پایداری اکسایشی (۶/۲۴ ساعت) زمانی به‌دست آمد که زمان و توان ریزموج در حداکثر مقدار خود قرار داشت (جدول ۲).



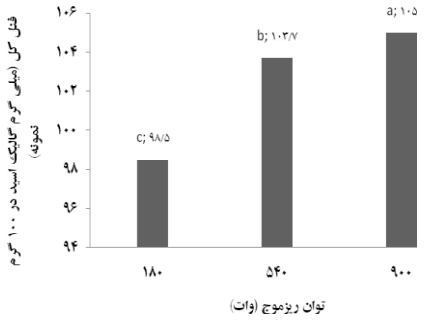
شکل ۷- تأثیر توان ریزموج بر پایداری اکسایشی روغن دانه‌های گلرنگ



شکل ۸- تأثیر زمان ریزموج بر پایداری اکسایشی روغن دانه‌های گلرنگ

۳-۵- فنل کل

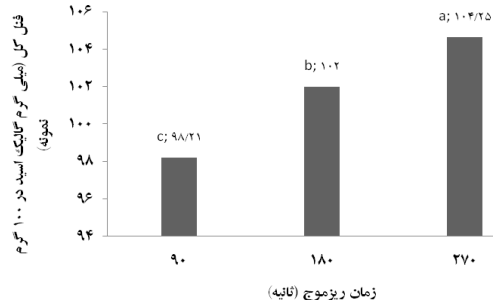
ترکیبات فنلی دسته بزرگی از متابولیت‌های ثانویه گیاهی می‌باشند که توانایی ضد اکسایشی آن‌ها ناشی از حضور گروه‌های هیدروکسیل در ساختارشان است. توجه و کاربرد فنل‌های طبیعی در صنعت غذا رو به افزایش است. زیرا این ترکیبات تجزیه اکسایشی لیپیدها را به تأخیر انداخته و از این‌رو کیفیت و ارزش تغذیه‌ای مواد غذایی را بهبود می‌بخشند (۱۹). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای مورد بررسی بر میزان فنل کل تأثیر معنی‌دار داشت ($P<۰/۰۱$). شکل ۹ نشان می‌دهد که با افزایش توان ریزموج از ۱۸۰ به ۹۰۰ وات به میزان ۶/۶۰ درصد ترکیبات فنلی افزایش یافت. افزایش زمان ریزموج نیز منجر به افزایش میزان ترکیبات فنلی شد (شکل ۱۰). علت این افزایش را می‌توان به آزادسازی بیشتر این ترکیبات با افزایش دما نسبت داد. عدم پذیرش افزودنی‌ها و نگهدارنده‌های شیمیایی از سوی مصرف‌کنندگان به دلیل سرطان‌زایی و سمیت احتمالی، منجر به پژوهش‌های گسترده در زمینه کشف ترکیبات فعال طبیعی با خواص ضد اکسایشی و ضدمیکروبی شده است. ترکیبات طبیعی قادر به افزایش عمر نگهداری مواد غذایی از طریق بازدارندگی رشد میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و فاسدکننده مواد غذایی و نیز حفاظت مواد غذایی از آسیب‌های ناشی از تنش اکسایشی می‌باشند (۲۰).



شکل ۹- تأثیر توان ریزموج بر میزان فنل کل روغن دانه‌های گلرنگ

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۰- تأثیر زمان ریزموج بر میزان فنل کل روغن روغن دانه‌های گلرنگ

۴- نتیجه‌گیری

با افزایش توان ریزموج، راندمان روغن‌کشی، اسیدیته، دانسیته، پایداری اکسایشی و فنل کل افزایش یافت. افزایش زمان ریزموج نیز منتج به افزایش راندمان روغن‌کشی، اسیدیته، دانسیته، پایداری اکسایشی و فنل کل گردید. با توجه به اطلاعات به‌دست آمده از این تحقیق می‌توان بیان داشت که استفاده از ریزموج به منظور تیماردهی دانه‌های گلرنگ قبل از استخراج روغن با پرس سرد در بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی روغن حاصله موثر واقع گردید.

۵- سپاس‌گزاری

این پژوهش با حمایت معاونت آموزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد گنبد کاووس و دانشجویان صنایع غذایی این دانشگاه انجام شده است.به‌همین منظور نویسندگان مراتب قدردانی و سپاسگزاری خود را از دانشجویان صنایع غذایی آن دانشگاه به ویژه خانم‌ها مختاری و خلیلیان اعلام می‌دارند.

۶- منابع

۱. احمدی، م.ر. و امیدی، ا.ح. ۱۳۷۳. بررسی عملکرد دانه و تاثیر زمان برداشت بر میزان روغن ارقام بهاره وپاییزه گلرنگ. مجله علوم کشاورزی ایران. ۲۷ (۴): ۱-۱۰.

۲. بی‌نام، آمارنامه کشاورزی. ۱۳۹۴. دفتر آمار و فناوری اطلاعات، وزارت جهاد کشاورزی. جلد اول: محصولات زراعی. ۱۷۴ صفحه.

۳. حبیبی نوده، ف.، آزادمرد دمیرچی، ص.، حصاری، ج.، نعمتی،م.، فتحی آچاچلویی، ب. و احمدی، ع. ۱۳۸۹. تأثیر تیمار دانه کلزا با ریزموج بر کیفیت روغن استخراجی. مجله پژوهشهای صنایع غذایی. ۳ (۱): ۱۹-۲۹.

۴. سبزعلیان، م.ر.، بحریتی‌نژاد، ب.، بهرامی، ب و پیرستانی، ص. ۱۳۸۳. بررسی خصوصیات کمی و کیفی روغن دانه گیاه دارویی کنگر فرنگی (cynara cardunculus L.).دومین همایش گیاهان دارویی، دانشگاه شاهد، تهران.

5. Aguilera, J., and Stanley, D. 1999. Microstructural principles of food processing and engineering Gaithersburg, MD: Aspen Publishers Inc.
6. AOAC. 2008. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists, Vol. II. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists.
7. AOCS. 1993. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society.
8. Bail, S., Stuebiger, G., Krist, S., Unterweger, H., and Buchbauer, G. 2008. Characterisation of various grape seed oils by volatile compounds, triacylglycerol composition, total phenols and antioxidant capacity. Journal of Food Chemistry, 108: 1122–1132.
9. Bakhshabadi, H., Mirzaei, H.O., Ghodsvali, A., Jafari, S.M., Ziaiifar, A.M., and Farzaneh. V. 2017. The effect of microwave pretreatment on some physico-chemicalproperties and bioactivity of Black cumin seeds' oil. Industrial Crops and Products, 97: 1–9.
10. Bruhn, C. M. 1995. Consumer Attitudes and Market Response to Irradiated Food. Journal of Food Protection, 58(2): 175-181.
11. Cravotto, G., Boffa, L., Mantegna, S., Perego, P., Avogadro, M., and Cintas, P. 2007. Improved extraction of vegetable

www.SID.ir

Archive of SID

oils under high-intensity ultrasound and/or microwaves. Ultrasonics Sonochemistry, 15(5): 898-902.

12. Crawford, L.M. 1998. Food irradiation's advantages will not escape public attention. Food Technology.52(1), 55-62.
13. Ghavami, M. Gharachorloo, M., and Ezatpanah, H. 2003. Effect of frying on the oil quality properties used in the industry potato chips. Journal of Agricultural and Science, 9(1): 1-15.
14. Grosch, W., Laskawy, G., and Senser, F. 1983. Storage stability of roasted hazelnuts. CCB Review for Chocolate, Confectionery and Bakery. 8: 21-23.
15. Kittiphoom, S., and Sutasinee, S. 2015. Effect of microwaves pretreatments on extraction yield and quality of mango seed kernel oil. International Food Research Journal, 22(3): 960-964.
16. Kucuk, M., and Berquin, I.J. 2005. The nutrition value of safflower oil and its effect on human health. 6th International Safflower Conference, Istanbul, 363 - 369.
17. Li, H., Pordesimo, L., and Weiss, J. 2004. High intensity ultrasound-assisted extraction of oil from soy beans. Journal of Food Research International, 37: 731-738.
18. Matthaus, B. 2006. Utilization of high – oleic rapeseed oil for deep-fat frying of French fries compared to other commonly used edible oils. Europian Journal of Lipid Science and Technology, 108: 200-211.
19. Muanda, F.N., Soulimani, R., Diop, B., and Dicko, A. 2011. Study on chemical composition and biological activities of essential oil and extracts from Stevia rebaudiana Bertoni leaves. LWT- Food Science and Technology, 44: 1865-1872.
20. Padmashree, A., Roopa, N., Semwal, A.D., Sharma, G.K., Agatian, G., and Bawa, A.S. 2007. Star-anise (Illicium verum) and black caraway (Carum nigrum) as natural antioxidants. Journal of Food Chemistry, 104: 59-66.
21. Radfar, R. 2007. Review of selected countries support polities affecting the edible Oil and oilseeds sector, the abstracts of the 2nd Scientific-Applicable seminar of Iranian Oilseeds & Vegetable Oils (I.O.V.O.), 75.
22. White, P.J. 1991. Methods for measuring changes in deep-fat frying oils. Food Technology, 45: 75-80.

www.SID.ir