مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال نهم، شماره 2، تابستان 1393، صفحات 84-75

کاربرد امواج اولتراسونیک در فرایند رنگبری روغن سویا و بررسی شرایط دمایی و زمانی مورد استفاده در حمام اولتراسونیک

رویا عباسی[1]، مریم قراچورلو[2] ، مهرداد قوامی[3]، غلامحسن اسدی[2]

1- نویسنده مسئول: دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
پست الکترونیکی : royaabbasi63@yahoo.com
2- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
3- استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

تاریخ دریافت: 92/8/30 تاریخ پذیرش: 92/12/25

چکیده

سابقه و هدف: تاکنون در زمینه رنگبری روغن‌های گیاهی با استفاده از امواج اولتراسونیک در ایران تحقیقی صورت نگرفته است. هدف از این پژوهش بررسی اثر استفاده از امواج اولتراسونیک در فرایند رنگبری روغن و کاهش دما و زمان مورد استفاده در این فرایند می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق برای رنگبری روغن سویا پس از افزودن 1% وزنی- وزنی خاک رنگبر فعال شده با اسید، از حمام اولتراسونیک با توان 150 وات، فرکانس 20kHz در دو دمای 45 و 60 درجه سانتی‌گراد در سه زمان 10 ، 20 و 30 دقیقه استفاده گردید. آزمون‌های مورد نظر شامل اندازه‌گیری رنگدانه‌های کلروفیل و کاروتنوئید، اندیس پراکسید، اندیس اسیدی، تعیین زمان مقاومت به اکسیداسیون با رنسیمت و تعیین ترکیب اسیدهای چرب توسط GC بوده که بر روی روغن سویای خنثی (شاهد) و روغن سویای رنگبری شده با امواج اولتراسونیک انجام پذیرفت. برای مقایسه نتایج، از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کاملاً تصادفی با حداقل سه تکرار استفاده گردید.

یافته‌ها: در طی فرایند رنگبری با امواج اولتراسونیک میزان رنگدانه‌های کلروفیل و کاروتنوئید در حد مطلوبی کاهش یافتند. به طوری که در تیمار 60 درجه سانتی گراد و به مدت 30 دقیقه درصد کاهش رنگدانه‌های کلروفیل و کاروتنوئید به ترتیب 94/5% و 74/7% بوده است زمان مقاومت به اکسیداسیون به دلیل کاهش اندیس پراکسید و جذب ترکیبات پراکسید درخاک رنگبر افزایش یافت. اندیس اسیدی تغییر چندانی نکرده و ترکیب اسیدهای چرب پس از فرایند رنگبری با امواج اولتراسونیک تغییر نکرد.

نتیجه‌گیری: امواج اولتراسونیک بر روی ترکیب اسیدهای چرب روغن تأثیری نداشته و به عنوان روشی سالم و ایمن می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد.

واژگان کلیدی: رنگبری، امواج اولتراسونیک، حمام اولتراسونیک، روغن سویا

• مقدمه

چربی‌ها و روغن‌های خام گیاهی دارای ناخالصی‌هایی می‌باشند که می‌بایست از روغن جدا شوند این ناخالصی‌ها شامل اسیدهای چرب آزاد، فسفاتیدها و سایر مواد صمغی، موم‌ها، رنگدانه‌ها، پراکسیدها و مواد حاصل از اکسیداسیون، فلزات کمیاب و غیره هستند. وجود ناخالصی‌ها در روغن سبب تیرگی، کف کردن یا دود کردن و تشکیل رسوب در هنگام حرارت دادن روغن، کاهش پایداری روغن در مقابل اکسیداسیون و سایر واکنش‌هایی می‌شود که در جریان فرایند روغن مشکلاتی را پدید آورده و از کیفیت محصول نهایی می‌کاهد به همین دلیل روغن‌ها پس از انجام فرآیندهای لازم و خارج کردن این ناخالصی‌ها به مصرف خوراکی می‌رسند (2، 1).

تصفیه فرایندی برای خارج کردن ناخالصی‌ها از روغن خام است، هدف از تصفیه روغن، خارج کردن ناخالصی‌های نامطلوب از روغن است و رسیدن به روغنی با بهترین مشخصات کیفی از نظر مزه، رنگ، بو و پایداری مورد قبول می‌باشد (3).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-05]

فرآیند تصفیه روغن شامل مراحل صمغ گیری، تصفیه قلیایی، بی‌رنگ کردن و بی بو کردن است. بی رنگ کردن چربی‌ها و روغن‌ها توسط عمل جذب شامل خارج کردن رنگدانه‌هایی است که در روغن محلول، یا به صورت ذرات کلوئیدی در روغن پخش هستند (1). معمول‌ترین جاذب مورد استفاده در بی رنگ کردن چربی‌ها و روغن‌های خوراکی، خاک رنگبر است(4). کربن فعال و سیلیس نیز به عنوان ماده جاذب در فرایند روغن‌ها به کار می‌رود. خاک بی‌رنگ کننده طبیعی، از نوع خاک‌های سیلیسی متخلخل و اساساً از سیلیکات آلومینیوم هیدراته تشکیل شده است (5).

خاک‌های بی رنگ کننده فعال شده با اسید در بیشتر موارد جانشین خاک‌های رنگبر طبیعی در بی رنگ کردن چربی‌ها و روغن‌های خوراکی شده‌اند (6) پس از اسیدی کردن خاک‌ها با اسید سولفوریک یا کلریدریک سطح خاک وسعت یافته و تغییرات شیمیایی و یا فیزیکو شیمیایی بوجود آمده سبب افزایش قابل توجه قدرت رنگبری خاک می‌شود(5).

جذب رنگدانه‌ها در خاک رنگبر پدیده‌ای فیزیکی بوده و اتصال بین جسم رنگی و جاذب نسبتاً ضعیف و توسط نیروهای بین مولکولی اتفاق می‌افتد و هیچ گونه اتصالات شیمیایی جدیدی تشکیل نمی شود بنابراین جذب یک پدیده سطحی بوده و بستگی به کشش مخصوص بین ماده و جاذب دارد (7) صابون باقیمانده در روغن توسط خاک رنگبر، خارج و از 70-20 قسمت در میلیون در روغن تصفیه شده با قلیا و شسته شده با آب، به مقداری که توسط روش‌های مرسوم آزمایشگاهی قابل اندازه‌گیری نیست (کمتر از 5 قسمت در میلیون) می‌رسد (5) پراکسیدها تجزیه می‌شوند و اندیس پراکسید می‌تواند به عنوان معیاری از کفایت عمل رنگبری مورد استفاده قرار گیرد (8) آلدئیدها و کتون‌های حاصل از تجزیه پراکسیدها جذب خاک شده و خارج شدن آنها را می‌توان به وسیله اندازه‌گیری اندیس آنیزیدین کنترل کرد (9) برای تولید روغن خوراکی خوب، رنگ روغن باید تا حد لازم کاهش یابد.

روش‌های مختلفی برای بی‌رنگ کردن روغن‌های گیاهی نظیر رنگبری به روش متداول (غیرمداوم و مداوم)، شیمیایی و اولترافیلتراسیون وجود دارد که در حال حاضر در صنعت بیشترین کاربرد را روش متداول رنگبری دارا می‌باشد. در روش متداول رنگبری، روغن خنثی شده با خاک رنگبر فعال شده با اسید (حدود 1% وزنی-وزنی) مخلوط شده و در دمای 110 درجه سانتی‌گراد و به مدت 30 دقیقه تحت خلأ (9 میلی متر جیوه) رنگبری می‌شود پس از آن فیلتراسیون در دمای 50 درجه سانتی‌گراد و تحت خلأ انجام می‌گیرد و روغن رنگبری شده از خاک رنگبر جدا می‌گردد. زمان کل این فرآیند 60 دقیقه طول می‌کشد (10).

امروزه در روش‌های نوین رنگبری سعی بر آن است که با کاهش دما و زمان فرآیند رنگبری ضمن افزایش راندمان رنگبری و کاهش بیشتر رنگدانه‌های موجود در روغن (کلروفیل و کاروتنوئید) کیفیت روغن در حد مطلوبی حفظ شود. یکی از این روش‌ها بکارگیری امواج اولتراسونیک می‌باشد.

اولتراسونیک امواجی با همان طبیعت صدا بوده ولی فرکانس بالاتر از حد شنوایی انسان دارد. امواج اولتراسونیک به وسیله ارتعاش‌هایی طولی که فرکانس آنها بالاتر از 20000 دور بر ثانیه است، ایجاد می‌شوند (11) این امواج برای انتشار نیاز به محیط مادی دارند و این یکی از وجه‌های تمایز امواج اولتراسونیک از امواج الکترومغناطیس است (12) امواج اولتراسونیک بر حسب کاربرد به دونوع اولتراسوند با فرکانس بالا (10-2 مگا هرتز) یا اولتراسوند تشخیصی و اولتراسوند با فرکانس پایین (500-20 کیلو هرتز) یا اولتراسوند پرقدرت تقسیم می‌شوند (14، 13، 11).

در روش رنگبری با امواج اولتراسونیک، روغن صمغ‌گیری شده با آب و سپس تصفیه قلیایی شده، باخاک رنگبر فعال شده با اسید مخلوط شده و تحت تأثیر امواج قرار می‌گیرد و در اثر این امواج فعالیت سطحی خاک رنگبر افزایش یافته و رنگدانه‌ها جذب خاک رنگبر فعال شده با اسید می‌شوند و سپس از طریق فیلتراسیون، خاک رنگبر از روغن جدا شده و روغن رنگبری شده حاصل می‌شود (9).

Rabai در سال 2007 برای رنگبری روغن زیتون با استفاده از تکنیک اولتراسونیک از دمای 47 درجه سانتی‌گراد و زمان‌های 20 تا 45 دقیقه استفاده نموده است و نتایج خوبی در کاهش میزان رنگ روغن با استفاده از این دما و زمان توسط امواج اولتراسونیک گرفته است به طوری که در تحقیق ایشان روش اولتراسونیک نسبت به روش متداول رنگبری، توانایی بیشتری در کاهش رنگ داشته، ضمن آنکه دما و زمان مورد استفاده در روش متداول بسیار بالاتر از دما و زمان مورد استفاده در روش اولتراسونیک می‌باشد در نتیجه اثرات زیان بار استفاده از دما و زمان‌های بالای رنگبری در روش اولتراسونیک وجود ندارد. لذا هدف از

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-05]

انجام این تحقیق بررسی اثر شرایط زمانی و دمایی مختلف فرایند رنگبری با امواج اولتراسونیک بر کیفیت روغن می‌باشد.

• مواد و روش‌ها

تهیه نمونه ومواد شیمیایی: در ابتدا نمونه روغن سویا که مراحل صمغ گیری با آب و خنثی سازی (تصفیه قلیایی) را گذرانده، از کارخانه نوش آذر واقع در شهر قدس تهیه گردید. کلیه مواد شیمیایی مورد استفاده در تحقیق و خاک رنگبر (تونسیل) از شرکت مرک آلمان تهیه شده اند.

رنگبری نمونه روغن سویای خنثی شده به روش اولتراسونیک: در این مرحله از حمام اولتراسونیک مدل Wise Clean (WUC- D10H) با توان 150 وات ، فرکانس 20 kHzدر دو دمای 45 و 60 درجه سانتی‌گراد در سه زمان 10 ، 20 و 30 دقیقه استفاده گردید. در ابتدا داخل حمام اولتراسونیک به میزان کافی با آب مقطر پر شده و سپس برای انجام هر تیمار دما و زمان و دیگر شرایط حمام اولتراسونیک تنظیم گردید.

نمونه‌های روغن سویا که مراحل صمغ گیری با آب و خنثی سازی (تصفیه قلیایی) را گذرانده ، داخل ظروف مناسب برای حمام اولتراسونیک ریخته شدند و مقدار 1 درصد وزنی-وزنی خاک رنگبر(تونسیل) به آنها افزوده شده و به خوبی مخلوط گردید. پس از رسیدن دمای حمام اولتراسونیک به دمای تیمار مورد نظر، نمونه‌های روغن مخلوط شده با خاک رنگبر نیز داخل بن ماری (FIRSTEK B206) به دمای مورد نظر رسیده و داخل حمام قرار داده شد ودر مدت زمان مشخص شده، تحت امواج اولتراسونیک قرار گرفتند.

فیلتراسیون به منظور جداسازی خاک رنگبر از نمونه‌های روغن توسط کاغذ صافی واتمن با شماره 41 تحت خلأ توسط پمپ خلأ (C 55 JXHRL-4205) انجام شد.

آزمون‌های فیزیکی و شیمیایی: پس از انجام تیمارهای مربوطه، آزمایشات فیزیکی و شیمیایی مورد نظر روی روغن سویا قبل از رنگبری و تمامی نمونه‌ها ی تیمار شده انجام گردید. میزان کلروفیل روغن توسط دستگاه اسپکتروفتومتر UV-Visible مدل Varian -3400 اندازه گیری شد. میزان جذب رنگدانه‌های کلروفیل در دستگاه اسپکتروفوتومتر با طول موج‌های 630 ، 670 و 710 نانومتر خوانده می‌شود و میزان کلروفیل بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم (ppm) به دست آمد (15) .

میزان کاروتنوئید با اندازه‌گیری جذب نور محلول روغن در طول موج 455 نانومتر، مطابق استاندارد ملی ایران به شماره 6686 ، توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (T80 UV-VIS) صورت گرفته و درصد کل کاروتنوییدها بر اساس بتاکاروتن محاسبه گردید (16).

درصد اسیدچرب آزاد در این تحقیق ، به روش تیتراسیون روغن محلول در دی اتیل اتر و اتانول و در حضور معرف فنول فتالئین با محلول هیدروکسید پتاسیم 0/1 نرمال و بر اساس استاندارد AOAC با شماره 940/28 اندازه‌گیری گردید (18 ، 17).

عدد پراکسید به روش یدومتری و مطابق استاندارد AOCS با شماره Cd8-53 و از طریق تیتراسیون روغن به وسیله تیوسولفات سدیم 0/01 نرمال در حضور یدید پتاسیم و معرف چسب نشاسته مورد سنجش قرار گرفت (18 ، 17).

زمان مقاومت به اکسید شدن با استفاده از دستگاه رنسیمت مدل Metrohm 743 در درجه حرارت 110درجه سانتی‌گراد و با جریان هوای 20 لیتر بر ساعت و بر اساس استاندارد ایران به شماره 3734 ارزیابی گردید (19).

جهت تعیین ترکیب اسیدهای چرب، آماده سازی نمونه به صورت مشتق متیل استر بر اساس استاندارد AOCS به شماره 969/33 صورت گرفت و سپس از دستگاه گاز کروماتوگراف Agilent مدل Acme 6100 مجهز به آشکار ساز شعله‌ای(Flame Ionization Detector) و ستون موئین (Capillary Column)100 متری cp sill 88 مطابق استاندارد 91 - cele استفاده شد به طوری که درجه حرارت محل تزریق (injector)، ستون (oven) و دتکتور به ترتیب 240 ، 198 و 280 درجه سانتی گراد بوده و سرعت جریان گاز حامل (Career Gas) (نیتروژن) 14 میلی‌لیتر بر دقیقه و مقدار تزریق نمونه 1 میکرولیتر بوده است (17).

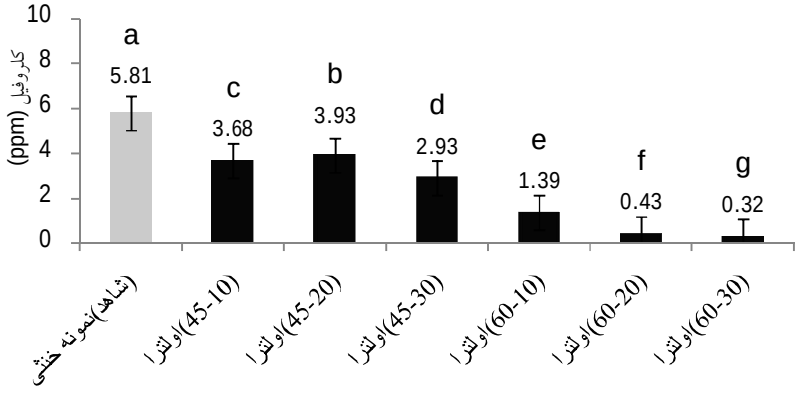
تجزیه و تحلیل آماری: در این تحقیق برای مقایسه نتایج، از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کاملاً تصادفی با حداقل سه تکرار استفاده گردید. عوامل اصلی در سه سطح شامل روش رنگبری، دما و زمان عملیات بوده که عامل روش رنگبری در دو سطح شاهد و اولتراسونیک، عامل دما در دو سطح (45 و 60 درجه سانتی‌گراد) و عامل زمان در سه سطح (20، 10 و30دقیقه) بوده‌اند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار MS TAT-C انجام شده و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال 0/01 درصد انجام گرفت.

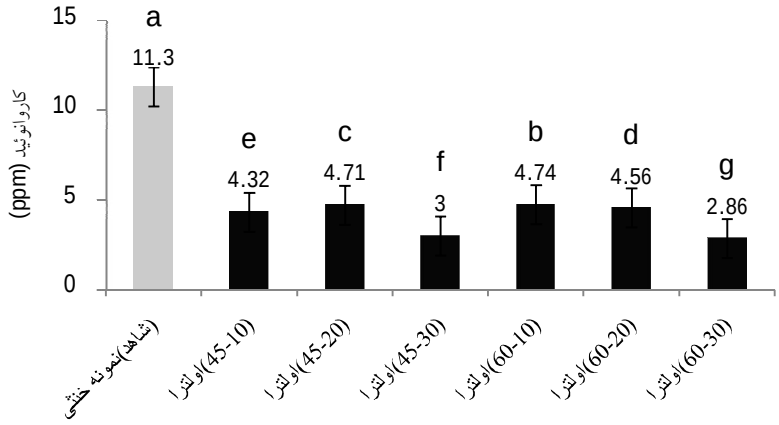
[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-05]

• یافته‌ها

اشکال 1 و 2 به ترتیب نشان دهنده مقادیر کلروفیل و کاروتنوئید در نمونه شاهد (قبل از رنگبری) و نمونه‌های رنگبری شده با استفاده از امواج اولتراسونیک در شرایط دمایی و زمانی مختلف می‌باشند. نتایج حاصل از آزمون تعیین اندیس پراکسید نمونه‌های روغن سویای شاهد و نمونه‌های رنگبری شده با امواج اولتراسونیک در شکل 3 آورده شده است همچنین تغییرات اندیس اسیدی نمونه‌های روغن سویای شاهد و نمونه‌های رنگبری شده با امواج اولتراسونیک در شکل 4 قابل مشاهده می‌باشد.

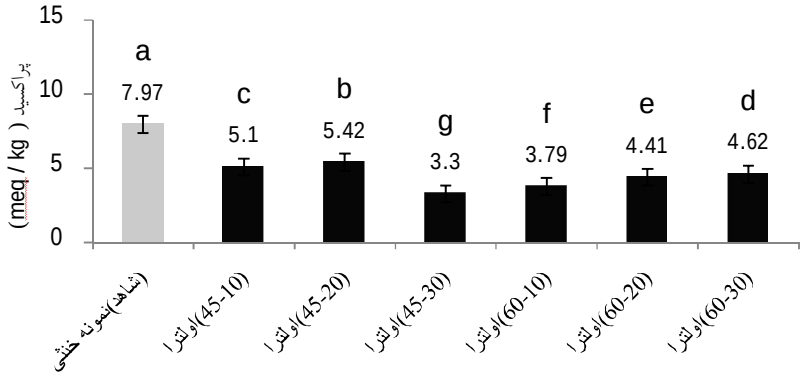


شکل 1. میزان کلروفیل نمونه‌های روغن سویای شاهد ونمونه‌های رنگبری شده با اولتراسونیک
* (10 ، 20 و 30) زمان‌ها و (45 و 60) دماهای مورد استفاده در فرآیند رنگبری با امواج اولتراسونیک می‌باشند.

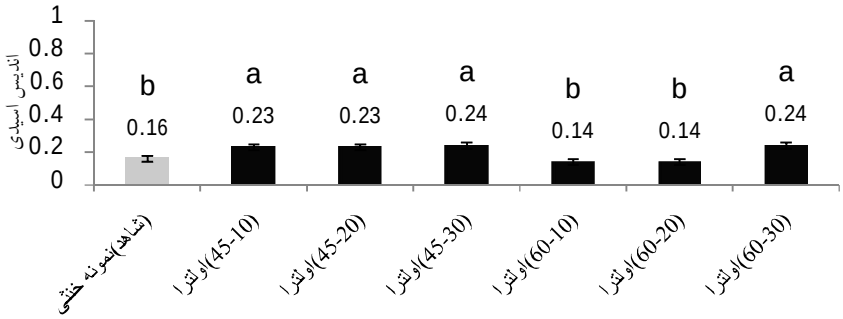


شکل 2. میزان کاروتنوئید نمونه‌های روغن سویای شاهد و نمونه‌های رنگبری شده با اولتراسونیک

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-05]



شکل 3. میزان اندیس پراکسید نمونه‌های روغن سویای شاهد و نمونه‌های رنگبری شده با اولتراسونیک



شکل 4. میزان اندیس اسیدی نمونه‌های روغن سویای شاهد و نمونه‌های رنگبری شده با اولتراسونیک

برای مقایسه زمان پایداری اکسیداتیو پس از فرایند رنگبری با امواج اولتراسونیک از نمونه‌ای که در میان تیمارهای اولتراسونیک بیشترین دما و زمان رنگبری را در حمام اولتراسونیک داشته است، (اولترا 60-30) استفاده گردید و تأثیر رنگبری با امواج اولتراسونیک بر پایداری اکسیداتیو روغن، بر روی این نمونه بررسی گردید. مطابق نتایج بدست آمده در این تحقیق، میزان پایداری اکسیداتیو روغن سویای شاهد 2/41 ساعت بوده که پس از فرآیند رنگبری توسط امواج اولتراسونیک به 3/35 ساعت افزایش داشته است. همچنین به منظور بررسی تأثیر امواج اولتراسونیک بر روی ساختار اسیدهای چرب از نمونه ای که در میان تیمارهای اولتراسونیک بیشترین دما و زمان رنگبری را درحمام اولتراسونیک داشته است، (اولترا 60-30) استفاده گردید و نتایج تغییرات ترکیب اسیدهای چرب نمونه روغن سویای خنثی شده قبل و پس از فرآیند رنگبری با امواج اولتراسونیک در جدول 1 نشان داده شده است.

جدول 1. تغییرات ترکیب اسیدهای چرب نمونه روغن‌های سویای خنثی شده و سویای رنگبری شده به روش اولتراسونیک (بر حسب درصد)

اسید چرب	سویای خنثی	سویای رنگبری شده
اسید میریستیک (C14:0)	0/09 ±0/01	0/09 ±0/01
اسید پالمتیک (C16:0)	12/01 ±0/01	12/48 ±0/05
اسید استئاریک (C18:0)	5/16 ± 0/02	5/30 ± 0/16
اسید اولئیک (C18:1)	24/8 ± 0/05	23/56 ±0/02
اسید لینولئیک (C18:2)	49/48 ±0/07	50/61 ± 0/32
اسید لینولنیک (C18:3)	7/63 ± 0/01	7/69 ± 0/02
سایر اسیدهای چرب	0/77 ± 0/ 35	0/27 ±0/15

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-05]

• بحث

پس از رنگبری روغن سویا با استفاده از امواج اولتراسونیک مشاهده گردید که میزان رنگدانه‌های کلروفیل و کاروتنوئید و در نتیجه رنگ روغن در حد مطلوبی کاهش یافتند. مطابق شکل 1 مشاهده می‌شود، درصد کاهش در میزان رنگدانه‌های کلروفیل نسبت به نمونه شاهد پس از تیمار اولتراسونیک در نمونه اولترا (45-10)، 36/3% بوده است. در مورد نمونه‌های اولترا (45-20) و اولترا (45-30) نیز درصد کاهش به ترتیب 32/3% و 49/5% بوده است. هر سه این نمونه‌ها در دمای 45 درجه سانتی‌گراد تحت امواج اولتراسونیک رنگبری شده‌اند، ولی زمان تیمار نمونه اولترا (45-10) ، 10 دقیقه و زمان تیمار نمونه اولترا (45-30) ، 30 دقیقه بوده است. بنابراین مشاهده می‌شود که در دمای یکسان، با افزایش زمان رنگبری میزان بیشتری از رنگدانه‌های کلروفیل جذب خاک رنگبر فعال شده با اسید شده‌اند و اختلاف میان میزان کلروفیل در آنها در سطح $P<0/01$ معنی‌دار می‌باشد.

درصد کاهش در میزان رنگدانه‌های کلروفیل در نمونه اولترا (60-10) ، 76% بوده است همچنین درصد کاهش رنگدانه‌های کلروفیل در مورد نمونه‌های اولترا (60-20) و اولترا (60-30) که در همان دما ولی به ترتیب در زمان‌های 20 و 30 دقیقه رنگبری شده‌اند به ترتیب 92/6% و 94/5% می‌باشد. در مورد این سه نمونه نیز روند کاهش رنگدانه‌های کلروفیل همانند نمونه‌های تیمار شده در دمای 45 درجه بوده و با افزایش زمان فرایند، اختلاف میان میزان رنگدانه‌های کلروفیل در سطح $P<0/01$ معنادار شده است.

با افزایش دمای رنگبری از 45 درجه سانتی‌گراد به 60 درجه سانتی‌گراد، در حمام اولتراسونیک، مقادیر بیشتری از رنگدانه‌های کلروفیل جذب خاک رنگبر فعال شده با اسید شده اند، همچنین با مقایسه زمان‌های مورد استفاده در دماهای ثابت رنگبری، مشاهده می‌شود که درصد کاهش رنگدانه‌های کلروفیل با افزایش زمان رنگبری افزایش یافته و اختلاف میزان کلروفیل در میان آنها در سطح $P<0/01$ معنی‌دار می‌باشد یعنی با افزایش زمان رنگبری میزان بیشتری از رنگدانه‌های کلروفیل جذب خاک رنگبر فعال شده با اسید شده‌اند.

مطابق شکل 2 مشاهده می‌شود در نمونه‌های اولترا (45-10) ، اولترا (45-20) و اولترا (45-30) که همگی در دمای 45 درجه سانتی‌گراد و به ترتیب در زمان‌های 10 ، 20 و 30 دقیقه با 1% خاک رنگبر فعال شده با اسید در حمام اولتراسونیک، رنگبری شده اند، درصد کاهش رنگدانه‌های کاروتنوئید در این سه نمونه به ترتیب 61/7 % ، 58/3% و 73/4% می‌باشد همان طور که مشاهده می‌شود در دمای 45 درجه سانتی‌گراد با افزایش زمان موج دهی در حمام اولتراسونیک ، میزان رنگدانه‌های کاروتنوئید بیشتری جذب خاک رنگبر شده اند و میزان آن‌ها نسبت به نمونه روغن شاهد کاهش یافته است . اختلاف میان میزان رنگدانه‌های کاروتنوئید در دمای 45 درجه سانتی‌گراد در زمان‌های مختلف معنی‌دار می‌باشد ($P<0/01$). یعنی با افزایش زمان رنگبری در دمای ثابت، میزان بیشتری از رنگدانه‌های کاروتنوئید توسط امواج اولتراسونیک جذب خاک رنگبر شده‌اند .

درصد کاهش رنگدانه‌های کاروتنوئید در نمونه‌های اولترا (60-10) ، اولترا (60-20) و اولترا (60-30) که در زمان‌های یکسان با تیمارهای قبلی ولی در دمای 60 درجه سانتی‌گراد، رنگبری شده‌اند نیز به ترتیب 58 % ، 59/6% و 74/7% می‌باشد. در این نمونه‌ها نیز در دمای یکسان با افزایش زمان رنگبری ، درصد کاهش رنگدانه‌های کاروتنوئید افزایش یافته است.

با مقایسه دمای رنگبری تیمارهای اولتراسونیک در زمان‌های برابر مشاهده می‌گردد که درصد کاهش رنگدانه‌های کاروتنوئید در دمای 60 درجه بیشتر از دمای 45 درجه بوده است. بنابراین با افزایش دمای رنگبری، رنگدانه‌های کاروتنوئید بیشتری جذب خاک رنگبر شده‌اند و اختلاف میان رنگدانه‌های کاروتنوئید در تیمارهای مربوط به دمای 60 درجه سانتی‌گراد نسبت به تیمارهای دمای 45 درجه سانتی‌گراد در سطح $P<0/01$ معنی‌دار می‌باشد، نتایج فوق نشان دهنده ی کاهش رنگ در فرآیند رنگبری توسط امواج اولتراسونیک می‌باشد.

مطابق شکل 3 و با مقایسه دو دمای 45 و 60 درجه سانتی‌گراد در فرایند رنگبری با امواج اولتراسونیک در روغن

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-05]

سویا مشاهده می‌شود که با افزایش دمای فرایند ، در زمان‌های یکسان، میزان پراکسید کاهش بیشتری داشته است. به غیر از زمان 30 دقیقه که میزان پراکسید در دمای 45 درجه نسبت به دمای 60 درجه کاهش بیشتری داشته است، در اینجا نیز این طور نتیجه‌گیری می‌شود که با افزایش دما جذب بیشتر ترکیبات پراکسید در خاک رنگبرصورت گرفته، همچنین شکست این ترکیبات در دمای بالا بیشتر شده است. گرچه تغییرات پراکسید، در فرایند رنگبری قابل توجه است ولی هدف اصلی از مرحله رنگبری در تصفیه روغن، کاهش میزان رنگدانه‌ها و در نتیجه رنگ روغن می‌باشد و حتی اگر میزان ترکیبات پراکسید بالا رود، در مرحله بوگیری از روغن، حذف خواهند شد.

در نمونه‌های رنگبری شده با استفاده از امواج اولتراسونیک که در شکل 4 قابل مشاهده می‌باشد، مقادیر اندیس اسیدی نسبت به نمونه شاهد به صورت جزئی افزایش یافته است و این افزایش، ممکن است به دلیل افزایش دما طی فرآیند رنگبری، همچنین حضور اسید به دلیل خاک رنگبر فعال شده با اسید در این تیمارها بوده باشد. اختلاف میان اندیس اسیدی درنمونه‌های تیمار اولتراسونیک در دمای 45 درجه سانتی‌گراد، در زمان‌های مختلف معنی‌دارنبوده ($P>0/01$)، ولی این اختلاف، با نمونه شاهد به صورت معنادار می‌باشد($P< 0/01$) همچنین میان مقادیر اندیس اسیدی در نمونه‌های رنگبری شده با امواج اولتراسونیک در دمای 60 درجه سانتی‌گراد در زمان‌های 10 و 20 دقیقه معنی‌دار نبوده ($P>0/01$)، ولی میان آنها با اندیس اسیدی در زمان 30 دقیقه اختلاف آماری معنادار در سطح $P<0/01$ وجود دارد.

طی فرآیند رنگبری روغن، ترکیباتی از روغن جدا می‌گردند که برخی موجب کاهش زمان پایداری و برخی موجب افزایش زمان مقاومت به اکسیداسیون روغن می‌گردند ولی در نهایت زمان مقاومت به اکسیداسیون پس از فرآیند رنگبری افزایش می‌یابد یکی از علل کاهش دهنده زمان مقاومت به اکسیداسیون روغن پس از فرآیند رنگبری خروج ترکیبات آنتی اکسیدان طبیعی نظیر توکوفرول‌ها به دلیل دمای بالای این فرآیند می‌باشد. همچنین جذب رنگدانه‌های کاروتنوئیدی به خاک رنگبر نیز که ممکن است خود نقش آنتی‌اکسیدانی در روغن داشته باشند (2) از دلایل دیگر کاهش زمان مقاومت به اکسیداسیون روغن می‌باشد.

از طرف دیگر، عواملی که موجب افزایش زمان مقاومت به اکسیداسیون روغن پس از فرآیند رنگبری می‌شوند، جذب ترکیبات پراکسید به خاک رنگبر و خروج آن‌ها از روغن می‌باشد. همچنین طی فرآیند رنگبری روغن خنثی شده مقادیری از فلزات موجود در روغن نظیر آهن، مس و منیزیوم که خاصیت پراکسیدان داشته و اکسیداسیون روغن را تشدید می‌کنند، جذب خاک رنگبر شده و از روغن جدا می‌گردند (6) بنابراین با جدا شدن عوامل پراکسیدان از روغن، میزان مقاومت روغن به اکسیداسیون افزایش یافته است.

همان طور که می‌دانیم در طول فرایند رنگبری هیچ تغییری در ساختار اسیدهای چرب روغن ایجاد نمی‌گردد (9) جدول 1 نشان دهنده تغییرات درصد اسیدهای چرب روغن سویای خنثی شده به عنوان شاهد و بعد از رنگبری با استفاده از تکنیک اولتراسونیک می‌باشد، نمونه روغن مورد استفاده برای بررسی تغییرات درصد اسیدهای چرب، پس از فرایند رنگبری با امواج اولتراسونیک نمونه ای است که بیشترین دما و زمان (60 درجه سانتی‌گراد و به مدت 30 دقیقه) را در طی فرایند رنگبری با امواج اولتراسونیک، داشته است، بنابراین تأثیر امواج اولتراسونیک در طول فرایندرنگبری ، بر روی ترکیب اسیدهای چرب روغن سویا در این تیمار بررسی گردید. مشاهده می‌شود که هیچ تغییری از لحاظ ساختار اسیدهای چرب در روغن سویای خنثی شده پس از فرآیند رنگبری با استفاده از تکنیک اولتراسونیک ایجاد نشده است (21 ، 20).

chemat و همکاران در سال 2004 به بررسی اثرات امواج اولتراسونیک برروی اکسیداسیون لیپیدهای روغن آفتابگردان تصفیه شده پرداختند و مشاهده کردند که هیچ تغییر معنی‌داری در فاکتورهای کیفی و ترکیب اسیدهای چرب قبل و بعد از تیمار اولتراسونیک ایجاد نشده و تنها مقدار جزیی اندیس پراکسید افزایش یافته است (23 ، 22).

همچنین Rabai در سال 2007 رنگبری روغن زیتون را با استفاده از تکنیک اولتراسونیک انجام داده و نتایج خوبی در کاهش میزان رنگ روغن توسط این امواج گرفته است به طوری که در تحقیق ایشان روش اولتراسونیک نسبت به

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-05]

روش متداول رنگبری، توانایی بیشتری در کاهش رنگ داشته است.(9)

با توجه به کاهش رنگ روغن پس از فرایند رنگبری با امواج اولتراسونیک می‌توان نتیجه‌گیری نمود که امواج اولتراسونیک بر روی قابلیت جذب خاک رنگبر تأثیر مثبتی داشته و موجب افزایش خاصیت جذب سطحی آن می‌گردد. همچنین به دلیل پایین بودن دما و زمان فرآیند موجب حفظ کیفیت روغن می‌گردد. همچنین با توجه به نتایج آزمون‌های عدد اسیدی و پراکسید، این گونه به نظر می‌رسد که در فرایند رنگبری با امواج اولتراسونیک، این امواج، تأثیری روی تخریب ساختار روغن و شکست اسیدهای چرب و تشدید اکسیداسیون نداشته و تکنیکی ملایم و ایمن می‌باشد. همچنین تکنیک اولتراسونیک روشی است که به دلیل پایین بودن دما و زمان در طول فرایند، تأثیر زیان‌باری روی ساختار اسیدهای چرب روغن ندارد.

بنابراین از نتایج کل این تحقیق می‌توان نتیجه‌گیری کرد که به کارگیری اولتراسونیک در فرایند رنگبری روغن، می‌تواند یک جایگزین بالقوه برای روش‌های معمول رنگبری باشد، همچنین با توجه به استفاده از اولتراسونیک موجب تسریع فرایند شده و بسیار تمیز و ایمن می‌باشد، باعث کاهش افت کیفی محصول غذایی شده و موجب بهبود خصوصیات کیفی می‌گردد، همچنین ممکن است با کاهش دادن میزان زمان و دمای فرایند، موجب افزایش صرفه اقتصادی گردد، بنابراین امکان استفاده از این امواج در فراوری‌های مختلف غذایی وجود دارد.

سپاسگزاری: از مسئولان و کارکنان محترم مجتمع آزمایشگاه رازی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران برای همکاری در انجام این پژوهش قدردانی می‌شود.

• References

1. Kaynak G, Ersoz M, Kara H. Investigation Of The Properties Of Oil at The Bleaching Unit Of an Oil Refinery. J.Colloid and InterfaceSci 2004; 280: 131-138.
2. Shahidi F.Baileys Industrial Oil and Fat Products. 6th ed.Vol 1,2,5. Chichester:John Wiley and Sons 2005.
3. Cmolik J, Pokorny J. Physical Refining Of Edible Oil. Eur. J.Lipid Sci. Technol 2000 ;102: 472-476.
4. Erten Y. Use Of Domestic Minerals For Vegetable Oil Bleaching. Ismir Institute Of Technology 2000; 6:50-57.
5. Hussin F, Kheireddin M, Wandaud W. Textural Characteristics, Surface Chemistry and Activation Of Bleaching Earth. J.Chemical Eng. 2001;170: 90-106.
6. Baile AE. Baily s industrial oil and fat prducts 2nd ed.Translated by Malek F. Marz-e-Danesh,Inc. press: 1389.p.422-424 [in Persian].
7. Falaras P, Lezou F, Seiragakis G, Petrakis D. Bleaching Properties of Alumina-pillared Acid-Activated Montmorillonite. Clays and Clay Minerals. 2000 ;48:540-550.
8. Doleschall F, Kemeny Z, Recseg K, Kovari K. A New Analytical Method To Monitor Lipid Peroxidation During Bleaching . Eur.J.Lipid Sci. Technol. 2002; 104:14-18.
9. Jahouach Rabai W, Trabelsi M, Vanhoed V, Adams A, Verhe R, Dekimpe N, et al. Influence of Bleaching by Ultrasound on Fatty Acids and Minor Compounds of Olive Oil. Qualitative and Quantitative Analysis of Volatile Compounds(by SPME Coupled to GC/MS) . J. Ultrasonics Sonochemistry. 2007;590-597.
10. Ghavami M, Gharachorloo M, Ghiasi Tarazi B. Laboratory techniques oils and fats. olom va tahghighat tehran Azad university.press: 1387 .p.226 [in Persian].
11. Barbosa-Canovas G, Feng H. & Weiss J. Ultrasound Technologies For Food and Bioprocessing . Springer Science Publishing.vol1, 2,3,4,18,19,20.2011:1-124,405-544.
12. Honarvar F. Non Distructive Ultrasonic Testing. 3th ed. Noorpardazan Publication.press: 1389.p.32-40.
13. Hughes C. Sonochemistry. JACS 2006;126-131.
14. Zbignie W, stadink W, stasiak D. Application of Ultrasound In Food Technology. ACTA Sci 2007; 6:89-99.
15. Pokorny J, Kalinova L, Dysseler P. Determination Of Chlorophyll Pigments In Crude Vegetable Oils 1995; 67:1781-87.
16. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Edible oils and fats. Carotenoids determination. ISIRI no 6086 [in Persian].
17. Firestone D. Official methods and recommended practice of the American oil chemists society.4th ed. AOCS press,Champain,IL, USA 1994.
18. Firestone D. Official methods of Analysis of the Association of Official Analitycal Chemists.15th ed .Arlington, USA 1990.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-05]

19. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Oxidativ Resistance of Edible oils and fats. ISIRI no 3734 [in Persian].

20. Lee J, Lee Y, Choe E. Temperature Dependence Of The Auto Oxidation and Anti Oxidation Of Soybean, Sunflower and Olive Oil. Eur Food Res Technol 2007;226:239-246.

21. Moulton K, Koritala S, Warner K, Frankel E. Continous Ultrasonic Hydrogenation of Soybean Oil. JAOCS 1987;64:4.

22. Chemat F, Grondin I, Costes P, Moutoussamy L, Shum Cheong Sing A, Smadja J. High Power Ultrasound Effects On lipid Oxidation Of Refined Sunflower Oil. J.Ultrasonic Sono 2004 ;11:281-285.

23. Chemat F, Grondin I, Costes P, Shum Cheong Sing A, Smadja J. Deterioration Of Edible Oils During Food Processing By Ultrasound. J. Ultrasonic Sono 2004 ;11:13-15.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-05]

Application of ultrasonic waves in bleaching of soybean oil and determination of time and temperature for ultrasonic bath

*Abbasi R[*1], Gharachorloo M [2], Ghavami M [3], Asadi Gh-H [2]*

*1-*Corresponding Athur: M.Sc. in Food Science & Technology, Faculty of Food Science & Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran,Iran .Email: royaabbasi63@yahoo.com*

2-Assistant Prof, Dept. of Food Science and Technology, Faculty of Food Science & Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

3-Professor of Food Science and Technology, Faculty of Food Science & Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Received 21 Nov, 2013 **Accepted 24 Feb, 2014**

Background and objective: So far there is no report in the literature on bleaching vegetable oils by using ultrasonic waves in Iran. The aim of this study was to bleach soybean oil by ultrasonic waves and attempt to reduce the temperature and length of time required for the bleaching process.

Materials and methods: Bleaching of the oil was carried out by adding 1% w/w acid-activated bleaching earth to the soybean oil sample, followed by operating an ultrasonic bath (150 W, 20 kHz frequency) at two temperatures (45 and 60 °C) for 10, 20 and 30 minutes. Several tests, including chlorophyll and carotenoid measurements, peroxide value, acidity, fatty acid composition (with GC), and induction periods measuring the resistance to oxidation were carried out on both the unbleached and bleached samples. The results were compared using a factorial design with random blocks with 3 iterations.

Results: Bleaching by ultrasonic waves could reduce the chlorophyll and carotenoid contents of the soybean oil to a desirable level, the magnitude of reduction being 94.5% and 74.4%, respectively, when the ultrasonic waves were applied at 60 °C for 30 minutes. The induction periods of resistance to oxidation increased due to a reduction in the peroxide value and uptake of peroxides in the bleaching earth. Finally, the bleaching process produced no noticeable changes in the acid value or the fatty acid composition.

Conclusion: Based on the findings, it can be concluded that ultrasonic wave treatment can be used as a safe method in bleaching vegetable oils without effecting their fatty acid composition.

Keywords: Bleaching, Ultrasonic Waves, Ultrasonic Bath, Soybean oil

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-05]