

## کاربرد امواج اولتراسونیک در فرآیند صمغ‌گیری روغنهای سویا و آفتابگردان

حمید محمود فشندی<sup>\*</sup>، مهرداد قوامی<sup>۱</sup>، مریم قراچورلو<sup>۲</sup> و رویا عباسی<sup>۱</sup>

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۰/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۲/۱۱

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

<sup>۲</sup> به‌ترتیب استاد و استادیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

\* مسئول مکاتبه: Email: hamidmahmoodi63@gmail.com

### چکیده

صمغ‌گیری اولین مرحله تصفیه روغن خام می‌باشد. هدف از این پژوهش بررسی استفاده از امواج اولتراسونیک در فرآیند صمغ‌گیری روغنهای سویا و آفتابگردان به منظور کاهش دما و زمان فرآیند و مقایسه این تکنیک با روش متداول صمغ‌گیری می‌باشد. صمغ‌گیری روغنهای سویا و آفتابگردان با استفاده از امواج اولتراسونیک در مجاورت ۳٪ وزنی-وزنی آب در حمام اولتراسونیک با توان ۱۵۰ وات، فرکانس ۲۰ KHz و در دو دمای ۳۰°C و ۶۰°C و زمان های ۱۰، ۱۵ و ۲۰ دقیقه انجام گردید و همچنین صمغ‌گیری روغن‌های مذکور با آب به روش متداول در دمای ۶۰°C و به مدت ۳۰ دقیقه نیز صورت گرفت. اندازه‌گیری میزان فسفر، اندیس پراکسید و تعیین ترکیب اسیدهای چرب بر روی نمونه‌های تیمار شده به هردو روش انجام گردید. فسفر اولیه روغنهای خام سویا، آفتابگردان و به ترتیب ۵۰۸ ppm، ۳۲۹ ppm بوده که پس از صمغ‌گیری متداول به ترتیب به میزان ۲۴/۵ ppm، ۳۱/۸ ppm رسیده و پس از صمغ‌گیری با امواج اولتراسونیک، کمترین مقادیر فسفر به ترتیب به میزان ۹/۷ ppm، ۱۰/۸ ppm رسیده است. در ترکیب اسیدهای چرب تغییر چندانی ایجاد نگردید، میزان اندیس پراکسید پس از فرآیند صمغ‌گیری در این روش تغییر چندانی نداشته است. امواج اولتراسونیک در دما و زمان پایین تری نسبت به روش متداول، قادر به جداسازی فسفر از روغن خام بوده و به عنوان روشی جایگزین برای روش متداول صمغ‌گیری در مجاورت آب، اثر مخربی بر روی ترکیب اسیدهای چرب روغن ندارد.

**واژگان کلیدی:** امواج اولتراسونیک، حمام اولتراسونیک، روغن آفتابگردان، روغن سویا و صمغ‌گیری

### مقدمه

تصفیه فرآیندی برای خارج کردن ناخالصی‌ها از روغن خام است. در جریان تولید روغن‌های خام توسط هر یک از روش‌های استخراج معمولی صنعتی مقداری از مواد غیر گلیسیریدی داخل روغن می‌شود. این ناخالصی‌ها طی یک سلسله عملیات که به طور کلی

تصفیه نامیده می‌شود از روغن خارج می‌شود (مالک ۱۳۸۹).

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 فرآیند روغن مشکلاتی را پدیدآورده و از کیفیت محصول نهایی

می‌کاهد. این ناخالصی‌ها شامل اسیدهای چرب آزاد، فسفاتیدها و سایر مواد صمغی، مومها، رنگدانه‌ها، پراکسیدها و مواد حاصل از اکسیداسیون، فلزات کمیاب و غیره هستند (صباح و همکاران ۲۰۰۹).

تصفیه روغن شامل مراحل صمغ‌گیری، تصفیه قلیایی، بی‌رنگ کردن و بی‌بو کردن است. اولین مرحله تصفیه روغن مرحله صمغ‌گیری بوده که در این فرایند جداسازی تقریباً کامل فسفاتیدها و سایر صمغ‌ها از روغن خام صورت می‌گیرد. مقدار صمغ‌ها در بعضی از روغن‌ها نظیر روغن سویای خام زیاد بوده و قبل از تصفیه قلیایی باید صمغ‌گیری انجام شود (شهیدی ۲۰۰۵، بارباسا و همکاران ۲۰۱۱).

فسفاتیدها اگر در روغن بمانند، مشکلاتی را ایجاد می‌نمایند از جمله اینکه در اثر ته نشین شدن صمغ‌ها یا همان فسفولیپیدها در تانک‌های نگهداری و در هنگام حمل مشکلاتی را به وجود می‌آورند (آکوه و همکاران ۲۰۰۲). صمغ‌ها به دلیل داشتن گروه آمین و واکنش با آلدئیدهای حاصل از اکسیداسیون، با شرکت در واکنش شبه میلارد باعث تیرگی رنگ روغن می‌گردند (بلیتز و همکاران ۲۰۰۹). به دلیل ساختار قطبی و غیر قطبی که دارند، ایجاد امولسیون در روغن می‌کنند (فاطمی ۱۳۸۴). در اثر حرارت ایجاد بوی شبیه ماهی کرده که منجر به ایجاد برگشت طعم می‌شود. در صورت باقی ماندن در روغن باعث غیر فعال شدن کاتالیزور نیکل در مرحله هیدروژنه کردن روغن می‌گردد (بلیتز و همکاران ۲۰۰۹). فسفولیپیدها باعث می‌شوند که مقدار زیادی از تری گلیسریدها در جریان تصفیه و تولید روغن، با آب به صورت امولسیون درآیند و از دست بروند و باعث ایجاد افت در روغن گردند. فسفاتیدها در روغن ممکن است به صورت پراکسیدان عمل کرده و اکسیداسیون را افزایش دهند (فاطمی ۱۳۸۴).

اساس عمل صمغ‌گیری با آب نامحلول شدن فسفاتیدهایی که آب جذب کرده اند (هیدراته) در روغن و جدا کردن دو فاز روغنی و آبی توسط نیروی گریز از مرکز

در یک سانتریفوژ است (کوریس و همکاران ۲۰۰۲)، صمغ‌ها در حالت خشک (بدون آب) در روغن خام محلول هستند اما بر اثر جذب آب و هیدراته شدن به صورت ترکیبات نامحلول در روغن ته نشین می‌شوند. در این روش روغن خام تا  $50^{\circ}\text{C}$  الی  $70^{\circ}\text{C}$  حرارت داده می‌شود و با ۱-۳ درصد آب مخلوط می‌شود. روغن حاوی آب به مدت ۳۰ دقیقه در تانک مخصوص باقی می‌ماند و پس از آن فسفاتیدهایی که آب جذب کرده اند رسوب می‌کنند سپس مخلوط را وارد سپراتور کرده و روغن صمغ‌گیری شده از فاز آبی جدا می‌شود. عمل باید به آهستگی و بدون هیچگونه شوک و فشار انجام شود زیرا مخلوط روغن، صمغ و آب می‌توانند به راحتی تشکیل امولسیون بدهند (اکووا و همکاران ۲۰۰۱).

فرکانس امواج اولتراسونیک بالاتر از حد شنوایی انسان بوده (بالاتر از ۲۰۰۰۰ دور بر ثانیه) و این امواج به وسیله ارتعاشات طولی که برای انتشار نیاز به محیط مادی دارند ایجاد می‌گردند (هیوج ۲۰۰۶)، نیاز به محیط مادی برای انتشار امواج اولتراسونیک وجه تمایز این امواج با امواج الکترومغناطیس می‌باشد (جامبراک ۲۰۱۲). امواج اولتراسونیک با سرعت معین و یکنواخت حرکت کرده و هنگام عبور از یک محیط موجب به لرزه درآمدن ذره‌های موجود در آن محیط می‌گردد. در نتیجه موجب بهم خوردن نظم و تعادل در ماده شده و یک آشفتگی مکانیکی در محیط گاز، مایع و یا جامد ایجاد می‌کند (بیگ و همکاران ۲۰۱۰ و هیوگس ۲۰۰۶). بر اساس کاربرد، امواج اولتراسونیک به دو نوع تشخیصی (بافرکانس بالا، ۱۰-۲۰ مگا هرتز) و اولتراسونیک پر قدرت (فرکانس پایین، ۵۰۰-۲۰ کیلو هرتز) تقسیم می‌شود (جامبراک ۲۰۱۲).

استفاده از امواج اولتراسونیک به عنوان روشی ملایم و ایمن در طی فرآیند صمغ‌گیری شناخته شده است (مک کلمنتس ۱۹۹۵). انرژی اولتراسونیک با عبور از میان روغن خامی که با کمی آب مخلوط شده است موجب

و آن را داخل ظرف‌های مخصوص سانتریفیوژ (فالکون) ریخته و با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۱۵ دقیقه عملیات سانتریفیوژ انجام گردید. در نتیجه این عملیات صمغ‌ها از نمونه روغن جدا شده و در انتهای ظروف سانتریفیوژ رسوب کرده و از روغن جدا شده و نمونه روغن حاصل به داخل دکانتور ریخته شد و ۵ مرتبه و هر بار با افزودن آب مقطر به میزان ۱۰ درصد وزنی- وزنی به روغن، بدون هم زدن شستشو گردید و در آخر روغن به دست آمده در آن تحت خلأ خشک و سرد گردید و آزمایشات مورد نظر بر روی نمونه‌ها انجام شد (قوامی و همکاران ۲۰۰۸).

#### تیمار نمونه‌های روغن خام، با استفاده از امواج اولتراسونیک در مجاورت آب

بدین منظور ابتدا حمام اولتراسونیک به شرایط مورد نظر (توان ۱۵۰ وات و فرکانس ۲۰ KHz) رسانده شد و همچنین نمونه‌های روغن به دمای مورد استفاده در حمام اولتراسونیک (۳۰°C و ۶۰°C) رسانده شدند و به میزان ۳ درصد (وزنی-وزنی) آب مقطر درحال جوش به هر یک از نمونه‌ها افزوده شد و تحت تیمار اولتراسونیک در زمان‌های ۱۰، ۱۵ و ۲۰ دقیقه قرار گرفتند. لازم به ذکر است قبل و طی مرحله سونیکاسیون هم‌زدن مکانیکی انجام نشد و اختلاط آب و روغن تنها توسط لرزشهای ایجاد شده توسط حمام اولتراسونیک ایجاد شد در کلیه مراحل تیمار نمونه‌های روغن، شرایط ذکر شده در مورد حمام اولتراسونیک با دقت کنترل گردید.

پس از اتمام فرایند موج دهی در حمام اولتراسونیک نمونه‌های تیمار شده سرد گشته و صمغ‌ها توسط دستگاه سانتریفیوژ به وسیله نیروی گریز از مرکز در شرایط (۴۰۰۰ rpm و مدت زمان ۱۵ دقیقه) از نمونه‌های روغن جداسازی شده و آزمایشات فیزیکی و شیمیایی مورد نظر بر روی نمونه‌های روغن حاصل انجام شد. در این تیمار، نیازی به شستشوی روغن سانتریفیوژ شده نبوده و مقدار آب اضافه شده به

ایجاد آشفتگی در روغن خام می‌شود. پس از هیدراته‌شدن صمغ‌ها توسط سانتریفیوژ جدا شده و به این ترتیب مرحله صمغ‌گیری روغن خام تکمیل می‌گردد. در این تحقیق هدف آن است که به روشی مکمل و یا جایگزین برای روش صمغ‌گیری به روش معمول دست یابیم و با کاهش دادن زمان و دمای فرایند صمغ‌گیری فاکتورهای کیفی روغن را حفظ کرده و همچنین بتوانیم میزان بیشتری فسفاتید از روغن خام به این روش جداسازی نماییم، ضمن آنکه کیفیت روغن در حد مطلوب حفظ شده و اثرات مخرب دما و زمان بالا از بین می‌رود.

#### مواد و روش‌ها

در این تحقیق نمونه‌های روغن مورد استفاده شامل روغن‌های خام سویا و آفتابگردان می‌باشند که از کارخانه نوش آذر واقع در شهر قدس به صورت خام و قبل از مرحله صمغ‌گیری تهیه شدند. همچنین کلیه مواد شیمیایی مورد استفاده از شرکت مرک آلمان بوده‌اند. در این تحقیق دو روش صمغ‌گیری با آب به روش متداول و صمغ‌گیری با استفاده از امواج اولتراسونیک مقایسه شدند بدین منظور نمونه روغن‌های گیاهی خام یک بار در حضور آب به روش متداول و بار دیگر نمونه‌های خام با استفاده از امواج اولتراسونیک در حضور آب صمغ‌گیری شدند.

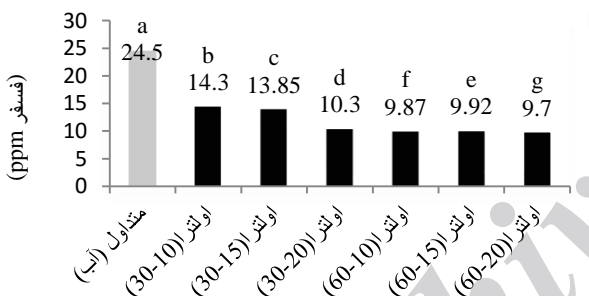
#### صمغ‌گیری با آب به روش متداول

بدین منظور مقدار مشخصی نمونه به ظرف شیشه‌ای مخصوص صمغ‌گیری که می‌تواند بشر مجهز به ترمومتر باشد منتقل شد. با استفاده از همزن مکانیکی، نمونه را با سرعت متوسط (۵۰۰ rpm) مخلوط کرده و درجه حرارت روغن به سرعت تا ۶۰°C رسانده شد (تمام این عملیات داخل بن ماری انجام گردید). پس از رسیدن دمای روغن به ۶۰°C، ۳ درصد (وزنی - وزنی) آب مقطر در حال جوش به آن افزوده و هم‌زدن برای ۳۰ دقیقه ادامه داده شد. سپس روغن را سرد کرده

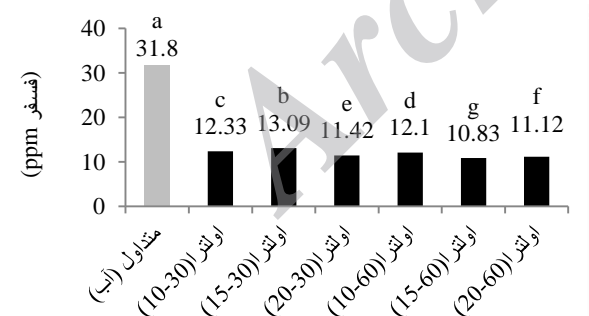
دما و زمان عملیات می‌باشد که عامل روش در سه سطح شاهد، صمغ‌گیری به روش متداول در حضور آب و صمغ‌گیری با اولتراسونیک در حضور آب، عامل دما در دو سطح ( $30^{\circ}\text{C}$  و  $60^{\circ}\text{C}$ ) و عامل زمان در سه سطح (۱۰، ۱۵ و ۲۰) بوده‌اند. به این منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار MS TAT-C انجام شده و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۰/۰۱ انجام گرفت.

### نتایج

شکل ۱ مربوط به میزان فسفر در تیمارهای نمونه روغن‌های سویا (الف) و آفتابگردان (ب) است که به دو روش متداول و اولتراسونیک، در مجاورت ۳٪ وزنی-وزنی آب مقطر صمغ‌گیری شده‌اند.



(الف)



(ب)

شکل ۱- مقادیر فسفر پس از صمغ‌گیری نمونه‌های روغن سویا (الف) و آفتابگردان (ب) به دو روش متداول و اولتراسونیک

\* (۱۰، ۱۵ و ۲۰) زمان‌ها و (۳۰ و ۶۰) دماهای مورد استفاده در فرآیند صمغ‌گیری با امواج اولتراسونیک می‌باشند.

روغن پس از سانتریفیوژ در انتهای فالکون و در زیر صمغ، جمع‌گشته و همراه با صمغ و روغن تشکیل سه فاز جدا از هم دادند (مولتون و مونتس ۱۹۹۰).

### آزمون‌های شیمیایی

آزمون‌های مورد نظر شامل تعیین میزان فسفر، اندیس پراکسید و تعیین ترکیب اسید چرب بر روی نمونه‌های روغن خام سویا و آفتابگردان بلافاصله پس از دریافت از کارخانه و نمونه‌های صمغ‌گیری شده انجام گردید.

مقدار فسفر بر اساس استاندارد IUPAC با شماره II.D.16.2 از طریق خاکستر کردن روغن، تهیه خاکستر محلول در اسید و تعیین میزان جذب به وسیله دستگاه اسپکتروفوتومتر در طول موج ۷۲۰ نانومتر و مقایسه با نمونه‌های استاندارد اندازه‌گیری گردید.

عدد پراکسید به روش یدومتری و مطابق استاندارد AOCS با شماره Cd8-53 و از طریق تیتراسیون روغن به وسیله تیوسولفات سدیم ۰/۰۱ نرمال در حضور یدید پتاسیم و معرف چسب نشاسته مورد سنجش قرار گرفت (فایراستون ۱۹۹۴).

جهت تعیین ترکیب اسیدهای چرب، آماده‌سازی نمونه بصورت مشتق متیل استر بر اساس استاندارد AOAC 969.22 صورت گرفت و سپس از دستگاه گاز کروماتوگراف 6890N Y Agilent Technologies مجهز به آشکار ساز شعله ای (FID) با دمای  $280^{\circ}\text{C}$  و ستون موئین  $100^{\circ}\text{m}$ تری با مشخصات CP Sill 88 ID 0.25 film 0.2 استفاده شد به طوریکه درجه حرارت محل تزریق  $240^{\circ}\text{C}$  بوده و سرعت جریان گاز حامل (نیتروژن) ۱۴ میلی لیتر بر دقیقه و مقدار تزریق نمونه ۱ میکرولیتر بوده است (AOAC 2000a,b).

در این تحقیق برای مقایسه نتایج، از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار استفاده گردید. عوامل اصلی در سه سطح شامل روش،

<sup>1</sup> Flame Ionization Detector

<sup>2</sup> Capillary Column

<sup>3</sup> Injector

<sup>4</sup> Career Gas

جدول ۱ نشان‌دهنده تغییرات ترکیب اسیدهای چرب روغن‌های سویا، آفتابگردان پس از صمغ‌گیری با امواج اولتراسونیک می‌باشد.

جدول ۱- ترکیب اسیدهای چرب روغن‌های سویا و آفتابگردان قبل و پس از صمغ‌گیری با امواج اولتراسونیک (برحسب درصد)

اسیدهای چرب	روغن سویا		روغن آفتابگردان	
	صمغ‌گیری شده	خام	صمغ‌گیری شده	خام
اسید میریستیک (C14:0)	۰/۱	۰/۱	۰/۴	۰/۴
اسید پالمیتیک (C16:0)	۱۱/۶۶	۷/۳۳	۷/۲۳	۷/۲۳
اسید استئاریک (C18:0)	۵/۳۳	۴/۳۶	۴/۳۶	۴/۳۶
اسید اولئیک (C18:1)	۱/۱	۲۳/۱۹	۲۵/۲۹	۲۵/۲۹
اسید لینولئیک (C18:2)	۴/۹	۵۱/۱۴	۲۵	۶۲
اسید لینولئیک (C18:3)	۸/۳۳	۸/۴۱	۰/۴	۰/۳۸
سایر اسیدهای چرب	۰/۳	۰/۳۴	۰/۲۴	۰/۲۴

### بحث

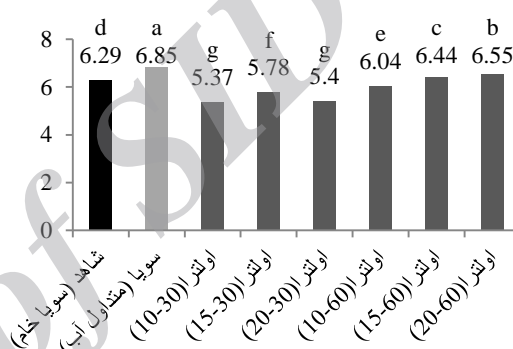
شکل شماره ۱-الف نشان‌دهنده مقادیر فسفر پس از فرآیند صمغ‌گیری روغن سویا به دو روش متداول و اولتراسونیک در حضور ۳٪ وزنی-وزنی آب مقطر می‌باشد. همانطور که مشاهده می‌شود، میزان فسفر روغن سویای خام (۵۰۸ ppm) پس از صمغ‌گیری با آب به روش متداول در دمای ۶۰°C و به مدت ۳۰ دقیقه، به ۲۴/۵ ppm کاهش یافته است. درصد کاهش میزان فسفر در این روش صمغ‌گیری، ۹۵/۱٪ می‌باشد. کاهش میزان فسفر در مرحله صمغ‌گیری با آب به دلیل نامحلول شدن فسفاتیدهایی که آب جذب کرده اند (هیدراته شده‌اند) بوده که توسط نیروی گریزازمرکز از روغن خام جدا می‌گردند (مالک ۱۳۸۹).

در مورد نمونه‌هایی که تحت تیمار اولتراسونیک و با افزودن ۳٪ وزنی-وزنی آب مقطر صمغ‌گیری شده اند، در دمای ۳۰°C و به ترتیب در زمان‌های ۱۰، ۱۵ و ۲۰

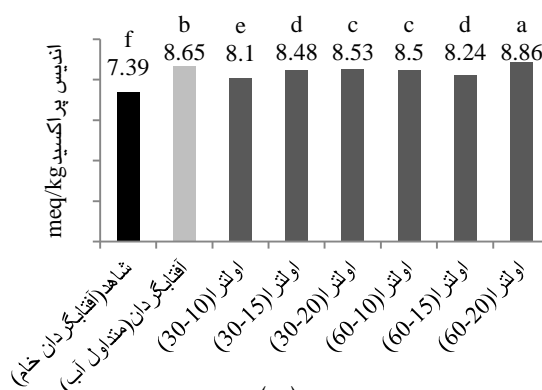
\*\*\*حروف متفاوت بالا نویس نشانه معنادار بودن اختلاف میان عددهای نمودارها می‌باشد.

\*\*\*میزان فسفر نمونه روغن سویای خام ۵۰۸ ppm و نمونه روغن آفتابگردان خام ۳۲۹ ppm می‌باشند.

شکل شماره ۲ نشان دهنده ی مقادیر اندیس پراکسید دو نمونه روغن سویا (الف) و آفتابگردان (ب) بوده که به دو روش متداول و اولتراسونیک در حضور آب صمغ‌گیری شده اند.



(الف)



(ب)

شکل ۲- مقادیر اندیس پراکسید دو نمونه روغن سویا (الف) و آفتابگردان (ب) قبل و بعد از صمغ‌گیری به دو روش متداول و اولتراسونیک

\* (۱۰، ۱۵ و ۲۰) زمان‌ها و (۳۰ و ۶۰) دماهای مورد استفاده در فرآیند صمغ‌گیری با امواج اولتراسونیک می‌باشند.

\*\*\*حروف متفاوت بالا نویس نشانه معنادار بودن اختلاف میان عددهای نمودارها می‌باشد.

اولتراسونیک تحت امواج قرار گرفتند، درصد کاهش میزان فسفر در تیمارهایی که در زمان‌های ۱۰، ۱۵ و ۲۰ دقیقه و در دمای  $30^{\circ}\text{C}$  انجام گرفتند، به ترتیب  $96/3$ ،  $96/1$  و  $96/6$  درصد می‌باشد. مشاهده می‌شود که در این دما، با افزایش زمان تیمارها، میزان فسفر نمونه‌ها کاهش جزئی داشته است و اختلاف میان میزان فسفر در این نمونه‌ها از لحاظ آماری در سطح  $P < 0/01$  معنی‌دار می‌باشد.

همچنین در تیمارهای انجام شده در دمای  $60^{\circ}\text{C}$  و در زمانهای ۱۰، ۱۵ و ۲۰ دقیقه درصد کاهش میزان فسفر در این نمونه‌ها به ترتیب  $96/4$ ،  $96/8$  و  $96/7$  درصد می‌باشد. همچنین تیمار انجام شده در دمای  $60^{\circ}\text{C}$  و در زمان ۱۵ دقیقه، در میان تیمارها، بیشترین کاهش را در میزان فسفر نشان می‌دهد. به طور کلی با مقایسه تیمارهای مربوط به دو دمای  $30^{\circ}\text{C}$  و  $60^{\circ}\text{C}$  در زمان‌های یکسان در هر دو نمونه روغن، مشاهده می‌شود که دمای  $60^{\circ}\text{C}$  در کاهش میزان فسفر در این تیمارها مؤثرتر از دمای  $30^{\circ}\text{C}$  بوده است. بیشترین تأثیر امواج اولتراسونیک بر روی کاهش مقادیر فسفر در تیمارها، به ترتیب مربوط به روغن‌های سویا، آفتابگردان بوده است. تفاوت در میزان کاهش فسفولیپید در روغن‌های مختلف، تحت تیمارهای یکسان، ممکن است به این دلیل باشد که میزان و نوع فسفولیپید در روغن‌های مختلف متفاوت می‌باشد. علاوه بر آن با مقایسه شرایط دمایی و زمانی مورد استفاده در صمغ‌گیری به روش متداول و با استفاده از امواج اولتراسونیک در حضور آب، مشاهده می‌گردد که روش اولتراسونیک نسبت به روش متداول، در کاهش میزان فسفر نمونه روغن خام بهتر عمل نموده و می‌تواند به عنوان جایگزین روش متداول، در فرایند صمغ‌گیری مورد استفاده قرار گیرد.

همانطور که در شکل شماره ۲ مشاهده می‌گردد، میزان پراکسید نمونه روغن‌های سویا- الف و آفتابگردان- ب پس از صمغ‌گیری با آب به روش متداول نسبت به

دقیقه، درصد کاهش میزان فسفر در این نمونه‌ها به ترتیب  $97/1$ ،  $97/2$  و  $97/9$  درصد می‌باشد. همانطور که ملاحظه می‌شود در دمای ثابت با افزایش زمان موج‌دهی درصد کاهش میزان فسفر در نمونه‌ها افزایش جزئی داشته است. در دمای  $30^{\circ}\text{C}$  میان میزان فسفر در تیمارهای مربوط به زمان‌های ۱۰ و ۱۵ دقیقه با میزان فسفر مربوط به زمان ۲۰ دقیقه اختلاف معناداری در سطح  $P < 0/01$  وجود دارد. در خصوص تیمارهایی که در زمان‌های ۱۰، ۱۵ و ۲۰ دقیقه و در دمای  $60^{\circ}\text{C}$  تحت امواج اولتراسونیک در مجاورت ۳٪ وزنی- وزنی آب مقطر گرفته‌اند، درصد کاهش میزان فسفر در این نمونه‌ها به ترتیب ۹۸، ۹۸ و  $98/1$  درصد می‌باشد.

در مورد روغن سویا تیمار انجام شده توسط امواج اولتراسونیک در دمای  $30^{\circ}\text{C}$  و در زمان ۲۰ دقیقه، در میان تمام تیمارها بهترین نتیجه را داشته زیرا با توجه به شرایط فرایند در دمای کمتر ( $30^{\circ}\text{C}$ ) نسبت به تیمارهای مربوط به دمای  $60^{\circ}\text{C}$  به کاهش فسفر در حد مطلوبی رسیده است.

مشاهده می‌شود که با استفاده از امواج اولتراسونیک در فرایند صمغ‌گیری روغن سویا در حضور آب، میزان فسفر کاهش چشمگیری نسبت به روش متداول صمغ‌گیری با آب داشته است به طوری که میزان فسفر در روش متداول صمغ‌گیری با آب به  $24/5$  ppm و در روش تیمار اولتراسونیک در مجاورت آب در همان شرایط دمایی و البته زمان کوتاه تر تا  $9/7$  ppm نیز رسیده است که نشان دهنده نقش مؤثر امواج اولتراسونیک در کاهش میزان فسفر در فرایند صمغ‌گیری می‌باشد.

در مورد روغن آفتابگردان که نتایج حاصل از آزمون تعیین میزان فسفر در این روغن در شکل شماره ۱- ب نشان داده شده است، درصد کاهش میزان فسفر در نمونه صمغ‌گیری شده به روش متداول و در حضور آب، نسبت به نمونه شاهد،  $90/3$  درصد بوده است. در مورد تیمارهای انجام شده در حضور آب که در حمام

### نتیجه گیری کلی

صمغ‌گیری با استفاده از امواج اولتراسونیک در مجاورت آب که روشی مجزا بوده و نیاز به فرایند تکمیلی ندارد، توانسته میزان فسفر را تا حد مطلوبی، حتی بیشتر از روش متداول صمغ‌گیری با آب کاهش دهد، لذا میتواند جایگزین بالقوه‌ای برای فرایند صمغ‌گیری با آب به روش متداول باشد، زیرا روش متداول به تنهایی، برای جداسازی فسفولیپیدها از روغن خام، کفایت نمی‌کند و نیاز به عملیات تکمیلی دارد.

تیمار با امواج اولتراسونیک، اندیس پراکسید را کمتر از روش های متداول افزایش می‌دهد، در این تحقیق به دلیل استفاده از حمام اولتراسونیک برای تولید امواج اولتراسونیک و انتقال این امواج از محیط حاوی سیال آب به نمونه‌ها، شرایط موجهی به نمونه‌ها بسیار ملایم و در دما و زمان پایین‌تر صورت گرفته است، زیرا در مواقعی که امواج اولتراسونیک توسط پروب و به صورت مستقیم و بدون واسطه به نمونه‌ها منتقل می‌شود احتمال ایجاد کایتاسیون و در نتیجه افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب روغن و در نتیجه تخریب ساختار روغن بسیار افزایش می‌یابد، بنابراین احتمال اکسیداسیون و تخریب اسیدهای چرب توسط امواج اولتراسونیک در روش صمغ‌گیری با حمام اولتراسونیک بسیار کم می‌باشد.

### 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.

نمونه شاهد افزایش جزئی داشته است که ممکن است به دلیل تحت خلأ نبودن سیستم و احتمال افزایش اکسیداسیون در فرایند صمغ‌گیری متداول با آب بوده باشد.

میزان اندیس پراکسید در نمونه‌هایی که توسط امواج اولتراسونیک در مجاورت آب صمغ‌گیری شده‌اند نسبت به نمونه شاهد، مقداری کاهش داشته است و اختلاف میان میزان اندیس پراکسید در این نمونه‌ها در دما و زمان‌های مختلف نسبت به نمونه شاهد از لحاظ آماری معنادار می‌باشد ( $P < 0.01$ ). به نظر می‌رسد حضور دائمی هوا در سطح روغن در فرایند صمغ‌گیری به روش متداول، عامل اصلی افزایش میزان اندیس پراکسید در این روش می‌باشد ولی در حین تیمار اولتراسونیک به دلیل اینکه نمونه‌ها در ظروف در بسته کاملاً پر شده و همچنین پس از قرار گرفتن در حمام اولتراسونیک در حمام نیز کاملاً بسته می‌شود ممکن است میزان ومدت تماس هوا با سطح روغن کاهش یافته بنابراین سبب می‌شود که اختلاف زیادی میان اندیس پراکسید این نمونه‌ها با نمونه‌های شاهد ایجاد نگردد.

با توجه به نتایج به دست آمده از کروماتوگرام‌های حاصل از هر دو نمونه روغن سویا و آفتابگردان توسط دستگاه GC، و مقایسه درصد‌های ترکیبات اسید چرب قبل و بعد از فرایند صمغ‌گیری با امواج اولتراسونیک، که در جدول شماره ۱ نشان داده شده است، می‌توان پی برد که امواج اولتراسونیک تغییر محسوسی در درصد ترکیبات اسیدهای چرب در نتیجه موجهی در نمونه‌های روغن ایجاد نکرده است که با نتایج تحقیق چمات و همکاران (۲۰۰۴) تأثیر امواج اولتراسونیک را بر روی ساختار اسیدهای چرب در روغن‌های گیاهی بررسی کرده‌اند مطابقت دارد. ایشان در تحقیقشان به این نتیجه رسیده‌اند که ترکیب اسید چرب روغن‌های گیاهی در مقابل امواج اولتراسونیک تغییری نمی‌نماید (چمات و همکاران ۲۰۰۴).

**منابع مورد استفاده**

- بی‌نام، ۱۳۷۳، روش‌های اندازه‌گیری پایداری روغن‌ها و چربی‌های خوراکی در برابر اکسید شدن، استاندارد شماره ۳۷۳۴، چاپ اول.
- بیلی، الف، ۱۳۸۹، چربی‌ها و روغن‌های نباتی خوراکی - ویژگی‌ها و فرآوری، ترجمه: مالک، ف، چاپ دوم، انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، ۴۷۲ صفحه.
- قوامی م، قراچورلو م، مهستی پ، ۱۳۸۲، بررسی اثر فرایند تصفیه بر خصوصیات کیفی روغن سویا، مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی، ۶۷-۵۵.
- قوامی م، قراچورلو م، غیاثی طرزی ب، ۱۳۸۷، تکنیک‌های آزمایشگاهی روغن‌ها و چربی‌ها، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی-واحد علوم و تحقیقات، ۲۲۶ صفحه.
- AOAC 2000a. Methyl Esters of Fatty Acids in Oils and Fats, Official Methods of Analysis of the AOAC, 17th Ed., AOAC, Arlington, VA.
- AOAC 2000b. Fatty Acids in Oils and Fats, Official Methods of Analysis of the AOAC, 17th Ed., AOAC, Arlington, VA.
- Akoh C and Min D, 2002. Food Lipids Chemistry, Nutrition and Biotechnology. Food Science And Technology 11:75-79.
- Baig S, Farooq R and Faiza R, 2010. Sonochemistry and its Industrial Application. World Applied Sciences Journal 10(8):936-944.
- Barbosa-Canovas G, Feng H and Weiss J, 2011. Ultrasound Technologies for Food and Bioprocessing. Springer Science Journal 18:405-544.
- Belitz H, Grosch W and Schieberl P, 2009. Food Chemistry Springer Journal 3: 162-245.
- Chemat F, Grondin I, Costes P, Moutoussamy L, Shum Cheong Sing A and Smadja A, 2004. High Power Ultrasound Effects On Lipid Oxidation of Refined Sunflower Oil. Journal of Ultrasonic Sonochemistry 11:281-285.
- Chemat F, Grondin I, Costes P, Shum Cheong Sing A and Smadja J, 2004. Deterioration Of Edible Oils During Food Processing By Ultrasound. Journal of Ultrasonic Sonochemistry 11:13-15.
- Chemat F and Khan MK, 2011. Application Of Ultrasound In Food Technology: Processing, Preservation and Extraction. Journal of Ultrasonic Sonochemistry 18:813-835.
- Firestone D, 1990. Official methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, (15<sup>th</sup> ed), Arlington, USA.
- Firestone D, 1994. Official methods and recommended practice of the American oil chemists society, (4<sup>th</sup> ed), Journal of American Oil Chemists Society press, Champaign, IL, USA.
- Hughes C, 2006. Sonochemistry. Journal of the American Chemical Society 104:126-131.
- Jambrak J, 2012. Application of High Power Ultrasound and Microwave in Food Processing Extraction. Food Process Technol 3:12.
- McClements D.J, 1995. Advances in The Application of Ultrasound in Food Analysis and Processing. Trends in Food Science and Technology 6:293-299.
- Moulton K and Mounts T, 1990. Continuous Ultrasonic Degumming of Crude Soybean Oil. Journal of American Oil Chemists Society 1: 67.
- Ochoa N, Pagliero C, Marshese J and Mattea M, 2001. Ultrafiltration of Vegetable Oils Degumming by Polymeric Membranes. Separation and Purification Technology 22:417-422.
- Sabah E and Majdan M, 2009. Removal of Phosphorus from Vegetable Oils by Acid-Activated Sepiolite. Journal of Food Engineering 91:423-427.
- Shahidi F, 2005. Baileys Industrial Oil and Fat Products. John Wiley and Sons Publishing, 6<sup>th</sup> Edition 3:361-365.



## Application of ultrasound in degumming of soybean and sunflower oils

H Mahmood-Fashandi <sup>1\*</sup>, M Ghavami <sup>2</sup>, M Gharachorloo<sup>2</sup> and R Abbasi<sup>1</sup>

Received: January 18, 2015

Accepted: March 02, 2015

<sup>1</sup>MSc, Department of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

<sup>2</sup>Professor and Assistant Professor, respectively, Department of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

\*Corresponding author: E mail: hamidmahmoodi63@gmail.com

### Abstract

Degumming is the first step of oil refining. The aim of this study is using Ultrasonic waves in degumming process with presence of water in order to reduce the time and temperature of process in regard to conventional Water Degumming. Soybean and Sunflower oils were added 3% W-W water and were placed in Ultrasonic Bath (150w, 20 KHz) treatments times were 10,20,30 min in temperatures of 30°C and 60 °C . Conventional Water Degumming of Oils (T 60 °C, t 30 min) were done in order to compare with Ultrasonic Water Degumming. Primary Phosphorus content of soybean and sunflower oils were respectively 508 ppm and 329 ppm that reduce to 24.5 ppm and 31.8 ppm after Conventional Water Degumming and reduce to least Phosphorus content of 9.7 ppm and 10.8 ppm in Ultrasonic Water Degumming. A composition of FAs was not change after degumming by Ultrasonic waves and there were not also a considerable change in peroxide values. Usage of Ultrasonic Waves in Degumming process was so efficient. Ultrasonic Waves can reduce phospholipids content of oils in lower Times and Temperatures in regard to conventional Degumming and do this without any destructive influence on FA composition.

**Keywords:** Degumming, Soybean oil, Sunflower oil, Ultrasonic Waves, Ultrasonic Bath