



بررسی مقایسوی پروسه‌های تصفیه فزیک و کیمیاوی روغن خام نباتی

پوهنیاړ محمد طاهر امین زی^۱، پوهندوی گل نظیر نظمی^۲

^{۱,۲} دپارتمنت کیمیاوی عضوی، پوهنځی کیمیا، پوهنتون کابل، کابل، افغانستان

ایمیل: mt.aminzai@gmail.com

چکیده

روغن خام نباتی که از طریق فشار میخانیکي یا استخراج با محلل به دست می آید، شامل انواع ناخالصی‌های است که به طور طبیعی در دانه‌های روغنی موجود می‌باشند. روغن‌های خام نباتی تقریباً از ۹۸ درصد برای گلیسرید و سایر مرکبات مانند پروتین‌ها، ویتامین‌ها، اسیدهای شحمی آزاد، صمغ‌ها، رزین‌ها، الدیهایدها، کیتون‌ها، فاسفیت‌ها و غیره به نسبت جزئی تشکیل شده اند. به غیر از روغن زیتون، متباقی روغن‌های خام مانند روغن‌های سویا، جواری، گل آفتاب‌پرست و غیره را نمی‌توان بدون انجام پروسه‌های تصفیه‌سازی مستقیماً مصرف کرد. هدف از تصفیه روغن، به دست آوردن کیفیت بهتر، بی‌بو، رنگ روشن‌تر، پایداری طولانی‌تر و صحتی ساختن آن می‌باشد. در این مقاله مروری تصفیه فزیک و کیمیاوی روغن خام نباتی مورد بحث قرار گرفته و در نتیجه فواید و نواقص هر دو میتود به تفصیل توضیح داده شده است.

اصطلاحات کلیدی: برای گلیسرید؛ اسیدهای شحمی؛ استخراج؛ تصفیه؛ کیفیت؛ بو؛ رنگ

A Comparative Study of Crude Vegetable Oil Physical and Chemical Refining Processes

Jr. Teaching Asst. Mohammad Tahir Aminzai¹, Asst. Prof. Gulnazir Nazimi

^{1,2} Department of Organic Chemistry, Faculty of Chemistry, Kabul University, Kabul, Afghanistan

Email: mt.aminzai@gmail.com

Abstract

Crude vegetable oil obtained through mechanical pressing or solvent extraction includes various impurities that naturally exist in oilseeds. Crude vegetable oils comprise around 98% triglycerides and other compounds such as proteins, vitamins, free fatty acids, gums, resins, aldehydes, ketones, phosphatides, and others in minor proportions. Apart from olive oils, the rest of the crude oils, such as soybean, corn, sunflower, and others, cannot be directly consumed without undergoing refining processes. Oil refining aims to obtain better quality, odorless, lighter color, longer stability, and make it healthier. In this review article, the physical and chemical refining of crude vegetable oil is discussed, and as a result, the advantages and disadvantages of both methods are explained in detail.

Keywords: Triglycerides; Fatty acids; Extraction; Refining; Quality; Odor; Color

مقدمه

روغن‌های نباتی جزء مهم از رژیم غذایی انسان‌ها بوده که برای تأمین انرژی، اسیدهای شحمی مفید و مواد مغذی ضروری می‌باشند (۱). ارزش غذایی روغن‌های خوراکی به نوع دانه‌های روغنی، نوعیت استخراج، روش‌های فرآوری و شرایط نگهداری ارتباط دارد (۲). روغن‌های نباتی را می‌توان با استفاده از فشار میخانیکی یا استخراج با محلول از دانه‌های روغنی (کنجد، پنبه دانه، گل آفتاب‌پرست، جواری و غیره) یا میوه‌های روغنی (خرما و زیتون) به‌دست آورد. در روغن‌های خام نباتی بر علاوه برای گلیسرید (90-98 g/100 g) که جز عمده آن می‌باشد، سایر مرکبات کیمیاوی به نسبت جزئی نیز موجود می‌باشند (۳). بعضی از این مرکبات مانند اسیدهای شحمی آزاد، رنگدانه‌ها، واکس‌ها، فایبرها، الیدیها، کیتون‌ها، الکل‌ها، و غیره اثرات خیلی منفی بر ثبات و کیفیت روغن‌ها دارند. البته چنین مرکبات زهری نیستند؛ اما موجودیت آن‌ها در روغن نباتی باعث بی‌ثباتی، طعم و بوی بد روغن‌ها شده که در اکثر موارد بر روی خواص عملکرد روغن‌ها نیز تأثیر می‌گذارند. در مقابل، عده دیگر از مرکبات کیمیاوی موجود در روغن نباتی مانند ویتامین‌ها، دای گلیسیریدها، ستیرول‌ها، توکوفیرول‌ها و پولی‌فینول‌ها دارای مزیت‌های زیادی برای حفظ سلامتی انسان‌ها داشته، که نباید آن‌ها در جریان تصفیه از روغن حذف گردند. در روغن‌های نباتی برخی از آلوده‌کننده‌های زهری مانند: آفت‌کش‌ها، فلزات کمیاب، روغن‌های معدنی هایدروکاربن‌های اروماتیک، آفلاتوکسین‌ها، دیوکسین‌ها، هایدروکاربن‌های اروماتیک چند حلقه‌یی (PAH) و مقدار کم از محلول‌های عضوی نیز موجود می‌باشند. بنابراین، لازم است که قبل از هرگونه استفاده روغن نباتی در پخت و پز، باید چنین مرکبات نامطلوب و زهری از روغن حذف گردد (۴).

عملیه‌یی که مرکبات کیمیاوی نامطلوب و زهری موجود در روغن خام نباتی را از بین می‌برد، پروسه تصفیه نامیده می‌شود (جدول ۱). در نتیجه‌ی پروسه تصفیه، روغن‌های نباتی با رنگ روشن‌تر، بی‌بو و مقاوم در مقابل تحمض و هم‌چنان عاری از آفت‌کش‌ها، فلزات سنگین، هایدروکاربن‌های اروماتیک چندحلقه‌یی، دیوکسین‌ها و غیره مواد آسیب‌پذیر به‌دست می‌آید. اگرچه تصفیه روغن‌های نباتی، ماندگاری روغن را افزایش می‌دهد؛ اما دارای نواقص نیز می‌باشد. یکی از نواقص اصلی تصفیه روغن‌های نباتی، حذف مواد ضروری و مغذی مانند توکوفیرول‌ها، سکولین‌ها، پولی‌فینول‌ها، فایتو ستیرول‌ها و غیره که برای سلامتی، خواص دارویی و منافع تکنالوژیکی ضروری است، می‌باشد. یکی دیگر از نواقص قابل توجه تصفیه روغن‌های نباتی تشکیل شدن مرکبات نامطلوب مانند گلیسیدیل ایستر، ایسترهای MCPD، اسیدهای شحمی مضر ترانس، برای استیایل گلیسرول‌های پولیمیر شده می‌باشد (۴).

جدول ۱: مرکبات کیمیاوی نامطلوب و زهری موجود در روغن خام نباتی که در جریان تصفیه حذف می‌گردد (۴)

تأثیرات منفی	منشاء	اجزا
طعم نامطبوع		
دود کردن در حین گرم شدن هایدرولیز	هایدرولیز ترای گلیسرایدها	اسیدهای شحمی آزاد
تشکیل حالت نیمه جامد		
تیره شدن رنگ روغن در صورت زیاد گرم شدن	مرکبات طبیعی	فاسفوتاید (فاسفولیبید)
طعم نامطبوع		
بی‌ثباتی رنگ	تحمض اسیدهای شحمی غیرمشبوع	محصولات تحمضی
اجزای بو دار طعم‌های نامطبوع	مرکبات طبیعی موجود در دانه‌های روغنی و اکسیدیشن خودبخودی	مواد طعم‌دهنده
اجزای بو دار طعم‌های نامطبوع	اجزای طبیعی دانه‌های روغنی	واکس‌ها و مواد رنگه
کنلست‌های تحمضی		
بی‌ثباتی	آلودگی تکنالوژیکی	فلزات (آهن و مس)
مسمومیت ایمنی	آلودگی در حین حمل و نقل، پردازش و ذخیره‌سازی	آفت‌کش‌ها هایدروکاربن‌های اروماتیک چند حلقه‌یی فلزات سنگین

لهدا، لازم است تا پروسه‌های تصفیه روغن خام نباتی به هدف حذف مرکبات کیمیاوی نامطلوب و جلوگیری از کم‌ترین آسیب ممکن به اجزای ضروری و مغذی روغن انجام شود. هم‌چنان در جریان تصفیه روغن نباتی باید دقت لازم صورت گیرد تا مرکبات مضر مانند ایسترهای MCPD، اسیدهای شحمی مضر ترانس و غیره تولید نگردد. در این مقاله مروری دو میتود تصفیه روغن نباتی، یعنی تصفیه

کیمیای و تصفیه فیزیکی با هم مقایسه گردیده و در نتیجه فواید و نواقص هر کدام مفصلاً توضیح می‌گردد.

پروسه تصفیه‌سازی

پروسه تصفیه روغن خام نباتی برای حذف اجزای جزئی نامطلوب و زهری انجام می‌شود که روغن‌ها را برای مصرف‌کنندگان ناخوشایند می‌سازد (۵). اجزایی که باید حذف شوند، همه آن دسته از مرکبات گلیسراید و غیر گلیسراید هستند که باعث طعم نامطبوع، رنگ تاریک و بی‌ثباتی روغن می‌گردد. آن‌ها عمدتاً فاسفواسایل گلیسرول‌ها، اسیدهای شحمی آزاد، مواد رنگه، مواد کیمیای مفر و آلودکننده‌ها هستند. از سوی دیگر، همه مرکبات جزئی در روغن‌ها نامطلوب نیستند. به عنوان مثال، فایتواسترونها فواید زیاد تغذیه‌یی داشته و توکوفرول‌ها (ویتامین E) از تحمض ترای گلیسریدها محافظت می‌کند. در نتیجه، برای رسیدن به حداکثر کیفیت روغن، در تمامی مراحل تصفیه باید سعی شود که کم‌ترین آسیب ممکن به ترای گلیسرید و مرکبات ضروری و مغذی موجود در روغن وارد گردد.

مراحل اصلی پروسه تصفیه روغن نباتی و اجزای نامطلوب حذف شده در شکل ۱ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، دو روش به‌کار رفته برای تصفیه روغن‌های خام نباتی عبارت از تصفیه کیمیای و فیزیکی هستند. تفاوت اصلی بین پروسه‌های تصفیه کیمیای و تصفیه فیزیکی موجودیت مرحله اضافی خنثی‌سازی اسیدهای شحمی آزاد در تصفیه کیمیای با استفاده از کاستیک سودا (سودیم‌هایدورکساید) می‌باشد. در حالی که در تصفیه فیزیکی، اسیدهای شحمی آزاد و دیگر مرکبات نامطلوب با استفاده از تقطیر در خلاء بالا توسط بخار آب در مرحله بوزدایی حذف می‌گردند که این مرحله به عنوان تصفیه بخار نیز شناخته می‌شود.

پروسه تصفیه کیمیای روغن خام نباتی شامل پنج مرحله بوده که عبارت اند از: (I) صمغ‌زدایی^{۱۵۹}، (II) خنثی‌سازی^{۱۶۰}، (III) سفید کردن^{۱۶۱}، (IV) موم‌زدایی^{۱۶۲} و (V) بوزدایی^{۱۶۳} می‌باشند (۴). در مقابل پروسه تصفیه فیزیکی روغن خام نباتی دارای چهار مرحله بوده، به استثناء مرحله خنثی‌سازی، که در تصفیه فیزیکی استفاده نمی‌گردد (۶).

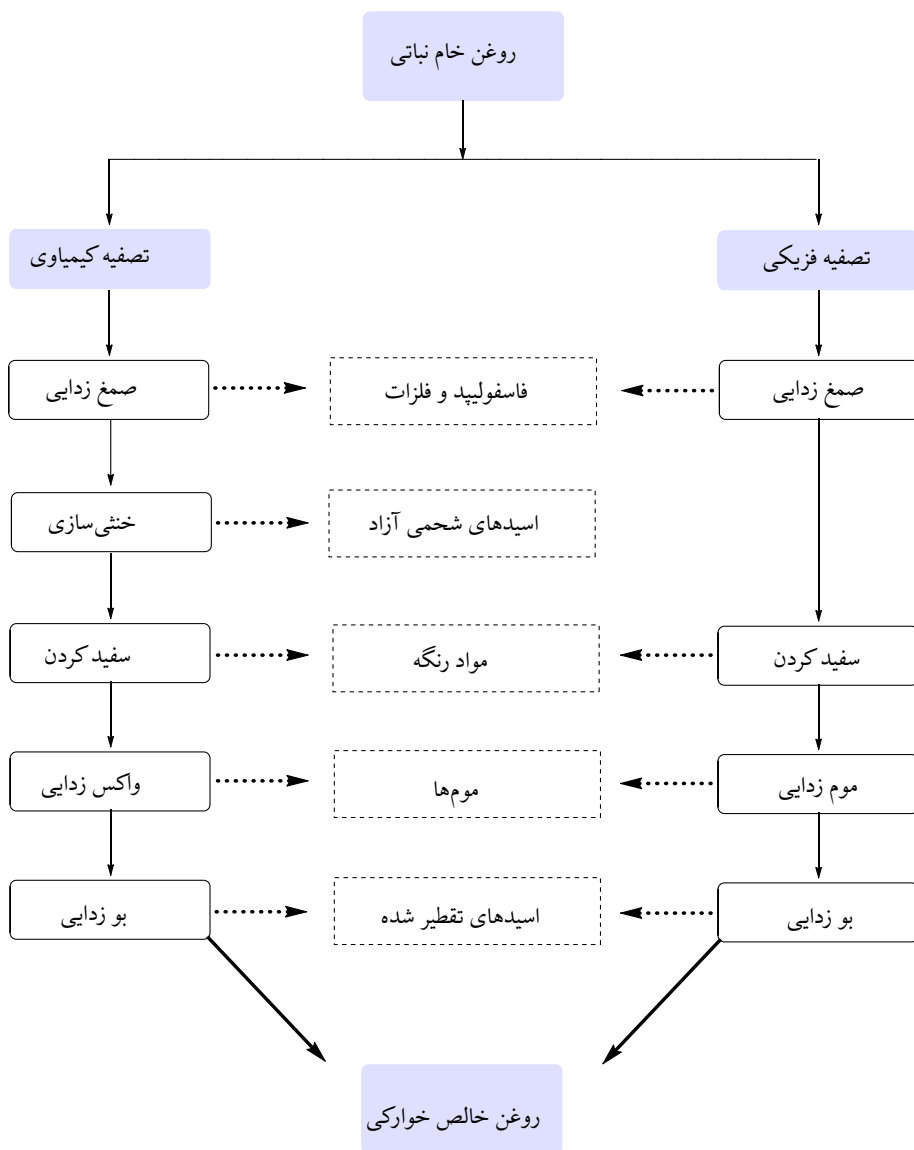
¹⁵⁹ Degumming

¹⁶⁰ Neutralization

¹⁶¹ Bleaching

¹⁶² Dewaxing

¹⁶³ Deodorization



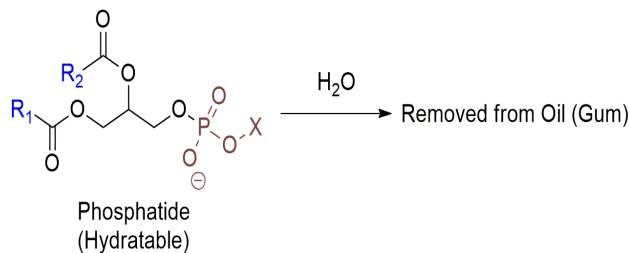
شکل ۱: مروری کلی بر پروسه‌های تصفیه کیمیاوی و فزیک روغن خام نباتی

صمغ‌زدایی

هدف از صمغ‌زدایی حذف فاسفولپیدها یا صمغ‌ها و هم‌چنین مرکبات مانند کاربوهایدریت‌ها، پروتئین‌ها و فلزات از روغن خام نباتی می‌باشد (۷). فاسفولپیدها یا فاسفاتیدها به طور طبیعی در روغن‌ها وجود دارند که در رشد و عملکرد حجرات نباتی کمک می‌کنند. فاسفاتایدیل کولین (PC)، فاسفاتایدیل ایتانول امین (PE)، فاسفاتایدیل سیرین (PS) و فاسفاتایدیل لینوزیتول (PI) انواع اصلی فاسفولپیدها در روغن

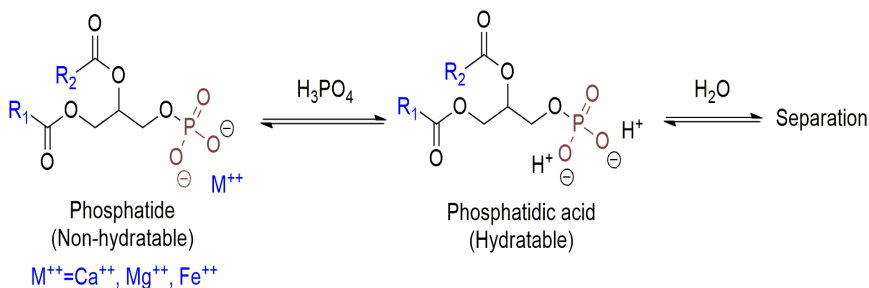
خام نباتی هستند. دو نوع فاسفولیپید در روغن‌های خام با توجه به سطح هایدریشن آن‌ها، یعنی فاسفولیپید قابل هایدریشن و غیر قابل هایدریشن وجود دارند. فاسفولیپید غیر قابل هایدریشن عمدتاً به صورت نمک‌های کلسیم و یا مگنیزیم فاسفاتایدیک اسید و فاسفاتایدیل ایتانول امین وجود دارد. انواع مختلف از پروسه‌های صمغ‌زدایی وجود دارد که عبارتند از صمغ‌زدایی با آب، صمغ‌زدایی اسیدی، صمغ‌زدایی نرم، صمغ‌زدایی خشک و صمغ‌زدایی انزیمی می‌باشد (۸). پروسه تصفیه معمولاً با مرحله صمغ‌زدایی شروع می‌شود. صمغ‌های به دست آمده بنام لسیتین خام یاد می‌گردد.

برای بیشترین روغن‌های نباتی معمولاً از دو میتود صمغ‌زدایی یعنی صمغ‌زدایی با آب و صمغ‌زدایی اسیدی استفاده می‌گردد. در مرحله اول روغن را با آب که مقدار آن 1-3% باشد، مخلوط می‌گردد تا بیشتر فاسفولیپیدها قابل هایدریشن، در آب حل شده و در روغن نامنحل می‌گردد (شکل ۲). سپس فاسفولیپیدهای منحل شده در آب را می‌توان به طور مؤثر با فلتر نمودن یا سنتریفیوژ جدا کرد.



شکل ۲: تعامل حذف فاسفوتاید قابل هایدریشن با آب

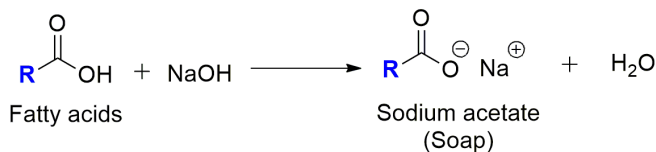
برای حذف فاسفولیپید غیر قابل هایدریشن، روغن را معمولاً با فاسفوریک اسید (۰.۰۵ تا ۱٪) تعامل داده می‌شود که در نتیجه شیلات کلسیم و مگنیزیم را تشکیل می‌دهد و به همین ترتیب فاسفولیپید غیر قابل هایدریشن به فاسفولیپید قابل هایدریشن تبدیل می‌گردد. اکنون فاسفولیپید قابل هایدریشن به آسانی توسط آب جدا می‌گردد (شکل ۳).



شکل ۳: تعامل حذف فاسفوتاید غیر قابل هایدریشن توسط فاسفوریک اسید و آب

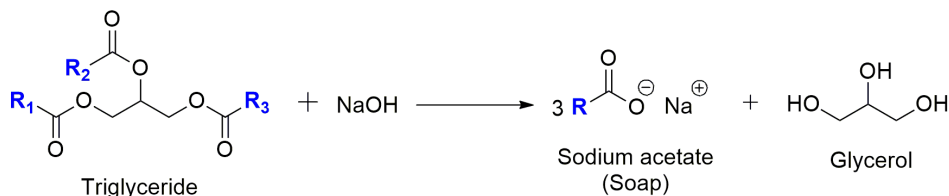
خنثی‌سازی

روغن‌های خام نباتی حاوی فیصدی بالایی از اسیدهای شحمی آزاد بوده که باید از طریق هایدرولیز و یا تحمض تصفیه شوند (۹). مقدار اسیدهای شحمی آزاد موجود در روغن مربوط به نوع روغن بوده که معمولاً از ۰,۷ الی ۱۰ گرم در هر ۱۰۰ گرم روغن وجود دارد. موجودیت چنین مرکبات در روغن‌های خام باعث ایجاد رنگ و بوی نامطلوب و همچنان مشکلات را برای ذخیره‌سازی آن ایجاد می‌کند (۴). روش‌های زیادی برای حذف اسیدهای شحمی آزاد از روغن خام نباتی وجود دارند که شامل تصفیه کیمیاوی با خنثی‌سازی القلی و تصفیه فیزیکی براساس تقطیر با بخار می‌باشد. در تصفیه کیمیاوی اسیدهای شحمی آزاد روغن با محلول سودیم هایدروکساید تعامل نموده و در نتیجه صابون ساخته می‌شود (شکل ۴).



شکل ۴: تعامل اسیدهای شحمی آزاد با سودیم هایدروکساید (صابون‌سازی)

علاوه بر این، هنگامی که پروسه خنثی‌سازی به درستی انجام نشود، سودیم هایدروکساید نه تنها ممکن است اسیدهای شحمی آزاد را خنثی کند که هدف اصلی عملیه خنثی‌سازی است، بلکه روغن خنثی (ترای گلیسرید) را نیز می‌تواند به سودیم استئات یا صابون تبدیل کند (شکل ۵). این عمل زمانی بیشتر امکان‌پذیر است که مقدار اسیدهای شحمی آزاد موجود در روغن خام پایین باشد. بنابراین، برای جلوگیری از ضایعات روغن باید غلظت و میزان دوز سودیم هایدروکساید بر اساس مقدار اسیدهای شحمی آزاد موجود در روغن خام محاسبه و استفاده گردد.



شکل ۵: تعامل سپانفکشن بین ترای گلیسرید و سودیم هایدروکساید

سپس صابون تشکیل شده در روغن به‌طور کلی نامنحل بوده و آن را می‌توان به‌صورت میخانیکی بر اساس تفاوت وزن مخصوص صابون و روغن خنثی به راحتی از هم جدا کرد. حالا روغن خنثی شده با آب شسته می‌شود تا صابون، محلول القلی و سایر ناخالصی‌ها از طریق پروسه شستشو و خشک کردن حذف گردیده تا روغن خام برای مرحله بی‌رنگ‌سازی و بی‌بوسازی آماده شود.

در نتیجه پروسه شستشو و خشک کردن، روغن خام از مواد القلی (سودیم هایدروکساید و یا پتاشیم هایدروکساید) باقی مانده از پروسه خنثی‌سازی و همچنان فلزات، فاسفولپیدها و سایر ناخالصی‌های دیگر پاک می‌گردد (۴). در این پروسه آب استفاده شده برای شستشوی روغن خام باید تا حد امکان داغ (۸۵ الی ۹۰ درجه سانتی‌گراد) و نرم باشد. هم‌چنان آب استفاده شده باید ۵ الی ۱۵ درصد روغن خام باشد. پس از این عملیات، روغن شسته شده با آب با خشک‌کننده خلاء خشک می‌شود تا زمانی که سطح رطوبت روغن به زیر ۰,۱ درصد برسد.

سفید کردن یا بلیچنگ

در این مرحله که در تصفیه فیزیکی و کیمیاوی معمول است، روغن داغ (حدود ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد) با خاک سفیدکننده فعال شده، با اسید (۱-۲٪)، معمولاً کلسیم مونت موریلونیت یا المینم سلیکیت (بنتونیت) سیلیکات آلومینیوم هایدریت شده طبیعی (بنتونیت) دوغاب می‌شود (۱۰). تحت این شرایط جذب مواد رنگه (کاروتنوئیدها و کلروفیل)، فلزات و محصولات تحمضی و هم‌چنین صابون‌ها و فاسفولپیدهای باقی مانده پس از شستشوی روغن‌های خنثی شده صورت می‌گیرد. خاک رس به دلیل هزینه کم و ظرفیت جذب نسبتاً بالا نسبت به سایر جذب‌کننده‌ها محبوب‌ترین و پرمصرف‌ترین جاذب برای بی‌رنگ‌سازی روغن‌های نباتی محسوب می‌شود.

موم‌زدایی

این مرحله تنها زمانی اعمال می‌شود که روغن در درجه حرارت اتاق به دلیل وجود موم یا تری‌اسایل گلیسرول مشبوع شده شفاف نباشد (۱۱). البته این مرکبات تأثیر منفی بر عملکرد روغن نداشته؛ اما حالت ظاهری روغن برای مصرف‌کنندگان قابل قبول نیست. واکس‌ها انحلالیت کمی در روغن‌ها داشته و مخصوصاً در فصل زمستان در حرارت پایین کرسтели یا جامد می‌گردد (۱۲).

موم‌زدایی شامل سه مرحله بوده که در مرحله اول روغن سفید شده تا حرارت ۵۵ درجه سانتی‌گراد گرم می‌شود تا روغن کاملاً مایع گردد. در مرحله دوم روغن گرم شده را به تدریج و آرامی تا حرارت ۱۰ الی ۱۵ درجه سانتی‌گراد سرد شده و برای چندین ساعت (۲۴ الی ۴۸ ساعت) در این حالت نگهداری می‌گردد تا موم‌های موجود در روغن به کرستل‌های بزرگ تبدیل گردد. در مرحله سوم پس از پایان مرحله کرستالیزیشن، روغن سرد شده به دستگاه فیلتر پمپ می‌شود تا واکس‌ها از روغن نباتی جدا شده و در نتیجه یک روغن مایع شفاف بدست می‌آید.

بوزدایی

آخرین مرحله در تصفیه روغن نباتی، عملیه بی‌بوسازی است که معمولاً شامل تقطیر با بخار آب در درجه حرارت بالا و تحت فشار پایین صورت می‌گیرد (۴). هدف از این مرحله حذف مرکبات مفر (عمدتاً کیتون‌ها و الدیهایدها) که به باعث طعم و بوی نامطلوب روغن می‌گردد و هم‌چنان حذف اسیدهای شحمی آزاد در پروسه تصفیه فزیکمی می‌باشد. در شرایط پروسه بوزدایی همچنان آلوده‌کننده‌ها (هایدروکاربن‌های ارماتیک چندحلقه‌یی، آفت‌کش‌ها و غیره) و کاروتن‌های تجزیه شده نیز حذف می‌گردد. پروسه بوزدایی معمولاً در شرایط خاص مانند فشار بخار (۱ تا ۵ torr)، درجه حرارت (۲۰۰ تا ۲۶۰ درجه سانتیگراد)، زمان تعامل (۰.۵ تا ۳ ساعت) و حجم بخار آب (۱ تا ۳ درصد) صورت می‌گیرد (۱۳).

در مقابل مرحله بوزدایی تأثیرات منفی نیز دارد. به‌طور مثال در این مرحله مالیکول‌های فعال بیولوژیکی مانند توکوفیرول‌ها، اسکولین‌ها، ستیروول‌ها و پولی‌فینول‌ها و برخی از مواد مغذی دیگر حذف می‌شوند. هم‌چنان در نتیجه پروسه بوزدایی برخی از مواد کیمیای ناخواسته و مضر در نتیجه ایزومیرایش سیس و ترانس، کاندجوگیشن و پولیمیرایش نیز ساخته می‌شود.

مقایسه تصفیه فزیکمی و کیمیای

طوری‌که قبلاً تذکر گردید، در پروسه کیمیای برای حذف اسیدهای شحمی آزاد از عملیه خنثی‌سازی استفاده می‌گردد. عملیه خنثی‌سازی علاوه بر این که اسیدهای شحمی را به صابون تبدیل می‌کنند، مقدار از روغن (ترای‌گلیسراید) را نیز به صابون تبدیل می‌کند که این عمل باعث ضایعات روغن می‌گردد (۱۴). در مقابل در تصفیه فزیکمی برای حذف اسیدهای شحمی آزاد از تقطیر با بخار آب استفاده می‌گردد. بنابراین، تصفیه فزیکمی روغن خام نباتی بر معایب خنثی‌سازی توسط سودیم‌هایدروکساید غلبه می‌کند. در واقع، پروسه تصفیه فزیکمی دوست‌دار محیط زیست تلقی می‌شود؛ چون در این روش از محلول‌های کیمیای استفاده نمی‌گردد. مزیت دیگر این میتود نسبت به تصفیه کیمیای این است که استفاده از مواد کیمیای کم‌تر، هزینه سرمایه‌گذاری کم‌تر، مصرف انرژی کم‌تر و عملکرد بهتر دارد. در نتیجه تصفیه فزیکمی روغن خام نباتی دارای مزایای زیاد نسبت به تصفیه کیمیای می‌باشد (جدول ۲).

جدول ۲: تفاوت بین تصفیه فزیک و کیمیاوی روغن‌های نباتی (۴)

تصفیه فزیک	تصفیه کیمیاوی
هزینه سرمایه گذاری کمتر	
محصولات جانبی کمتر	
مصرف انرژی کمتر	پروسه عملیاتی ساده
مصرف مواد کیمیاوی کمتر	پروسه کار آمد برای حذف اسیدهای شحمی آزاد
سازگار با محیط زیست	
روغن با کیفیت بالا	
	تولید محصولات جانبی
نامناسب برای هر نوع روغن	پروسه گران قیمت
نیاز به درجه حرارت بالا و خلاء	ضایعات روغن
امکان ساخت محصولات ناخواسته	امکان ساخت محصولات ناخواسته

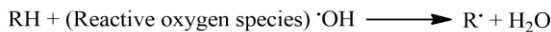
هم‌چنان، در نتیجه تصفیه کیمیاوی برخی از مالیکول‌های فعال بیولوژیکی مانند توکوفیرول، پولی‌فینول‌ها و غیره حذف می‌گردد که این‌ها در روغن بسیار مفید بوده و به عنوان آنتی‌اکسیدانت در روغن عمل می‌کنند. در واقع، گروهی از دانشمندان دریافته‌اند که ۱۰ تا ۳۲ درصد در نتیجه تصفیه فزیک و ۱۳ تا ۳۱ درصد در نتیجه تصفیه کیمیاوی ستیرول از روغن حذف می‌گردد (۱۵). به همین ترتیب، ۷،۷ تا ۷۶،۵ درصد در نتیجه تصفیه فزیک و ۲۶،۸ تا ۷۹،۴ درصد در نتیجه تصفیه کیمیاوی توکوفیرول از روغن حذف می‌گردد (۱۵). با این حال، تصفیه فزیک برای تمامی انواع روغن‌ها استفاده شده نمی‌تواند و بیشتر برای روغن‌هایی استفاده می‌شود که مقدار اسید آن زیاد باشد.

پایداری اکسیدانتی روغن‌های خوراکی

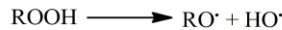
اکسیدیشن مجموعه‌یی از تعاملات کیمیاوی نامطلوب در روغن است که کیفیت و ارزش روغن‌های خوراکی را کاهش می‌دهد. ترکیب اسیدهای شحمی به ویژه در رابطه با پایداری روغن‌های نباتی بسیار مهم است. روغن‌ها هرچه بیشتر روابط غیرمشبوع و کم‌تر مشبوع شده را دارا باشد، تعاملات اکسیدیشن را به سرعت انجام می‌دهند (۱۶، ۱۷). در نتیجه اسید شحمی لینولنیک اسید سریع‌ترین اکسیدیشن می‌شود و پس از آن اسیدهای شحمی لینولنیک اسید و اولنیک اسید اکسیدیشن می‌گردند.

هنگامی که روغن‌های خوراکی در معرض حرارت، نور و اکسیجن قرار گیرد، می‌تواند باعث اکسیدیشن روغن شود (۱۸). روغن‌های اکسیدیشن شده می‌توانند مرکبات مضر و محصولات جانبی سمی تولید کنند که باعث بوی و طعم بد غذایی شما می‌گردد (۱۹). هر چه روغن بتواند در برابر تعاملات اکسیدیشن با اکسیجن و تجزیه شدن روغن مقاومت کند، برای پخت و پز بهتر است (۲۰). سمیت برخی از این مرکبات تولید شده در جریان اکسیدیشن به ویژه الدیهایدها مورد مطالعه قرار گرفته و برخی از آن‌ها به عنوان عوامل احتمالی بیماری‌هایی مانند تصلب شرایین و سرطان در نظر گرفته شده‌اند (۲۱). اکسیدیشن اسیدهای شحمی مجموعه‌یی از تعاملات رادیکالی بوده که باعث تولید رادیکال‌های آزاد مانند رادیکال هایدروکسیل (HO^\bullet)، رادیکال آلکایل (R^\bullet)، رادیکال الکایل پروکسیل (RO^\bullet)، رادیکال هایدروپروکسیل (HOO^\bullet) و غیره می‌گردد (۲۲). در میان رادیکال‌های آزاد تولید شده، رادیکال‌های هایدروکسیل به دلیل تمایل شدید آن به کسب الکترون، عمدتاً مسئول شروع عملیه اکسیدیشن روغن‌ها هستند (۲۳). تعاملات اکسیدیشن روغن‌های خوراکی در سه مرحله‌ی ذیل صورت می‌گیرد (شکل ۶):

Initiation



Propagation



Termination



شکل ۶: مراحل عملیه اکسیدیشن اسیدهای شحمی روغن‌های خوراکی

از آنجایی که پروسه اکسیدیشن در غذا یک تعامل زنجیره‌یی است، مقدار کمی انتی‌اکسیدانت برای به تأخیر انداختن پروسه اکسیدیشن مورد نیاز است. انتی‌اکسیدانت‌ها مرکباتی هستند که به دلیل اهدای یک اتم هایدروجن به رادیکال‌های آزاد از اکسیدیشن خودبخودی روغن‌ها و چربی‌ها جلوگیری می‌کنند (۲۴). در ترکیب روغن‌های خوراکی تعدادی مرکبات فنولی مانند اسکوربیک‌اسید، α -توکوفرول، بیتاکروتین، کلروژنیک‌اسید و فلاوینول‌ها وجود دارند که به پایداری اکسیدانتی روغن‌ها کمک می‌کنند و ممکن است به عنوان انتی‌اکسیدانت عمل کنند (۲۵، ۲۶). البته قابل ذکر است که در بسیاری از روغن‌های نباتی فیصدی این‌گونه مرکبات بسیار پایین بوده و یا هم تعدادی از این مرکبات در

جریان تصفیه روغن‌های خوراکی از آن حذف می‌گردد. لهذا پایداری اکسیدانتهی و عمر ذخیره‌سازی روغن‌ها را می‌توان با افزودن انتی‌اکسیدانت‌ها (طبیعی یا مصنوعی) برای جلوگیری از اکسیدیشن خودبخودی و اکسیدیشن در جریان پخت و پز افزایش داد (۲۷، ۲۸).

در سال‌های اخیر، مرکبات فینولی با منشأ نباتی به دلیل اثرات مفید عملکردی و تغذیه‌یی از جمله فعالیت‌های انتی‌اکسیدانت و ضد میکروبی مورد توجه قرار گرفته است (۲۹). برخی از رایج‌ترین انتی‌اکسیدانت‌های طبیعی مورد استفاده‌ی توکوفیرول‌ها، عصاره روزماری یا اسکوربیک اسید هستند. نشان داده شده است که بیشتر انتی‌اکسیدانت‌های طبیعی دارای فعالیت انتی‌اکسیدانتهی و پایداری حرارتی بیشتری نسبت به مواد مصنوعی در روغن‌های خوراکی مختلف هستند؛ اما انتی‌اکسیدانت‌های مصنوعی بر اساس قیمت پایین به طور اغلب استفاده می‌شوند. در میان انواع انتی‌اکسیدانت‌های مصنوعی، بیشترین استفاده از بیوتایل‌هایدروکسیل انیسول (BHA)، بیوتایل‌هایدروکسیل تلوین (BHT)، پروپایل گالات (PG) و ترت بیوتایل‌هایدروکینون (TBHQ) است (۳۰). در اکثر کشورها، به دلیل عوارض جانبی سطح استفاده از انتی‌اکسیدانت‌های مصنوعی تنظیم شده است و ایمنی ترکیبات درگیر بر اساس مطالعات سمیت طولانی‌مدت آزمایش شده است.

نتیجه‌گیری

روغن‌های نباتی خوراکی می‌توانند بیشتر اسیدهای شحمی مفید، ویتامین E و برخی مواد کیمیاوی ضروری و مغذی لازم در رژیم غذایی روزانه انسان‌ها را تأمین کنند. روغن‌های خام نباتی از دانه‌های روغنی و یا میوه‌های روغنی از طریق فشار میخانیکی یا استخراج با محلل به دست می‌آید. بعد از استخراج روغن نباتی، لازمی است تا روغن خام نباتی تصفیه گردیده و از آن مرکبات نامطلوب و زهری حذف و در مقابل مرکبات مفید و مغذی نباید از آن حذف گردد. لهذا، برای این هدف این مقاله مروری بر مقایسه روش تصفیه فزیک و تصفیه کیمیاوی روغن خام نباتی پرداخته است. هدف اصلی هر دو نوع میتود تصفیه به دست آوردن کیفیت بهتر، پایداری طولانی‌تر، بی‌رنگ و بی‌بو بودن روغن است. بعد از مقایسه هر دو میتود دریافتیم که عملکرد هر دو میتود در حذف مواد نامطلوب تقریباً یک‌سان بوده؛ اما به مقایسه تصفیه کیمیاوی، تصفیه فزیک سازگار با محیط زیست می‌باشد. در تصفیه فزیک استفاده از مواد کیمیاوی کم‌تر صورت گرفته و محصولات جانبی کم‌تر نیز تولید می‌گردد. در عین حال در تصفیه فزیک کم‌ترین آسیب ممکن به اجزای روغن وارد گردیده و سطوح بالاتر از مرکبات ناخواسته را تولید نمی‌کند. قابل ذکر است که تصفیه فزیک برای تمام انواع روغن‌ها استفاده شده نمی‌تواند. به طور مثال، روغن خسته خرما و روغن نارپال که دارای صمغ کم و اسیدهای شحمی آزاد بالا می‌باشد، بیشتر توسط

تصفیه فزیکي خالص می‌گردد. در مقابل روغن گل آفتاب‌پرست، روغن ممپلی، روغن سویا، روغن پنبه دانه، روغن کلزا و سایر روغن‌های خوراکی رایج را می‌توان از نظر کیمیاوی تصفیه کرد. بعد از تصفیه روغن‌های خوراکی بیشتر از اجزای ضروری روغن به خصوص انتی‌اکسیدانت‌های طبیعی روغن حذف می‌گردند و افزودن انتی‌اکسیدانت‌ها باعث تأخیر در اکسیدیشن شحمیات کمک می‌کند و ماندگاری روغن‌ها و چربی‌های خوراکی از جمله روغن‌های سرخ‌کردنی را بهبود می‌بخشد.

منابع

1. Vaisali C, Charanyaa S, Belur PD, Regupathi I. Refining of edible oils: a critical appraisal of current and potential technologies. *International Journal of Food Science & Technology*. 2015 Jan;50(1):13-23.
2. Li X, Zhang L, Zhang Y, Wang D, Wang X, Yu L, Zhang W, Li P. Review of NIR spectroscopy methods for nondestructive quality analysis of oilseeds and edible oils. *Trends in Food Science & Technology*. 2020 Jul 1;101:172-81.
3. Santori G, Di Nicola G, Moglie M, Polonara F. A review analyzing the industrial biodiesel production practice starting from vegetable oil refining. *Applied energy*. 2012 Apr 1;92:109-32.
4. Gharby S. Refining vegetable oils: Chemical and physical refining. *The Scientific World Journal*. 2022 Jan 11;2022.
5. Dijkstra AJ, Segers JC. Production and refining of oils and fats. *The lipid handbook*. 2007 Mar 13:143-262.
6. Dumont MJ, Narine SS. Soapstock and deodorizer distillates from North American vegetable oils: Review on their characterization, extraction and utilization. *Food Research International*. 2007 Oct 1;40(8):957-74.
7. Sengar G, Kaushal P, Sharma HK, Kaur M. Degumming of rice bran oil. *Reviews in Chemical Engineering*. 2014 Apr 1;30(2):183-98.
8. Sharma YC, Yadav M, Upadhyay SN. Latest advances in degumming feedstock oils for large-scale biodiesel production. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*. 2019 Jan;13(1):174-91.
9. Nitbani FO, Tjitda PJ, Nurohmah BA, Wogo HE. Preparation of fatty acid and monoglyceride from vegetable oil. *Journal of Oleo Science*. 2020;69(4):277-95.
10. Aishat A, Olalekan S, Arinkoola A, Omolola J. Effect of activation on clays and carbonaceous materials in vegetable oil bleaching: state of art review. *British Journal of Applied Science & Technology*. 2015 Jan 10;5(2):130-41.
11. Ghosh M. Review on recent trends in rice bran oil processing. *Journal of the American oil chemists' society*. 2007 Apr;84:315-24.
12. Fei T, Wang T. A review of recent development of sustainable waxes derived from vegetable oils. *Current Opinion in Food Science*. 2017 Aug 1;16:7-14.
13. Sherazi ST, Mahesar SA. Vegetable oil deodorizer distillate: a rich source of the natural bioactive components. *Journal of oleo science*. 2016;65(12):957-66.
14. Yves H, Korma SA, Ali AH, Tuyishime MA, Habinshuti I, Abed SM. Extraction, refining and purification of ω -3 PUFA through different techniques—a review. *Am. J. Food Sci. Nutr. Res*. 2016;4:18-26.
15. Verhé R, Verleyen T, Van Hoed V, De Greyt W. Influence of refining of vegetable oils on minor components. *Journal of Oil Palm Research*. 2006;4:168-79.
16. de Camargo AC, Regitano-d'Arce MA, de Alencar SM, Canniatti-Brazaca SG, de Souza Vieira TM, Shahidi F. Chemical changes and oxidative stability of peanuts as affected by the dry-blanching. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 2016 Aug;93:1101-9.

17. Liu HR, White PJ. Oxidative stability of soybean oils with altered fatty acid compositions. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 1992 Jun;69:528-32.
18. Morales MT, Przybylski R. Olive oil oxidation. In *Handbook of olive oil: analysis and properties* 2013 Jul 5 (pp. 479-522). Boston, MA: Springer US.
19. Adhvaryu AT, Erhan SZ, Liu ZS, Perez JM. Oxidation kinetic studies of oils derived from unmodified and genetically modified vegetables using pressurized differential scanning calorimetry and nuclear magnetic resonance spectroscopy. *Thermochimica Acta*. 2000 Dec 1;364(1-2):87-97.
20. Machado M, Rodriguez-Alcalá LM, Gomes AM, Pintado M. Vegetable oils oxidation: mechanisms, consequences and protective strategies. *Food Reviews International*. 2023 Aug 25;39(7):4180-97.
21. Long EK, Picklo Sr MJ. Trans-4-hydroxy-2-hexenal, a product of n-3 fatty acid peroxidation: Make some room HNE.... *Free Radical Biology and Medicine*. 2010 Jul 1;49(1):1-8.
22. Saldaña MD, Martínez-Monteağudo SI. Oxidative stability of fats and oils measured by differential scanning calorimetry for food and industrial applications. *Applications of calorimetry in a wide context—differential scanning calorimetry, isothermal titration calorimetry and microcalorimetry*. 2013 Jan 23:449.
23. Choe E, Min DB. Chemistry and reactions of reactive oxygen species in foods. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2006 Jan 1;46(1):1-22.
24. Taghvaei M, Jafari SM. Application and stability of natural antioxidants in edible oils in order to substitute synthetic additives. *Journal of food science and technology*. 2015 Mar;52:1272-82.
25. Xuan TD, Gangqiang G, Minh TN, Quy TN, Khanh TD. An overview of chemical profiles, antioxidant and antimicrobial activities of commercial vegetable edible oils marketed in Japan. *Foods*. 2018 Feb 10;7(2):21.
26. Emmanuel OA, Mudiakoghene O. The use of antioxidants in vegetable oils—A review. *African Journal of Biotechnology*. 2008 Dec;7(25):4836-42.
27. Mishra SK, Belur PD, Iyyaswami R. Use of antioxidants for enhancing oxidative stability of bulk edible oils: A review. *International Journal of Food Science & Technology*. 2021 Jan;56(1):1-2.
28. Fadda A, Sanna D, Sakar EH, Gharby S, Mulas M, Medda S, Yesilcubuk NS, Karaca AC, Gozukirmizi CK, Lucarini M, Lombardi-Boccia G. Innovative and sustainable technologies to enhance the oxidative stability of vegetable oils. *Sustainability*. 2022 Jan 12;14(2):849.
29. Bubonja-Sonje M, Giacometti J, Abram M. Antioxidant and antilisterial activity of olive oil, cocoa and rosemary extract polyphenols. *Food Chemistry*. 2011 Aug 15;127(4):1821-7.
30. Taghvaei M, Jafari SM. Application and stability of natural antioxidants in edible oils in order to substitute synthetic additives. *Journal of food science and technology*. 2015 Mar; 52:1272-82.