



دانشگاه ساری
پیم نور

تکنولوژی روغن‌های خوراکی

دکتر صدیف آزاد مرددمیرچی

«عضو هیئت علمی دانشگاه تبریز»

امروزه کتاب‌خوانی و علم‌آموزی، نه تنها یک وظیفه ملی، که یک واجب دینی است.^۱

مقام معظم رهبری

در عصر حاضر یکی از شاخصه‌های ارزیابی رشد، توسعه و پیشرفت فرهنگی هر کشوری میزان تولید کتاب، مطالعه و کتاب‌خوانی مردم آن مرز و بوم است. ایران اسلامی نیز از دیرباز تاکنون با داشتن تمدنی چندهزارساله و مراکز متعدد علمی، فرهنگی، کتابخانه‌های معتبر، علما و دانشمندان بزرگ با آثار ارزشمند تاریخی، سرآمد دولت‌ها و ملت‌های دیگر بوده و در عرصه فرهنگ و تمدن جهانی به‌سان خورشیدی تابناک همچنان می‌درخشد و با فرزندان نیک‌نهاد خویش هنرنمایی می‌کند. چه کسی است که در دنیا با دانشمندان فرزانه و نام‌آور ایرانی همچون ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، فارابی، خوارزمی و ... همچنین شاعران برجسته‌ای نظیر فردوسی، سعدی، مولوی، حافظ و ... آشنا نباشد و در مقابل عظمت آنها سر تعظیم فرود نیاورد. تمامی این افتخارات ارزشمند، برگرفته از میزان عشق و علاقه فراوان ملت ما به فراگیری علم و دانش از طریق خواندن و مطالعه منابع و کتاب‌های گوناگون است. به شکرانه الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پر بار است. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مجامع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرانه مطالعه هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه دستاوردهای بشر در سراسر عمر جهان، تا آنجا که قابل کتابت بوده است، در میان دست‌نوشته‌هایی است که انسان‌ها پدید آورده و می‌آورند. در این مجموعه بی‌نظیر، تعالیم الهی، درس‌های پیامبران به بشر، و همچنین علوم مختلفی است که سعادت بشر بدون آگاهی از آنها امکان‌پذیر نیست. کسی که با دنیای زیبا و زندگی‌بخش کتاب ارتباط ندارد بی‌شک از مهم‌ترین دستاورد انسانی و نیز از بیشترین معارف الهی و بشری محروم است. با این دیدگاه، به‌روشنی می‌توان ارزش و مفهوم رمزی عمیق در این حقیقت تاریخی را دریافت که اولین خطاب خداوند متعال به پیامبر گرامی اسلام (ص) این است که «بخوان!» و در اولین

۱. پیام مقام معظم رهبری به مناسبت آغاز هفته کتاب ۷۲/۱۰/۴

سوره‌ای که بر آن فرستاده عظیم‌الشان خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد شده‌است: «إِقْرَأْ وَ رَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده‌اند.

دانشگاه پیام‌نور با گستره جغرافیایی ایران‌شمول خود با هدف آموزش برای همه، همه‌جا و همه‌وقت، به‌عنوان دانشگاهی کتاب‌محور در نظام آموزش عالی کشورمان، افتخار دارد جایگاه اندیشه‌سازی و خردورزی بخش عظیمی از جوانان جویای علم این مرز و بوم باشد. تلاش فراوانی در ایام طولانی فعالیت این دانشگاه انجام پذیرفته تا با بهره‌گیری از تجربه‌های گرانقدر استادان و صاحب‌نظران برجسته کشورمان، کتاب‌ها و منابع آموزشی درسی شاخص و خودآموز تولید شود. در آینده هم، این مهم با هدف ارتقای سطح علمی، روزآمدی و توجه بیشتر به نیازهای مخاطبان دانشگاه پیام‌نور با جدیت ادامه خواهد داشت. به‌طور قطع استفاده از نظرات استادان، صاحب‌نظران و دانشجویان محترم، ما را در انجام این وظیفه مهم و خطیر یاری‌رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه خطیر یاری می‌رسانند، سپاسگزاری می‌نماییم. لازم است از تمامی اندیشمندانی که تاکنون دانشگاه پیام‌نور را منزلگاه اندیشه‌سازی خود دانسته و ما را در تولید کتاب و محتوای آموزشی درسی یاری نموده‌اند، صمیمانه قدردانی گردد. موفقیت و بهروزی تمامی دانشجویان و دانش‌پژوهان عزیز آرزوی همیشگی ما است.

دانشگاه پیام‌نور

فهرست مطالب

پیشگفتار	یازده
فصل اول. شیمی روغن های گیاهی.....	۱
هدف کلی.....	۱
هدف های یادگیری.....	۱
مقدمه.....	۱
۱-۱ طبقه بندی ترکیبات لیپیدی.....	۲
۲-۱ اسیدهای چرب.....	۳
۳-۱ آسیل گلیسرول ها.....	۵
۴-۱ ترکیبات جزئی موجود در روغن های گیاهی.....	۵
۵-۱ کاهش کیفیت روغن ها و چربی ها.....	۵
۱-۵-۱ لیپولیز.....	۶
۲-۵-۱ اکسیداسیون روغن ها و چربی های خوراکی.....	۶
۳-۵-۱ تجزیه هیدروپراکسیدها.....	۷
۴-۵-۱ تشکیل دیمرها و پلیمرها.....	۸
خلاصه فصل اول.....	۱۰
خودآزمایی چهارگزینه ای فصل اول.....	۱۱
خودآزمایی تشریحی فصل اول.....	۱۱
فصل دوم. روغن های گیاهی و روش های استخراج.....	۱۳
هدف کلی.....	۱۳
هدف های یادگیری.....	۱۳
مقدمه.....	۱۳

۱۵	۱-۲ روغن های گیاهی.....
۱۵	۱-۱-۲ روغن سویا.....
۱۶	۲-۱-۲ روغن کانولا.....
۲۰	۳-۱-۲ روغن پنبه دانه.....
۲۲	۴-۱-۲ روغن ذرت.....
۲۳	۵-۱-۲ روغن دانه کنجد.....
۲۴	۶-۱-۲ روغن بزرک.....
۲۵	۷-۱-۲ روغن آفتابگردان.....
۲۶	۸-۱-۲ روغن گلرنگ.....
۲۷	۹-۱-۲ روغن هسته انگور.....
۲۷	۱۰-۱-۲ روغن سیبوس برنج.....
۲۹	۱۱-۱-۲ روغن نارگیل.....
۳۲	۱۲-۱-۲ کره کاکائو.....
۳۳	۱۳-۱-۲ روغن زیتون.....
۴۱	۱۴-۱-۲ روغن پالم.....
۴۴	۲-۲ استخراج روغن.....
۴۶	۱-۲-۲ دریافت دانه روغنی.....
۴۸	۲-۲-۲ آماده سازی.....
۴۸	۳-۲-۲ جداسازی مواد خارجی.....
۴۹	۴-۲-۲ خشک کردن (کاهش رطوبت).....
۴۹	۵-۲-۲ شکستن و کاهش اندازه.....
۴۹	۶-۲-۲ پوست گیری.....
۵۰	۷-۲-۲ پرک سازی.....
۵۱	۸-۲-۲ پخت.....
۵۴	۹-۲-۲ اکسترودرها.....
۵۵	۱۰-۲-۲ استخراج با پرس.....
۶۱	۱۱-۲-۲ استخراج با حلال.....
۶۸	۱۲-۲-۲ بازیابی حلال.....
۷۲	خلاصه فصل دوم.....
۷۲	خودآزمایی چهارگزینه ای فصل دوم.....
۷۳	خودآزمایی تشریحی فصل دوم.....
۷۵	فصل سوم. صمغ گیری از روغن های خوراکی.....
۷۵	هدف کلی.....
۷۵	هدف های یادگیری.....
۷۵	مقدمه.....

۷۶	۱-۳ تصفیه روغن‌های خوراکی
۷۹	۲-۳ صمغ‌گیری
۸۲	۳-۳ روش‌های صمغ‌گیری
۸۲	۱-۳-۳ صمغ‌گیری با آب
۸۴	۲-۳-۳ صمغ‌گیری با اسید
۸۶	۳-۳-۳ صمغ‌گیری با اسید و سود (تصفیه اسیدی)
۸۷	۴-۳-۳ صمغ‌گیری خشک
۸۸	۵-۳-۳ صمغ‌گیری آنزیمی
۸۹	۶-۳-۳ صمغ‌گیری با فیلتراسیون غشایی
۸۹	۷-۳-۳ صمغ‌گیری S.O.F.T
۹۰	خلاصه فصل سوم
۹۰	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل سوم
۹۱	خودآزمایی تشریحی فصل سوم
۹۳	فصل چهارم. خنثی‌سازی روغن‌های خوراکی
۹۳	هدف کلی
۹۳	هدف‌های یادگیری
۹۳	مقدمه
۹۴	۱-۴ خنثی‌سازی
۹۷	۱-۱-۴ خنثی‌سازی بچ
۱۰۰	۲-۱-۴ خنثی‌سازی مداوم با سود سوزآور
۱۰۴	۲-۴ فراوری خلط صابونی
۱۰۵	۳-۴ روش‌های تصفیه جابگزين
۱۰۵	۱-۳-۴ تصفیه میسلا
۱۰۷	۲-۳-۴ فرایند زنیت
۱۰۸	۳-۳-۴ فرایندهای غشایی
۱۰۸	۴-۴ موم‌گیری
۱۱۲	خلاصه فصل چهارم
۱۱۲	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل چهارم
۱۱۳	خودآزمایی تشریحی فصل چهارم
۱۱۵	فصل پنجم. رنگبری از روغن‌های خوراکی
۱۱۵	هدف کلی
۱۱۵	هدف‌های یادگیری
۱۱۵	مقدمه
۱۱۸	۱-۵ رنگبری

۱۱۸.....	۲-۵ خاک‌های رنگبر.....
۱۱۸.....	۱-۲-۵ خاک‌های رنگبر طبیعی.....
۱۱۹.....	۲-۲-۵ خاک‌های رنگبر فعال شده با اسید.....
۱۲۲.....	۳-۲-۵ کربن فعال.....
۱۲۳.....	۴-۲-۵ سیلیکای هیدروژل.....
۱۲۳.....	۳-۵ پدیده جذب.....
۱۲۴.....	۴-۵ فرایند رنگبری.....
۱۲۴.....	۱-۴-۵ مراحل پیش از رنگبری.....
۱۲۵.....	۲-۴-۵ تأثیر شرایط فرایند بر کارایی رنگبری.....
۱۲۵.....	۵-۵ سیستم‌های رنگبری.....
۱۲۵.....	۱-۵-۵ رنگبری غیر مداوم (بچ).....
۱۲۷.....	۲-۵-۵ رنگبری مداوم.....
۱۲۹.....	۳-۵-۵ رنگبری مداوم با جریان غیر همسو.....
۱۳۴.....	۴-۵-۵ تجهیزات فیلتراسیون.....
۱۳۵.....	۶-۵ خاک‌های رنگبر مستعمل.....
۱۳۷.....	خلاصه فصل پنجم.....
۱۳۷.....	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل پنجم.....
۱۳۸.....	خودآزمایی تشریحی فصل پنجم.....
۱۳۹.....	فصل ششم. بوگیری از روغن‌های خوراکی.....
۱۳۹.....	هدف کلی.....
۱۳۹.....	هدف‌های یادگیری.....
۱۳۹.....	مقدمه.....
۱۴۱.....	۱-۶ بوگیری.....
۱۴۴.....	۲-۶ فاکتورهای مهم در بوگیری.....
۱۴۷.....	۳-۶ مراحل مختلف بوگیری.....
۱۴۸.....	۱-۳-۶ هواگیری.....
۱۵۰.....	۲-۳-۶ حرارت‌دهی و خنک کردن.....
۱۵۰.....	۳-۳-۶ اسپارژینگ.....
۱۵۱.....	۴-۶ سیستم‌های بوگیری.....
۱۵۲.....	۱-۴-۶ سیستم بوگیر بچ.....
۱۵۳.....	۲-۴-۶ سیستم بوگیر نیمه مداوم.....
۱۵۵.....	۳-۴-۶ سیستم بوگیر مداوم.....
۱۵۸.....	۵-۶ جلادهی روغن.....
۱۵۸.....	۶-۶ اسیدهای چرب آزاد.....
۱۵۹.....	۷-۶ اتلاف روغن در بوگیری.....

۱۶۰	۸-۶ نگهداری روغن بوگیری شدم.....
۱۶۰	خلاصه فصل ششم.....
۱۶۱	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل ششم.....
۱۶۱	خودآزمایی تشریحی فصل ششم.....
۱۶۳	فصل هفتم. اصلاح بافت روغن‌های گیاهی.....
۱۶۳	هدف کلی.....
۱۶۳	هدف‌های یادگیری.....
۱۶۳	مقدمه.....
۱۶۴	۱-۷ مخلوط کردن روغن‌ها.....
۱۶۵	۲-۷ جزء به جزء کردن.....
۱۶۷	۳-۷ هیدروژناسیون.....
۱۷۵	۴-۷ استریفیکاسیون.....
۱۷۹	۵-۷ تولید مارگارین و شورتینگ.....
۱۷۹	۱-۵-۷ مارگارین.....
۱۸۱	۲-۵-۷ شورتینگ.....
۱۸۳	خلاصه فصل هفتم.....
۱۸۴	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل هفتم.....
۱۸۴	خودآزمایی تشریحی فصل هفتم.....
۱۸۵	پاسخنامه.....
۱۸۷	منابع.....

پیشگفتار

تکنولوژی روغن‌های خوراکی یکی از دروس مهم در صنایع غذایی است که دانشجویان عزیز بهتر است توجه ویژه به این درس داشته باشند. دلیل این اهمیت مربوط به نقش مهم روغن‌ها و چربی‌های خوراکی در رژیم غذایی روزانه است و انتخاب روغنی با ترکیبی مناسب می‌تواند در سلامت مصرف‌کننده نقش مهمی داشته باشد. همچنین روغن‌ها و چربی‌ها نقش مهمی در تهیه محصولات غذایی، فرمولاسیون فراورده‌های غذایی و همچنین ماندگاری آن‌ها دارد. برای تولید روغنی مناسب برای مصرف، نیاز به داشتن دانش کافی در زمینه مراحل استخراج روغن از منابع روغنی و همچنین فرآوری‌های آن است.

در این کتاب سعی شده است شیمی روغن‌ها و چربی‌های خوراکی، روش‌های استخراج و همچنین مراحل تصفیه روغن‌ها و چربی‌های خوراکی به‌صورت کامل توضیح داده شود تا دانشجویان گرامی بتوانند بعد از خواندن این کتاب اطلاعات کاملی از این مباحث داشته باشند. به خاطر اینکه، تکنولوژی روغن دارای مراحل متعدد و پیچیدگی است و حتی در سرفصل این درس برای یادگیری بهتر، بازدید از کارخانه نیز پیش‌بینی شده است. به همین خاطر سعی شده است مطالب این کتاب همراه با شکل و جدول‌های متعدد باشد تا خواندن و فهم کتاب ساده‌تر شود.

از آنجایی که تکنولوژی روغن درسی نظری و عملی است، به همین خاطر مرور فصل «تجزیه روغن‌های خوراکی» از «کتاب تجزیه مواد غذایی» انتشارات دانشگاه پیام نور به‌ویژه برای انجام آزمایش‌های و بخش عملی می‌تواند مفید باشد.

از تمامی همکاران گرامی در حوزه تدوین دانشگاه پیام نور به‌ویژه از مدیریت محترم تدوین کمال تشکر و قدردانی را دارم که با همکاری‌های ارزشمند ایشان این کتاب تألیف و به چاپ رسید. از کارشناس محترم، سرکار خانم خدیجه علی‌نژاد رنجکش، که همکاری‌های ارزشمندی در چاپ این کتاب داشتند نیز صمیمانه تشکر می‌کنم. از ویراستار محترم جناب آقای دکتر بهزاد ناصحی که با نظرات ارزشمند خود موجب بهبود و اصلاح مطالب این کتاب شدند نیز صمیمانه تشکر و قدردانی می‌کنم. اینجانب منتظر نظرات سازنده و ارزشمند اساتید گرامی، دانشجویان و خوانندگان عزیز هستم تا اشکالات احتمالی در چاپ‌های بعدی اصلاح شود.

دکتر صدیف آزادمرد دمیچی

s-azadmard@tabrizu.ac.ir

sodeifazadmard@yahoo.com

فصل اول

شیمی روغن‌های گیاهی

هدف کلی

از خواننده انتظار می‌رود پس از مطالعه این فصل بتواند شیمی ترکیبات موجود و عوامل مؤثر در اکسیداسیون روغن‌های گیاهی را یاد بگیرد.

هدف‌های یادگیری

- انتظار می‌رود پس از مطالعه این فصل دانشجویان بتوانند:
۱. فرق بین لیپید و روغن‌های خوراکی را توضیح بدهند.
 ۲. شیمی اسیدهای چرب را توضیح بدهند.
 ۳. ترکیبات جزئی در روغن‌ها را نام برده و هر کدام را توضیح بدهند.
 ۴. روش‌های مختلف اکسیداسیون را نام برده و روش‌های جلوگیری را توضیح بدهند.

مقدمه

روغن‌ها^۱ و چربی‌های^۲ خوراکی زیرگروه لیپیدها^۳ هستند. لیپیدها متشکل از گروه وسیعی از ترکیبات هستند که در حلال‌های آلی (همچون هگزان، کلروفرم، دی‌اتیل اتر) محلول بوده و تنها تعداد کمی از آنها (همانند اسیدهای چرب کوتاه زنجیر) محلول در آب هستند.

لیپیدها از تری‌آسیل‌گلیسرول‌ها، دی‌آسیل‌گلیسرول‌ها، مونوآسیل‌گلیسرول‌ها، اسیدهای چرب آزاد، فسفولیپیدها، استرول‌ها، رنگ‌دانه‌ها (کلروفیل، کاروتنوئیدها)، توکوفرول‌ها^۱، توکوترینول‌ها^۲، موم‌ها^۳ و سایر ترکیبات تشکیل شده‌اند. اغلب، تری‌آسیل‌گلیسرول‌ها بیشترین مقدار را دارا هستند و سایر ترکیبات در مقدار کمتری وجود دارند که به‌عنوان ترکیبات جزئی^۴ شناخته می‌شوند.

وقتی در مورد روغن‌ها^۵ و چربی‌های^۶ خوراکی بحث می‌شود، بیشتر منظور محصولی است که بتوان با آن سرخ کردن و پخت‌وپز غذا انجام داد یا از آن‌ها در فرمولاسیون محصولات غذایی همچون کیک، بیسکویت، محصولات قنادی، بستنی، انواع سس‌ها و سالادها استفاده کرد. در حقیقت، تری‌آسیل‌گلیسرول‌ها ترکیب عمده در روغن‌ها یا چربی‌ها هستند که در حدود ۹۵-۹۸ درصد آن‌ها را تشکیل می‌دهند و بقیه نیز ترکیبات جزئی همراه با تری‌آسیل‌گلیسرول‌ها هستند. تفاوت در نام‌گذاری چربی و روغن نیز تنها براساس جامد یا مایع بودن آن‌ها در دمای اتاق است، که معمولاً چربی حالت جامد و روغن حالت مایع دارد.

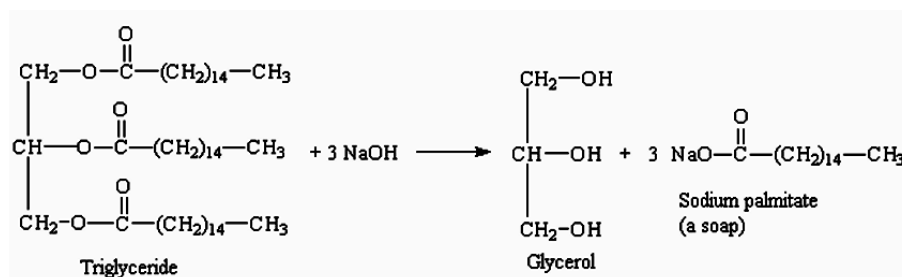
از مباحث بالا می‌توان چنین نتیجه گرفت که در حقیقت وقتی در مورد لیپید صحبت می‌کنیم ترکیبات تشکیل دهنده از لحاظ مقدار ارجحیتی برهم ندارند و همه آن‌ها در مقدارهای متفاوت می‌توانند در لیپید وجود داشته باشند، ولی وقتی در مورد روغن‌ها و چربی‌های خوراکی صحبت می‌کنیم، بیشتر منظورمان تری‌آسیل‌گلیسرول‌ها به‌عنوان ترکیبات عمده هستند و بقیه ترکیبات در مقدار خیلی کمتر نسبت به تری‌آسیل‌گلیسرول‌ها وجود دارند و یا حتی ممکن است وجود نداشته باشند.

۱-۱ طبقه‌بندی ترکیبات لیپیدی

طبقه‌بندی ترکیبات موجود در لیپیدها می‌تواند براساس ترکیب ساختاری‌شان و یا براساس اینکه قابل صابونی‌شدن^۷ یا غیرقابل صابونی‌شدن انجام گیرد که در کتاب «شیمی مواد غذایی»^۱ انتشارات دانشگاه پیام نور به‌صورت کامل توضیح داده شده است.

-
1. Tocopherols
 2. Tocotrienols
 3. Waxes
 4. Minor Compounds
 5. Oils
 6. Fats
 7. Saponifiable Matters

ترکیبات صابونی شونده^۱ ترکیباتی هستند که به آن‌ها اسیدهای چرب متصل هستند و در واکنش با قلیاهایی همچون هیدروکسید سدیم و یا هیدروکسید پتاسیم تشکیل نمک‌های سدیم و پتاسیم اسید چرب (صابون) می‌دهند (شکل ۱-۱). برخی از ترکیبات صابونی شونده عبارت هستند از مونو-، دی-، تری‌آسیل‌گلیسرول‌ها، فسفولیپیدها، گلیکولیپیدها، لیپیدهای دیول، موم‌ها، استرهای استرول.



شکل ۱-۱. واکنش صابونی‌شدن. تری‌آسیل‌گلیسرول با هیدروکسید سدیم واکنش می‌دهد و گلیسرول و صابون (نمک سدیمی اسیدهای چرب) حاصل می‌شود.

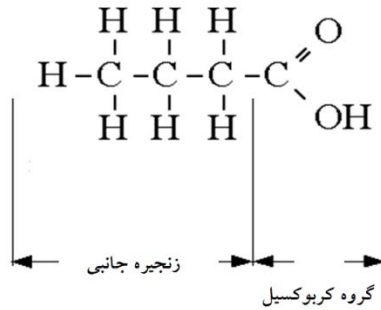
ترکیبات غیرقابل صابونی شونده^۲ دارای اسیدهای چرب متصل نیستند و تشکیل صابون نمی‌دهند. از ترکیبات غیرقابل صابونی هم می‌توان به لیپیدهای ایزوپرنوئید (استرول‌ها، کاروتنوئیدها، مونوترپن‌ها) و توکوفرول‌ها اشاره کرد.

فراوان‌ترین گروه لیپیدهای مواد غذایی آسیل‌گلیسرول‌ها هستند که ترکیب غالب روغن‌های حاصل از دانه‌ها و میوه‌های روغنی هستند. در این فصل فقط برای کامل بودن کتاب و بحث، به صورت خلاصه شیمی لیپید توضیح داده شده است و برای مطالعه بیشتر در زمینه شیمی لیپید به کتاب «شیمی مواد غذایی ۱»، انتشارات دانشگاه پیام نور مراجعه شود.

۲-۱ اسیدهای چرب

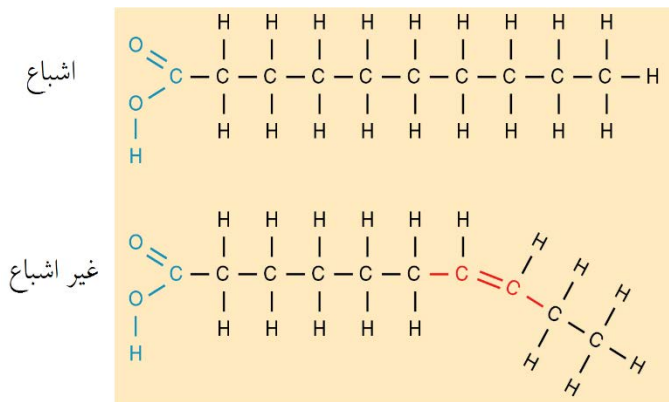
اسید چرب^۱ به هرگونه ترکیب اسید منوکربوکسیلی آلیفاتیک اطلاق می‌شود که از طریق هیدرولیز چربی‌های طبیعی آزاد می‌شوند. اسیدهای چرب دارای گروه کربوکسیل و

همچنین دارای زنجیره جانبی هیدروکربنی هستند که می‌تواند تعداد مختلفی از کربن را داشته باشد (شکل ۲-۱). تعداد مختلف کربن‌ها در زنجیر هیدروکربنی موجب می‌شود اسیدهای چرب مختلفی وجود داشته باشند.



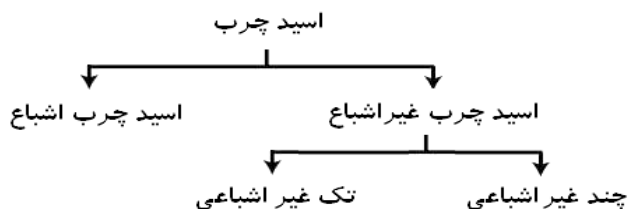
شکل ۲-۱. ساختار کلی از اسید چرب

زنجیره جانبی در اسیدهای چرب می‌تواند به صورت اشباع شده (سیر شده)^۲ و یا اشباع نشده (سیر نشده)^۳ باشد. اسیدهای چرب سیر شده قادر به جذب هیدروژن نیستند، ولی اسیدهای چرب سیر نشده به خاطر داشتن پیوندهای دوگانه می‌توانند هیدروژن جذب کنند. شکل ۳-۱ ساختار شیمیایی اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع را نمایش می‌دهد.



شکل ۳-۱. ساختار اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع

اسیدهای چرب اشباع‌شده در زنجیر جانبی خود دارای پیوند دوگانه نیستند ولی اسیدهای چرب اشباع‌نشده می‌توانند تعداد مختلفی از پیوندهای دوگانه را داشته باشند. براساس آن اسیدهای چرب غیراشباع به اسیدهای چرب تک غیراشباعی و اسیدهای چرب چند غیراشباعی گروه‌بندی می‌شوند (شکل ۴-۱).



شکل ۴-۱. گروه‌بندی اسیدهای چرب براساس تعداد پیوندهای دوگانه

۳-۱ آسیل گلیسرول‌ها

چربی‌های طبیعی مونو، دی و تری‌استرهای گلیسرول با اسیدهای چرب هستند. اگر به مولکول گلیسرول یک اسید چرب متصل شود مونو آسیل گلیسرول، اگر دو اسید چرب متصل باشد دی آسیل گلیسرول و اگر سه اسید چرب متصل شود تری آسیل گلیسرول تشکیل می‌شود.

۴-۱ ترکیبات جزئی موجود در روغن‌های گیاهی

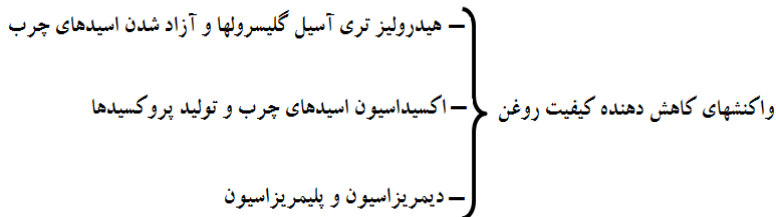
در ترکیب روغن‌ها و چربی‌های خوراکی علاوه بر تری آسیل گلیسرول‌ها که ترکیبات عمده هستند و اغلب بیش از ۹۵٪ از روغن‌ها و چربی‌های خوراکی را تشکیل می‌دهند ترکیبات جزئی متنوعی وجود دارند که می‌توان به استرول‌ها، توکوفرول‌ها^۱ و توکوتری‌انول‌ها^۲، فسفولیپیدها، اسکوالن^۳، موم‌ها، کلروفیل و کاروتنوئیدها اشاره کرد.

۵-۱ کاهش کیفیت روغن‌ها و چربی‌ها

کاهش کیفیت روغن‌های گیاهی می‌تواند دلایل مختلفی داشته باشد. از واکنش‌های

1. Tocopherols
2. Tocotrienols
3. Squalene

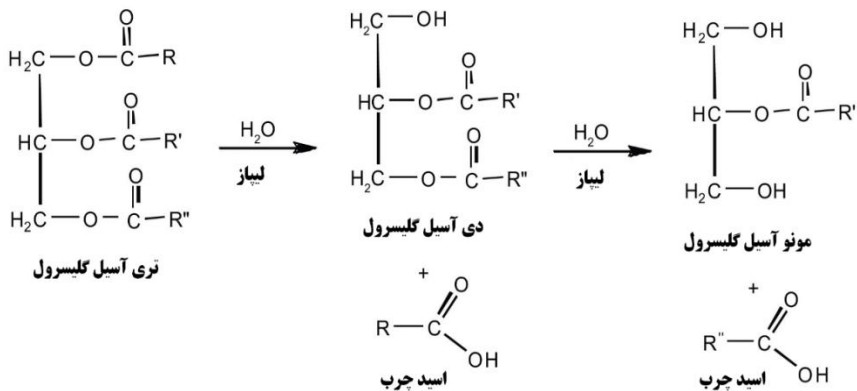
مهمی که عموماً موجب کاهش کیفیت روغن‌های گیاهی می‌شوند عبارت است از هیدرولیز، اکسیداسیون، دیمریزاسیون و پلیمریزاسیون (شکل ۱-۵).



شکل ۱-۵. دسته‌بندی واکنش‌های کاهش دهنده کیفیت روغن

۱-۵-۱ لیپولیز

هیدرولیز پیوندهای استری در چربی‌ها که لیپولیز^۱ (آبکافت) نامیده می‌شود می‌تواند با عمل آنزیم لیپاز و یا به وسیلهٔ حرارت و رطوبت انجام شود که موجب آزاد شدن اسیدهای چرب آزاد می‌شود (شکل ۱-۶).



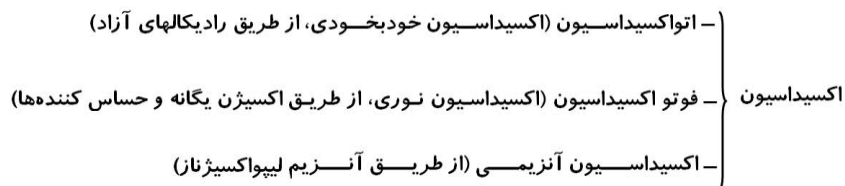
شکل ۱-۶. اثر آنزیم لیپاز بر تری‌آسید گلیسرول و آزاد شدن اسید چرب

۱-۵-۲ اکسیداسیون روغن‌ها و چربی‌های خوراکی

اکسیداسیون روغن‌ها و چربی‌ها مشکل جدی است و می‌تواند اثرات نامطلوب متعددی در ویژگی‌های کیفی داشته باشد. اکسیداسیون لیپید یکی از علل اصلی فساد مواد غذایی

حاوی چربی‌ها و روغن‌ها است. از نظر اقتصادی برای صنایع غذایی بسیار زیان‌آور است؛ زیرا در روغن‌های خوراکی و غذاهای حاوی چربی منجر به توسعه و تولید طعم‌های نامطلوب می‌شود که عموماً رانسید (رانسیدیتی اکسیداسیونی) نامیده می‌شوند و موجب کاهش مقبولیت این غذاها از نظر مشتری می‌شود. به‌علاوه، واکنش‌های اکسیداسیونی ارزش غذایی مواد را کاهش می‌دهند و برخی از محصولات خاص اکسیداسیونی سمی هستند. البته باید متذکر شد که تحت شرایط خاص، مقدار محدودی از اکسیداسیون لیپیدها در برخی مواقع مانند پنیرهای رسیده و برخی از غذاهای سرخ شده مطلوب است.

اکسیداسیون در روغن‌ها و چربی‌های خوراکی و در محصولات غذایی حاوی روغن به سه شکل عمده اتواکسیداسیون^۱ (اکسیداسیون خودبه‌خودی)، فوتواکسیداسیون^۲ (اکسیداسیون نوری) و اکسیداسیون آنزیمی^۳ اتفاق بیافتد (شکل ۱-۷). عوامل مختلفی در سرعت اکسیداسیون دخیل هستند که می‌توان به‌وجود آنتی‌اکسیدان‌ها، پرواکسیدان‌ها، ترکیب اسید چرب، اشباع و غیراشباع بودن اسیدهای چرب، میزان اسیدهای چرب آزاد، میزان اکسیژن، دما، نور، مقدار آب، فلزات، نوع ماده غذایی، نوع بسته‌بندی اشاره کرد.

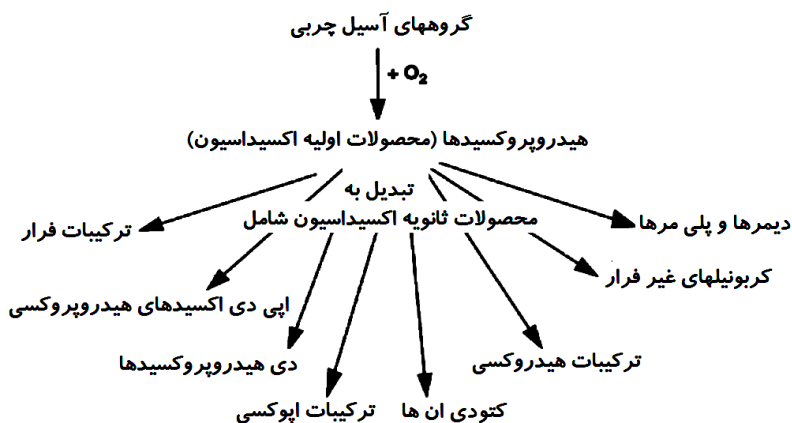


شکل ۱-۷. انواع روش‌های اکسیداسیون در روغن‌ها و چربی‌ها

۱-۵-۳ تجزیه هیدروپراکسیدها

همان‌طوری که در بالا نیز توضیح داده شد پروکسیدها (محصولات اولیه اکسیداسیون) ناپایدار هستند و تجزیه می‌شوند و به کربونیل‌ها (محصولات ثانویه اکسیداسیون) تبدیل می‌شوند (شکل ۱-۸). تجزیه هیدروپراکسیدها در چند مرحله رخ می‌دهد که منجر به

تولید تعداد زیادی از محصولات تجزیه‌ای می‌شود برخی از محصولات ثانویه حاصل می‌توانند سمی باشند.



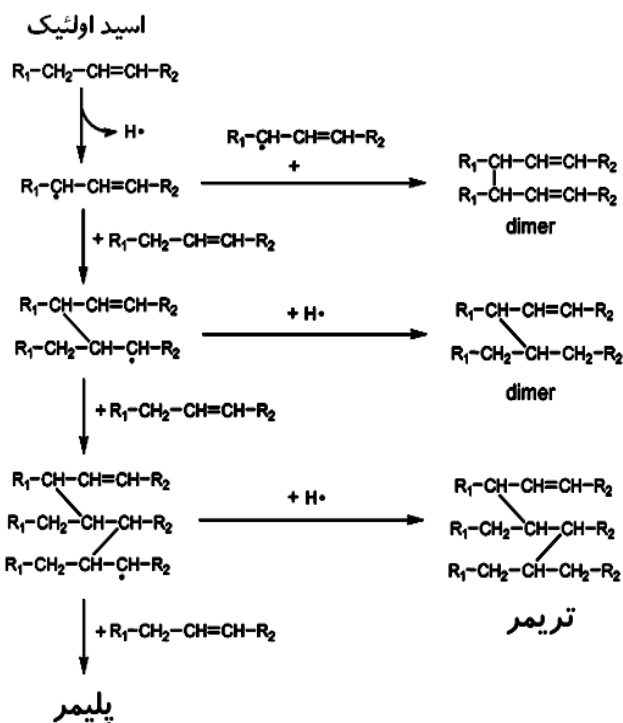
شکل ۸-۱. محصولات اکسیداسیونی ثانویه حاصل از پروکسیدها

۴-۵-۱ تشکیل دیمرها و پلیمرها

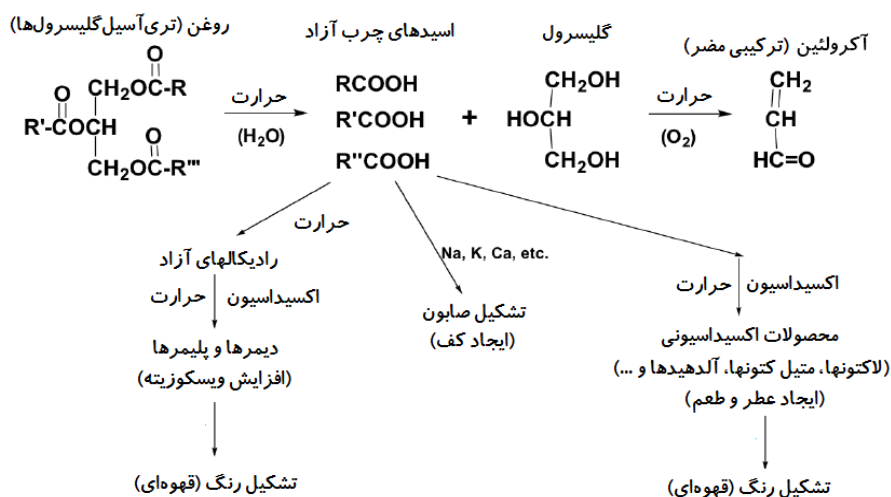
واکنش‌های دیمریزاسیون^۱ و پلیمریزاسیون^۲ از جمله مهم‌ترین و اصلی‌ترین واکنش‌هایی هستند که طی حرارت‌دهی (مثل سرخ کردن) و یا اکسیداسیون لیپیدها رخ می‌دهند (شکل ۹-۱). اینچنین تغییراتی معمولاً با کاهش اندیس یدی و افزایش در وزن مولکولی، ویسکوزیته، ضریب شکست و تیره شدن رنگ همراه است. در مورد آسیل‌گلیسرول‌ها، دیمریزاسیون می‌تواند بین گروه‌های آسیل از دو مولکول تری‌آسیل‌گلیسرول و یا بین دو گروه آسیلی در همان مولکول اتفاق افتد.

اسیدهای چرب آزاد در طی سرخ کردن به خاطر حرارت بالا در اثر تجزیه یا هیدرولیز تری‌آسیل‌گلیسرول‌ها به‌وجود می‌آیند. اسیدهای چرب آزاد ممکن است اکسید شوند رادیکال‌های آزاد تولید کنند و تحت واکنش‌های مختلفی قرار گیرند. ممکن است موجب تولید عطر و طعمی مناسب یا نامناسب شوند که بستگی به شدت اکسیداسیون و شدت و زمان حرارت‌دهی و سایر ترکیبات موجود در محیط واکنش دارد (شکل ۱۰-۱).

1. Dimerization
2. Polymerization

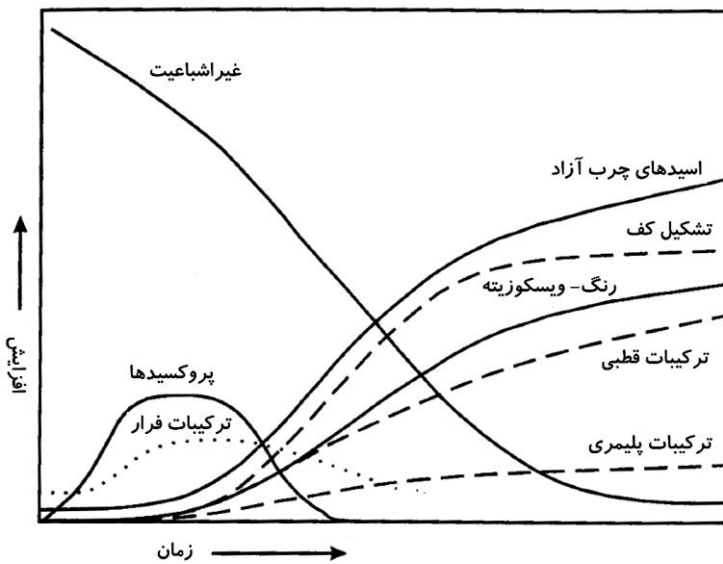


شکل ۹-۱. تشکیل پلیمر آسیلی از اسید اولئیک در طی سرخ کردن عمیق



شکل ۱۰-۱. تجزیه روغن در طی سرخ کردن و حرارت‌دهی شدید

ترکیبات قطبی و پلیمری شده از محصولات غیرفرار اکسیداسیون هستند و هم‌زمان با محصولات ترکیبات فرار تولید می‌شوند. این ترکیبات موجب بدرنگی و تیره‌رنگی روغن‌ها می‌شوند (شکل ۱-۱۱). برای مثال رنگ قرمز تیره در روغن‌ها و شورتینگ‌ها هنگام سرخ کردن طولانی مدت ناشی از این واکنش است. البته این ترکیبات عامل اصلی ایجاد کف طی سرخ کردن و طعم تلخ در غذاهای سرخ شده است.



شکل ۱-۱۱. اکسیداسیون، تشکیل پروکسیدها و واکنش‌های جانبی که با گذشت زمان اتفاق می‌افتند.

خلاصه فصل اول

در این فصل شیمی روغن‌ها و چربی‌های خوراکی توضیح داده شده است. تری‌آسیل‌گلیسرول‌ها ترکیب عمده در روغن‌ها و چربی‌های خوراکی هستند. ترکیبات جزئی نیز همچون توکوفرول‌ها، استرول‌ها، فسفولیپیدها، کاروتنوئیدها و کلروفیل در روغن‌ها وجود. کیفیت روغن‌ها و چربی‌ها می‌تواند در شرایط نامناسب به روش‌های مختلف همچون هیدرولیز و اکسید شدن کاهش پیدا کند که عوامل مختلفی در آن دخیل هستند.