
بسم الله الرحمن الرحيم

شرح جامع

تکنولوژی مواد غذایی (روغن)

«مهندسی کشاورزی»

(علوم و صنایع غذایی)

مولفان: مهدی قره‌خانی- کاظم علیرضالو

انتشارات ارشد

پیشگفتار ناشر

خداوند بزرگ را شاکریم که فرصتی عنایت فرمود تا بتوانیم قدمی در جهت گسترش علم و فرهنگ کشور عزیزمان برداریم و مسیری هموار را در اختیار مخاطبان و داوطلبان علاقمند به ادامه تحصیل قرار دهیم. از آنجائی که درحوزه کتاب‌های درسی و کمک درسی کارشناسی ارشد کتاب‌های زیادی به رشته تحریر در آمده است با این حال وجود یک مجموعه جامع، دقیق، کامل و دارای رفرنس(منابع) مستند احساس می‌شود.

همیشه دغدغه داشتیم که ای کاش می‌شد تمامی منابع پراکنده و گاهاً دست نایافتنی کنکور در یک مجموعه به گونه‌ای جذاب و شیوا آماده می‌شد و همچنین سوالات دوره‌های قبل کنکور نیز به گونه‌ای تشریحی پاسخ داده می شدند، که خدشه‌ای بر آنها وارد نشود و خیال داوطلبان عزیز آنقدر آسوده باشد که اطلاعات مندرج در پاسخنامه‌ها را برای بهره‌گیری در آزمون خود بکار گیرند. این کار با یاری خداوند بزرگ و همکاری نخبه‌ترین دانشجویان و اساتید کشور در انتشارات ارشد هماهنگ گردید و در تمامی مقاطع تحصیلی از کاردانی به کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری در حوزهٔ آزمون‌های سراسری – آزاد و پیام نور بسته‌های آموزشی شامل کتاب‌های بانک سوالات و کتاب‌های شرح جامع درس آماده گردید. در تهیه مجموعه‌های فوق‌الذکر از فارغ‌التحصیلان کارشناسی ارشد و دکتری که حائز رتبه‌های تک رقمی کنکور می‌باشند، استفاده کرده‌ایم، تا شما عزیزان بتوانید در راستای افزایش توان علمی خود در جهت نیل به مقصود خویش نایل آیید. بدون تردید می‌توان گفت که برای اولین بار در نظام آموزشی کشور مجموعه‌ای به این سبک عرضه می‌شود که در کیفیت و کمیت بی‌نظیر بوده و تمامی نیازهای دانشجویان و داوطلبان عزیز را پوشش می‌دهد. امید است که استفاده از این مجموعه عزیزان را در جهت موفقیت در آزمون یاری رسانده باشد. در پایان لازم به ذکر است که بی نقصی محض از آن خداوند متعال می‌باشد، بنا براین از تمامی خوانندگان و داوطلبان عزیز خواهشمندیم نظرات سازنده خود را در مورد این کتاب به سایت انتشارات ارشد اعلام نمایند تا ما را در جهت هر چه بهتر آماده کردن این محصولات یاری رسانند.

با تشکر

ناشـــــر

www.arshadbook. ir

تقدیم به :

اساتید فرزانه :

دکتر سید هادی پیغمبردوست

دکتر جواد حصاری

دکتر صدیف آزادمرد دمیرچی

پیشگفتار مولفان

سپاس بی‌کران پروردگار یکتا را که روح انگیزه به گامهایمان و شوق خدمت در وجودمان نهاد تا دست به قلم برده و توفیق نگارش این کتاب را بدست بیاوریم تا در نهایت هدیه‌ای ناقابل حضور سروران و دانشجویان گرامی تقدیم کنیم. در طول سالها تحصیل همیشه کمبود کتابی کامل و جامع که بتواند تمامی سرفصل‌های درسی و سؤالات آزمون کارشناسی ارشد درس تکنولوژی روغنهای خوراکی را پوشش دهد احساس می‌شد که ما را بر آن داشت تا قدم در این راه مقدس بگذاریم. این مجموعه مشتمل بر ۶ فصل شامل توضیح کامل دروس، نکات درسی و سؤالات مربوطه می‌باشد که برگرفته از بهترین و مهمترین منابع موجود است تا بتواند کلیه سرفصل‌های درس تکنولوژی روغن‌های خوراکی و گزینش سؤالات آزمون کارشناسی ارشد توسط طراحان مختلف را پوشش دهد. بدیهی است که این مجموعه نیز مانند هر مجموعه دیگر عاری از نقص نخواهد بود. امید است دانشجویان گرامی با نظرات و پیشنهادات خود ما را در کامل‌تر شدن هرچه بیشتر این مجموعه یاری نمایند. در خاتمه لازم می‌دانیم مراتب تشکر و قدردانی خویش را از مدیریت محترم انتشارات ارشد به جهت تلاش بی‌وقفه و شبانه‌روزی اعلام نمائیم.

با سپاس

کاظم علیرضالو- مهدی قره‌خانی

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

پیشگفتار ناشر ۳
پیشگفتار مولف ٤

فصل اول: ترکیبات شیمیایی چربی ها و روغن های خوراکی

گلیسرول ۱۱
اسیدهای چرب ۱۱
فسفولیپیدها ۱۴
کلسترول ۱۵
کارتنوئیدها و کلروفیل ۱۶
ویتامین های محلول در چربی ۱۶
توکوترینول ۱۷
آنتی اکسیدان ها ۱۷
خلاصه فصل ۱۹
تست‌های آخر فصل ۲۰
پاسخ تست‌های آخر فصل ۲۳

فصل دوم: منابع و ویژگی های روغن های نباتی خوراکی

روغن تخم پنبه ۲۷
روغن سویا ۲۹
روغن تخم کدو ۳۲
روغن آفتابگردان ۳۲
روغن بذرکتان (روغن کتان) ۳۳
روغن بادام (روغن مغز بادام) ۳۴
روغن کانولا و شلغم روغنی ۳۴
روغن جوانه گندم ۳۹
روغن پالم (نخل روغنی) و روغن هسته پالم ۳۹
روغن کنجد ۴۲
روغن ذرت ۴۵
روغن بادام زمینی ۴۵
روغن نارگیل ۴۶
روغن گلرنگ ۴۸
خلاصه فصل ۴۹
تست‌های آخر فصل ۵۰
پاسخ تست‌های آخر فصل ۵۲

عنوان **صفحه**

فصل سوم: آماده سازی دانه های روغنی و استخراج روغن

آماده سازی دانه های روغنی برای روغن‌کشی ۵۵
استخراج روغن به طریق مکانیکی ۵۷
انواع دستگاه های استخراج روغن با حلال (اکسترکتور) ۶۰
بازیابی حلال ۶۲
روش های نوین استخراج روغن ۶۳
خلاصه فصل ۶۶
تست‌های آخر فصل ۶۷
پاسخ تست‌های آخر فصل ۶۹

فصل چهارم: تصفیه روغن های خوراکی

صمغ گیری ۷۴
تصفیه قلیایی ۷۷
برخی از روش های تصفیه ۷۹
بی رنگ کردن ۸۲
خلاصه فصل ۹۰
تست‌های آخر فصل ۹۱
پاسخ تست‌های آخر فصل ۹۶

فصل پنجم: بی بو کردن چربی ها و روغن های خوراکی

مقدمه ۹۹
اساس بی بو کردن و تقطیر با بخار ۹۹
مفاهیم تئوری ۱۰۱
افت ها در فرآیند بی بو کردن ۱۰۲
تأثیر متغیرهای عمل ۱۰۳
تصفیه فیزیکی ۱۰۴
خلاصه فصل ۱۰۷
تست‌های آخر فصل ۱۰۸
پاسخ تست‌های آخر فصل ۱۱۰

فصل ششم: فرآیندهای اصلاح روغن های خوراکی

تعریف ۱۱۳
تبلور جزء به جزء ۱۱۳
استخراج فوق بحرانی ۱۱۴
استخراج مایع - مایع ۱۰۷
هیدروژناسیون ۱۱۵
استریفیکاسیون ۱۲۶
خلاصه فصل ۱۲۸
تستهای آخر فصل ۱۲۹
پاسخ تستهای آخر فصل ۱۳۳
منابع و مآخذ ۱۳۵

فصل اول

ترکیبات شیمیایی چربی‌ها و روغن‌های خوراکی

عناوین اصلی

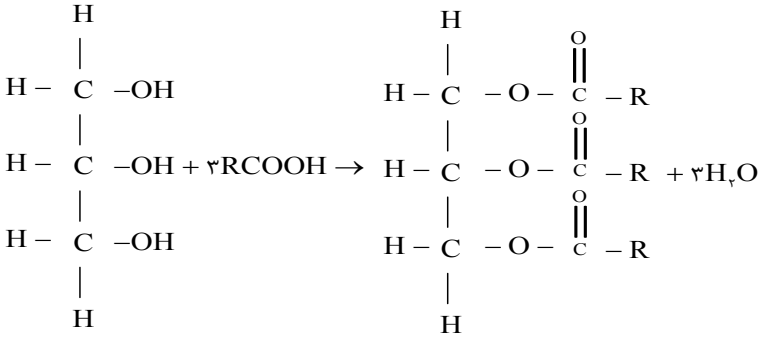
- تری‌گلیسریدها
- اسیدهای چرب
- فسفولیپیدها
- کاروتنوئیدها
- ویتامین‌ها
- آنتی اکسیدان‌ها

فصل اول

ترکیبات شیمیایی چربی ها و روغن های خوراکی

تری گلیسرید ها

تری گلیسریدها ساختار پایه‌ای چربی‌ها و روغن ها می باشد که از سه مولکول اسید چرب با یک مولکول گلیسرول طی واکنش استری شدن بوجود می آیند. تری گلیسریدها طی واکنش هیدرولیز می توانند به گلیسرول و اسید چرب آزاد تجزیه شوند.



📖 **نکته:** عامل اصلی تفاوت چربی ها و روغن ها، ترکیب، نوع اسید چرب تشکیل دهنده و ساختار تری گلیسرید است.

گلیسرول

گلیسرول یا گلیسرین در سال ۱۷۸۳ میلادی توسط دارو ساز و شیمیدان سوئدی بنام شلی هنگامی که بر روی روغن زیتون تحقیقاتی انجام می داد، کشف شد. نام آن از مواد شیرین کننده (لغت یونانی) گرفته شده است. گلیسرول یک الکل سه ظرفیتی است. از سال ۱۹۴۸ میلادی گلیسرول نه تنها از روغن ها و چربی ها تهیه می‌گردد بلکه از پلی پروپیلن هم قابل سنتز است. روش سوم برای تولید گلیسرول، تخمیر ساکارز یا هیدراسیون ساکارز و نشاسته به کمک کاتالیزور نیکل است.

📖 **نکته:** گلیسرول در معرض حرارت بالا از طریق دادن دو مولکول آب به آکرولئین تبدیل می‌شود.

اسیدهای چرب

اسیدهای چرب، اسیدهای آلی هستند که در طبیعت بیش از ۲۰۰ نوع آن شناخته شده است. تفاوت کلی اسیدهای چرب شامل: تعداد کربن های تشکیل دهندهٔ اسید چرب، طول زنجیره کربنی، زنجیره کربنی مستقیم یا انشعابی، محل و آرایش فضایی پیوندها، ایزومر هندسی سیس و ترانس می‌باشد.

اسید های چرب موجود در گلیسریدهای غذا

نمایه	نام معمول	نام سیستماتیک	منابع
۴ :۰	بوتیریک	بوتانوئیک	چربی شیر
۶ :۰	کاپروئیک	هگزانوئیک	چربی شیر
۸ :۰	کاپریلیک	اکتانوئیک	روغن نارگیل
۱۰ :۰	کاپریک	دِکانوئیک	روغن نارگیل
۱۰ :۱n۱	کاپرولئیک	۹- دِسنوئیک	چربی شیر
۱۲ :۰	لوریک	دودِکانوئیک	روغن نارگیل
۱۲ :۱n۳	لورولئیک	۹- دودِسنوئیک	چربی شیر
۱۴ :۰	میریستیک	تترادِکانوئیک	چربی شیر، روغن نارگیل
۱۵ :۰	پنتادسیلیک	پنتادِکانوئیک	-
۱۶ :۰	پالمیتیک	هگزادِکانوئیک	چربی‌ها و روغن‌ها
۱۶ :۱n۷	پالمیتولئیک	۹- هگزادِسنوئیک	چربی‌ها و روغن‌ها
t۱۶ :۱n۷	پالمیت الائیدیک	ترانس هگزا دِسنوئیک	روغن های نباتی هیدروژنه
۱۷ :۰	مارگاریک	هپتادِکانوئیک	باکتری‌ها
۱۸ :۰	استئاریک	اکتادِکانوئیک	چربی‌ها و روغن‌ها
۱۸ :۱n۹	اولئیک	۹- اکتادِسنوئیک	زرده تخم‌مرغ، روغن زیتون
t۱۸ :۱n۹	الائیدیک	۹- اکتادِسنوئیک	روغن های نباتی هیدروژنه
۱۸ :۱n۷	واکسنیک	۱۱- اکتادِنوئیک	چربی گاو
۱۸ :۲n۶	لینولئیک	۹، ۱۲- اکتادِکاری انوئیک	روغن های نباتی
۱۸ :۳n۶	گاما- لینولنیک	۶، ۹، ۱۲- اکتادِکاتری‌انوئیک	روغن نوعی پامچال وحشی
۱۸ :۳n۳	آلفا- لینولنیک	۹، ۱۲، ۱۵- اکتادِکاتری انوئیک	روغن سویا
۲۰ :۰	آراشیدیک	ایکوزانوئیک	پیه خوک
۲۰ :۱n۱۱	گادولئیک	۹- ایکوزانوئیک	روغن ماهی
۲۰ :۱n۹	گاندولئیک	۱۱- ایکوزانوئیک	روغن کلزا
۲۰ :۲n۶	-	۱۱، ۱۴- ایکوزانوئیک	-
۲۰ :۳n۶	دی هموگاما- لینولنیک	۸، ۱۱، ۱۴- ایکوزاتری انوئیک	جگر
۲۰ :۴n۶	آراشیدونیک	۵، ۸، ۱۱،۱۴- ایکوزوتترا‌انوئیک	جگر
۲۰ :۵n۳	EPA	۵، ۸، ۱۱، ۱۴،۱۷- ایکوزاپنتانوئیک	روغن ماهی
۲۲ :۰	بهنیک	دوکوزانوئیک	روغن بادام زمینی
۲۲ :۱n۹	اوروسیک	۱۳- دوکوزانوئیک	روغن کلزا
۲۲ :۴n۶	-	۷،۱۰،۱۳،۱۶-دوکوزاتترا‌انوئیک	جگر
۲۲ :۵n۶	-	۴،۷،۱۰،۱۳،۱۶-دوکوزاپنتا‌انوئیک	جگر
۲۲ :۵n۳	-	۷،۱۰،۱۳،۱۶،۱۹-دوکوزاپنتا‌انوئیک	روغن ماهی
۲۲ :۶n۳	DHA، سرونیک	۴،۷،۱۰،۱۳،۱۶،۱۹ دوکوزاهگزا‌انوئیک	روغن ماهی
۲۴ :۰	لیگنوسریک	تتراکوزانوئیک	-
۲۴ :۱	نرونیک	۱۵-تتراکوزانوئیک	-

۱- اسیدهای چرب اشباع شده

اسید استیک دارای ۲ کربن بوده و در چربی ها یافت نمی شود. اولین اسید چرب اسید بوتیریک است که اولین بار در کره مشاهده گردید. اسیدهای چرب اشباع معمولاً به صورت مولکول‌های فاقد شاخه جانبی هستند.

اسید چرب اشباع تا ۸ کربن در حرارت های معمولی مایع هستند که در چربی شیر یافت می شوند. اسیدهای چرب با بیش از ۱۰ کربن به صورت جامد هستند. اسیدهای چرب کاپریک ($C_{۱۰}$) میرستیک ($C_{۱۴}$) و لوریک (C۱۲) در چربی های نارگیل و روغن هسته نخل وجود دارد.

میزان اسیدهای چرب پالمتیک (C۱۶) و استئاریک (C۱۸) موجود در چربی ها متفاوت می‌باشد. به خصوص روغن پالم (نخل) سرشار از اسید پالمتیک بوده اما بافت چربی حیوانی (پیه) سرشار از اسید استئاریک است.

📖 **نکته:** با افزایش تعداد کربن های اسید چرب، نقطه ذوب، وزن مولکولی و ویسکوزیته افزایش می یابد.

۲- اسیدهای چرب اشباع نشده

اسیدهای چرب اشباع نشده برای اغلب حیوانات و انسان ضروری هستند، زیرا اسیدهای چرب اشباع نشده در بدن سنتز نمی شوند. لذا باید این اسیدهای چرب در جیره غذایی روزانه حیوان و انسان وجود داشته باشند. اسیدهای چرب اشباع نشده موجود در چربی ها و روغن ها بیشتر از گروه (C۱۸) هستند. این اسیدها با پیشوند امگا نشان داده می شوند. مهمترین آن‌ها اسید اولئیک ۱: C۱۸ (امگا ۹) با یک پیوند مضاعف، اسید لینولئیک ۲: C۱۸ (امگا ۶) با دو پیوند مضاعف جزء اسیدهای چرب ضروری هستند، زیرا بدن قادر به سنتز آنها نیست و یا اسیدهای چرب اشباع نشده با ۳ پیوند مضاعف اسید لینولنیک (امگا ۶) توسط گیاهان سنتز می شود و نقش تغذیه ای مهمی را به عنوان یک اسید چرب ضروری به عهده دارد.

اسیدهای چرب ضروری

اسیدهای چرب اشباع نشده در تغذیه انسان نقش ویژه‌ای دارند. چون بعضی از آن ها برای بدن ضروری هستند، مهمترین اسید چرب ضروری، اسید لینولئیک است که به مقدار زیاد در روغن های استخراج شده از دانه های ذرت، لوبیا سویا و آفتابگردان یافت می شود. اسید آراشیدونیک نیز به عنوان یک اسید چرب ضروری است ولی واقعاً چنین نیست چون می تواند در بدن از اسیدلینولئیک ساخته شود.

استخراج روغن از دانه های روغنی با استفاده از حلال اثرات منفی بر روی تری‌گلیسریدهای موجود مخصوصاً اسیدهای چرب اشباع نشده خواهد داشت. به خصوص میزان اسیدهای چرب اشباع نشده در روغن کاهش خواهد یافت. مثلاً در تصفیه روغن های خام سویا و آفتابگردان به خصوص در مرحله بی بو نمودن ۱/۵ تا ۲ درصد از اسید لینولئیک به دی‌مر یا الیگومر تبدیل می شود. بی بو نمودن روغن های خام در برج های تقطیر انجام می شود که حرارت بالا در برج های تقطیر باعث تبدیل اسید لینولئیک به دی‌مر یا الیگومر می گردد. البته مقادیر دی‌مر تشکیل شده بستگی به مدت حرارت و درجه حرارت روغن در مرحله بی بو کردن دارد. همچنین در مرحله بی بو کردن ثابت شده است که اسیدهای چرب اشباع نشده از فرم ایزومری سیس به ترانس تبدیل می شوند. متأسفانه در هنگام بی بو کردن روغن های خام در کارخانه، تصفیه روغن باعث تبدیل بیش از ۴۰٪ از اسید لینولئیک سیس به ترانس می شود. تغییرات ایزومری موجب افزایش نقطه ذوب در روغن‌ها می شود. اگر چنانچه درجه حرارت را کاهش دهیم با افزایش مدت بی بو نمودن میزان لینولئیک اسید تبدیل شده کاهش خواهد یافت.

نکات

۱- اندیس پولنسک، درصد اسید های چرب فرار نامحلول در آب را نشان می‌دهد.
۲- اندیس کرشنر، درصد اسید های چرب فرار محلول در آب را نشان می‌دهد.
۳- برای تشخیص کره حیوانی از مارگارین از اندیس کرشنر استفاده می‌کنند. زیرا در شیر اسید های چرب فرار محلول در آب نظیر اسید بوتیریک به میزان قابل توجهی وجود دارد و روغن های گیاهی حاوی این اسید چرب نمی‌باشند.
۴- اندیس پراکسید، میلی اکی والان اکسیژن موجود در یک کیلوگرم روغن و اندیس صابونی، میلی گرم پتاس مصرفی برای صابونی کردن یک گرم روغن می‌باشد.

موم‌ها

مهمترین مشتقات الکل های سنگین موم ها هستند که در آن ها اسیدهای چرب دارای زنجیره کربنی بلند، با الکل های سنگین استریفیه شده اند. موم ها می‌توانند در برگ گیاهان وجود داشته باشند. این ترکیبات از خشک شدن سطح برگ، ساقه و دانه گیاهان جلوگیری کرده و می توانند از حملات میکروارگانیسم‌ها جلوگیری به عمل آورند. موم ها از لحاظ تغذیه ای اهمیت چندانی ندارند. در اغلب روغن ماهی ها میزان قابل ملاحظه ای موم یافت می شود. موم‌ها در هنگام استخراج روغن از دانه های روغنی وارد روغن خام می شوند و در حرارت بالا به صورت محلول در روغن باقی می مانند. اگر روغن در دمای اتاق نگهداری شود موم ها شروع به کریستالیزاسیون نموده و رنگ روغن تیره خواهد شد.

نکته: بعد از تصفیه روغن های آفتابگردان و پنبه دانه می توان با استفاده از روش زمستانه نمودن موم را از آن ها جدا نمود.

فسفولیپیدها

فسفولیپیدها از مهمترین ترکیبات غذایی بوده که به همراه گلیکولیپیدها و پروتئین ها واحدهای ساختمانی تشکیل دهنده غشاء های سلولی هستند، لذا در کلیه مواد غذایی یافت می شوند. فسفوگلیسریدها به علت خواص فیزیکی و شیمیایی اهمیت بسزایی در تکنولوژی روغن دارند. لیپیدهای مرکب بعد از تری گلیسریدها مهمترین اجزاء لیپیدی بدن را تشکیل می دهند. لیپیدهای مرکب به علت واکنش اسیدی و قلیایی و خاصیت امولسیونی در انتقال اسیدهای چرب و پروتئین ها و در تبادلات یونی نقش بسیار مهم و حیاتی دارند. ساختار شیمیایی یک فسفوگلیسرید عبارت است از یک بنیان اسید آلی که در آن ها یک یا دو گروه اسید چرب اشباع نشده به عنوان مثال بنیان اسید اولئیک وجود دارد. مهمترین فسفولیپیدها (فسفو گلیسریدها) عبارتند از: فسفاتیدیل کولین (لسیتین)، فسفاتیدیل سرین (سفالین)، فسفاتیدیل اینوزیتول و فسفاتیدیل اتانول آمین.

فسفاتیدیل کولین

در ساختمان فسفاتیدیل کولین یا لسیتین، آمینو الکل کولین با اسید فسفریک استریفیه شده است. عموماً اسیدهای چرب اشباع موجود در لسیتین از نوع اسید پالمتیک و یا استئاریک و اسید چرب اشباع نشده، اسید لینولئیک یا آراشیدونیک است. عموماً دانه های روغنی حاوی لسیتین هستند که بعد از استخراج به روغن خام انتقال می یابد. اغلب به علت کاربرد لسیتین در صنایع غذایی آن را از روغن خام جدا می کنند. منابع لسیتین اغلب چربی‌های حیوانی و زرده تخم مرغ هستند. لسیتین در اثر هیدرولیز توسط اسید رقیق به گلیسرول ۳ فسفات، اسیدهای چرب و کولین تجزیه می شود. این فسفوگلیسرید، جزء فسفوگلیسریدهای دو قطبی محسوب می شود. این ترکیبات در pH حدود ۷ فاقد بار الکتریکی مؤثر می باشند. فسفوگلیسریدها توسط آنزیم های فسفو لیپاز نیز هیدرولیز می گردند.

لسیتین در مواد غذایی به صورت محلول در چربی بوده که در بدن انسان متابولیزه می شود. معایب لسیتین این است که در مقابل نور و اکسیژن بسیار حساس و ساختار شیمیایی آن شبیه موم بوده اما نقطه ذوب آن متفاوت است. لسیتین در چربی، اتر و الکل قابل حل بوده اما در استن غیر قابل حل است.

این ترکیب به دلیل وجود فاز هیدروفیل، آب جذب کرده و خاصیت امولسیونی خود را از دست خواهد داد.

سفالین

سفالین در اثر هیدرولیز تولید اسید چرب، گلیسرول، اسید فسفریک و اسید آمینه سرین می نماید. مغز گاو و گوسفند سرشار از سفالین بوده که در انعقاد خون می توانند نقش مؤثری داشته باشند. سفالین همراه با لسیتین در اغلب گیاهان وجود دارد مخصوصاً روغن سویا سرشار از سفالین و لسیتین است. مهمترین لیپیدهای مرکب تحت عنوان فسفاتیدها معرفی شده اند.

فسفاتیدیل اتانول آمین

در ساختمان فسفاتیدیل اتانول آمین، الکل اتانول آمین با اسید فسفریک مولکول اسید فسفاتیدیل استریفیه شده است. این ترکیب در مغز و سلول های عصبی یافت می شود.

فسفاتیدیل اینوزیتول

فسفاتیدیل اینوزیتول، فسفو گلیسریدی است که در آن الکل حلقوی شش کربنه اینوزیتول با اسیدفسفریک استریفیه شده است. این ترکیب فاقد بار الکتریکی است، اما به دلیل وجود تعداد زیادی گروه هیدروکسیل در ساختمان آن کاملاً قطبی است.

استرول ها

استرول ها الکل جامد هستند که با اسیدهای چرب اشباع یا سایر اسیدهای آلی ترکیب می شوند. استرول ها را می توان به انواع جانوری (کلسترول) و گیاهی (ارگوسترول) تقسیم بندی نمود.

کلسترول

این لیپید از طریق رژیم غذایی تأمین می گردد. با وجود این تنها حدود ۲۰ تا ۲۵ درصد کلسترول بدن از غذا تأمین می شود و بقیه آن در بدن سنتز می شود. اگر مقدار آن در رژیم غذایی کاهش یابد بدن با ساختن بیشتر، آن را جبران می کند. در بدن معمولاً بیش از میزان احتیاج کلسترول وجود دارد و یا مقداری از این مازاد، نمک‌های صفراوی را می سازد که به هضم چربی کمک می کند. همین مازاد کلسترول در بدن است که بعضی ها آن را برای بیماری قلبی- عروقی زیان آور می دانند. پیه و خیلی از مواد غذایی دیگر سرشار از کلسترول هستند.

ارگوسترول

میزان ارگوسترول روغن استخراج شده از دانه های روغنی بالا می باشد. میزان ارگوسترول موجود در روغن های گیاهی را می توان با کمک کروماتوگرافی گازی تعیین نمود. اغلب در ساختار کلسترول و ارگوسترول موجود در چربی ها و روغن ها بعد از تصفیه آنها تغییراتی ایجاد می شود. به خصوص در هنگام رنگبری روغن خام، دی استریل اتر در روغن تشکیل می شود. میزان تشکیل این مواد در چربی ها و روغن ها می تواند بیانگر فرایند تصفیه روغن باشد.

استرول ها در طی مراحل خنثی سازی و بی بو کردن روغن در حضور اکسیژن اکسیده می شوند. با استفاده از خاک رنگبر و کربن فعال، رنگ تیره روغن خام قابل جداسازی می باشد. این عمل باعث جداسازی آب از استرول ها شده که موجب تشکیل دی استریل اتر در روغن خواهد شد.

📖 **نکته:** یکی از عوامل مهمی که باعث ایجاد دی استریل اتر می شود، رنگبری کردن روغن خام می باشد. در این مرحله حدود ۱۰-۱ میلی گرم دی استریل اتر در هر کیلوگرم روغن تشکیل می شود.

کارتنوئیدها و کلروفیل

چربی ها و روغن ها حاوی رنگ دانه های طبیعی زیادی هستند. ساختار شیمیایی کارتنوئیدها از زنجیره های کربنی C۴۰ تشکیل شده اند که همراه با چربی ها و روغن ها یافت می شوند. آلفا- کاروتن در روغن پالم به وفور یافت می شود که باعث ایجاد رنگ قرمز در روغن پالم می گردد. کلروفیل در روغن های زیتون، کلزا و سویا وجود دارد. کارتنوئیدها در مقابل حرارت، اکسیژن و نور بسیار حساس هستند. بعضی از کارتنوئیدها پرو ویتامین A هستند.

📖 **نکته:** اگر یک مولکول بتا-کاروتن از وسط زنجیره کربنی تجزیه شود به دو مولکول ویتامین A تبدیل می گردد.

گزانتوفیل

گزانتوفیل یکی از مشتقات دی هیدروکسی- آلفا کاروتن می باشد که در روغن جوانه گندم و جوانه ذرت وجود دارد. زئاگزانتین رنگدانه ذرت می باشد که به روغن جوانه ذرت انتقال می یابد.

بیکسین

رنگدانه قرمز رنگ میوه درخت آناتو، بیکسین می باشد که از این ماده رنگی به عنوان مواد افزودنی در تولید مارگارین استفاده می شود.

ویتامین های محلول در چربی

ویتامین ها ترکیباتی آلی غیر از گلوسید، لیپید و پروتئین هستند که در طبیعت توسط میکروارگانیسم ها، سلول های گیاهی و سلول های برخی از جانداران تکامل یافته ساخته می شوند.

ویتامین A

ویتامین A یا رتینول در سال ۱۹۱۳ توسط کورر شناخته شد. این ویتامین در بدن حیوانات اهلی و آبزیان و به ویژه در روغن کبد ماهی به وفور یافت می شود. روغن های سویا، کلزا و زیتون نیز دارای این ویتامین می‌باشند.

ویتامین E

این ویتامین یا توکوفرول ها از مشتقات توکول هستند. انواع توکوفرول ها بستگی به گروه متیل در ساختار بنزنی دارد. انواع توکوفرول ها شامل آلفا، بتا، گاما و دلتا توکوفرول هستند. کاهش متیل در اتصال حلقه بنزنی ویتامین E باعث کاهش اثر

بیولوژیکی هر یک از انواع توکوفرول‌ها می‌گردد. لذا اثر آنتی اکسیدانی دلتا توکوفرول بیش از گاما، بتا و آلفا توکوفرول است اما اثر بیولوژیکی آلفا توکوفرول بالاتر می باشد.

آلفا- توکوفرول مقاوم به حرارت و تا حدودی مقاوم به اسید و قلیاء می باشد اما در مقابل عوامل اکسید کننده بسیار حساس است. توکوفرول در روغن های تصفیه شده و جامد تا اندازه ای کاهش می یابد که پس از فرآیند به میزان ۱۰ تا ۱۵ درصد خواهد رسید. آلفا توکوفرول در حضور اکسیژن بسهولت اکسیده شده و رادیکال‌هایی تولید می کند که قادرند اکسیداسیون چربی ها را کاتالیز نمایند. لذا افزایش غلظت آلفا توکوفرول از ۰/۰۴ درصد به ۴ درصد نه تنها از اکسیداسیون روغن ها جلوگیری نمی کند، بلکه به عنوان یک پرواکسیدان نیز عمل می نماید. اما گاما و دلتا توکوفرول این ویژگی را نداشته و در غلظت های بالا نیز خاصیت آنتی اکسیدان خود را حفظ می کنند. توکوفرول یک آنتی اکسیدان بوده و می تواند از واکنش اتواکسیداسیون روغن ها جلوگیری نماید. ویتامین E می تواند رادیکال ایجاد شده در واکنش اتواکسیداسیون را جذب نماید و با آن یک کمپلکس P-quinone تشکیل دهد.

توکوترینول

تنها تفاوت توکوترینول ها با توکوفرول ها میزان باندهای دوگانه است. توکوترینول مانند توکوفرول از لحاظ شیمیایی یک آنتی اکسیدان می باشد. چهار نوع توکوترینول آلفا، بتا، گاما و دلتا وجود دارد.

روغن های سرشار از توکوترینول

نوع روغن	میلی گرم توکوترینول در هر کیلوگرم			
	آلفا	بتا	گاما	دلتا
پالم	۱۲۰-۱۵۰	۲۰-۴۰	۲۶۰-۳۰۰	۷۰
جوانه گندم	۲۰-۹۰	۸۰-۱۹۰	-	-

آنتی اکسیدان ها

آنتی اکسیدان ها باعث جذب رادیکال های آزاد حاصل از واکنش اتو اکسیداسیون می شوند که از ادامه واکنش جلوگیری می نمایند. این ویژگی در مورد آنتی اکسیدان هایی که حاوی بنیان حلقوی فنلی هستند بارزتر است. همچنین این ترکیبات می‌توانند رادیکال های پراکسید را جذب کرده و از ادامه واکنش جلوگیری کنند. آنتی اکسیدان ها را می توان به چند گروه تقسیم بندی نمود: توکوفرول، ویتامین A یا رتینول، بتا- کاروتن، ویتامین C یا اسید اسکوربیک، سزامول و گوسیپول.

ویتامین C

از آنجایی که اسید اسکوربیک در روغن ها و چربی ها نا محلول است لذا غالباً از استر پالمیتات آن استفاده می‌شود. اسید اسکوربیک در فاز آبی فقط با غلظت 10^{-3} مول در لیتر به عنوان ماده آنتی اکسیداسیون عمل می‌کند. چنانچه غلظت ویتامین C به خصوص در حضور عناصر سنگینی مانند مس و آهن بیشتر شود باعث تشدید اکسیداسیون خود به خودی خواهد شد.

سزامول

سزامول مهمترین آنتی اکسیدان فنلی روغن کنجد است که میزان آن ۰/۳ تا ۰/۵ درصد می باشد که بر اثر هیدرولیز سزامولین روغن کنجد، سزامول تشکیل می شود.

گوسیپول

مهمترین دانه روغنی دارای گوسیپول پنبه دانه است که حدود ۱ درصد وزنی از این ترکیب دارد. گوسیپول دارای یک ماده سمی برای انسان و دام می باشد، به خصوص که تغذیه گوسیپول باعث نازایی زنان و سرطان می گردد. روغن پنبه دانه سرشار از اسیدهای چرب اشباع نشده می باشد که برای تولید مارگارین حائز اهمیت است. هر ۱۰۰ گرم روغن خام پنبه دانه حاوی ۷۵۰-۱۰۰ میلی گرم گوسیپول است.

📖 **نکته:** برای جداسازی گوسیپول از روغن تخم پنبه از اتر، استون و بوتانول استفاده می‌شود.

نوردی هیدروگوایارتیک اسید (NDGA)

این ماده کریستاله به رنگ سفید مایل به خاکستری می باشد که به طور وسیعی به عنوان آنتی اکسیدان استفاده می شود. NDGA علاوه بر جداسازی از مواد طبیعی به وسیله سنتزهای شیمیایی نیز به دست می‌آید.

خلاصه فصل

چربی‌ها و روغن‌های خوراکی دارای ترکیبات شیمیایی مختلفی می‌باشد که به طور مختصر در زیر توضیح داده می‌شود. تری‌گلیسریدها، ساختار پایه‌ای چربی‌ها و روغن‌ها می‌باشد که از سه مولکول اسید چرب با یک مولکول گلیسرول طی واکنش استری شدن به وجود می‌آیند. گلیسرول یک الکل سه ظرفیتی است که در معرض حرارت یا از طریق دادن دو مولکول آب به آکرولئین تبدیل می‌شود. اسیدهای چرب، اسیدهای آلی هستند و تفاوت کلی آن‌ها شامل هیدروکربن‌های تشکیل دهنده اسید چرب، طول زنجیره کربنی، زنجیره کربنی مستقیم یا انشعابی، محل و آرایش فضایی پیوندها، ایزومر هندسی و ترانس می‌باشد. مهمترین مشتقات الکل‌های سنگین موم‌ها هستند که در آن‌ها اسیدهای چرب دارای زنجیره کربنی بلند، با الکل‌های سنگین استریفیه شده‌اند. فسفولیپیدها نیز از مهمترین ترکیبات غذایی بوده که به همراه گلیکولیپیدها و پروتئین‌ها واحدهای ساختمانی تشکیل دهنده غشاهای سلولی هستند. مهمترین فسفولیپیدها عبارتند از: فسفاتیدیل‌کولین (لسیتین)، فسفاتیدیل‌سرین (سفالین)، فسفاتیدیل اینوزیتول و فسفاتیدیل‌اتانول‌آمین هستند. استرول‌ها الکل جامد هستند که با اسیدهای چرب اشباع یا سایر اسیدهای آلی ترکیب می‌شوند. استرول‌ها را می‌توان به انواع جانوری (کلسترول) و گیاهی (ارگوسترول) تقسیم‌بندی نمود. از دیگر ترکیبات می‌توان به کاروتنوئیدها، و کلروفیل و ویتامین‌های محلول در چربی و آنتی‌اکسیدان‌ها اشاره کرد.

تست‌های آخر فصل

۱- **پلیمریزاسیون روغن ها در درجه حرارت های بالا موجب کاهش کدام یک از اندیس های زیر می شود؟** (کنکور ۷۶)
۱) عدد صابونی ۲) عدد اسیدی ۳) عدد هیدروکسی ۴) عدد یدی

۲- **در روغن ها سرعت اکسیداسیون ..... سریعتر از ..... است.** (کنکور ۷۶)
۱) Linolenic acid – Eleostearic acid ۲) Oleic acid – Elaidic acid
۳) Linolenic acid – Linoleic acid ۴) واکنش های اتواکسیداسیون- فتواکسیداسیون

۳- **قابلیت پهن شدن (spreadability) مارگارین را با چه روشی می توان تعیین کرد؟** (کنکور ۸۴)
۱) از منحنی انجماد ۲) از تعیین اندیس یدی ۳) تعیین نقطه ذوب شفافی ۴) تعیین منحنی دیلاتاسیون

۴- **منشاءکدام یک از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی زیر عمدتاً روغن سبوس برنج (Rice Bran Oil) می باشد؟** (کنکور ۸۵)
۱) Ferulic acid ۲) Sesamol ۳) Tocopherols ۴) Squalene

۵- **با افزایش تعداد کربن در زنجیره اسید چرب، کدامیک از پارامترهای زیر کاهش پیدا می کند؟** (کنکور ۸۶)
۱) دانسیته ۲) ضریب شکست ۳) ویسکوزیته ۴) نقطه ذوب

۶- **بیشترین مقدار squalene مربوط به کدام یک از روغن های زیر می باشد؟** (کنکور ۸۶)
۱) Cotton seed oil ۲) Corn oil ۳) Sunflower oil ۴) olive oil

۷- **کاروتوئیدها در مجاورت چربی خاصیت آنتی اکسیدانی هستند یا پرواکسیدانی؟**
۱) کاروتنوئیدها در مجاورت چربی همیشه نقش آنتی اکسیدانی دارند.
۲) کاروتنوئیدها در مجاورت چربی همیشه نقش پرواکسیدانی را دارند.
۳) کاروتنوئیدها در مجاورت چربی بر حسب نوع آن گاهی آنتی اکسدان و گاهی پرواکسیدان می باشند.
۴) کاروتنوئیدها در مجاورت چربی نقش آنتی‌اکسیدان یا پرواکسیدانی ندارند.

۸- **کدامیک از اسیدهای چرب زیر می تواند سو بسترای لیپوکسیژناز باشند؟**
۱) اولئیک ۲) بوتیریک ۳) پالمیتیک ۴) لینولئیک

۹- **کدامیک آنتی اکسیدان نیست؟**
۱) پروپیل گالات ۲) TBHQ ۳) α – توکوفرول ۴) تیمول

۱۰- **کدام یک از تعاریف زیر، تعریف مواد غیر قابل صابونی شدن در چربی‌ها می‌باشد؟**
۱) دسته ترکیبات آلی غیرقابل حل در حلال‌های آلی
۲) دسته ترکیبات آلی همراه چربی‌ها که در طی صابونی کردن، صابونی می‌شوند.
۳) دسته ترکیبات آلی همراه چربی‌ها که در صابونی کردن چربی‌ها با مواد قلیایی صابونی نمی‌شوند.
۴) دسته ترکیبات آلی غیرقابل حل در آب و مواد قلیایی می‌باشند.

۱۱- ساختمان شیمیایی واکس ها (موم ها) چیست؟

۱) اسید چرب + گلیسرول
۲) اسید چرب زنجیر کوتاه + الکل زنجیر کوتاه
۳) اسید چرب زنجیر طویل و فرد کربنی + الکل زنجیر بلند
۴) اسید چرب زنجیر طویل زوج کربنی + الکل زنجیر بلند

۱۲- اندیس صابونی روغن نشان دهنده ..... در روغن می باشد.

۱) میزان اسیدهای چرب با زنجیر بلند
۲) میزان اسیدهای چرب با زنجیر کوتاه
۳) میزان اسیدهای چرب حلقوی
۴) میزان وزن مولکولی اسید چرب

۱۳- میزان اسیدهای چرب آزاد نشان دهنده چیست؟

۱) شکستن اسیدهای چرب در اثر فعل و انفعالات شیمیایی است.
۲) میزان فعالیت آنزیم لیپاز در روغن است.
۳) میزان اکسیداسیون در روغن می‌باشد.
۴) افزایش چربی می‌باشد.

۱۴- برای شکستن صابون حاصل در مرحله خنثی سازی از اسید ..... استفاده می شود.

۱) فسفریک
۲) فرمیک
۳) سولفوریک
۴) استیک

۱۵- آزمایش کرایس جهت تعیین کدامیک از فاکتورهای زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد؟

۱) آغاز اکسیداسیون اسیدهای چرب روغن
۲) میزان اسیدهای چرب در روغن
۳) وزن مخصوص روغن
۴) میزان اسیدهای چرب حلقوی در روغن

۱۶- اندیس یدی نشان دهنده ..... در روغن می‌باشد.

۱) میزان اسیدهای چرب آزاد
۲) میزان طول زنجیر اسیدهای چرب
۳) میزان باندهای مضاعف موجود در اسیدهای چرب
۴) میزان اسیدهای چرب حلقوی

۱۷- برای تشخیص تقلب در روغن از کدامیک از خصوصیات زیر استفاده می‌شود؟

۱) ضریب شکست نور
۲) عدد یدی
۳) عدد صابونی
۴) هر سه مورد

۱۸- اسید گامالینولنیک در طبقه بندی امگایی اسیدهای چرب، امگا چند است؟

۱) ۳
۲) ۵
۳) ۶
۴) ۹

۱۹- روغن ماهی استحصال شده فاقد کدام ویتامین است؟

۱) ویتامین A
۲) ویتامین D
۳) ویتامین E
۴) ویتامین C

۲۰- $C_{۲۲}$:۱ فرمول شیمیایی کدام اسید است؟

۱) واکسینیک اسید
۲) لیگنوسریک اسید
۳) بهینیک اسید
۴) اروسیک اسید

۲۱- با افزایش تعداد کربن های اسید چرب ..... افزایش می یابد.

۱) انشعابی شدن کربن ۲) وزن مولکولی ۳) بند مضاعف ۴) ایزومریزاسیون

۲۲- کدام عنصر به عنوان تشدید کننده واکنش اکسیداسیون چربی ها و روغن ها موثر هستند؟

۱) اسید فسفریک ۲) آهن ۳) آلومینیوم ۴) اسید سیتریک

۲۳-نقطه ذوب اسیدهای چرب اشباع شده به ..... بستگی دارد.

۱) طول زنجیر ۲) وضعیت فضایی ۳) عمل نسبی پیوند ۴) حرکت پیوند

۲۴- کدام یک، ترکیب آنتی اکسیدان و ویتامین است؟

۱) بیوتین ۲) توکوفرول ۳) ریبوفلاوین ۴) ویتامین D

۲۵- کدامیک از اسیدهای چرب زیر، بالاترین نقطه ذوب را دارد؟

۱) آراشیدیک ۲) آراشیدونیک ۳) الائیدیک ۴) استئاریک

۲۶- پلی مریزاسیون روغن ها در درجه حرارت های بالا موجب کاهش کدامیک از اندیس های زیر می شود؟

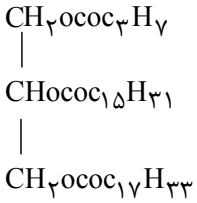
۱) عدد صابونی ۲) عدد اسیدی ۳) عدد هیدروکسی ۴) عدد یدی

۲۷-روش دیلاتومتری برای تعیین ..... به کار می‌رود. (کنکور ۸۳)

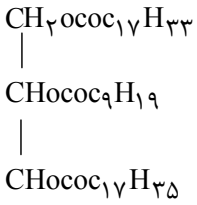
۱) میزان چربی دارای حداکثر نقطه ذوب ۲) میزان چربی دارای حداقل نقطه ذوب

۳) میزان چربی جامد در دماهای معین ۴) کریستال های دارای نقطه ذوب کمتر از $40^{\circ}c$

۲۸-اندیس صابونی و اندیس پولنسک کدام یک از تری گلیسریدهای A و B بیشتر است؟



(A)



(B)

۱) در گلیسرید A اندیس پولنسک بیشتر و در گلیسرید B اندیس صابونی بیشتر است.

۲) در گلیسرید A اندیس صابونی بیشتر و در گلیسریدB اندیس پولنسک بیشتر است.

۳) در گلیسریدهای A و B اندیس صابونی برابرند ولی اندیس پولنسک A بیشتر است.

۴) در گلیسریدهای A و B اندیس پولنسک برابرند ولی اندیس صابونی B بیشتر است.

۲۹- از ترکیبات غیر گلیسیریدی کدام یک در روغن ها نقش آنتی اکسیدان دارد؟ (کنکور ۸۰)

۱) B-Sitosterol ۲) Cycloartenol ۳) Chlorophyll ۴) Ferulic acid

پاسخ تست‌های آخر فصل

۱- گزینه «۴»

۲- گزینه «۱»

۳- گزینه «۴»

۴- گزینه «۱»

۵- گزینه «۱»

۶- گزینه «۴»

۷- گزینه «۱»

۸- گزینه «۲»

۹- گزینه «۴»

۱۰- گزینه «۳»

۱۱- گزینه «۲»

۱۲- گزینه «۱»

۱۳- گزینه «۲»

۱۴- گزینه «۳»

۱۵- گزینه «۱»

۱۶- گزینه «۳»

۱۷- گزینه «۴»

۱۸- گزینه «۳»

۱۹- گزینه «۴»

۲۰- گزینه «۴»

۲۱- گزینه «۲»

۲۲- گزینه «۲»

۲۳- گزینه «۱»

۲۴- گزینه «۲»

۲۵- گزینه «۳»

۲۶- گزینه «۴»

۲۷- گزینه «۳»

۲۸- گزینه «۲»

۲۹- گزینه «۴»