الدهون

تتواجد في الطبيعة وتعرف بانها مجموعة من المركبات غير المتجانسة والتي لا تذوب في الماء لكنها تذوب في المركبات العضوية كالايثر والكلوروفورم وغيرها ويدخل في تركيبها الكاربون والهيدروجين والاوكسجين والبعض منها يحتوي على الفسفور والنتروجين . تكون الدهون الحيوانية صلبة على درجة حرارة الغرفة بينما تكون الدهون النباتيةسائلة ويطلق عليها الزيوت وليس من السهولة بلورة الدهون الحيوانية او النباتية .

تعتبر الدهون احدى مجموعات المركبات العضوية الرئيسية والتي لها قيمة غذائية عالية ، ولا تعتبر الفاكهة والخضروات مصدرا مهما للدهون الا ان معضمها يحتوي على ١-٠.١ % ، الا ان بعضها يحوي نسبة عالية مثال الزيتون (١٩%) وبعض انواع الجوز (٦٤%) كما تعتبر المنتجات الحيوانية كاللحوم والدجاج والحليب ومنتجاته والبيض من المصادر الاساسية للدهون الى جانب الحبوب الزيتية كفول الصويا وبذور القطن والسمسم والفول السوداني .

تصنيف الدهون

١- الدهون البسيطة

عبارة عن استرات للاحماض الدهنية مع الكحلات وتقسم الى:

أ- الدهون والزيوت : عبارة عن استرات الكلسيرول مع الاحماض الدهنية التي تحتوي على مجموعة كاربوكسيلية واحدة.

ب- الشمع : عبارة عن استرات الاحماض الدهنية طويلة السلسلة مع كحولات احادية الهيدروكسيل

٢- الدهون المركبة

عبارة عن دهون بسيطة ترتبط بها جزيئة غير دهنية وتشمل :

أ- الفوسفوليبيدات: عبارة عن استرات يحل فيها حامض الفوسفوريك محل جزيئة واحدة من الاحماض الدهنية ويرتبط بحامض الفوسفوريك قاعدة نتروجينية وتشمل :

١- حامض الفوسفانيديك : عبارة عن كلسيريدات تتكون من جزيئة واحدة من الكلسيرول وجزيئتين من الاحماض الدهنية وجزيئة واحدة من حامض الفوسفوريك.

٢- اللسثين او الفوسفاتديل كولين

٣- السيفالينات : عبارة اما عن فوسفاتديل ايثانول امين او فوسفاتديل سيرين

ب- الكلايكوليبيدات : مركبات تحتوي على الكاربوهيدرات والاحماض الدهنية مثال السفنگوسين.

ج- اللايبوبروتينات : مركبات معقدة تتكون من الليبيدات والبروتينات.

٣-الدهون المشتقة

عبارة عن نواتج تحلل الدهون وتشمل :

أ- الاحماض الدهنية الحرة

ب- الكحولات: تتكون من سلسلة طويلة او حلقية ولا تذوب بالماء مثل الستيرولات وفيتامين A

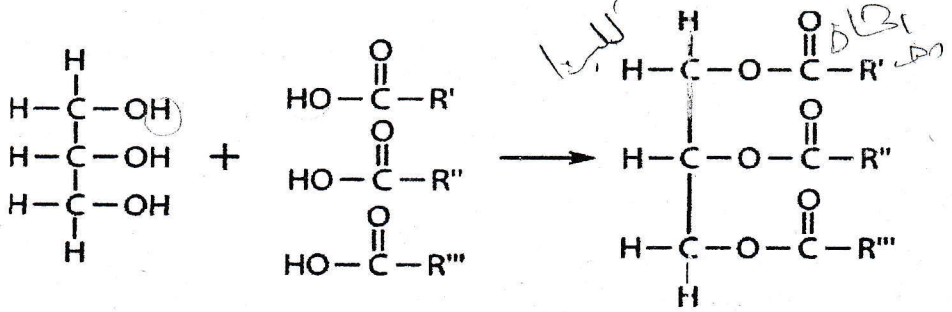
ت- الكاروتينات

ث- الفيتامينات الذائبة في الدهن (A, B,E, K).

وتتكون الدهون الطبيعية غالبا من خليط من المكونات المختلفة ولكنها بصورة عامة تتكون من الكلسيريدات الثلاثية مع اثار من الكلسيريدات الثنائية والاحادية وقد توجد نسبة قليلة جدا من الاحماض الدهنية.

الكلسيريدات الثلاثية

تتكون من جزيئة كلسيرول وثلاث جزيئات من الاحماض الدهنية التي ترتبط مع الكليسيرول بواسطة اواصر استرية

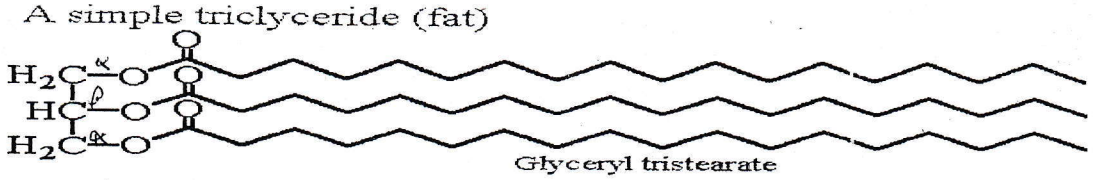


glycerol 3 fatty acids triglyceride (triester of glycerol)

والدهون الموجودة في الطبيعة تكون عبارة عن خليط من الكلسيريدات الثلاثية المختلفة وقد تحوي كل واحدة من الكلسيريدات الثلاثية المختلطة على ثلاثة احماض دهنية مختلفة ويطلق عليها الكلسيريدات الثلاثية المختلطة ، وعادة تسمى الكلسيريدات الثلاثية بالطريقة التالية .

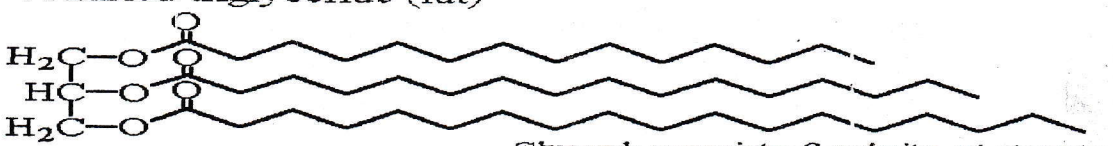
Fats and Oils

A simple triclyceride (fat)



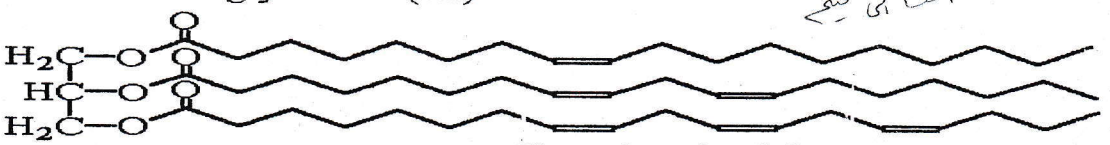
Glyceryl tristearate

A mixed triglyceride (fat)

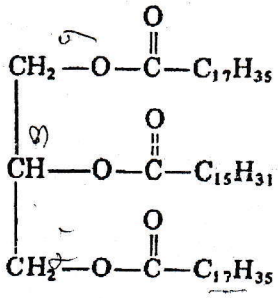


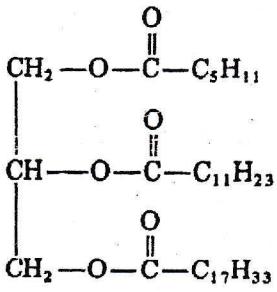
Glyceryl- α-myristo- β-palmito- α'-stearate

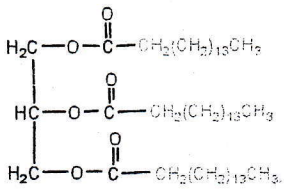
A mixed triglyceride (oil)

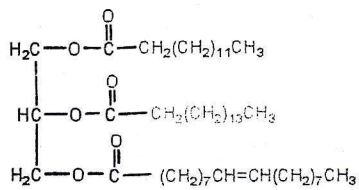


Glyceryl- α-oleo- β-linoleo- α'-linolenate

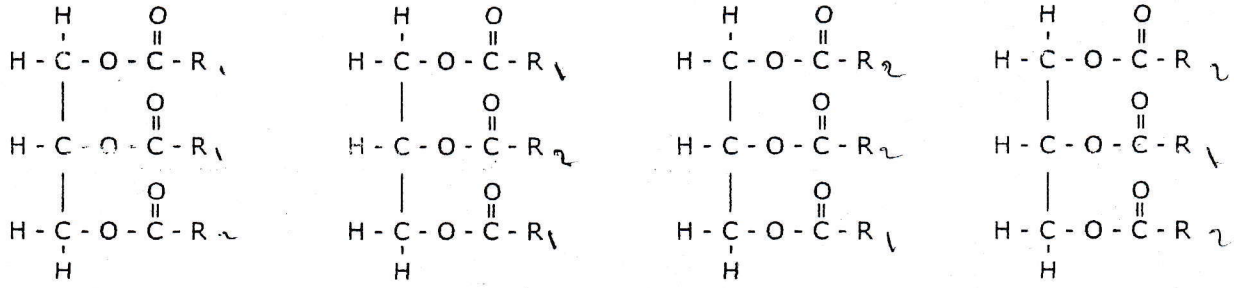

β-Palmityl-α,α'-distearin


α-Caproyl-β-lauryl-α'-olein


Tristearin
a simple triglyceride


a mixed triglyceride

ويرمز لذرات كاربون جزيئة الكلسيرول بالرموز (α, β,α) من الاعلى الى الاسفل ، ومن الجدير بالذكر ان الموقعين (α ، α) لا يختلفان عن بعضهما حيث ان انقلاب الجزيئة لا يغير من هذين الموقعين . وتوجد الكلسيريدات المختلطة على هيئات متشابهة ومتعددة فمثلا الكلسيريد الذي يحوي حامضين دهنيين يمكن ان يكون بالتراكيب الاتية :



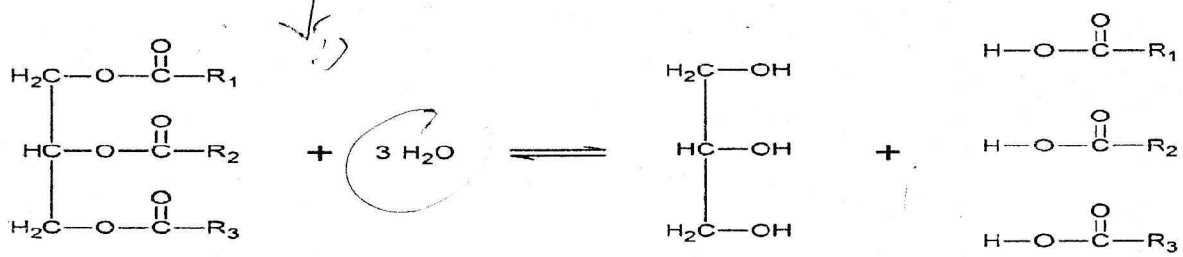
الكلسيريدات الاحادية والثنائية Mono & Diglycerides

تتحلل الكلسيريدات الثلاثية اثناء الخزن جزئيا لتنتج الكلسيريدات الثنائية والاحادية ويعتمد مدى التحلل على :

١) وجود الماء ٢) درجة الحرارة ٣) وجود ايونات الهيدروجين ٤) وجود ايونات الهيدروكسيل

كلسيريد ثلاثي ← كلسيريد ثنائي + حامض دهني ← كلسيريد احادي + حامض دهني

بينما ينتج عن التحلل الكامل للكلسيريدات الثلاثية كلا من الكلسيرول والاحماض الدهنية الحرة .



Triglyceride Water Glycerol Free Fatty Acids

كما تقوم الانزيمات (اللايبيز) الموجودة في الانسجة النباتية والحيوانية بتحليل الكلسيريدات الثلاثية ، وتكون هذه الانزيمات متخصصة نوعا ما في تحليلها للاواصر الاسترية حيث تقوم اولا بتحليل الاواصر الاسترية في الموقع (α او α) اي الاولى او الاخيرة لينتج عن ذلك كلسيريد ثنائي والذي بعدها يتحلل الى كلسيريد احادي ، ولا تتمكن معظم انزيمات اللايبيز من تحليل مجموعة الاسيل الموجودة في الموقع بيتا (β) لذا تتحول الـ β-monoglyceride الى خليط يحوي كلسيريدات احادية متناظرة في الموقع α .

تحضر الكلسيريدات الاحادية والثنائية بواسطة ما يسمى بالاسترة الداخلية (interestrification) للدهون مع الكلسيرول بوجود عامل مساعد ذي طبيعة قاعدية وفي محيط من النتروجين او اي غاز خامل لمنع التاكسد وتسخين الخليط بدرجة حرارة تتراوح بين ٢٠٠-٢٣٥ م لمدة ساعة او ساعتين .

الاحماض الدهنية

تكون معظم الاحماض الدهنية غير مشبعة وتحوي مجموعة كاربوكسيل واحدة وتختلف هذه الاحماض في طول سلسلتها ودرجة التشبع او عدمه وهنالك عدد محدود من الاحماض الدهنية التي تحتوي على مجاميع حلقية او مجاميع هيدروكسيلية او ان تكون متشعبة وبناءا على ذلك تصنف هذه الاحماض .

لاغلب الاحماض الدهنية عدد زوجي من ذرات الكاربون ويتراوح عدد كاربون الاحماض الدهنية المشبعة بين ٤- ٣٠ ذرة والاحماض الدهنية التي يزيد عدد ذراتها عن الـ ٢٠ تكون نادرة نسبيا . يعتبر حامضي البالمتيك والستياريك اكثر الاحماض الدهنية شيوعا في الدهون الحيوانية وتحويان على ١٦ و ١٨ ذرة كاربون على التوالي ، اما الاحماض الدهنية التي تقل فيها عدد ذرات الكاربون عن ١٦ فغالبا توجد في الدهون النباتية وبكميات قليلة في الحيوانية والجدول التالي يبين هذه الاحماض :

مشبعة		
Butyric	Butanoic	CH3(CH2)2 COOH
Caproic	Hexanoic	CH3 (CH2)4 COOH
Caprylic	Octanoic	CH3 (CH2)6 COOH
Capric	Decanoic	CH3 (CH2)8 COOH
Lauric	Dodecanoic	CH3 (CH2)10 COOH
Myristic	Tetradecanoic	CH3 (CH2)12 COOH
Palmitic	Hexadecanoic	CH3 (CH2)14 COOH
Stearic	Octadecanoic	CH3 (CH2)16 COOH
Arachidic	Eicosanoic	CH3 (CH2)18 COOH
غير مشبعة (اصرة مزدوجة واحدة)		
Oleic	Cis-9- octadecanoic	C17 H33 COOH
Elaidic	trans-9- octadecanoic	C17 H33 COOH
غير مشبعة (اصرتين مزدوجة)		
Linoleic	9,12- octadecadienoic	C17H31COOH
غير مشبعة (ثلاث اواصر مزدوجة)		
Linolenic	9,12,15-octadecatrienoic	C17H29COOH

غير مشبعة (اربعة اواصر مزدوجة)

Arachidonic 5,8,11,15-eicosatetraenoic $C_{19}H_{27}COOH$

يختلط حامض البيوتريك بالماء وبكافة النسب وكلما ازداد الوزن الجزيئي للحامض الدهني كلما قلت درجة ذوبانه وتكون الاحماض الدهنية المشبعة التي تحوي ٤-٨ ذرات كاربون سائلة عند درجة حرارة الغرفة اما تلك التي تحوي اكثر من ١٠ ذرات فتكون صلبة ، ويوجد حامض الاوليك بصورة اساسية في الدهون الحيوانية لان خلايا النسجة الحيوانية لا تتمكن من تمثيل الاحماض الدهنية غير المشبعة التي تحتوي على اكثر من اصرة مزدوجة واحدة . بينما يوجد كل من حامض اللينولييك واللينولنيك بصورة رئيسية في الدهون والزيوت النباتية ويطلق عليها بالاحماض الدهنية الاساسية ، اما الاحماض الدهنية متعددة الاواصر المزدوجة كالاراكيدونك فيوجد في زيوت الاسماك .

من الناحية الكيميائية تعتبر الاحماض الدهنية غير المشبعة اكثر فعالية من المشبعة ، حيث يسمح وجود الاواصر المزدوجة باضافة ذرات الهيدروجين بوجود عامل مساعد (بلاتين او نيكل او بلاديوم) لينتج عن ذلك احماض دهنية مشبعة ويطلق على هذه العملية بالهدرجة والتي نتيجتها ترتفع درجة انصهار الدهن . عادة تهدرج الزيوت النباتية وتستعمل بصورة اساسية في عمل الحلويات والمعجنات الاخرى ، اضافة الى ذلك تكون الاحماض الدهنية غير المشبعة عرضة لعملية الاكسدة لوجود الاواصر المزدوجة .

وتكون الاحماض الدهنية غير المشبعة بصيغتين هما Cis و Trans ، كما ان الاحماض الحاوية على اكثر من اصرة مزدوجة توجد بصيغتين هما مقترنة Conjugated وغير مقترنة .

الاحماض الدهنية الحلقية

تم التعرف على العديد من الاحماض الدهنية التي تحتوي على مجاميع حلقية منها :

$CH_3(CH_2)_7C(=CH_2)(CH_2)_7COOH$ Sterculic acid

$CH_3(CH_2)_7C(=CH_2)(CH_2)_6COOH$ Malvalic acid

ويجب ازالة هذين الحامضين من العليقة المعطاة الى الدجاج البياض لانهما يؤديان الى انتاج ما يسمى (pink-white order) في البيض .

الخواص الفيزيائية

تكون الكلسيريدات الثلاثية النقية عديمة اللون والرائحة والطعم ولا تذوب بالماء وان اي لون او رائحة او طعم في الدهون او الزيوت يعود الى مركبات غير الكلسيريدات الثلاثية . وللكلسيريدات الثلاثية المحتوية على نسبة كبيرة من الاحماض الدهنية غير المشبعة درجة انصهار منخفضة لذلك نجد معظم الزيوت النباتية تكون سائلة في درجة حرارة الغرفة .

وتتوافر الدهون او الزيوت وفي معظم الانظمة الغذائية في هيئة طور مشتت ويثبت هذا الطور بوجود طبقة من مادة مستحلبة (emulsifier) مثال البروتينات والفوسفولبيدات والكلسيريدات الاحادية والثنائية.

التحلل

تتحلل الكلسيريدات الثلاثية بسرعة الى احماض دهنية وكلسيرول في المحيط القاعدي وتعرف الاملاح القاعدية للاحماض الدهنية بانها صابون لذلك يقترن اسم الصوبنة (Saponification) بالتحلل المائي للدهون.