كلية العلوم / قسم الكيمياء

محاضرات الكيمياء الحياتية

المحاضرة الثانية

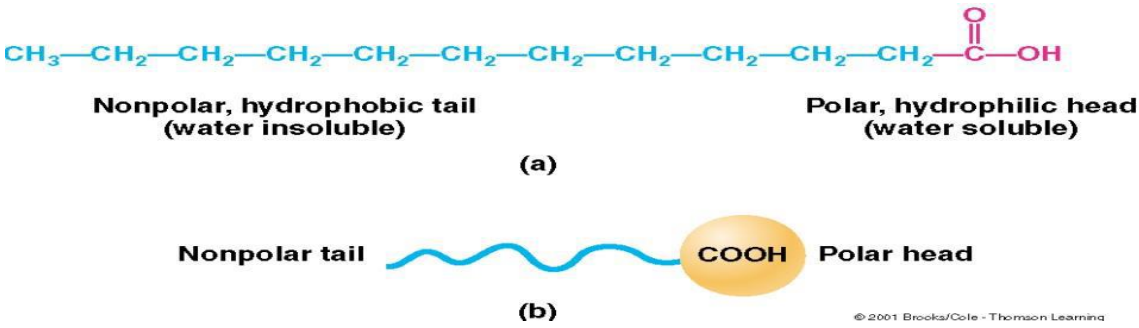
الدهون

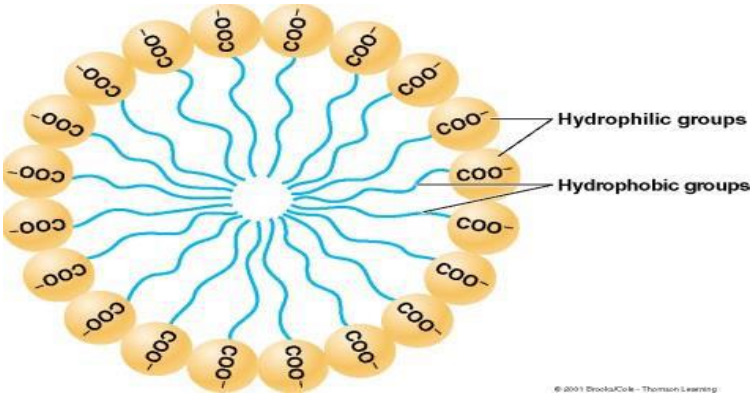
فصل الدهون : المرحلة الثالثة

استاذ المادة : د.شيرين فاروق شاكر

الدهون Lipids

الدهون هي من مركبات الكيمياء الحياتية وهي عبارة عن مركبات عضوية غير متجانسة تمتاز بعدم ذوبانها في الماء وتذوب في المذيبات العضوية الغير قطبية(مذيبات الدهون Fat Solvents) مثل الأسيتون و الأيثر , و CCl_4 والكحول الساخن والكلوروفورم حيث تستخدم هذه المذيبات في استخلاص الدهون من الأنسجة المختلفة . تعتبر الدهون من الجزيئات الحياتية الكبيرة وتنتشر في جميع الكائنات الحية (وهي تشكل قسما مهما من مكونات البروتوبلازم) وتكثر في البذور الزيتية مثل القطن و الكتان و السمسم وكذلك في المصادر الحيوانية مثل الحليب , المخ وصفار البيض . تمتاز الدهون بكونها تحتوي على عناصر C,H,O وأحيانا على عناصر مثل S,N,P ولبعضها اوزان جزيئية عالية , ان مصطلح Lipids وضع من قبل العالم Bloor سنة 1943 كاصطلاح عام للشحوم والزيوت وجميع المواد العائدة له والذي سنطلق عليه الدهون والتي تشكل مايقارب 5% من تركيب الخلية الحية . تمتلك الدهون طرفين قطبي ولا قطبي وتكوين مذيلات عند مزجها مع الماء





وظائف الدهون Lipids Functions

1- تخزن الدهون في الأنسجة كخزين للطاقة عند الحاجة اذ يتم استخدامها بعد نفاذ الكاربوهيدرات المخزونة على شكل كلايكوجين في الجسم وتعطي الدهون طاقة عالية بعد اكسدتها داخل الجسم .

2-تدخل في تركيب الانسجة العصبية بنسبة عالية و تعمل كعازل كهربائي يسمح بنقل الايعازات العصبية عبر الأعصاب.

3-تحيط أعضاء الجسم الداخلي مثل الكليتين والقلب طبقة دهنية تعد وسادة تقي هذه الأعضاء من الصدمات الخارجية .

4-تعد الدهون احدى المكونات الواقية للجدران الخلوية في العديد من البكتريا واوراق النباتات والهيكل الخارجي للحشرات .

5-الدهون مكونات اساسية لأغشية الخلية كالنواة والمايتوكوندريا .

6- تزود الجسم بالأحماض الدهنية الأساسية اذ لهذه الاحماض أهمية كبيرة لحيوية الجسم مثل حامض اللينوليك الذي عند توفره يمكن منه بناء حامض الاراكيدونك الذي يطيل من فترة تخثر الدم ويزيد من تحلل الفايبرين وهذا يسبب في تقليل فرص الإصابة بالجلطات فتقل فترة الإصابة بأمراض تصلب الشرايين .

7-تعمل الدهون بوصفها عازل حراري في الإنسان والحيوان من خلال تكوين طبقة عازلة تحت الجلد فتحافظ على درجة حرارة الجسم من التغيير السريع .

8- تدخل الدهون بوصفها مركبات اولية لبعض الفيتامينات , الهورمونات , وأحماض وأملاح الصفراء.

9- هناك احماض دهنية غير مشبعة لها أهمية كبيرة في الجسم مثال ذلك الحامض الدهني اوميكا الذي يعمل على زيادة HDL (الكوليسترول الجيد) وهذا يقلل من الإصابة بأمراض القلب .

10-تتحد الدهون مع البروتينات لتكوين البروتينات الدهنية التي تشترك اصنافها في نقل الدهون في الدم .

تصنيف الدهون Classification of lipids

تصنف الدهون بشكل عام الى عدة أنواع :

أولا : الدهون البسيطة وتشمل :

- الدهون المتعادلة
- الشمعيات

ثانيا : الدهون المركبة (المقترنة) وتشمل :

- الدهون المفسفرة
- الدهون السكرية
- الدهون الكبريتية
- البروتينات الدهنية . تصنف حسب الكثافة الى : الكيلومايكرونات ، البروتينات الدهنية واطئة الكثافة جدا VLDL ، البروتينات الدهنية متوسطة الكثافة IDL ، البروتينات الدهنية واطئة الكثافة LDL ، البروتينات الدهنية عالية الكثافة HDL .

ثالثا : الدهون المشتقة وتشمل :

- احماض دهنية (مشبعة وغير مشبعة)
- ستيرويدات
- سيترولات
- الديهايدات دهنية
- اجسام كيتون
- التربينات .

وفي مايأتي شرح مبسط عن كل صنف من أصناف الدهون :

اولا : الدهون البسيطة Simple Lipids

وهي استرات Esters لأحماض دهنية مع الكحول التي بدورها تنقسم الى قسمين :

أ- الدهون المتعادلة

ب- الشمعيات

أ- **الدهون المتعادلة**

وتتكون من استرات للأحماض الدهنية مع كحول ثلاثي هو الكليسرول Glycerol اذ تنتج ما يسمى الكلسيريدات Glycerides. وتنقسم هذه الكلسيريدات استنادا الى عدد الاحماض الدهنية المتصلة بالكليسرول الى كلسيريدات أحادية و كلسيريدات ثنائية و كلسيريدات ثلاثية .

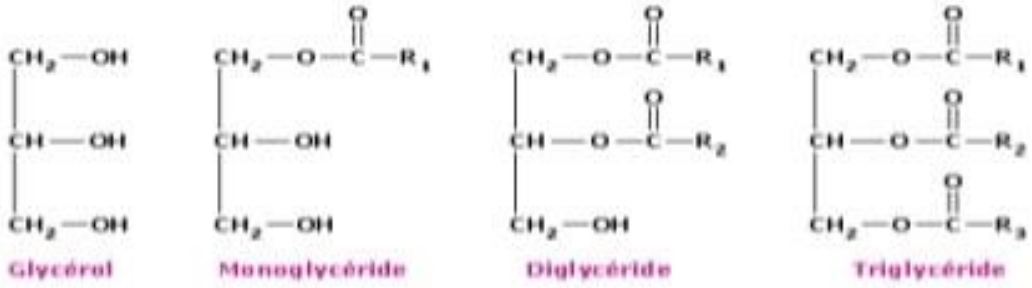


Figure 4 : Glycérides

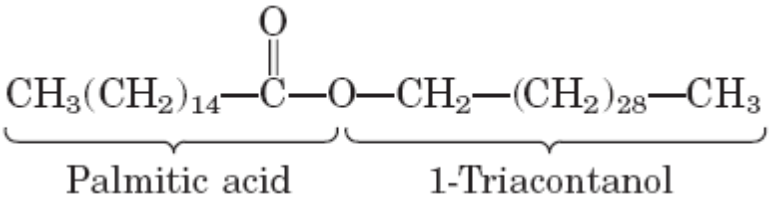
وقد تكون الكلسيريدات متجانسة اذا ارتبطت ثلاث جزيئات من نفس الحامض الدهني بالكلسيرول ويطلق عليها الكلسيريدات البسيطة . اما اذا ارتبط الكلسيرول بأكثر من نوع واحد من الاحماض الدهنية فيسمى بالكلسيريدات المختلطة . الكلسيريدات الثلاثية الموجودة في الطبيعة هي من النوع المختلط ولا تحتوي على نوع واحد من الاحماض الدهنية ، تنتشر الكلسيريدات الثلاثية في دهن جسم الانسان وخاصة الانسجة الدهنية وتحت الجلد وحول الاعضاء مثل القلب والكليتين . ان جزيئة الكلسيريدات الثلاثية ليس لها شحنة كهربائية ولذا سميت بالدهون المتعادلة وتكون اما مادة صلبة او سائلة في درجة حرارة الغرفة . ان خاصية الصلابة وسيولة الدهون تعتمد على طبيعة الاحماض الدهنية المكونة للدهن .

ان معظم الزيوت النباتية تحتوي على احماض دهنية غير مشبعة مثل حامض الاوليك وبهذا تكون هذه الزيوت سائلة في درجة حرارة الغرفة ، اما الكلسيريدات الثلاثية التي تحتوي على أحماض دهنية مشبعة مثل حامض البالمتيك فتكون صلبة في درجة حرارة الغرفة .

تتحلل الكلسيريدات الثلاثية انزيميا بواسطة انزيم اللايبيز Lipase وينتج عنها مزيج من ثلاث جزيئات احماض دهنية وكلسيرول ، وكذلك تتحلل قاعديا لينتج عنها صوابين الحامض الدهني وكلسيرول وتدعى العملية بالصوبنة .

ب – الشموع :

الشموع عبارة عن استرات احماض دهنية مع كحولات ذات اوزان جزئية عالية وهي مكونات الطبقة المغلفة لجسم الحيوانات كالجلد والفرو والريش وتغطي أوراق النباتات الشمعية والثمار وكذلك شمع النحل الذي يتكون من استرات حامض البالمتيك مع كحول طويل السلسلة الهيدروكاربونية ، مثال ذلك تركيب ثلاثي اكونتانول بالمتيت (وهو المكون الرئيسي لشمع النحل)

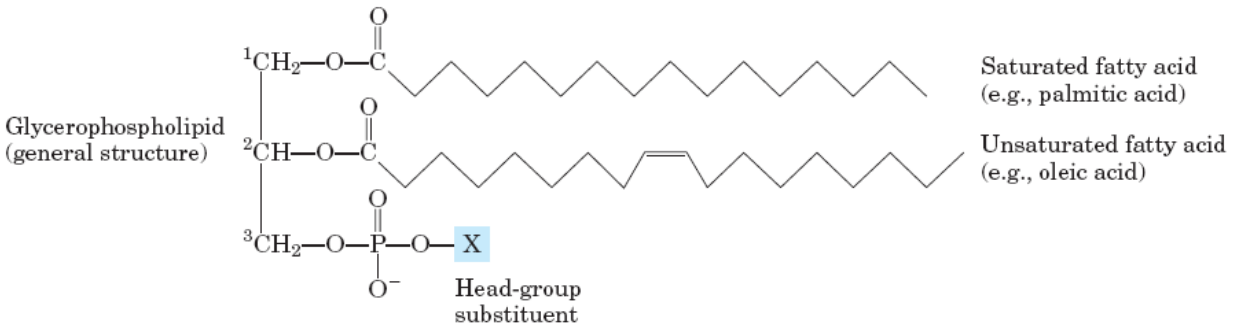


ثانيا : الدهون المعقدة (المقترنة) Complex (Conjugated) lipids

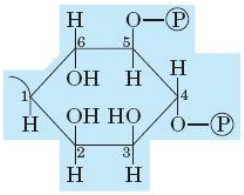
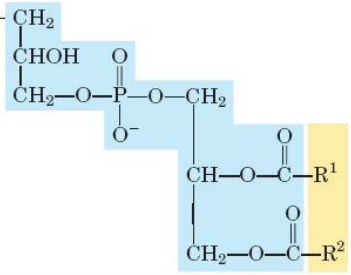
وتتكون هذه الدهون من استرات احماض دهنية مع كحولات ومواد أخرى غير دهنية وتشمل :

أ– الدهون المفسفرة Phospholipids

تتكون من استرات يرتبط فيها حامض الفسفوريك محل جزيئة من الاحماض الدهنية ثم ارتباط قاعدة نيتروجينية والتي تدخل في تراكيب الاغشية وتركيب البروتين الدهني . نلاحظ الشكل العام للدهون المفسفرة



جدول (1-1) : أنواع الدهون المفسفرة المشتقة من كلسيرول فوسفوليبيد

Name of glycerophospholipid	Name of X	Formula of X	Net charge (at pH 7)
Phosphatidic acid	—	—H	−1
Phosphatidylethanolamine	Ethanolamine	$-CH_2-CH_2-\overset{+}{N}H_3$	0
Phosphatidylcholine	Choline	$-CH_2-CH_2-\overset{+}{N}(CH_3)_3$	0
Phosphatidylserine	Serine	$-CH_2-CH(COO^-)-\overset{+}{N}H_3$	−1
Phosphatidylglycerol	Glycerol	$-CH_2-CH(OH)-CH_2-OH$	−1
Phosphatidylinositol 4,5-bisphosphate	*myo*-Inositol 4,5-bisphosphate		−4
Cardiolipin	Phosphatidyl-glycerol		−2

من انواع الدهون المفسفرة : حامض الفوسفاتيديك ، اللسيثينات ، السيفالينات ، الدهون الاسفنجية (السفنكولبيدات) . نوضح منها :

- **اللسيثينات** : او يطلق عليها **فوسفاتيديل كولين Phosphatidyl choline** وهو من اكثر الدهون المفسفرة توفرا في انسجة الحيوان ويتكون من كلسيرول وحامض الفوسفوريك واحماض دهنية وقاعدة نيتروجينية هي الكولين ، لهذا النوع من الدهون المفسفرة دور مهم في ايض الدهون في الكبد ودوره في تركيب الجسم وهو احد مركبات الجهاز العصبي ويوجد في صفار البيض بنسبة عالية .
- **الدهون الاسفنجية (السفنكولبيدات)** : من الامثلة عليها السفنكومايلين اذ تتكون من قاعدة نيتروجينية هي السفينكوسين (وهي عبارة عن كحول اميني ذو سلسلة هيدروكاربونية غير مشبعة وحامض دهني واحد بالاضافة الى حامض الفسفوريك ، اما الاحماض الدهنية فاما تكون مشبعة مثل حامض البالمتيك او الستياريك او الاحماض الدهنية غير المشبعة مثل حامض الاوليك .

ب – الدهون السكرية Glycolipids

وهي مركبات تحتوي على كاربوهيدرات واحماض دهنية ولاتحتوي على حامض الفسفوريك حيث تكون مكونة من سكريات أحادية عادة مثل كلوكوز او كالاكتوز مرتبطة مع حامض دهني وتكون طويلة السلسلة ذات اوزان جزيئية عالية . توجد هذه المركبات في الجهاز العصبي في الدماغ وتشارك في نقل النبضات العصبية وتوجد أيضا في الكبد والكليتين والطحال .

ج – الدهون الكبريتية Sulfolipids

وهي مركبات تحتوي على حامض الكبريتيك والسفنكوسين والكالاكتوز وحامض السيروبرونيك

د – البروتينات الدهنية Lipoproteins

يتم نقل الدهون في الدم على شكل معقدات وذلك عن طريق ارتباطها مع بروتينات ناقلة وهذه المعقدات تدعى بالبروتينات الدهنية والتي تكون على شكل مذيلات كاذبة . وتكون المجاميع المستقطبة لهذه البروتينات هي الدهون المفسفرة والكوليستيرول الحر وتتواجد المجاميع المستقطبة على السطح ، اما البروتينات الدهنية فتحتوي في داخلها على ثلاثي الكلسيريد واسترات الكوليستيرول غير القابلة للذوبان في الماء كما تحتوي البروتينات الدهنية على جزء بروتيني يدعى الابوبروتين .

تم تصنيف البروتينات الدهنية الى أصناف مختلفة بأستخدام تقنيات مختلفة مثل تقنية الهجرة الكهربائية او استخدام جهاز الطرد المركزي فائق السرعة لتصنيفها استنادا الى كثافتها ومحتواها من البروتينات والدهون وهذه الأصناف هي :

١. **الكيلومايكرونات** : وهي اكبر الجزيئات تحتوي على الكلسيريد الثلاثي (80%–99) والتي مصدرها خارج الجسم بعد عملية الهضم وتمتلك اقل كثافة وبذلك فهي تحتوي على نسبة قليلة جدا من البروتين ، تعمل على نقل الكلسيريدات الثلاثية والكوليسترول من الأمعاء الى الانسجة .

٢. **البروتينات الدهنية واطئة الكثافة جدا (VLDL)** : وهي جزيئات متوسطة الحجم وتحتوي على كلسيريدات ثلاثية بشكل أساسي اذ تنقل كميات كبيرة من الكلسيريدات الثلاثية ومصدرها داخلي وتتكون في الكبد من الدهون الداخلية وتنقل الدهون الى الخلايا والانسجة الدهنية . ويمكن حساب كميتها في المصل بأستخدام المعادلة التالية :

$$\textbf{VLDL-Cholesterol} = \frac{\textbf{Triglyceride}}{\textbf{5}}$$

يستخدم الرقم خمسة لكون تركيز VLDL في المصل هو خمس تركيز الكلسيريدات الثلاثية .

٣. **البروتينات الدهنية متوسطة الكثافة (IDL)** : تتكون هذه المركبات اثناء تحول جزيئات البروتين الدهني واطيء الكثافة جدا (VLDL) الى البروتين الدهني واطئة الكثافة (LDL) وتحتوي على 30% كوليستيرول ، هناك كميات قليلة جدا من هذا النوع من البروتينات الدهنية في اجسام الأشخاص الطبيعيين

٤. **البروتينات الدهنية واطئة الكثافة (LDL)** : هي بروتينات غنية بالكوليستيرول اذ تحتوي تقريبا 50% منه وتنتج من البروتينات الدهنية متوسطة الكثافة وذلك بأزالة المزيد من ثلاثي الكلسيريدات والايبوبروتين ، وتتكون في الكبد وتنقل الكوليستيرول من الكبد الى الخلايا والانسجة ولهذا فلها دور في تكوين وتطوير امراض تصلب الشرايين أي انها تزيد من فرصة الإصابة به . ويمكن حساب قيمة LDL في المصل بأستخدام المعادلة التالية :

LDL-Cholesterol = Total Cholesterol – (HDL-Cholesterol + VLDL- Cholesterol)

اذ ان قيمة الكوليستيرول الكلي في المصل هو :

Total Cholesterol = LDL-Cholesterol + HDL-Cholesterol + VLDL-Cholesterol

ان البروتينات الدهنية IDL ، VLDL ، LDL جميعها تشارك في عملية نقل الدهون المتكونة داخل الجسم في الكبد الى الانسجة المختلفة .

٥. **البروتينات الدهنية عالية الكثافة (HDL)** : هي اصغر جزيئات البروتينات الدهنية والأكثر كثافة حيث تحتوي على نسبة عالية من البروتين وتحتوي على كميات من الدهون المفسفرة و الكوليسترول ولكن تحتوي كميات قليلة جدا من الكلسيريدات الثلاثية . وتتكون في الكبد وتنقل الدهون من الخلايا والانسجة الى الكبد اذ يتم تقويضها ولهذا فهي من البروتينات الدهنية المفيدة من ناحية تقليل فرص الاصابة بأمراض تصلب الشرايين . هناك علاقة طردية بين تركيز LDL بالدم وامراض القلب وعلاقة عكسية بين تركيز HDL وامراض القلب . ان النسبة بين LDL الى HDL تسمى بعامل الخطورة Atherogenic index :

$$\textbf{Atherogenic index} = \frac{\textbf{LDL}}{\textbf{HDL}}$$

ان هذه النسبة تعطي مؤشر لحدوث او عدم حدوث الامراض القلبية . فأذا زادت النسبة عن 5 فهذا مؤشر لحدوث المرض أي تحدث زيادة في LDL وتكون الحالة غير طبيعية اما اذا قلت النسبة عن 3 أي زيادة HDL هذا يدل على عدم حدوث المرض والحالة تكون طبيعية .

ثالثا – الدهون المشتقة Derives lipids

ان الدهون المشتقة عبارة عن مركبات مشتقة من المجاميع الدهنية السابقة بعملية التحلل المائي وتشمل احماضا دهنية مشبعة وغير مشبعة وكوليستيرول وستروييدات والكحولات بالإضافة الى الكلسيرول والستيرولات والديهايدات دهنية واجسام كيتون والتربينات .

١-الاحماض الدهنية Fatty Acids

هي مركبات عضوية مكونة من سلسلة هيدروكاربونية مختلفة الطول تنتهي بمجموعة كاربوكسيلية (COOH–) وعادة تتكون من عدد زوجي من ذرات الكاربون تتراوح بين 12–30 ذرة كاربون والتي تكون صلبة في درجة حرارة الغرفة وذات ملمس دهني وغير ذائبة في الماء . توجد الاحماض الدهنية في جميع الكائنات الحية وبأشكال مختلفة . ان السلسلة الطويلة للأحماض الدهنية المشبعة تكون على شكل متعرج (زكزاك) عند درجة حرارة الغرفة ولكن عند ارتفاع درجات الحرارة فبعض الاواصر تستدير مسببة تكوين سلسلة قصيرة . تعطي اغلب الاحماض الدهنية غير المشبعة بالاعتماد على استدارة المجاميع او الذرات حول محور الاصرة المزدوجة ايزومر من نوع **cis** . يدخل عاملان مهمان لتحديد درجة صلابة الدهن او الزيت وهذان العاملان هما طول السلسلة المكونة للحامض الدهني وعدد الاواصر المزدوجة التي يحويها الحامض الدهني (درجة التشبع) فكلما زاد طول السلسلة ازدادت صلابة الدهن في درجة حرارة الغرفة وعند ازدياد عدد الاواصر المزدوجة في سلسلة الحامض الدهني يجعل من الدهن سائلا ويعرف بالزيت وهو سائل في درجة حرارة الغرفة .

تصنيف الأحماض الدهنية :

1–الأحماض الدهنية المشبعة : Saturated fatty acids هي أحماض دهنية تكون فيها جميع ذرات الكاربون– مشبعة بالهيدروجين وتكون صيغتها العامة هي, $CH3(CH2)nCOOH$ وعندما تكون قيمة n محصورة بين 2 و10 فيكون الحامض الدهني من الأحماض الدهنية ذات السلسلة القصيرة وعندما تكون قيمة n أكبر من 11 فيكون الحامض الدهني من الأحماض الدهنية ذات السلسلة الطويلة ومن أهم الأحماض الدهنية المشبعة:

–حامض البوتيريك : Butyric acid و هو حامض يحتوي على أربع ذرات كاربون ويوجد أساسا في الزبدة وصيغته هي. $CH3–CH2–CH2–COOH$

–حامض البالميتيك : Palmatic acid و هو حامض يحتوي على 16 ذرة من الكاربون ويوجد في دهون الخضروات والحيوانات وصيغته هي. $CH3–(CH2)_{14}–COOH$

-**حامض الستياريك : Stearic acid** و هو حامض يحتوي على 18 ذرة من الكاربون ويوجد في الدهون الحيوانية والنباتية وصيغته هي. $CH3-(CH2)_{16}-COOH$

2-أحماض دهنية غير مشبعة :- Unsaturated fatty acids الأحماض الدهنية الغير المشبعة هي أحماض دهنية تحتوي على اواصر ثنائية أو ثلاثية على الأقل بين ذرتي كاربون . وتقسم الى

أ- **أحماض دهنية تحتوي على اصرة غير مشبعة واحدة :** وهي أحماض دهنية تحتوي على اصرة ثنائية واحدة , توجد غالبا- بين الكاربون C9 و C10 صيغتها العامة هي . $C_nH_{2n-1}COOH$ ومن امثلتها-:

-البالميتوليك (Palmatoleic acid زيت النخيل)و صيغته هي:

$$CH3-(CH2)_5-CH=CH-(CH2)_7-COOH$$

-حامض الأولييك Oleic acid وصيغته هي $CH3-(CH2)_7-CH=CH-(CH2)_7-COOH$:

ب أحماض دهنية متعددة الاواصر غير المشبعة : وهي أحماض دهنية تحتوي على اصرتين ثنائيتين على الأقل حيث- تكون الأولى غالبا بين الكاربون C9 و C10 كل الأحماض الدهنية الأساسية تنتمي لهذه الفئة ومن أهم الأحماض الدهنية متعددة الاواصر غير المشبعة:

-حامض اللينولييك (Linoleic acid زيت دوار الشمس)

$$CH3-(CH2)_4-CH=CH-CH2-CH=CH-(CH2)_7-COOH$$

-حامض اللينولينيك (Linolenic زيت فول الصويا)

$$CH3-CH2-CH=CH-CH2-CH=CH-CH2-CH=CH-(CH2)_7-COOH$$

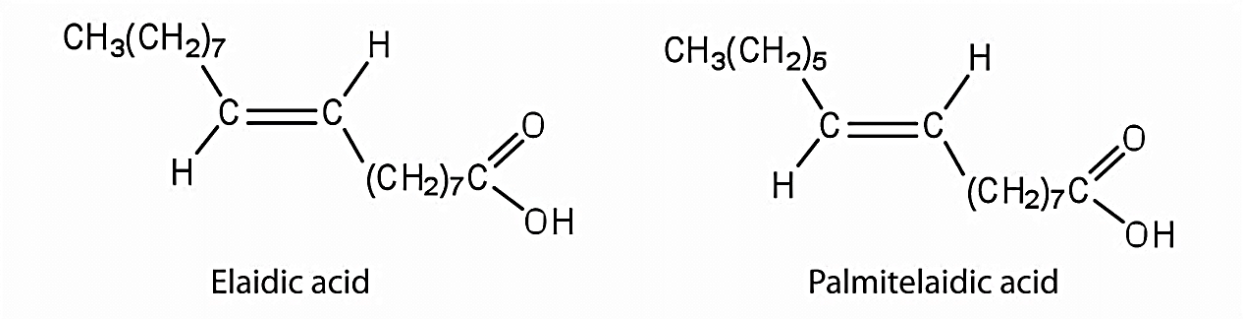
-حامض الأ راكيدونيك (Arachidonic زيت الفول السوداني)

$$CH3-(CH2)_4-CH=CH-CH2-CH=CH-CH2-CH=CH-CH2-CH=CH-(CH2)_3-COOH$$

و هذه الأحماض الدهنية الثلاث تدخل في الصناعة الحيوية للبروستاكلادين . Prostaglandin وافتقاد الجسم لهذه الأحماض يؤدي إلى اضطرابات جلدية واضطراب النمو.

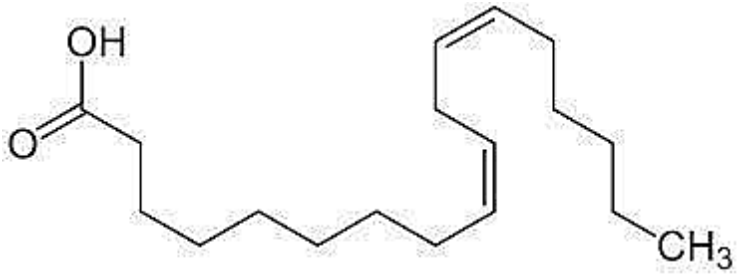
وتقسم الاحماض الدهنية غير المشبعة الى عدة اقسام استنادا الى عدد الاواصر غير المشبعة فيها وكالاتي:

1.الحاوية على زوج واحد من الاواصر المزدوجة مثل حامض البالمتيوليك Palmitoleic والذي يوجد في الكبد.

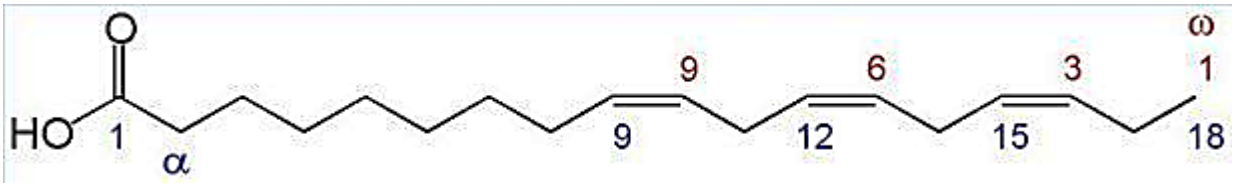


Elaidic acid Palmitelaidic acid

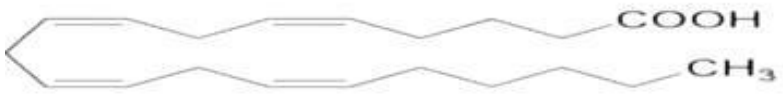
٢- الحاوية على زوجين من الاواصر المزدوجة مثل حامض لينوليك Linoleic ويوجد في بذور الكتان وبذور القطن والذرة.



3.الحاوية على ثلاث ازواج من الاواصر المزدوجة مثل حامض لينولينك Linolenic ويوجد في بذور الكتان وهو الاوميكا3 – ويوجد في المستلمات الضوئية للشبكية.



4.الحاوية على اربعة ازواج من الاواصر المزدوجة مثل حامض الاركيدونيك Arachidonic ويوجد في الكبد والدماغ وصفار البيض.



خواص الاحماض الدهنية :

1–توجد في سلاسل مستقيمة و تحتوي على أعداد زوجية من ذرة الكاربون.

2–ذوبانيتها تعتمد على عدد ذرات الكاربون للحامض الدهني.

–اذا كان الحامض الدهني يحتوي على 2 إلى 6 ذرات كاربون فإنه يذوب في الماء.

–إذا ا زدت عدد ذرات الكاربون في الحامض الدهني عن 6 ذرات فإنه لا يذوب في الماء ولكن يذوب مذيبات العضوية مثل الإيثر.

–أملاح الصوديوم أو البوتاسيوم للأحماض الدهنية(الصابون)تذوب في الماء.

3–درجة الإذابة أو الانصهار:

–الأحماض الدهنية المشبعة تكون صلبة عند درجة حرارة الغرفة.

–الأحماض الدهنية غير المشبعة تكون سائلة على درجة حرارة الغرفة(أي درجة انصهارها أصغر .)وكلما زاد طول السلسلة الكاربونية للحامض الدهني فان درجة غليانه وانصهاره تزداد.

4–التقطير والتبخير

–الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة(من 6 – 2 ذرات كاربون) يمكن أن تقطر أو تتطاير مع البخار(أي متطايرة) ويطلق عليها الحوامض الدهنية الطيارة (Volatile Fatty Acid (VFA ولها رائحة نفاثه قوية مثل حامض الخليك والبيوتريك.

–الأحماض الدهنية طويلة السلسلة لا يحدث لها تقطير مع البخار , اي تقل قابلية الذوبان والتطاير.

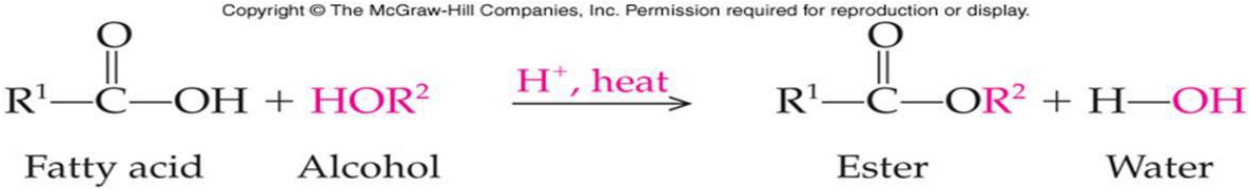
5– يمكنها أن تكون استرات مع الكحول.

6–الهدرجة والهلجنة : وهذه إحدى خصائص الأحماض الدهنية غير المشبعة ,حيث يضاف الهيدروجين أو الهالوجين من خلال الرابطة المزدوجة للحامض الدهني غير المشبع.

التفاعلات الكيميائية للحوامض الدهنية Chemical Reactions of Fatty Acids

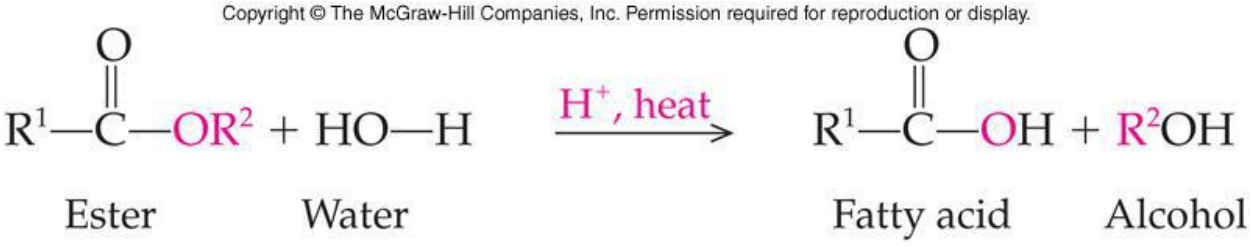
1-الاسترة : Esterification :الاحماض الدهنية تتفاعل مع الكحول لتعطي الاسترات والماء

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



ويتم التحلل الاسترات عكسيا بمحلول حامضي لتعطي احماض دهنية وكحول

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

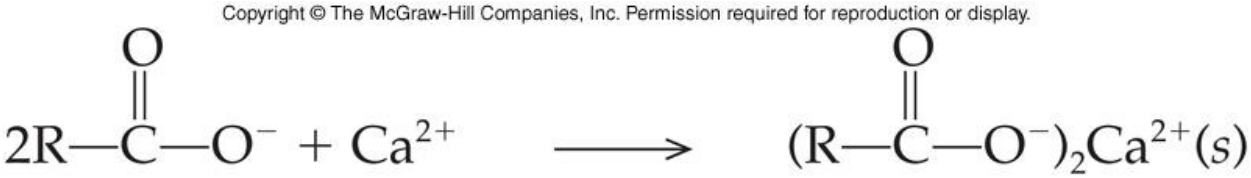


2- الصوبنة : هو تفاعل الاحماض الدهنية او استراتها مع قاعدة لتعطي املاح (الصابون)

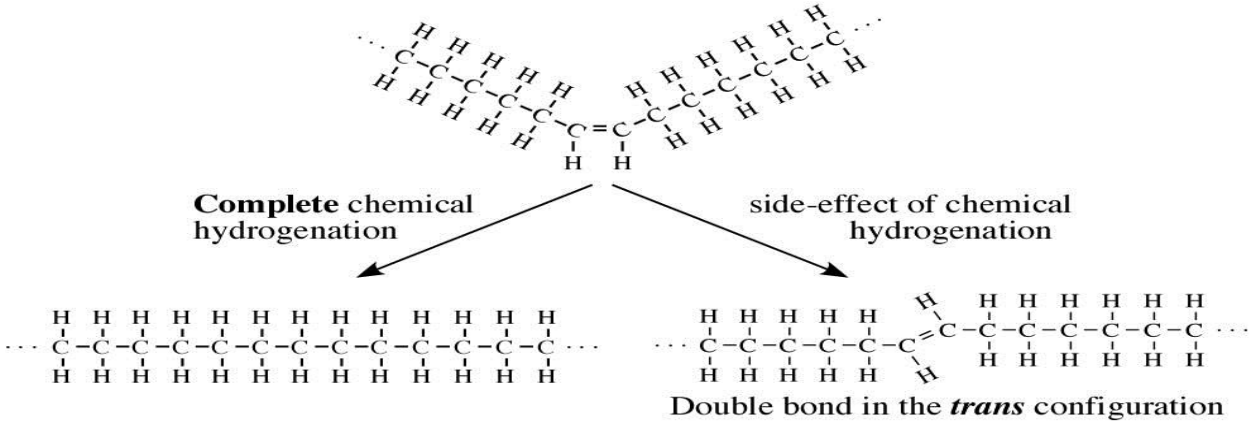
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

عندما يتم استخدام الماء الثقيل (ماء يحتوي على ايونات +Ca2 و +Mg2) مع الصابون فان الايونات الموجبة الموجودة في الماء تعمل على تكوين املاح مع الاحماض الدهنية وتترسب .

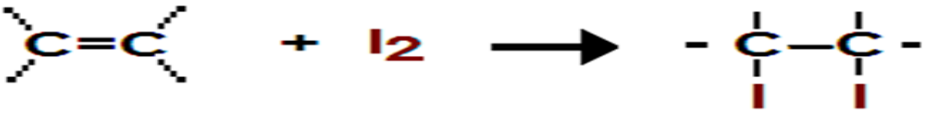
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



٣- **تفاعل الهدرجة :** للأحماض الدهنية الغير مشبعة بوجود الهيدروجين وحراره عالية وتتحول الى احماض مشبعة او احماض غير مشبعة بصيغة ترانس.



٤- **محتوى الايودين :** ان درجة عدم التشبع يتم قياسها بواسطة قياس كمية اليود التي تتفاعل مع الاحماض الدهنية الغير مشبعة . كل مول من الحامض الدهني (الاصرة المزدوجة) يحتاج الى واحد مول من اليود.



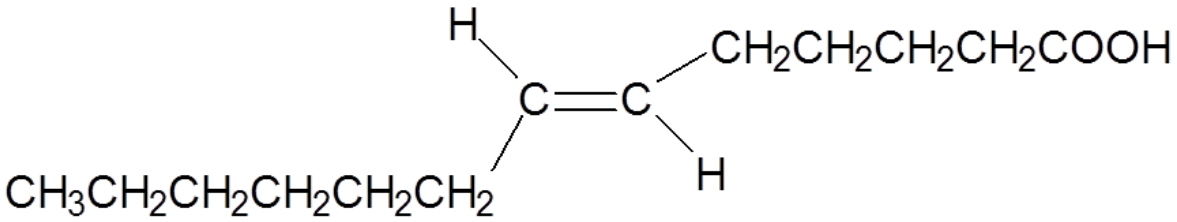
الاحماض الدهنية السس والترانس Cis and Trans Fatty Acids

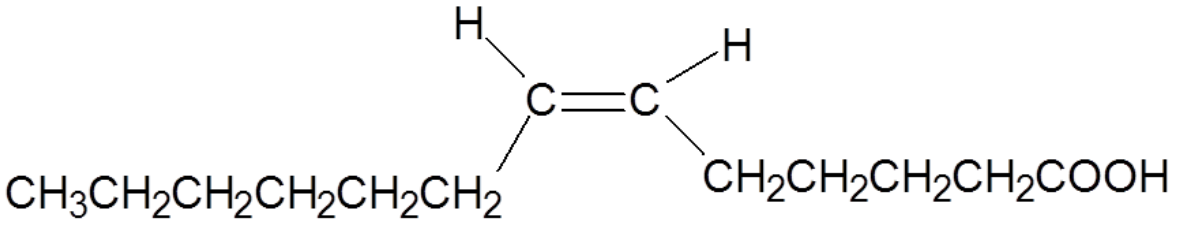
الاحماض الدهنية نوع cis تتواجد في الطبيعة(طبيعيا) ، بينما الترانس trans تحدث خلال عمليات الهدرجة. ان سهولة فساد الزيوت خلال أشهر بعد إنتاجها ,ومعلوم أن فساد ,أو تزنيخ الزيت النباتي الطبيعي يحصل بفعل تعرض هذا الزيت لضوء الشمس ولحرارة الجو وللهواء وبمجموع هذه العوامل تتفاعل الدهون غير المشبعة داخل الزيت النباتي مع غاز الأوكسجين والهيدروجين ,ولذا يظل الزيت النباتي عرضة للفساد كلما طال أمد تخزينه ,وكلما تعرض للضوء أو لحرارة

أجواء المناطق الحارة لذلك تم اختراع طريقة تضمن حفظ الزيوت النباتية مدة أطول ,وهي إخضاع الزيوت النباتية الطازجة والعامرة بالفيتامينات والمعادن والمواد المضادة للأكسدة والدهون غير المشبعة إلى عملية «الهدرجة » و « الحرق» وذلك ابتغاء الحصول على زيت نباتي ذي قدرة عالية على البقاء لسنوات دون فساد ,وعلى مقاومة الظروف البيئية والمناخية . وما يجري خلال عملية «هدرجة الزيوت النباتية » هو التالي : يوضع الزيت الطبيعي في غلايات تطبخه على درجات حراره عالية تتجاوز 400 درجة مئوية ,ثم يضخ فيها غاز الهيدروجين تحت ضغط عال لإجبار الدهون غير المشبعة فيها على التشبع بالغاز ويوضع معدن الألمنيوم أو النيكل كمواد مساعدة على إتمام سرعة هذا التفاعل ,وتستمر العملية نحو ثماني ساعات ،

وبعدها نحصل على زيت كان نباتيا في الأصل وأصبح زيت بلاستيكيا جديدا ,لا علاقة له البتة بما كان من قبل.

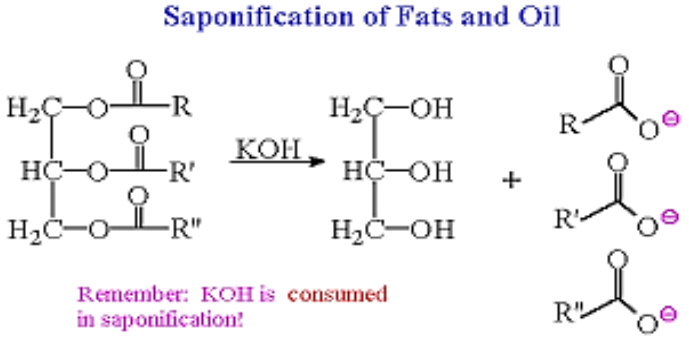
ان عملية الحرق والهدرجة قضت على الفيتامينات والمواد المضادة للأكسدة والدهون غير المشبعة, وقضت أيضا على الكيفية الصحية التي تمتلكها الدهون النباتية الطبيعية غير المشبعة ,في التعامل الصحي مع خلايا الجسم وأنسجته شرابينه.





قيمة التصبنSaponification Value

تستخدم لمعرفة نوعية الشحوم بالنسبة الى احتواءها على الحوامض الدهنية قصيرة السلسلة اوطويلة السلسلة وقيمة التصبن عبارة عن عدد ملغرام من هيدروكسيد البوتاسيوم KOH اللازمة لتصبن غرام واحد من الدهن او الزيت.



كلما كان الحامض الدهني اقصر سلسلة تكون قيمة التصبن اكثر حيث يعتمد ذلك على عدد جذور الكربوكسيل الموجود في غرام واحد من الدهن او الزيت , فمثلا الزبد يحتوي على نسبة عالية من الحوامض الدهنية ذات السلسلة القصيرة(البيوتريك butyric acid و الكابرويك Cupric acid) وله قيمة تصبن 230 – 220 اما الزبد الاصطناعي يدعى مارجرين Margin له قيمة تصبن 180 بسبب احتواءه على حوامض دهنية ذات سلسلة طويلة اكثر مما عليه في الزبد الطبيعي.

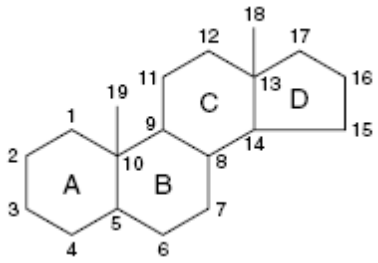
2.التربينات Terpenes

وهي مركبات من مشتقات الدهون التي تتكون من وحدتين او اكثر من وحدات الايزوبرين Isoprene وتشمل مركبات التربينات على زيوت اساسية او على احماض راتنجية و المطاط والاصباغ النباتية مثل الكاروتين Carotene واللايكوبين Lycopene والسكوالين وفيتامينات مثل فيتامين K,E,A ومرافق الانزيم Q (Coenzyme Q) وغيرها .

3- الستيرويدات Steroids

هي مركبات مشتقة من النواة الاساسية المسماة بيرهيدروسايكلوبنتانو فينانثرين والتي هي عبارة عن مجموعة حلقات هيدروكاربونية والتي توجد بشكل حر او متحد بالاحماض الدهنية على شكل استرات وتشمل مركبات مختلفة يمكن تصنيفها الى :

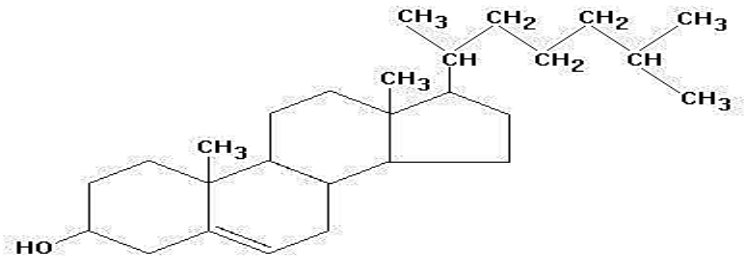
١. الستيرولات مثل الكوليستيرول والاكوستيرول
٢. احماض صفراء
٣. الهرمونات الجنسية الذكرية مثل التوستوستيرون
٤. الهرمونات الجنسية الانثوية مثل البروجوستيرون
٥. فيتامين D
٦. الكلايكوسيدات القلبية
٧. هرمونات الغدة الادرينالية



1. الستيرولات Sterol

ان مركبات الستيرولات عبارة عن ستيرويدات كحولية تحتوي على مجاميع هيدروكسيلية ولاتحتوي على مجموعة كاربونيلة . ومن اهمها الكوليستيرول الذي يتواجد في الحيوانات ولا وجود له في النباتات لان الستيرولات النباتية تتواجد على شكل الاركوستيرول .

يتكون الكوليسترول Cholesterol من نواة مشبعة تسمى فينانثرين مع اصرة مزدوجة بين ذرتي الكاربون 5 و6 وحلقة خماسية مشبعة مرتبطة معها مجموعة جانبية متصلة بذرة كاربون رقم 17 ومجموعتي مثيل متصلتين في موقع 10 و 13 . يذوب الكوليستيرول في الكلوروفورم والاسيتون والايثر لكنه لايذوب في الماء ويوجد في اغلب الدهون الحيوانية وكذلك في الدم والصفراء وخاصة الانسجة العصبية والدماغ وخاصة في الطبقة البيضاء وصفار البيض وغدة فوق الكلية والطحال وغشاء الكريات الحمر ولا يوجد في الزيوت النباتية والشكل التالي يوضح تركيب الكوليسترول .



يرتبط الكوليستيرول في الدم بالاحماض الدهنية طويلة السلسلة وغير المشبعة مكونا استرات الكوليستيرول وينتقل عن طريق البروتينات الدهنية المختلفة خلال الدم في الجسم . يمكن ان يصنع الكوليستيرول في الجسم اذ يتركز تصنيعه بشكل اساسي في الكبد . اضافة لذلك ان مصادر الكوليستيرول يمكن ان تكون خارجية والتي تأتي عن طريق الغذاء وبالتالي يمكن ان تزداد كميته عن الحد الطبيعي بين 150 – 250 ملغم / 100 دم (استنادا الى العمر والجنس) . ان زيادة كمية الكوليستيرول في الجسم عن الحد الطبيعي ممكن ان تسبب العديد من الامراض من ابرزها تصلب الشرايين والجلطة الدموية

للكوليستيرول فوائد عديدة يمكن اجمالها :

١. مكون للعديد من الهرمونات (مثل الهرمونات الجنسية الذكرية والانثوية)
٢. تدخل في تركيب الاغشية البلازمية للخلية
٣. تدخل في تركيب الجهاز العصبي كالدماغ والخلايا العصبية وانسجتها
٤. له دور في نقل الاحماض الدهنية غير المشبعة في الجسم . لذلك فأن الزيوت الحاوية على الاحماض الدهنية غير المشبعة تشارك في تقليل الكوليسترول من خلال مشاركتها في ارتباطها مع الكوليستيرول وهذا يؤدي الى زيادة أيض الكوليسترول بعد نقله من الانسجة المختلفة الى الكبد .

2.الاحماض الصفراء Bile acids

الاحماض الصفراء من المركبات التي تحتوي على نواة الستيرول والموجودة في الصفراء وتتميز السلسلة الجانبية المتصلة بذرة الكاربون 17 احتوائها على خمسة ذرات كاربون مرتبطة بمجاميع الهيدروكسيل في اكثر من موقع وتقوم هذه الاحماض بدور المستحلب للدهون في الامعاء ولها دور مهم في هضم وامتصاص الدهون . تتكون احماض الصفراء في الكبد وتخزن في حويصلة الصفراء ثم تفرز في الاثنى عشر وهناك انواع من هذه الاحماض تتضمن حامض الكوليك Cholic acid ومشتقاته. ان املاح الصفراء لها خواص مستقطبة وغير مستقطبة ولذلك تستطيع التداخل مع الطور المائي لتكون المستحلبات .