

الفصل الثاني

الدهون Lipids

المقدمة:

الدهون هي مركبات عضوية ذات طبيعة دهنية تتكون من ذرات الكربون والهيدروجين والأكسجين والأخريين لا يوجدان بنسبة وجودهم في الماء بل تكون نسبة الهيدروجين إلى الأكسجين كبيرة. والدهون لا تذوب في الماء ولكنها تذوب في المذيبات العضوية مثل الكلورفورم والبنزين والأثير، ولذلك تسمى في بعض الأحيان بمستخلص الأثير Ether Extract. وقد تحتوي على مجموعات متأينة مثل الفوسفات والكولين غير ان الجزء الاكبر من جزيء الدهن يكون غير مستقطب وتكون الوحدات البناء الاساسية غالبا من الاحماض الدهنية، الكليسيرول، السفينجوسين، ومركبات الستيروول. كما يوجد 40-50 نوع من الجزيئات الدهنية في الخلية وتؤلف 5% من المواد العضوية الداخلة في تركيب الخلية. وتوجد الدهون في مواد العلف المختلفة وكذلك في الأنسجة الحيوانية.

أهمية الدهون:

- 1- تشكل مصدر للطاقة اي انها تعطي أكثر من ضعف الطاقة التي تعطيها البروتينات والكاربوهدرات.
- 2- تزود الجسم بالاحماض الامينية الاساسية التي لا يستطيع الجسم تصنيعها والتي تفيد في نمو الطفل وتطوره العقلي.
- 3- تزود الجسم بالفيتامينات الذائبة بالدهون A, D, E, K.
- 4- تشكل مصدر لتزويد الجسم بالفسفور عن طريق الدهون الفوسفاتية.
- 5- وجودها تحت الجلد يشكل عازل للجسم من تأثيرات الطقس كما أنها تحمي الاعضاء الداخلية كالقلب والكلية.
- 6- هامة لانتاج فيتامين (د) واملاح الصفراء وحليب الام.

الاحماض الدهنية:

تعتبر الاحماض الدهنية من مشتقات الدهون لانها تدخل في تكوين الانواع المختلفة للدهون ، كما تحتوي جزيئات الاحماض الدهنية الموجودة في الطبيعة على عدد زوجي من ذرات الكربون وهي عادة احماض كاربوكسيلية ذات سلاسل هيدروكاربونية مستقيمة مشبعة وغير مشبعة، وتقسم الى صنفين هما:

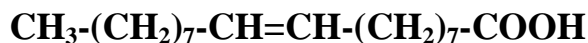
1- الاحماض الدهنية المشبعة:

وهي من المكونات المميزة للدهون الصلبة والتي لا تحتوي في تركيبها على اصرة مزدوجة مثل

حامض بالميتيك وكما موضح تركيبه الكيميائي التالي: $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{14}-\text{COOH}$

2- الاحماض الدهنية غير المشبعة:

وهي من المكونات المميزة للدهون السائلة والتي تحتوي في تركيبها على اصرة مزدوجة مثل حامض اوليك وكما موضح تركيبه الكيميائي التالي:



تصنيف الدهون:

تصنف الدهون اعتمادا على تركيبها الكيميائي الى:

1- الدهون المتعادلة Neutral Lipids

وهي مركبات استر لكليسيروول واحماض دهنية وتدعى ايضا بمركبات ثلاثي اساييل كليسيروول او ثلاثي كليسيريد وذلك عندما تكون مجاميع الهيدروكسيل الثلاثة في الكليسيروول متأسطرة مع ثلاثة احماض دهنية من نفس الحامض الدهني حيث اذا كانت الاحماض الدهنية من نوع حمض الستيريك فان الدهن يدعى بثلاثي الستيرين اما من نوع حمض البالمتيك فيدعى بثلاثي بالميتين، وتمتلك الدهون المتعادلة الصيغة العامة التالية:

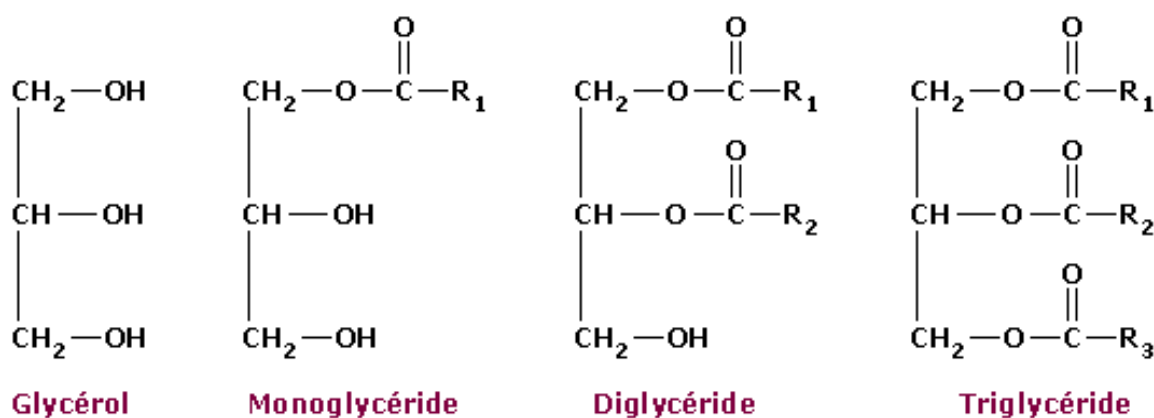


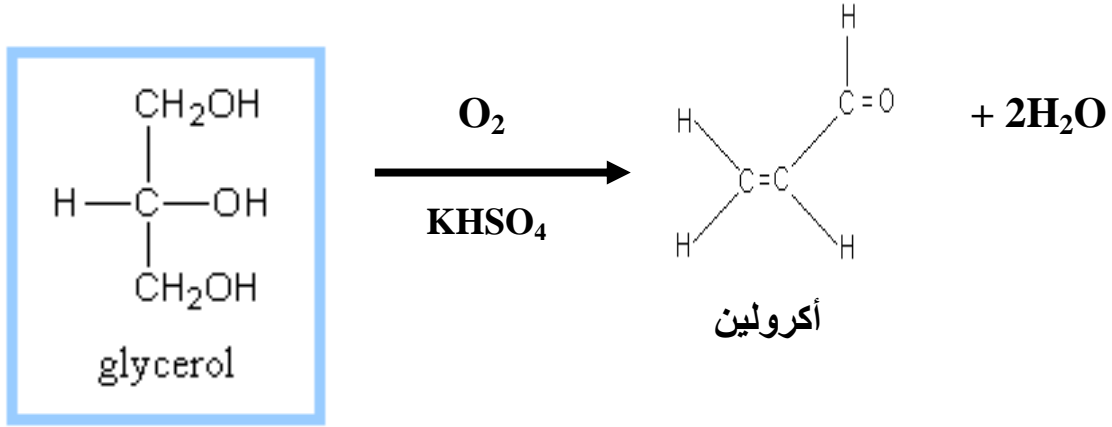
Figure 4 : Glycérides

توجد الدهون المتعادلة في الشحوم والزيوت المخزونة في داخل الحيوان والانسجة الدهنية والنبات، حيث تكون الشحوم صلبة في درجة حرارة الغرفة بسبب احتوائها على نسبة عالية من الاحماض الدهنية المشبعة بينما تكون الزيوت سائلة بدرجة حرارة الغرفة بسبب احتوائها على نسبة عالية من الاحماض الدهنية غير المشبعة.

التفاعلات المهمة للدهون المتعادلة:

1- كشف أكرولين:

يتفاعل الدهن المتعادل بسبب احتوائه على الكليسيرول مع KHSO_4 ليعطي المركب أكرولين الذي له رائحة مميزة وغالبا ما يستعمل هذا التفاعل للكشف عن هذا النوع من الدهون وكما موضح في المعادلة التالية:



2- الحمث او الزنخ (الاكسدة الفوقية للدهون) Peroxidation:

ويقصد بها التاكسد التلقائي الذاتي وهو تفاعل متواصل ينتج الجذور الحرة OH ; ROO . ; RO . خلال تكون البيروكسيدات من الاحماض الدهنية غير المشبعة وهذه الجذور تحت بدورها عملية الاكسدة الفوقية للدهون حيث تنشأ بوجود الاوكسجين عندما يتعرض الدهن للهواء وفي درجة حرارة الغرفة مما يؤدي الى تكون طعم ورائحة غير مقبولة للدهن والذي يسبب التهابات مختلفة والشيوخوخة ومرض السرطان. وهناك طريقتان مختلفتان تفسر عملية حدوث الاكسدة الفوقية للدهون هما:

1- طريقة التحلل:

تتحلل الدهون نتيجة عمل انزيمات او كائنات مجهرية لنتج احماض دهنية ذات سلاسل هيدروكربونية قصيرة مثل حامض البيوتريك والتي لها رائحة كريهة كما هو الحال في حمث الزبدة.

2- طريقة الاكسدة:

تتأكسد الاحماض الدهنية غير المشبعة الموجودة في الدهون للتحويل الاواصر المزدوجة الى بيروكسيد وبالتالي الى مركبات الديهايد او كيتون او احماض طيارة لها روائح كريهة ويساعد وجود الحرارة

والضوء وكذلك الرطوبة على التعجيل من عملية الاكسدة الفوقية للدهون.

طرق منع الاكسدة الفوقية للدهون:

تضاف مواد طبيعية مثل:

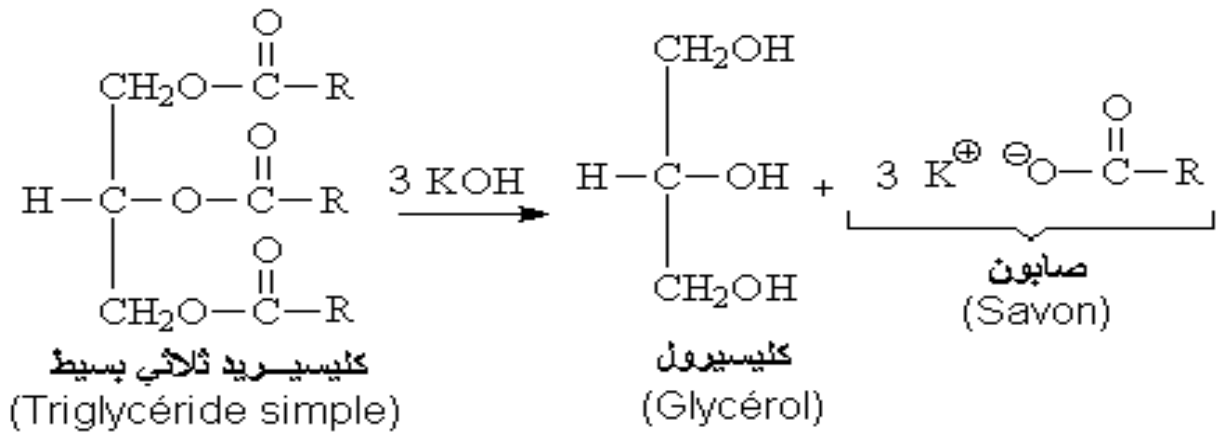
1- فيتامين E: لمنع حدوث الاكسدة الفوقية للدهون حيث يعمل في واساط دهنية وهو يحمي الاغشية الخلوية خاصة.

2- فيتامين C: ويعمل في الوسط المائي وهو يخمد الجذور الحرة المتكونة من الاكسدة.

3- يوريت احادي الصوديوم: يعتبر من المواد الطبيعية المضادة للاكسدة حيث يقتنص الجذور الحرة المتولدة من تاكسد الدهون.

3- التصبن Saponification:

تتحلل الدهون بواسطة القواعد الى املاح الحامض الدهني وكليسيرول وتدعى هذه الاملاح بالصابون حيث ان املاح الحامض الدهني لها صفات الدهون المستقطبة لانها تكون تجمعات في الماء تسمى المذيلات. وكما موضح في المخطط التالي:



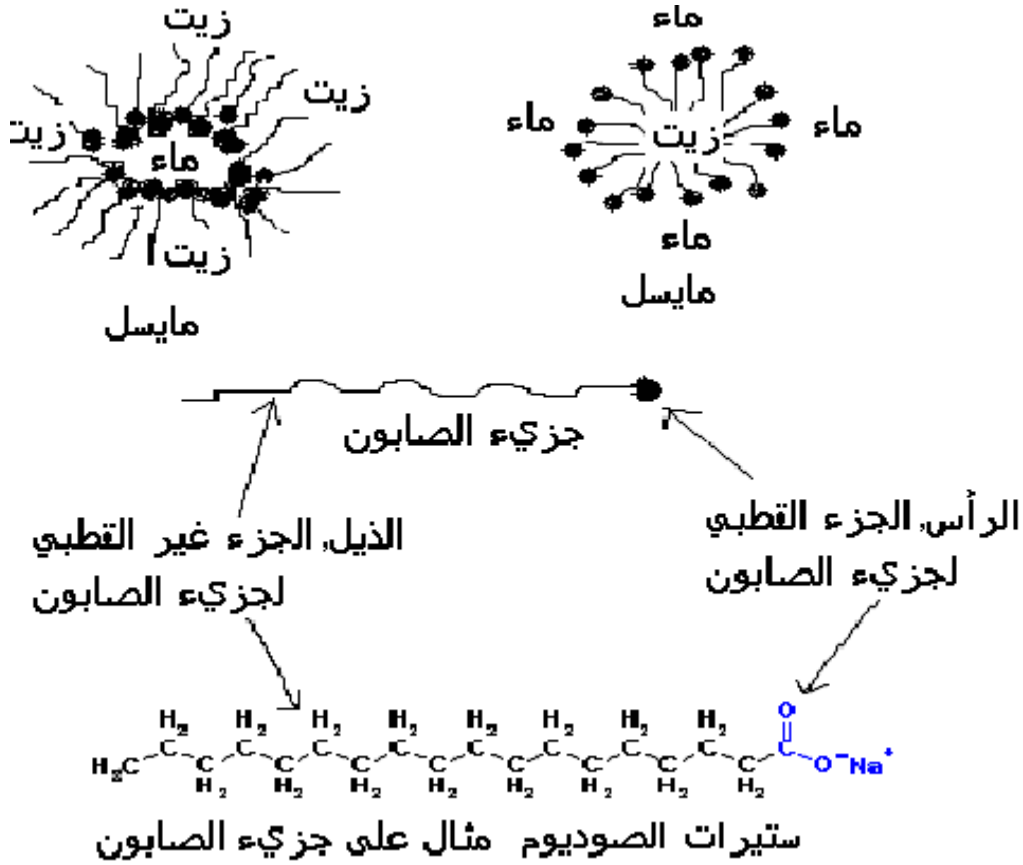
تفاعل تصبن كليسيريدي ثلاثي بسيط ب KOH

R\u00e9action de saponification d'un triglyc\u00e9ride simple par KOH

حيث يستفاد من عدد التصبن (ويقصد به عدد ملغرامات هيدروكسيد البوتاسيوم التي تستلزم لتصبن واحد غرام من الدهن) في ايجاد التقدير النوعي والكمي لحامض دهني معين وتستخدم الان تقنيات كروماتوغرافيا الغاز-السائل وكروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة للاغراض التحليلية لانواع الدهون كافة.

المذيلات Micelles:

وهي عبارة عن دقائق بحجم الدقائق الغروية تكون فيها المجاميع المستقطبة للجزيئات متجهة الى السطح الخارجي في حين تكون السلاسل الهيدروكاربونية الغير مستقطبة متجهة نحو الداخل حيث تكون في حالة توازن مع الجزيئات الحرة المستقطبة وتكون متباعدة عن بعض بسبب تنافر الشحنات السالبة الموجودة على سطح المذيلات وكما موضح في المخطط التالي:

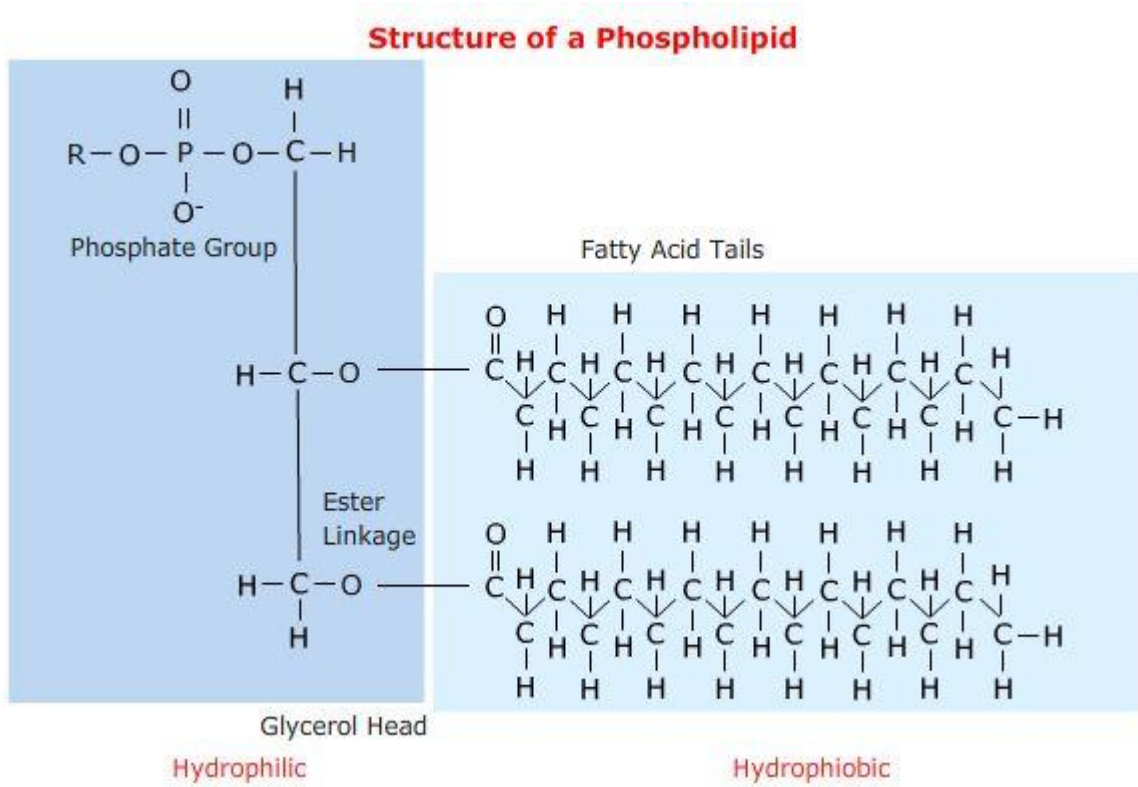


في الانسان

تتحلل الدهون المتعادلة الى كليسيرول واحماض دهنية حرة بفعل انزيمات Lipase وفي حالة التهاب البنكرياس فان هذا الانزيم المتحرر من البنكرياس الى مجرى الدم يحلل الكليسيريدات الثلاثية الى احماض دهنية حرة وهذه تقترن بايونات الكالسيوم فتتشأ املاح الكالسيوم للاحماض الدهنية وتكون عديمة الذوبان وليس بالامكان امتصاصها.

2- الدهون الفوسفاتية (الكليسيريدات الفوسفاتية):

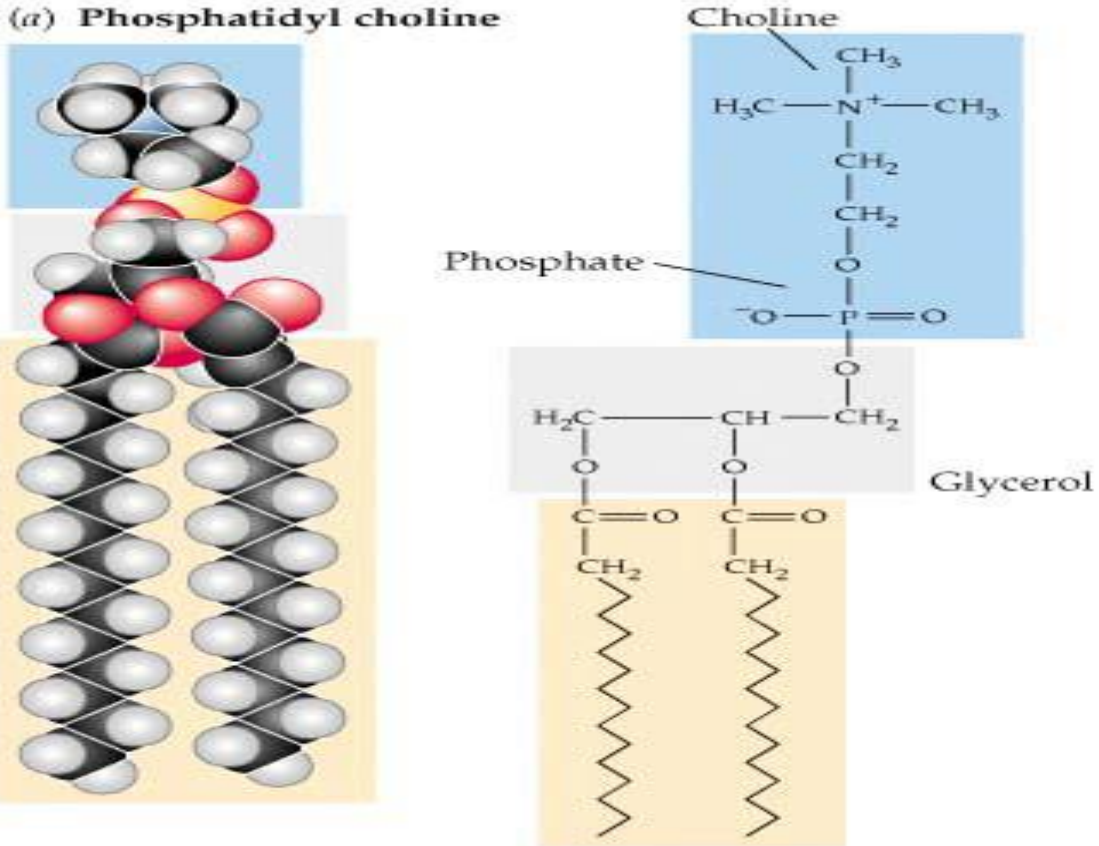
وهي مركبات استر فوسفات لكليسيريدات ثنائية، ويعد المركب كليسيرول -3- فوسفات الوحدة التركيبية الأساسية للكليسيريدات المفسفرة، حيث تتأثر جزيئات من الحامض الدهني مع كليسيرول -3- فوسفات لتنتج احماض فوسفاتيديّة والتي هي مركبات وسطية في تكوين ثلاثي الكليسيرول وفي تكوين كليسيريدات فوسفاتية اخرى كما ان الدهون الفوسفاتية عموما لا تذوب في المحاليل المائية، وكما موضح تركيبها التالي:



ومن الامثلة على الدهون الفوسفاتية:

1- مركبات فوسفاتيديل كولين (الليسيثين):

عند تاستر الكولين او ثلاثي مثيل ايثانول امين مع طرف حامض الفوسفوريك للحامض فوسفاتيديلك تنتج مركبات فوسفاتيديل كولين المسماة بالليسيثين والموضح تركيبها الكيميائي في الشكل التالي:



© 2001 Sinauer Associates, Inc.

حيث تلعب دورا اساسيا في:

1- تقليل التوتر السطحي لخلايا الحويصلات الهوائية في الرئة فهي تعمل كطبقة سطحية وبدونها

يحدث ضيق في عملية التنفس.

2- تكون مكونات للدماغ والانسجة العصبية وتوجد في مح البيض.

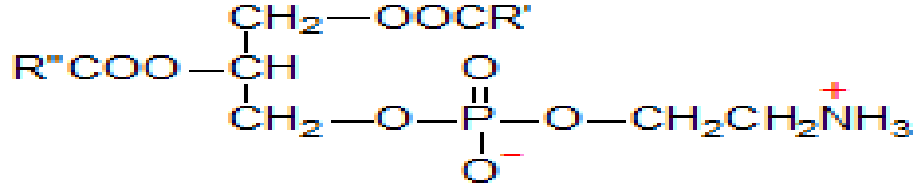
3- تعد مكونات اساسية لمادة البروتوبلازم لجميع خلايا الجسم

4- يعد الفوسفاتيديل كولين مركبا " لخزن الكولين في الدماغ.

* يموت الانسان عند تعرضه للدغة الافاعي والحشرات السامة، لماذا؟

2- مركبات فوسفاتيديل ايثانول امين (السيفالين):

توجد في انسجة الدماغ وممتزجة مع مركبات فوسفاتيديل سييرين وتشارك في عملية تخثر الدم وتمتلك التركيب الكيميائي التالي:

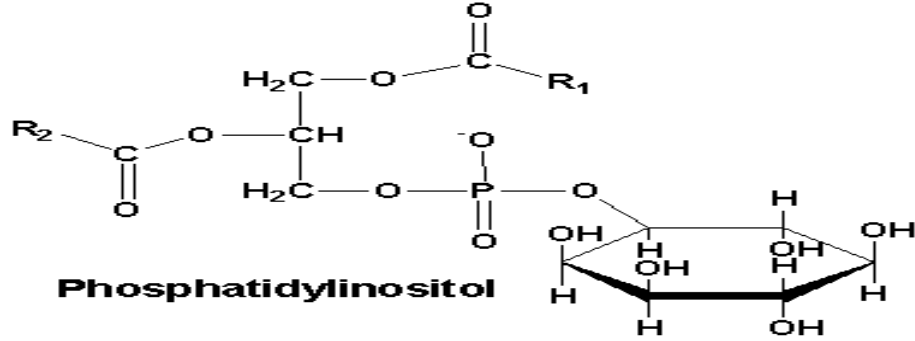


phosphatidylethanolamine

* تعمل مركبات السيفالين على تثبيت الدهون مع مجموعات البروتين والكاربوهيدرات المستقطبة في الاغشية الخلوية، لماذا؟

3- فوسفاتيديل اينوسيتول:

يعد المركب فوسفاتيديل اينوسيتول ثلاثي الفوسفات مركبا " اوليا" لتوليد المركب اينوسيتول ثلاثي الفوسفات والمركب ثنائي اساييل كليسيرول وهما من الرسل الكيمياوية الثانية التي تتوسط عمل الهرمونات، ويمتلك التركيب الكيميائي التالي:



* تمتاز الدهون الفوسفاتية بامتلاكها خاصية قطبية-لاقطبية المزدوجة، لماذا؟

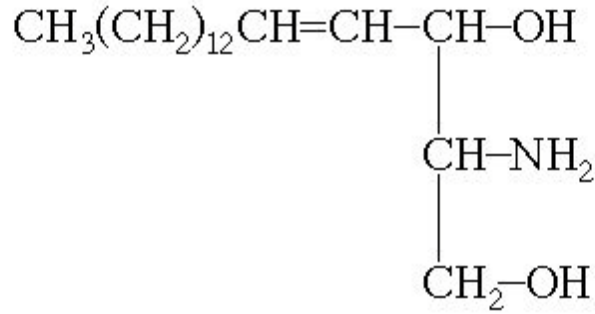
* تتداخل الدهون الفوسفاتية مع المحاليل المائية مكونة المذيلات، لماذا؟

3-الدهون الاسفنجية:

سميت بهذا الاسم لاحتواء جميع الدهون على المركب سفنجوسين او احد مشتقاته، حيث يعد المركب سفنجوسين (4- سفنجوسين) كحول غير مشبع مرتبط بالمركب ايثانول امين وتحتوي ايضا على الحامض الدهني ويوضح الشكل التالي التركيب الكيميائي للسفنجوسين:

Sphingolipids

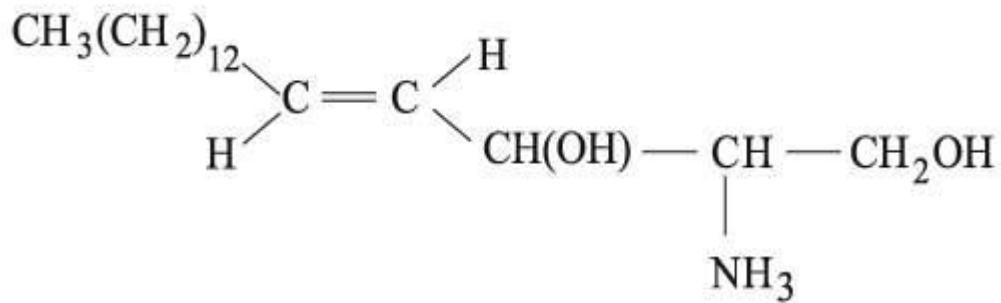
Sphingosine



ومن الامثلة على الدهون الاسفنجية:

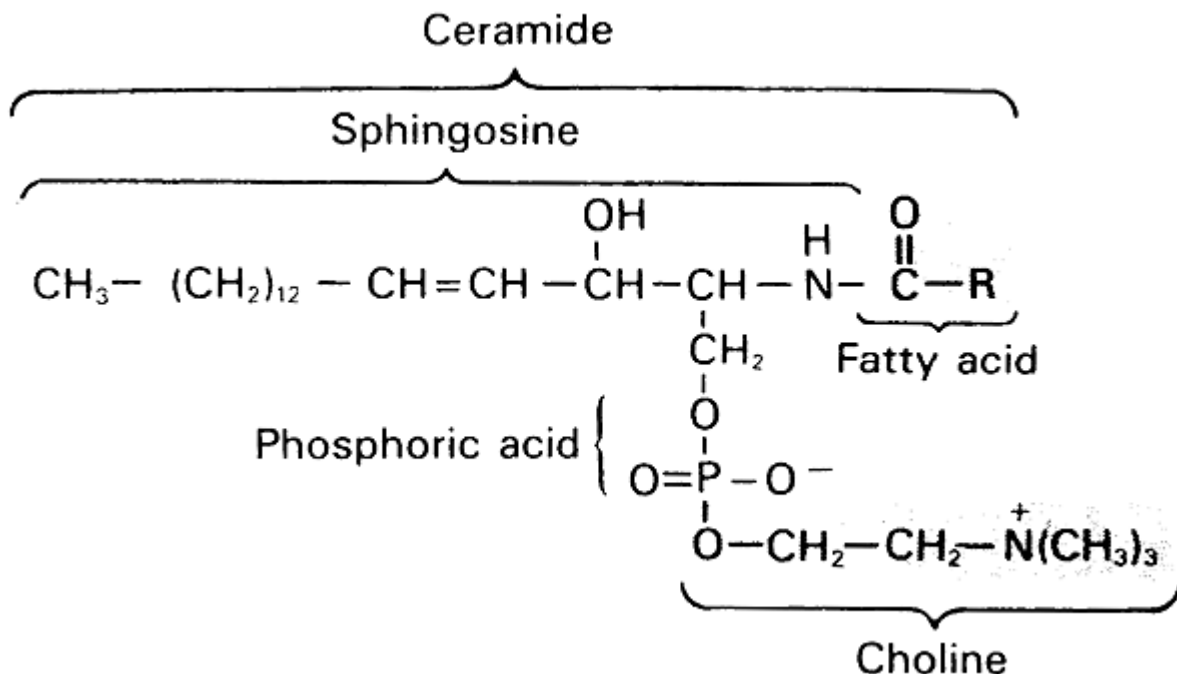
1- مركبات السيراميد:

تعد من ابسط انواع الدهون الاسفنجية وتتالف من حامض دهني مرتبطا مع سفنجوسين وتحتوي جميع مركبات الدهون الاسفنجية على وحدة سيراميد، في الانسان يعمل السيراميد كمركب وسطي في تكوين الدهون الاسفنجية الاخرى ويمتلك السيراميد التركيب الكيميائي التالي:



2. مركبات سفنجومايلين:

تتالف من ارتباط وحدة سيراميد مع فوسفات الكولين او فوسفات ايثانول ثلاثي مثيل امين وهي من المكونات المهمة لغلاف النخاعين (مايلين يعد مادة عازلة للانسجة العصبية) كما تعد من المكونات الاساسية لبروتوبلازم الخلية وتمتلك التركيب الكيميائي التالي:



4- الدهون السكرية:

تحتوي الدهون السكرية على مجموعة سكرية لكنها لا تحتوي على حامض فسفوريك وتقسّم الى ثلاثة مجاميع هي:

- 1- مجموعة كلاكتوسيل ثنائي اسيل كليسيرونل: توجد في النباتات والكائنات الحية.
- 2- مجموعة مركبات سيريبروسيد: تتألف من سكر سداسي مثل الكلوكوز او الكلاكتوز مرتبطا مع سيراميد وتعد من مكونات النخاعين الاساسية حيث يعتبر من المكونات الرئيسية للاغلفة الدماغية والنخاع الشوكي والخلايا العصبية.
- 3- مجموعة مركبات جانكليوسيد: تختلف هذه المركبات عن السيريبروسيد في احتوائها على بضع وحدات من سكر سداسي وحامض السياليك في المادة الرمادية للدماغ وبسبب تواجده بكثرة في نهايات الاعصاب لذا فمن المعتقد انها تشارك في نقل النبضات العصبية عبر التشابك العصبي وهي من المكونات الرئيسية لاغلفة الالياف العصبية.

* تعتبر مركبات سيريبروسيد من الدهون السكرية الاسفنجية، لماذا؟

* تمتلك الدهون السكرية خاصية قطبية-لاقطبية المزدوجة، لماذا؟

ويوضح التركيب الكيميائي التالي مثال على المجموعة الثانية وهي مركبات سيريبروسيد:

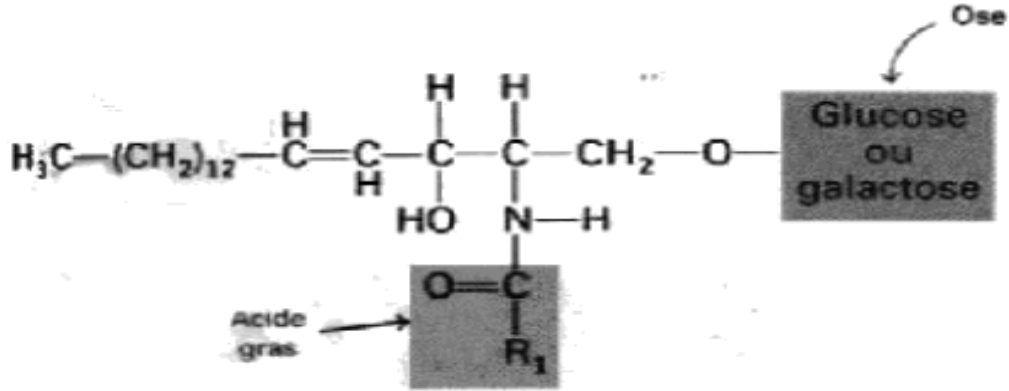


Figure 9 : Glycolipide (Cérébroside)

5- الدهون البروتينية:

تتألف من اتحاد بعض الدهون مع البروتينات حيث ان الجزء المتحد مع البروتين هو ثلاثي اسيل كليسيرول ودهن فوسفاتي وكوليسترول حر بنسب معينة. وتوجد في تركيب اغشية الخلايا وعضياتها ومن اكثرها شيوعا هي تلك الموجودة في بلازما دم اللبائن حيث تقوم بعملية نقل الدهون (بسبب خاصية قطبية-لاقطبية المزدوجة Amphibiotic) من الامعاء الدقيقة الى الكبد ثم الانسجة الدهنية والانسجة الاخرى، وتصنف اعتمادا" على كثافتها التي تمثل المحتوى الدهني الذي يتراوح نسبته 30-70% حيث كلما زاد المحتوى الدهني قلت كثافة الدهن البروتيني. وهناك اربعة من الدهون البروتينية امكن عزلها وتشخيصها بتقنيات الطرد المركزي ذو السرعة الفائقة والهجرة الكهربائية وهي:

1- دهون بروتينية ذات كثافة عالية: تقوم بنقل الكوليسترول والدهون البروتينية الاخرى من الانسجة المختلفة الى الكبد.

2- دهون بروتينية ذات كثافة واطنة: تقوم بنقل الكوليسترول من الكبد الى الانسجة الاخرى.

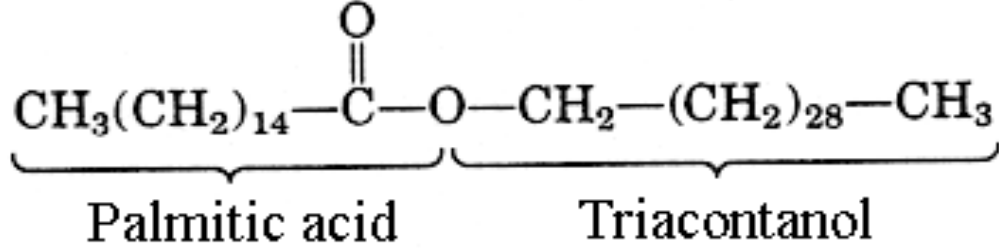
3- دهون بروتينية ذات كثافة واطنة جدا: تقوم بنقل الدهون المتعادلة المتكونة في الكبد والامعاء الى الانسجة الاخرى.

4- الدقيات الكيلوسية (كايلومايكرون): تقوم بنقل الدهون المتعادلة الخارجية والتي منشأها الغذاء من الامعاء الدقيقة الى الكبد والانسجة الاخرى.

6- الشمع Wax:

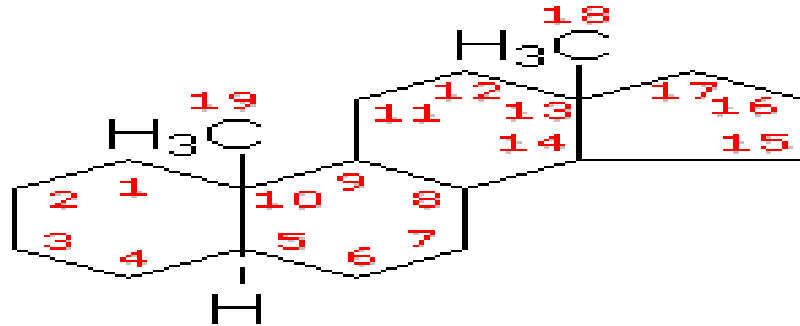
وهي مركبات استر لاحماض دهنية وكحولات احادية الهيدروكسيل وذات سلاسل هيدروكاربونية طويلة غير مستقطبة موجودة في الطبيعة بشكل مزيج من الدهون تغطي سطح الجلد والفرو والريش واوراق النباتات

وكذلك موجودة في كيو تكل الهيكل الخارجي لعدة انواع من الحشرات مثل شمع العسل الذي يمتلك الصيغة الكيميائية التالية:



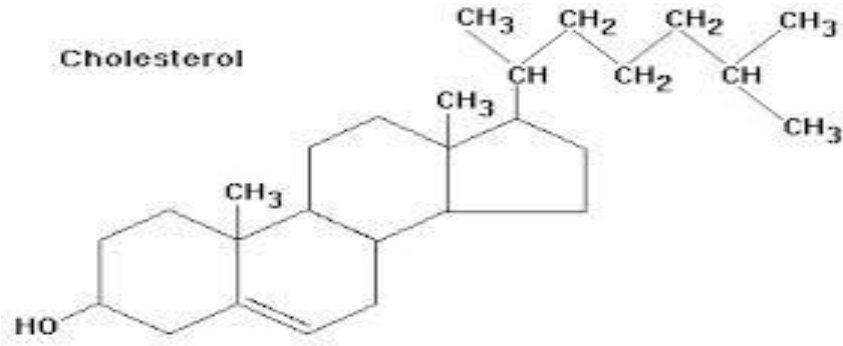
7- الستيرويد Steroid :

تعتبر مركبات الستيرويد من الدهون المشتقة وتشتمل على الهرمونات الستيرويدية ومركبات الستيروول وكذلك املاح الصفراء وهي من الدهون الغير قابلة للتصبن وتعد مشتقات لمركبات كحول حلقيه حيث تتالف النواة الاساسية لهذه المركبات من مجموعة حلقات هيدروكاربونية مختزلة تدعى بنواة الستيرويد وكما موضح تركيبها الكيميائي العام التالي:



ان مجموعة مركبات الستيرويد التي تمتلك 8-10 ذرات كربون كسلسلة جانبية في الموقع (17) وتمتلك مجموعة هيدروكسيل في الموقع (3) كما تمتلك مجموعتي مثل عند المواقع الزاوية (10، 13) تدعى بمركبات الستيروول.

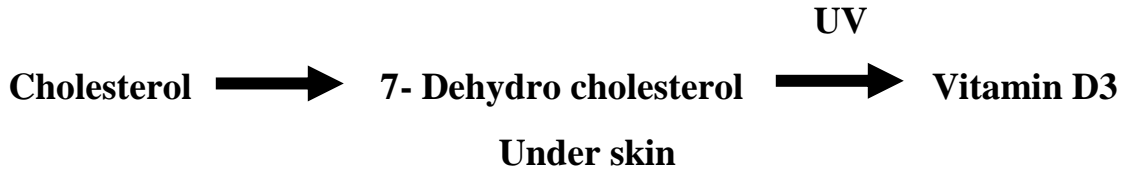
يعد الكوليسترول احد انواع الستيروول الشائعة الوجود في الحيوان وهو مركب وسطي في تكوين جميع الهرمونات الستيرويدية واملاح الصفراء وفيتامين D ويعتبر من المكونات الرئيسية لكل من غشاء البلازما والبروتينات الدهنية في البلازما وهو ايضا موجود بتركيز عالي في الدماغ ولا يتواجد في الدهون النباتية ويرتبط معظم الكوليسترول في الدم مع احماض دهنية غير مشبعة عبر مجموعة هيدروكسيل عند الموقع (3) ليكون مركبات كوليسترول استر، ويمتلك التركيب الكيميائي التالي:



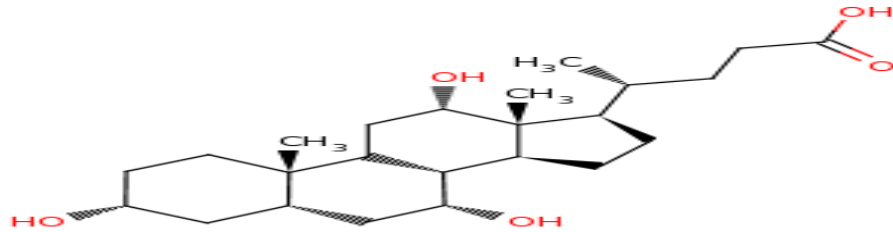
* مختبرياً: يتفاعل الكوليسترول مع خليك لاماني وحامض الكبريتيك في محلول الكلوروفورم لينتج لونا اخضر ويستعمل كطريقة كشف عن الكوليسترول وتقديره كميًا" ويدعى بتفاعل ليبرمان- بوركارد.

اهمية الكوليسترول:

- 1- يدخل في بناء الاغشية الخلوية ويدخل في تكوين هرمونات مثل هرمونات القشرة الكظرية مثل الالدوستيرون Aldosterone.
- 2- ينظم ميزان الماء والملح ويدخل في تركيب التيستوستيرون Testosterone وهو هرمون ذكري وفي تركيب فيتامين D3 .



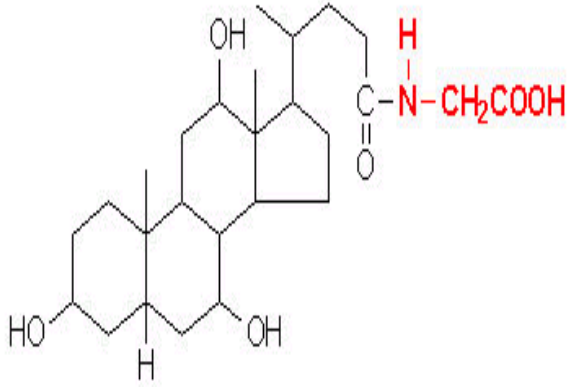
3- انتاج املاح صفراء مثل حامض الكوليك الموضح تركيبه الكيميائي التالي:



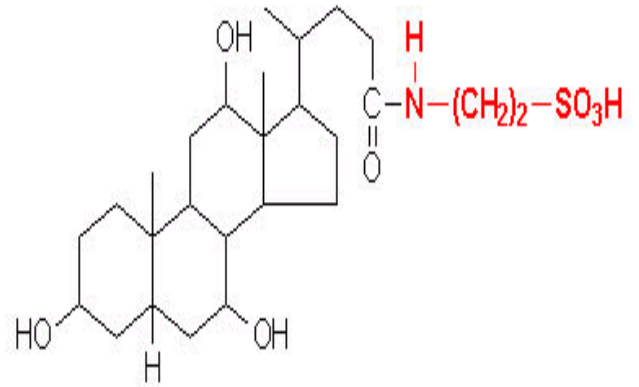
الاملاح الصفراء:

وهي مواد استحلاب طبيعية موجودة في الصفراء وتتكون في الكبد وتخزن في حويصلة الصفراء (المرارة)

حيث تتحرر على دفعات لتساعد في عملية الهضم وامتصاص الدهون مثل حامض الكوليك ودي اوكسي كولييك اللذان يقتربان بالمركب كلايسين او ثايورين بواسطة اصرة اميد ليكونا املاح الصفراء وكما موضح في التركيب الكيميائي التالي:



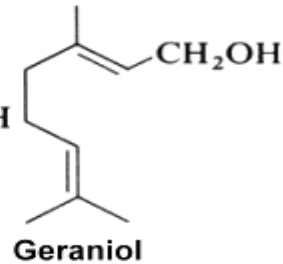
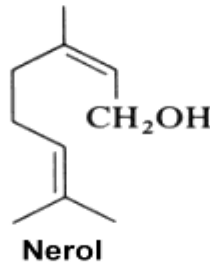
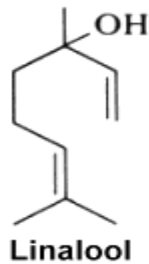
Glycocholic acid



Taurocholic acid

8-مركبات التيربين Terpens:

وهي مشتقات لبوليمرات مكونة من وحدات ايزوبرين غير قابلة للتصبن، وتشتمل على لينالول ونيرول وجيرانول التي تعد مركبات وسطية لتكوين الكوليسترول كما تشمل ايضا على المركب بيتا-كاروتين الذي يعد مركبا وسطيا لفيتامين A.



اسئلة الفصل الثاني:

- س1/ لماذا يموت الانسان عند تعرضه للدغة الافاعي والحشرات السامة؟
- س2/ تمتاز الليبيدات الفوسفاتية بامتلاكها خاصية القطبية-اللاقطبية المزدوجة؟
- س3/ تتداخل الليبيدات الفوسفاتية مع المحاليل المائية مكونة المذيلات؟
- س4/ يعتبر مركب سيربيروسيد من الدهون السكرية – الاسفنجية؟
- س5/ تكون طبيعة الزيوت بشكل سائل بينما الدهون بشكل صلب في درجة حرارة الغرفة؟
- س6/ ارسم التركيب الكيميائي لمركب الليسيثين؟ وما اهميته؟
- س7/ ارسم التراكيب الكيميائية للمركبات التالية:
- حامض اوليك ، السيفالين ، أكرولين ، السيراميد
- س8/ ما المقصود بالاكسدة الفوقية للدهون؟ وضحها ذاكرا" اسبابها وطرق وقايتها؟
- س9/ ما اهمية الدهون؟ اذكر خمسة اصناف من الدهون مع ذكر مثال واحد فقط لكل صنف
- س10/ ما المقصود بالدهون الاسفنجية؟ وماهي انواعها؟ وضحها بالتفصيل مع التراكيب

الكيميائية