

الدهون

Lipids

الدهون

تعريف الدهون

الدهون من مركبات الكيمياء الحياتية التي تمتاز بعدم ذوبانها في الماء أو المذيبات القطبية Polar solvents وتذوب في المذيبات اللاقطبية Non-polar العضوية مثل الأثير والبنزين والكلوروفورم والأسيتون. وتتكون من عناصر الكربون والهيدروجين والأكسجين وتحتوي بعضها على الفسفور والنيتروجين.

وظائف الدهون

- ١- تخزن الدهون في الأنسجة كخزين للطاقة إذ يتم استخدامها بعد نفاذ الكربوهيدرات المخزونة على شكل كلايوجين في الجسم. وتعطي الدهون طاقة عالية بعد أكسدها داخل الجسم.
- ٢- تعد الدهون إحدى المكونات الواقية للجدران الخلوية في العديد من البكتريا وأوراق النباتات والهيكل الخارجي للحشرات.
- ٣- الدهون مكونات أساسية تركيبية لأغشية الخلية كالنواة والمايكروسوم والميتوكوندريا.
- ٤- تتحد الدهون مع البروتينات لتكوين البروتينات الدهنية Lipoproteins التي تشترك أصنافها في نقل الدهون في الدم.
- ٥- تعد بعض أنواع الدهون منشطات لبعض الإنزيمات لكي تبدي نشاطها التام فمثلاً إنزيم كلوكوز ٦- فوسفاتيز Glucose 6-phosphatase ومونو أوكسيجيناز Monooxygenase وغيرها تحتاج إلى فوسفوتايديل كولين Phosphatidylcholine (أحد الدهون الفوسفورية) لتنشيطها.
- ٦- تعمل الدهون بوصفها عازلاً حرارياً في الحيوان والإنسان من خلال تكوين طبقة عازلة تحت الجلد فتحافظ على درجة حرارة الجسم من التغيير السريع.
- ٧- تدخل الدهون في تركيب الأنسجة العصبية بنسبة عالية وتعمل الدهون بوصفها عازلاً كهربائياً يسمح لنقل الإيعاز العصبي عبر الأعصاب.
- ٨- تدخل الدهون بوصفها مركبات أولية Precursors لبعض الفيتامينات والهورمونات وأحماض الصفراء.
- ٩- تحيط أعضاء الجسم الداخلي مثل الكليتين والقلب طبقة دهنية تعد وسادة تقي هذه الأعضاء من الصدمات الخارجية.
- ١٠- تزود الجسم بالأحماض الدهنية الأساسية Essential fatty acids إذ لهذه الأحماض أهمية كبيرة لحيوية الجسم مثل حامض اللينوليك الذي عند توفره يمكن منه بناء حامض الأراكيدونك الذي يطيل من فترة تخثر الدم ويزيد من تحلل الفايبرين Fibrin وبهذا يسبب في تقليل فرص الإصابة بالجلطات Thrombus فنقل فرص الإصابة بأمراض تصلب الشرايين.
- ١١- تواجد الدهون في الغذاء يزيد من استساغته وكذلك يعطي الشعور بالشبع وذلك بسبب ببطء الدهون في الهضم والامتصاص من خلال الجهاز الهضمي.

١٢ - يعد فوسفاتيديل إينوسيتول ثلاثي الفوسفات المفتاح لتوليد إينوسيتول ثلاثي الفوسفات وثنائي أسيل الكلسيروول وهما رسولان ثانيان Second messengers أسوة بالرسول الثانية الأخرى مثل AMP الحلقي و GMP الحلقي والكالسيوم.

١٣ - هناك أحماض دهنية غير مشبعة لها أهمية كبيرة على سبيل المثال الحامض الدهني أوميكا Omega fatty acid الذي يعمل على زيادة HDL (الكوليستيرول المفيد) وعندها يقلل من الإصابة بأمراض القلب.

تصنيف الدهون Classification of lipids

تصنف الدهون بشكل عام الى :

- I- الدهون البسيطة Simple lipids
 - II- الدهون المركبة (المقترنة) Conjugated lipids
 - III- الدهون المشتقة Derived lipids
- I- الدهون البسيطة وتشمل:**
- أ- الدهون المتعادلة Neutral lipids
 - ب- الشمعيات Waxes
- II- الدهون المركبة (المقترنة) وتشمل:**
- أ- **الدهون المفسفرة Phospholipids**
 - 1- حامض الفوسفاتيديك Phosphatidic acid.
 - 2- اللسيثينات Lecithins أو تطلق عليها فوسفوتايديل كولين Phosphatidyl choline .
 - 3- السيفالينات Cephalins (تتابع الى مركبات فوسفاتيديل إيثانول أمينين Phosphatidyl ethanolamine وفوسفاتيديل سيرين Phosphatidyl serine)
 - 4- فوسفاتيديل إينوسيتول Phosphatidyl inositol.
 - 5- الدهون الاسفنجية (السفنكوليبيدات) Sphingolipids (مثل السفنكومايلين Sphingomyelin).
 - 6- بلازمالوجين Plasmalogen.
 - 7- كارديوليبينات Cardiolipins.
 - 8- الفوسفاتيديل كلسيروول Phosphatidyl glycerol.
 - ب- **الدهون السكرية Glycolipids**
 - 1- السيروبروسايد Cerebrosides.
 - 2- الكانكليوسايد Gangliosides.
 - ج- **الدهون الكبريتية Sulfolipids**.
 - د- **البروتينات الدهنية Lipoproteins** .
- تصنف البروتينات الدهنية أستناداً إلى الكثافة إلى:
- 1- الكيلومايكرونات Chylomicrones.
 - 2- البروتينات الدهنية واطئة الكثافة جداً Very low density lipoproteins VLDL
 - 3- البروتينات الدهنية متوسطة الكثافة Intermediate density lipoproteins (IDL)
 - 4- البروتينات الدهنية واطئة الكثافة Low density lipoproteins (LDL)
 - 5- البروتينات الدهنية عالية الكثافة High density lipoproteins (HDL)
- III- الدهون المشتقة Derived lipids**
- 1- أحماض دهنية (مشبعة وغير مشبعة).
 - 2- ستيرويدات Steroid.

3- ستيرولات Sterols.

4- أليهايدات دهنية Fatty aldehyde.

5- أجسام كيتون Keton bodies.

6- التربينات Terpens.

وفي ما يأتي شرح مبسط عن كل صنف من أصناف الدهون:

I- الدهون البسيطة

وهي إسترات Esters لأحماض دهنية مع الكحول التي بدورها تنقسم إلى:

أ- الدهون المتعادلة Neutral lipids

ب- الشمعيات Waxes.

أ- **الدهون المتعادلة** : وتتكون من إسترات للأحماض الدهنية مع كحول ثلاثي هو

الكلسيروول Glycerol اذ ينتج ما يسمى بالكلسيريدات Glycerides. وتنقسم هذه

الكلسيريدات استناداً الى عدد الأحماض الدهنية المتصلة بالكلسيروول إلى كلسيريدات

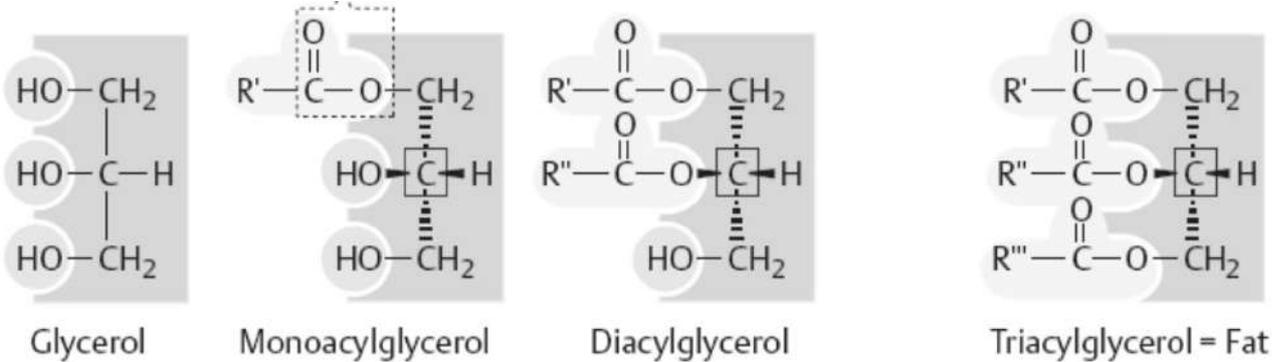
أحادية Monoglycerides (او تسمى **كلسيروول أحادية الأسيل Monoacyl**

glycerol) وكلسيريدات ثنائية Diglycerides (او تسمى **كلسيروول ثنائية الأسيل**

Diacyl glycerol) وكلسيريدات ثلاثية Triglycerides (او تسمى **كلسيروول ثلاثية**

الأسيل Triacyl glycerol) (الشكل ١-٧).

ب-



الشكل (١-٧): الكلسيروول Glycerol وكلسيروول أحادية الأسيل Monoacyl glycerol
وكلسيروول ثنائية الأسيل Diacyl glycerol وكلسيروول ثلاثية الأسيل Triacyl glycerol
(الشحوم Fat).

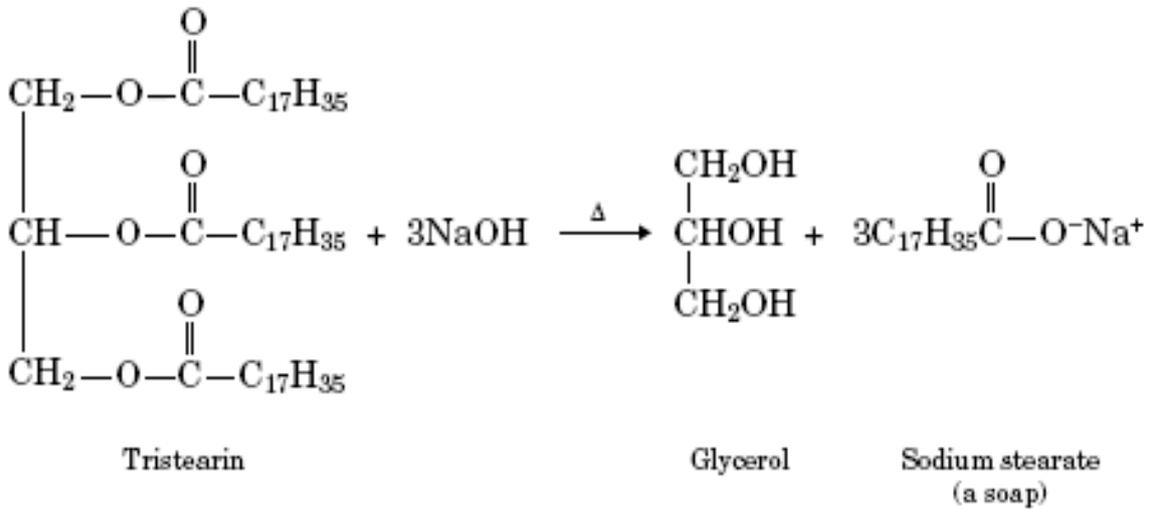
وقد تكون هذه الكلسيريدات متجانسة إذا ارتبطت ثلاث جزئيات من نفس الحامض الدهني بالكلسيروول اذ يطلق عليها بالكلسيريدات البسيطة Simple glycerides ومثال عليها عندما ترتبط ثلاث جزئيات من حامض الستياريك Stearic acid بالكلسيروول فينتج ما يسمى ثلاثي الستيارين Tristearin، أما إذا ارتبط الكلسيروول بأكثر من نوع واحد من الأحماض الدهنية فيسمى بالكلسيريدات المختلفة Mixed glycerides ومثال على ذلك عندما ترتبط جزئية من حامض البالمتيك Palmitic acid وجزئتان من حامض الستياريك لتكوين كلسيريد ثلاثي الذي يسمى بالميتدوثنائي ستيارين Palmitodistearin او يسمى بيتا- بالمتيك ألفا- ألفا ثنائي الستياريك β - Palmityl α - α - distearin والكلسيريدات الثلاثية الموجودة في الطبيعة

هي من النوع المختلط ولا تحتوي على نوع واحد ولكن من أنواع مختلفة. والكليسريدات الثلاثية منتشرة في دهن جسم الإنسان ولأسيما الأنسجة الدهنية Adipose tissues وتحت الجلد Subcutaneous وحول الأعضاء مثل القلب والكليتين.

إن جزئية الكليسريدات الثلاثية ليس لها شحنة كهربائية ولذا سميت بالدهون المتعادلة والتي تكون أما مادة صلبة أو سائلة في درجة حرارة الغرفة، وأن صلابة وسيولة الدهون تتوقف على طبيعة الأحماض الدهنية المكونة للدهن.

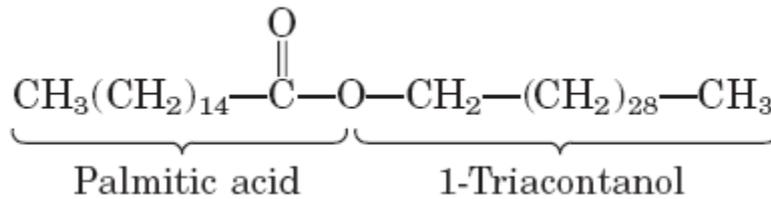
إن معظم الزيوت النباتية تحوي أحماضاً دهنية غير مشبعة مثل حامض الأوليك Oleic acid وبهذا تكون هذه الزيوت سائلة في درجة حرارة الغرفة (٢٥ درجة مئوية) أما الكليسريدات الثلاثية التي تحتوي على أحماض دهنية مشبعة مثل حامض البالمتيك فتكون صلبة أو شبه صلبة في درجة حرارة الغرفة.

تتحلل الكليسريدات الثلاثية إنزيمياً بواسطة إنزيم اللابيز Lipase وينجم عنها مزيج من ثلاث جزيئات أحماض دهنية وكليسيرول. وكذلك تتحلل قاعدياً فينجم عنها صوابين الحامض الدهني وكليسيرول وتدعى العملية بالصوبنة Saponification كما يلاحظ في التفاعل أدناه :



ب - الشموع Waxes

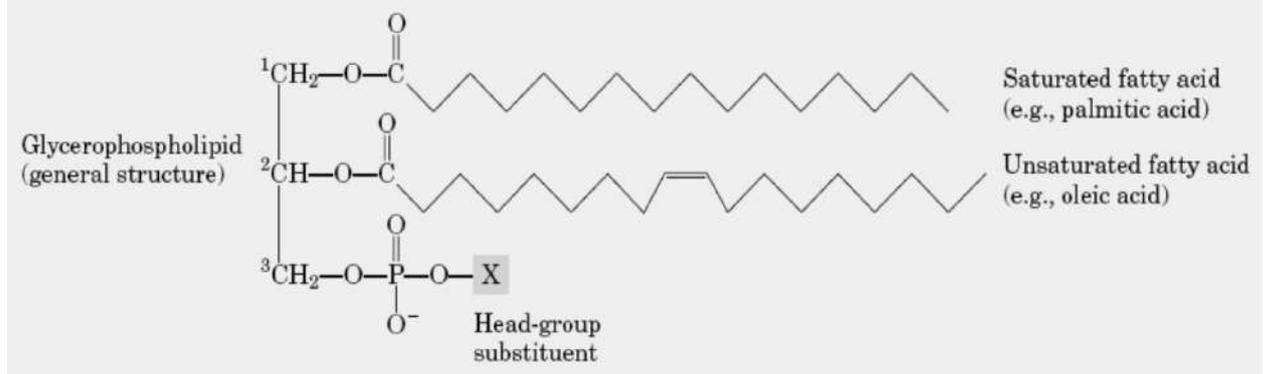
الشموع عبارة عن أسترات أحماض دهنية مع كحولات ذات أوزان جزئية عالية وهي مكونات الطبقة المغلفة لجسم الحيوانات كالجلد والفرو والريش وتغطي أوراق النباتات الشمعية والثمار وكذلك شمع النحل الذي يتكون من إسترات حامض البالمتيك مع كحول طويل السلسلة الهيدروكاربونية على سبيل المثال تركيب ثلاثي أكونتانول بالماتيت Triacontanoyl palmitate (وهو المكون الرئيس لشمع النحل) (الشكل 2-٧).



الشكل (2-٧): شمع إستر بالماتيك. II- الدهون المعقدة (المقترنة) Complex (Conjugated) lipids

وتتكون هذه الدهون من إسترات أحماض دهنية مع كحولات ومواد أخرى غير دهنية وتشمل:
أ- الدهون المفسفرة Phospholipids
تتكون من إسترات يرتبط فيها حامض الفوسفوريك محل جزيئة من الأحماض الدهنية ثم ارتباط

قاعدة نيتروجينية غالباً والتي تدخل في تراكييب الأغشية وتركيب البروتين الدهني (الشكل ٧-٣).



الشكل (٧-٣): الشكل العام للدهون المفسفرة.

ان الشكل (٧-٣) يعد شكلاً عاماً يمكن ان يبني من خلاله أنواع الدهون المفسفرة وكما يلاحظ في الجدول أدناه:

جدول (٧-١): أنواع الدهون المفسفرة المشتقة من كلسيرول فوسفوليبيد.

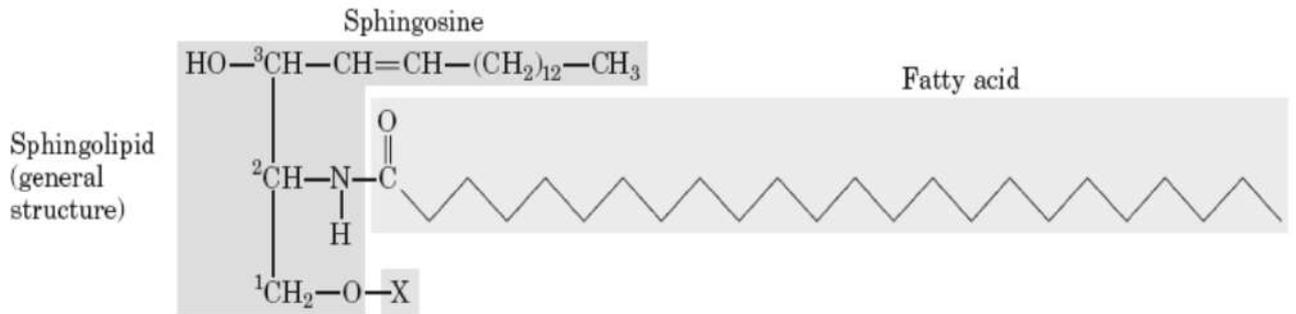
Name of glycerophospholipid	Name of X	Formula of X	Net charge (at pH 7)
Phosphatidic acid	—	— H	-1
Phosphatidylethanolamine	Ethanolamine	— CH ₂ -CH ₂ -NH ₃ ⁺	0
Phosphatidylcholine	Choline	— CH ₂ -CH ₂ -N ⁺ (CH ₃) ₃	0
Phosphatidylserine	Serine	— CH ₂ -CH(NH ₃ ⁺) COO ⁻	-1
Phosphatidylglycerol	Glycerol	— CH ₂ -CH(OH)-CH ₂ -OH	-1
Phosphatidylinositol 4,5-bisphosphate	<i>myo</i> -Inositol 4,5-bisphosphate		-4
Cardiolipin	Phosphatidyl-glycerol	— CH ₂ -CH(OH)-CH ₂ -O-P(=O)(O ⁻)-O-CH ₂ -CH(O-C(=O)-R ¹)-CH ₂ -O-C(=O)-R ²	-2

2- **الليسيثينات Lecithins** : أو يطلق عليها فوسفاتيديل كولين Phosphatidyl choline وهو من أكثر الدهون المفسفرة توفراً في أنسجة الحيوان ويتكون من كلسيرول وحامض الفوسفوريك وأحماض دهنية وقاعدة نيتروجينية هي الكولين Choline ولهذا النوع من الدهون المفسفرة دور مهم في أيض الدهون في الكبد ودوره في تركيب الجسم وهو أحد مركبات الجهاز العصبي ويوجد في صفار البيض بنسبة عالية.

3- **السيفالينات Cephalins** : وهي مجموعة مركبات تابعة إلى مركبات فوسفاتيديل إيثانول أمين Phosphatidyl ethanolamine وفوسفاتيديل سيرين Phosphatidyl serine وتختلف عن الليسيثينات في عدم قابليتها للذوبان في الكحول إلا أنها تذوب في الأثير والكلوروفورم. تتكون هذه المركبات من كلسيرول وحامض الفوسفوريك وأحماض دهنية وإيثانول أمين أو سيرين وهي مركبات موجودة في الدماغ أو الجهاز العصبي والكبد.

4- **فوسفاتيديل إنوسيتول Phosphatidyl inositol** : توجد هذه الأنواع من الدهون في معظم الأنسجة الحيوانية ويكون أكثر توفراً في الأنسجة الدماغية والعصبية. إن التحلل الإنزيمي أو الحامضي لهذا الدهن ينتج عنه كلسيرول وحامض الفوسفوريك وأحماضاً دهنية والكحول الحلقي إينوسيتول.

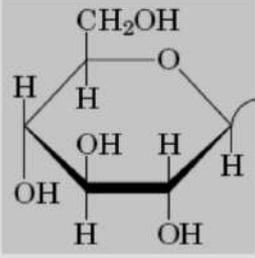
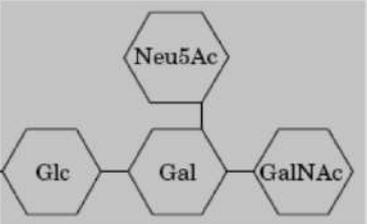
5- **الدهون الأسفنجية (السفنكوليبيدات) Sphingolipids** : ومن الأمثلة على هذه المركبات هي السفنكومايلين Sphingomyelin اذ تتكون من قاعدة نيتروجينية هي السفينكوسين Sphingosine (وهي عبارة عن كحول أميني ذي سلسلة هيدروكربونية غير مشبعة وحامض دهني واحد فضلاً عن حامض الفوسفوريك) والأحماض الدهنية المشبعة التي يمكن أن ترتبط هي حامض البالميتيك أو الستياريك (الشكل ٤-٧) أما الأحماض الدهنية غير المشبعة فيمكن أن ترتبط أيضاً بحامض الأوليك.

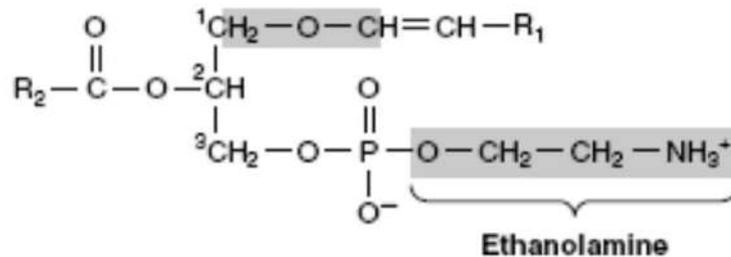


الشكل (٤-٧): الشكل العام للدهون الأسفنجية.

إذ أن الرمز X في الشكل (٤-٧) يمكن التعويض عنه بعدة مركبات لاشتقاق مركبات أخرى وكما في الجدول (٢-٧).

جدول (٧-٢): المركبات المشتقة من التركيب العام للدهون المفسرة الشكل (٧-٤).

Name of sphingolipid	Name of X	Formula of X
Ceramide	—	— H
Sphingomyelin	Phosphocholine	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{— P — O — CH}_2\text{ — CH}_2\text{ — N}^+(\text{CH}_3)_3 \\ \\ \text{O}^- \end{array}$
Neutral glycolipids Glucosylcerebroside	Glucose	
Lactosylceramide (a globoside)	Di-, tri-, or tetrasaccharide	
Ganglioside GM2	Complex oligosaccharide	



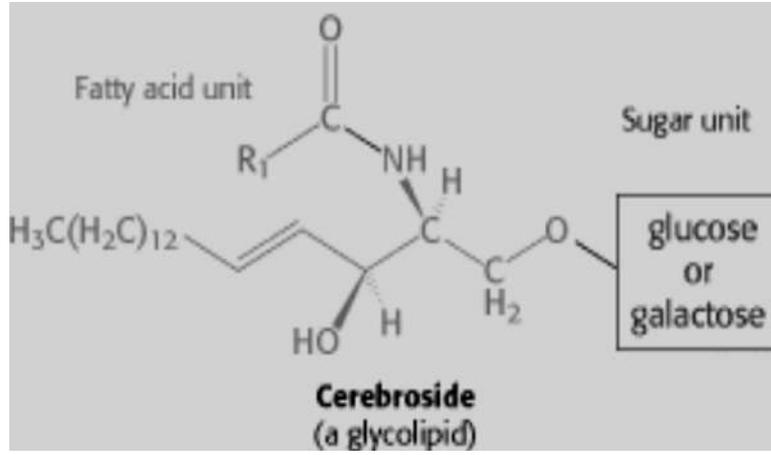
7- كارديوليبيينات (Cardiolipins) (كلسيرول ثنائي فوسفاتيديل Diposphatidy glycerol) وهو من الدهون المفسرة ناتج من جزيئين من الكلسيرول فوسفوليبيد (الجدول ١-٧)، وعرفت بالدهون القلبية Cardiolipins لكونها عزلت من عضلة القلب أولاً.

8- ومن الأصناف الثانوية Subgroups الأخرى للدهون المفسفرة هي الفوسفاتيديل كلسيرول Phosphatidylglycerol (الجدول ٧-١) والذي يعد من الفوسفوكليسيريديتات المهمة بايولوجياً ويتكون من جزيئة واحدة من حامض الفوسفاتيديك وجزيئة من الكلسيرول ويتواجد في المملكة النباتية.

ب- الدهون السكرية Glycolipids

وهي مركبات تحتوي على كربوهيدرات وأحماض دهنية ولا تحتوي على حامض الفوسفوريك ومن الأمثلة عليها:

1- السيروبروسايد **Cerebrosides**: وهي دهون تحتوي على كربوهيدرات عادة تكون الكالاكتوز أو الكلوكوز وأحماض دهنية ذات وزن جزيئي عالي وسفنكوسين ومعظم الأحماض الدهنية المكونة لها هي حامض اللينوسيريك Lignoceric acid أو حامض البهينيك Behenic acid او حامض البالمتيك (الشكل ٧-٦) وتوجد هذه المركبات في الجهاز العصبي في الدماغ والكبد والكليتين والطحال.



الشكل (٧-٦): السيروبروسايد.

2- الكانكليوسايد **Gangliosides**: وهي دهون تحوي كربوهيدرات (الكالاكتوز عادةً) وحامض دهني طويل السلسلة وحامض النيورامنيك Neuraminic acid والسفنكوسين وتكون مصاحبة للسيروبروسايد (الجدول ٧-٢) إذ توجد في الأنسجة العصبية وكريات الدم الحمراء. ويعتقد أنها تشارك في نقل النبضات العصبية عبر التشابك العصبي.

ج- **الدهون الكبريتية Sulfolipids**: وهي مركبات شبيهة بالسيروبروسايد ماعدا وجود حامض الكبريتيك وتحتوي أيضاً على السفنكوسين والكالاكتوز وحامض السيروبرونيك Cerebronic acid (الشكل ٧-٧).

