



كلية العلوم

القسم : علم الحياة

السنة : الثالثة

المادة : كيمياء النسيج

المحاضرة : ٤+٥ / نظري

{{ مكتبة A to Z }}

مكتبة A to Z : Facebook Group

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960



الليبيدات (الدهون) Lipids

تعد الليبيدات عند النباتات من إحدى المكونات الثلاثة الأساسية مع السكريات والبروتينات، وهي عبارة عن مواد عضوية ناتجة من أسترة أحماض دهنية مع كحول (غليسرول)، والأسترة هي تشكيل رابطة استيرية بين الحمض الدهني والغليسرول، وهي ذات صيغة عامة:  $O-C=OR$  كحول. الليبيدات نوعان: ليبيدات بسيطة (مثل الشموع والزيوت) أو مركبة (مثل الليبيدات الفوسفورية والليبيدات البروتينية). تتميز الليبيدات بملمسها الناعم وعدم قابليتها للذوبان في الماء لأنها مركبات غير قطبية، ولكنها تذوب في المذيبات العضوية الغير قطبية مثل الإيثر والكلوروفورم والكحول والأسيتون. التركيب الكيميائي لليبيدات يتضمن الكربون والأكسجين والهيدروجين وهي نفس العناصر الكيميائية الموجودة في السكريات إلا أن نسبة الهيدروجين في الليبيدات أعلى من نسبة وجودها في السكريات. توجد الليبيدات بكميات قليلة في أنسجة الجهاز الإعاشي بينما يمكن أن تتوضع في الثمار والبذور بكميات تتجاوز الـ 50% من الوزن الجاف.

أهمية الليبيدات:

1. مصدر للطاقة حيث يعطي الغرام الواحد من الليبيدات 9.3 سعرة حرارية.
2. مصدر للفيتامينات التي لا تذوب إلا في الدهون مثل فيتامينات A,D,E,K وبالتالي تساعد الدهون على امتصاصها والاستفادة منها.
3. تزود الإنسان بالأحماض الدهنية الضرورية التي لا يستطيع الجسم تكوينها.

- كما تعد الدهون المخزنة في الجسم ضرورية لأنها:

- (1) مخزن للطاقة.
- (2) تدخل في تركيب جدران الخلايا وبلازما الدم والأنسجة العصبية.
- (3) عازل حراري للكائن الحي.
- (4) غشاء واقٍ يحمي الأعضاء من الصدمات.
- (5) تدخل في تركيب بعض الهرمونات.

تصنيف الليبيدات:

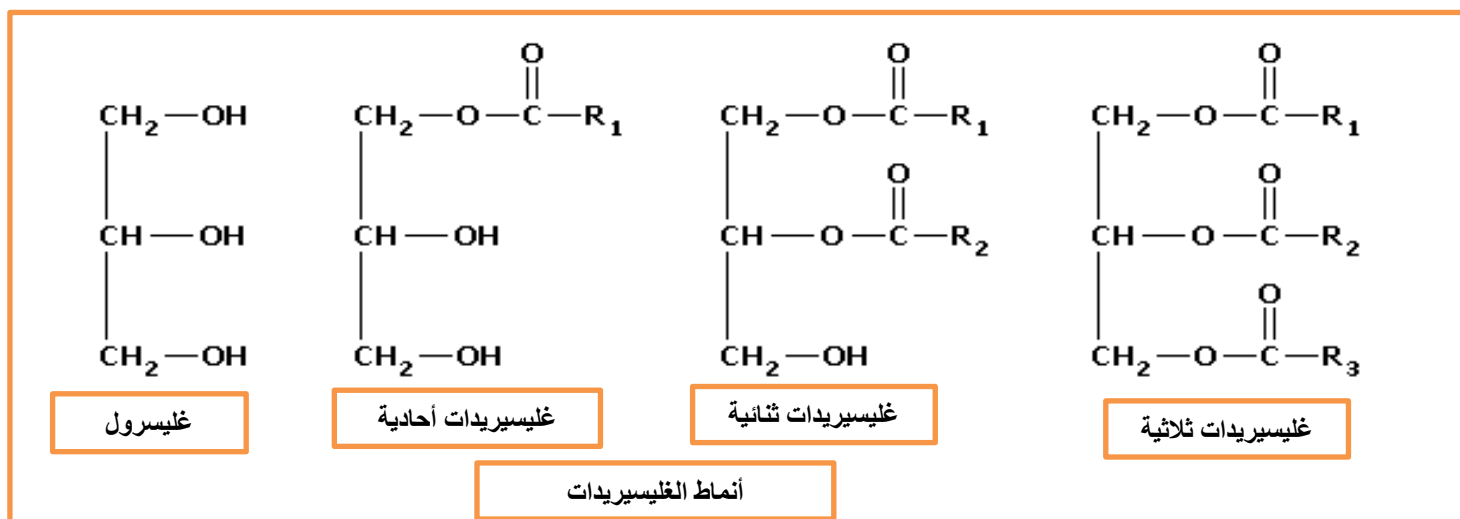
1. الليبيدات البسيطة: مثل الزيوت والدهون والشموع.
2. الليبيدات المركبة: تقسم إلى:
  - الليبيدات الفوسفورية (فوسفوليبيدات)
  - الليبيدات الاسفنجية (Sphingolipids)
  - الليبيدات السكرية (جليكوليبيدات)
  - الليبيدات البروتينية (البروتينات الدهنية)

تركيب بعض أنواع الليبيدات البسيطة والمركبة:

اسم الليبيد	التركيب
الشموع	أحماض دهنية طويلة السلسلة مع كحولات
الدهون والزيوت	أحماض دهنية وغليسرول
الليبيدات الفوسفورية	أحماض دهنية - غليسرول - فوسفات وكحولات أمينية (حلقة آزوت)
الليبيدات السكرية	أحماض دهنية - غليسرول
الستيرويدات	جليسيريدات ثلاثية وبنيات حلقة سداسية وخماسية

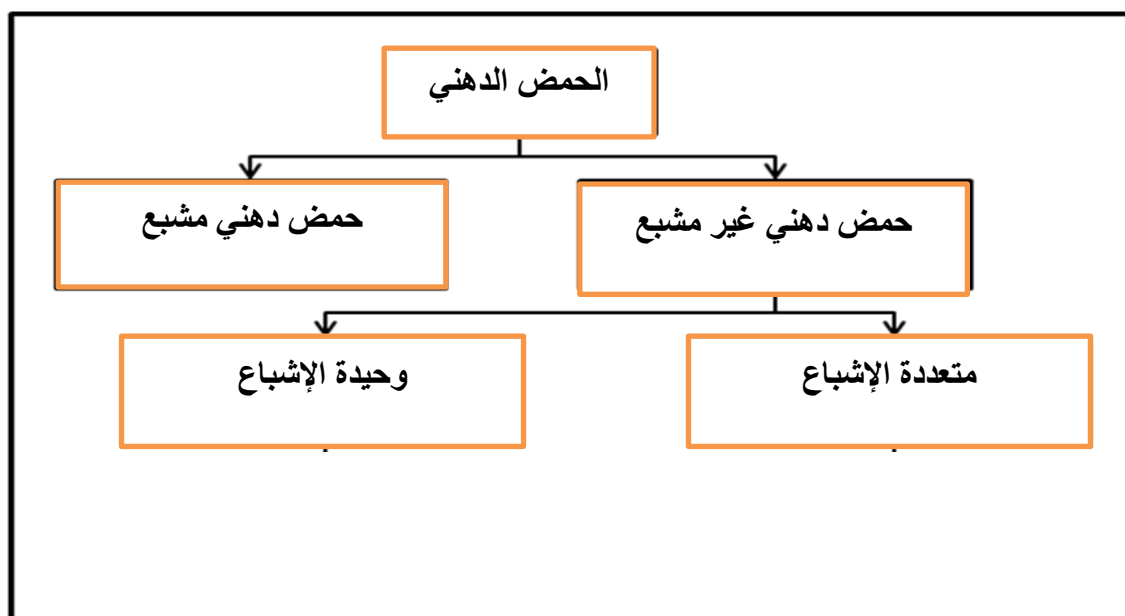
1. الليبيدات البسيطة: أبسط أنواع مركبات الليبيدات، تنتج من أسترة الغليسرول و3أحماض دهنية، وهي لبيبيدات ادخارية توجد في الخلايا النباتية على هيئة كريات أو قطيرات دقيقة مبعثرة في الهيولى، وتتوضع بشكل خاص في البذور والثمار بأعداد كبيرة. تقسم الليبيدات البسيطة تبعاً لنوع الكحول إلى قسمين رئيسين:

(أ) لبيدات متعادلة: وتضم الشحوم والزيوت والجليسيريدات الثلاثية.  
(ب) الشموع.



### الأحماض الدهنية Fatty acids:

هي القاعدة الأساسية المكونة للدهون، وهي عبارة عن سلسلة هيدروكربونية أليفاتية طويلة السلسلة غير متفرعة تحتوي في نهايتها على مجموعة كربوكسيل حمضية واحدة. الأحماض الدهنية إما مشبعة أو غير مشبعة، ذات صيغة عامة  $\text{R}-\text{COOH}$ . تحتوي عدداً من ذرات الكربون التي يتراوح عددها بين 12 و18 ذرة. لا توجد الأحماض الدهنية في الخلايا بالحالة الحرة ولكن يمكن الحصول عليها من التحلل المائي للدهون. تختلف الأحماض الدهنية عن بعضها البعض في طول السلسلة من جهة، وفي عدد ومواقع الروابط غير المشبعة (الثنائية) من جهة ثانية. والشكل التالي يوضح تصنيف الأحماض الدهنية:



## الأحماض الدهنية المشبعة Saturated fatty acids:

تكون فيها جميع ذرات الكربون مشبعة بالهيدروجين (أي جميع الروابط بين ذرات الكربون أحادية)، الصيغة العامة لها:  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{COOH}$ . عندما تكون قيمة  $n$  محصورة (2-10) يكون الحمض الدهني من الأحماض ذات السلسلة القصيرة، أما إذا كانت ( $n > 11$ ) فيكون الحمض الدهني من الأحماض ذات السلسلة الطويلة. من أهم الأحماض الدهنية المشبعة: ✓ حمض البوتيريك Butyric acid: وهو حمض يحتوي على أربع ذرات كربون ويوجد في الزبدة.

وصيغته هي  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$

✓ حمض البالميتيك Palmitic acid: وهو حمض يحتوي على 16 ذرة من الكربون ويوجد في الزيوت النباتية ويستخرج من زيت لب شجرة النخيل.

وصيغته هي  $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{14}\text{-COOH}$

✓ حمض استيريك Stearic acid: وهو حمض يحتوي على 18 ذرة من الكربون ويوجد في الزيوت النباتية.

وصيغته هي  $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{16}\text{-COOH}$

## الأحماض الدهنية غير المشبعة Unsaturated fatty acids:

تحتوي على رابطة ثنائية أو ثلاثية واحدة على الأقل بين ذرات الكربون. وتقسم إلى: وحيدة الإشباع إذا كانت تحتوي على رابطة مضاعفة واحدة في سلسلة الكربون، ومتعددة الإشباع إذا كانت تحتوي على رابطتين مضاعفتين أو أكثر.

الأحماض الدهنية وحيدة الإشباع:

• حمض البالميتولييك Palmitoleic acid يوجد في زيت نبتة أبو فريس وزيت نبتة الكادافيا وصيغته ( $\text{C}_{16}\text{H}_{30}\text{O}_2$ ):

$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_5\text{-CH=CH-(CH}_2\text{)}_7\text{-COOH}$

• حمض الأولييك Oleic acid يوجد في الزيوت النباتية مثل زيت الزيتون وزيت اللوز، وصيغته ( $\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$ ):

$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_7\text{-CH=CH-(CH}_2\text{)}_7\text{-COOH}$



الرابط المضعف

الأحماض الدهنية متعددة الإشباع:

❖ حمض اللينولييك Linoleic acid (زيت دوار الشمس) وصيغته ( $\text{C}_{18}\text{H}_{32}\text{O}_2$ ):

$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_4\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH=CH-(CH}_2\text{)}_7\text{-COOH}$

❖ حمض اللينولينيك Linolenic (زيت فول الصويا) وصيغته ( $\text{C}_{18}\text{H}_{30}\text{O}_2$ ):

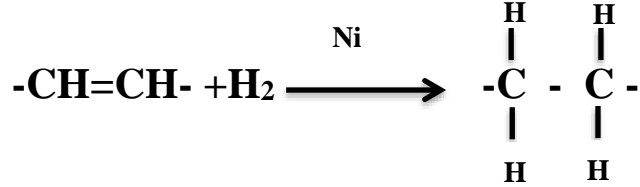
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH=CH-(CH}_2\text{)}_7\text{-COOH}$

ومن الملاحظ أن خلايا جسم الإنسان قادرة على تركيب أغلب الأحماض الدهنية اعتباراً من الكربوهيدرات أو اعتباراً من أحماض دهنية إلا أنه لا يتم تركيب هذه الأحماض بكميات كافية وخاصة الأحماض الدهنية التي تحتوي على أكثر من رابطة مضاعفة مثل حمض الكتان الذي يعد من الأحماض الأساسية الواجب توافرها في الوجبة الغذائية للإنسان حيث أن نقص هذا الحمض يمكن أن يؤدي إلى التهاب جلدي.

## الخواص الكيميائية العامة للأحماض الدهنية:

### 1. إضافة الهيدروجين (الهدرجة Hydrogenation):

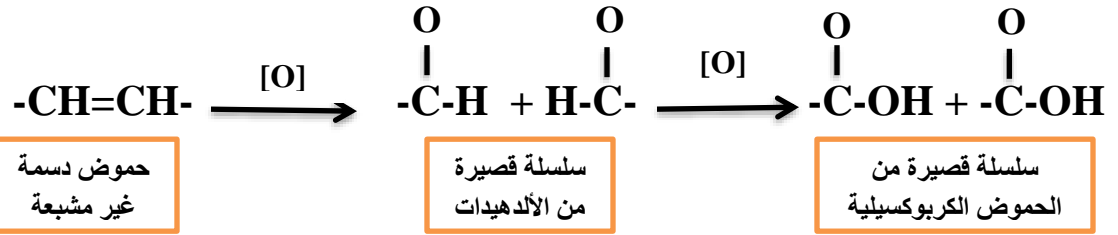
إن هدرجة الأحماض الدهنية غير المشبعة ذات الرابطة المضاعفة الوحيدة بوجود وسيط من النيكل (Ni) يؤدي إلى زوال الرابطة المضاعفة وتشكيل أحماض دهنية مشبعة وفق المعادلة التالية:



وينتج عن عملية الهدرجة مادة الماركارين (أو ما يسمى بالسمن الصناعي) والتي تتشكل من الزيت السائل بعد إشباعه بالهيدروجين.

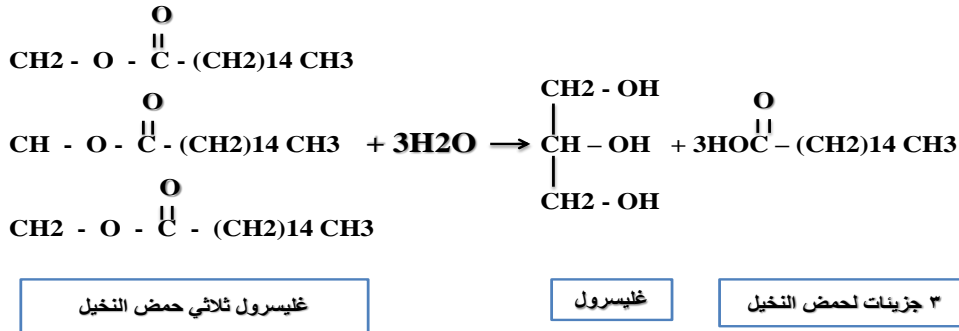
### 2. أكسدة المواد الدسمة:

عند تسخين المواد الدسمة فإنها تتأكسد بوجود الأوكسجين، حيث يتم أكسدة الرابطة المضاعفة في الأحماض الدهنية غير المشبعة، ويتشكل سلسلة قصيرة من (الأحماض الكربوكسيلية والألدهيدات) الذي يعطي رائحة كريهة. ويظهر على سطح الجلد للإنسان الرياضي إثر التمارين الرياضية قطرات زيتية مؤكسدة وتسهم الأحياء الدقيقة الموجودة على الجلد بإسراع عملية الأكسدة وتكون النتيجة انبعاث روائح كريهة من الجلد.



### 3. الحلمة Hydrolysis:

تتحلمه الغليسيريدات الثلاثية بوجود الماء الذي يهاجم الروابط الاستيرية (وهي الرابطة القائمة بين الجزء الكحولي المتمثل بالغليسرول والجزء الحمضي المكون من 3 أحماض دهنية)، وتتفكك عندئذ الغليسيريدات إلى الغليسرول وثلاثة جزيئات لحمض النخيل وفق المعادلة التالية:



#### 4. التصبن Saponification:

هي عملية تحول الزيوت أو الدهون إلى صابون، عند إضافة أساس قوي مثل ماءات الصوديوم (NaOH) إليها فتتصبن فينتج الغليسروول وأملاح الصوديوم للأحماض الدهنية.

- من الملاحظ أن معالجة المادة الدسمة بهيدروكسيد الصوديوم (NaOH) تعطي صابوناً صلباً بينما تعطي هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH) صابوناً ناعماً الملمس.

أولاً: الليبيدات البسيطة: من الليبيدات البسيطة:

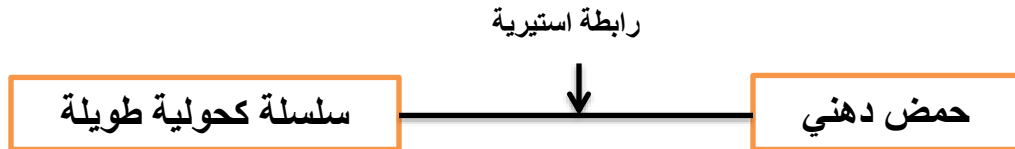
### 1. الدهون Fats والزيوت Oils المتعادلة:

تعتبر الزيوت أو الدهون استرات لأحماض دهنية أحادية الكربوكسيل مع الغليسرول:

- إذا ارتبط الغليسرول مع حمض دهني (دسم) واحد برابطة استيرية سمي هذا المركب أحادي الغليسرول.
- إذا ارتبط الغليسرول مع جزيئين من الحمض الدهني برابطة استيرية سمي هذا المركب ثنائي الغليسرول.
- إذا ارتبط الغليسرول مع ثلاث جزيئات من الحمض الدهني برابطة استيرية سمي هذا المركب بثلاثي الغليسرول أو يسمى بالجليسيريدات الثلاثية وهي من الليبيدات المتعادلة لأنه لا يظهر عليها أي شحنات كهربائية، ومن هذه الجليسيريدات الثلاثية تتكون الشحوم والزيوت.

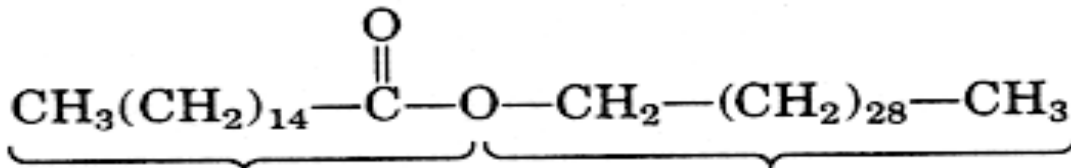
حيث يعد الغليسرول العمود الفقري لليبيدات البسيطة المتعادلة. توجد هذه المواد الدسمة عند العديد من النباتات (في أوراق النباتات خاصة).

2. الشموع: عبارة عن استيرات لأحماض دهنية مشبعة طويلة السلسلة ذات عدد زوجي من ذرات الكربون مع سلاسل كحولية طويلة ذات عدد زوجي من ذرات الكربون أيضاً وأحادية الهيدروكسيد (أي هناك رابطة استيرية واحدة في كل جزيء دهني شمعي)، كما في الشكل:



- ونذكر من هذه الشموع:

- شمع العسل: المأخوذ من قرص العسل الحاوي على النخاريب وهو يستخدم في صنع الورق الشمعي وتلميع الأحذية.
- يتكون شمع العسل من استر حمض البالاميتك (حمض النخيل) لسلسلة طويلة من كحول دهني.
- شمع اللانولين: أو دهن الصوف Lanoline وهو مادة دهنية صفراء، تستخلص من الصوف ويستعمل كمراهم لليدين والوجه (لأغراض طبية وتجميلية).



حمض البالاميتك

كحول دهني

## ثانياً: الليبيدات أو الدهون المركبة

تقسم الليبيدات المركبة حسب نوع المادة الغير دهنية المرتبطة بها إلى:

1. الليبيدات الفوسفورية.

2. الليبيدات الاسفنجية.

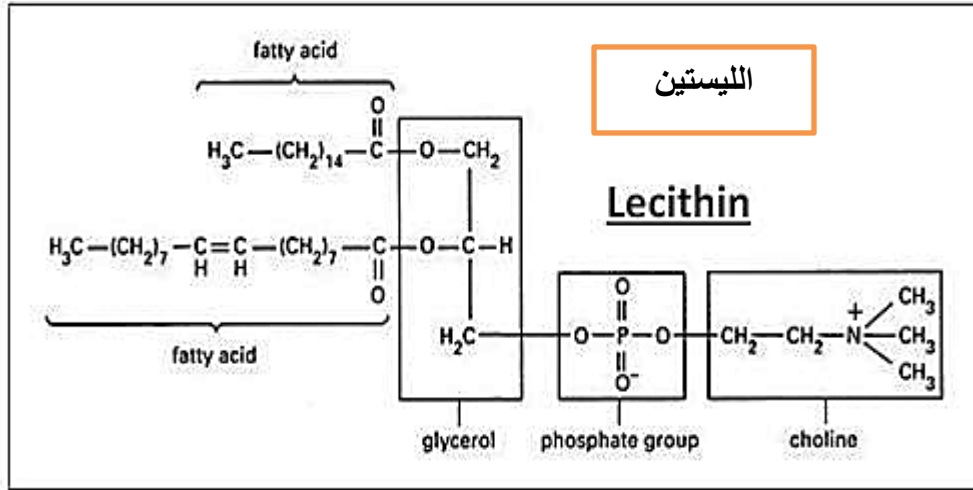
3. الليبيدات السكرية.

4. الليبيدات البروتينية.

### 1. الليبيدات الفوسفورية أو المفسفرة (فوسفوليبيد) Phospho lipids

تحتوي على الجليسيرول (أو أي مادة كحولية) + الأحماض الدهنية بالإضافة إلى الفوسفور بشكل حمض الفوسفور + أحد القواعد النيتروجينية (كولين أو سيرين مثلاً). تظهر البنية الكيميائية لليبيدات الفوسفورية مناطق قطبية وأخرى لا قطبية، حيث تكون فيها الوظيفتان الكحوليتان من الجليسيرول مؤسّرتين بـ حمضين دهنيين (غالباً مختلفين) بينما الوظيفة الكحولية الثالثة من الجليسيرول تتأسّر بـ حمض الفوسفور ويتشكل عندئذ حمض الفوسفاتيديك (أو الفوسفاتيدات)، وعند أسطرة حمض الفوسفور بـ كحول أمين مثل الكولين سمي الفوسفوليبيد عندئذ بـ الليستينات، أما إذا كانت المادة القاعدية المرتبطة مع حمض الفوسفور هي الإيتانول أمين سمي الفوسفوليبيد بـ السيفالينات.

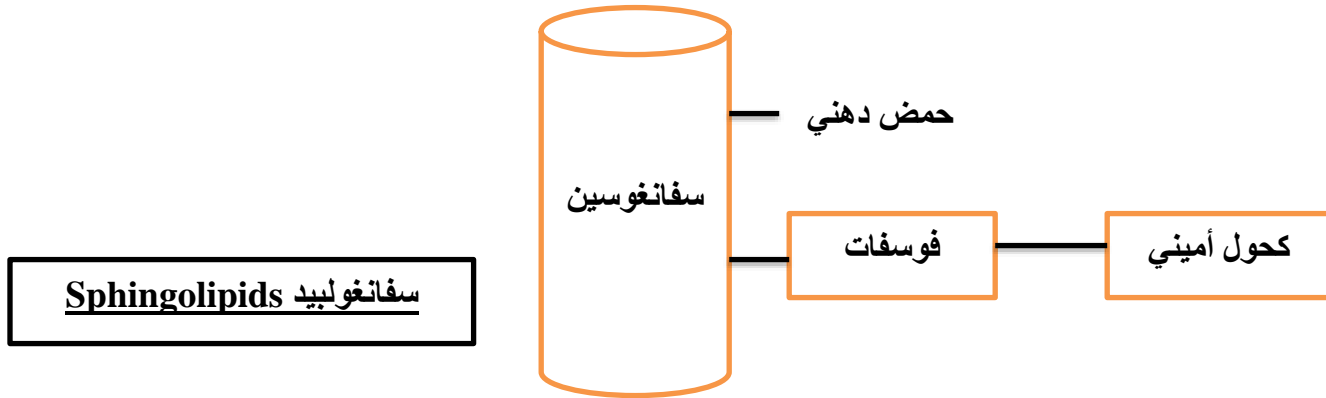
تتميز الجزينات الجديدة المتشكلة عند الفوسفاتيدات بأن الفوسفات فيها يكون قابلاً للانحلال في الماء والقطب الباقي من الجزينة يكون كارهاً للماء. تكثر الحموض الفوسفاتيدية في الأوراق، بينما تكثر الليستينات و السيفالينات في البذور و البادرات. توجد الليبيدات الفوسفورية في أغشية الخلية، وتكثر الليستينات في صفار البيض وفول الصويا.





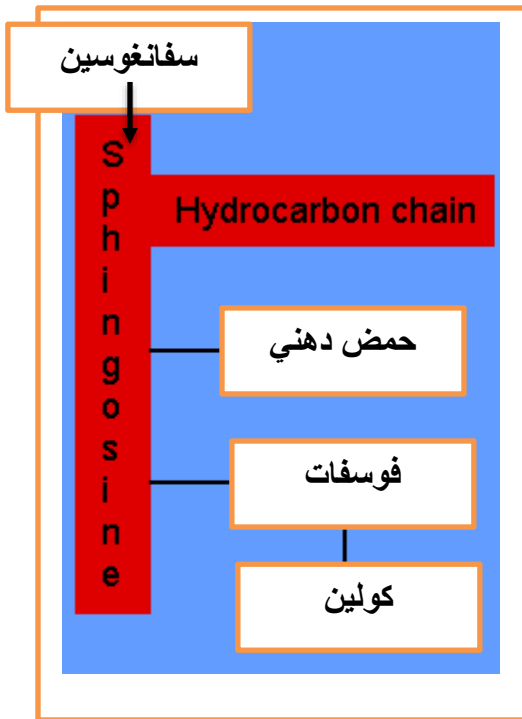
## 2. الدهون الاسفنجية Sphingolipids:

تحتوي الدهون الاسفنجية على:  
أحماض دهنية وفوسفات ولكنها تصنف عادة على انفراد لاحتوائها على سلسلة طويلة غير مشبعة من الكحول الأميني سفانغوسين (أو الاسفنجوسين) بدل من الجليسرول أي لا تحتوي الدهون الاسفنجية على الجليسرول. (انظر الشكل).



إن أبسط أنواع الدهون الاسفنجية هو السفنجومايلين الذي يتألف من:

- جزيئة واحدة من الحمض الدهني.
- جزيئة واحدة من الاسفنجوسين (مادة كحولية قاعدية).
- جزيئة من الفوسفات.
- جزيئة واحدة من كحول أميني (الكولين). (انظر الشكل المجاور)



### 3. الليبيدات السكرية (جليكوليبيدات) Glyco lipids

يرتبط (أحماض دهنية + غليسرول + سكر (جلوكوز أو جالاكتوز)، ولا تحتوي على حمض الفوسفور. لم يتم التأكد من وجود الليبيدات السكرية في النباتات، وفي هذه الحالة تتأستر الوظيفتان الكحوليتان من الغليسرول بحمضين دهنيين، ويتشكل رابطة غلكوزيدية بين الوظيفة الكحولية الثالثة والسكر.

### من الليبيدات المشتقة نذكر:

#### الستيرونييدات

وهي استرات أحماض دهنية مع كحولات متعددة الحلقات (ستيروولات). ويوجد عدد كبير من الستيرونييدات في النباتات بما في ذلك الزيوت والمكسرات والحبوب الكاملة والخضروات، وهي كارهة للماء وغير قابلة للذوبان فيه. ومن أمثلتها نذكر ستيغماستيرول Stigmasterol الذي يوجد في زيت فول الصويا وسيتوستيرون Sitosterol الذي يكثر بشكل خاص في زيت بذور القمح، والإرغوستيرون Ergosterol الذي يصنع في عدد كبير من الأنواع النباتية والذي يمكن تحويله إلى فيتامين D بالأشعة فوق البنفسجية.

#### الكحولات Alcohols:

تدخل الكحولات في تركيب الدهون، ولها صيغة عامة هي R-OH، أي أنها مكونة من جذر الألكيل المرتبط بمجموعة الهيدروكسيل (-OH).

وتصنف الكحولات إلى:

#### 1. الكحولات اللاحلقية وتضم:

- الغليسرول  $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$

- غليسر ألدهيد  $\text{CHO}-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$

- دي هيدروكسي أستون  $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CO}-\text{CH}_2\text{OH}$

#### 2. الكحولات الأروية وتضم:

- الكولامين  $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2-\text{NH}_2$

- الكولين  $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2-\text{N}(\text{CH}_3)_3$

- السيرين  $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}-\text{COOH}$



#### 3. الكحولات الحلقية ونذكر منها:

- الاينوزيتول: الذي يدخل في تركيب بعض المواد الأساسية لنمو الخلايا النباتية.
- الكوليسترول: يدخل في تركيب الشحوم السيترولية ذات الأهمية الحيوية.