



كلية العلوم

القسم : علم الحياة

السنة : الثالثة

المادة : كيمياء النسيج النباتية

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

2025

5

الليبيدات (الدهون أو الدسم) Lipids

تعد الليبيدات عند النباتات من إحدى المكونات الثلاثة الأساسية مع السكريات والبروتينات، وهي عبارة عن مواد عضوية ناتجة من أسترة حموض دسمة مع كحول (غليسرول)، والأسترة هي تشكيل رابطة استيرية بين الحمض الدسم 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 الايتر 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. يمكن أن نميز عند النباتات المجموعات الليبيدية التالية: الغليسيريدات الثلاثية (الليبيدات المعتدلة)، الليبيدات الفوسفورية، الشموع، الستيرويدات.

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 والإستفادة 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 للكانن الحي.
- 4) غشاء واقٍ يحمي الأعضاء من الصدمات.
- 5) تدخل في تركيب بعض الهرمونات.

تصنيف الليبيدات:

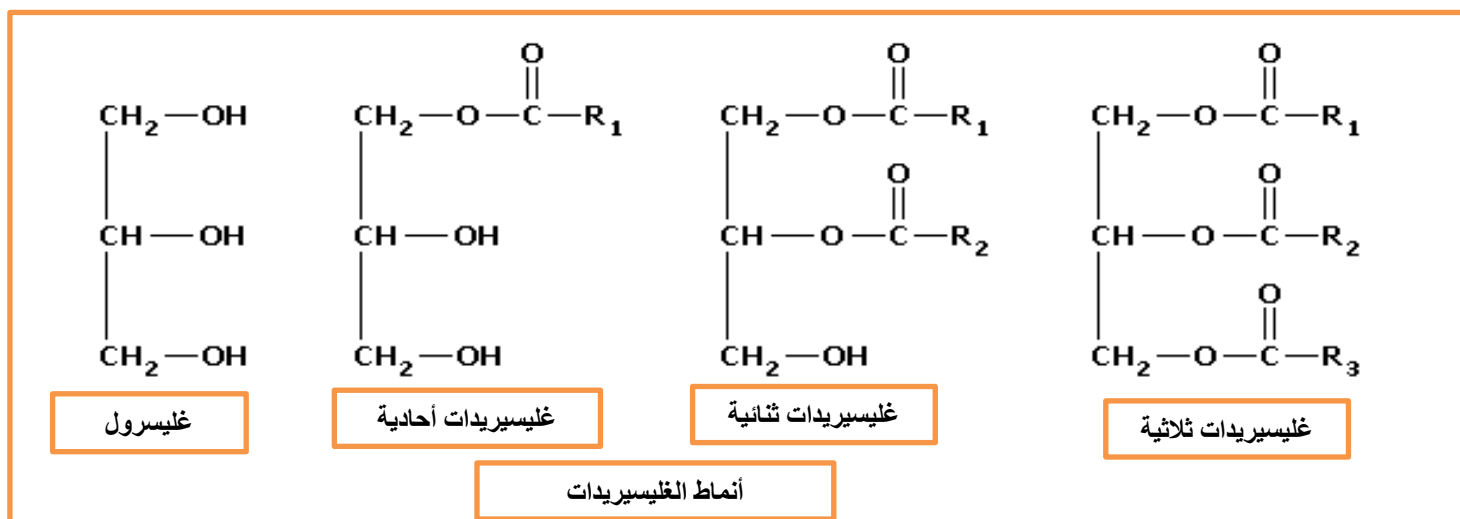
1. الليبيدات البسيطة: مثل الزيوت والدهون والشموع.
2. الليبيدات المركبة: تقسم إلى:
  - الليبيدات الفوسفورية (فوسفوليبيدات)
  - الليبيدات الإسفنجية (Sphingolipids)
  - الليبيدات السكرية (جليكوليبيدات)
  - البروتينات الدهنية

تركيب بعض أنواع الليبيدات البسيطة والمركبة:

التركيب	اسم الليبيد
حموض دسمة طويلة السلسلة مع كحولات	الشموع
حموض دسمة وغليسرول	الشحوم والزيوت
حموض دسمة - غليسرول - فوسفات وكحولات أمينية (حلقة آزوت)	الليبيدات الفوسفورية
حموض دسمة - غليسرول	الليبيدات السكرية
غليسيريدات ثلاثية وبنيات حلقة سداسية وخماسية	الستيرويدات

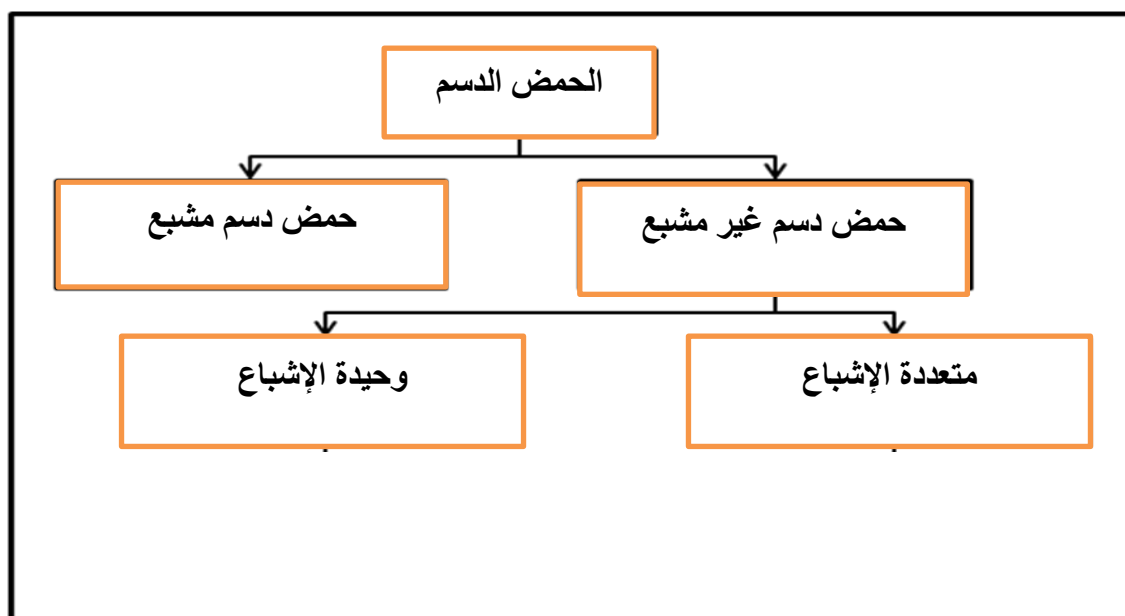
1. الليبيدات البسيطة: أبسط أنواع مركبات الليبيدات، تنتج من أسترة الغليسرول و3أحماض دسمة. وهي لبيدات ادخارية توجد في الخلايا النباتية على هيئة كريات أو قطيرات دقيقة مبعثرة في الهيولى، وتتوضع بشكل خاص في البذور والثمار بأعداد كبيرة. تقسم الليبيدات البسيطة تبعاً لنوع الكحول إلى قسمين رئيسين:

(أ) دهون متعادلة: وتضم الشحوم والزيوت، ثلاثية الغليسيريديتات.  
(ب) الشموع.



### الحموض الدسمة Fatty acids:

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



## الحموض الدهنية المشبعة Saturated fatty acids:

هي حموض دهنية تكون فيها جميع ذرات الكربون مشبعة بالهيدروجين (أي جميع الروابط بين ذرات الكربون أحادية)، الصيغة العامة لها:  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{COOH}$ ، وعندما تكون قيمة  $n$  محصورة (2-10) فيكون الحمض الدسم من الأحماض ذات السلسلة القصيرة، أما إذا كانت ( $n > 11$ ) فيكون الحمض الدسم من الأحماض ذات السلسلة الطويلة. ومن أهم الحموض 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 البالمتيك 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 الاستياريك Stearic acid: وهو حمض يحتوي على 18 ذرة من الكربون ويوجد في الزيوت النباتية.

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

## الحموض الدهنية غير المشبعة Unsaturated fatty acids:

هي حموض تحتوي على رابطة ثنائية أو ثلاثية واحدة على الأقل بين ذرات الكربون. وتقسم الأحماض الدهنية غير المشبعة إلى: وحيدة الإشباع إذا كانت تحتوي على رابطة مضاعفة واحدة في سلسلة الكربون، أما الحموض الدسمة متعددة الإشباع فتحتوي على رابطتين مضاعفتين أو أكثر.

الحموض الدهنية وحيدة الإشباع:

• حمض البالميتولييك Palmitoleic acid يوجد في زيت نيتة أبو فائس 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

الحموض 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 ( $\text{C}_{18}\text{H}_{30}\text{O}_2$ ):

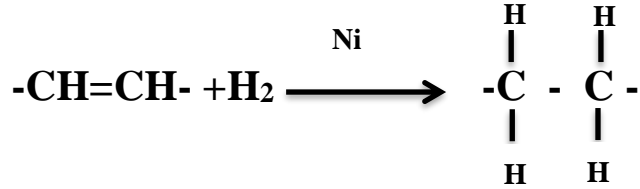
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH=CH-(CH}_2\text{)}_7\text{-COOH}$

ومن الملاحظ أن خلايا جسم الإنسان قادرة على تركيب أغلب الحموض الدسمة اعتباراً من الكربوهيدرات أو اعتباراً من حموض دسمة إلا أنه لا يتم تركيب هذه الحموض بكميات كافية وخاصة الحموض الدسمة التي تحوي على أكثر من رابطة مضاعفة مثل حمض الكتان الذي يعد من الحموض الأساسية الواجب توافرها في الوجبة الغذائية للإنسان حيث أن عوز هذا الحمض يمكن أن يؤدي إلى التهاب جلدي.

## الخواص الكيميائية العامة للحموض الدهنية:

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

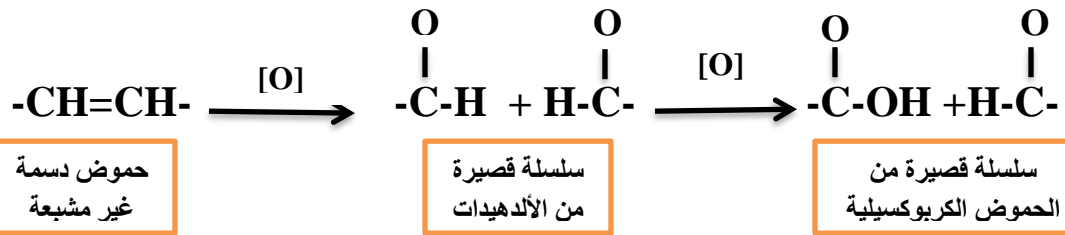
إن هدرجة الحموض الدسمة غير المشبعة ذات الرابطة المضاعفة الوحيدة بوجود وسيط من النيكل (Ni) يؤدي إلى زوال الرابطة المضاعفة وتشكيل حموض دسمة مشبعة وفق المعادلة التالية:



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

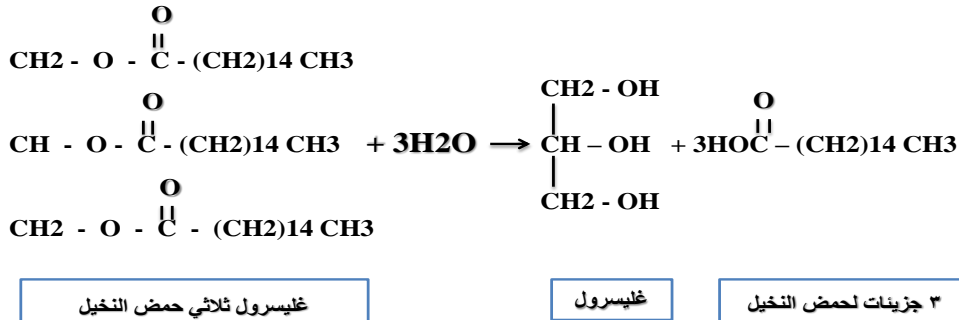
### 2. أكسدة المواد الدسمة:

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



### 3. الحلمهة Hydrolysis:

تتحلمه الغليسيريديات الثلاثية بوجود الماء الذي يهاجم الروابط الإستيرية (وهي الرابطة القائمة بين الجزء الكحولي المتمثل بالغليسرول والجزء الحمضي المكون من 3 حموض دهنية)، وتتفكك عندئذ الغليسيريديات 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 للحموض الدسمة.

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

أولاً: اللبيدات البسيطة: من اللبيدات البسيطة:

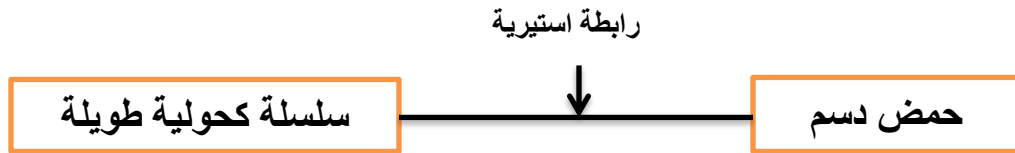
### 1. الدهون Fats والزيوت Oils المتعادلة:

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

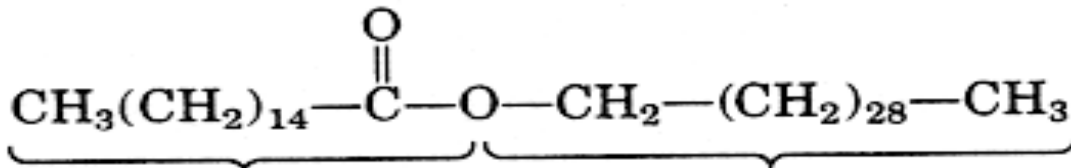
- إذا ارتبط الغليسرول مع حمض دهني (دسم) واحد برابطة إستيرية سمي هذا المركب أحادي الغليسرول.
- إذا ارتبط الغليسرول مع جزيئين من الحمض الدهني برابطة إستيرية سمي هذا المركب ثنائي الغليسرول.
- إذا ارتبط الغليسرول مع ثلاث جزيئات من الحمض الدهني برابطة إستيرية سمي هذا المركب بثلاثي الغليسرول أو يسمى بالجليسيريدات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

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

2. الشموع: عبارة عن إستيرات لحموض دسمة 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 إستيرية 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 إستر حمض البالميترك (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 البالميترك

كحول دهني

## ثانياً: الليبيدات أو الدهون المركبة

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

1. الليبيدات الفوسفورية.

2. الليبيدات الإسفنجية.

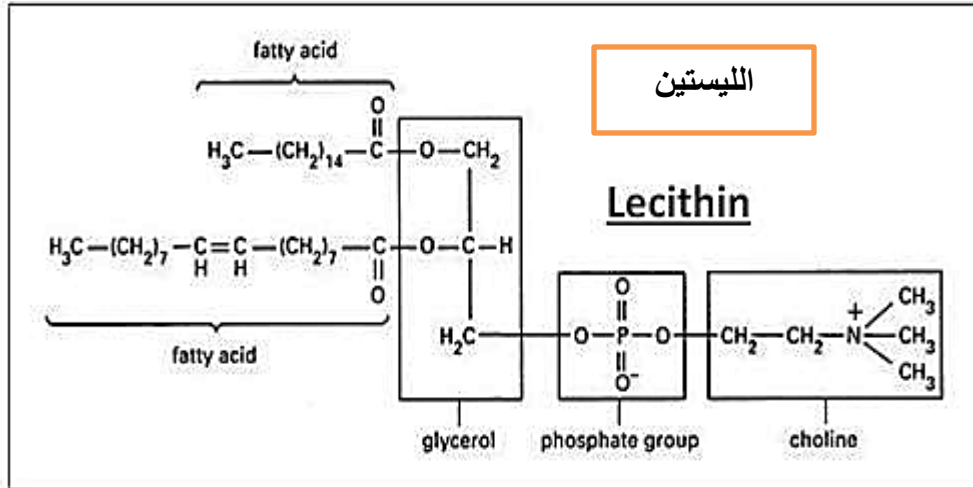
3. الليبيدات السكرية.

4. البروتينات الدهنية.

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

تحتوي على الجليسيرول (أو أي مادة كحولية) + الحموض الدسمة بالإضافة إلى الفوسفور بشكل حمض الفوسفور + أحد القواعد النيتروجينية (كولين أو سيرين مثلاً). تظهر البنية الكيميائية لليبيدات الفوسفورية مناطق قطبية وأخرى لاقطبية، حيث تكون فيها الوظيفتان الكحوليتان من الجليسيرول مؤسّرتين بـ حمضين دسمين (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.

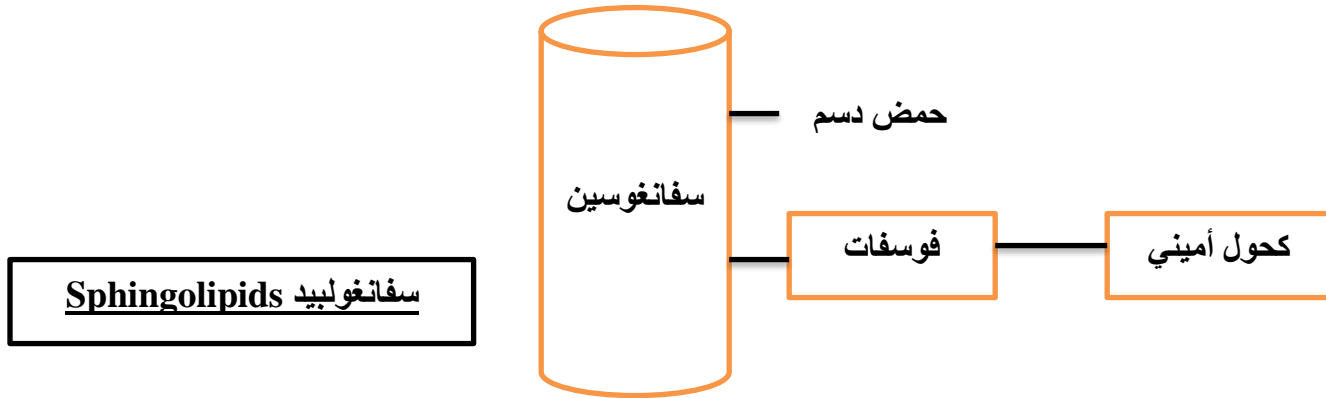
تتميز الجزينات الجديدة المتشكلة عند الفوسفاتيدات بأن الفوسفات فيها يكون قابلاً للانحلال في الماء والقطب الباقي من الجزينة يكون كارهاً للماء. تكثر الحموض الفوسفاتيدية في الأوراق، بينما تكثر الليستينات و السيفالينات في البذور و البادرات. توجد الليبيدات الفوسفورية في أغشية الخلية، وتكثر الليستينات في صفار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





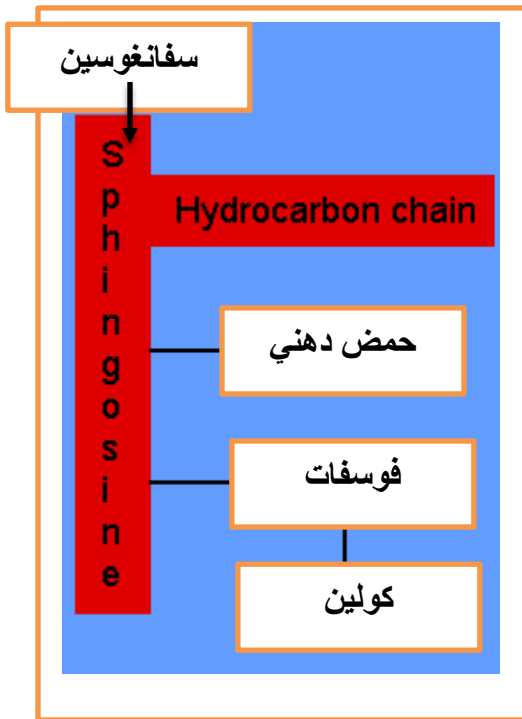
## 2. الدهون الإسفنجية Sphingolipids:

تحتوي الدهون الإسفنجية على:  
حموض دسمة وفوسفات ولكنها تصنف عادة على انفراد لاحتوائها على سلسلة طويلة غير مشبعة من الكحول الأميني  
سفانغوسين (أو الإسفنجوسين) بدل من الجليسرول أي لا تحتوي الدهون الإسفنجية على الجليسرول. (انظر الشكل).



إن أبسط أنواع الدهون الإسفنجية هو السفنجومايلين الذي يتألف من:

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



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

يرتبط (حموض 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 دسمين، ويتشكل رابطته غلكوزيدية بين الوظيفة الكحولية الثالثة والسكر.

### من الليبيدات المشتقة نذكر:

#### الستيروئيدات

وهي أسترات حموض دسمة مع كحولات متعددة الحلقات (ستيرولات). ويوجد عدد كبير من الستيروئيدات في النباتات بما في ذلك الزيوت والمكسرات والحبوب الكاملة والخضروات، وهي كارهة للماء وغير قابلة للذوبان فيه. ومن أمثلتها نذكر ستيغما ستيروول Stigmasterol الذي يوجد في زيت فول الصويا وسيتوستيروول Sitosterol الذي يكثر بشكل خاص في زيت بذور الفمخ، والإرغوستيروول Ergosterol الذي يصنع في عدد كبير من الأنواع النباتية والذي يمكن تحويله إلى فيتامين D بالأشعة فوق البنفسجية.

#### الكحولات Alcohols:

تدخل الكحولات في تركيب الشحوم، 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 الآزوتية 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:

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