



كلية العلوم

القسم : حلم الحياة

السنة : الثالثة

1

## المادة : كيمياء النسج النباتية

المحاضرة : ٤٥ / نظري

# A to Z مكتبة

# Facebook Group : A to Z مكتبة



كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية



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

اللبيدات (الدهون أو الدسم) Lipids

تعد اللبيدات عند النباتات من إحدى المكونات الثلاثة الأساسية مع السكريات والبروتينات، وهي عبارة عن مواد عضوية ناتجة من أسترة حموض دسمة مع كحول (غليسروول)، والأسترة هي تشكيل رابطة استيرية بين الحمض الدسم والغليسروول، وهي ذات صيغة عامة:  $O-C=OR$  كحول. اللبيدات نوعان: لبيدات بسيطة (مثل الشموع والزيوت) أو مركبة (مثل اللبيدات الفوسفورية واللبيدات البروتينية). تتميز اللبيدات بملمسها الناعم وعدم قابليتها للذوبان في الماء لأنها مركبات غير قطبية، ولكنها تذوب في المذيبات العضوية الغير قطبية مثل الأيتر والكلوروفورم والكحول والأسيتون. التركيب الكيميائي لللبيدات يتضمن الكربون والأكسجين والهيدروجين وهي نفس العناصر الكيميائية الموجودة في السكريات إلا أن نسبة الهيدروجين في اللبيدات أعلى من نسبة وجودها في السكريات. توجد اللبيدات بكميات قليلة في أنسجة الجهاز الإاعاشي بينما يمكن أن تتوضع في الثمار والبذور بكميات تتجاوز الـ 50% من الوزن الجاف. يمكن أن نميز عند النباتات المجموعات الليبية التالية: الغليسيريدات الثلاثية (اللبيدات المعتدلة)، اللبيدات الفوسفورية، الشموع، الستيرويدات.

أهمية اللبيدات:

1. مصدر للطاقة حيث يعطي الغرام الواحد من اللبيدات 9.3 سعرة حرارية.
2. مصدر لفيتامينات 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 المخزن في الجسم ضرورية لأنها:

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

تصنيف اللبيدات:

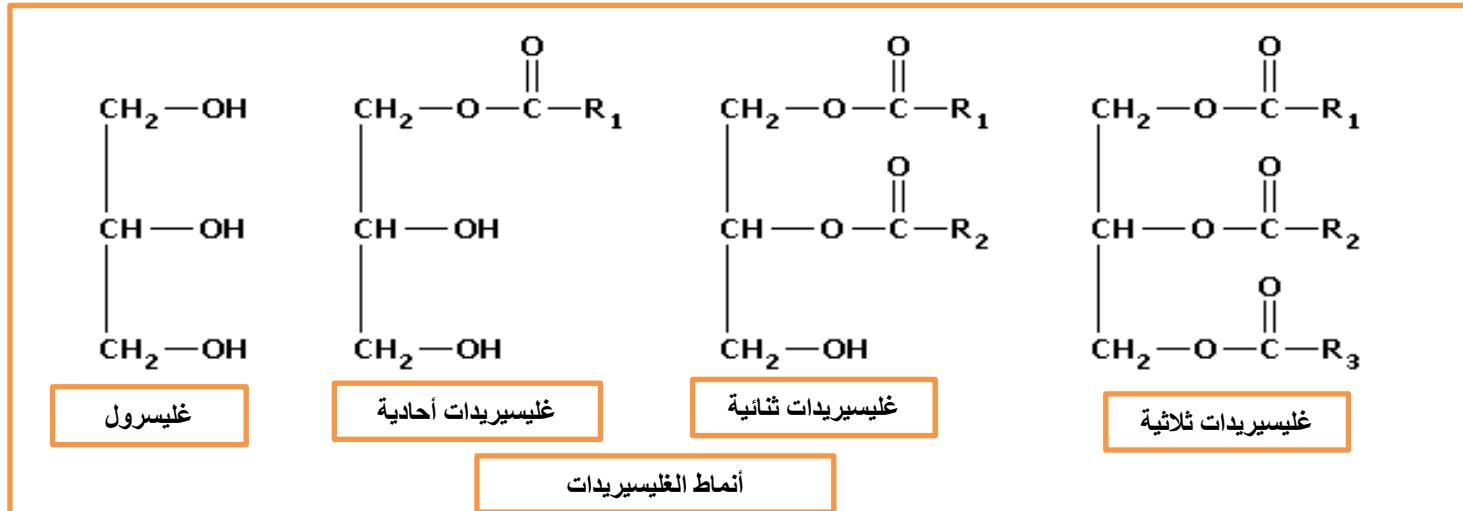
1. اللبيدات البسيطة: مثل الزيوت والدهون والشموع.
2. اللبيدات المركبة: تقسم إلى:
  - اللبيدات الفوسفورية (فوسفوليبيدات)
  - اللبيدات الإسفنجية (Sphingolipids)
  - اللبيدات السكرية (جييكوليبيدات)
  - البروتينات الدهنية

تركيب بعض أنواع اللبيدات البسيطة والمركبة:

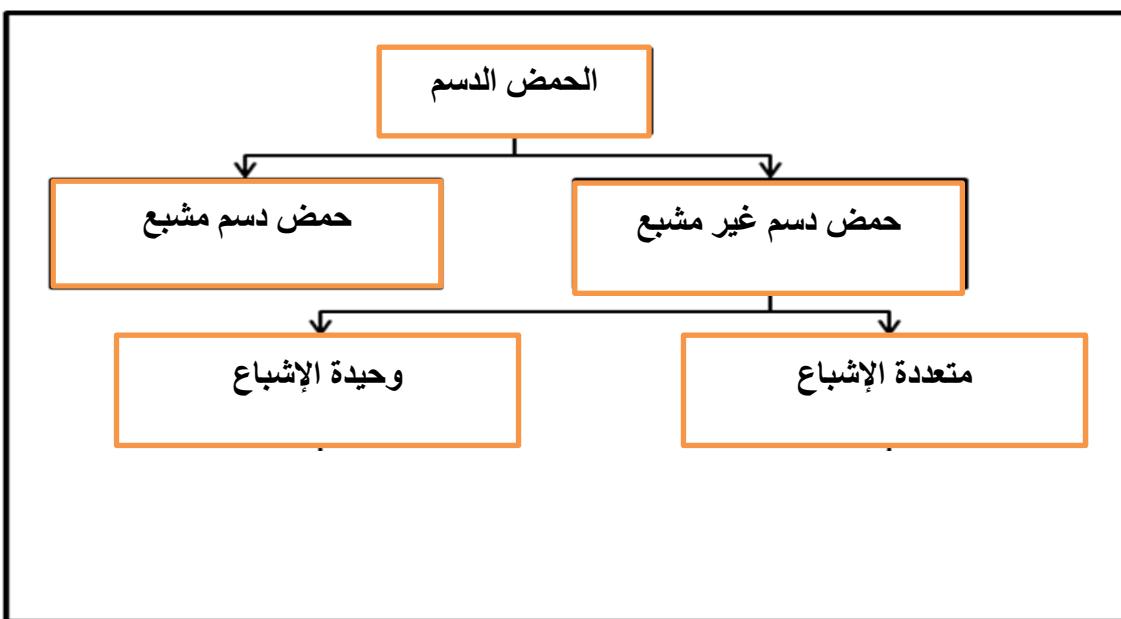
التركيب	اسم اللبيد
حموض دسمة طويلة السلسلة مع كحولات	الشموع
حموض دسمة وغليسروول	الشحوم والزيوت
حموض دسمة - غليسروول - فوسفات وكحولات أمينية (حلقة آزوت)	اللبيدات الفوسفورية
حموض دسمة - غليسروول	اللبيدات السكرية
غليسيريدات ثلاثة وبنيات حلقة سداسية وخماسية	الستيرويدات

**1. الليبيدات البسيطة:** أبسط أنواع مركبات الليبيدات، تنتج من أسترة الغليسروول و3 أحماض دسمة. وهي ليبيدات ادخارية توجد في الخلايا النباتية على هيئة كريات أو قطرارات دقيقة مبعثرة في الهيولى، وتتووضع بشكل خاص في البدور والثمار بأعداد كبيرة.  
تقسم الليبيدات البسيطة تبعاً لنوع الكحول إلى قسمين رئيسيين:

- أ) دهون متعادلة: وتضم الشحوم والزيوت، ثلاثة الغليسيريدات.
- ب) الشموع.



**الحموض الدسمة:** Fatty acids هي البنية الأساسية المكونة للدهون، وهي عبارة عن سلسلة هيدروكربونية ألفاتية طويلة السلسلة غير متفرعة تحتوي في نهايتها على مجموعة كربوكسيل حمضية واحدة. الحموض الدسمة إما مشبعة أو غير مشبعة، ذات صيغة عامة  $R-COOH$ . تحتوي عدداً من ذرات الكربون التي يتراوح عددها بين 12 و18 ذرة. لا توجد 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 وموقع الروابط غير المشبعة (الثانية) 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  $n=2-10$  مخصوصة (n=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.



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



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



## الحموض الدهنية غير المشبعة :Unsaturated fatty acids

هي حموض تحتوي على رابطة ثنائية أو ثلاثة 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 البالmitoleic acid Palmitoleic acid يوجد في زيت نيتة أبو فايس وزيت نبتة الكادافيا وصيغته (C16H30O2):



• حمض الأوليك Oleic acid يوجد في الزيوت النباتية مثل زيت الزيتون وزيت اللوز، وصيغته (C18H34O2):



الرابطة المضاعفة

### الحموض الدهنية متعددة الإشباع:

❖ حمض اللينوليك Linoleic acid (زيت دوار الشمس) وصيغته (C18H32O2):



❖ حمض اللينولينيك Linolenic (زيت فول الصويا) وصيغته (C18H30O2):

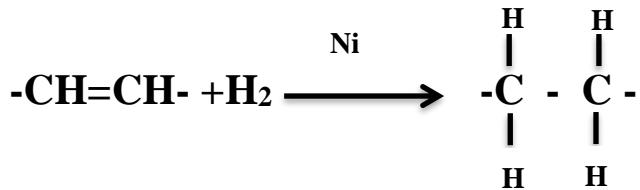


ومن الملاحظ أن خلايا جسم الإنسان قادرة على تركيب أغلب الحموض الدسمة اعتباراً من الكريو هيدرات أو اعتباراً من حموض دسمة إلا أنه لا يتم تركيب هذه الحموض بكميات كافية وخاصة الحموض الدسمة التي تحوي على أكثر من رابطة مضاعفة مثل حمض الكتان الذي يعد من الحموض الأساسية الواجب توافرها في الوجبة الغذائية للإنسان 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 النikel (Ni) يؤدي إلى زوال الرابطة المضاعفة وتشكيل حموض دسمة مشبعة وفق المعادلة التالية:



وينتاج عن عملية الهدرجة مادة **الماركارين** (أو مايسمى بالسمن الصناعي) والتي تتشكل من **الزيت السائل** بعد إشباعه بالهيدروجين.

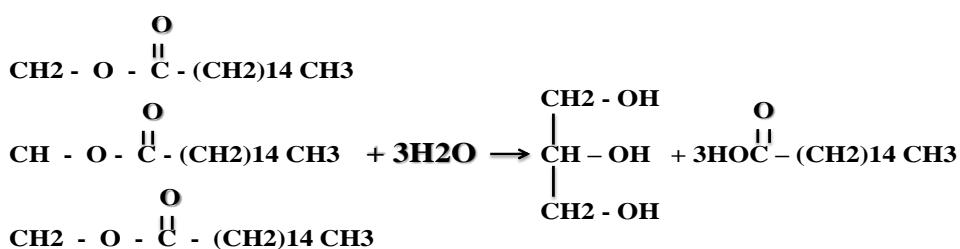
### 2. أكسدة المواد الدسمة:

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 **قطيرات زيتية مؤكسدة** وتسهم المتغيرات الدقيقة الموجودة على الجلد بإسراع عملية الأكسدة وتكون النتيجة إنبعاث رائحة كريهة من الجلد.



### 3. الحلمه Hydrolysis:

تحلله الغليسيريدات الثلاثية بوجود الماء الذي يهاجم الرابطة القائمة بين الجزء الكحولي المتمثل بالغليسيرول والجزء الحمضي المكون من 3 حموض دهنية، وتتفاكم عند هذه التحلل الغليسيريدات إلى **الغليسيرول** وثلاثة **جزيئات لحمض النخيل** وفق المعادلة التالية:



#### 4. التصبغ :Saponification

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

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

أولاً: اللبيدات البسيطة: من اللبيدات البسيطة:

## 1. الدهون Fats والزيوت Oils المتعادلة:

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

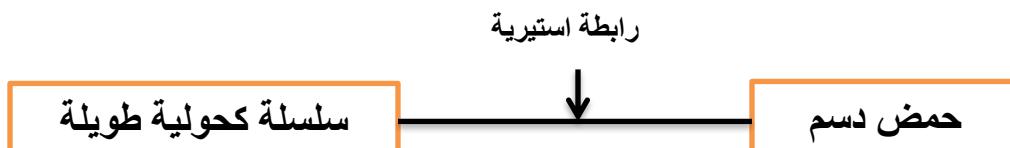
- إذا ارتبط الغليسروول مع حمض دهني (دسم) واحد برابطة إستيرية سمي هذا المركب أحادي الغليسروول.

- إذا ارتبط الغليسروول مع جزيئتين من الحمض الدهني برابطة إستيرية سمي هذا المركب ثانوي الغليسروول.

- إذا ارتبط الغليسروول مع ثلاثة جزيئات من الحمض الدهني برابطة إستيرية سمي هذا المركب بثلاثي الغليسروول أو يسمى بالغليسيريدات الثلاثية وهي من اللبيدات المتعادلة لأنها لا يظهر عليها أي شحنات كهربائية، ومن هذه الغليسيريدات الثلاثية تكون الشحوم والزيوت.

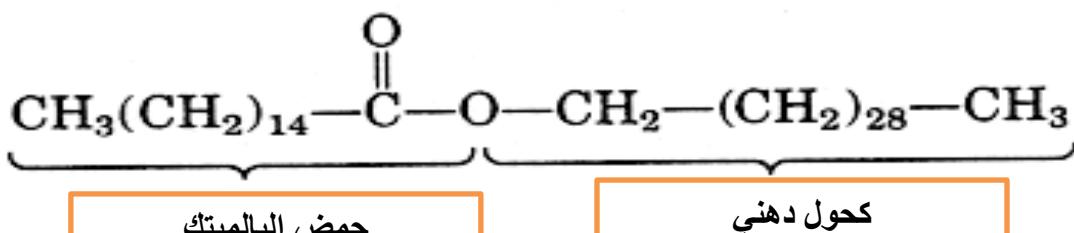
حيث يعد الغليسروول العمود الفقري لللبيدات البسيطة المتعادلة. توجد هذه المواد الدسمة عند العديد من النباتات (في أوراق النباتات خاصة).

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 جزء دهن 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 البالميتك (حمض التخيل) لسلسلة طويلة من كحول دهني.
- شمع اللانوليدين: أو دهن الصوف Lanoline وهو مادة دهنية صفراء، تستخلص من الصوف ويستعمل كمراهم للليدين والوجه (لأغراض طبية وتجميلية).



## ثانياً: الـلـبـيـدـات أو الـدـهـون الـمـرـكـبـة

تقسم الـلـبـيـدـات الـمـرـكـبـة حـسـب نـوـع المـادـة الغـير دـهـنـيـة المرـتـبـطـة بـهـا إـلـى:

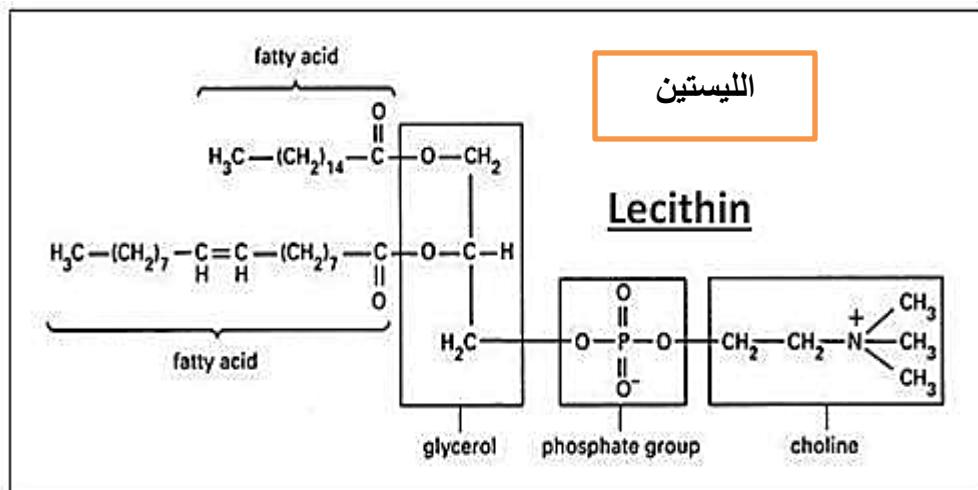
1. الـلـبـيـدـات الـفـوـسـفـورـيـة.
2. الـلـبـيـدـات الـإـسـفـجـيـة.
3. الـلـبـيـدـات السـكـرـيـة.
4. الـبـرـوـتـيـنـات الـدـهـنـيـة.

### 1. الـلـبـيـدـات الـفـوـسـفـورـيـة أو الـمـفـسـفـرـة (فـوـسـفـولـيـبـيد)

تحـتـوي عـلـى الـغـلـيـسـيرـول (أـو أي مـادـة كـحـوليـة) + الـحـمـوـض الـدـسـمـة بـالـإـضـافـة إـلـى الـفـوـسـفـور بـشـكـل حـمـضـ الـفـوـسـفـور + أحـد القـوـاعـد الـنـتـرـوجـينـية (كـوليـن أو سـيرـين مـثـلاً). تـظـهـر الـبـنـيـة الـكـيـمـيـائـيـة لـلـبـيـدـات الـفـوـسـفـورـيـة لـلـبـيـدـات الـفـوـسـفـورـيـة منـاطـق قـطـبـيـة وـآخـرـى لـاقـطـبـيـة، حـيثـ تكونـ فـيـها الـوـظـيقـات الـكـحـوليـات مـؤـسـرـتـيـن بـحـمـضـيـن دـسـمـيـن (غالـباً مـخـتـلـفـيـن) بـيـنـما الـوـظـيقـة الـكـحـوليـة الـثـالـثـة مـنـ الغـلـيـسـيرـول تـتأـسـر بـحـمـضـ الـفـوـسـفـور وـيـتـشـكـلـ عـنـدـ حـمـضـ الـفـوـسـفـاتـيـدـيك (أـو الـفـوـسـفـاتـيـدـات)، وـعـنـدـ أـسـتـرـة حـمـضـ الـفـوـسـفـور بـكـحـولـ أمـينـيـ مثلـ الـكـوليـنـ سـمـيـ الـفـوـسـفـولـيـبـيدـ عـنـدـ بـالـليـسـتـيـنـاتـ، أـمـا إـذـا كـانـتـ المـادـة الـقـاعـدـيـةـ المـرـتـبـطـةـ بـحـمـضـ الـفـوـسـفـورـ هيـ الإـيـتـانـولـ أمـينـ سـمـيـ الـفـوـسـفـولـيـبـيدـ بـالـسيـفـالـيـنـاتـ.

تـتـمـيزـ الـجـزـيـئـاتـ الـجـدـيـدةـ الـمـتـشـكـلـةـ عـنـدـ الـفـوـسـفـاتـيـدـاتـ بـأـنـ الـفـوـسـفـاتـ فـيـهاـ يـكـونـ قـابـلـ لـلـاحـلـلـ فـيـ المـاءـ وـالـقـطـبـ الـبـاـقـيـ مـنـ الـجـزـيـئـةـ يـكـونـ كـارـهـاـ لـلـمـاءـ. تـكـثـرـ الـحـمـوـضـ الـفـوـسـفـاتـيـدـيـةـ فـيـ الـأـورـاقـ، بـيـنـماـ تـكـثـرـ الـلـيـسـتـيـنـاتـ وـالـسـيـفـالـيـنـاتـ فـيـ الـبـذـورـ وـالـبـادـرـاتـ.

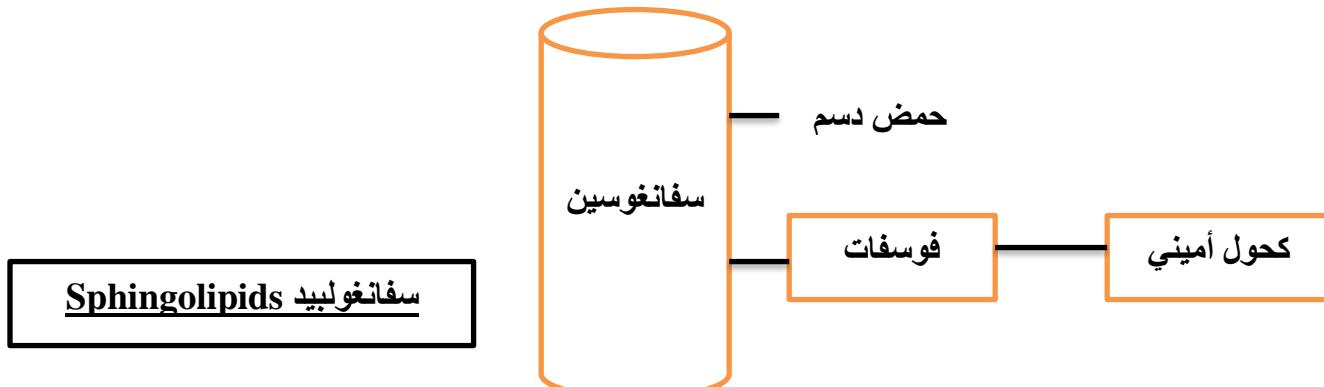
- تـوـجـدـ الـلـبـيـدـاتـ الـفـوـسـفـورـيـةـ فـيـ أـغـشـيـةـ الـخـلـيـةـ، وـتـكـثـرـ الـلـيـسـتـيـنـاتـ فـيـ صـفـارـ الـبـيـضـ وـفـولـ الصـوـيـاـ.



## 2. الدهون الإسفنجية :Sphingolipids

تحتوي الدهون الإسفنجية على:

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



Sphingolipids

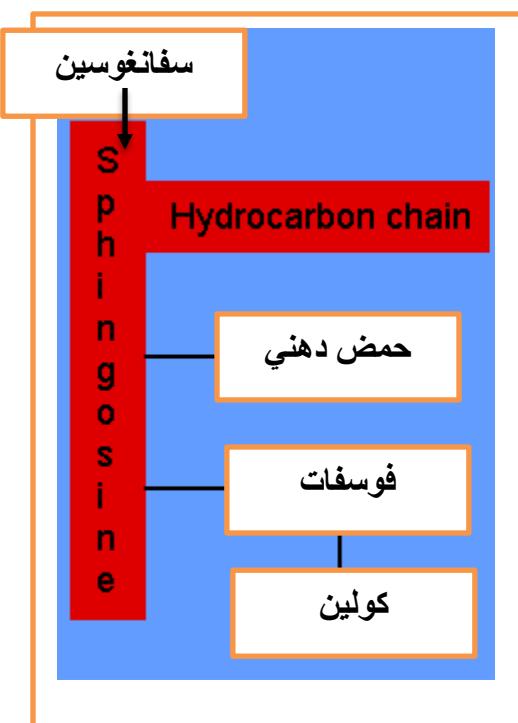
إن أبسط أنواع الدهون الإسفنجية هو السفنجومايلين الذي يتتألف من:

- 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. الليبيات السكرية (جليكوليبيديات) Glyco lipids

يرتبط (حموض دهنية + غليسرول+ سكر (جلكوز أو جالاكتوز)، ولا تحتوي على حمض الفوسفور. لم يتم التأكد من وجود الليبيات السكرية في النباتات، وفي هذه الحالة تتأستر الوظيفتان الكحوليتان من الغليسرول بحمضين دسمين، ويتشكل رابطة غلوكوزيدية بين الوظيفة الكحولية الثالثة والسكر.

#### من الليبيات المشتقة نذكر:

##### الستيروئيدات

وهي أسترات حموض دسمة مع كحولات متعددة الحلقات (ستيرولات). ويوجد عدد كبير من الستيروئيدات في النباتات بما في ذلك الزيوت والمسكرات والحبوب الكاملة والخضروات، وهي كارهة للماء وغير قابلة للذوبان فيه. ومن أمثلتها ذكر ستيرول Sitosterol الذي يوجد في زيت فول الصويا وستيروستيرول Ergosterol الذي يكثر بشكل خاص في زيت بذور القمح، والارغوستيرول 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 اللاحقة وتضم:

- الغليسرول CH<sub>2</sub>OH-CHOH-CH<sub>2</sub>OH
- غليسير الدهيد CHO-CHOH-CH<sub>2</sub>OH
- دي هيدروكسي أستون CH<sub>2</sub>OH-CO-CH<sub>2</sub>OH

##### 2. الكحولات الآزوتية وتضم:

- الكولامين CH<sub>2</sub>OH-CH<sub>2</sub>-NH<sub>2</sub>
- الكولين CH<sub>2</sub>OH-CH<sub>2</sub>-N(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>
- السيرين CH<sub>2</sub>OH-CH-COOH

NH<sub>2</sub>

##### 3. الكحولات الحلقة ونذكر منها:

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