الجامعة السورية الخاصة
SYRIAN PRIVATE UNIVERSITY

السنة الأولى

بيولوجيا حيوانية

د.حسن حلمي خاروف

م3

500

الفصل 3- بنية الجزيئات الضخمة العضوية ووظيفتها

The Structure and Function of Large biological Molecules

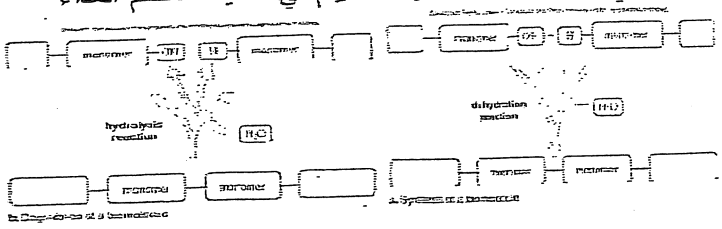
Campbell Biology 9th ed. P. 114-135

Rees, Urry, Cain, Wasserman, Minorsky & Jackson

جزيئات الحياة Molecules of life

- إنها جزيئات ضخمة macromolecules تتألف من جزيئات صغيرة .. وحدات عضوية صغيرة توجد الخلايا، لذا صارت تُدرَس الآن بأجهزة معقدة ترافقها أجهزة مؤتمتة sophisticated computerisd equipments

- الجزيئات الضخمة macromolecules هي قَسَيمات متعددة polymers تتألف من وحدات أصغر .. قسيمات وحيدة monomers.
- البروتينات مثلاً من وحدات هي الحموض الأمينية، يرتبط بعضها ببعض بروابط تشاركية (تساهمية) covalent bonds لتشكل جزيئات أضخم ذات كتل ذرية قد يصل إلى 100,000 دالتون.
- يتم هذا الإرتباط بتفاعلات تكاثف condensation reactions تتضمن نزع الماء (تجفاف) dehydration، يتم ذلك بتوسط إنزيمات enzymes. العملية المعاكسة هي التحلل hydrolysis كما يتم في عمليات هضم الغذاء



تنوع البوليميرات Diversity of polymers

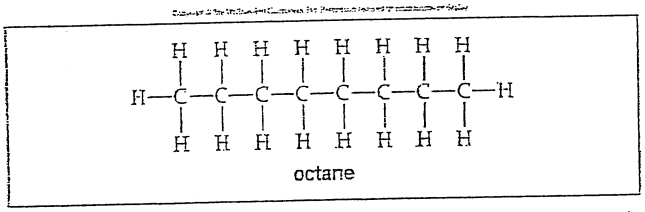
- يوجد من كل منها أنواع عديدة
- سبب هذا التنوع : 1) عدد الوحدات وترتيبها number and arrangement of their units
- 2) خصائص ذرة الكربون properties of carbon atom
- 3) المجموعات الوظيفية التي تحملها functional groups they carry

1 – عدد الوحدات وترتيبها Number and arrangement of the unites .

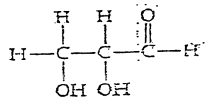
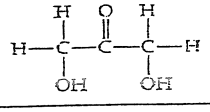
مثال البروتينات ... بروتينات متنوعة different proteins لحم .. غنم .. بقر .. جمل إلخ
بنيتها مثل الحروف الأبجدية في اللغات alphabets of languages

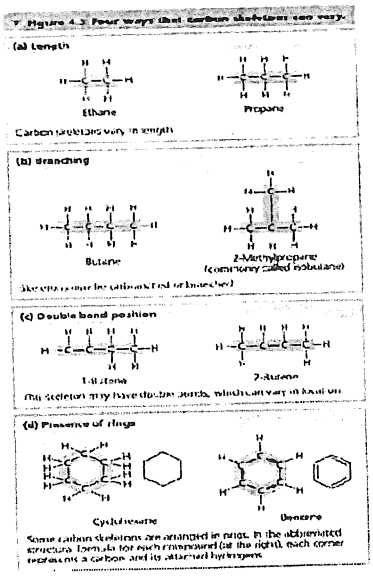
2– خصائص الكربون Properties of carbon atom

أ– هيكل ذرة الكربون ... مدار التكافؤ ... 4 إلكترونات ... 4 روابط bonds .. 4 مركبات
لكل ذرة مثلاً الفحوم الهيدروجينية hydrocarbons طويلة السلسلة ... الأوكتان 8 ذرات كربون



– وكذلك الشكل الفراغي للجزيء و ترتيب عناصره المختلفة وموقع الجذور الوظيفية في المادة الكيميائية فيما يسمى المصاوغات isomeres: بنيوية structural isomeres و سيس ترانس cistrans isomeres. و مرآتية enaniomeres

glyceraldehyde	dihydroxyacetone
	



b. Number of C atoms
عدد ذرات الكربون

c. Arrangement of C atoms
ترتيب ذرات الكربون

d. Number of bonds
(single, double or triple)
عدد الروابط : مفردة أو مضاعفة أو ثلاثية

e. cyclic formula
الصيغة الحلقية

3- Functional groups المجموعات الوظيفية

- **hydroxyl**	R – OH	makes alcohols الكحولات
- **carbonyl**	R – COH	makes aldehydes الألدهيدات
	R – CO	makes ketones (acetone) الكيتونات (الأسيتونات)
- **carboxyl**	R – COOH	makes organic acids حموض عضوية
- **amine**	$R-NH^2$	makes amino acids حموض أمينية
- **sulfhydryl**	R – SH	makes some amino acids بعض الحموض الأمينية
- **phosphate**	$R-PO^4H^2$	makes nucleotides and phospholipids فسفوليبيدات ونوكليوتيدات

– أربع مجموعات من الجزيئات الضخمة

four categories of macromolecules: carbohydrates, lipids, proteins and **nucleic acids.**

2 .5 الكربوهيدرات: مادة احتراق وبناء **fuel and building material**

– تضم السكريات **sugars**: تتألف من مونوميرات (قسيمات) .... أبسطها يتألف من:

مونومير واحد (قسيم) .... أحاديات السكريد monosaccharides

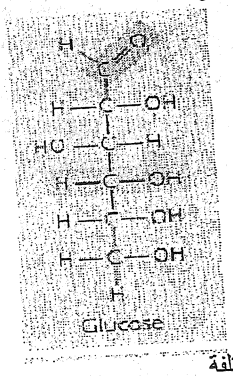
مونوميرين (قسيمين) .... ثنائيات السكريد disaccharides

أكثر من 3 مونوميرات (3 قسيمات) .... عديدات السكريد polysaccharides

أحاديات السكريد Monosaccharids:

– عدد كبير من (CH_2O) ... CHOH .... $C_n(H_2O)_n$ مائيات الكربون.... غلوكوز $C_6H_{12}O_6$

– تحتوي على زمرة كربونيل **carbonyl** groups ... (=C=O) كيتون ... اللون الأحمر أو عدة زمر هيدروكسيل **hydroxyl** .... (–OH) ..... اللون الأزرق



– هي أيضاً متنوعة ..... بسبب معايير مختلفة

- هي متنوعة أيضاً بسبب معايير مختلفة diverse due to different criteria:

1- موقع زمرة الكربونيل location of carbonyl group في الجزيء.

2- حجم الجزيء size of the molecule (عدد ذرات الكربون number of carbon atoms)

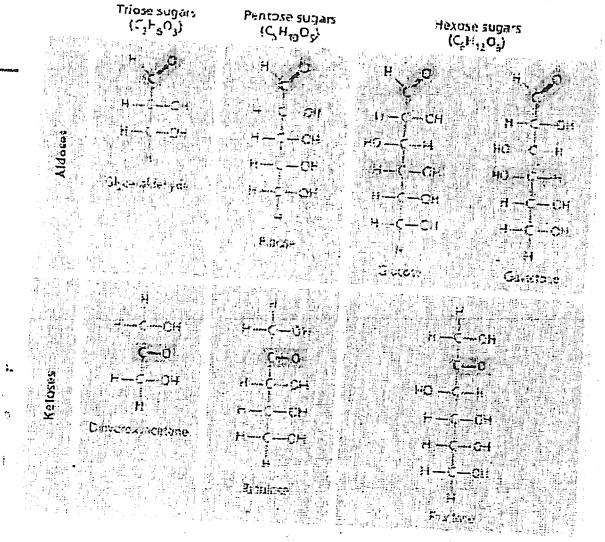
3- الترتيب الفراغي للجزيء spacial arrangement of the molecule

1- موقع الكربونيل.. يميز- ألدوزات **aldoses** (ألدهيد): **COH** في النهاية الحرة لجزيء السكر

مثل: ريبوز ribose، غلوكوز glucose، غالاكتوز galactose

- كيتوزات **ketoses** (سيتوزات): **CO** = في وسط جزيء السكر

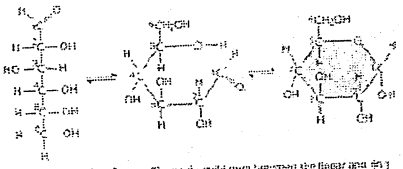
مثل .... فروكتوز fructose، ريبولوز rebulose



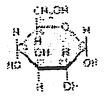
2- حجم الجزيء (عدد ذرات الكربون) .. 3 ذرات كربون ... تريوزات trioses .... Glycerol .

- 4 ذرات كربون ... تتروزات tetroses .
- 5 ذرات كربون ... بنتوزات pentoses ..... Ribose
- 6 ذرات كربون ... هِكسوزات Hexoses ....Glucose Fructose

3- الترتيب الفراغي للجزيء ← بنية حلقية (في الماء)



(a) Linear and ring forms. Chemical equilibrium between the linear and ring structures greatly favors the formation of rings. To form the glucose ring, carbon 1 bonds to the oxygen attached to carbon 5.



(b) Abbreviated ring structure. The carbons in the ring are omitted. The only thicker edge indicates that you are looking at the ring edgewise. The components attached to the ring lie above or below the plane of the ring.

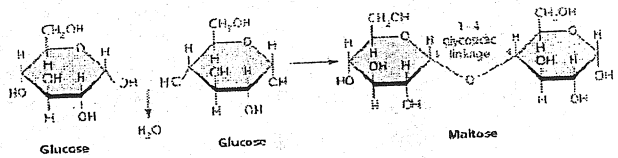
ثنائيات السكريد Disaccharides

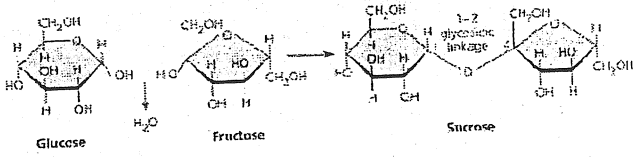
- تتألف من أحادِيَّي سكريد يرتبطا معاً بروابط تشاركية (غليكوزيدية) glycosidic linkages
من خلال تفاعل تجريد الماء dehydration reaction

2 غلوكوز ← مالتوز (سكر الشعير) ... 2 glucoses → maltose

1غلوكوز + 1 فروكتوز← سوكروز(سكر القصب).. 1glucose + 1 fructose → sucrose

1غلوكوز + 1غالاكتوز ← لاكتوز (سكر الحليب) 1glucose + 1 galactose → lactose





عديدات السكريد Polysaccharides

- تتألف من كثير من أحاديات السكاريد (مئات أو الآلاف) مرتبطة بروابط تشاركية (غليكوزيدية glycosidic linkages) بتفاعلات تجريد الماء dehydration reactions
- بعضها يخزنها من أجل الطاقة (حرارة) والبعض يخزنها كعناصر بناء، لذا يميز:
  - عديدات سكريات للخزن storage polysaccharides .
  - عديدات سكريات للبناء structural polysaccharides .

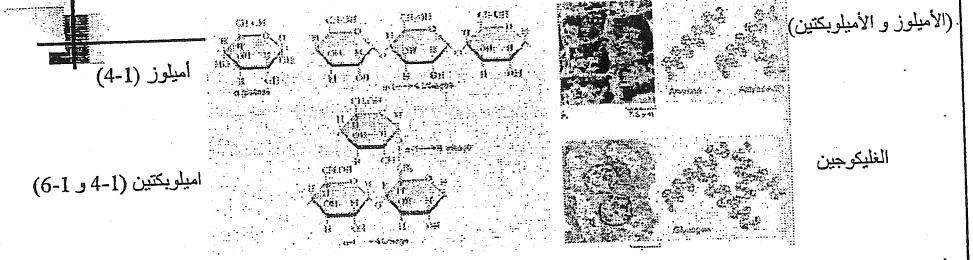
سكريات خزن الطاقة
Storage Polysaccharide

1- النشاء Starch

* يُخزَن بشكل عديد سكاريد في الصانعات plasides في النباتات .. بشكل درنات tubers.
* يتألف من قسيمات الغلوكوز polymers of glucose

$C_6H_{12}O_6$

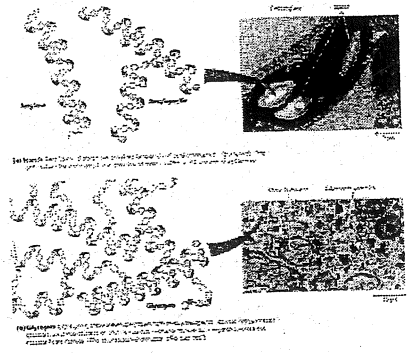
* يتألف من نوعين من السكر: أميلوز Amilose مستقيمة (روابط غليكوزيدية 1-4)
1-4 glycosidic linkages
أميلو بكتِن Amilopecten متشعبة (روابط غليكوزيدية 1-4 و 1-6)
(1-4 and 1-6 glycosidic linkages)



* الخبز (نشاء مسخن heated starch في الفرن) .. (روابط غليكوزيدية 1-4) إنزيم الأميلوز amylose
النشاء النيء raw starch .. (روابط غليكوزيدية 1-4 و 1-6) لذا لا يُفَكَّك في الفم

2- الغليكوجين glycogen

* مخزون حيواني بشكل عديد سكاريد Animal storage polysaccharide
* يخزن بشكل عديد سكاريد من الغلوكوز
* يتألف من سلاسل متشعبة من الغلوكوز ... كثير من الروابط الغليكوزيدية 1-6
* يخزن في الكبد



سكريات البناء

Structural Polysaccharides

2. السلولوز Cellulose

- لبناء جدران الخلايا النباتية to build walls of plant cells
- غزير يوجد منه في الطبيعة نحو 100 بليون طن
- نوعان مختلفان من الغلوكوز .. يختلفان بالبنية الحلقية ألفا (α) alpha و بتا (β) beta

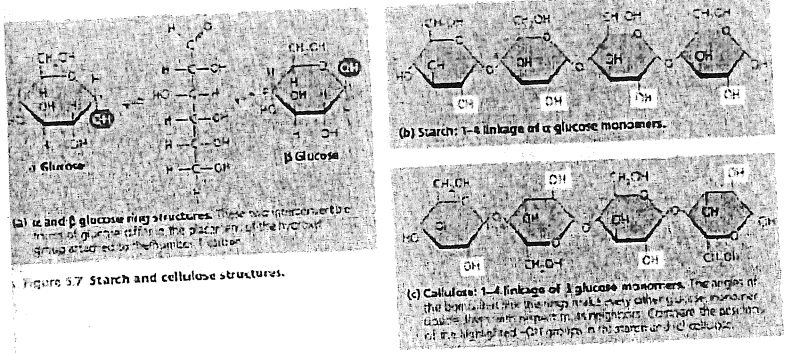


Figure 5.7 Starch and cellulose structures.

إذن :

1- جزيئات ألفا غلوكوز تشكل سلاسل متطابقة **α glucoses make homologous chain**

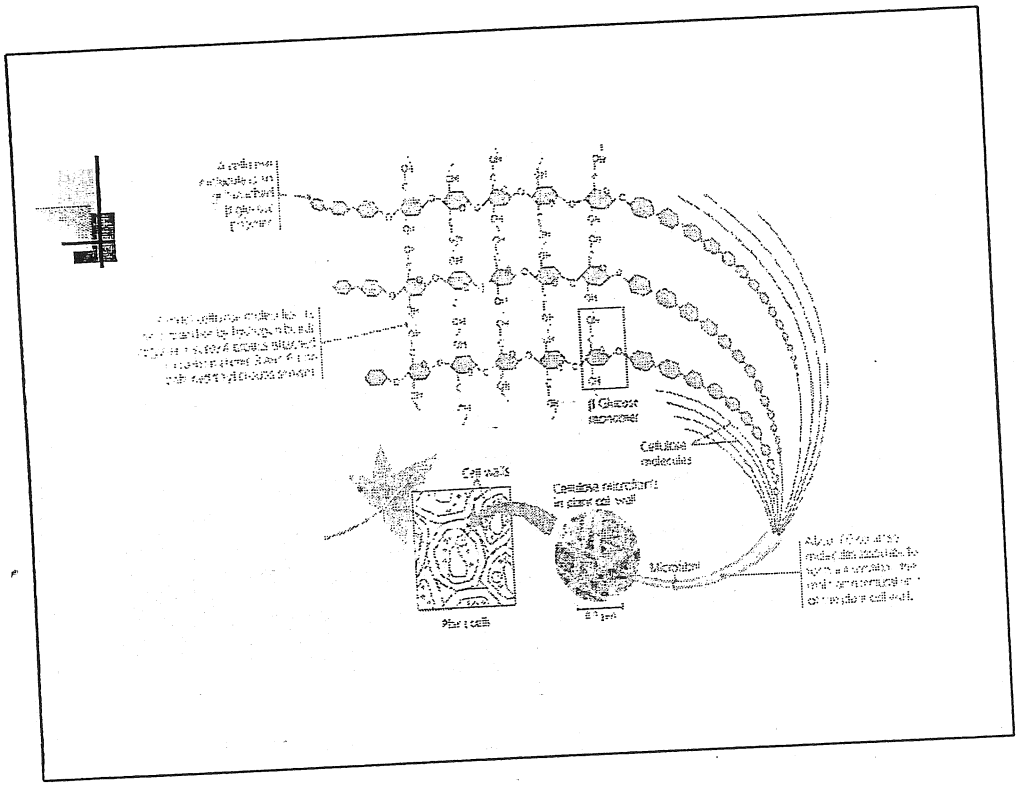
جزيئات بتا غلوكوز تشكل سلاسل متعاكسة **β glucoses make contras chains**

لذا الإنزيمات التي تفكك ألفا غلوكوز تختلف عن الإنزيمات التي تفكك بتا غلوكوز ...

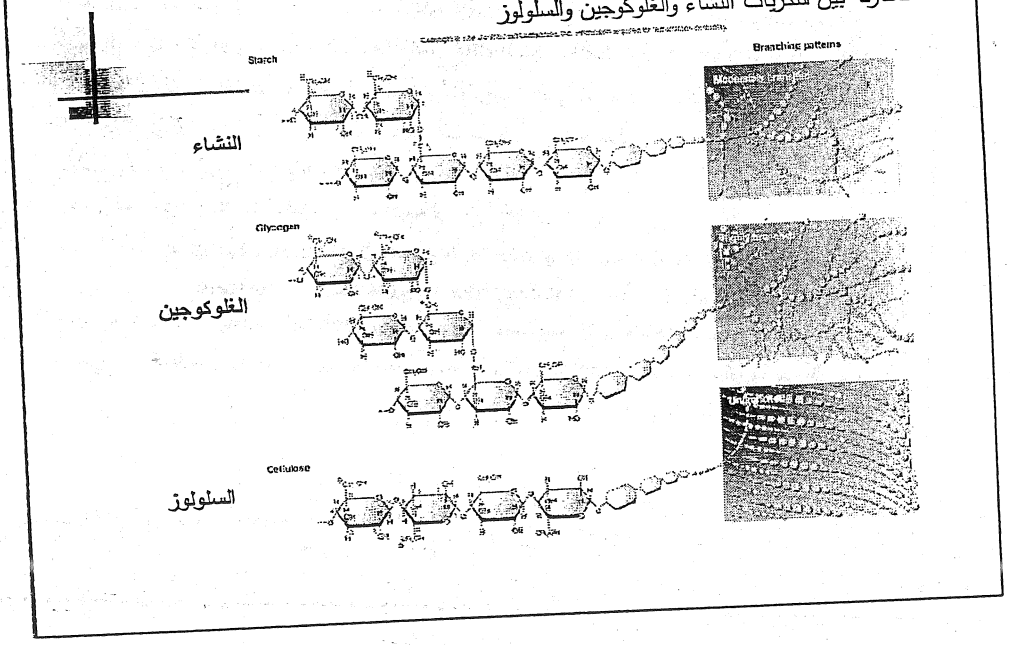
- إذن هناك نوعين من الإنزيمات .. نوع يفكك ألفا غلوكوز و نوع يفكك بِتا غلوكوز ،
- الإنسان يفتقر للإنزيم الذي يفكك بِتا غلوكوز... سلولاز
- يحمل فقط إنزيم يفكك ألفا غلوكوز ... الأميلاز في اللعاب

- in humans … there are no enzymes to degrade **β glucose cellulase**…
- they have only an enzyme that degrades **α glucose .... amilase**

2- جزيئات النشاء حلزونية **helical** بينما السلولوز مستقيمة **straight** ... جذور الهيدروكسيل الحرة من السلاسل ترتبط ببعضها ما يجعل هذه السلاسل متوازية ... خيوط متوازية من السلولوز ألياف السلولوز



- للمقارنة بين سكريات النشاء والغلوكوجين والسلولوز

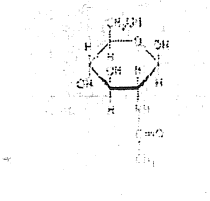


* إنزيمات مختلفة لهضم السلولوز ... Different enzymes to digest cellulose

- البشر يفتقرون لإنزيمات هضم بتا غلوكوز.... وهو السلولاز cellulase
- متعضيات دقيقة (بكتيريا) تعيش في كرش المجترات ruminants وبعض الفطريات fungi تصنع إنزيمات تهضم ما تأكله من التبن والنباتات.
- **يحمل الإنسان مثل هذه البكتيريا بكميات لا بأس بها في أمعائه.**
- **لكن العمل الأساسي للألياف في الغذاء النباتي هو الاحتكاك بجدار الأمعاء و حَثّ خلايا تفرز مادة مخاطية تساعد في انزلاق الفضلات وتسهيل عملية التبرز.**

2: الكيتين Chitin

- غلوكوز يحتوي على لاحقة نتروجينية (زمرة أمين)
glucose-containing nitrogenous appendage (amino group)
- يُشَكِّل **الهيكل الخارجي لمفصليات الأرجل** ليحمي جسمها والفطريات makes the **exoskeleton** of **Arthropoda** to protect their body, and Fungi.
- تصنع منها أيضاً خيوط العمليات الجراحية surgical threads

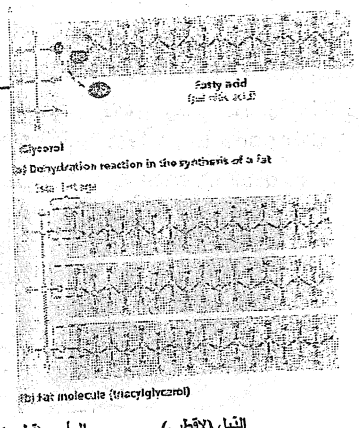


- **الليبيدات (الشحميات) Lipids**

– أربع مجموعات دهون fats و فسفوليبيدات phospholipids وستيروئيدات steroids وشموع waxes.

1- الدهون Fats

* تخزن كميات كبيرة من الطاقة (حرارة) .. 9 حريرات calories .. **ضعف ما تخزنة السكريات .. نحو 4 حريرات.**
* **هي جزيئات ضخمة لكنها ليست بوليمرات macromolecules not polymeres**
* تتألف من جزيء غليسيرول و حموض دسمة ترتبط ببعضها بروابط تشاركية (روابط إستيرية) بتفاعلات تكاثف (تجريد جزيئات ماء) made of one molecule of glycerol and fatty acids ... connected together by covalent bonds (ester linkages) by condensation reactions (ester linkages)



الرأس (قطبي) (محب للماء) **hydrophilic**

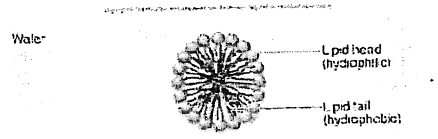
الذيل (لاقطبي) (كاره للماء) **hydrophobic**

* غليسرول (كحول ذو 3 ذرات كربون) مع Glycerol (three carbon alcohol) with
يحمل زمرة هيدروكسيل (OH–) .... hydroxyl group
محب للماء .... hydrophylic تشكل ما يسمى .... رأس head ينحل في الماء soluble in water

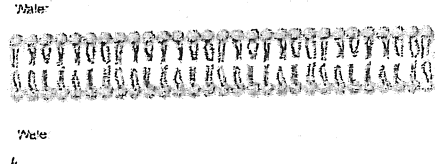
* حموض دسمة ... سلسلة طويلة من جزيئات كربونية (16–18 ذرة) تحمل جذر كربوكسيل COOH– تشكل ما يسمى ذيل tail ... لذا توصف الدهون بأنها جزيئات قطبية polar molecules وبأنها ذات .. سلوك متأرجح ambivalent ، تشكل:

في الماء ... مُذَيَّلات micelles و
في الخلية... طبقة مضاعفة ... غشاء الخلية
bilayer of cell membrane

Micells مذيلات
(الدهون في للماء)



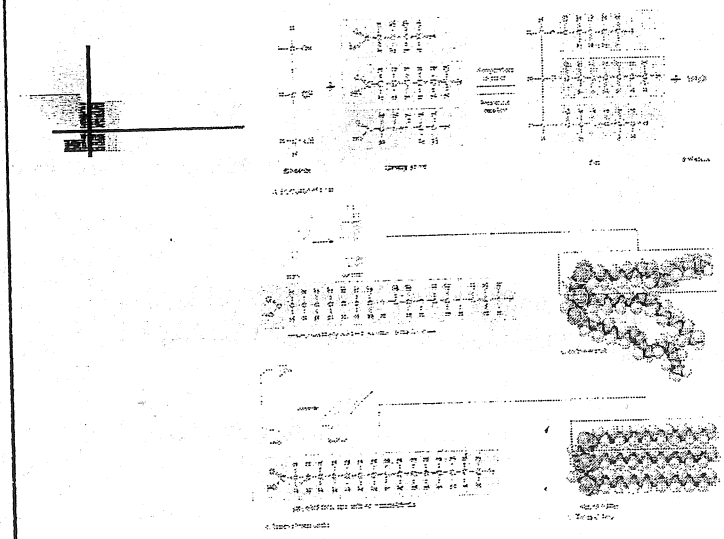
Bilayer of lipids
طبقة مضاعفة



(غشاء الخلية طبقة مضاعفة من الفسفوليبيدات)

أنواع الليبيدات Sorts of lipids .....

* بحسب عدد الحموض الدسمة according to the number of fatty acids
  - مونو أسيل الغليسيرول monoacylglycerol .. حمض دسم واحد (monoglyceride)
  - دي أسيل غليسيرول Diacylglycerol .. حمضين دسمين أو diglyceride
  - تري أسيل غليسيرول triacylglycerol .. 3 حموض دسمة أو triglyceride
  - قد تكون الحموض مختلفة أو متشابهة .
* أهم الحموض الدسمة في الجسم : Most fatty acids in living organisms are
  - حمض الزيت oleic acid ← الزيت olein
  - حمض الشحم stearic acid ← الشحم stearin
  - حمض النخل palmitic acid ← زيت النخيل palmitin
* هناك حموض دسمة غير أساسية nonessential fatty acids يجب تقديمها مع الغذاء :
  حمض لينوليك وحمض لينولئيك linolic and linoleic acids .. أوميغا ثري omega 3
* هناك نوعين من الدهون : مشبعة saturated وغير مشبعة unsaturated.

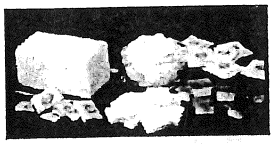


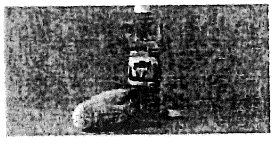
*Saturated fats دهون مشبعة و unsaturated fats دهون غير مشبعة

single bonds رابطة مفردة — double bonds رابطة مضاعفة

solid in room temperature صلبة — liquid in room temperature سائلة

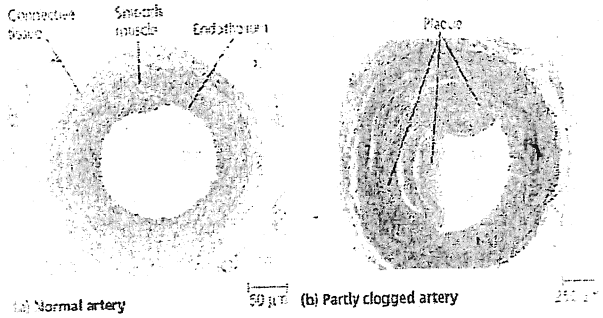
animal origin مصدرها حيواني — plant origin مصدرها نباتي





*hydration الهدرجة... unsaturated → saturated

* الدهون المشبعة ← تصلب شرايين atherosclerosis عصيدة شريانية plaque... saturated



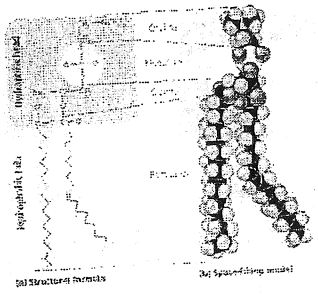
*stores energy .. in adipose cells خلايا دهنية make adipose tissue نسيج دهني

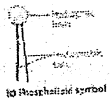
2- الفوسفوليبيدات Phospholipids

* دهون تشكل غشاء الخلية Lipids necessary for cell .. cell membrane
* لها رأس (غليسِرول وجزيء حمض فسفور) محب للماء

head (glycerol and phosphoric acid molecules.. hydrophilic)

tail (fatty acids .. **hydrophobic**) وذيل (حموض دسمة) كاره للماء





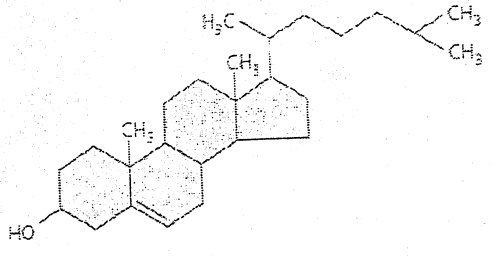
رأس محب للماء

ذيل كاره للماء

أهم الفسفوليبيدات ..... الستيروئيدات

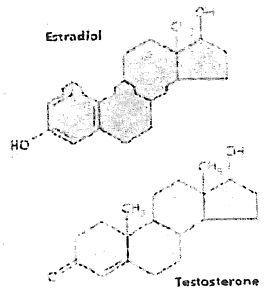
3- الستيرونيدات Steroids

* دهون حلقية .. 4 حلقات كربونية: 3 خماسية و 1 خماسية
* Cyclic lipid with 4 carbon cycles: 3 hexagonal and 1 pentagonal
* أنواع كثيرة يختلف بعضها عن بعض بمجموعاتها الوظيفية مثل الكولِسترول cholesterol
* many kinds of steroid .. differ in their functional groups .. Example Cholesterol



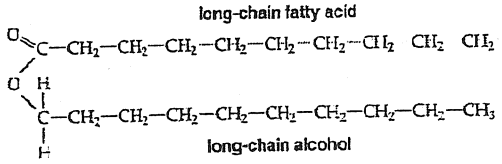
* الكولِستِرول طليعة لمواد أخرى ... هرمونات جنسية Cholesterol is **precursor** for other compounds .... hormones .. sex hormones

Female lion

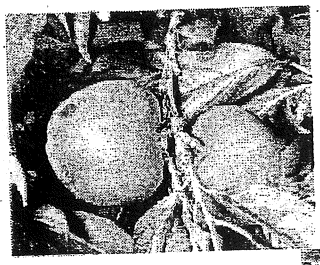


4- الشموع waxes

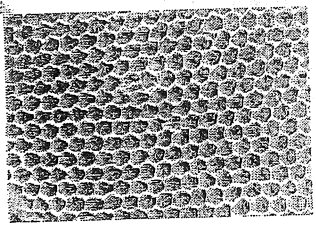
* سلسلة طويلة من الحموض الدسمة مرتبطة بالكحول Long chain fatty acids connected to alcohol



* صلبة بدرجة الحرارة العادية **Solid** at normal temperature
* كارهة للماء Hydrophobic عازلة للماء water proof وتقاوم التدرك resist degradation.
- شمع الأذن (الإنسان) earwax لحمايتها من البكتريا والغبار والأوساخ، تحت الجلد (شكل الجلد
- فراء الحيوانات Fur of animals.
- نخاريب النحل honey combs
- قشيرة واقية في بعض النباتات .. الخوخ plumes



a. Plums on tree



b. Honeycomb

البروتينات متنوعة بنية ووظيفة 5.4

w Proteins include a diversity of structures, resulting in a wide range of functions

(Campbell pgs. 123-132)

- Protein (Gr. *proteios = first place*).

-نحو 50 % من الوزن الجاف للمادة الحية

the main part of living material (50% of dry mass of living material)-

- – بعضها من أجل:

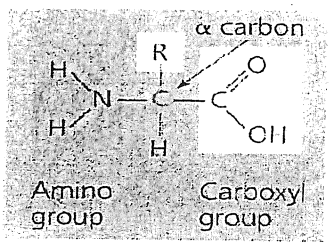
+ الدعم support (كيراتين الأصابع keratin of nails)
+ للنقل transport (هيموغلوبين الدم blood hemoglobin)
+ لخزن الغذاء (بياض البيض ovalbumin)
+ لاستقبال الإشارات الكيميائية reception of chemical stimulations)
+ للاتصالات بين الخلايا cellular communications
+ هرمونات Insulin
+ للحركة movement (العضلات muscles)
+ للدفاع defence (مستضدات، مولدات الضد antibodies)

– مم تتألف ؟؟؟؟

- بوليمرات من الحموض أمينية .. عديدات ببتيد
polymers of amino acids .. polypeptides
- 20 حمض أميني مهمة للكائنات الحية
20 amino acids important for living things
- 8 لا يمكن للجسم أن يركبها هي: ليزين، تريبتوفان، فينيل آلانين، تيروزين، فالين، ميثيونين، لوسين، إيزولوسين.
8 the body cannaot synthesize: (lysine, tryptophan, phenylalanine, tryosin, valine, methionine, leucine and isoleucine).
- حموض أمينية أساسية ..... من أصل حيواني .... غذاء درجة أولى
essencial amino acids .. animal origin ... 1st class food ... .
- باقي الحموض يستطيع الجسم أن يركبها
the other acids can the body synthesize
- حموض أمينية غير أساسية ..... من أصل نباتي ..... غذاء درجة ثانية
nonessential amino acids ... plant origin ... 2nd class food
- ماهي الحموض الأمينية ؟ What are amino acids ?

الحموض الأمينية قسيمات أحادية Amino Acids Monomers

- كربون غير متناظر asymmetric carbon (كربون ألفا α carbon) في الوسط يرتبط بذرة هيدروجين ومجموعتي كربوكسيل وأمين (تشكل بمجموعها عمود فقري backboneللجزيء) و مجموعات يختلف بعضها عن بعض يرمز لها بـ R هي السبب في تنوع الحموض الأمينية ، تشكل سلاسل جانبية side chains.
- إذن R هي السبب في اختلاف الحموض الأمينية وتنوعها.
- R differs to different amino acids



- لذا يميز 4 مجموعات من الحموض الأمينية 4 groups of amino acid could be recognized