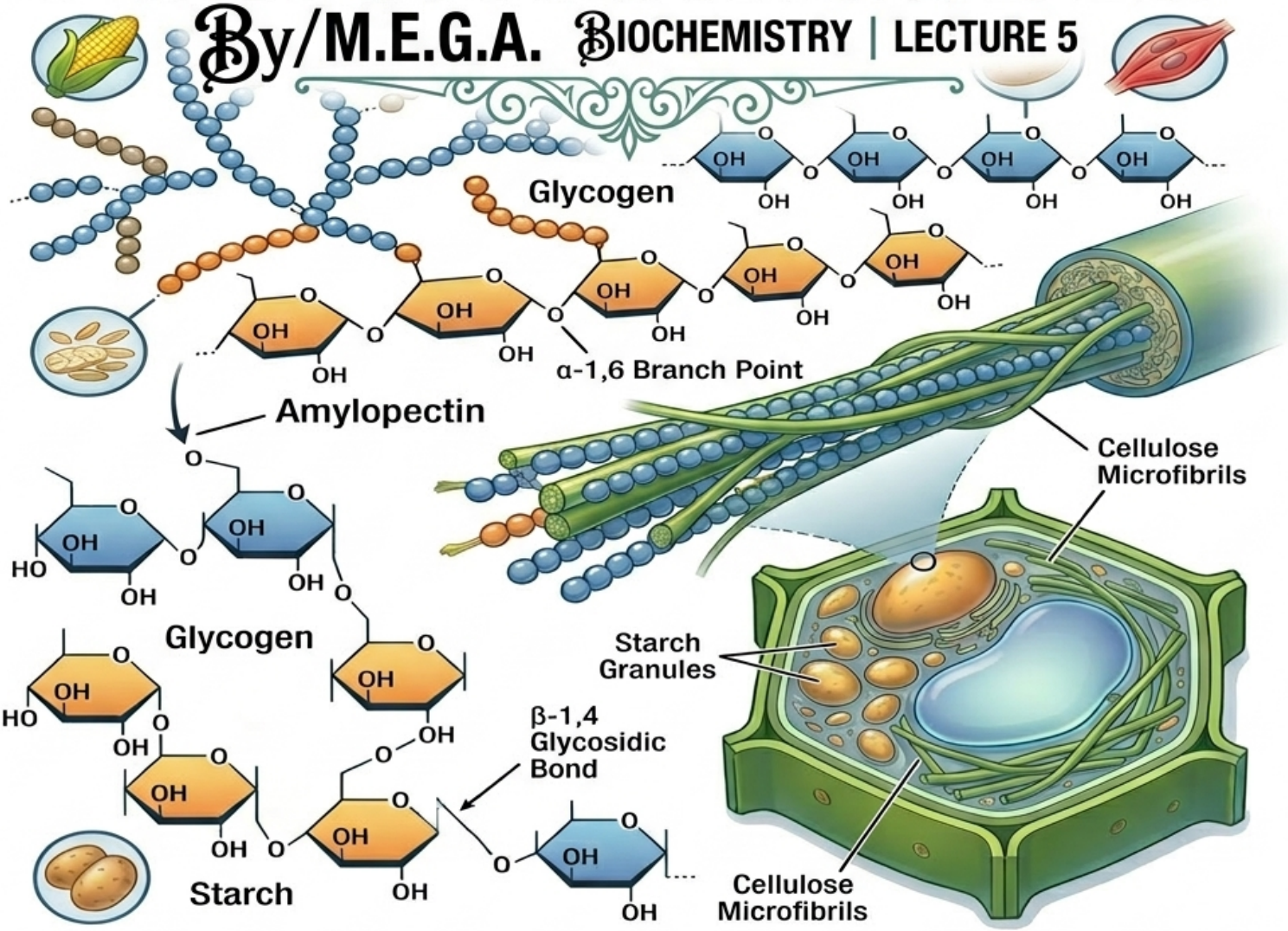
AFOQ

POLYSACCHARIDES

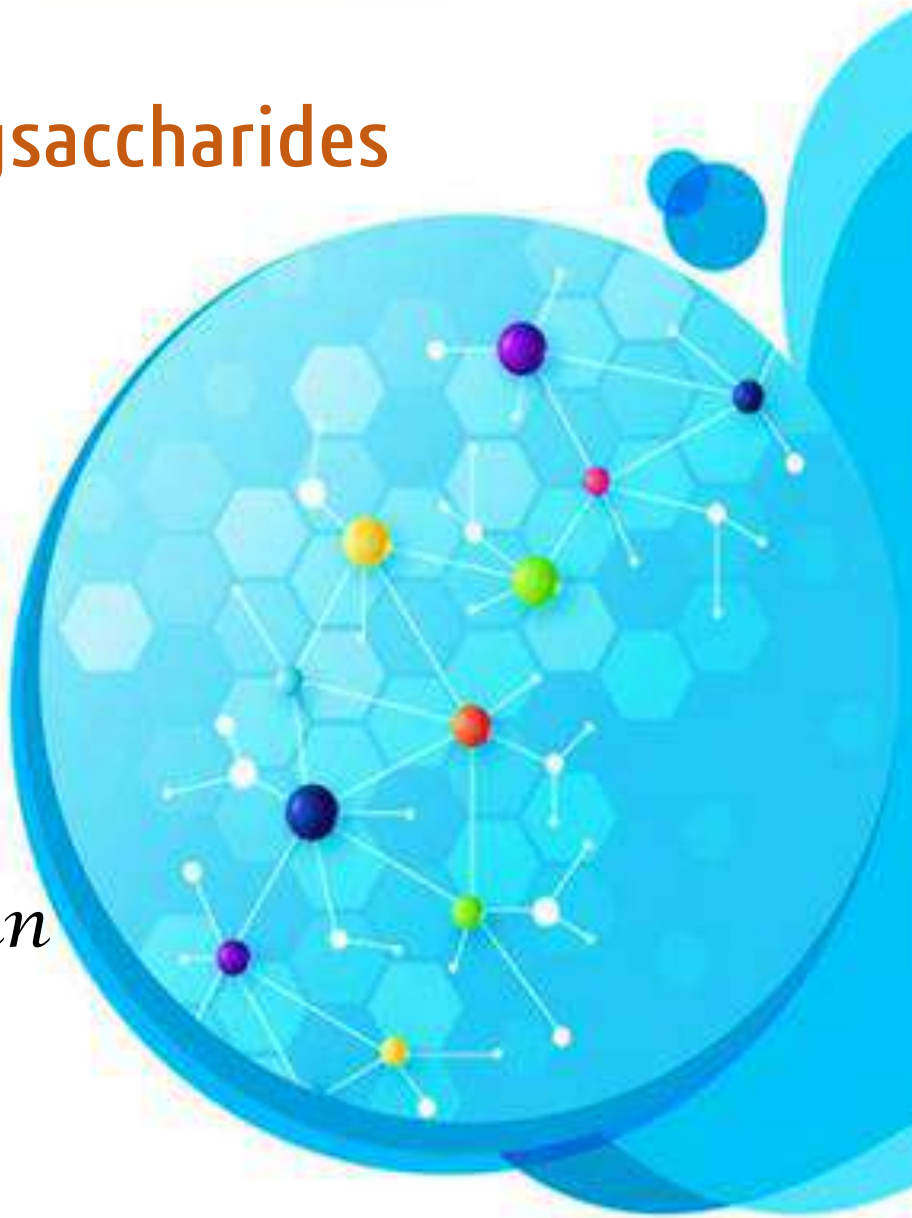
By/M.E.G.A. BIOCHEMISTRY | LECTURE 5



Polysaccharides

Medical Biochemistry

Carbohydrate Chemistry



Asst. Prof.Mohammed Hasan Eleyan

Faculty of Medicine

Al-Azhar University-Gaza

عديدات السكاريد

Polysaccharides

عديدات السكاريد المتجانسة: نوع واحد من السكريات الأحادية

عديدات السكاريد غير المتجانسة: أكثر من نوع واحد من السكريات الأحادية

Homopolysaccharides
one type of monosaccharide

Heteropolysaccharides
more than one type of monosaccharide

Sulfate free GAGs

غليكوزامينوغليكان خالية من الكبريتات

- Starch — النشا، الدكسترين، الجليكوجين، السليلوز
- Dextrin
- Glycogen
- cellulose

- Hyaluronic Acid — حمض الهيالورونيك

Sulfate containing GAGs

غليكوزامينوغليكان تحتوي على الكبريتات

- Chondroitin s. — لكوندرويتين حمض الهيالورونيك
- Dermatan s. — لديرماتان قطع الهيبارين
- Keratan s.
- Heparin — لهيباران
- Heparan s.

M.ELEYAN

Starch

تتراوح العدد من 100 الي 1000 من الجلكوز

- Starch is a homopolysaccharide that serves as the primary energy reserve in plants.

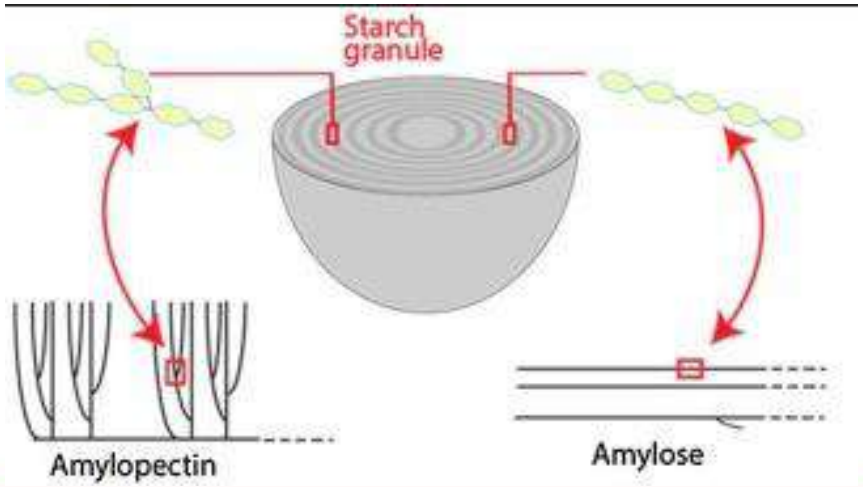
* النشا هو عديد سكاريد متجانس يعمل كمخزون الطاقة الأساسي في النباتات.

- It is made up of two polymers of glucose:

1. Amylose
2. Amylopectin

* يتكون من بوليمرين من الجلوكوز:

1. الأميلوز
2. الأميلوبكتين



M.ELEYAN

Starch (Amylose, Amylopectin)

النشا (الأميلوز، الأميلوبكتين)

على خط مستقيم (Linear)

1. Amylose is a continuous chain of glucose molecules linked by α-1,4 glycosidic bonds.

1. الأميلوز عبارة عن سلسلة متصلة من جزيئات الجلوكوز مرتبطة بروابط جليكوسيدية α-1,4.

2. Amylopectin is a branched chain of glucose molecules linked by α-1,4- and α-1,6-glycosidic bonds.

لما يكون بشكل خطي

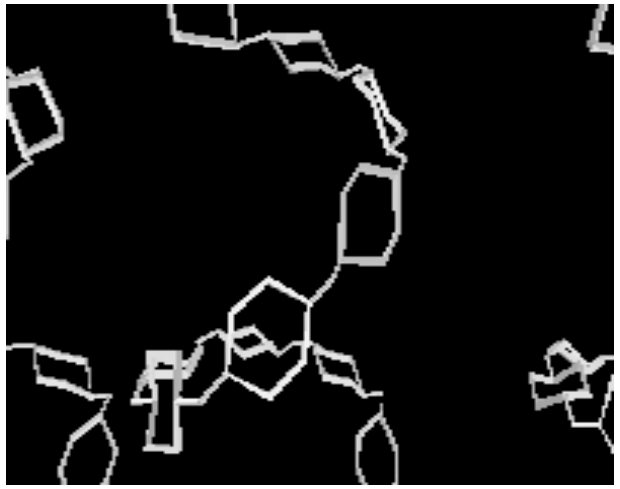
2. الأميلوبكتين عبارة عن سلسلة متفرعة من جزيئات الجلوكوز مرتبطة بروابط جليكوسيدية α-1,4 و α-1,6.

لما يكون متفرع

M.ELEYAN

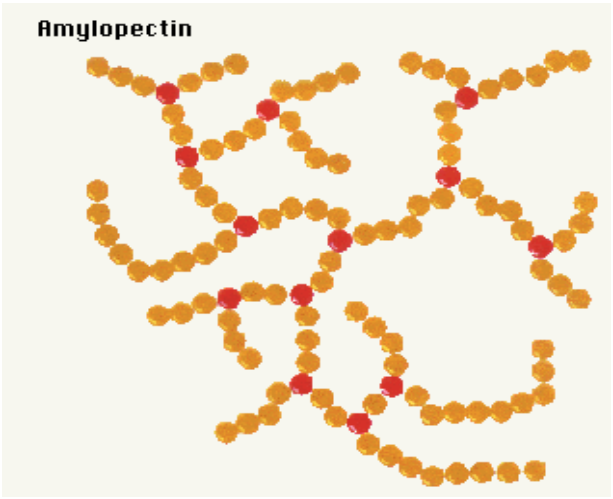
Starch

Amylose



- α-glucose
- 1,4 glycosidic bonds
- Spiral structure

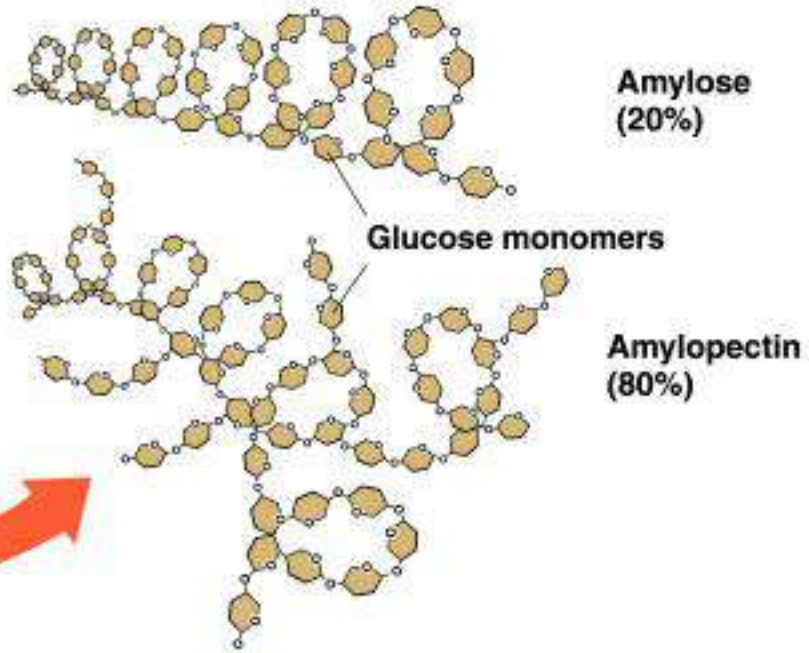
Amylopectin

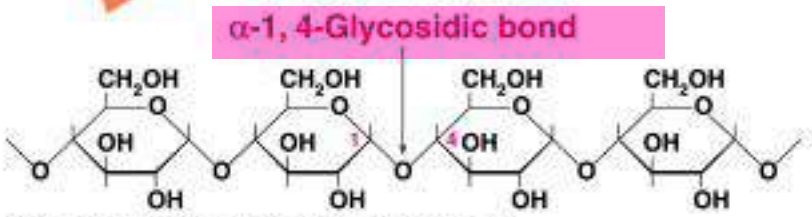


- α-glucose
- 1,4 and some 1,6 glycosidic bonds
- Branched structure

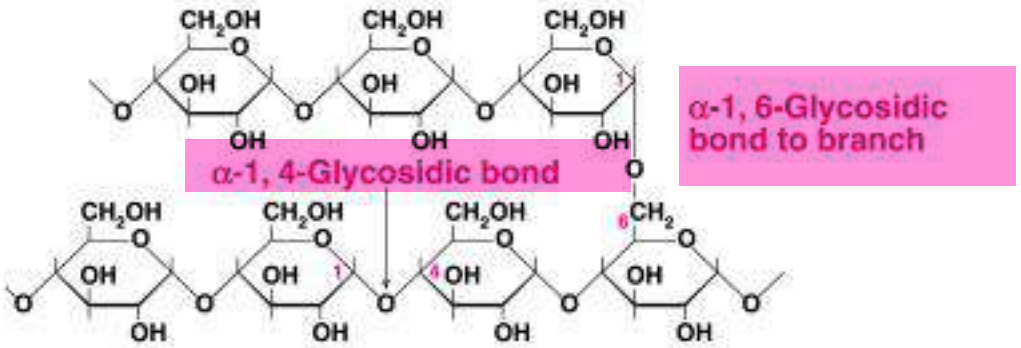
M.ELEYAN

Structures of Amylose and Amylopectin





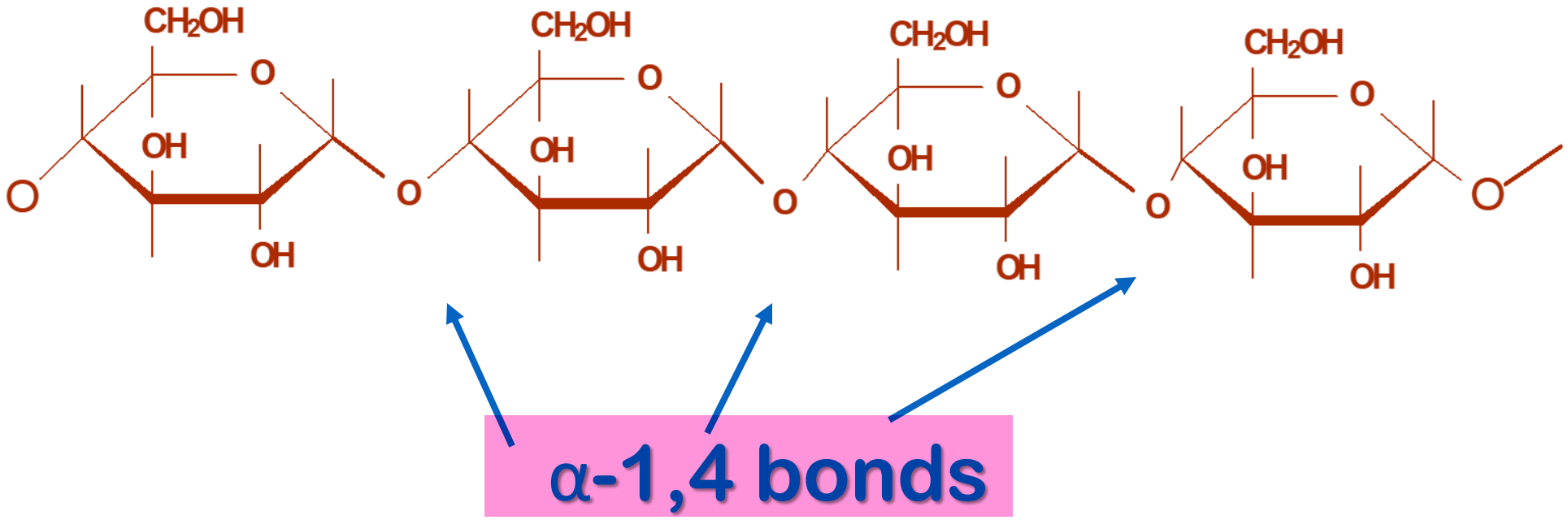
(a) Unbranched chain of amylose



(b) Branched-chain of amylopectin

Amylose

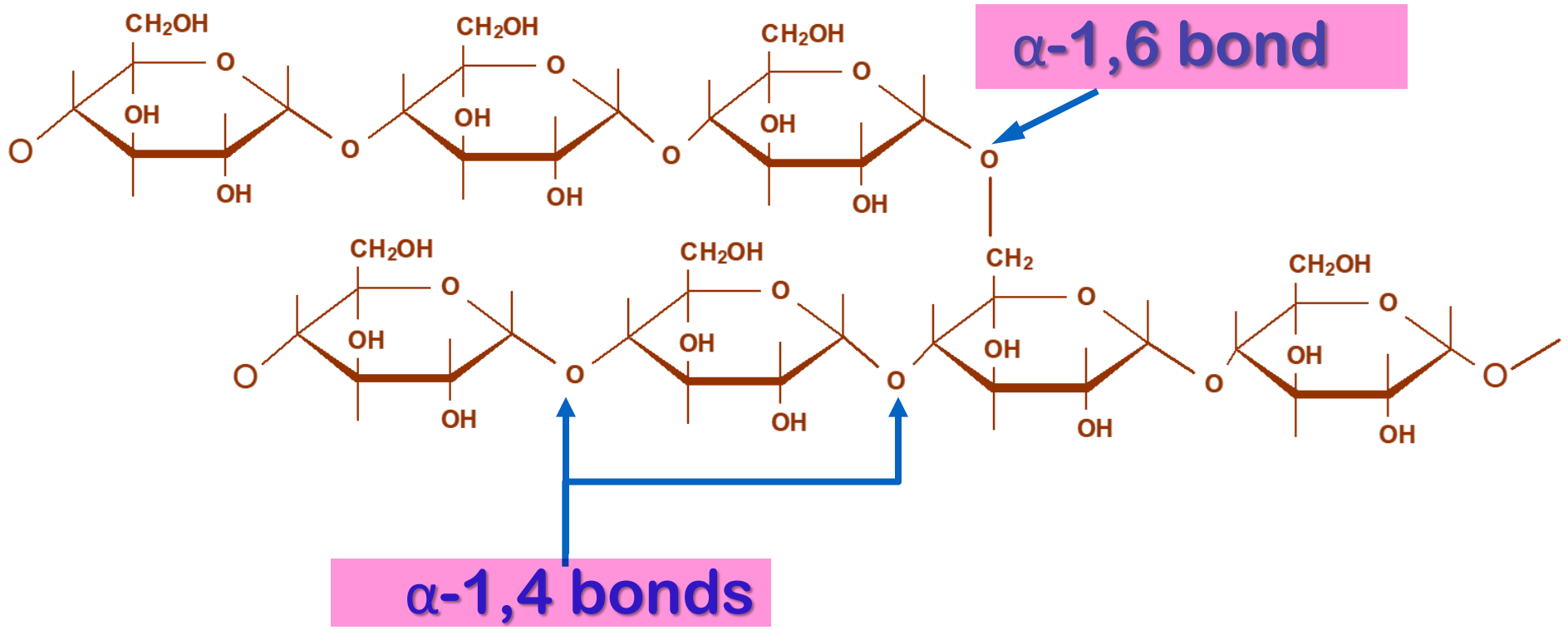
Polymer with α-1,4 bonds



M.ELEYAN

Amylopectin

Polymer with α-1,4 and α-1,6 bonds branches



وين عندي تفرع بكون الفا 1.6

وين عندي سلسلة متصلة متراصة مع بعض بكون عندي الفا 1,6

M.ELEYAN

Glycogen

جليكوجين

يشبه شكل Amylopectin يعني يتكون من وحدات من الفا جلكوز ولكن متفرع وتكون أكثر بكثير من التفرعات الموجودة في Amylopectin

- Glycogen is similar to amylopectin, but more highly branched.
- In humans, glycogen is stored primarily in the cells of the liver and skeletal muscle.

يشبه الجليكوجين الأميلوبكتين، ولكنه أكثر تفرعًا.
في البشر، يُخزن الجليكوجين بشكل أساسي في خلايا الكبد والعضلات الهيكلية.

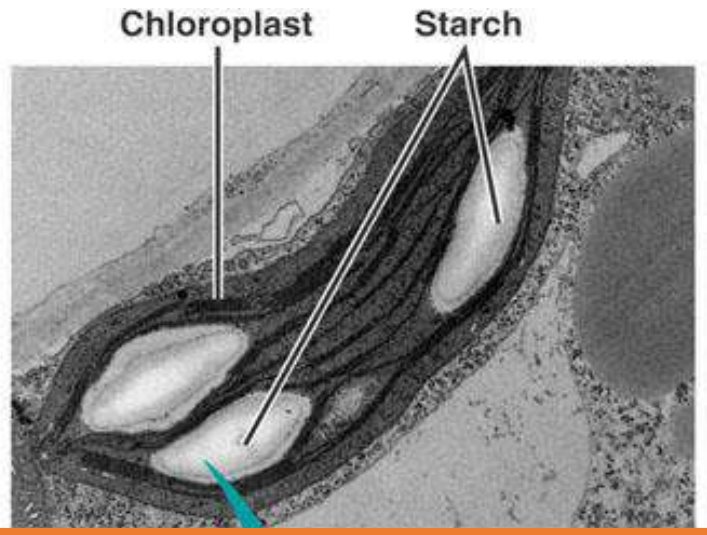
- α-glucose units
- 1,4 and 1,6 glycosidic bonds
- Branched structure

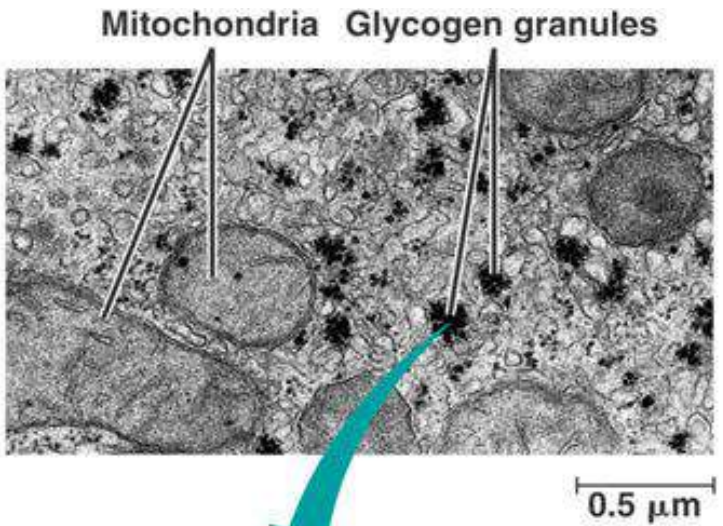
* وحدات ألفا-جلوكوز
* روابط جليكوسيدية 1,4 و1,6
* بنية متفرعة

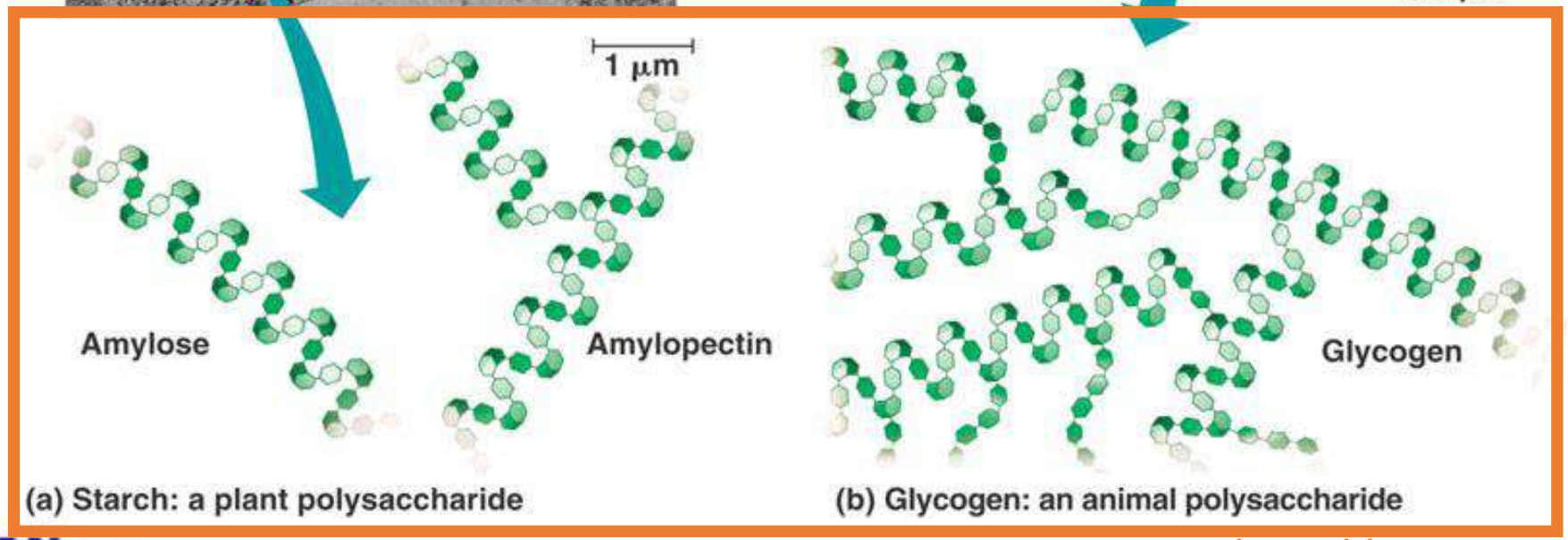
M.ELEYAN

Starches

Glycogen



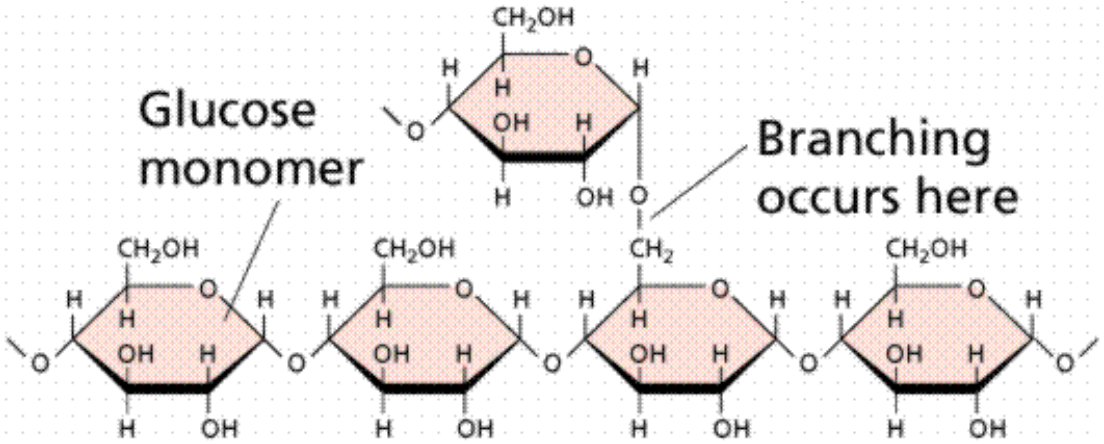


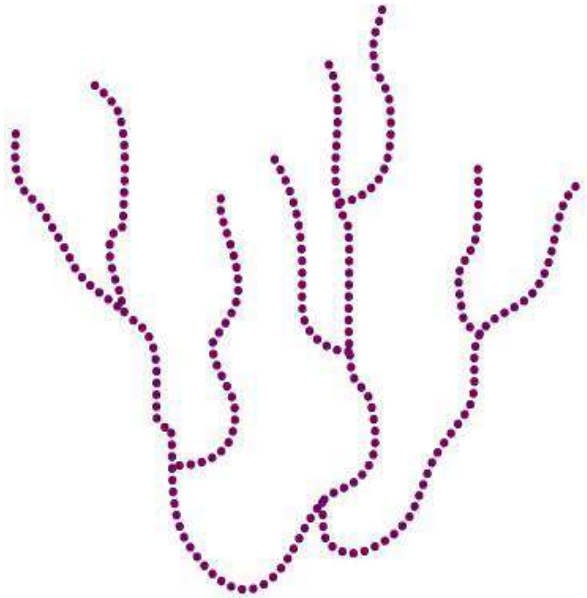


more branching

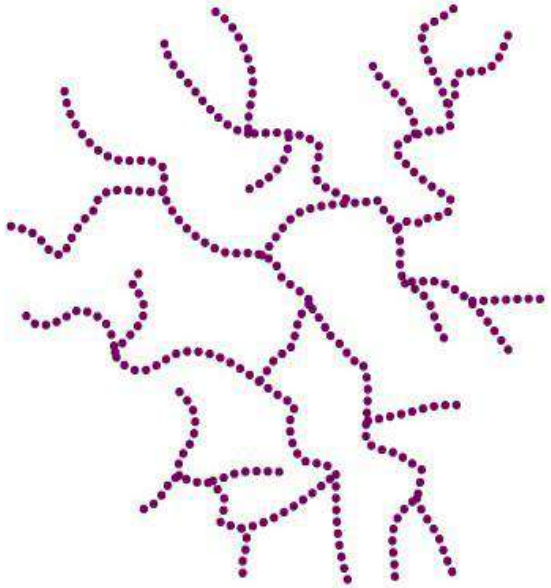
M.ELEYAN

Starch/Glycogen





Amylopectin
(in plants)



Glycogen
(in animals)

M.ELEYAN

السليلوز
Cellulose

سلاسل خطية طويلة من (β-D-جلوكوبيرانوز)
مرتبطة معًا برابطة جليكوسيدية β-1-4.

- Long linear chains of (β-D-glucopyranose) linked together by β-1-4 glycosidic bond.

لأن السكريات التي تكون عبارة عن بيتا D جلكوز

1. Human cannot digest (hydrolyze) cellulose due to absence of digestive hydrolase enzyme that attacks β-linkage.

1. لا يستطيع الإنسان هضم (تحليل) السليلوز بسبب غياب إنزيم الهيدرولاز الهاضم الذي يهاجم الرابطة a.

2. Other organisms can digest cellulose include the microorganisms living the gastrointestinal tract of cows and termites and many fungi.

2. يمكن للكائنات الحية الأخرى هضم السليلوز، بما في ذلك الكائنات الحية الدقيقة التي تعيش في الجهاز الهضمي للأبقار والنمل الأبيض والعديد من الفطريات.

M.ELEYAN

السليلوز
Cellulose

يوجد في النباتات: الخضراوات، القطن

- It found in plants: vegetables, cotton

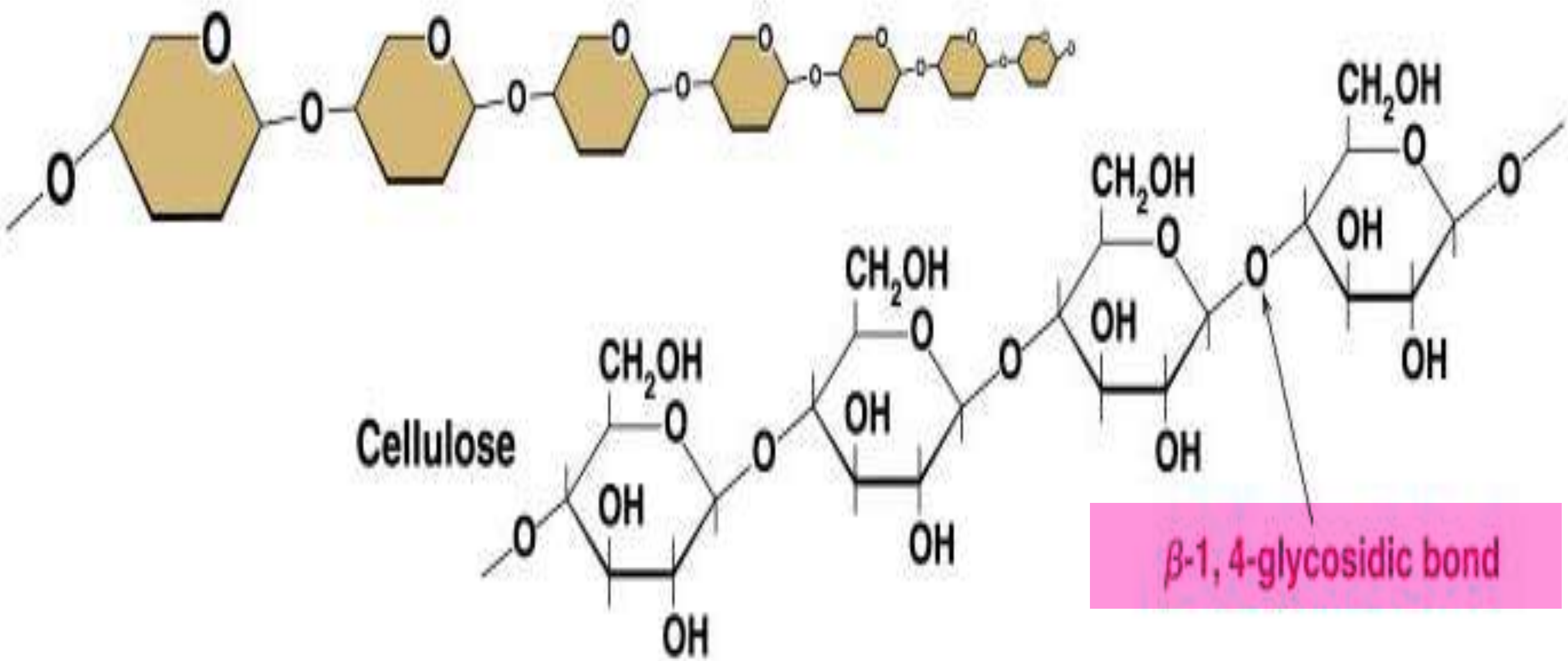
- The presence of cellulose in diet is important because it:

1. increases the bulk of stool.

2. This stimulates intestinal movement and prevents constipation.

* يُعد وجود السليلوز في النظام الغذائي مهمًا لأنه:
1. يزيد من حجم البراز.
2. هذا يحفز حركة الأمعاء ويمنع الإمساك.

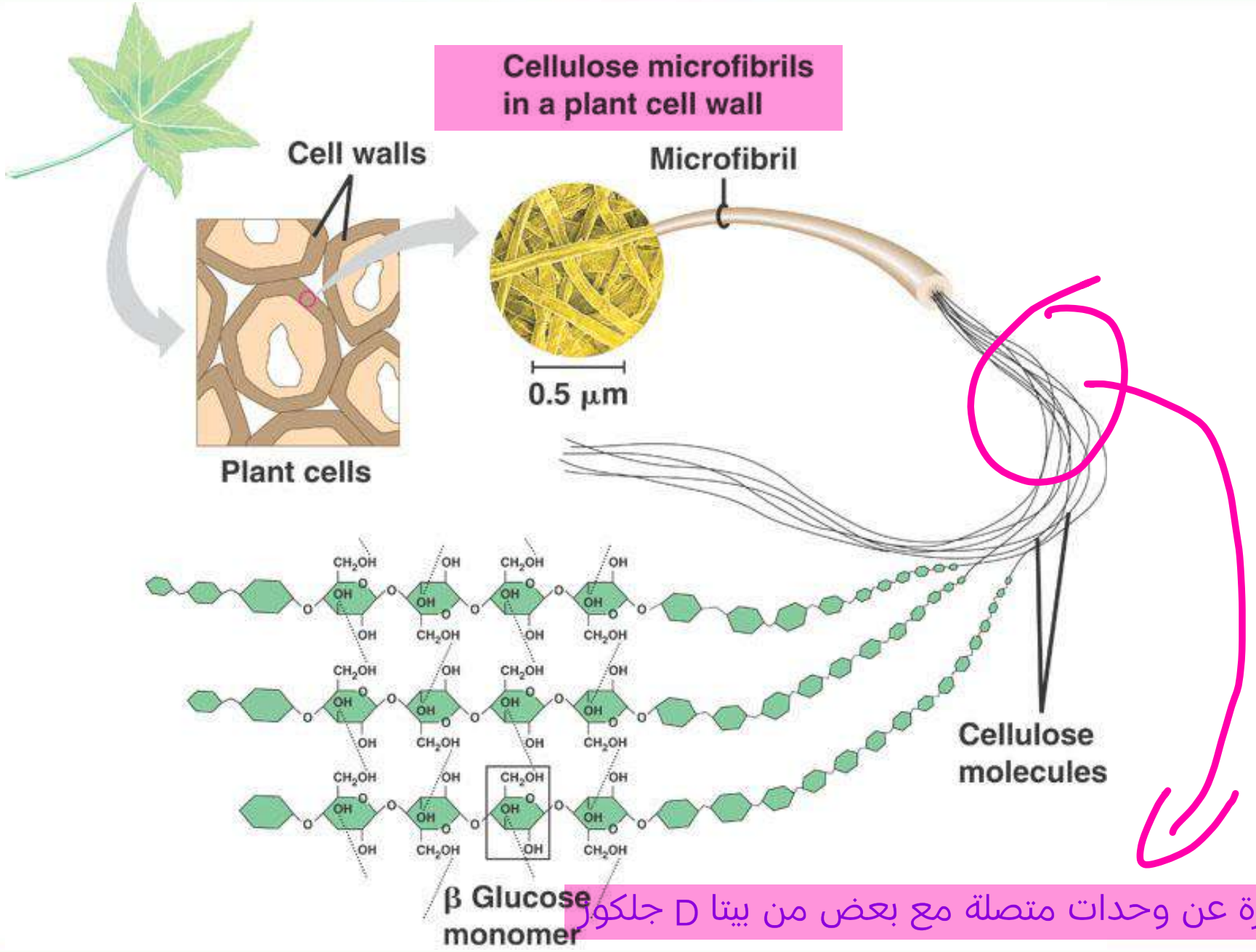
M.ELEYAN



Timberlake, *General, Organic, and Biological Chemistry*. Copyright © Pearson Education Inc., publishing as Benjamin Cummings

M.C LEYAN

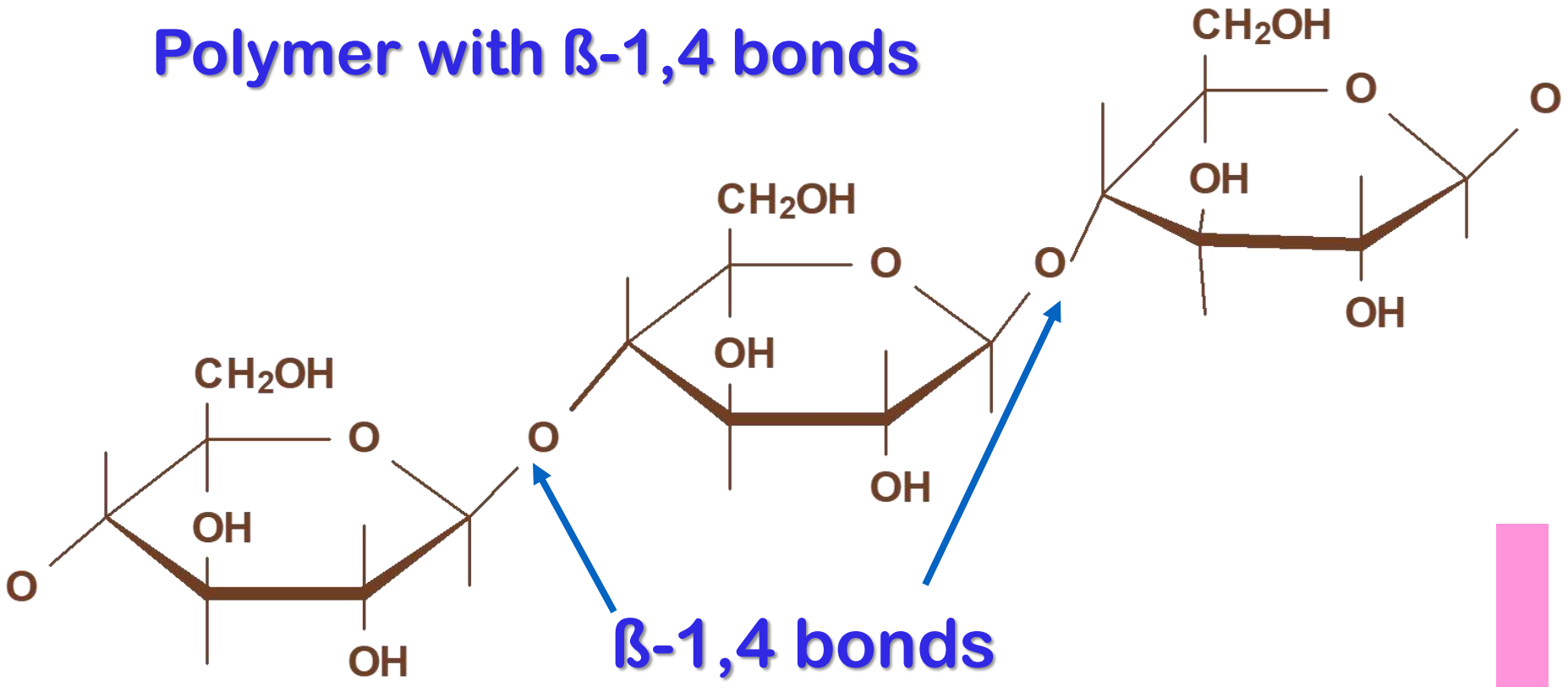
Cellulose



عبارة عن وحدات متصلة مع بعض من بيتا D جلكوز

M.ELEYAN

Cellulose



M.ELEYAN

Chitin

هو عبارة عن سكر تركيب وليس تخزيني عشان الطاقة زي زي السليلوز

- Chitin is another example of a structural carbohydrate.

الكيتين مثال آخر على الكربوهيدرات التركيبية

- Chitin is composed of a repeating monomer called N-acetylglucosamine (GlcNAc or NAG).

يتكون الكيتين من مونومر متكرر يسمى N-أسيتيل جلوكوزامين (GlcNAc أو NAG).

- Chitin is found in the exoskeletons of insects and spiders.

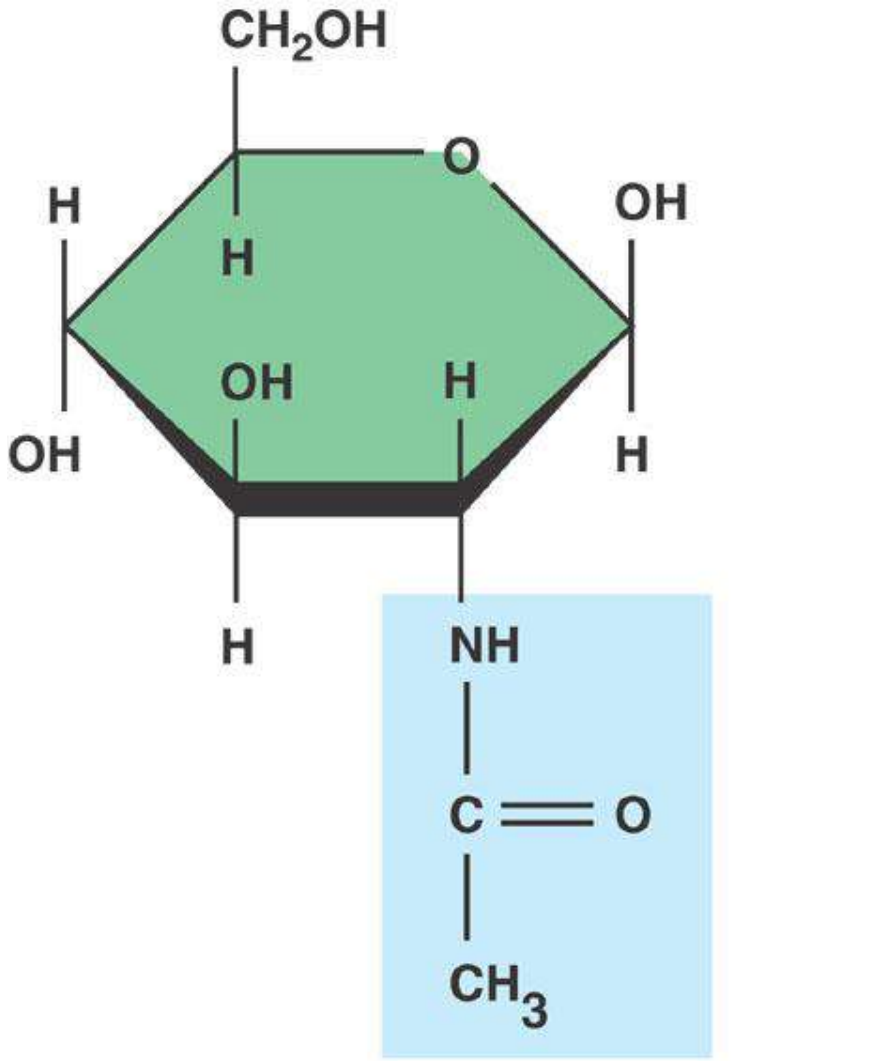
- Chitin is also found in the cell walls of fungi.

*يوجد الكيتين في الهياكل الخارجية للحشرات والعناكب.

*يوجد الكيتين أيضًا في الجدران الخلوية للفطريات.

M.ELEYAN

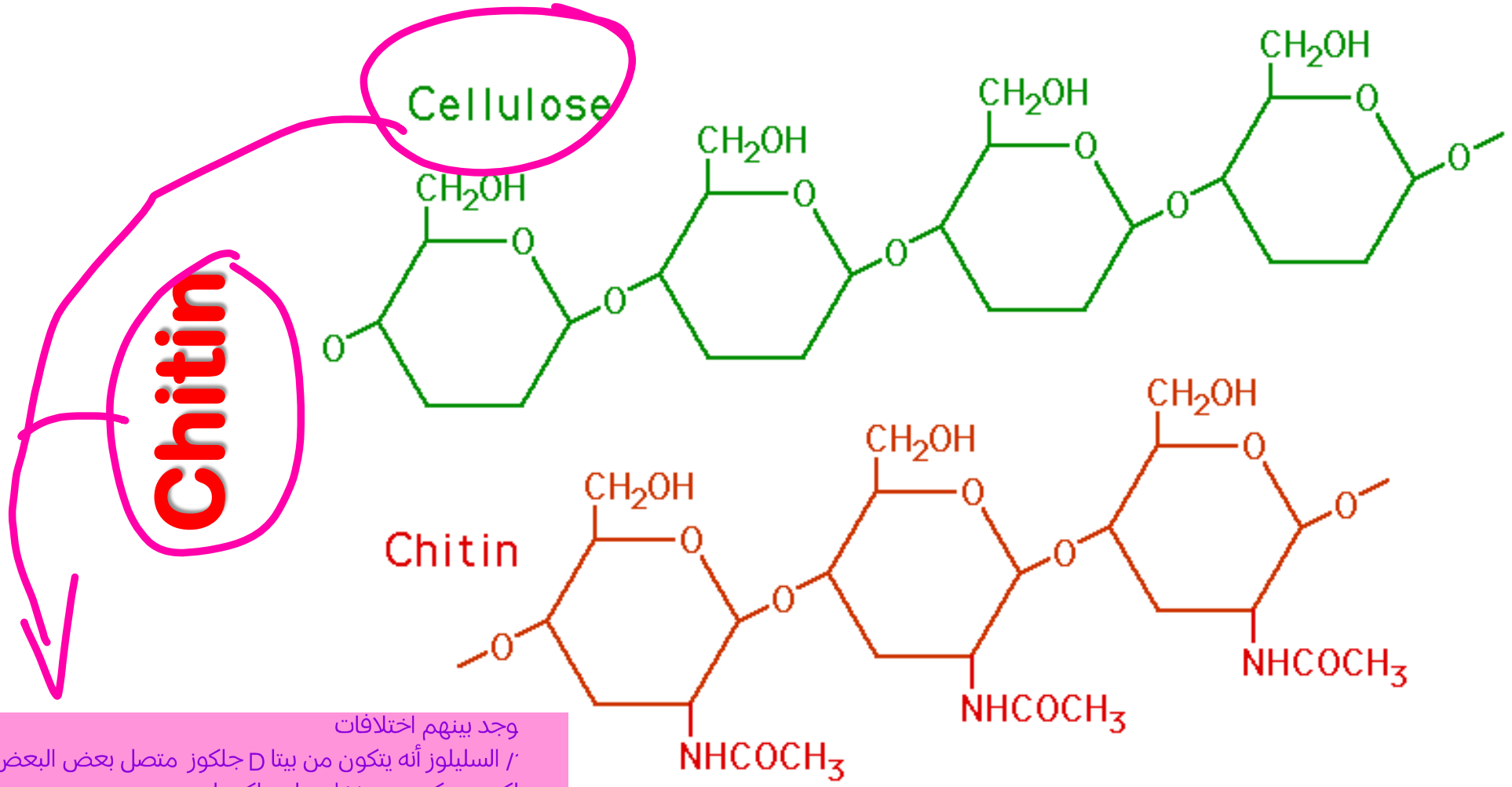
Chitin



The structure of the chitin monomer

N-acetylglucosamine

M.ELEYAN



وجد بينهم اختلافات

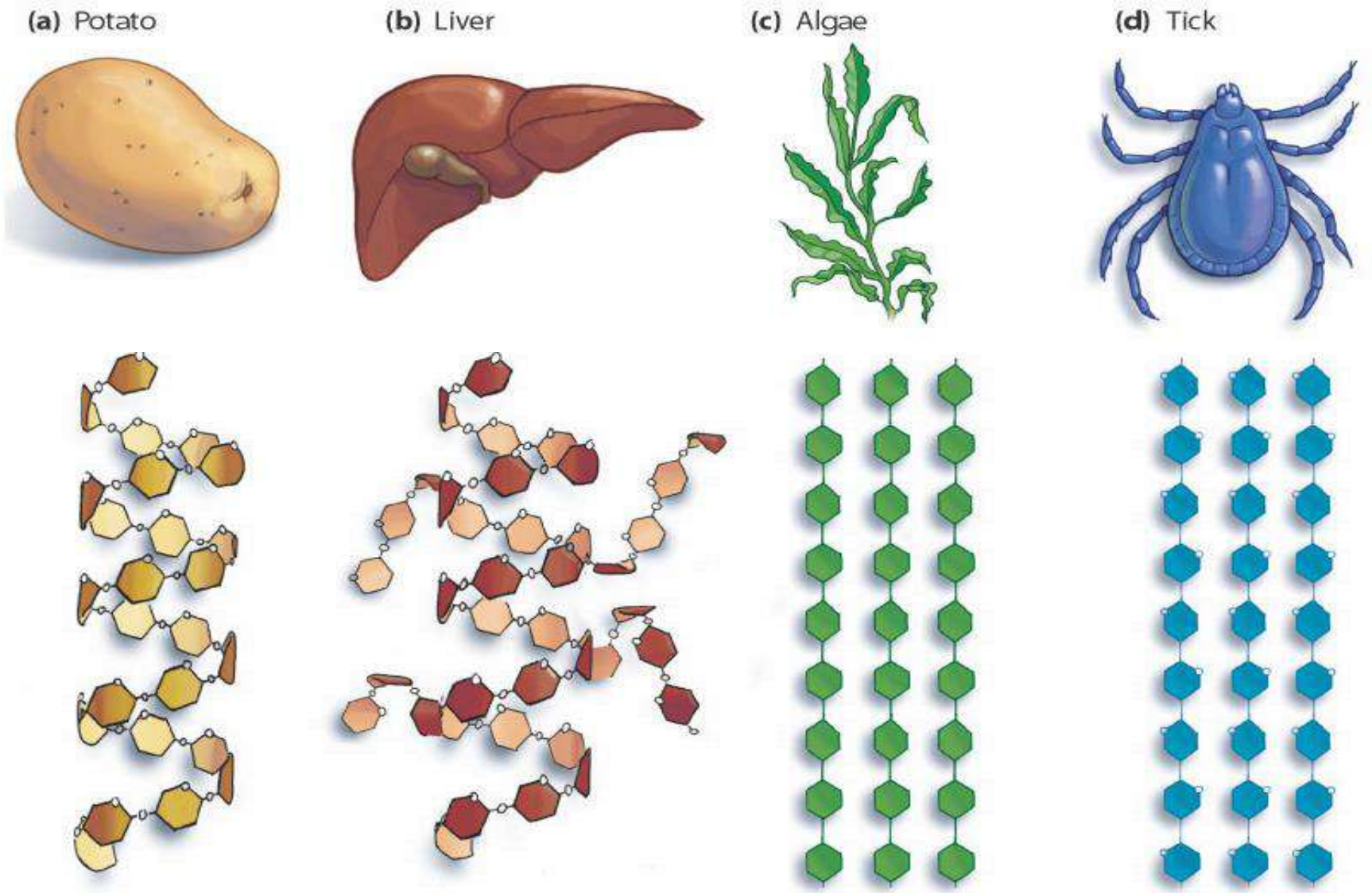
٠/ السليلوز أنه يتكون من بيتا D جلكوز متصل بعض البعض أما لكيتين يتكون من N اسيتل جلكوز امين

لتشابه:

٠/ أن كليهما يتكون من روابط بيتا 1,4 جلكوسدك

M.ELEYAN

Some Familiar and Important Complex Carbohydrates



M.ELEYAN

الدكسترين
Dextrins

عبارة عن مركبات Heter ناتج من تحلل النشا

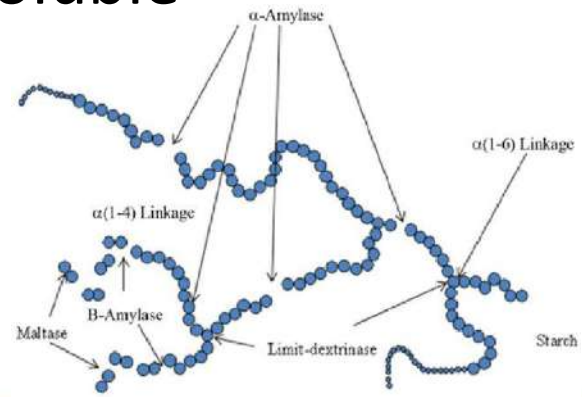
- Dextrins are a group of carbohydrates that are intermediate products formed during the partial hydrolysis (breakdown) of starch.

الدكسترينات هي مجموعة من الكربوهيدرات التي تُعد منتجات وسيطة تتكون أثناء التحلل المائي الجزئي (التفكك) للنشا.

Amylose, amylopectin $\xrightarrow{H^+ \text{ or amylase}}$ dextrins $\xrightarrow{H^+ \text{ or amylase}}$ maltose $\xrightarrow{H^+ \text{ or maltase}}$ many D-glucose units

- Amylodextrin, Erythrodextrin and Achrodextrin (water-soluble nature)

أميلودكسترين، إريثرودكسترين، وأكرودكسترين (ذات طبيعة قابلة للذوبان في الماء)



M.ELEYAN

الدكسترين
Dextrins

يعطينا لون أزرق عند تفاعله مع اليود

- Amylodextrin is shorter chains of glucose units than starch.

* الأميلودكسترين عبارة عن سلاسل أقصر من وحدات الجلوكوز مقارنةً بالنشا.

- Erythrodextrin is characterized by its reddish color and have a higher degree of polymerization (longer chains of glucose) compared to amylodextrins.

*يتميز الإريثرودكسترين بلونه المحمر ودرجة بلمرة أعلى (سلاسل أطول من الجلوكوز) مقارنةً بالأميلودكسترين.

- Achrodextrin, is relatively colorless (achro means colorless), and consists of short chains of glucose units

الأكرودكسترين، عديم اللون نسبيًا (أكرو تعني عديم اللون)، ويتكون من سلاسل قصيرة من وحدات الجلوكوز.

M.ELEYAN

عديدات السكاريد غير المتجانسة: جليكوزامينوجليكان، GAGs (عديد السكاريد المخاطي)

Heteropolysaccharides: Glycosaminoglycans, GAGs (mucopolysaccharide)

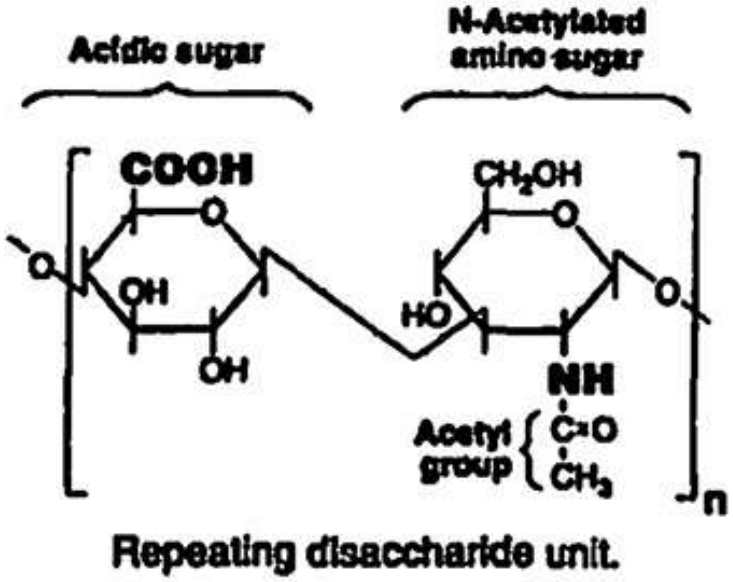
- They are formed of repeating disaccharide units

(Amino sugar + Acidic sugar (uronic acid) or galactose)n

تتكون من وحدات ثنائية السكاريد متكررة (سكر أميني + سكر حمضي (حمض اليورونيك) أو جالاكتوز)

- They are unbranched and contain no N-acetyl neuraminic acid.

غير متفرعة ولا تحتوي على حمض N-أسيتيل نيورامينيك.



Repeating disaccharide unit.

M.ELEYAN

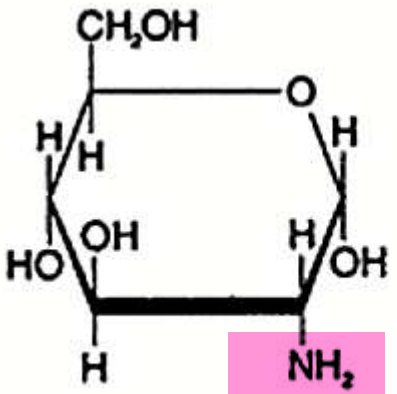
عديدات السكاريد غير المتجانسة: جليكوزامينوجليكان، GAGs (عديد السكاريد المخاطي)

Heteropolysaccharides: Glycosaminoglycans, GAGs (mucopolysaccharide)

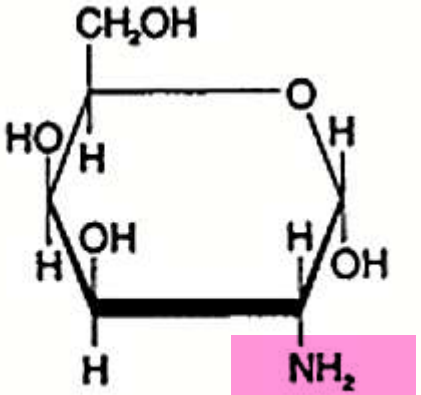
سكر أميني:

- Amino sugar :

1. جلوكوزامين-D
1. D-glucosamine
2. د-جالاكتوزامين
2. D-Galactosamine



α-D-glucosamine



α-D-galactosamine

- In which the amino group is usually acetylated.
- The amino sugar may also be sulfated at carbon 4 or 6.

* حيث تكون مجموعة الأمين عادةً مُأسيتلة.
* قد يكون سكر الأمين أيضًا مُكبرتًا عند ذرة الكربون 4 أو 6.

M.ELEYAN

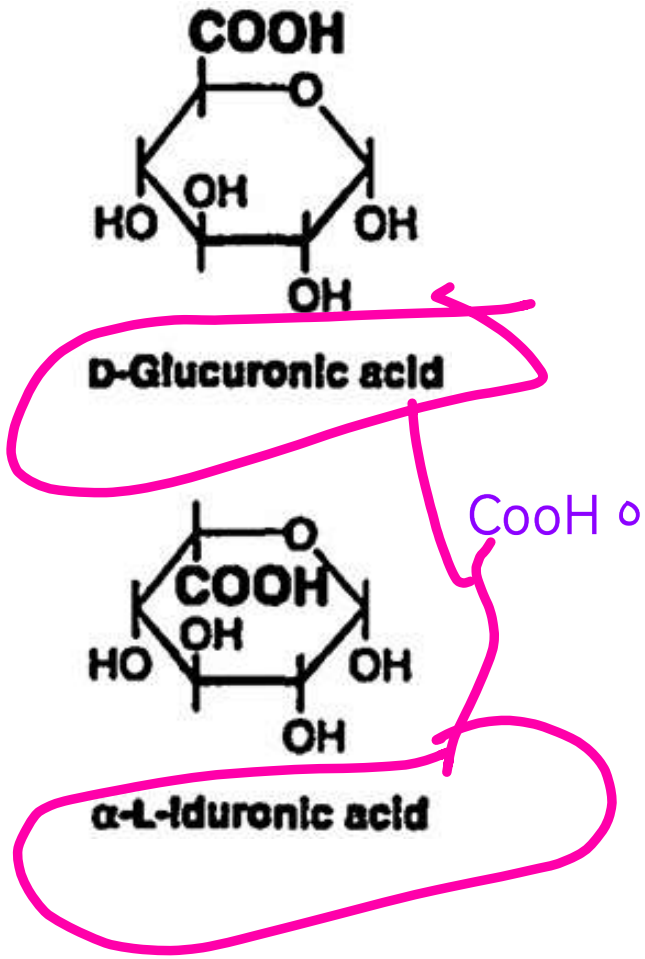
Heteropolysaccharides: Glycosaminoglycans, GAGs (mucopolysaccharide)

السكر الحمضي:

- The acidic sugar:

1. حمض D-جلوكورونيك أو
1. D-glucuronic acid or,
2. نظيره الفراغي، حمض L-إيدورونيك.
2. Its epimer, L-iduronic acid.

- Or: Galactose أو: جالاكتوز



M.ELEYAN

عديدات السكاريد غير المتجانسة: جليكوزامينوجليكان، GAGs (عديد السكاريد المخاطي)

Heteropolysaccharides: Glycosaminoglycans, GAGs (mucopolysaccharide)

- Most of GAGs are present extracellularly except heparin.
- Most of them form the structural components of connective tissue such as bone, elastin and collagen.

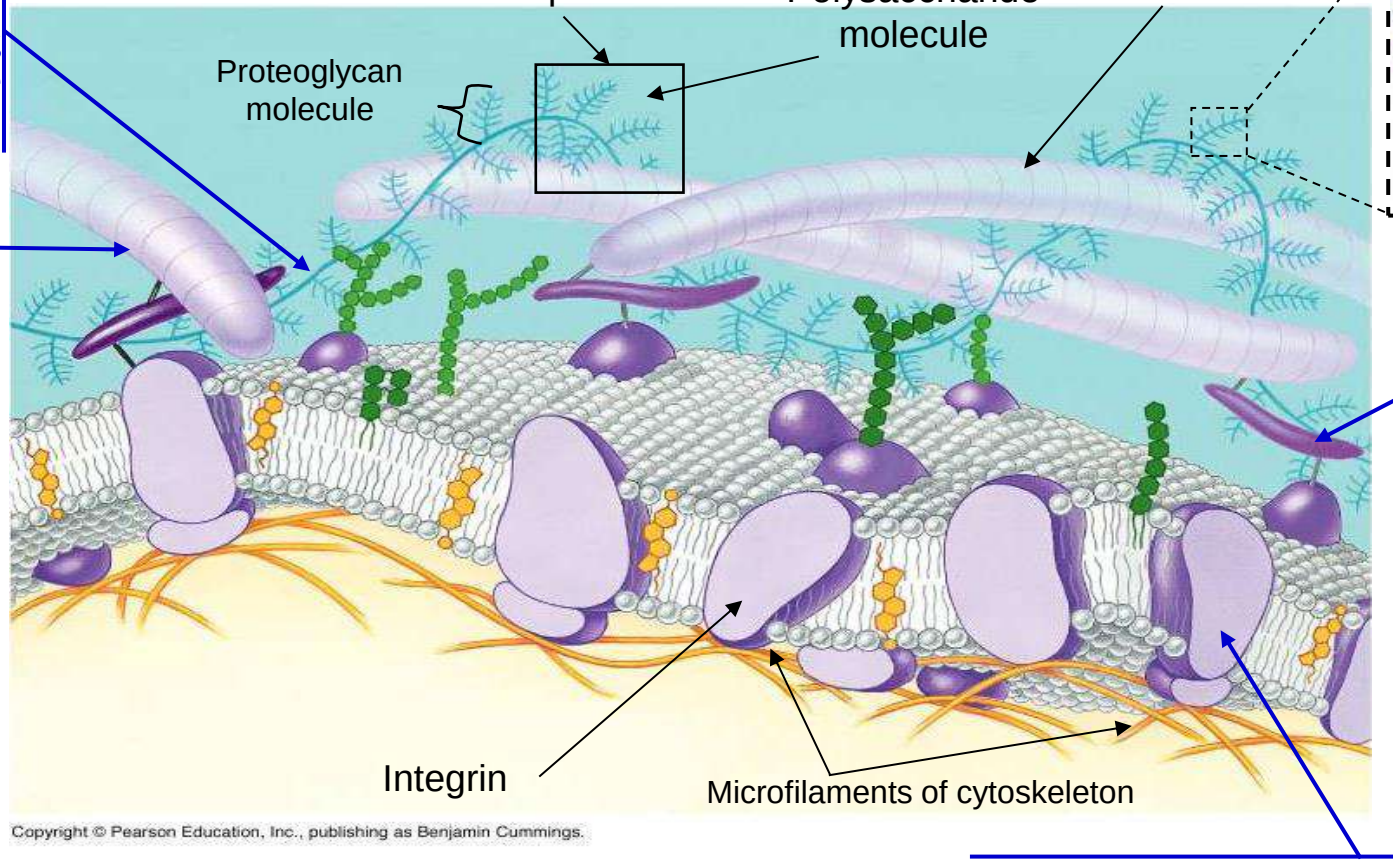
*توجد معظم GAGs خارج الخلية باستثناء الهيبارين.
*يشكل معظمها المكونات الهيكلية للأنسجة الضامة مثل العظام والإيلاستين والكولاجين.

- They act as Lubricants and cushion for other tissues because they have the property of holding large quantities of water.

*تعمل كمواد تشحيم ووسادة للأنسجة الأخرى لأنها تتمتع بخاصية الاحتفاظ بكميات كبيرة من الماء.

M.ELEYAN

Components of the extracellular matrix

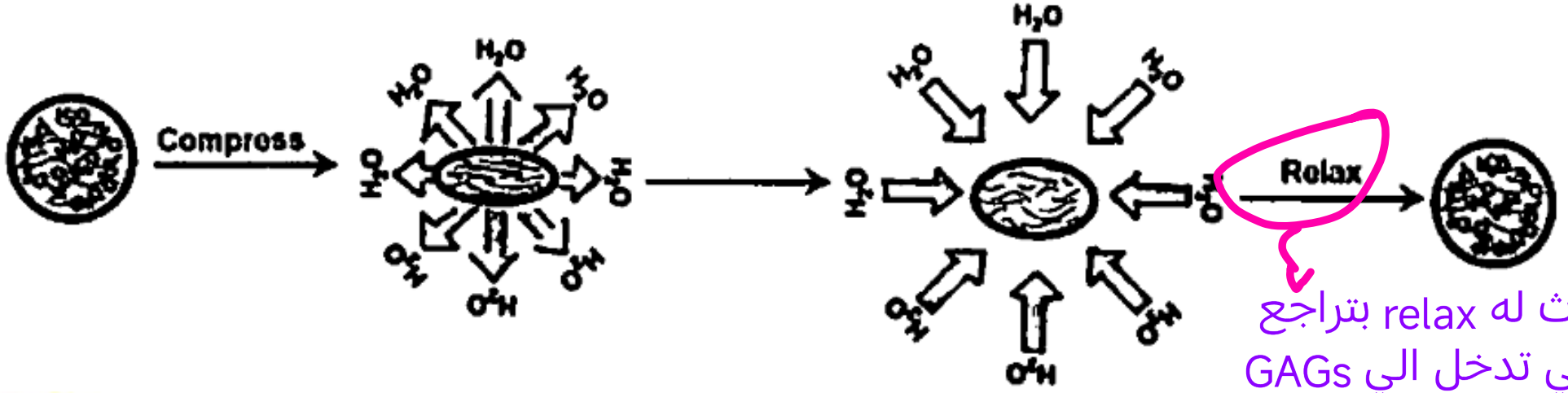


Heteropolysaccharides: Glycosaminoglycans, GAGs (mucopolysaccharide)

عديدات السكاريد غير المتجانسة: جليكوزامينوجليكان، GAGs (عديد السكاريد المخاطي)

- When a solution of glycosaminoglycans is compressed, the water is "squeezed out" and the glycosaminoglycans are forced to occupy a smaller volume,

عند ضغط محلول من جليكوزامينوجليكان، يتم "عصر" الماء للخارج وتُجبر جزيئات الجليكوزامينوجليكان على شغل حجم أصغر،



لما يحدث له relax بتراجع الماء ثاني تدخل الي GAGs

M.ELEYAN

Heteropolysaccharides: Glycosaminoglycans, GAGs (mucopolysaccharide)

- When the compression is released, the glycosaminoglycans return to their original hydrated volume.
- This property is the cause of flexibility of synovial fluid.

*عند زوال الضغط، تعود الجليكوزامينوجليكان إلى حجمها الأصلي المُرطَّب.
* هذه الخاصية هي سبب مرونة السائل الزلالي.

M.ELEYAN

There are 6 types:

1. Heparin. 1. الهيبارين.
2. Keratans 2. التقرن
3. Heparan sulphate. 3. كبريتات الهيباران.
4. Chondroitins 4. الغضروف
5. Dermatan sulphate 5. كبريتات الديرماتان
6. Hyaluronic acid 6. حمض الهيالورونيك

M.ELEYAN

حمض الهيالورونيك: التركيب

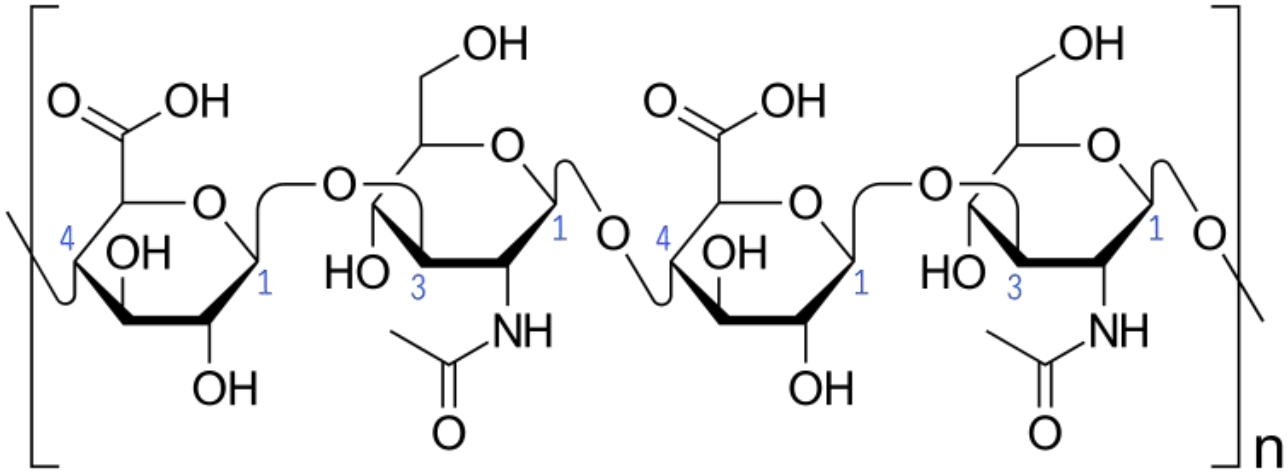
Hyaluronic acid: structure

- Hyaluronic acid is the only GAGs which contains no sulfate group.

  حمض الهيالورونيك هو الجليكوزامينوجليكان الوحيد الذي لا يحتوي على مجموعة كبريتات.

- Consists of repeats D-glucuronic acid and N-acetyl glucosamine.

  يتكون من وحدات متكررة من حمض D-جلوكورونيك وN-أسيتيل جلوكوزامين.



M.ELEYAN

حمض الهيالورونيك: الموقع والوظيفة

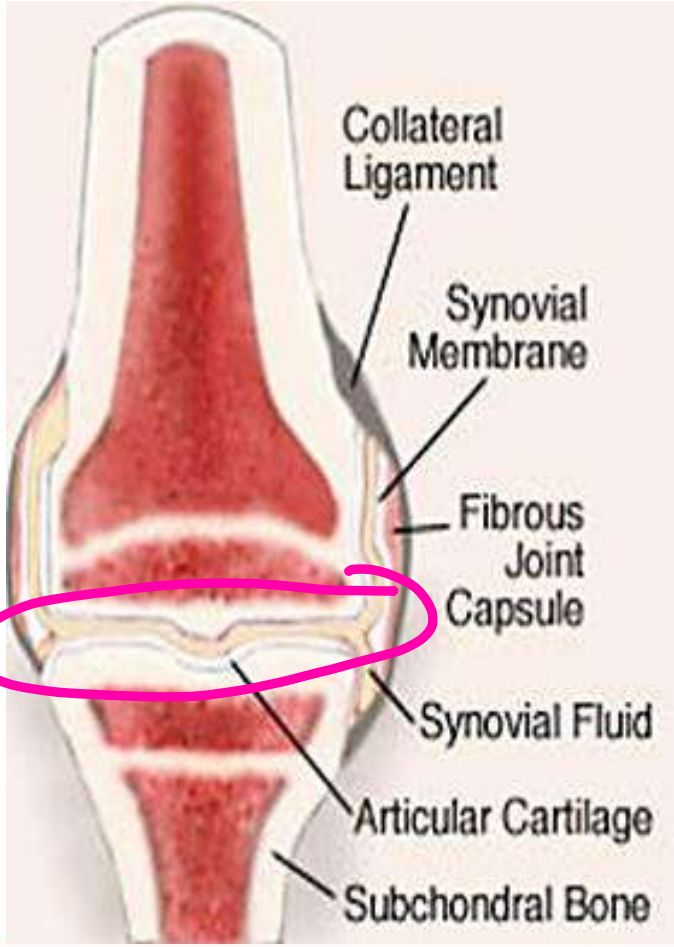
Hyaluronic acid: Site and Function

1. Site: Cartilage, Connective tissue, and Synovial fluid
1. الموقع: الغضروف، النسيج الضام، والسائل الزلالي
2. Function:

- It acts as a lubricant in joints.
- It makes cartilage compressible
- It makes extracellular matrix loose because of its ability to attract water.
- It permits cell migration during wound repair.

* يعمل كمادة تشحيم في المفاصل.
* يجعل الغضروف قابلاً للانضغاط
* يجعل المادة الخلوية خارج الخلية رخوة بسبب قدرته على
* جذب الماء. يسمح بهجرة الخلايا أثناء التئام الجروح.

بتواجد أيضاً في Follicle تحتوي على
الهيالورونيك بقدر يمتص ماء فيسحب
الماء الي داخل Follicles لما يمتص
الماء داخل Follicles راح تنفجر فراح
تطلع البويضة بر وهذا العملية اسمها
التبويض (Ovulation)



M.ELEYAN

حمض الهيالورونيك: دوره في المرض:

Hyaluronic acid: Role in disease:

* يُسهّل حمض الهيالورونيك هجرة الخلايا.

- Hyaluronic acid facilitates cell migration.

- It is produced in increased amounts by tumor cells. This facilitates migration of these cells through the extra cellular matrix and spread of the tumor.

يتم إنتاجه بكميات متزايدة بواسطة الخلايا السرطانية. وهذا يُسهّل هجرة هذه الخلايا عبر المصفوفة خارج الخلوية وانتشار الورم.

M.ELEYAN

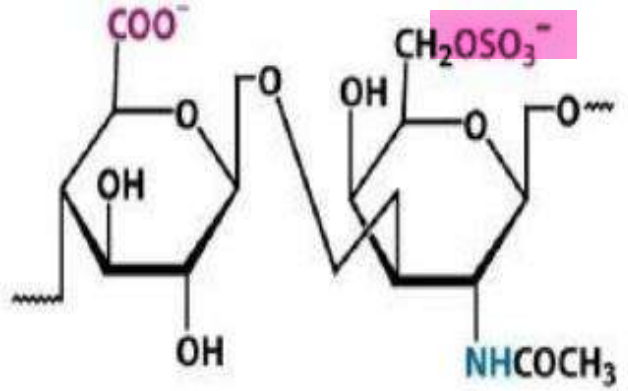
كبريتات الكوندرويتين 4 و6: التركيب

Chondroitin 4- and 6 sulfate: structure

تتكون وحدة ثنائي السكاريد المتكررة من:

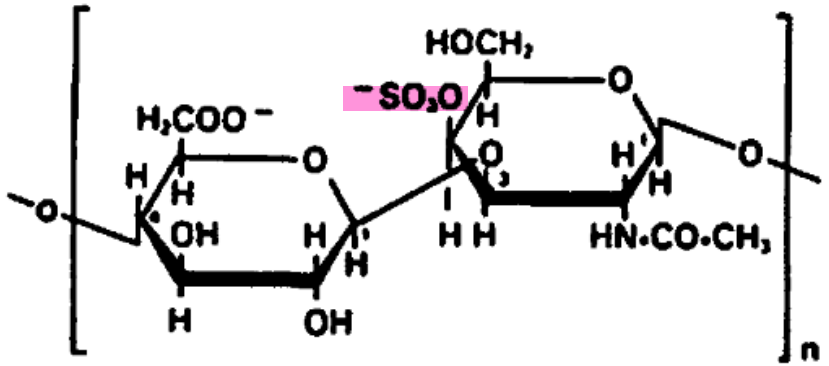
- The repeated disaccharide unit consists of:

1. Glucuronic acid.
2. N-acetylgalactosamine with sulfate on either C4 or C6.



Chondroitin 6-sulfate

Chondroitin 4-Sulfate
(Note There is also a 6-sulfate)



β-Glucuronic acid N-acetylgalactosamine sulfate

M.ELEYAN

كبريتات الكوندرويتين 4 و6: الموقع

Chondroitin 4- and 6 sulfate: Site

- Site: It is the most abundant GAGs in the body. الموقع: هو أكثر أنواع الجليكوزامينوجليكان وفرة في الجسم.
- It is found in:

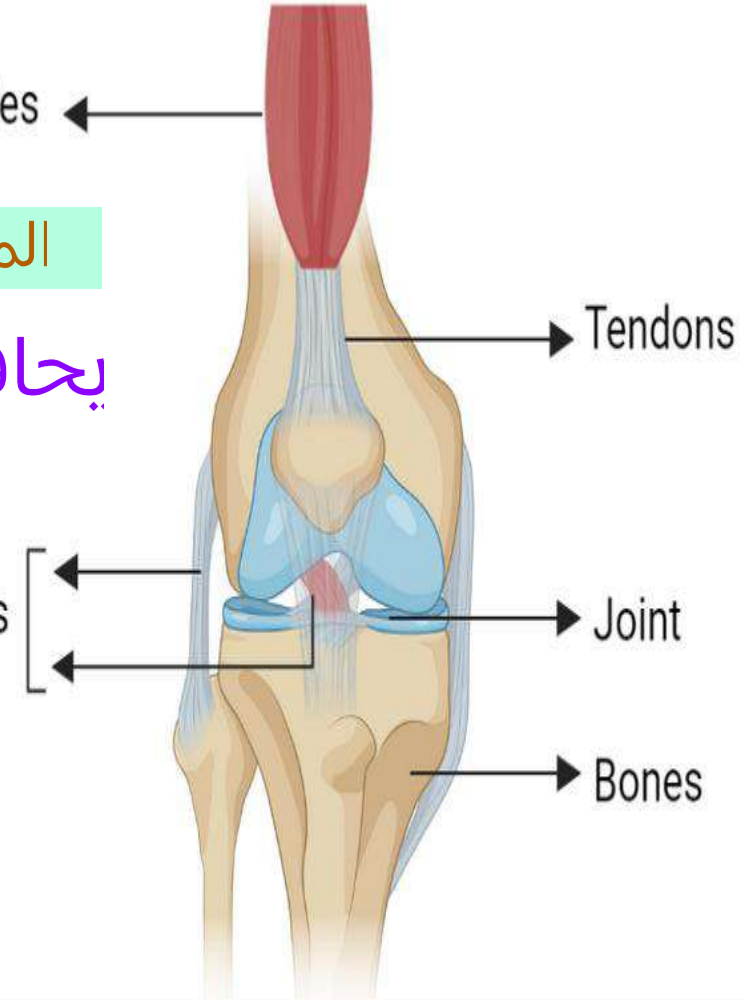
1. Cartilage, tendons, ligaments and bones.
2. Aorta, skin, cornea, and umblical cord.

يحافظ على Hydration

يساعدها تكون شفافة

يوجد في جداره عشان يحافظ على ليونته ومقاومة Arterial Wall of blood pressure

* يوجد في:
1. الغضروف والأوتار والأربطة والعظام.
2. الشريان الأورطي والجلد والقرنية والحبل السري.



M.ELEYAN

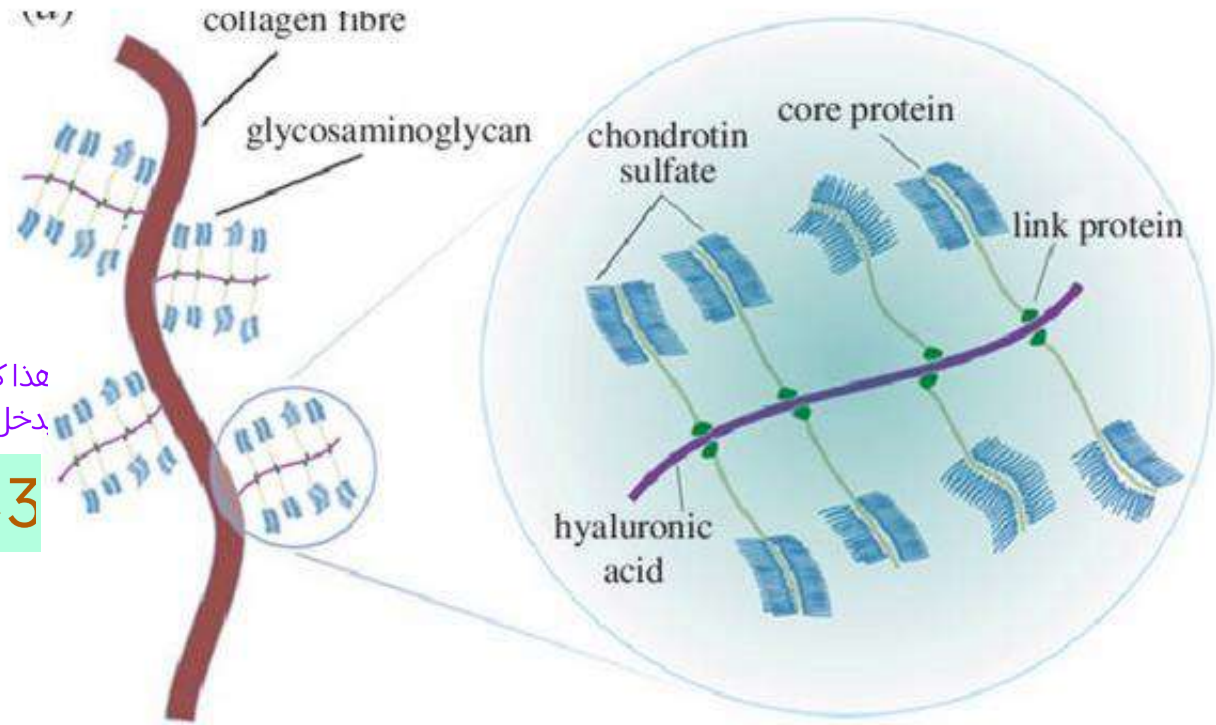
كبريتات الكوندرويتين 4 و6: الوظيفة

Chondroitin 4- and 6 sulfate: Function

1. In cartilage: it binds collagen and hold fibers in strong network.
1. في الغضروف: يرتبط بالكولاجين ويحافظ على الألياف في شبكة قوية.
2. It makes cartilage compressible
2. يجعل الغضروف قابلاً للانضغاط
3. Help to maintain the shape of skeletal system.

هذا كله ناتج أن chondroitin و collagen
يدخل في تركيب Cartagena

3. يساعد في الحفاظ على شكل الجهاز الهيكلي.



M.ELEYAN

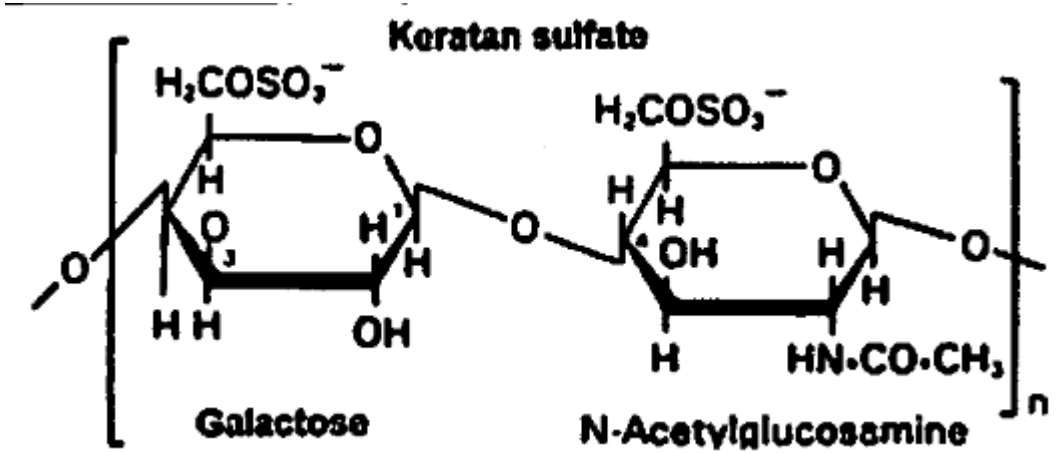
Keratan sulfate: Structure:

كبريتات القطع: التركيب:

- The repeated disaccharide unit consists of:

1. Galactose (no uronic acid), with sulfate on C6.
2. N-acetylglucosamine with sulfate on C6.

*تتكون وحدة ثنائي السكاريد المتكررة من:
1. جالاكتوز (بدون حمض يورونيك)، مع كبريتات على C6.
2. N-أسيتيل جلوكوزامين مع كبريتات على C6.



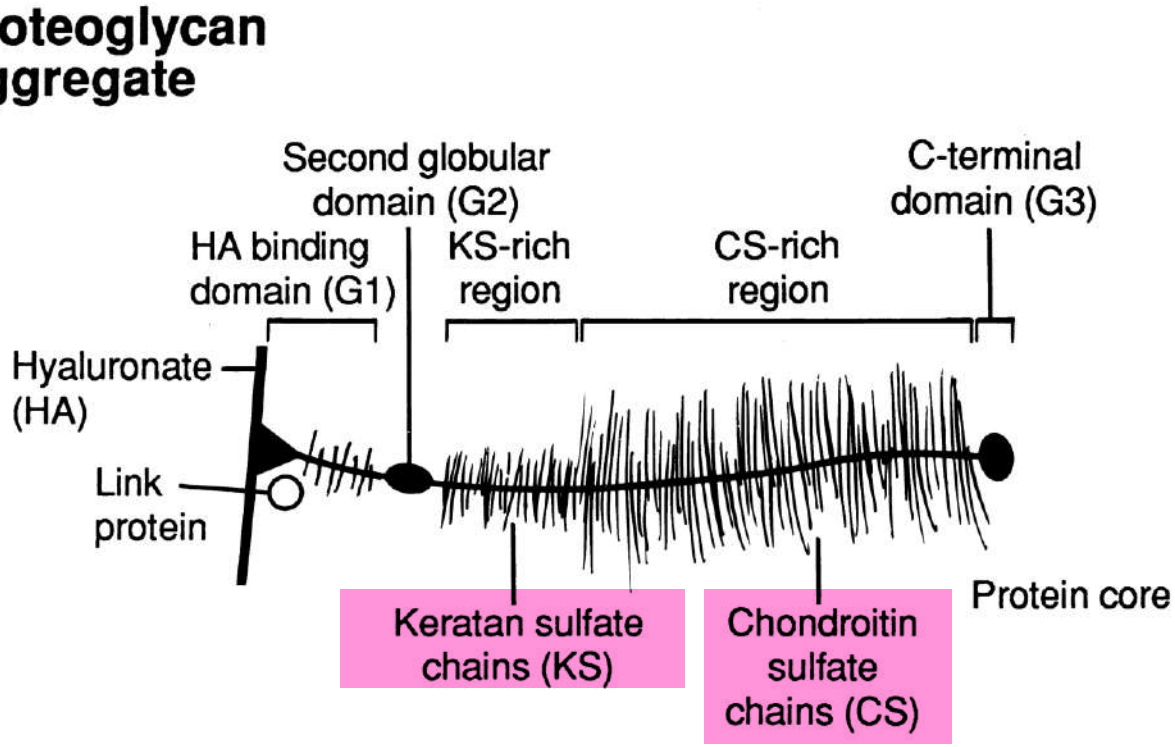
M.ELEYAN

كبريتات الكيراتان: الموقع والوظائف

Keratan sulfate: Site and Functions

- Site: الموقع

1. Cornea. القرنية .1
2. Cartilage. الغضروف .2



- Functions:

1. It plays an important role in corneal transparency.

1. يلعب دورًا مهمًا في شفافية القرنية.

M.ELEYAN

كبريتات الديرماتان

Dermatan sulfate:

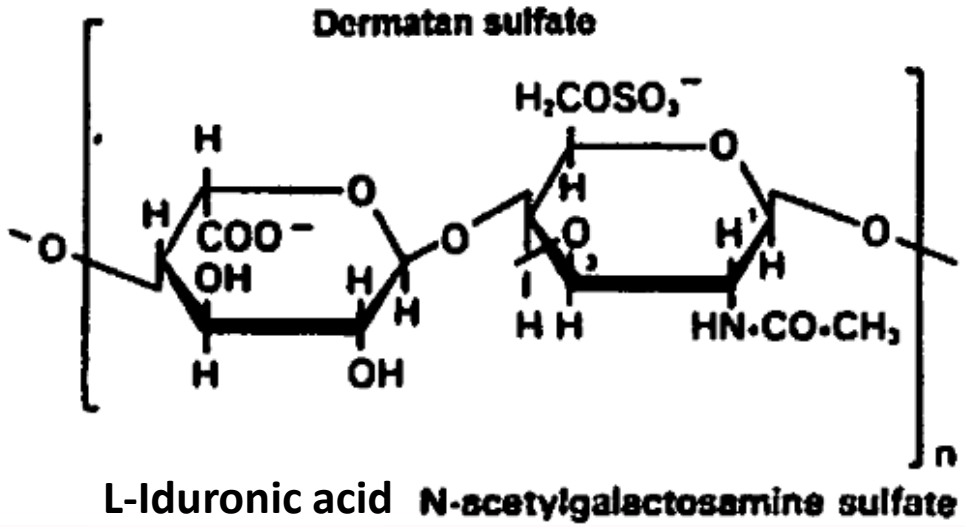
- The repeated disaccharide unit consists of:

تتكون وحدة ثنائي السكاريد المتكررة من:

1. L-Iduronic acid.

1. حمض L-إيدورونيك.

2. N-acetylgalactosamine with sulfate on C6



M.ELEYAN

كبريتات الديرماتان: الموقع والوظيفة

Dermatan sulfate: Site and Function

- Site:
  1.Cornea.
  2.Skin
  3.blood vessels
  4.heart valves.

الموقع:
1. القرنية
2.الجلد
3. الأوعية الدموية
4. صمامات القلب.

- Functions:
  - In cornea, it plays-together with keratan sulfate, an important role in corneal transparency.

في القرنية، يلعب - جنبًا إلى جنب مع كبريتات الكيراتان - دورًا مهمًا في شفافية القرنية.

M.ELEYAN

Heparin: Structure:

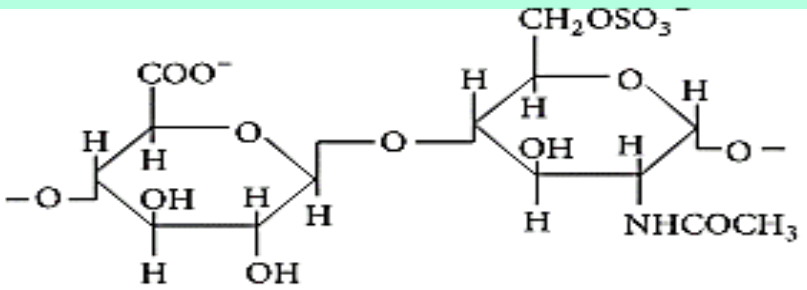
- The repeated disaccharide unit consists of:

1. Iduronic acid with sulfate on C2.

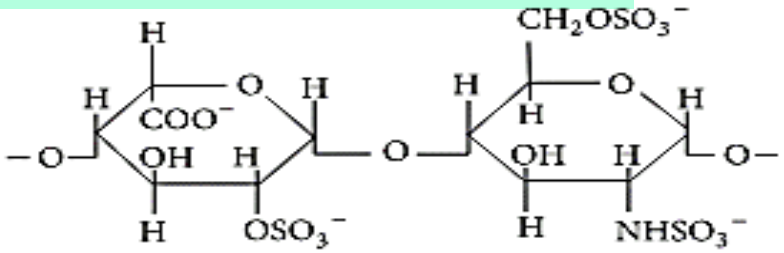
2. Glucosamine with sulfate on C2 and C6.

* تتكون وحدة ثنائي السكاريد المتكررة من:

1. حمض الإيدورونيك مع مجموعة كبريتات على ذرة الكربون C2.
2. الجلوكوزامين مع مجموعة كبريتات على ذرتي الكربون C2 وC6.



Heparan sulfate



Heparin

M.ELEYAN

Heparin: Structure:

- Site: Heparin present in mast cells (intracellular compound).
- Mast cells are located along the wall of blood vessels of liver, lungs,

skin, heart, kidney and spleen.

الموقع: يوجد الهيبارين في الخلايا البدينة (مركب داخل خلوي).
تقع الخلايا البدينة على طول جدار الأوعية الدموية في الكبد والرئتين والجلد والقلب والكلى والطحال.

- Functions:

- It acts as anticoagulant.

الوظائف:
يعمل كمضاد للتخثر.

يعمل على تحفيز Antithrombin 3

thrombocytopenia and foctor 10

يمنع تكوين Colts

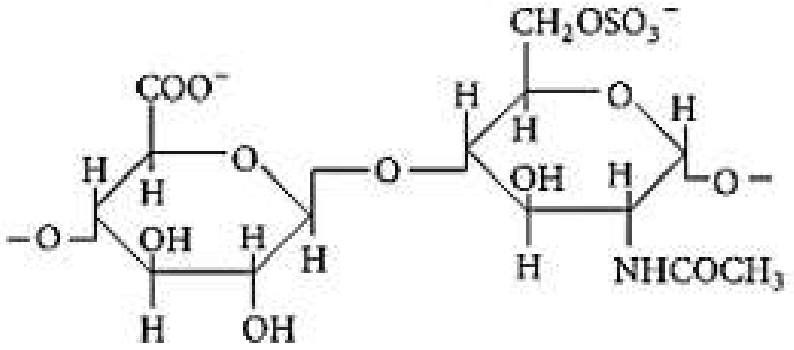
M.ELEYAN

كبريتات الهيباران

Heparan sulfate

- Heparan sulfate (which has the same structure as heparin except some glucosamines are acetylated and there are fewer sulfate groups, has the following functions:

كبريتات الهيباران (التي لها نفس تركيب الهيبارين باستثناء أن بعض الجلوكوزامينات مؤستلة ويوجد عدد أقل من مجموعات الكبريتات)، لها الوظائف التالية:



Heparan sulfate

- It acts as cell membrane receptors.
- It participates in cell adhesion and cell-cell interaction.

* تعمل كمستقبلات لغشاء الخلية.
* تشارك في التصاق الخلايا والتفاعل بين الخلايا.

M.ELEYAN

THANK YOU

M.ELEYAN