



الكربوهيدرات Carbohydrate

Carbohydrates

الكربوهيدرات

- الكربوهيدرات (CHO) عبارة عن مواد عضوية تحتوي على O و H بنسبة 1 : 2 أي بنسبة تواجدتها في الماء بالإضافة إلى C.
- تُعرف الكربوهيدرات بأنها مركبات الدهيدية أو كيتونية عديدة الهيدروكسيل (المركبات العضوية التي تنتج عن تحللها مائياً مركبات أدهيدية أو كيتونية عديدة OH).
- تُوجد الكربوهيدرات مخزنة في البذور والدرنات بصورة معقدة مثل النشا كما في درنات البطاطس والبطاطا الحلوة.
- كذلك توجد في صورة نشا حيواني (الجليكوجين) في الكبد.
- كذلك تُوجد في الفاكهة بصورة أبسط.
- كما تُوجد في العصارة النباتية والحليب وأنسجة الحيوان والدم.
- الكربوهيدرات أكثر المواد الغذائية في العالم وفرة وأرخصها لإنتاج الطاقة اللازمة للكائن الحي .

الكربوهيدرات



هي مركبات عضوية الدهيدية أو كيتونية عديدة الهيدروكسيل أو التي تعطي عند تحللها مائياً ألدهيدات أو كيتونات عديدة الهيدروكسيل

الكربوهيدرات

هي مركبات عضويه تتكون من الكربون , الهيدروجين و الاوكسجين (CHO)

الكربوهيدرات تتكون من



الكربوهيدرات

$[CH_2O]_n$ ✓

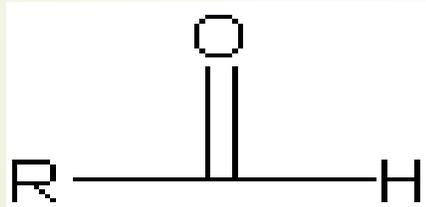
$=n$ (تمثل عدد ذرات الكربون) ✓

✓ نسبة الهيدروجين الى الاوكسجين كنسبة وجودهم في الماء 2:1

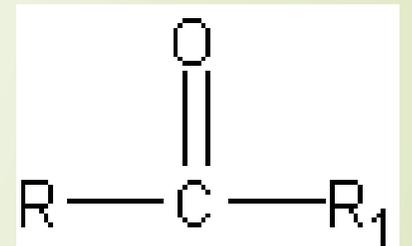
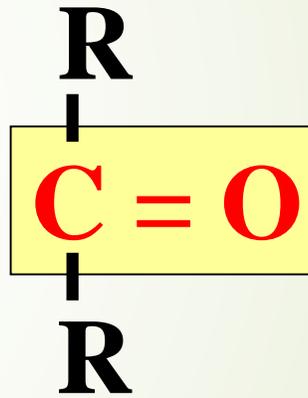
✓ بعض انواع الكربوهيدرات تحتوي على N, P or S

الكربوهيدرات

❖ هي عبارة عن الدهيدات أو كيتونات متعدد الكربوكسيل أو مواد تنتج عند تحلل هذه المركبات تحللا مائيا.



أدهيد



كيتون

Carbohydrates

الكربوهيدرات

- تُعتبر مصدر أساسي لإنتاج الطاقة اللازمة لنشاط الكائن الحي.
- في حالة عدم مقدرة الجسم على تحويل وتمثيل السكر بكفاءة عالية تظهر أعراض مرض السكر.
- تدخل الكربوهيدرات في تركيب الهيكل الخارجي لبعض الحيوانات والحشرات مثل مركب الجلوكوز أمين.
- تعتمد كثير من الصناعات الغذائية على المنتجات الكربوهيدراتية مثل صناعة المشروبات والعصائر والمرببات.
- أهم وظائفها:
- مصدر للطاقة كل جرام يعطي 4 سعرات حرارية
- مخزن للطاقة (جلايكوجين - الكبد، النشا - النباتات)
- مصدر للألياف الغذائية (السيليلوز)
- يحتاج الجسم 55-60 من طاقة الغذاء أن تكون من الكربوهيدرات

تقسيم الكربوهيدرات

السكريات الثنائية
Disaccharides

2

جزء من السكريات
الأحادية

سكريات عديدة
Polysaccharides

أكثر من 10
جزء من السكريات
الأحادية

سكريات أحادية
Monosaccharides

3-8

ذرات كربون

الأوليغوسكريات
Oligosaccharides

3-10

جزء من السكريات
الأحادية

اهم خصائص الكربوهيدرات

➤ البسيطة أو الأحادية والعديدة :

➤ تتميز بطعمها الحلو

➤ ذائبة في الماء

➤ تكون بلورات سكرية عند تبخير الماء

➤ سهلة التخمر بواسطة الميكروبات

➤ بتراكيز عالية تؤخر أو تمنع النمو الميكروبي

➤ تعطي لون بني (الكرملة) عند تعريضها للحرارة العالية.

اهم خصائص الكربوهيدرات

- السكريات العديدة المعقدة عديمة الطعم ، ولا تذوب في الماء بسهولة ولكن تحت ظروف معينة يحدث لها تشرب للماء وتنتفخ وتكون غروي، وقابليتها للهضم والامتصاص صعبة إلا بعد تحللها إلى السكريات البسيطة المكونة لها بفعل الإنزيمات المتواجدة في اللعاب والجهاز الهضمي.

تقسيم الكربوهيدرات Classification

وتقسم الكربوهيدرات إلى:

➤ 1- سكريات بسيطة (أحادية) Monosaccharide:

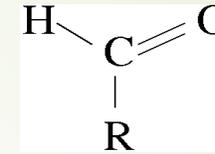
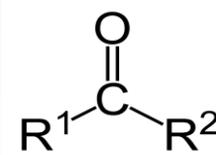
➤ وهي التي لا يمكن تحليلها مائياً إلى أبسط منها في التركيب، حيث تتكون من جزيئة واحد فقط مثل الجلوكوز (سكر الدم) والفركتوز (سكر الفاكهة) والجالاكتوز والمانوز. و صيغتها $[CH_2O]_n$ حيث $n=3-7$

➤ والسكريات الاحادية مواد صلبة ومتبلورة وبيضاء اللون ومعظمها حلوة المذاق وتذوب بسهولة في الماء ولا تذوب في المذيبات غير القطبية.

السكريات البسيطة (أحادية) Monosaccharide

تصنف السكريات الاحادية على اساس عدد ذرات الكربون ونوع المجموعة الوظيفية في الجزيئة والمجموعة

الوظيفية سواء أدهيد أو كيتون



مثلاً الجلوكوز والفركتوز

يحتويان على نفس عدد ذرات الكربون

لهما نفس الصيغة الجزيئية , (C₆H₁₂O₆)

الا ان المجموعة الوظيفية في الجلوكوز هي الالديهيد , وفي الفركتوز هي الكيتون.

تقسم السكريات الاحاديه وفقا لعدد ذرات الكربون الموجودة في الجزيء الى:

تحتوي علي ثلاث ذرات كربون تسمى ترايوزات **TRIOSES**

التي تحتوي علي اربع ذرات كربون تسمى **TETROSES** تتروزات

التي تحتوي علي خمس ذرات كربون تسمى **PENTOSES** بنتوزات

التي تحتوي علي ست ذرات كربون تسمى **HEXOSES**

اكثر السكريات انتشارا في الطبيعه هي السكريات السداسيه **HEXOSES**

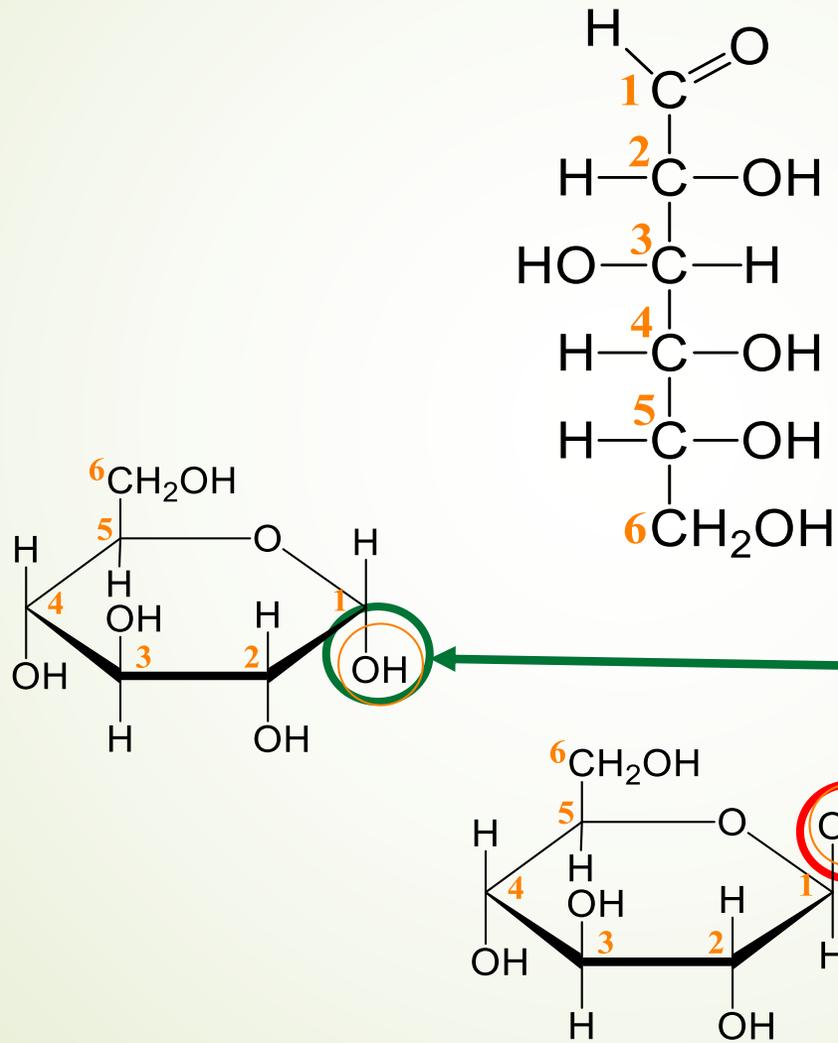
أهم السكريات الأحادية

1- سكر الجلوكوز (سكر العنب) : D- Glucose

- ويسمى كذلك بسكر الدم، ويعتبر من السكريات الأحادية السداسية الألديهيدية
- وهو سكر واسع الانتشار، ويدخل في تركيب الأنسجة والسوائل الحيوية والدم عند الإنسان والحيوان
- من السكريات الذائبة في الماء ويتبلور بشكل جيد من محاليله المائية
- يدخل في تركيب السكريات المتعددة مثل النشا والجلايكوجين والسليلوز، ويدخل كذلك في تركيب السكريات الثنائية مثل السكروز واللاكتوز والمالتوز.
- يتواجد في كثير من الفواكه و العسل و التمر.
- يعتبر البنية الأساسية لكثير من السكريات الأخرى.
- أهم السكريات مصدر للطاقة
- يرتبط مع سكريات أخرى ليكون مركبات أكثر تعقيداً
- يسمى دكستروز
- يسمى سكر العنب- سكر الدم

Glucose

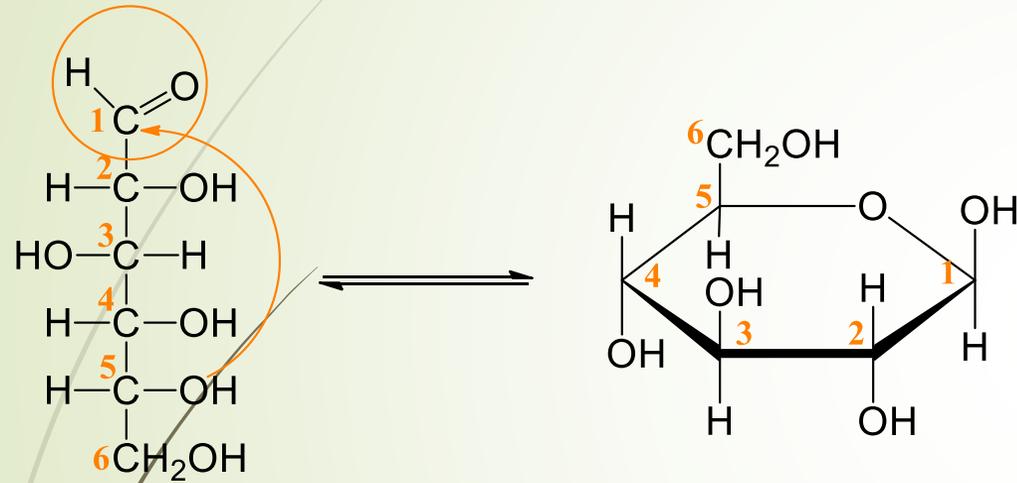
الجلوكوز



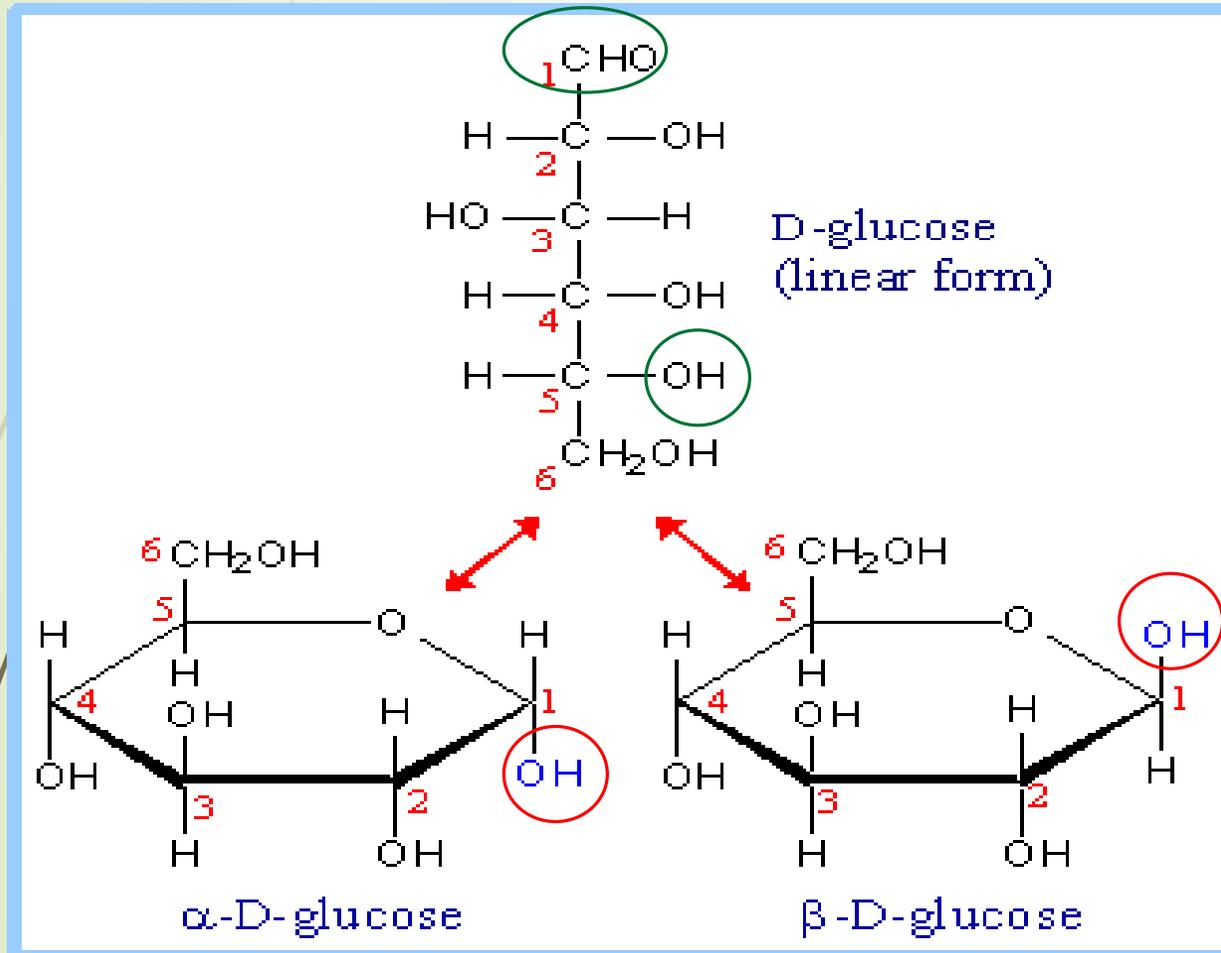
الفرق بين صيغة سكر
الجلوكوز (الفـا α) و
الجلوكوز (بيتا β)

تكون الأشكال الحلقية في السكريات

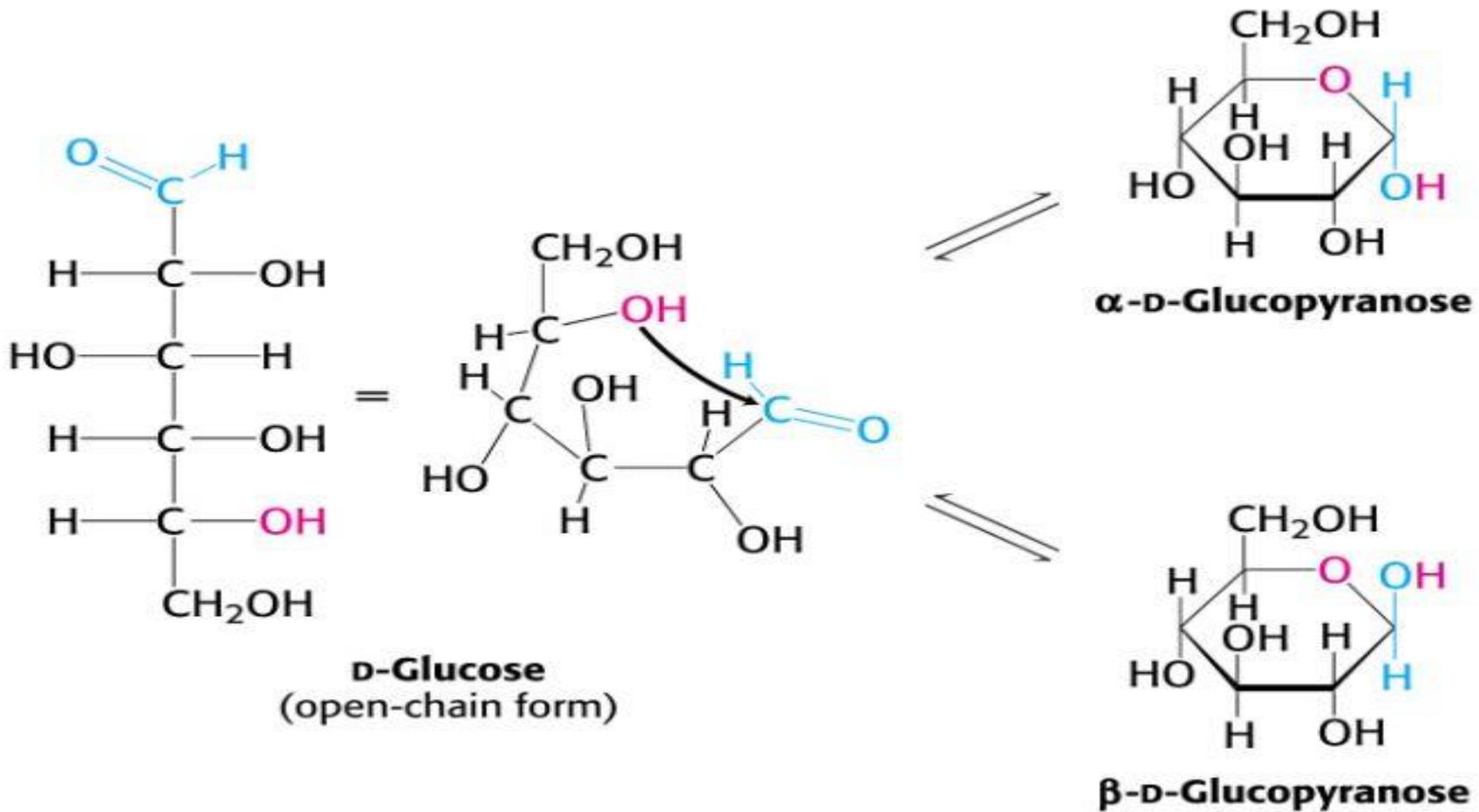
تتكون الأشكال الحلقية نتيجة ارتباط مجموعة الألدريد على ذرة الكربون رقم (1) و مجموعة الهيدروكسيل على ذرة الكربون رقم (5) للحصول على حلقه سداسيه تشبه حلقه بيرونز

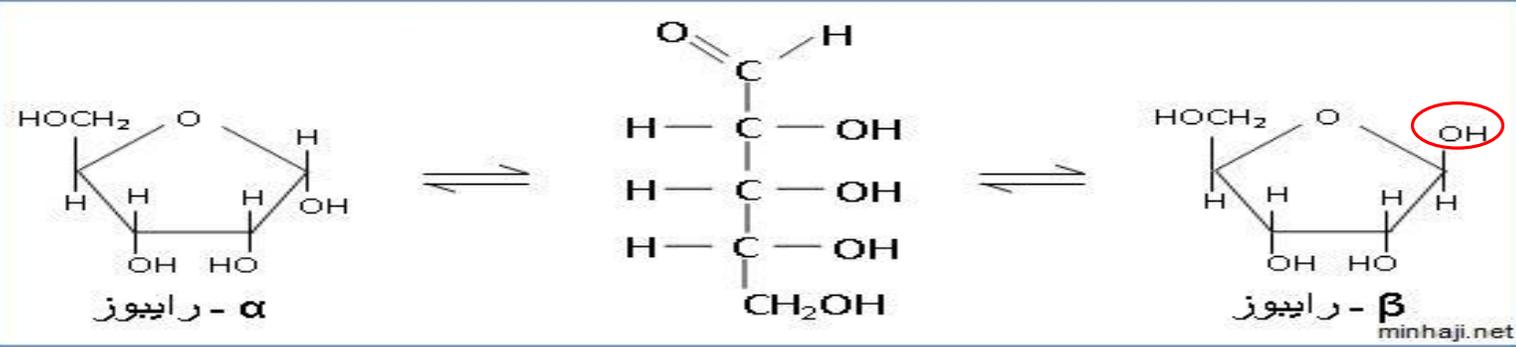
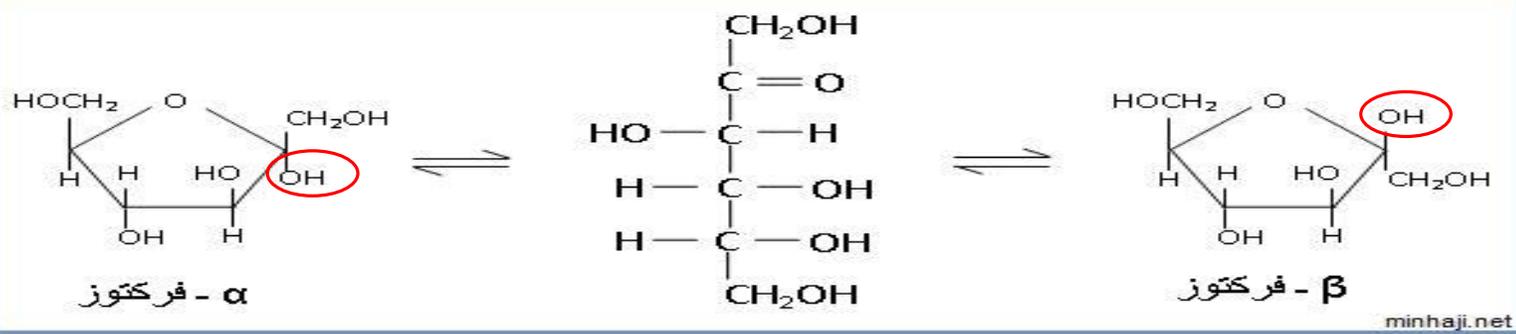
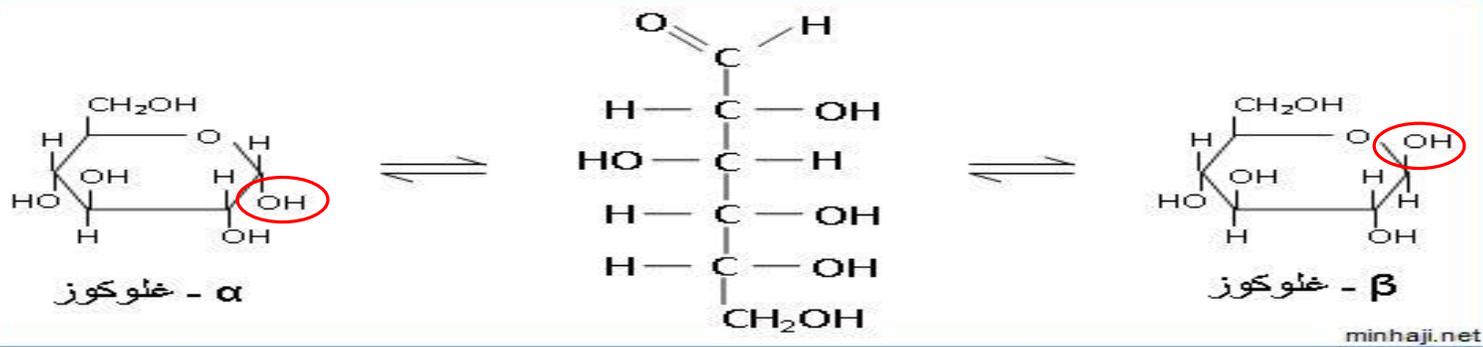


الجلوكوز Glucose



• كيف يتكون الشكل الحلقي
لسكر الجلوكوز تتفاعل
مجموعة الالدهيد في ذرة
الكربون (1) مع مجموعة
الهيدروكسيل في ذرة
الكربون (5) و تعطي
الشكل.





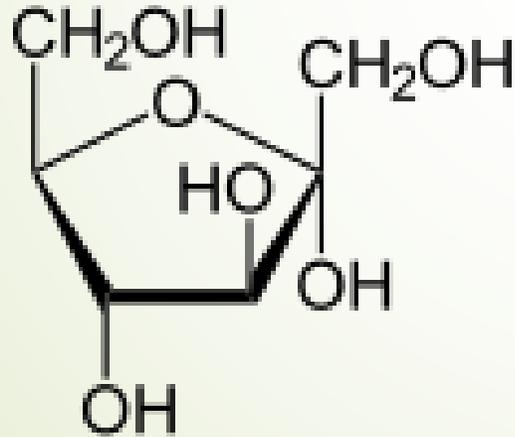
مقارنه بين السكريات المختلفه في درجه الحلاوة والرقم الجلايسيمي

Name	Calories / Gram	Sweetness Index	Glycemic Index	Calories / Spoon-Equiv
Fructose	4	1.7 (170)	23	9
Sucrose	4	1 (100)	65	16
Glucose	4	0.75 (75)	100	21
Dextrose	4	0.75 (75)	100	21
Trehalose	4	0.45 (45)	70	36
Galactose	4	0.35 (35)	23	53
Maltose	4	0.32 (32)	105	53
Lactose	4	0.15 (15)	45	107

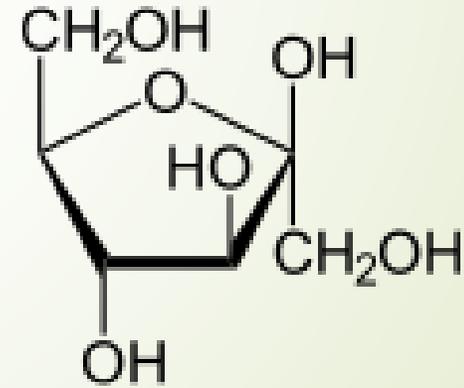
أهم السكريات الأحادية

2 - سكر الفركتوز (سكر الفواكه) : D- Fructose

- من السكريات الأحادية الكيتونية، ويوجد بشكل حر في العديد من الفواكه
- سريع التأكسد وبالإمكان اختزاله
- درجة حلاوته أكبر من حلاوة السكروز ويعتبر من أكثر السكريات حلاوة.
- يوجد في الفواكه و العسل و التمور.



الفا



بيتا

أهم السكريات الأحادية

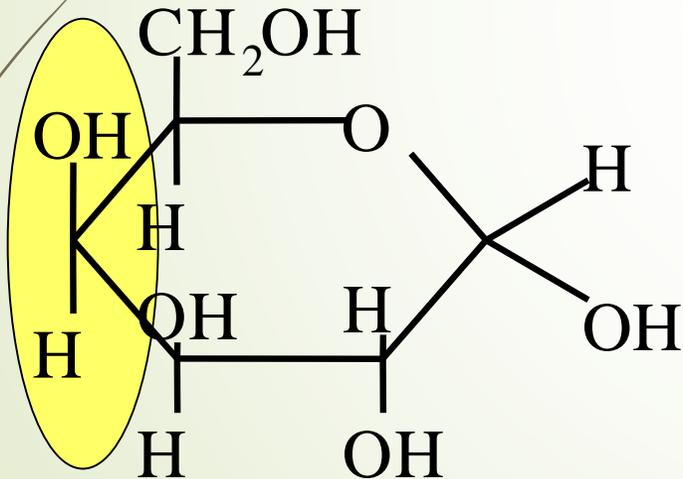
3- سكر الجالكتوز (سكر الحليب) : D- Galactose

➤ يشبه في تركيبه سكر الجلوكوز اختلاف في اتجاه OH على C4

➤ يعتبر من السكريات الأحادية السداسية الأليهدية

➤ يدخل في تركيب سكر الحليب (اللاكتوز)، وبعض السكريات الثلاثية.

➤ لا يوجد بشكل حر في الأنسجة النباتية.

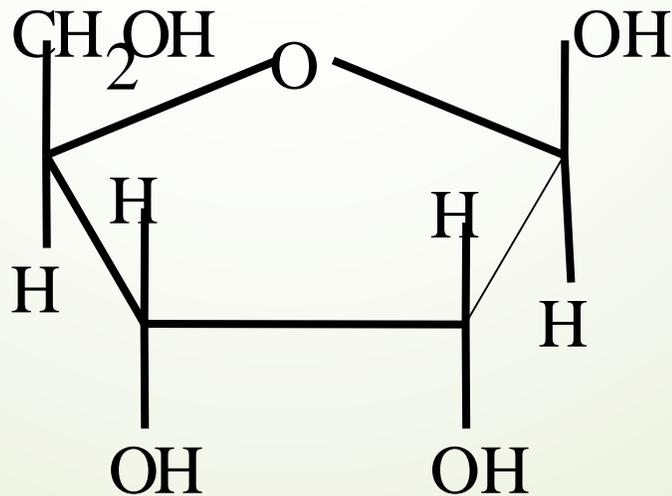


α -D-Galactose

أهم السكريات الأحادية

5- سكر الرايبوز D- Ribose

- من السكريات الأحادية البسيطة خماسي الدهيدي المهمة
- يدخل في تركيب الحامض النووي وبعض الأنزيمات المرافقة (Co-enzymes)
- سكر الرايبوز منقوص الأوكسجين يدخل في تركيب جزيئة الـ DNA.



Classification

تابع تقسيم الكربوهيدرات

2- سكريات مركبة Oligosaccharide:

وهي التي تنتج عند تحللها مائياً جزيئين أو أكثر من السكريات الأحادية

وتقسم السكريات المركبة الى:

أ) -السكريات الثنائية Disaccharides:

وهي التي تتكون من جزيئين من السكريات الأحادية ومن أمثلتها:



1- السكروز: (سكر المائدة) يوجد في القصب والبنجر ويتحلل إلى

جلوكوز وفركتوز وعملية التحلل هذه تُسمى عملية تحول وناتج التحلل يُسمى بالسكر المحول

. Inversion sugar

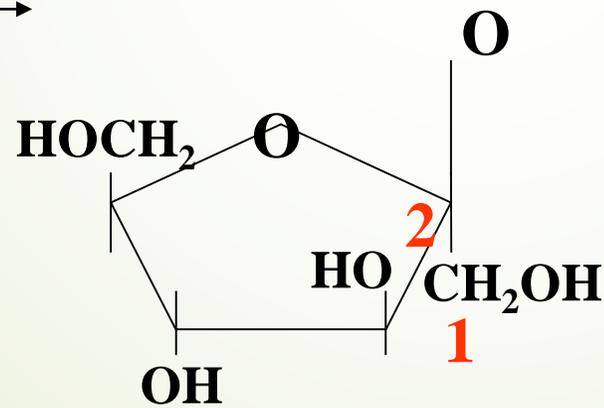
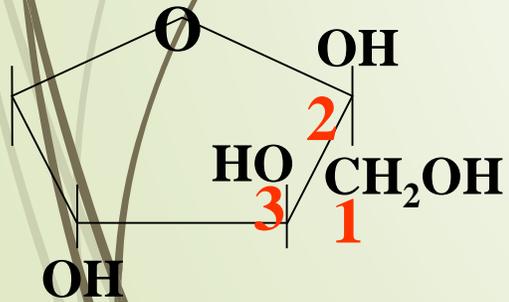
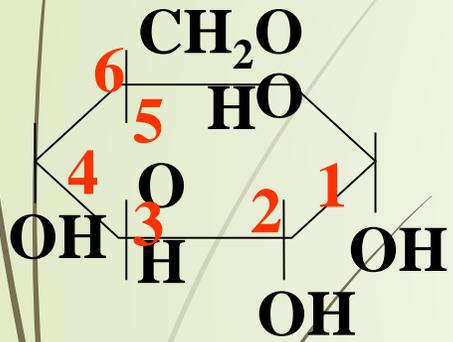
يتكون من **جلوكوز وفركتوز**.

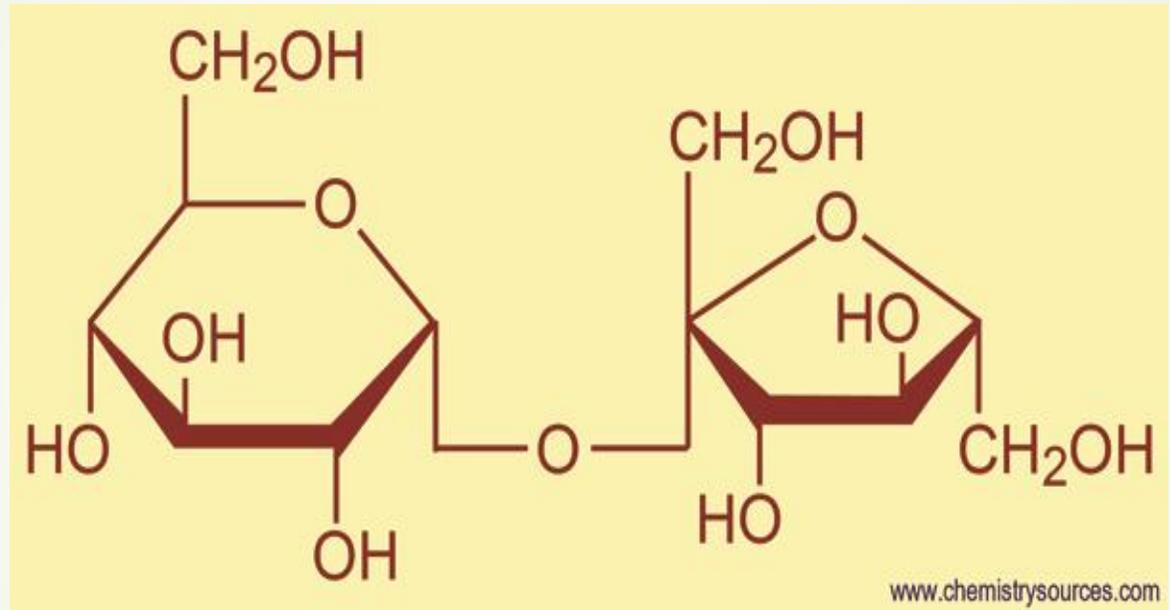
يوجد بكميات كبيرة في قصب السكر و البنجر.

Classification

تابع تقسيم الكربوهيدرات

يعتبر سكر مختزل (غير قابل للأكسدة) و ذلك لارتباط مجموعة الهيدروكسيل في ذرة كربون رقم (1) في الجلوكوز في تكوين الرابطة الجلايكوسيدية.





Classification

تابع تقسيم الكربوهيدرات

2. اللاكتوز: (سكر الحليب) يوجد في الحليب ويتحلل إلى **جلوكوز** و**جلاكتوز**.

يتكون من اتحاد سكر **جلوكوز** و**جلاكتوز**

مصدرة الوحيد الحليب.

أقل السكريات حلوة.

الربطة الجلايكوسيدية من النوع بيتا 1 ← 4

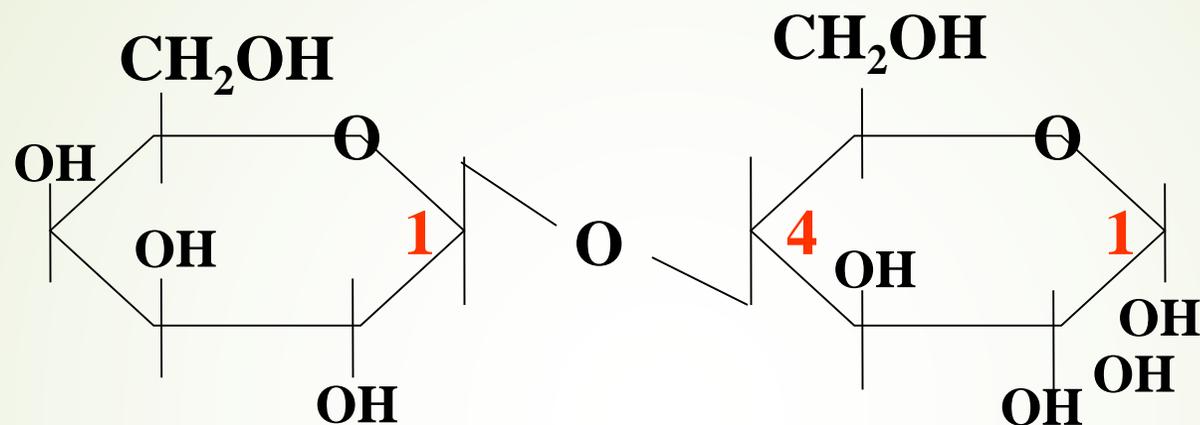
3- المالتوز: (سكر الشعير) يوجد في البيرة ولا يوجد في صورة حرة في الطبيعة ونتاج تحلله **جزيئين جلوكوز**.

يتكون من اتحاد سكر **جلوكوز** و**جلوكوز** و يتكون نتيجة لفعل انزيمات الدياستيز (الامليز) عند تحلل النشاء

الربطة الجلايكوسيدية من النوع الفا 1 ← 4

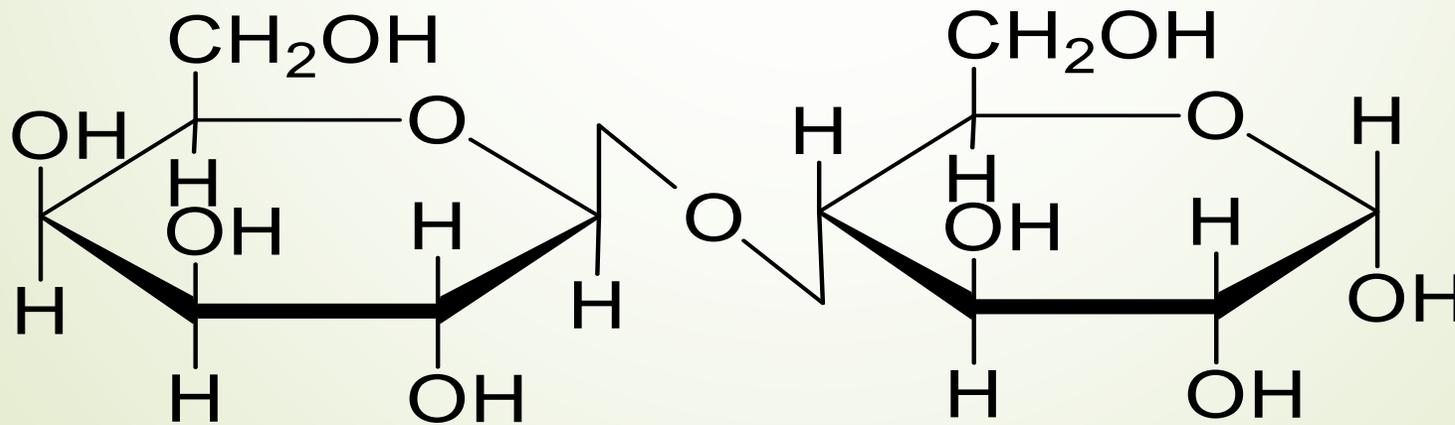
اللاكتوز (سكر الحليب الرابطة جلايكوسيدية من نوع بيتا 1-4)

27

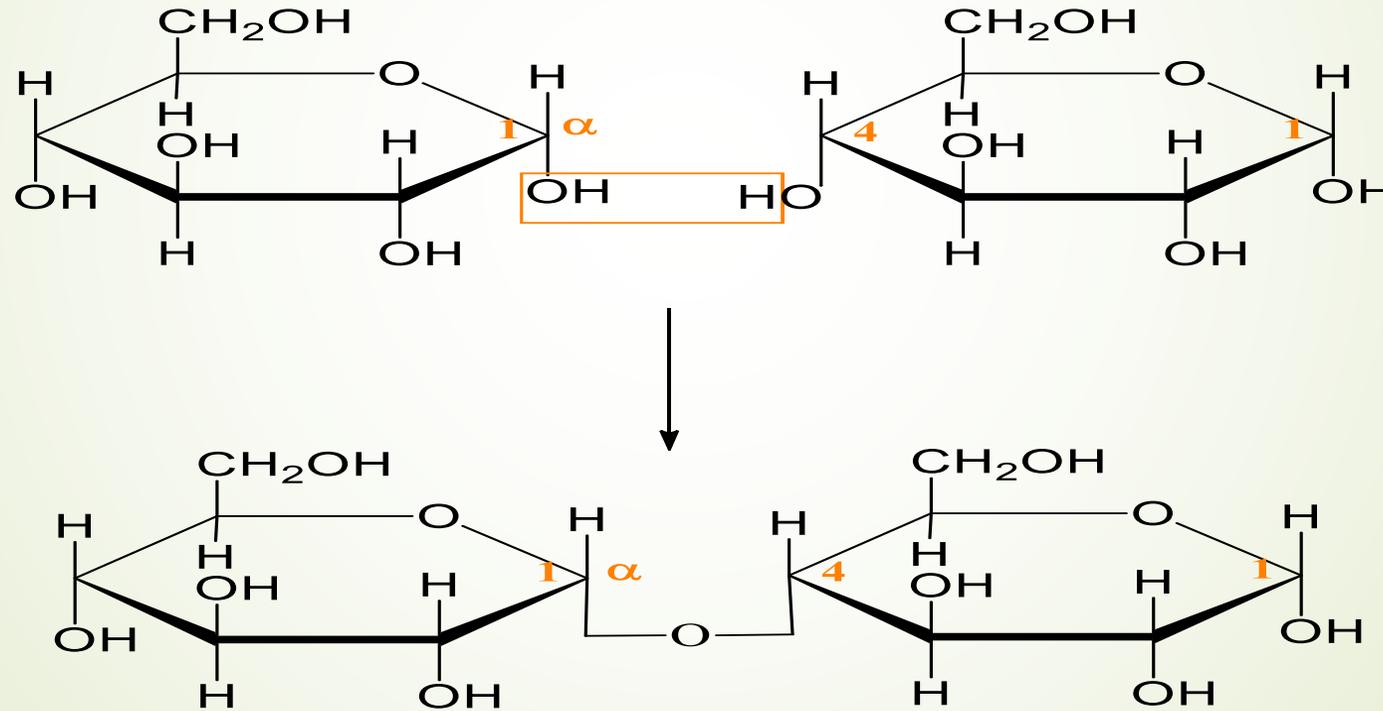


جالاكتوز

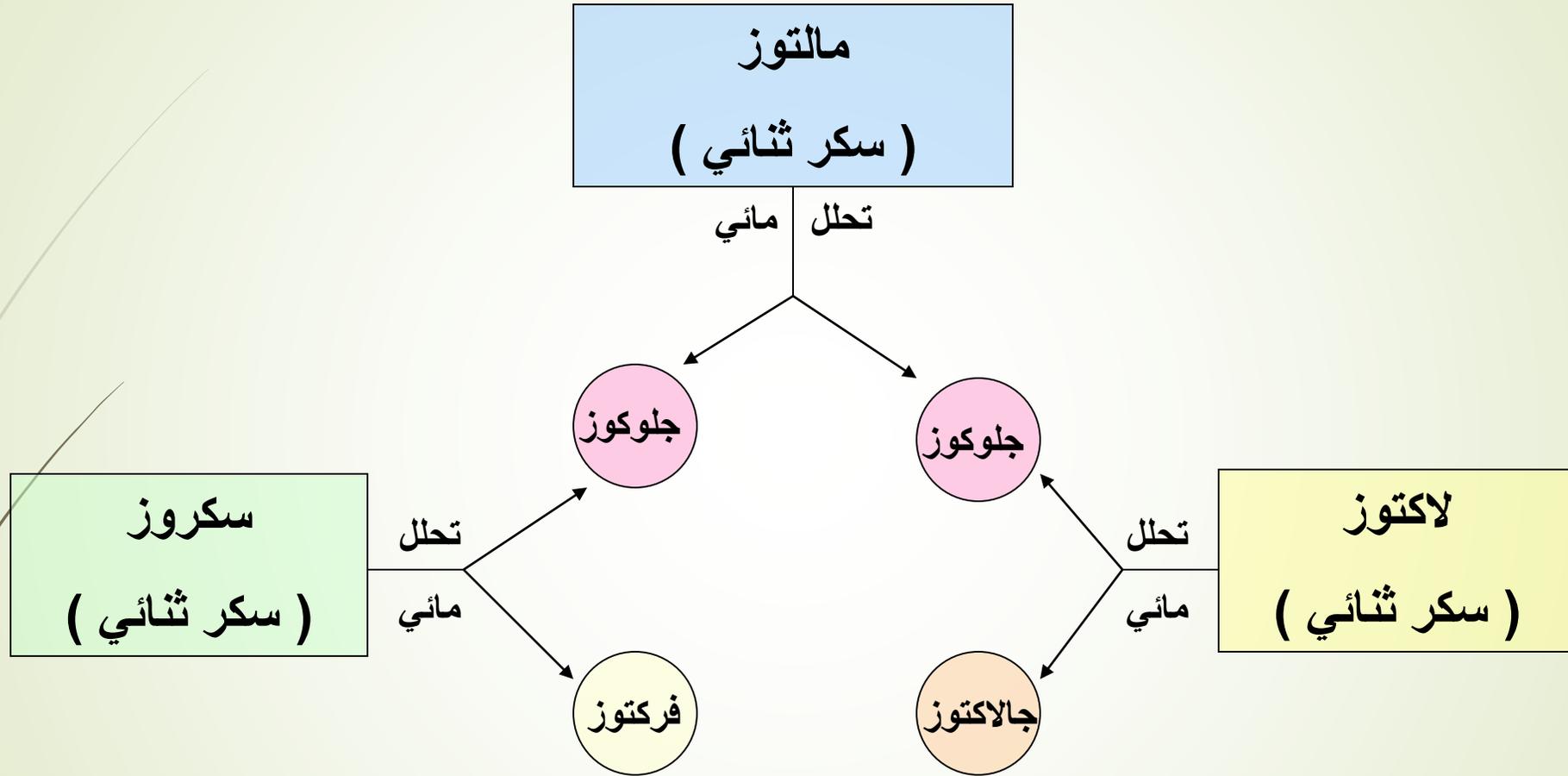
جلوكوز



سكر المالتوز عبارة عن وحدتين من السكر البسيط الجلوكوز مرتبطة برابطة جلايكوسيدية من نوع الفا 1-4



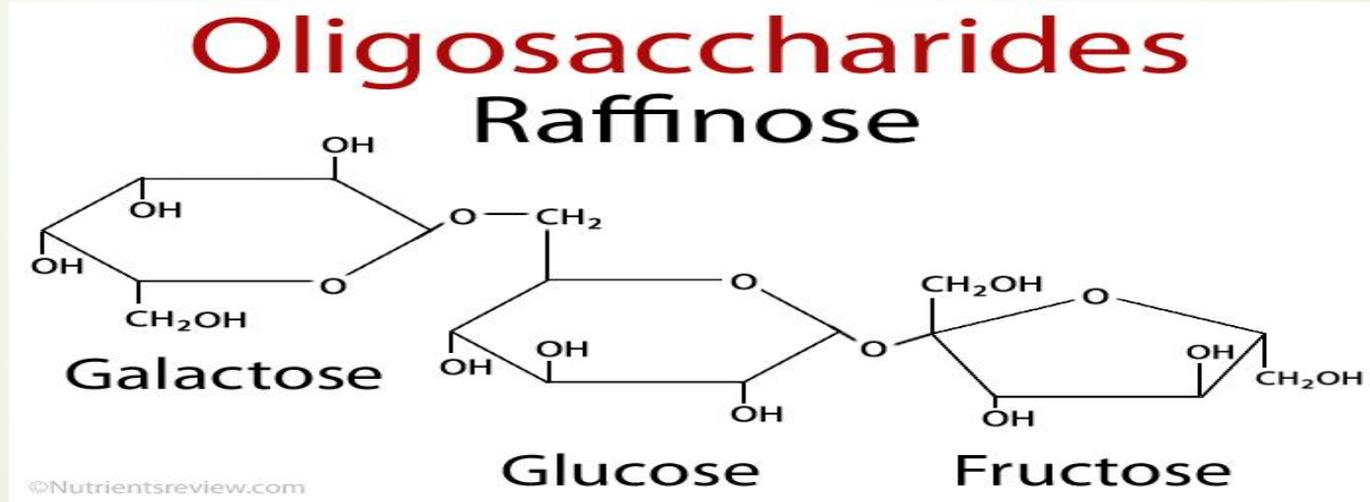
السكريات الثنائية



تقسيم الكربوهيدرات Classification

Trisaccharides (ب) - السكريات الثلاثية

ومن أمثلتها الـرافينوز وهو يتكون من: الجلوكوز + الجالكتوز + الفركتوز.
وينتج أثناء إنتاج السكر من البنجر كذلك يتواجد في معظم البقول.



تقسيم الكربوهيدرات Classification

Polysaccharides (ج) - السكريات العديدة المعقدة

في هذا النوع من السكريات تتكون وحدات عديدة من السكريات الأحادية مرتبطة ببعضها وتُعطى بتحللها مائياً جزيئات كبيرة من السكريات الأحادية وقد يدخل السكريات الثلاثية تحت هذا القسم في بعض الأحيان.

ومن السكريات العديدة الديكستريانات والنشا والجليكوجين وأنواع أخرى من الصموغ والبكتين والسليولوز والهيميسليولوز.

تقسيم الكربوهيدرات Classification

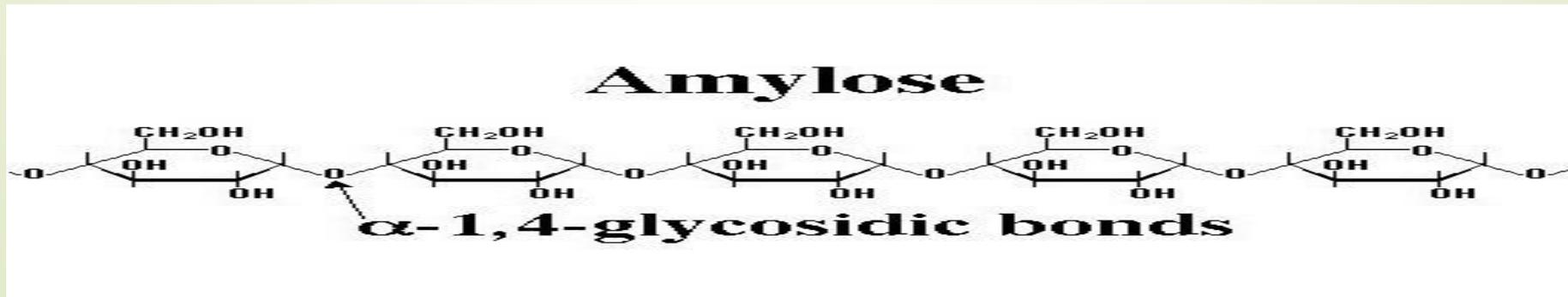
- سلسلة طويلة (متفرعة أو غير متفرعة) من السكريات الأحادية
- المخزون الرئيس للسكريات (الطاقة) في الحيوانات (جليكوجين Glycogen) و في النبات (نشأ Starch).
- السيليلوز يوجد في خلايا سيقان النباتات

النشا Starch

- يوجد في الجذور والبذور والسيقان و البطاطس و الأرز
- مخزون النبات الغذائي
- يتكون من أكثر من 200 وحدة جلوكوز
- نوعين:

1. اميلوز:

- سلسلة غير متفرعة (250 – 2000 وحدة) من الجلوكوز مرتبطة برابطة جلايكوسيدية من نوع الفا 1-4.
- عبارة عن تكرار للمالتوز
- في الذرة والقمح والبطاطس يمثل حوالي 10 الى 30 % من التركيب.



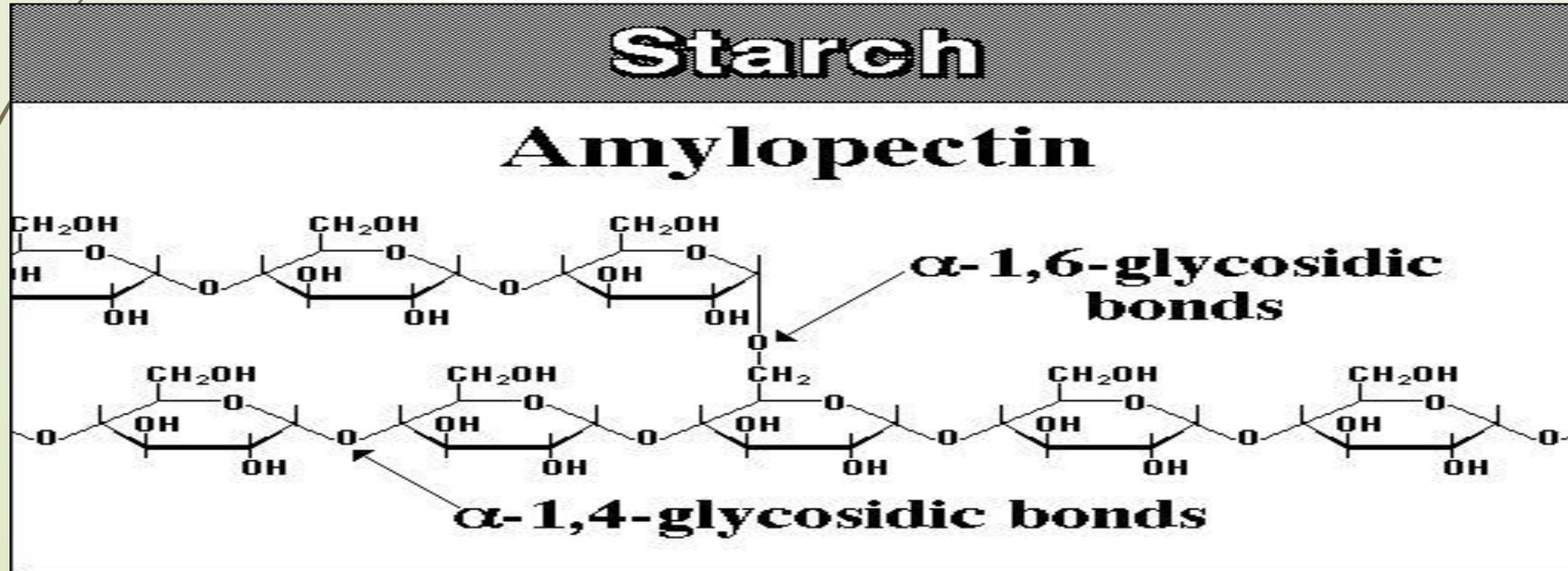
النشا Starch

2. الأميلوبكتن

► يكون 70 الى 100 % من حبيبة النشا

► يتكون من وحدات جلوكوز مرتبطة مع بعضها برابطة جلايكوسيدية من نوع الفا 1-4 وعن التفرع الفا 1-6

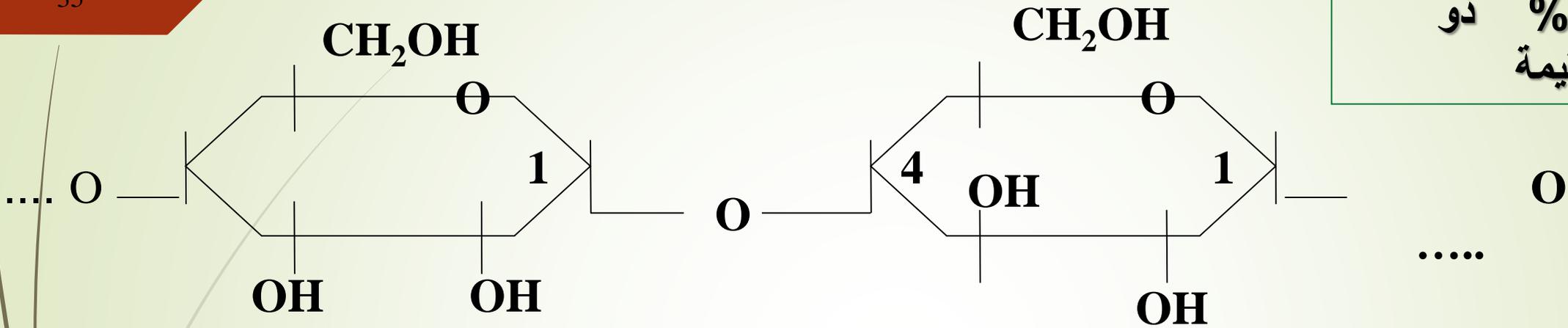
► يحتوي كل فرع حوالي 15-20 وحدة جلوكوز



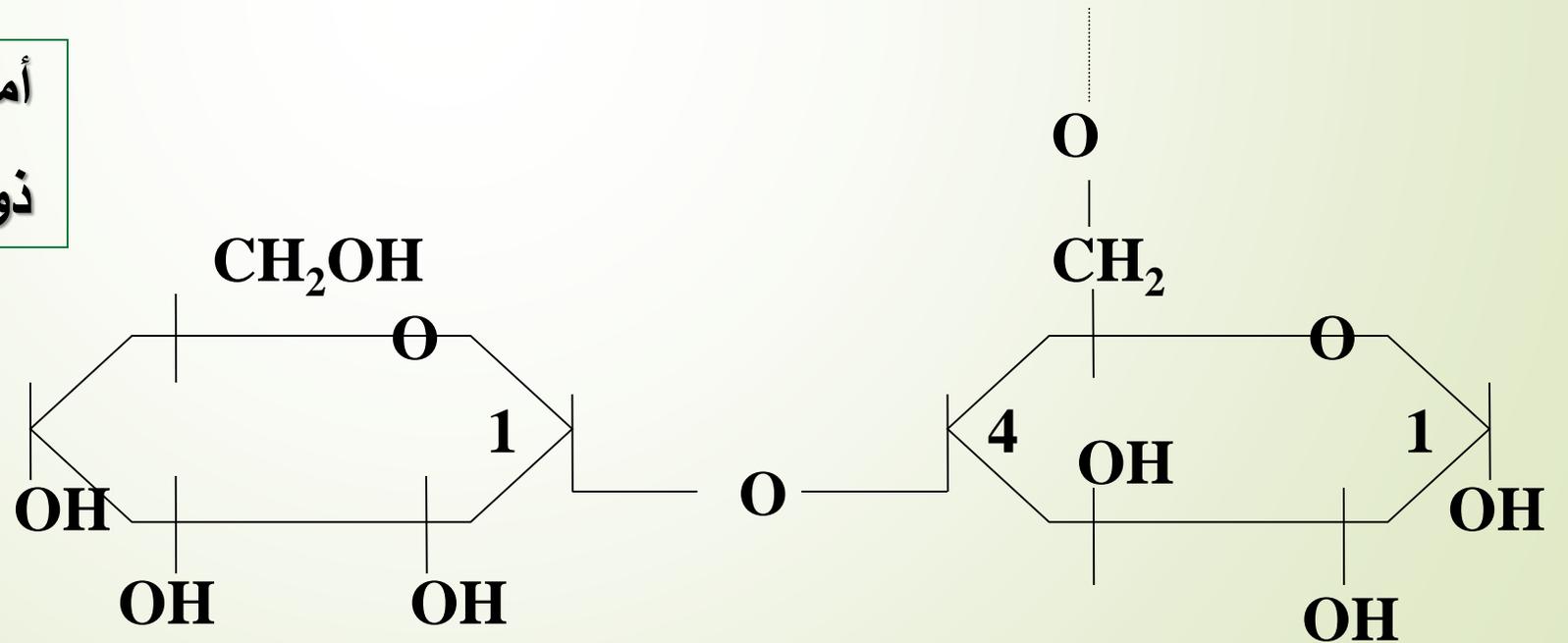
النشا $(C_6H_{10}O_5)_n$

35

أميلوز 20% ذو
سلسلة مستقيمة



أميلوبكتين 80% ذو
سلسلة متفرعة



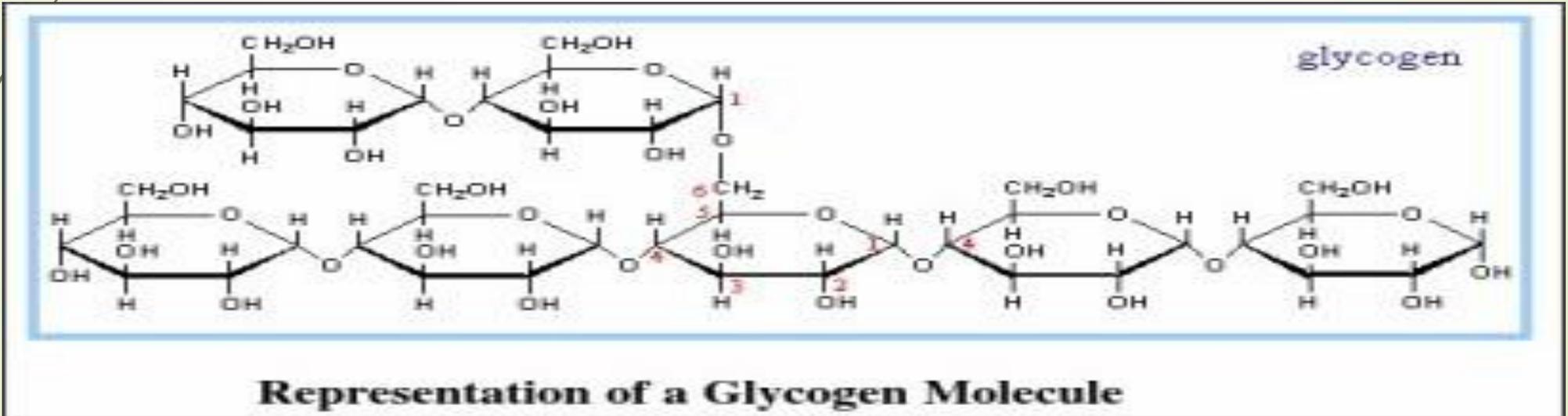
Starch النشا

بعض خصائص النشا

- عديم الطعم
- صعب الذوبان في الماء خاصة الماء البارد
- مصدر للطاقة

الجليكوجين

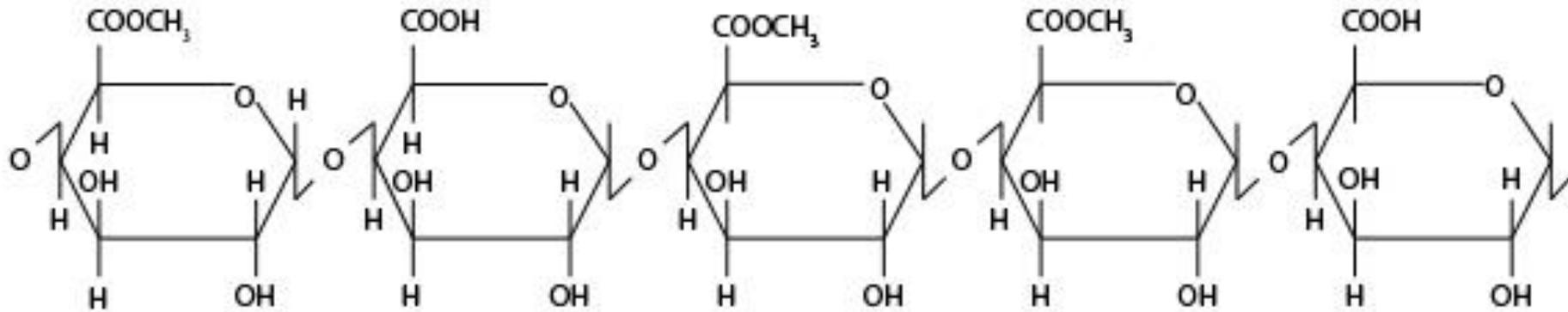
- شبيه للأميلوبكتن ولكن درجة التفرع ووزنه الجزيئي أعلى
- مخزون الحيوانات من الكربوهيدرات
- يخزن في الكبد للمحافظة على سكر الدم بالمستويات الطبيعية.
- مخزون في العضلات لانقباض وانبساط العضلات.



Pectin

البكتين

- يتكون من سلاسل طويلة لمشتقات السكريات الأحادية (أحماض سكرية كحمض الجلاكتورونيك).
- متواجد في قشور التفاح والحمضيات.
- تشبع معظم مجموعاته الكربوكسيلية بالكحول الميثيلي.

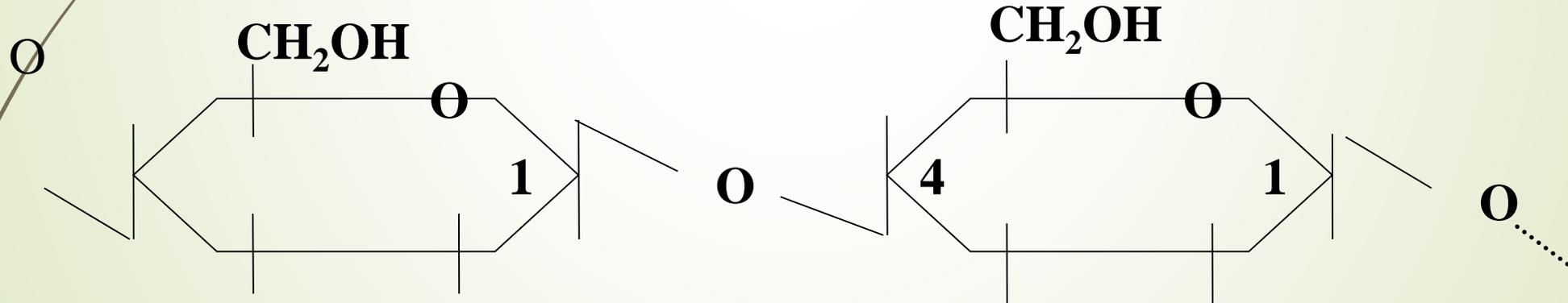


اهم خصائص البكتين

- ذو قوام صمغي و عليه يستخدم لتثبيت قوام الأغذية وزيادة لزوجتها.
- يذوب في الماء (خاصة الحار) ولا يذوب في الكحول الايثيلي (تستخدم هذه الخاصية لفصل البكتين من قشور التفاح والحمضيات).
- يكون محاليل غروية في الماء وبوجود مقدار مناسب من الحمض والسكر يكون الهلام البكتيني (الجلي).
- يؤثر وجوده على قوام الأغذية ويزيد سماكتها (الطماطم، التفاح، البرتقال).

السيليلوز

- يتكون من سلاسل طويلة غير متفرعة من الجلوكوز ترتبط مع بعضها بروابط جلايكوسيدية من نوع بيتا 1-4
- يوجد في النباتات
- يشبه في تركيبه العام الاميلوز
- لا يمكن هضمة بواسطة الإنسان



بعض خصائص السكريات

تتميز السكريات الأحادية والثنائية بحلاوة الطعم ، كما تذوب في الماء بسهولة، وقابليتها للهضم والامتصاص عالية.

السكريات العديدة عديمة الطعم ، ولا تذوب في الماء بسهولة ولكن تحت ظروف معينة يحدث لها تشرب للماء وتنتفخ وتكون غروي، وقابليتها للهضم والامتصاص صعبة إلا بعد تحللها إلى السكريات البسيطة المكونة لها بفعل الإنزيمات المتواجدة في اللعاب والجهاز الهضمي.

المصادر الغذائية للكربوهيدرات

➤ **الحبوب:** يعتبر النشا الكربوهيدرات السائدة في الحبوب

➤ **الأرز - القمح - الذرة**

➤ **الفواكه:** معظم الكربوهيدرات في الفواكه من السكريات الأحادية مثل الجلوكوز و الفركتوز و السكريات الثنائية مثل السكروز.

➤ **الخضار:** معظم الكربوهيدرات في الخضار من عديد السكريات (النشا و السليلوز)

➤ **قصب السكر و البنجر**

➤ **العسل**

➤ **التمور**

➤ **الخبز**

➤ **الحليب و منتجاته**

محتوى بعض الأغذية من الكربوهيدرات (جم/100 جم)

مجموع الكربوهيدرات	نشأ	السكر	الغذاء
76	صفر	76	العسل
21	20	1	بطاطس
80	78	2	دقيق ابيض
5.4	صفر	5.4	جزر
4.7	صفر	4.7	حليب
11	7	4	كمثرى
12	صفر	12	آيس كريم