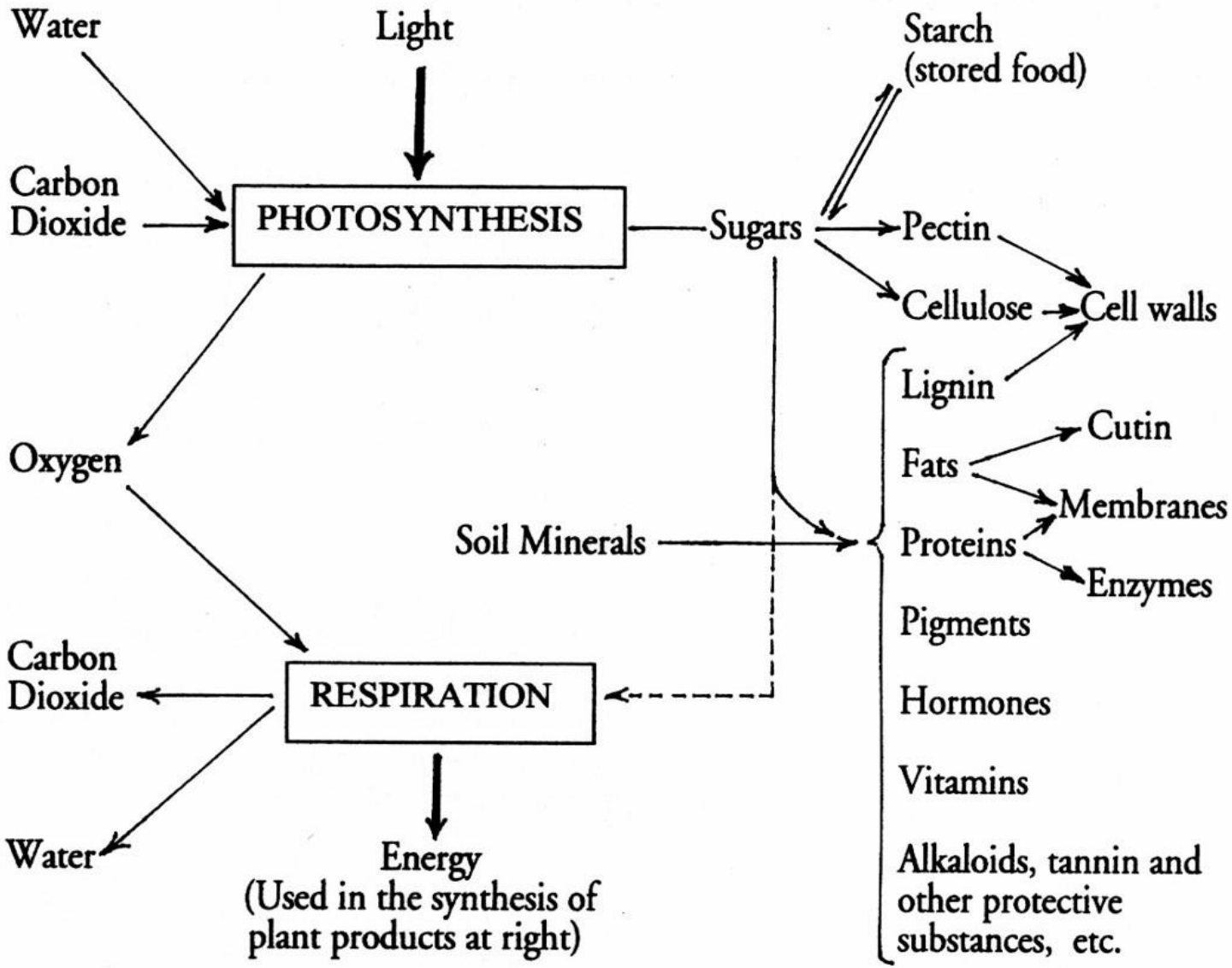
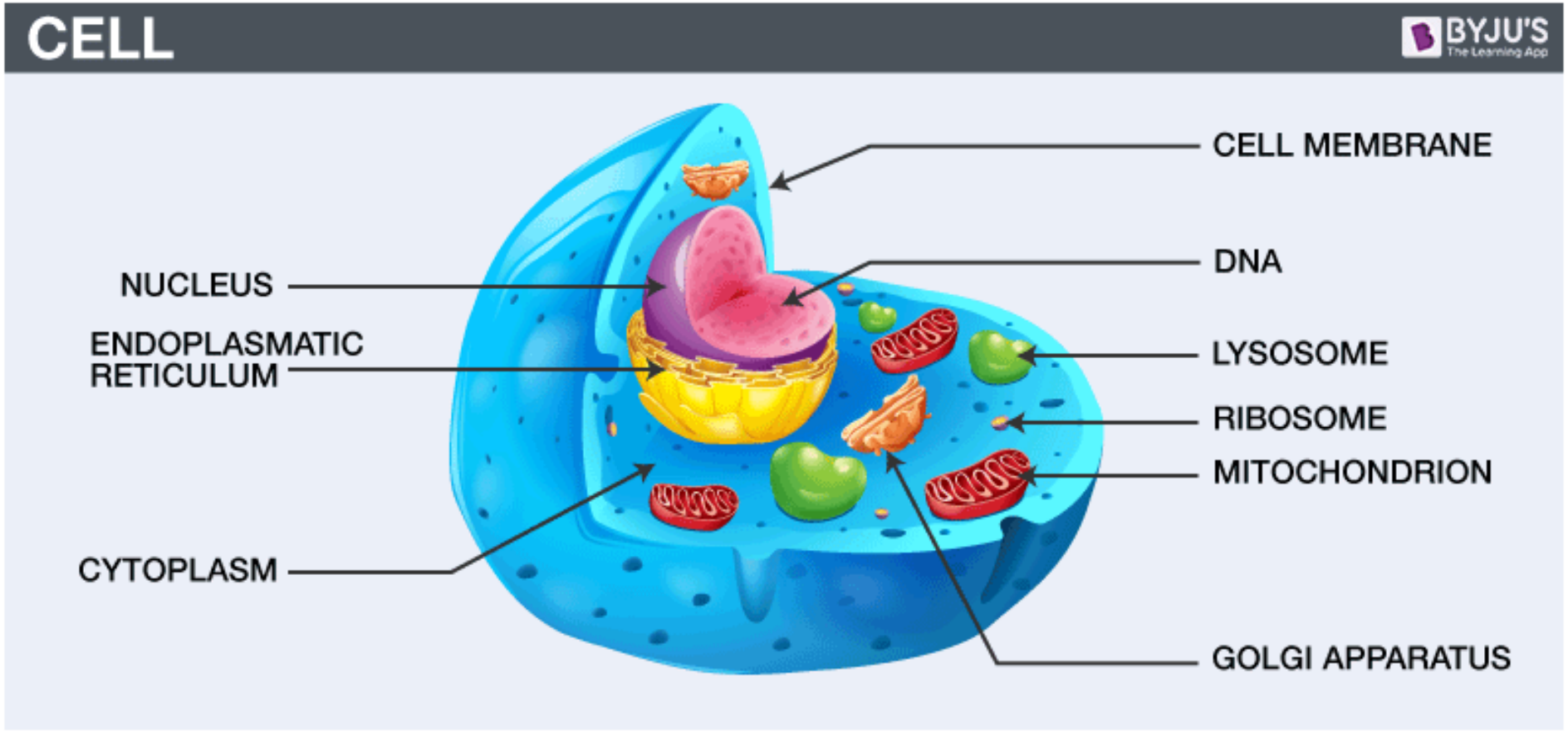


An outline of plant metabolism

الخواص المميزة للكائنات الحية

- تعتبر الخلية هي الوحدة التنظيمية الاساسية لجميع الكائنات الحية .
- تحتوي الخلية الحية على تراكيب داخلية ذات وظائف متخصصة مختلفة.
- الكائنات الحية قادرة على استخلاص الطاقة من محيطها لادامة تراكيبها المعقدة .
- لها القابلية على التضاعف الذاتي وهذا هو المعيار الاساسي للحياة .

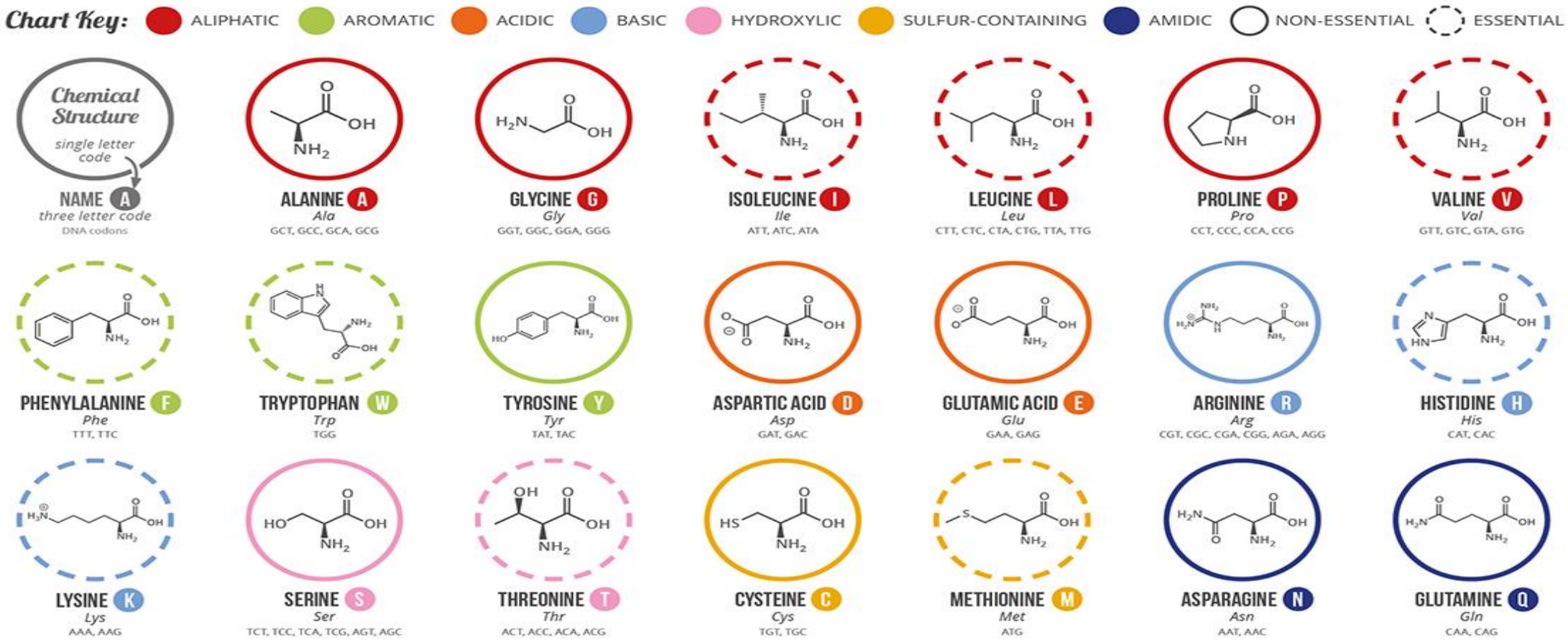


الجزيئات الحياتية الاساسية في بناء الكائن الحي

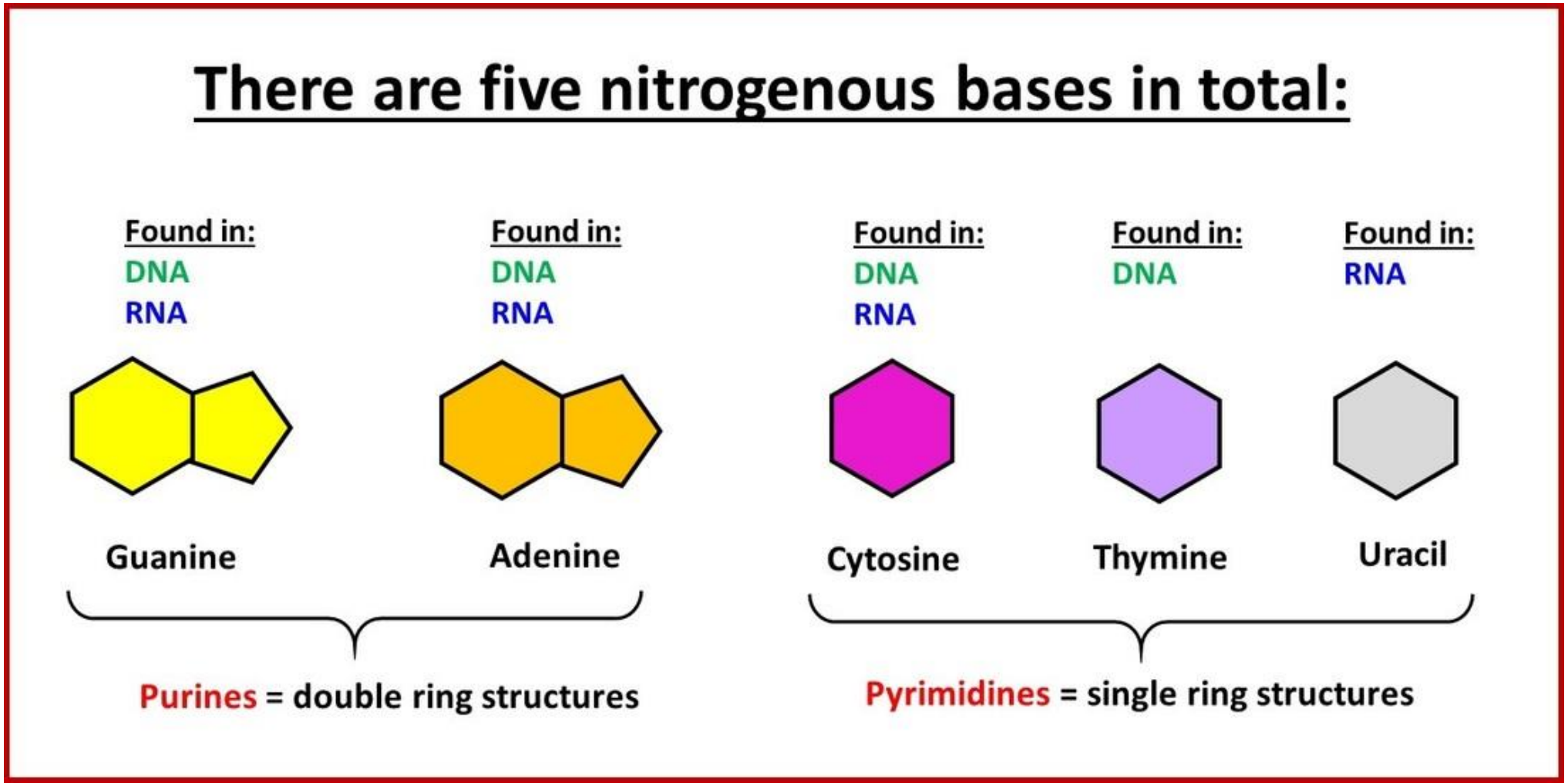
1- عشرون حامض اميني من نوع L (L-AminoAcids) حيث تعد هذة الحوامض الامينية مولدة للبروتينات .

L- Amin group to the left

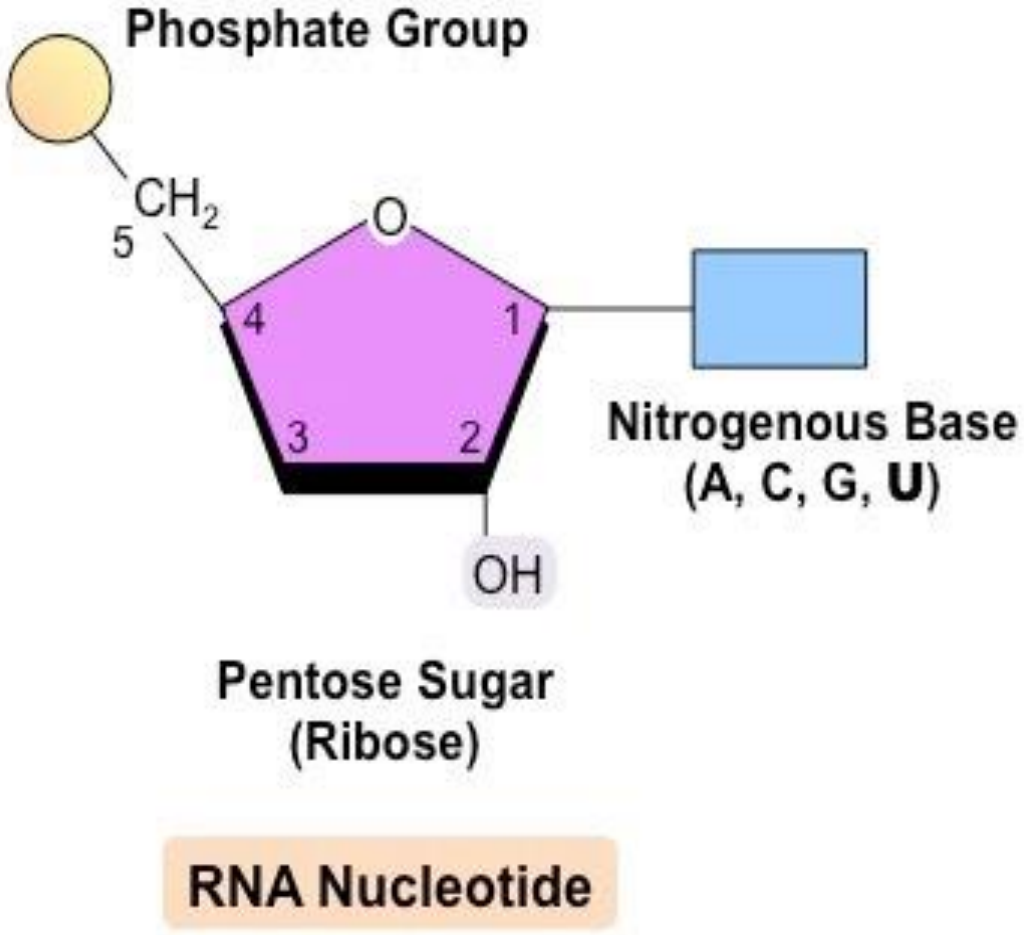
D-Amin group to the right

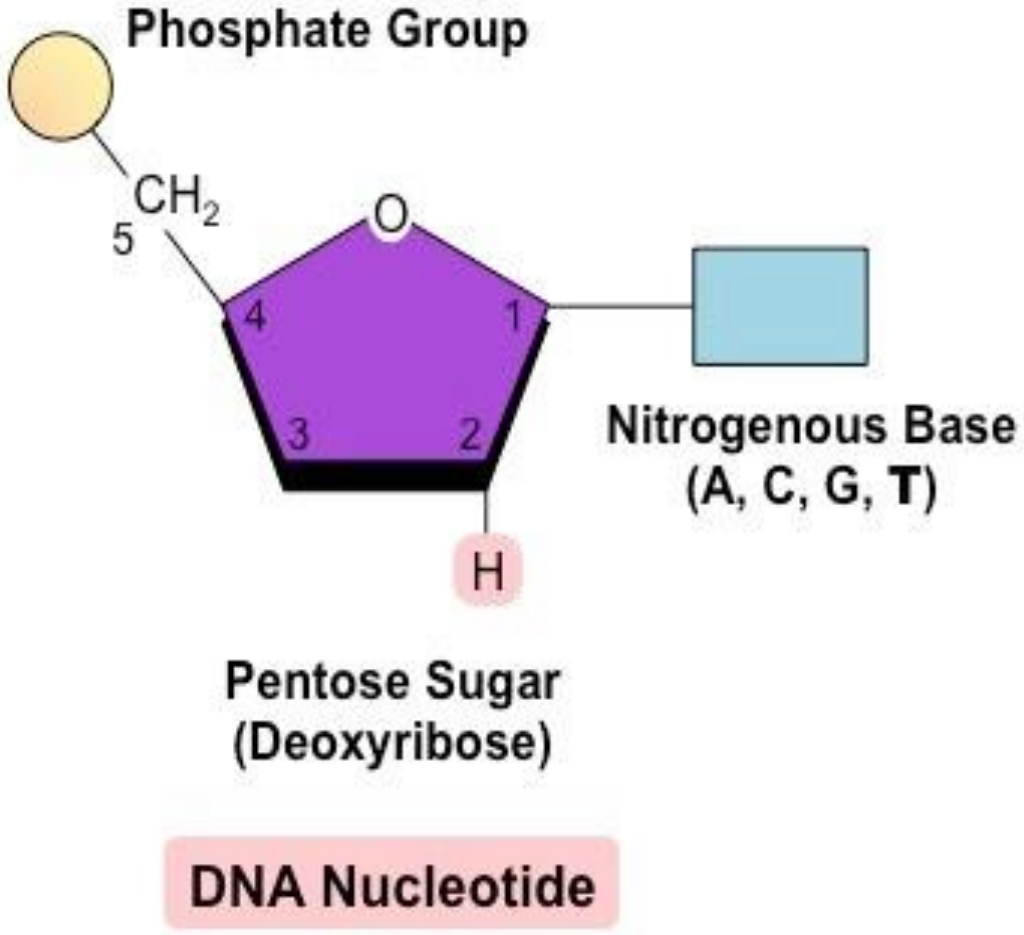


-2- خمس قواعد نتروجينية مصنفة الى نوعين :**النوع الاول** هو **البيورينات** purine وتشمل قاعدتين هما **الادنين** adenine **والكوانين** Guanine **والنوع الثاني** هي قواعد **البيرميدين** pyrimidine وتشمل **ثلاثة** قواعد هي **السايتوسين** cytosine **واليوراسيل** Uracil **والثايمين** thymine .



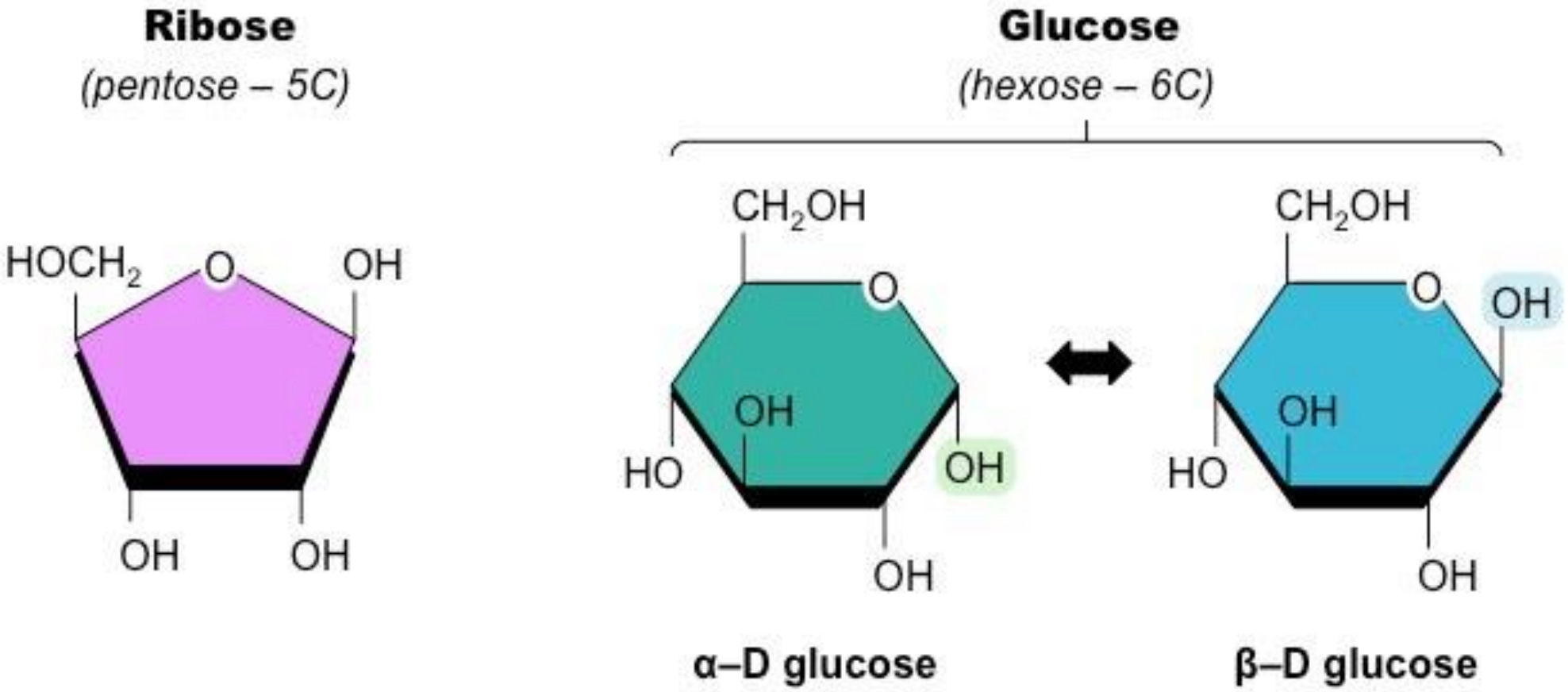
وترتبط هذة القواعد الخمسة بسكر الرايبوز Ribose والفوسفات او بسكر ديوكسي رايبوز Deoxyribose مع الفوسفات لبناء النيوكليوتيدات Nucleotides التي تعتبر الوحدات البنائية المتكررة للاحماض النووية RNA , DNA على التوالي.





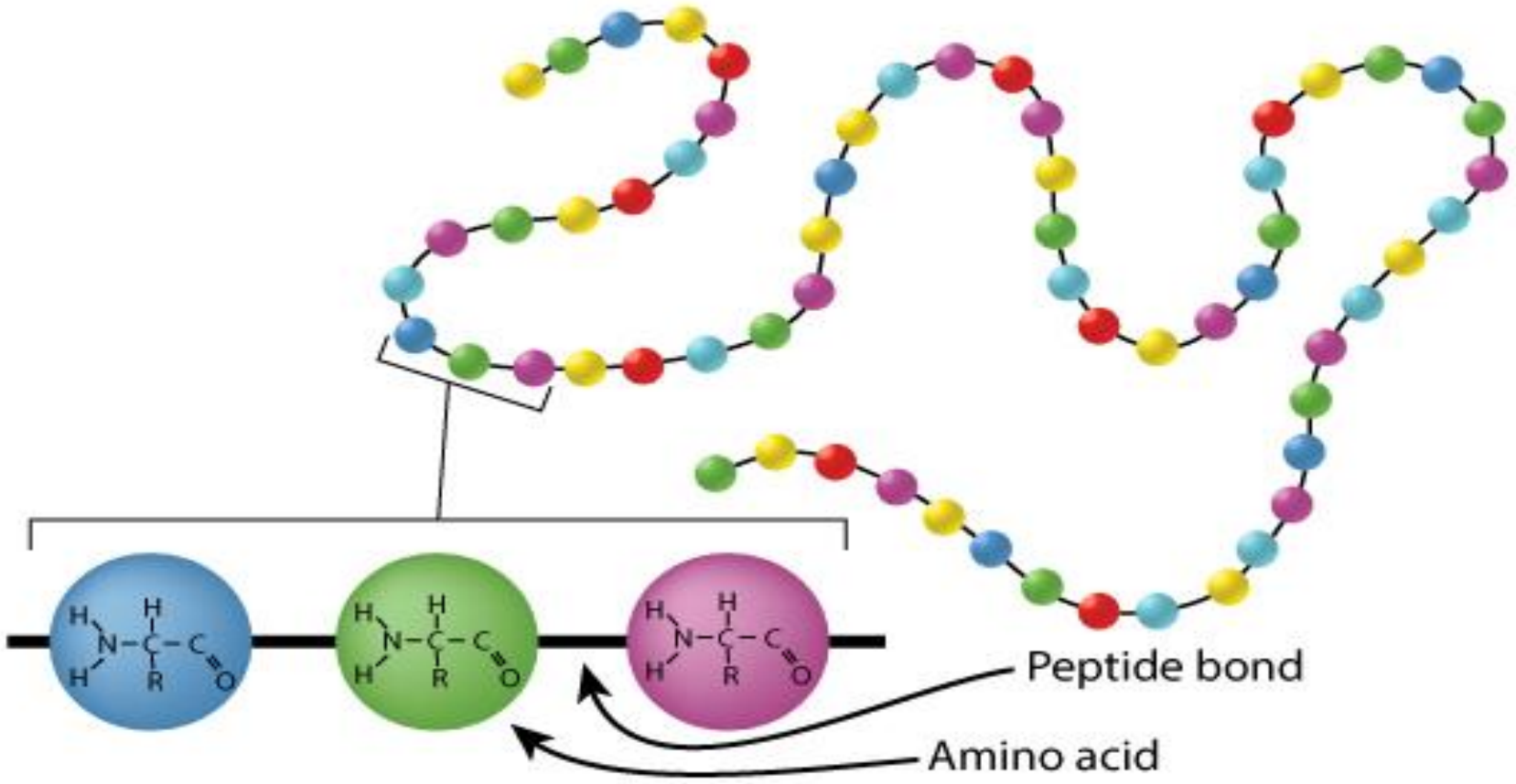
سكر الكلوكوز من نوع D (D-Glucose) وهو الناتج الرئيسي لعملية التركيب الضوئي في النباتات وهو المركب الوسطي المركزي للايض Metabolism وسكر الرايبوز من نوع D (D-Ribose) والذي يعتبر مادة مولدة للسكر الفوسفاتي في النيوكليوتيدات.

D-glucose(سكر العنب,سكر الذره, العسل , الفواكه ويسمى Dextrose

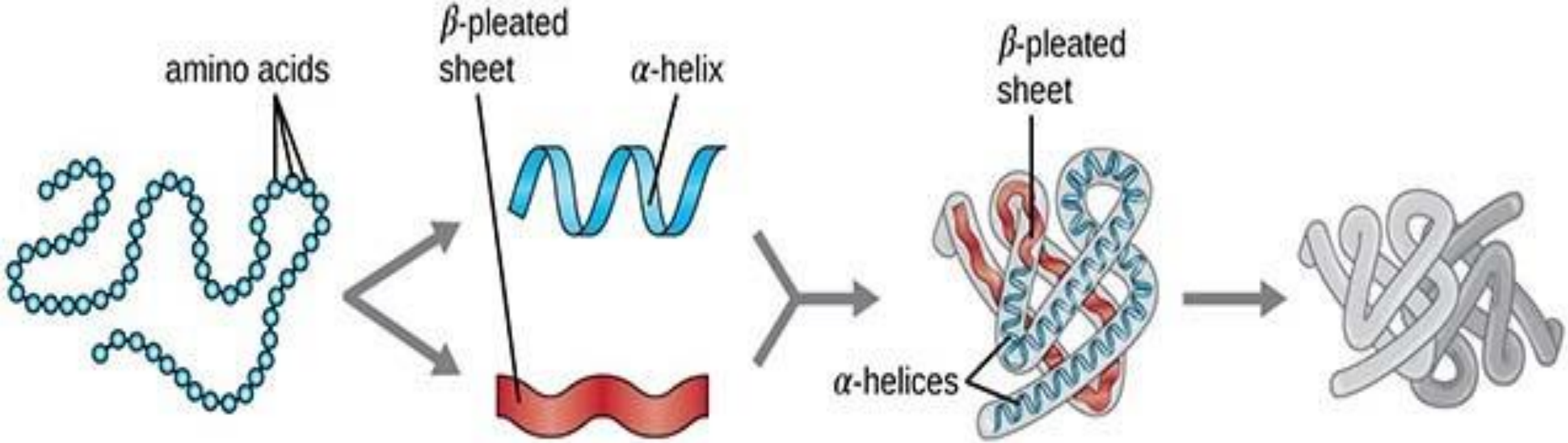


الجزيئات الكبيرة Macro Molecules :

- البروتينات Proteins : وهي عبارة عن بوليمرات مؤلفة من حوامض امينية مرتبطة مع بعضها بأواصر ببتيدية Peptide bonds وان كل بروتين له نهايتان الاولى نتروجينية والاخرى كربوكسيلية. Polymer سلسلة طويلة ومتكررة من الجزيئات. peptide bond (تفاعل كربوكسيل لحمض امينى مع امين كروب لحمض امينى ثانى تكون جزيئة ماء ورابطة ببتيدية).



Structure of Proteins



Primary Protein Structure
Sequence of a chain of amino acids

Secondary Protein Structure
Local folding of the polypeptide chain into helices or sheets

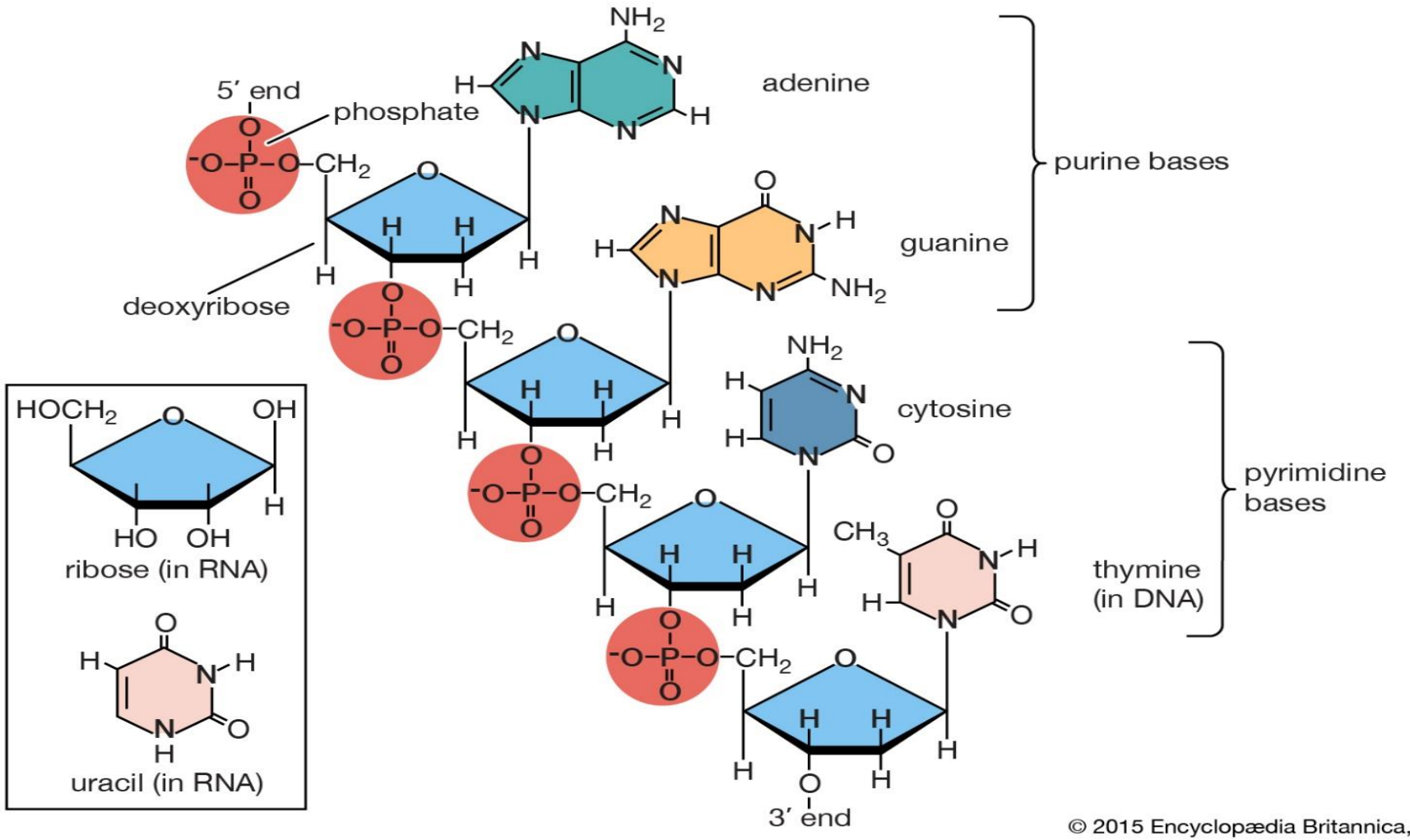
Tertiary Protein Structure
three-dimensional folding pattern of a protein due to side chain interactions

Quaternary Protein Structure
protein consisting of more than one amino acid chain

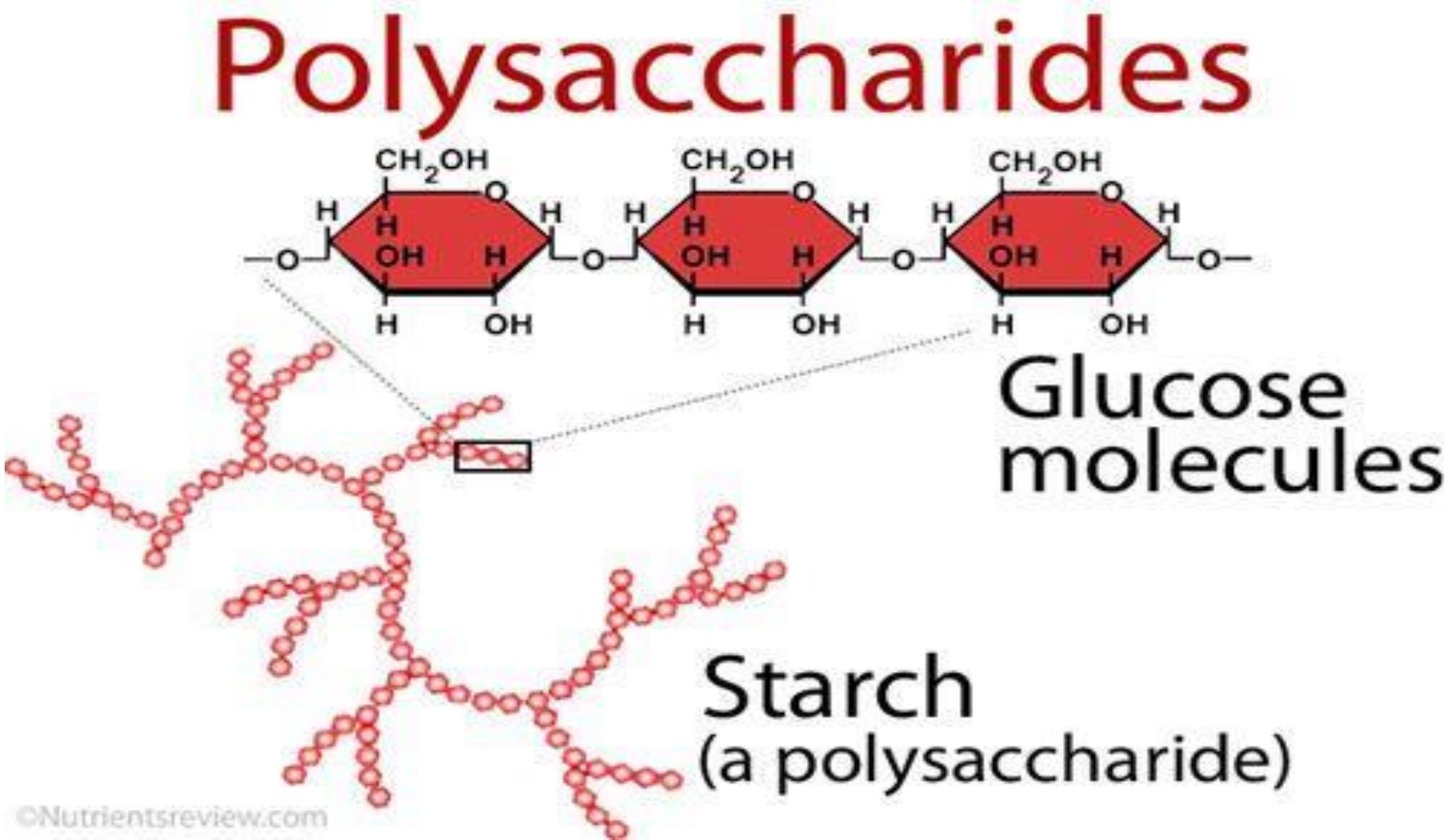
الحوامض النووية Nucleic Acids :

وهي عبارة عن بوليمرات ناتجة من اتحاد نيوكليوتيدات مع بعضها بواسطة اواصر الفوسفو داي استر phosphodiester وتلعب الحوامض النووية دورا مهما في نقل المعلومات الوراثية , النمو , التطور والتكاثر.

Phosphodiester OH with OH



السكريات المتعددة polysaccharides : وهي بوليمرات مكونة من سكريات احادية مرتبطة مع بعضها بأواصر كلايكوسيدية وتعتبر السكريات المتعددة مصدرا للطاقة حيث تخزن السكريات المتعددة في النباتات على شكل نشا وفي الحيوانات على شكل كلايكوجين وكذلك على شكل سليلوز في التركيب البنائي للنباتات .



الكربوهيدرات Carbohydrates :

- تعتبر الكاربوهيدرات من أكثر المركبات العضوية الموجودة في النباتات والحيوانات انتشاراً فمنها الكلوكوز ، سكر القصب ، السليلوز، الصمغ ، النشا ، الكلايكوجين.

- تبنى المركبات الكاربوهيدراتية حياتياً من ثنائي اوكسيد الكاربون CO_2 والماء H_2O بواسطة عملية التركيب الضوئي photosynthesis في النباتات الخضراء بالاعتماد على الطاقة الشمسية والصبغة الخضراء.

- ان الطاقة الشمسية المخزونه في الكربوهيدرات تطلق مرة اخرى عند تعرض الكربوهيدرات في اجسام الحيوانات والنباتات الى العمليات الكيميائية الحياتية التي تحرر CO_2 مثل التنفس Respiration . ولذلك فكلا العمليتين (التركيب الضوئي والتنفس) يكمل احداهما الاخر حيث ان الاول ينتج جزيئات من الطاقة (كاربوهيدرات) في حين ان الثاني يحرر تلك الطاقة الكيميائية المحزونة.

اهمية الكاربوهيدرات :

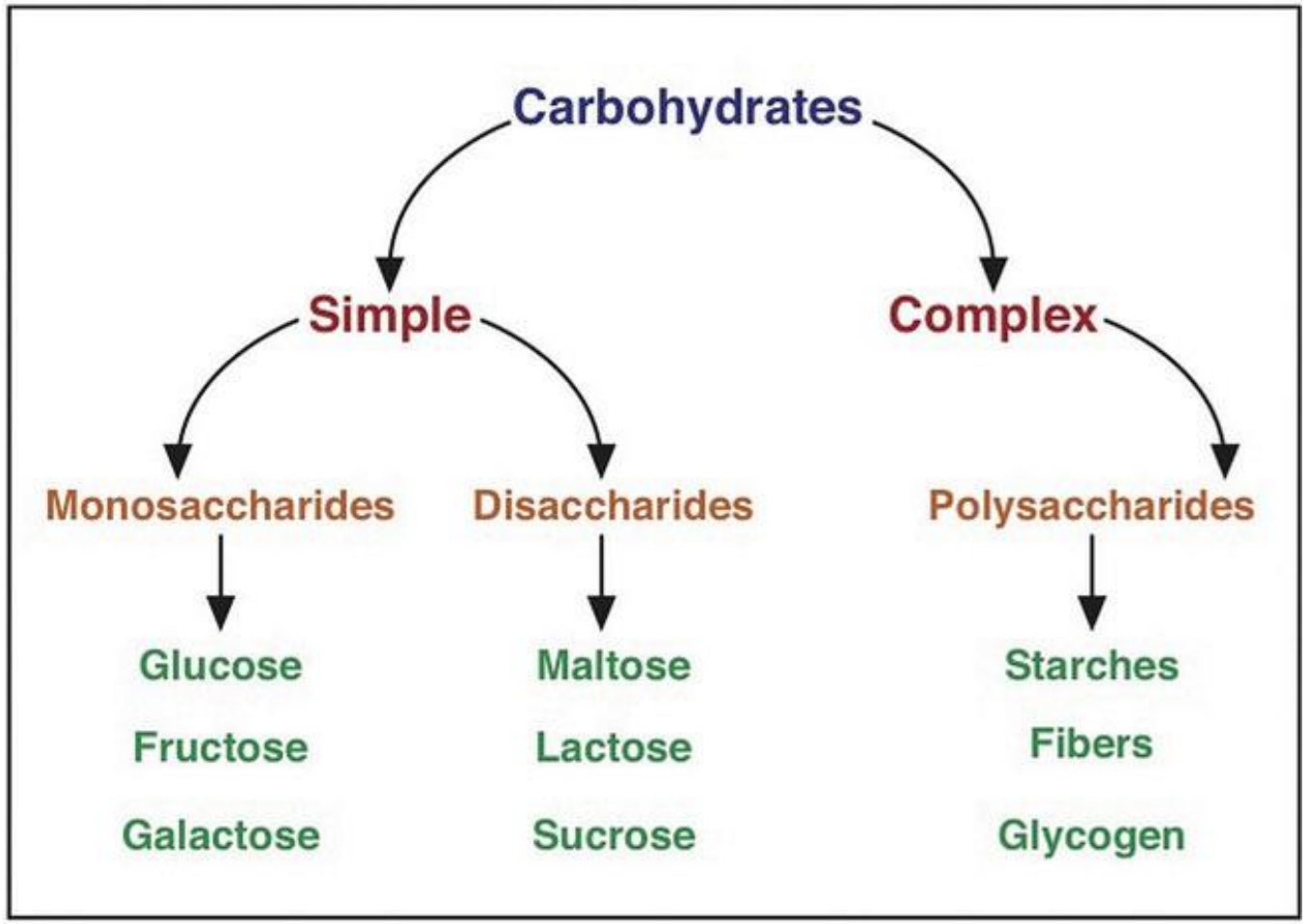
- مصدر كبير للطاقة حيث ينتج عن تحللها واكسدتها طاقة تستخدم في التفاعلات البيوكيميائية لجميع الكائنات الحية .

- تخزن الطاقة الكيميائية المشتقة من الكاربوهيدرات على شكل مركبات غنية بالطاقة مثل ادنوسين ثلاثي الفوسفات ATP.
- تدخل الكاربوهيدرات في التركيب البنائي لجدار الخلية.

- تعتبر وحدات بنائية تدخل في تركيب المركبات الخلوية مثل السليلوز .

تصنيف الكاربوهيدرات Classification of Carbohydrates :

- هناك ثلاثة اصناف رئيسية للكاربوهيدرات بناءا على الوحدات البنائية التي يحتويها السكر:
- السكريات الاحادية Monosaccharides
- السكريات الثنائية Disaccharides
- السكريات العديدة Polysaccharides

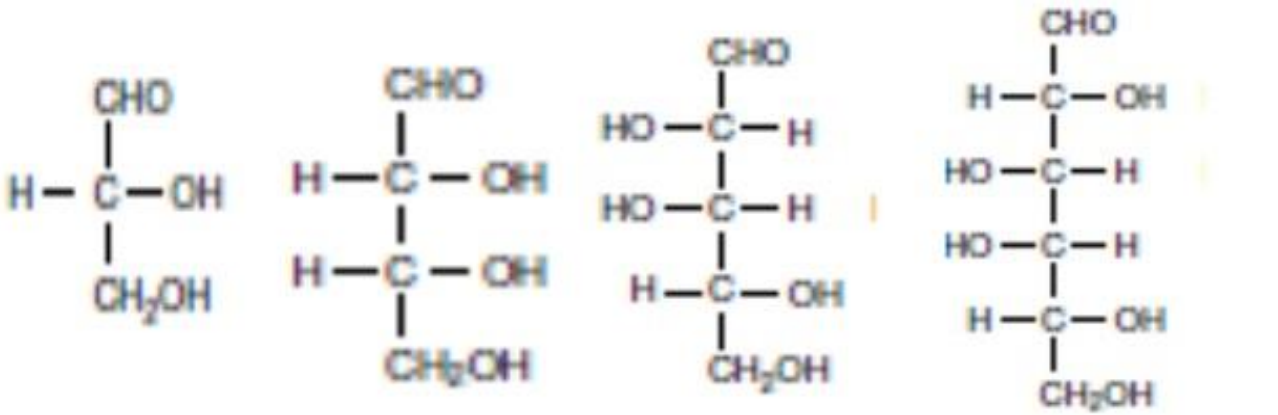


السكريات الاحادية Monosaccharides:

وهي السكريات التي لا يمكن ان تتحلل الى وحدات اصغر منها بواسطة التحلل المائي وتسمى السكريات البسيطة احيانا . وتقسم السكريات الاحادية حسب عدد ذرات الكربون الموجودة فيها الى:

D. Classification Of Carbohydrates

1. Monosaccharide (simple sugar)- cannot be hydrolyzed into simpler carbohydrates, they include

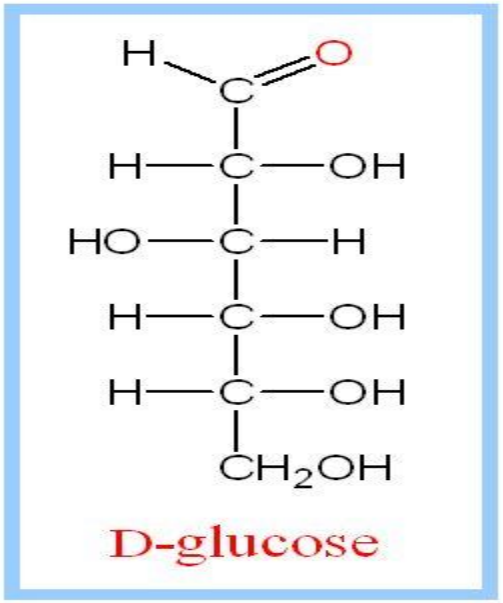


Trioses **Tetroses** **Pentoses** **Hexoses** Or **Heptoses**

- تحتوي السكريات الاحادية على مجموعة كربونيل تقع على ذرة كربون مرتبطة بها رابطة مزدوجة بينما بقية ذرات الكربون المرتبطة بروابط احادية تحمل مجموعة هيدروكسيل.
- يسمى السكر الاحادي عديد الهيدروكسيل الدهيدي اذا وجدت ذرة الكربونيل في نهاية سلسلة ذرات الكربون . اما اذا وجدت على احدى ذرات الكربون الاخرى فتسمى عديد الهيدروكسيل الكيتوني (كما موضح في الشكل)

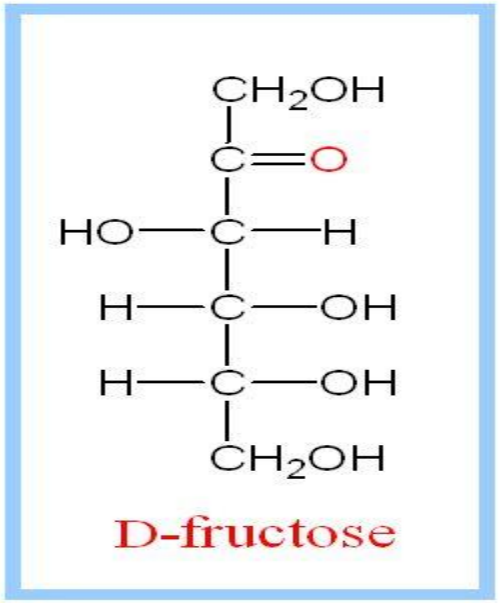
Monosaccharides

Aldoses (e.g., glucose) have an aldehyde group at one end.



D-glucose

Ketoses (e.g., fructose) have a keto group, usually at C2.



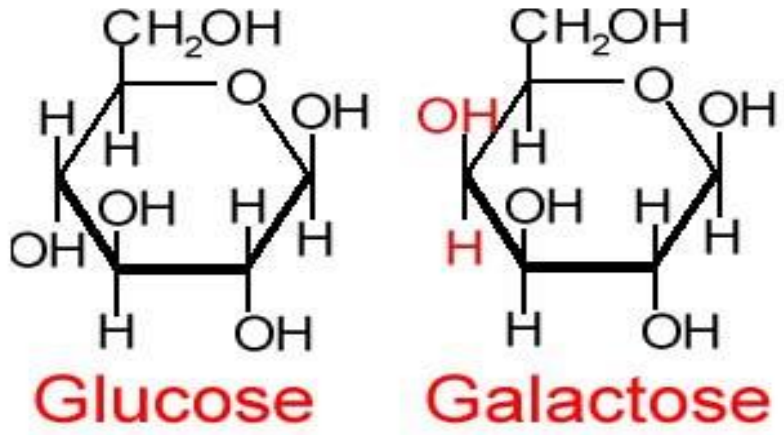
D-fructose

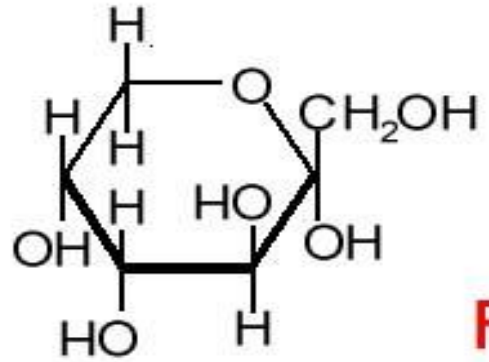
Classification of Monosaccharides

No. of Carbon	Type of sugar	Aldoses	Ketoses
3	TRIOSES	Glyceraldehydes	Dihydroxyacetone
4	TETROSES	Erythrose	Erythrulose
5	PENTOSES	Ribose, Xylose	Ribulose, xylulose
6	HEXOSES	Glucose, Galactose	Fructose

- **التشابة في السكريات الاحادية :**

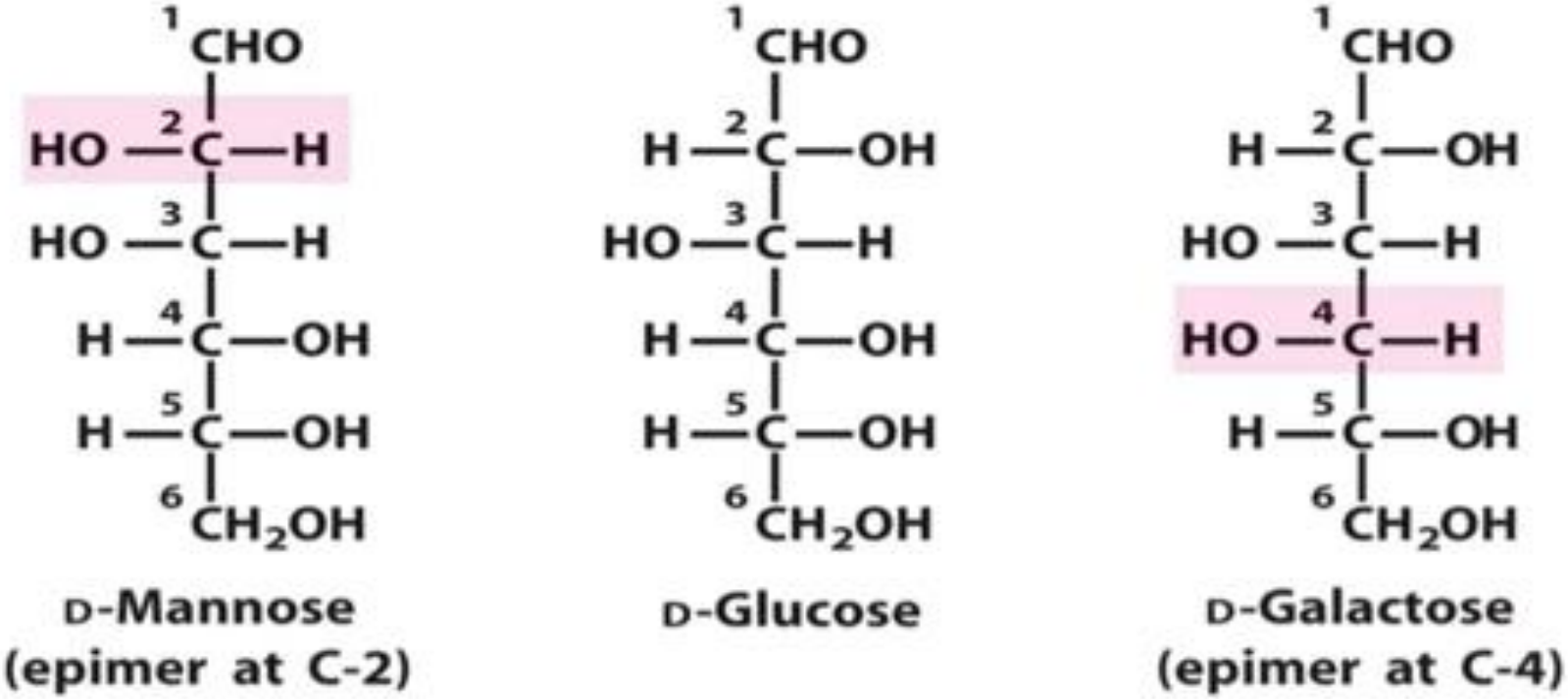
- التشابة هو ان هناك عدد من المركبات لها نفس الصيغة الجزيئية أي نفس عدد ذرات لكنها تختلف عن بعضها في الصيغة البنائية أي في توزيع الذرات و المجاميع داخل الجزيئ . حيث تسمى بالمتشابهات او الايزومرات والصيغة البنائية في المركبات العضوية لها اهميتها اذ لايمكن معرفة حقيقة المركب بأستخدام الصيغة الجزيئية فقط . خصوصا وان التركيب البنائي للجزيئات يؤثر على الصفات الفيزيائية والكيميائية للمركب فمثلا $C_6H_{12}O_6$ لا يعني أي مركب ما لم يتم معرفة الصيغة البنائية لانها صيغة جزيئية لعدة مركبات كلوكوز , كالاكتوز , والمانوز.





انواع التشابة بالسكريات الاحادية :

- **التشابة الفراغي :**
- هو ان مجموعة من السكريات لها نفس الصيغة الجزيئية لكنها تختلف في التوزيع الفراغي للذرات او المجاميع داخل الجزيئية أي بتوزيع ال (H) و (OH) على جانبي ذرة الكربون الغير متناظرة مثال على ذلك الكلوكوز , والكالكتوز , والمانوز لها نفس الصيغة الجزيئية .



- **التشابة الضوئي:**

- هو تشابة السكريات في كونها نشطة ضوئيا أي انها تعكس الضوء المستقطب بسبب وجود ذرات الكربون غير المتناظرة فيها لكنها تختلف فيما بينها بأتجاه وزاوية عكس الضوء المستقطب فقسم منها يعكس الضوء بأتجاة اليمين ويرمز له (+) والقسم الاخر يعكس بأتجاة اليسار فيرمز له (-) ولكل سكر زاوية خاصة في عكس الضوء المستقطب سواء كانت الى اليسار او اليمين فمثلا الكلوكوز +90˚ والفركتوز- 92.3˚ والكليسير الدهايد +13˚ .

- **التشابة الوظيفي :**

- وهي مجموعة من السكريات لها نفس الصيغة الجزيئية لكنها تختلف عن بعضها بالمجموعة الفعالة او النشطة مثل كليسير الدهايد و الاستون ثنائي الهيدروكسيل اذ ان لها نفس الصيغة الجزيئية لكنها تختلف بالمجموعة الفعالة .

مشتقات السكريات الاحادية:

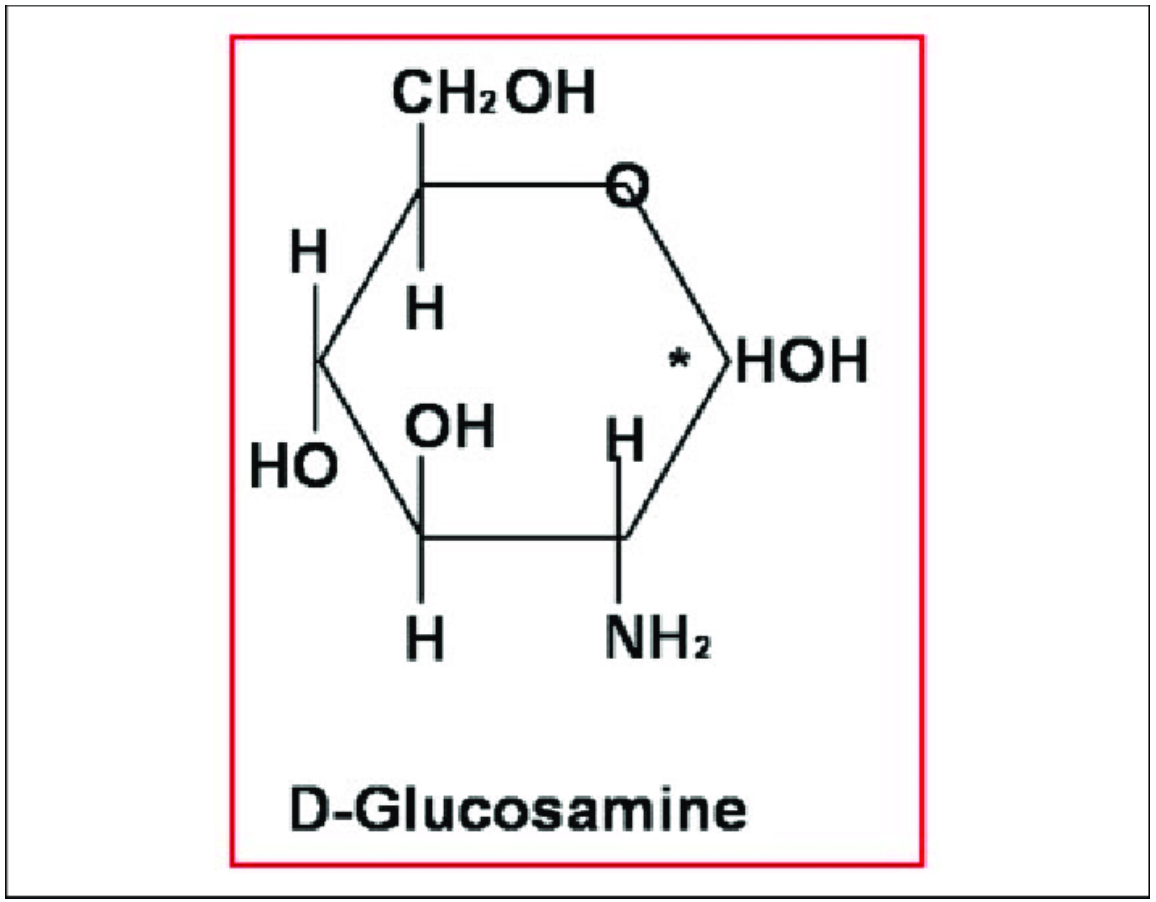
- **الكحولات السكرية** : وتتكون نتيجة لاختزال المجموعة الالدهيدية او المجموعة الكيتونية في السكر الاحادي مكونة كحولات سكرية وتتم عملية اختزال السكريات الاحادية بالهدرجة أي بأضافة هيدروجين.
- يشيع استخدامه كبديل عن سكر المائدة واحياناً يستخدم مخلوطاً بالمحليات الصناعية.

- **السكريات منزوعة الاوكسجين**: وهي سكريات احادية تفقد ذرة اوكسجين واحدة .

- ـ **الاسترات السكرية** : وتنتج من ارتباط السكر بحامض معدني بواسطة الاصرة الاسترية واهم مشتق في هذة المجموعة هو الاسترات الفوسفاتية والذي ينتج من ارتباط سكر سداسي بحامض الفسفوريك (كلوكوز 6 فوسفات) او (فركتوز 6 فوسفات)

- **السكريات الامينية** : وتتكون نتيجة احلال مجموعة امين (NH2) محل احدى مجاميع الهيدروكسيل في السكر الاحادي. مثل الكلوكوز يتحول الى كلوكوز امين (سكر اميني).

- امثله على السكريات الامينية: كالاكتوز امين, كلوكوز امين, حمض السياليك الذي يعد من مكونات البروتين المخاطي والبروتينات السكرية خصوصاً النسيج الحيواني وخلايا الدم.



• السكريات الثنائية Disaccharides:

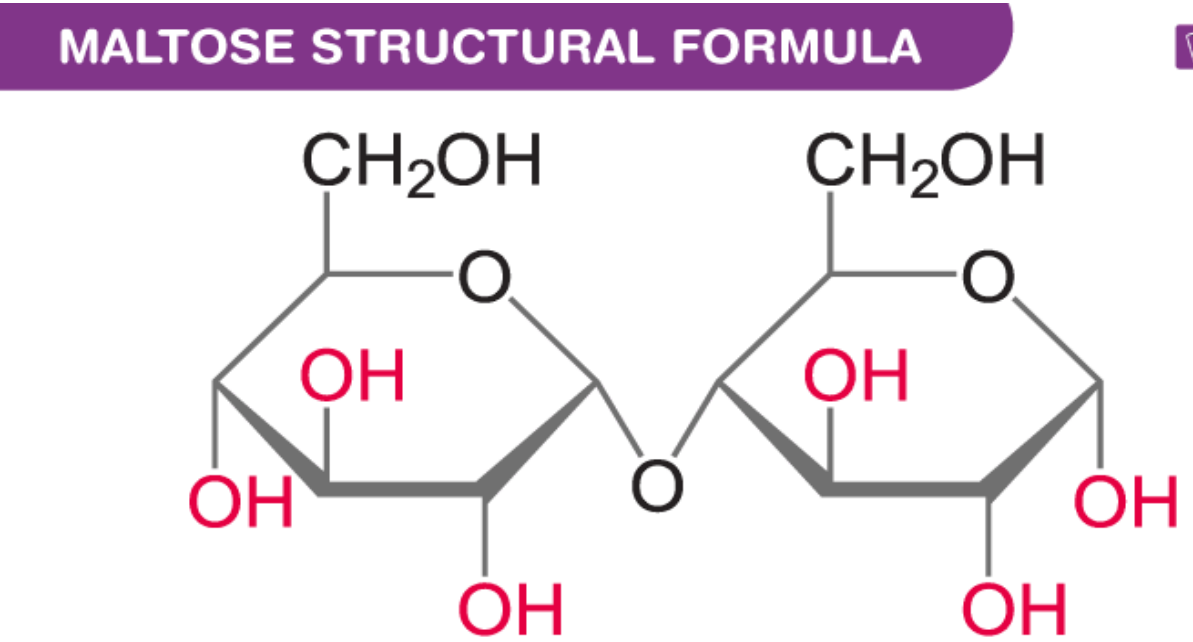
- هي السكريات التي يمكن ان تتحلل مائيا الى وحدتين من السكريات الاحادية وهي من السكريات الشائعة في المملكة النباتية مثل سكر القصب والعنب كما انها توجد في الحليب وتقسم السكريات الثنائية الى **قسمين هما :**

- **السكريات الثنائية المختزلة** : حيث تحتوي على مجموعة الدهيد او مجموعة كيتون حرة في تركيبها مثل المالتوز والاكتوز.

- **السكريات الثنائية غير المختزلة** : حيث لا تحتوي مجموعة الدهيدية او كيتونية حرة في تركيبها بل تكون مرتبطة فتفقد تلك السكريات الصفة الاختزالية ومنها السكروز.

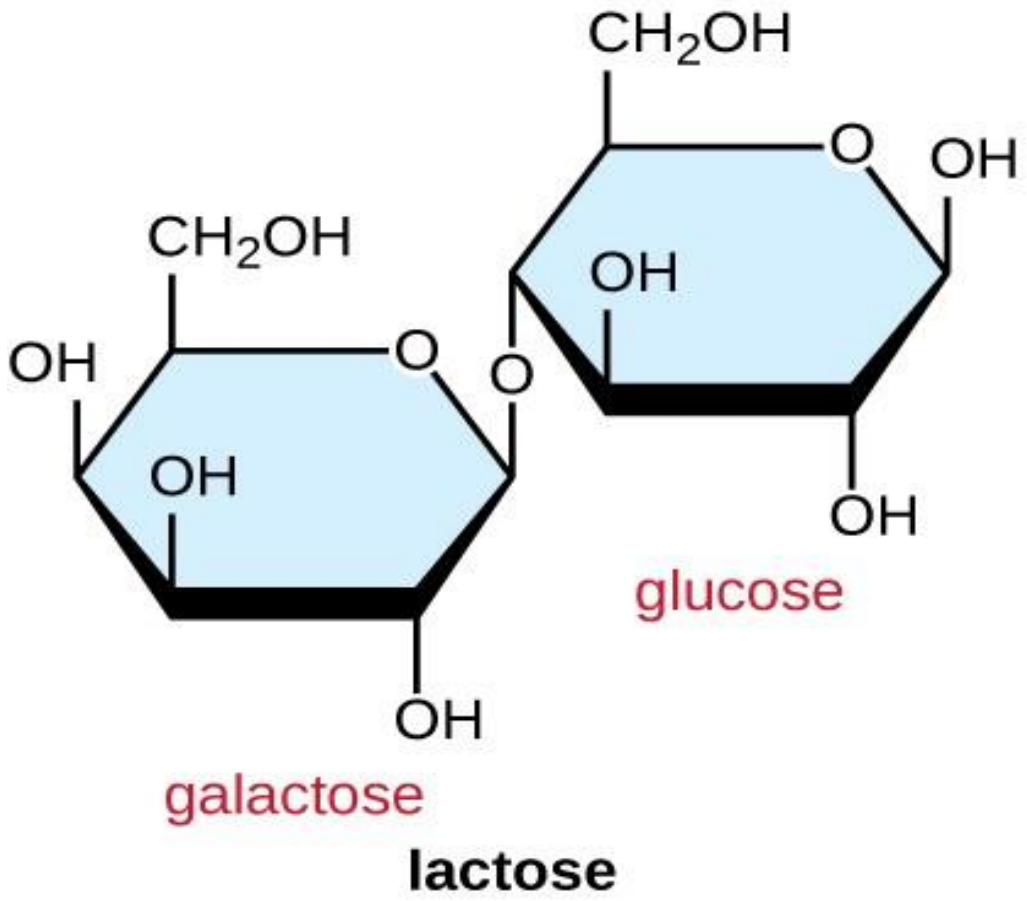
المالتوز Maltose: (سكر العنب)

- يتكون المالتوز من جزيئتين من الكلوكوز مرتبطتين بواسطة رابط كلايكوسيدية ناتجة عن ترابط ذرة الكربون رقم 1 مع ذرة الكربون رقم 4 في جزيئة الكلوكوز الاخر وينتج عن هذا الترابط فقد جزيئة ماء .
- ويكون المالتوز الناتج اما الفا او بيتا اعتمادا على جزيئة الكلوكوز الاخيرة فأذا كانت الفا كان المالتوز الناتج الفا اما اذا كانت بيتا فيكون بيتا . وينتج المالتوز من هضم النشا النباتي او الكلايكوجين الحيواني بواسطة انزيم الاميليز الموجود في اللعاب والامعاء .



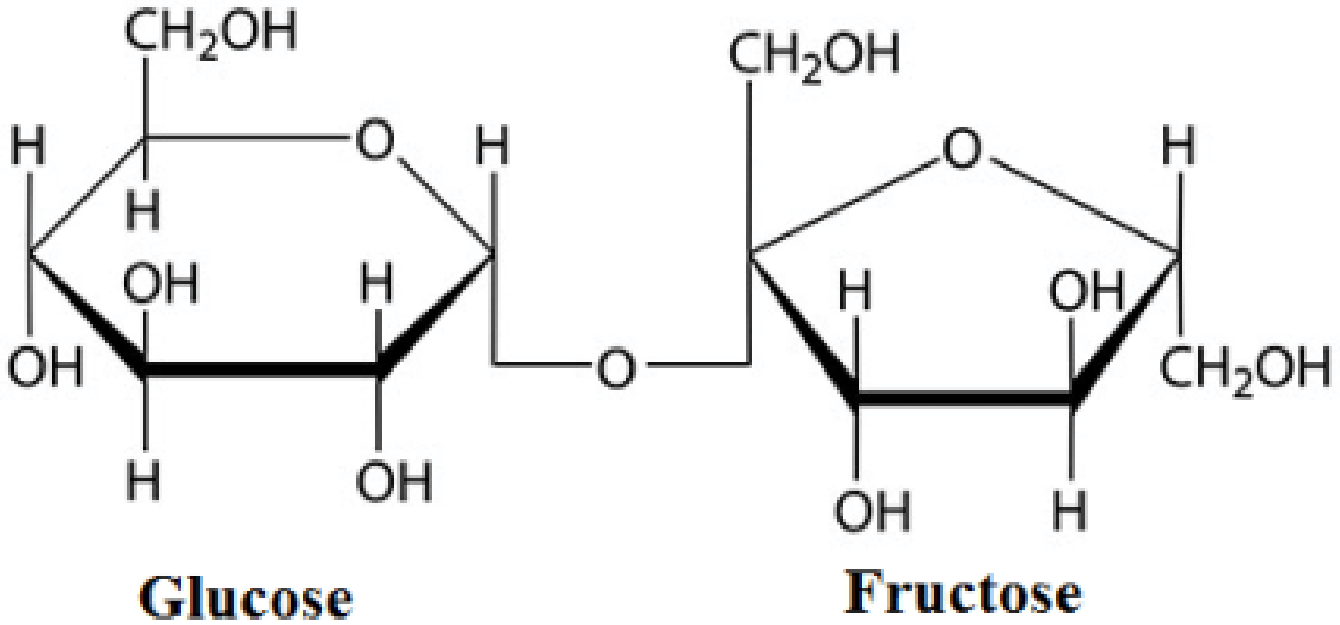
اللاكتوز Lactose (سكر الحليب):

- يوجد فقط في الحليب ويمكن تحلله الى جزيئة كلوكوز واخرى جلاكتوز بواسطة انزيم اللاكتيز الموجود في الامعاء وهو انزيم نشط لدى الاطفال الرضع.

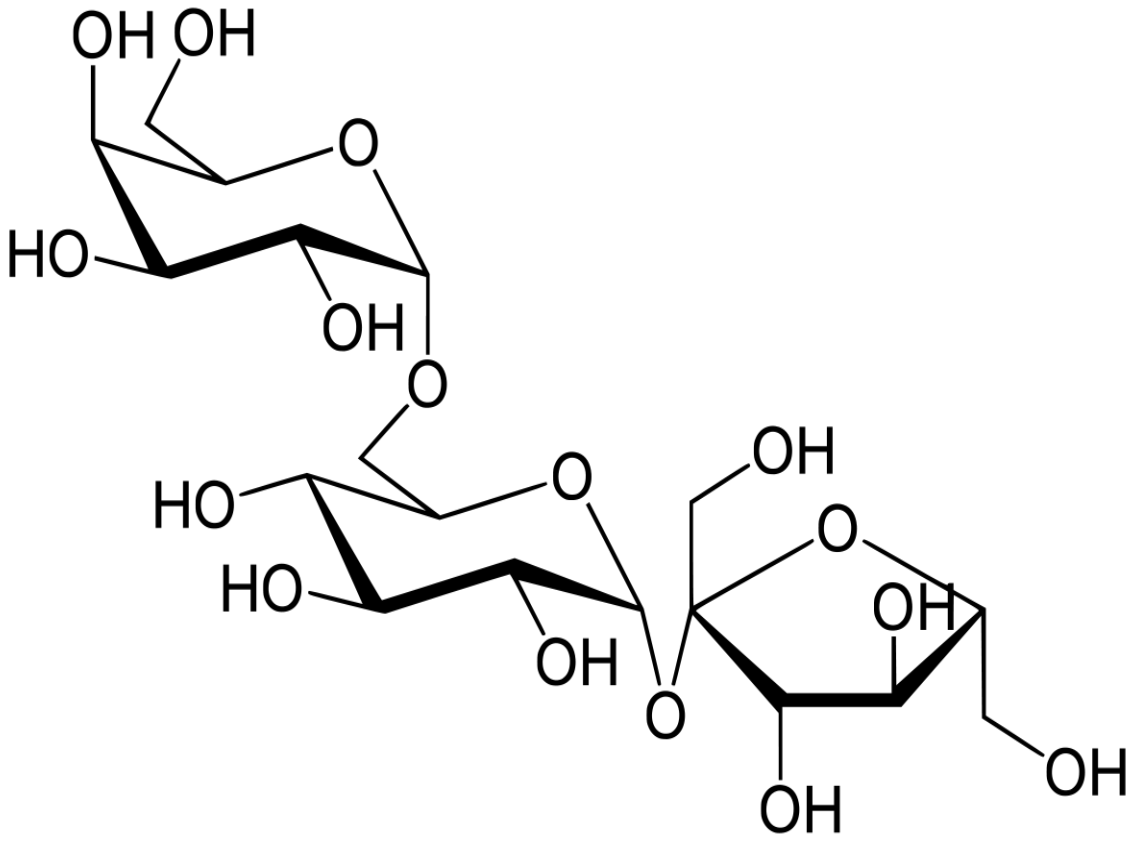


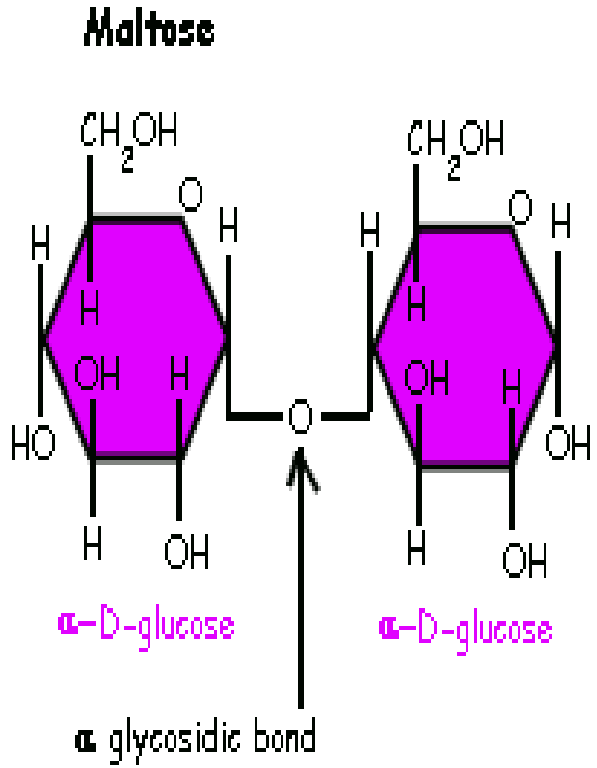
السكريات الثنائية غير المختزلة :

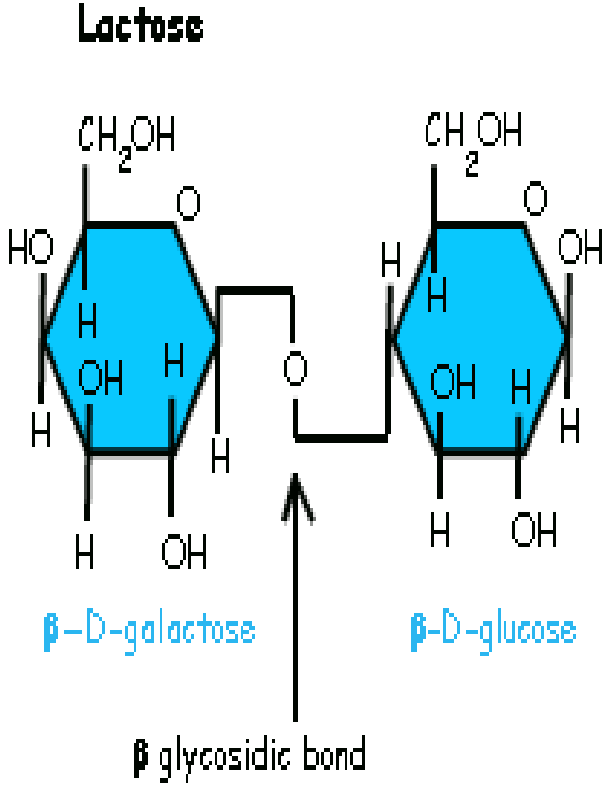
- **سكر المائدة** ويتكون من جزيئة كلوكوز من نوع الفا ترتبط ذرة الكربون (1) فيها مع ذرة الكربون رقم (2) من جزيئة الفركتوز والتي هي من نوع بيتا أي انة يتكون من كلوكوز الفا (1-2) بيتا فركتوز.
- وهنا يفقد الكلوكوز المجموعة الالدهيدية (الحرة) وكذلك الفركتوز يفقد المجموعة الكيتونية , فيصبح السكروز خالي من المجاميع الحرة المختزلة لذلك يكون سكر ثنائي غير مختزل .



- **السكريات الثلاثية** : وهي سكريات متعددة مكونة من ثلاثة جزيئات من السكريات الاحادية مرتبطة مع بعضها البعض بروابط كلايكوسيدية.
- **الرافينوز**: وهو عبارة عن الفا كالاكتوز (1-6) الفا كلوكوز (1-2) بيتا فركتوز . حيث ترتبط جزيئة الفا كالاكتوز من خلال ذرة الكربون رقم واحد مع ذرة الكربون رقم 6 لجزيئة الفا كلوكوز والتي ترتبط بدورها بواسطة ذرة الكربون رقم 1 منها بذرة الكربون رقم 2 من سكر الفركتوز من النوع بيتا .







- **السكريات العديدة Polysaccharides** :

- هي عبارة سلاسل طويلة مستقيمة او متشعبة Polymers ناتجة من ترابط نوع واحد من وحدات سكر احادي متكرر اواكثر بواسطة رابطة كلايكوسيدية.
- وتقسم السكريات العديدة الى قسمين بنائا على تركيبها الكيميائي:
- **السكريات العديدة المتجانسة Homopolysaccharides :**
- وهي سلاسل طويلة مكونة من نوع واحد من السكريات الاحادية ومن امثلتها النشا النباتي والكلايكوجين (النشا الحيواني).
- **السكريات العديدة غير المتجانسة Hetropolysaccharides:**
- وهي سلاسل طويلة تحتوي على اكثر من نوع من وحدات السكرالمتعدد مثل حامض الهايليورونك Hyaluronic acid .

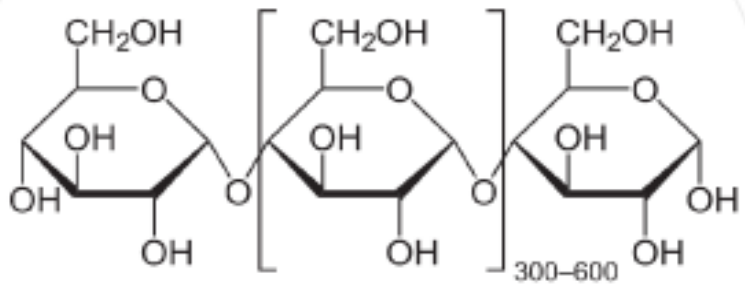
السكريات العديدة المتجانسة:

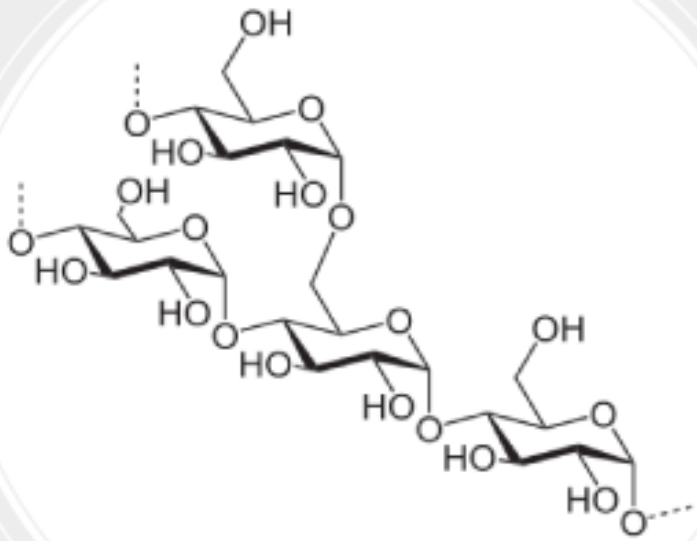
- **النشا Starch :**
- هو مخزون السكريات في البطاطس وفي بعض انواع الحبوب كالقمح . يتألف النشا من الناحية التركيبية من شقين بناءا على نوع السلسلة . فكلا الشقين مكونين من نفس الوحدات ويختلفان فقط في نوع الترابط.
- **النوع الاول الالفا Amylose** وفية ترتبط وحدات الكلوكوز بروابط كلايكوسيدية الفا (1-4) تكون فية وحدات الكلوكوز سلسلة خطية مستقيمة , حيث يصل احيانا الى ما يقارب المليون كما ان هذا الجزيء يذوب بسهولة في الماء ويتحلل بواسطة انزيم الفا اميليز الى كلوكوز ومالتوز.

- **النوع الثاني فهوAmylopectin** وهو الشق الثاني الذي يدخل في تركيب النشا وهو الجزء المتفرع وترتبط فية وحدات الكلوكوز بروابط مماثلة للاميلوز الا انة توجد بين هذه السلاسل تفرعات ناتجة عن روابط كلايكوسيدية ويذوب بصعوبة في الماء الساخن , ويحتوي نوعين من الروابط هما الفا (1-4) والفا (1-6) ويتحلل بواسطة الفا اميليز والفا 1-6 كلوكوسيدير الى كلوكوز ومالتوز.

AMYLOSE VS. AMYLOPECTIN

BYJU'S The Learning App





AMYLOSE

- Amylose is a straight chain polymer of D-glucose units

AMYLOPECTIN

- Amylopectin is a branched chain polymer of D-glucose units

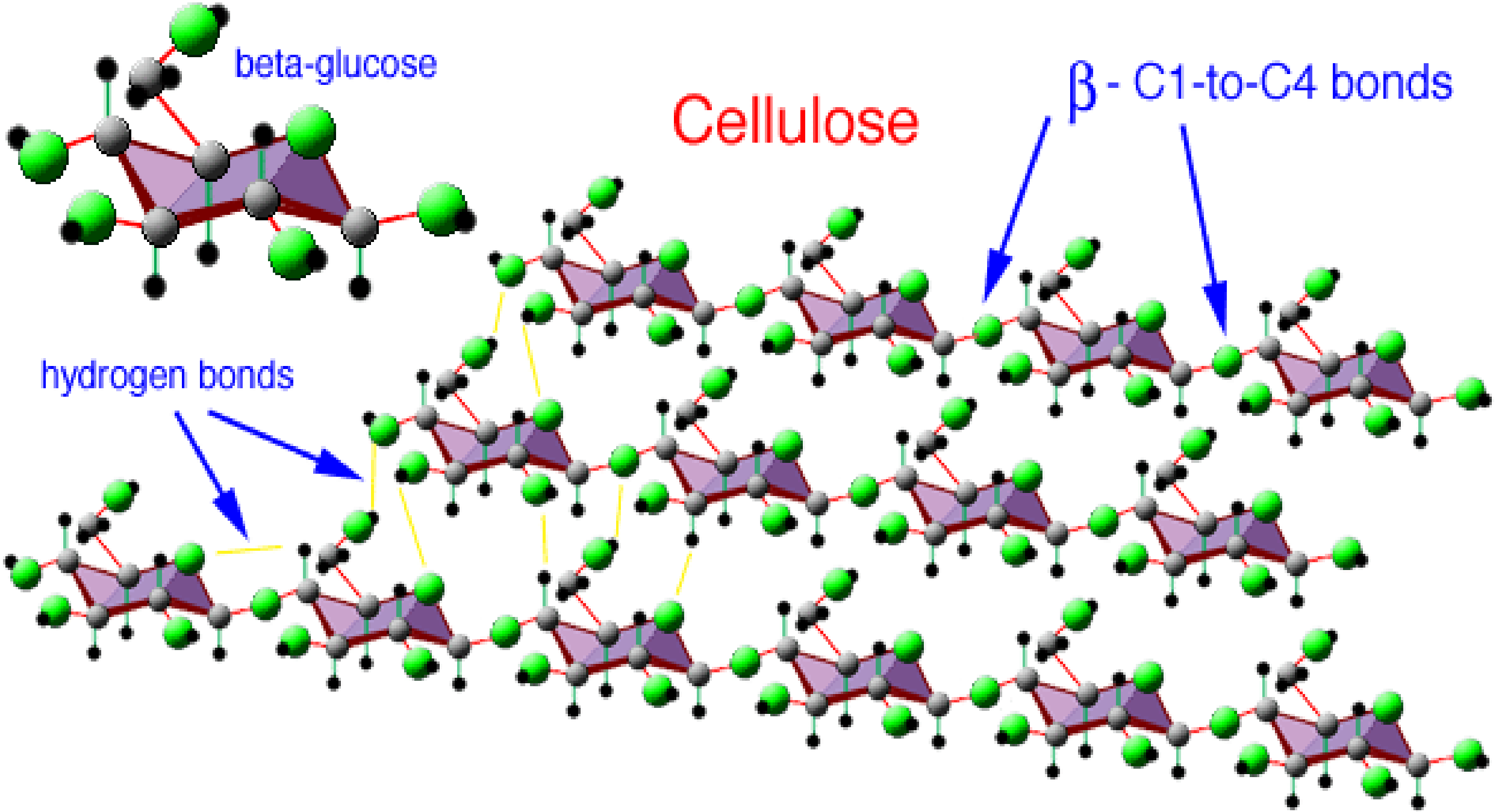
• الكلايكوجين Glycogen

- يسمى النشا الحيواني , ويوجد في انسجة الحيوانات خاصة في الكبد والعضلات وهو يشبة الامايلوبكتين من حيث التركيب ولكنة اكثر تفرعا , يحدث التفرع بين 8-12 وحدة كلوكوز . يبنى الكلايكوجين من الفا كلوكوز مرتبط بنوعين من الروابط الكلايكوسيدية وهما الفا (1-4), يمد الكلايكوجين الجسم بما يحتاجة من طاقة عند اكسدته وفي هذه الحالة يحافض الجسم على درجة حرارته كذلك هذه الطاقة مهمه للعمليات البيوكيميائية في الجسم خاصة الجهد العضلي والرياضة.

• السليولوز Cellulose:

- هو اكثر المركبات العضوية انتشارا على الكرة الارضية , ويوجد في جدران الخلايا النباتية.
- (السليلوز) هو عبارة عن وحدات متكررة من D– كلوكوز مرتبطة بروابط بيتا (1-4) الكلايكوسيدية وتتراصف السلاسل مع بعضها البعض لتكون حزم من الالياف مرتبطة مع بعضها وبروابط هيدروجينية مستعرضة على هيئة جسور.
- لا يستطيع الانسان الاستفادة من السليلوز من الناحية الغذائية لعدم احتواء الجهاز الهضمي على انزيم Cellulase الذي يحول السليلوز الى مالتوز وكلوكوز , لكن بعض البكتريا والفطريات والطحالب تحتوي على هذا الانزيم لتحويلة الى السكريات الثنائية (كذلك الحيوانات المجترة).

- **السليولوز** هو سكر عديد ويكون المركب الأساسي في الخلايا النباتية وبالذات في جدار الخلية النباتية, وهو كذلك موجود في جميع أنسجة النباتات، والسليولوز مثل النشا هو عبارة عن كربوهيدرات معقدة. وهو يتكون من مئات أو حتى آلاف من بيتا جلوكوز.


beta-glucose
Cellulose
β - C1-to-C4 bonds
hydrogen bonds

• الانيولين Inulin:

- سكر متعدد مكون من وحدات من سكر الفركتوز مرتبطة مع بعضها ويكثر الانيولين في جذور بعض النباتات مثل البصل والثوم .
- تستخدم النباتات الإينولين كمخزن للطاقة، وغالباً ما يُوجد في جذر النبات أو في الجذمور، وفي العادة فإنَّ النباتات التي تكون وتخزن الإينولين لا تخزن أنواع أُخرى من الكربوهيدرات مثل النشا.