الكاربوهيدرات

نشأت تسمية الكاربوهيدرات بسبب كون عدة مواد من هذه المجموعة تمتلك صيغ جزيئية مماثلة و تتالف من الكاربون والماء، أي أن الكاربوهيدرات تتكون من كاربون و هيدروجين و أوكسجين تكون فيها نسبة الهيدروجين إلى الأكسجين 1:2 مثال:على ذلك الكلوكوز $C_6H_{12}O_6$.وبالرغم من استقرار هذه العلاقة لمعظم المركبات الكاربوهيدراتية، إلا إن بعضها لا يظهر هذه النسبة و بعضها يحتوي أيضا على عناصر أخرى كالنتروجين والكبريت.

تعتبر الكاربوهيدرات من أكثر المركبات العضوية الموجودة في النباتات والحيوانات انتشاراً فمنها الكلوكوز ، سكر القصب ، السليلوز، الصمغ ، النشا ، الكلايكوجين . ولها أهمية صناعية كونها مواد أولية في صناعة الورق (السليلوز) والمنسوجات بالإضافة إلى أهميتها في الصناعات الغذائية والطبية وبناء جسم الكائن الحي.

الكاربوهيدرات عبارة عن الديهايدات متعددة الهيدروكسيل أو كيتونات متعددة الهيدروكسيل أو مواد تعطي مثل هذه المركبات عند تحللها المائي.

المصدر الرئيسي للكاربوهيدرات هوالنباتات الخضراء فهي قادرة على تكوين السكريات بعملية البناء الضوئي.

أهمية الكاربوهيدرات الفيسيولوجية

1.تعمل كمصدر للطاقة في الخلية الحية.

2-تعمل كوحدات تركيبية لجدار و غشاء الخلية.

3-تعمل كمكونات خلوية ضرورية لعمل ونمو الخلية.

4-تدخل في تركيب الأحماض النووية.

5-تكون أحماض أمينية غير أساسية (أي تصنع أحماض أمينية يحتاجها الجسم و لا تكون متوفرة في الغذاء) و ذلك عن طريق إضافة مجموعة أمين للحامض الكيتوني.

6-تكون الكلايكوجين الموجود في الكبد و العضلات و الذي يستخدم لإنتاج الطاقة عند الحاجة.

7-الفائض منها يعمل على تكوين دهن الجسم و الذي بدوره يستخدم لإنتاج الطاقة.

أصناف الكاربوهيدرات

تقسم الكاربوهيدرات إلى ثلاثة أصناف :

1. Monosaccharidesالسكريات الأحادية

2. Oligosaccharidesالسكريات قليلة الوحدات

3. Polysaccharidesسكريات متعددة.

السكريات الأحادية

تسمى أيظا السكريات البسيطة والتي تتألف من وحدة سكر واحدة ويطلق عليها Mono. saccharides.

من أكثر السكريات الأحادية وفرة هو سكر الكلوكوز وهو سكر سداسي الكاربون و يعتبر أهم جزيء ينتج الطاقة في معظم الكائنات الحية. ويستخدم الكلوكوز أيضا كلبنة بناء لبعض أنواع السكريات المتعددة المتوفرة بكثرة كالنشا والسليلوز .

الكلوكوز و الفركتوز سكريات أحادية سداسية لهما نفس عدد ذرات الكاربون والهيدروجين والاوكسجين أي أنهم يحتويان على الصيغة الجزيئي $C_6H_{12}O_6$إلا أن المجموعة الوظيفية في الكلوكوز هي الألدهايد و في الفركتوز هي الكيتون.

السكريات القليلة الوحدات

تتكون هذه السكريات من 2-10 وحدة سكر مرتبطة مع بغضها ويطلق عليه ب oligosaccharides المرتبطة مع بعضها بالاواصر الكلايكوسيدية. مثل سكر الرافينوز(كلوكوز+فركتوز+كالاكتوز).

السكريات المتعددة

تتألف من وحدات سكر حادي متكررة واكثر من 10 وحدات مرتبطة مع بعضها وربما تكون هذه السلاسل مستقيمة أو متفرعة كالنشا والسليولوز .

السكريات الالدوزية والسكريات الكيتوزية

يكون السكر الأحادي ألدهيدي النوع يسمى ألدوز (Aldose) عندما يحتوي في تركيبه مجموعة كاربونيل طرفية مثال الكليسرالدهيد ويعتبر من أبسط السكريات الألدهايدية(الأحادية ثلاثية

الكربون) . أو يكون كيتوني النوع (Ketose)عندما يحتوي في تركيبه على مجموعة كاربونيل غير طرفية مثال ثنائي هيدروكسي الأسيتون ويعتبر من أبسط السكريات الكيتونية (الأحادية ثلاثية الكربون).

أصناف السكريات الأحادية

يمكن تصنيف السكريات الاحادية كما يأتي:

1-حسب عدد ذرات الكاربون في الجزيئة

Triose , Tetrose , Pentose , Hexose , Heptose(سباعي سداسي خماسي رباعي ثلاثي)

2-حسب نوع المجموعة الفعالة (الديهايدي ,كيتوني)

(Aldo Triose , Aldo Tetrose , Aldo Pentose Aldo Hexose)

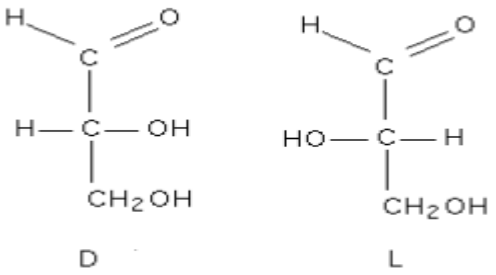
(Keto Triose * Keto Tetrose * Keto Pentose * Keto Hexose)

الفعـــــالية البصرية للسكريـــات

إذا احتوى مركب على ذرة كاربون واحدة أو أكثر غير متناظرة ، فالمركب يكون فعال ضوئيا (Asymmetric Carbon Atom) و هذا هو الحال في السكريات الأحادية والأحماض الأمينية ، وعليه فعندما تمر حزمة لضوء مستقطب من جهاز مقياس الاستقطاب Polarimeterعلى محلول هذا المركب (الذي يحتوي على ذرة كاربون واحدة أو أكثرغير متناظرة) أو غير متماثلة وتسمى ذرة الكاربون الكيرالية، فإن شعاع الضوء المستقطب إما يدور يمينا فيكون المركب أيمن الدوران ويعطى الرمز dأو(+) أو ان المركب يدور الضوء المستقطب الى اليسار فيكون المركب أيسر الدوران ويعطى الرمز l أو (-) .

التناظر الفراغي في السكريات

الكليسرالديهايد هو سكر أحادي ثلاثي ألدهايدي ويعتبر أبسط السكريات الألديهايدية لديه ذرة كاربون واحدة فقط كيرالية غير متناظرة أو غير متماثلة هي (ذرة الكربون رقم 2)، لذلك فهو موجود على هيئة أيزومرين مختلفين في التركيب الفراغي و لكن لهما نفس الصيغة الكيميائية، فكل منهما يمثل صورة مرآة للآخر Stereo Isomers هما :D - كليسرالدهيد و L - كليسرالدهيد.

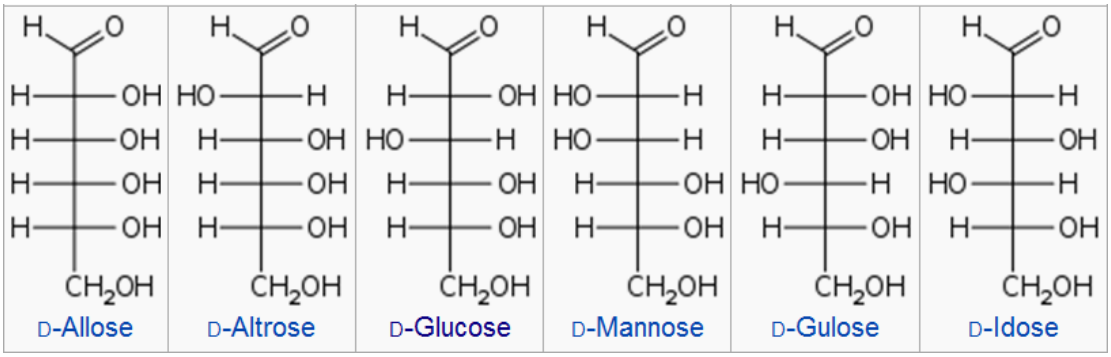


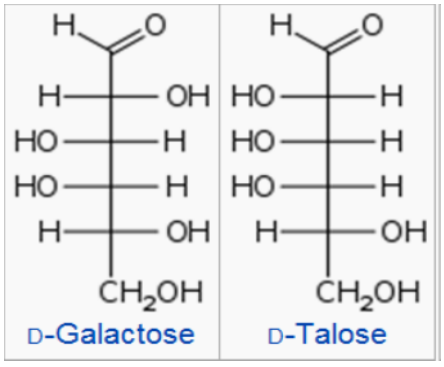
أما بالنسبة للسكريات المحتوية على ذرتين أو أكثر من ذرات الكاربون غيرالمتماثلة فإنه بالإتفاق العام المعتمد بأن تعود الرموز L و D إلى ذرة الكربون الغير متماثلة الأبعد مسافة أو إزاحة عن ذرة كاربون الكاربونيل.

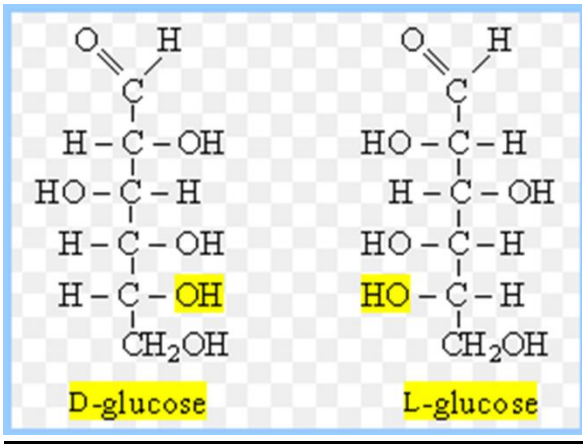
اذن بشكل عام إذا وجد اختلاف في التركيب الفراغي لسكر أحادي معين في المجاميع المحيطة بذرة الكاربون الكيرالية (الأبعد في المسافة عن ذرة الكاربون الكاربونيلية) فهذا يمكن أن يقسم السكر الأحادي إلى نظيرين.

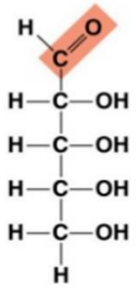
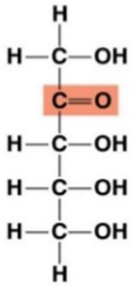
1. فإذا كانت مجموعة الهيدروكسيل على يمين ذرة الكاربون الكيرالية و يسمى هذا الشكل بالنظير D, يكون السكر على شكلD-isomer

2. أما إذا كانت مجموعة الهيدروكسيل على يسار ذرة الكاربون الكيرالية -L و يسمى هذا الشكل بالنظير L , يكون السكر على شكلL-isomer





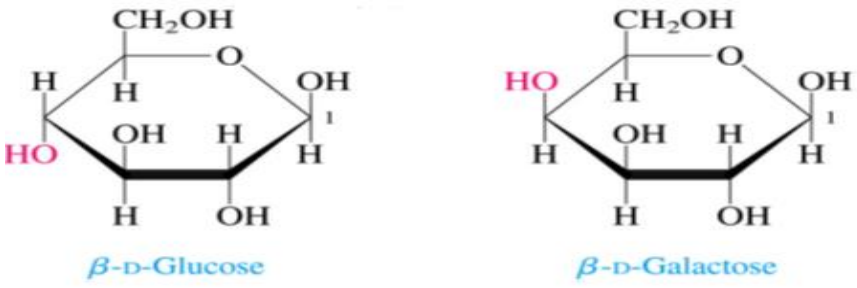


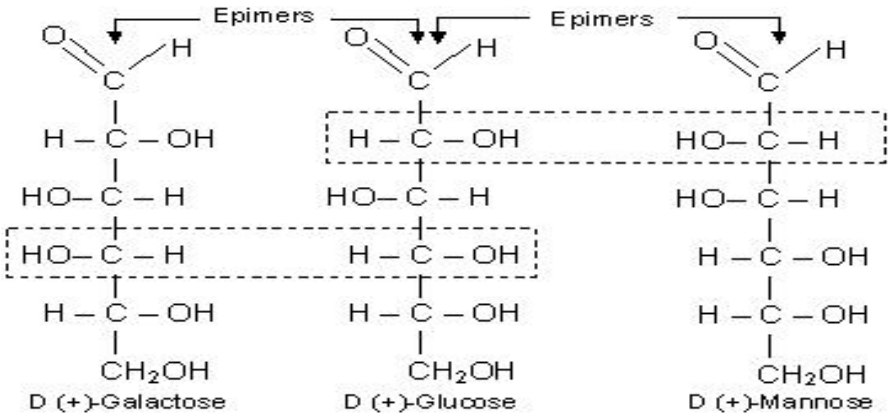
Aldose (Aldehyde Sugar)	Ketose (Ketone Sugar)
Pentoses: 5-carbon sugars ($C_5H_{10}O_5$)	
 Ribose	 Ribulose

الايبيمرات Epimers

هي مركبات سكرية تختلف عن بعضهما في ترتيب المجاميع حول ذرة كاربون واحدة فقط

اذا كان هناك جزيئتي سكر متشابهين بكل شيء بما فيها بالصيغة الجزيئية و الصيغة التركيبية ولكن يختلفان بالترتيب الفراغي حول ذرة كربون واحدة فقط فيسميان Epimers مثال D-مانوز و D – كلوكوز(يختلفان بالترتيب الفراغي حول ذرة الكربون رقم (2) أو D – كالاكتوز وD-كلوكوز (يختلفان بالترتيب الفراغي حول ذرة الكربون رقم 4).





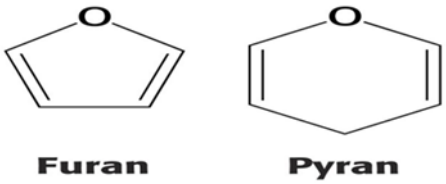
نلاحظ من تركيب السكريات السداسية أعلاه - أن السكرين الكلوكوزوالمانوز مختلفان في اتجاه مجموعةOH حول ذرة كاربون رقم 2 فقط. وفي هذه الحالة يعتبران Epimers.

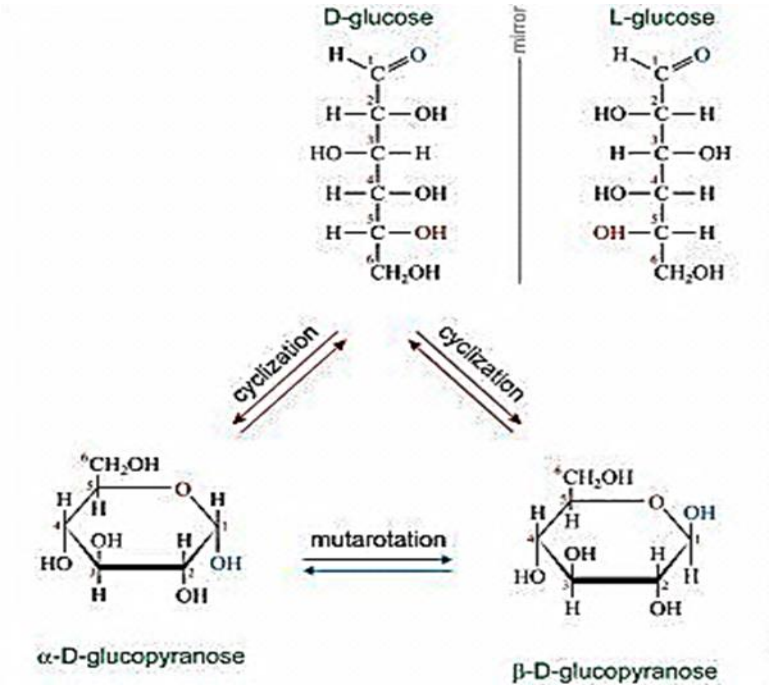
وكذلك الحال للعلاقة بينD-Glucose، D-Galactose بخصوص الاختلاف في اتجاه مجموعةOH حول ذرة كاربون رقم 4 فقط. وفي هذه الحالة يعتبران Epimers أيظاً.

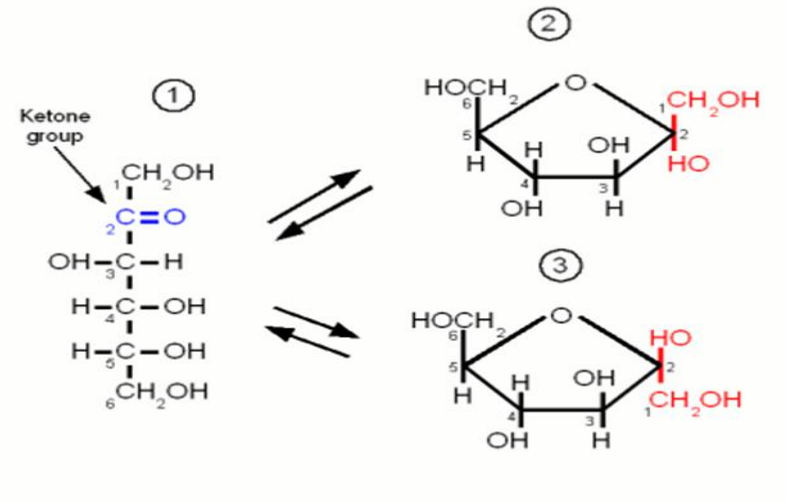
ولا تعتبر جزيئتا D-Galactose و D-Mannose من نوع Epimers.

<u>التركيب الحلقي للسكريات</u>

لقد تمت كتابة التراكيب المختلفة لمركبات الألدوز والكيتوز بشكل سلسلة مفتوحة وخاصة لمركبات الترايوز والتتروز. أما مركبات البنتوز صعوداً فانه موجودة على شكل تراكيب حلقية (من مشتقات الفيوران والبايران) كالرايبوز والكلوكوز والفركتوز وكل تركيب أما أن يكون بشكل آيزومر α أو يكون بشكل آيزومرβ.




D-glucose
mirror
L-glucose
cyclization
cyclization
mutarotation
α-D-glucopyranose
β-D-glucopyranose


1
2
3
Ketone group