الكيمياء الحيوية : هي كيمياء الكائن الحي في مختلف أطوار حياته , اي دراسة الكيمياء الحيوية هو دراسة كل التفاعلات التي تجري داخل الكائن الحي منذ خلقة إلى مماته وكذلك تستمر هذه التفاعلات إلى ما بعد مماته , وتشمل كل الكائنات الحية سواء حيوانات أو نباتات.

كلمة Biochemistry تعني مايلي:

Bio : حياة Chemistry: تعني كيمياء

ودمج الاثنين معاً تسمى كيمياء الاحياء أو الحيوية أو الحياتية.

الخلية هي وحدة الكائن الحي والتي تتم فيها المئات من التفاعلات الكيميائية التي تعجز مختبراتنا الحديثة عن القيام بها . وتتكون الخلية من :

1- الماء 2- المواد الكربوهيدراتية 3- المواد الدهنية 4- المواد البروتينية 5- المركبات الغير عضوية (الاملاح).

حقيقة علم الكيمياء الحيوية مرتبط بعلم الكيمياء العضـــوية , وقد تمكن العالم (شـــيل Scheele) من فصـــل الكثير من المركبات العضـــوية كحامض اللاكتيك من الحليب وحامض الســـتريك من الليمون وحامض البوليك من البول ولكن كانت الفكرة المســـيطرة آنذاك بان هناك قوة مســـيطرة داخل الكائنات الحية تقوم بإنتاج هذه المواد سميت (القوة الحيوية) . بعد ذلك جاء العالم فولر فقلب موازين كل الأمور التي كانت تعزى إلى وجود قوة حيوية وذلك عند تحضـــير مادة اليوريا في المختبر وهي أول مادة عضوية تصنع خارج أجسام الكائنات الحية.

نشاط الخلية :

كما اشـــرنا بان الخلية هي اصـــغر وحدة بنائية في الكائن الحي تحتوي على الكثير من المركبات الكيميائية , وابسـط خلية هي الخلية النباتية. تقوم الخلايا النباتية بتصـنيع المواد الغذائية منذ الصـباح الباكر لاعتمادها على ضـوء الشـمس حيث يتفاعل Co_2 والماء والكلوروفيل واشـعة الشـمس بتصـنيع المواد الغذائية إلى الغروب وبعدها تتوقف إلى صباح اليوم التالي وهذه المواد يستفاد منها النبات وكذلك استفادت الكائنات الحية الاخرى فيما بعد.

المواد الكربوهيدراتية

انتشارها:

أول من اكتشـــف هذه المواد هم الصـــينيون ثم المصـــريون وبعد ذلك توالت الأقوام. تنتشـــر المواد الكربوهيدراتية بصـــورة رئيســـية في النباتات حيث ان 70% من المادة الجافة في النباتات هي مواد كربوهيدراتية توجد بصور مختلفة مثل (سكر الكلوكوز , السكروز, النشا, السليلوز, ...). المسار الثاني للكربوهيدرات هو المملكة الحيوانية وأهم الســـكريات في الحيوانات (ســـكر الدم, اللاكتيك, الكلايكوجين ,...)وغيرها من المواد.

أهمية المواد الكربوهيدراتية

1- تعتبر المواد الكربوهيدراتية من المواد الغذائية الرئيسية للكائنات الحية حيث تمدها بالطاقة اللازمة . كل 1غم من المواد الكربوهيدراتية يعطي (4) سعرة حرارية .

2- تشكل المواد الكربوهيدراتية دعامة في النباتات بواسطة مادة السيليلوز .

3- تخزن هذه المواد داخل اجسام الكائنات الحية الحيوانية مثل الكلايكوجين وكذلك داخل النباتات مثل النشا وغيرها.

4- لهذه المواد أهمية صـــناعية مثل الالياف التي تصـــنع منها المنســـوجات والأخشـــاب وكذلك بعض السكريات البسيطة حلوة الطعم تضاف إلى الأدوية لتحليتها.

5- يمكن تحضير بعض الفيتامينات من بعض المواد الكربوهيدراتية مثل فيتامين C وB_{12} وكذلك مادة الهيبارين المانعة لتخثر الدم وكذلك في تكوين مساعدي الانزيمات .

6- تكوين الدهون من المواد الكربوهيدراتية في اجسام الانسان والحيوانات لذلك تزداد وزناً.

7- تلعب الســـكريات الخماســـية الكربون (ســـكر الرايبوز ودي اوكســـي رايبوز) دوراً مهماً في تكوين الاحماض النووية RNA , DNA بالجسم.

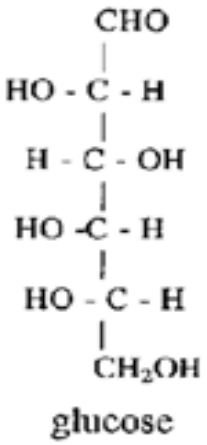
ماذا تعني كلمة كربوهيدرات

تعني هذه الكلمة مائيات الكربون وان هذه المادة تتكون من عناصـر الكربون والهيدروجين والاوكسـجين $(CH_2O)_n$ ونسبة وجود الهيدروجين إلى الاوكسجين (2: 1) كنسبة وجودهما في الماء .

وقديماً كان يعتقد بان المواد الكربوهيدراتية يوجد بها الهيدروجين والاوكسجين في حالة ماء ومن هنا جاءت التسمية مائيات الكربون ولكن فيما بعد تبين ان ذرات الهيدروجين والاوكسجين لاتوجد بصورة ماء وان (n) يجب ان تكون اكثر من (3) ذرات لتكون مادة كربوهيدراتية.

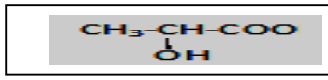
خصائص المواد الكربوهيدراتية

1- جميع المواد الكربوهيدراتية تحتوي على اكثر من مجموعة هيدروكسيلية اي انها تدخل ضمن المركبات عديدة الهيدروكسيل مثل سكر الكلوكوز.



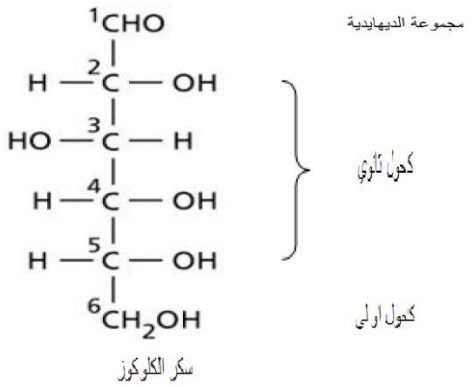
يحتوي على عدد كبير من (OH)

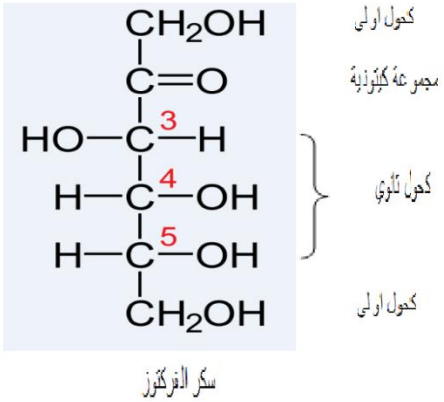
اما المركب CH_3COOH حامض الخليك ليس من الكربوهيدرات لانه يحتوي على مجموعة كاربوكسيلية وليس هيدرو



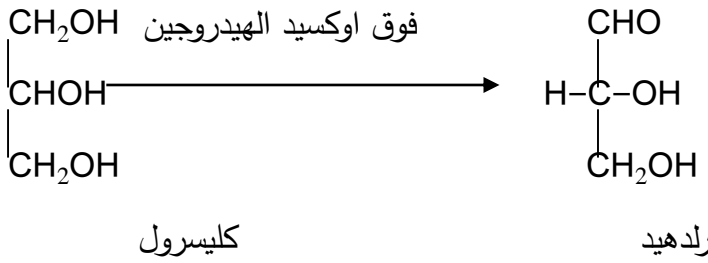
حامض اللاكتيك كذلك ليس من الكربوهيدرات لانه يحتوي على مجموعة هيدروكسيلية واحدة.

2- المواد الكربوهيدراتية عبارة عن الديهايدات أو كيتونات كحولية عديدة الهيدروكسيل مثل





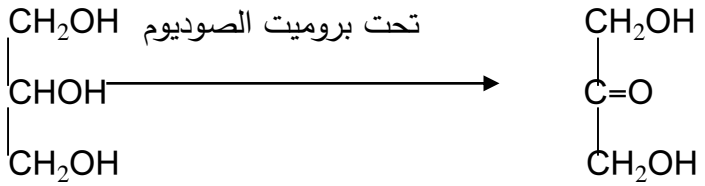
3- ابسط انواع الكاربوهيدرات التي تكون الدهيدات هي كليسرلدهيد وتحضر من



كليسرول كليسرلدهيد

(كليسيرين)

وابسط الكاربوهيدرات التي تكون الكيتونات هي (الاسيتون) ثنائي هيدروكسيد الاسيتون ويحضر:



كليسرول (كليسيرين) اسيتون

وبذلك تكون الكليسرلدهيدات هي حجر الاساس للمركبات الالدهايدية والاسيتون هي حجر الاساس للمركبات الكيتونية.

المواد الكاربوهيدراتية وظاهرة النشاط الضوئي

التشابه: هو تشابة المركبات الكيمياوية فيما بينها بالصيغة الجزيئية أو بعض الخواص الاخرى وتختلف عن بعضها في بعض الخواص.

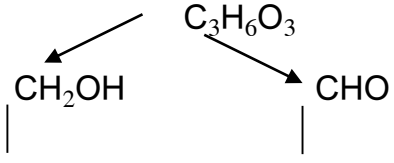
انواع التشايه:

1- التشابه الضوئي : ويقسم إلى التشابة الموضعي والتشابه الوظيفي.

التشابه الموضعي مثل $CH_3CH_2CH_2Cl$ كلورو بروبان

CH_3CHCH_3
|
Cl 2- كلورو بروبان

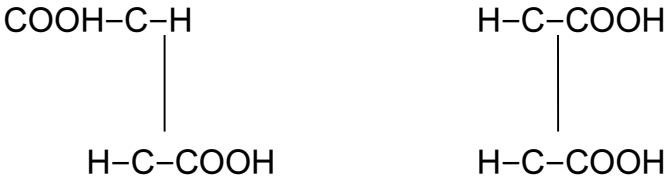
التشابه الوظيفي مثل $C_3H_6O_3$



كليسرلدهيد اسيتون

2- التشابه الفراغي : وهي المركبات التي تتشابه في الصيغة الجزيئية وفي البناء ولكنها تختلف في ترتيب ذراتها في الفراغ وتقسم إلى قسمين:

أ- التشابه الهندسي بنظام (Cis,Trans)



Fumaric acid Malic acid

ب- التشابه الضوئي :

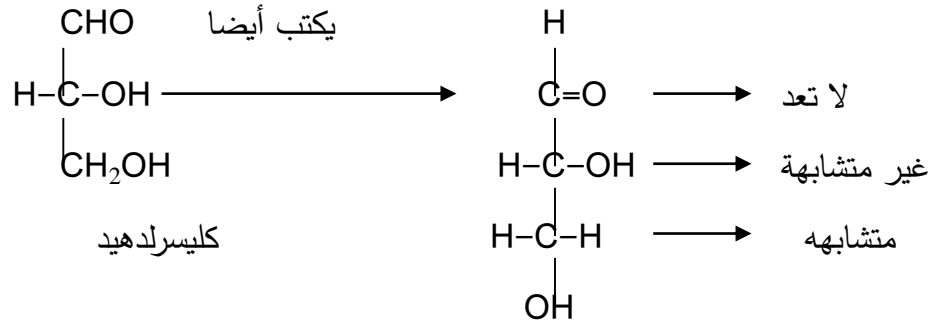
وهذا هو النوع الذي يهمنا في دراسة المركبات الكاربوهيدراتية ويعتمد بصورة أساسيه على عدد ذرات الكاربون الغير متشابهة في المركب الكاربوهيدراتي, كلنا نعرف بان ذرة الكاربون تتصل بأربعة مجاميع أو ذرات (CH_4 ميثان) ويكون هذا الاتصال بزوايا محددة بين الواحدة والأخرى حيث يمكن ان ترتبط هذه المجاميع أو الذرات بذرة الكاربون بطريقتين مختلفتين ينتج عنهما مركبين يختلفان في بعض الصفات ويكون احدهما شبيها للأخر. اي يمكن ان يكون احد المركبين عبارة عن صورة مرأتيه للمركب الاخر.

لنفرض ان ذرة الكاربون (C) تتصل بها المجاميع الاتية: E,A,B,D,E

كما في الشكل رقم(1) وهي مجاميع مختلفة.

والشكل رقم (1) متشابه مع الشكل رقم (2) والعكس صحيح فقط في تبادل المجاميع بين اليمين واليسار وهذه المركبات تتشابه في العديد من الصفات مثل درجة الغليان, درجة الانصهار, قابلية الذوبان في المذيبات ولكنها تختلف في صفة النشاط الضوئي ويقصد بالنشاط الضوئي :

هي قابلية المركب على تغيير اتجاه الضوء المستقطب المار بزاوية معينة حيث ان بعض المواد الكربوهيدراتية تغير الضوء إلى اليمين وتسمى يمينية الدوران Dextro rotator بينما توجد مركبات اخرى تغير الضوء نحو اليسار وتسمى يسارية الدوران Levo rotator ويمكن قياس الضوء المستقطب بواسطة جهاز البولاريميتر Polarimeter واذا اردنا حساب عدد الايزوميرات Isomerism أو تسمى المتشابهات في المركبات الكاربوهيدراتية. فان عدد هذه المتشابهات في هذه المركبات الكربوهيدراتية يعتمد على عدد ذرات الكاربون الغير متشابهة ونطبق بعد ذلك القانون (2^n) حيث ان n : عدد ذرات الكاربون الغير متشابهة .



ذرة الكاربون

الكربوهيدرات (السكريات) Carbohydrates

تعد المركبات الكربوهيدراتية من أهم مصادر الطاقة للكائنات الحية، اضافة الى ذلك فهي تعتبر احد المصادر المهمة لذرات الكربون في تخليق مكونات الخلية ومخزن رئيسي للطاقة الكيميائية وعنصر تركيبي للخلايا والأنسجة، فهي تدخل في تركيب جدار الخلية النباتية على هيئة

سيليلوز (Cellulose) وكذلك تشترك السكريات مع الببتيدات لتكوين مركب معقد يعتبر المكون الرئيسي لجدار الخلية البكتيرية.

توجد السكريات في الطبيعة بكميات تفوق المركبات العضوية مجتمعة وذلك بسبب دخلوها في تركيب النباتات كافة اضافة الى وجودها بشكل أو آخر في الحيوانات. تتألف الكربوهيدرات من ذرات الكربون والهيدروجين والأوكسجين وتكون فيها نسبة الأوكسجين الى الهيدروجين بصورة عامة كنسبة وجودها في الماء (1 : 2) لذلك يطلق عليها البعض الكربوهيدرات والتي تعني الكربون المائي (Carbohydrate) فنرى مثلا سكر الكلوكوز تكتب صبغته الجزئية ($C_6H_{12}O_6$) والتي يمكن كتابتها كذلك على الشكل الجزيئي$C_6(H_2O)_6$ ان التعريف السابق للسكريات لم يستطيع معالجة العديد من المركبات التي تمتلك الصيغة الجزيئية مثل حامض الخليك (CH_3COOH) وحامض اللاكتيك ($C_3H_6O_3$) وهي مركبات غير سكرية كما هو معروف وينطبق عليها التعريف السابق للسكريات، وهنالك بعض المركبات السكرية مثل الرهمانوز (Rhamnose) والتي لا ينطبق عليها التعريف.

لذلك ومن أجل معالجة هذه الاشكال، فقد تم اعتماد التعريف الذي يعتبر المركبات السكرية عبارة عن مشتقات الألديهيد أو الكيتون للمركبات الكحولية المتعددة الهيدروكسيل (Polydroxy Aldehydes And Ketones) وكل مادة تنتج هذه المواد عند تحللها تدخل أيضاً ضمن سياق هذا التعريف.

ان السكريات تعتبر من أهم المركبات الأساسية في حياة الإنسان، فمثلا السكر والنشا من المكونات الأساسية في غذاء الإنسان، والسيليلوز في الخشب والورق والقطن منتجات كربوهيدراتية نقية تتواجد في جدران الخلايا الحية وفي جزيئات الاحماض النووية مثل جزئية الـ DNA والتي تعتبر الحاملة للصفات الوراثية. كما نجد لبعض السكريات او مشتقاتها فوائد علاجية لدخولها في تركيب العديد من المركبات الصيدلانية، كما نرى للسليلوز فوائد واستخدامات طبية فهو يستخدم لمعالجة الامساك. والهيبارين وهو من السكريات المتعددة المخاطية والذي يستخدم في منع تخثر الدم.

تعتبر النباتات الخضراء المعامل الرئيسية لصنع المركبات السكرية في الطبيعة، اذ تقوم الأوراق في هذه النباتات ومن خلال عملية التركيب الضوئي (Photosynthesis) بعملية كيميائية معقدة بتحويل

ثاني اوكسيد الكربون (CO_2) والماء (H_2O) وبوجود طاقة الشمس (ضوء الشمس) التي تقوم اليخضور (الكلوروفيل) بامتصاصها الى سكر الكلوكوز ($C_6H_{12}O_6$) ويتحول الكلوكوز بعد ذلك الى السكريات المتعددة النشا والسليلوز اللذين يخزنان او يستثمران من قبل أجزاء النبات المختلفة.

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow{\text{ضوء الشمس}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

وهذه العملية وما تؤدي إليه من نواتج عضوية متنوعة تعتبر من أساسيات حياة جميع الكائنات في المعمورة، اذ ان حاجة الحيوانات الى الطاقة تأتيها من تناول المنتجات النباتية مثل السليلوز والنشا.

تصنيف المركبات السكرية

تصنف السكريات تبعاً الى نواتج تحللها الى ثلاثة أصناف رئيسية هي :

أ – السكريات الاحادية : (Monosaccharides)

وهي المركبات السكرية التي لا يمكن تحليلها الى سكريات أبسط منها، وتسمى كذلك بالسكريات البسيطة مثل الكلوكوز والفركتوز والرايبوز والهبتلوز.

ب – السكريات قليلة السكر : (Oligosaccharides)

وهي المركبات السكرية التي تحتوي في تركيبها على عدد من السكريات الاحادية التي ترتبط مع بعضها عن طريق الروابط الكلوكوسيدية (Glycosidic Linkage)، ويمكن اعتبارها مركبات كلوكوسيدية مكونة من ارتباط (2–10) جزيئات من السكريات الاحادية البسيطة، وهي توجد في النباتات والحيوانات. ويمكن ان تصنف هذه المجموعة من السكريات الى أصناف اخرى اعتمادا على عدد السكريات الاحادية التي تحتويها، فتسمى المركبات التي تحتوي على جزيئتين سكريتين بالسكريات الثنائية مثل السكروز والمالتوز، والتي تحتوي على ثلاثة جزيئات من السكريات الاحادية بالسكريات الثلاثية مثل سكر الرافينوز (Raffinose).

جـ – السكريات المتعددة : (Polysaccharides)

وهي المركبات السكرية التي تحتوي على أكثر من عشر جزيئات من السكريات الاحادية مثل النشا والكلايكوجين والسيليلوز، وهي عبارة عن مبلمرات لسكر الكلوكوز، تختزن كغذاء احتياطي او تصنع منها الأجزاء الصلبة مثل جدران الخلايا في النباتات مثل السليلوز، وهي مركبات ذات أوزان جزيئية عالية قد تصل الى عدة ملايين.

كذلك يمكن تصنيف المركبات السكرية مختبريا الى صنفين رئيسيين اعتماداً على قابليتها الاختزالية فهي اما ان تكون مركبات سكرية مختزلة مثل الكلوكوز والفوكتوز والمالتوز، او مركبات سكرية غير مختزلة مثل السكروز والنشا والكلايكوجين والسليلوز.

تفاعلات السكريات الأحادية مع الكحولات:

عند معاملة السكريات الاحادية مع المركبات الكحولية بوجود حامض الهيدروكلوريك كعامل مساعد نحصل على مركبات تسمى بالكلايكوسيدات (Glycosides) والتي تتميز بشكلها الحلقي الثابت في الماء والذي قد يتشكل على هيئة الفيورانوز أو البيرانوز، حيث يمكن ان يوجد منهما بترتيب فراغي ألفا (a) أو (B). إن ثبات الشكل الحلقي لهذه المركبات في الماء يؤدي الى اختفاء ظاهرة التدوير الضوئي التبديلي فيها. وهي بالإضافة الى ذلك تعتبر مشتقات سكرية غير مختزلة.

تنتشر مركبات الكلايكوسيدات في الطبيعة بشكل كبير ويكون للعديد منها فوائد طبية مختلفة لعلاج العديد من الامراض وتأثيرات حيوية اخرى.