الكيمياء الحيوية

1/ **تعريف الكيمياء الحيوية:** هو ذلك العلم الذي يهتم بدراسة مكونات والتفاعلات الكيميائية للمادة الحية وكذا المواد التي تأتي من المادة الحية.

كما أن الكيمياء الحيوية تستعمل في وصف بنية ومواقع المركبات التي تدخل في تركيب الكائنات الحية.

2/ **تعريف المادة الحية:** هي كل مادة تتكون من ثلاثة عناصر أساسية هي : الماء ، الأملاح المعدنية و المواد العضوية.

3/ تعريف المواد العضوية : هي كل مادة تتخرب عند تعرضها للحرارة فتطرح غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 و يشكل الفحم في الأخير. و هي تتشكل من اربعة عناصر أساسية C.H.O.N في تركيبها.

I/- السكريـــــــات :

عموميات: لقد عرف القدماء السكريات وذلك لتواجدها بكثرة في الطبيعة.

- وكانت هناك كتابات للعرب حول سكر العنب " غلوكوز" وذلك في القرن 11 ميلادي.
- في 1747: الصيدلي الألماني Marggrafقام بعزل سكر السكروز عن طريق الشمندر السكري.
- في 1900 كانت هناك أعمال جد ملحوظة من طرف العالم الكيميائي الألماني " Emil Fischer" حيث قام بوضع بنية خطية للغلوكوز مع سكريات بسيطة أخرى.

وأطلقت على هذه المركبات السكرية " الكربوهيدرات " وذلك لاحتوائها على ثلاثة عناصر أساسية في تركيبها "C. H.O." وذلك حسب بنيتها العامة هي: $C_n H_{2n} O_n$

ومثال على ذلك السكريات التي تحمل 6 ذرات كربون: غلوكوز، غالكتوز، فركتوز.

تعريف: الكربوهيدرات هي عبارة عن متعدد الكحول تحتوي على وظيفة كربو نيلية (ألدهيدية أو كيتونية).

تصنيف السكريات: و قد تم تصنيف السكريات إلى السكريات البسيطة (Oses) و السكريات المركبة (Osides) و هي وحدها قابلة للإماهة.

I/ السكرات البسيطة (Oses) :

- هي السكريات التي لا يمكن تبسيطها إلى أكثر ماهية عليه.
- هي عبارة عن سلسلة كربونية غير متفرعة تحتوي على وظيفة كربونيلية (ألدهيدية أو كيتونية) و ن وظيفة كحولية و تكون صيغتها الجزئية كالتالي : $C_n H_{2n} O_n$

ن – 1 = وظيفة كحولية.

1 – وظيفة كربونيلية.

*** تصنيف السكريات البسيطة:**

1/ على حسب عدد ذرات الكربون المتواجدة في بنيتها:

C3 ←—— تريوز C4 ←—— تيترايوز

C5 ←—— بنتوز C6 ←—— هكتوز

C7 ←—— هبتوز

و السكريات الأكثر تواجد في الطبيعة لكون فيها عدد ذرات الكاربون بين 03 و 07.

ب- حسب الوظيفة الكاربونيلية:

السكر له نفس عدد ذرات الكربون و لكن الاختلاف يكمن في طبيعة الوظيفة الكاربونيلية ، فنميز نوعين من السكريات:

- سكر بوظيفة ألدهيدية – نتكلم عن ألدون.
- سكر بوظيفة كيتونية – نتكلم عن كيتوز.

II/ السكريات المركبة: les osides

و هي سكريات تنقسم إلى سكريات هلوزيدية و سكريات هيتيروزيدية hétérosides

1/ Holosides : هي عبارة عن مركبات تحتوي في تركيبها إلا على السكريات البسيطة

2/ Hétérosides : هي عبارة عن إتحاد ن جزيئة من السكريات الأحادية مع جزيئة غير سكرية أو إقليكون " Oglycone "

" Oglycone " قد يكون ذو طبيعة بروتينية أو دسم أو مركب كيميائي أخر.

III- بنية السكريات:

1/ البنية الخطية:

السكريات هي عبارة عن مركبات تتشكل من سلاسل كربونية غير متفرعة تحمل فيها جميع ذرات الكربون وظيفة كحولية ماعدا وظيفة واحدة منها فهي وظيفة كربونيلية (ألدهيدية أو كيتونية)

ألدهيد $R-\overset{H}{\underset{|}{C}}=O$ كيتون $\overset{R}{\underset{|}{C}}=O$

- إذا كان السكر يحمل وظيفة ألدهيدية فهو ألدهيدي " ألدوز".
- إذا كان السكر يحمل وظيفة كيتونية فهو كيتوني " كيتوز".
- كما تمتاز السكريات بخاصية الاستقطاب الضوئي ناحية اليسار أو ناحية اليمين، و بذلك يصبح السكر البسيط بصيغة سكر بسيط D (+) يميني، بصيغة L (-) يساري على السلسلة الكربونية في الكربون ما قبل الأخير و التي يتوقف عليها نوع السكر.

مثال: غليكوز – غالكتوز – فراكتوز.

★ **البنية الحلقية للسكريات البسيطة:**

- قد أظهرت بعض الدراسات بالأشعة السينية أن السكريات البسيطة لها القدرة على انكسر الأشعة الضوء. و أن هذه الأخيرة أعطت بنيات لهذه السكريات و هي ما تعرف ببنية " **هاورث** " نسبة إلى مكتشفها و تسمى كذلك بالبنيات الحلقية.
- إن هذه البنيات تتحكم فيها الوظيفة الكاربونيلية لسكر. أي إذا كان السكر يحمل وظيفة ألدهيدية فهدا السكر يحمل شكل سداسي و يسمى بيران مثال : غلوكوز.
- إذا كان السكر يحمل وظيفة كيتونية فانه يأخذ شكل خماسي و يعرف **" فيران "** مثال: فراكتوز.

VI- السكريات المركبة: Les Osides

و هي تنقسم إلى سكريات متجانسة و سكريات غير متجانسة.

1/ السكريات المتجانسة: هي عبارة عن مركبات تحتوي في تركيبها إلا على السكريات البسيطة.

2/ السكريات الغير متجانسة: هي عبارة عن إتحاد (ن) من جزيئة من السكريات الأحادية مع جزيئة غير سكرية أقليكون " aglycone ".ح

" aglycone " قد يكون ذو طبيعة بروتينية أو دسم أو مركب كيميائي أخر.

I/ السكريات المتجانسة: هي عبارة عن اتحاد ن من السكريات البسيطة تسمى رابطة سكرية أو رابطة " غليكوزيدية ".

- إن السكر الذي يتحد مع سكر أخر بواسطة الكربون الوظيفي يؤديه إلى فقدان خاصيته الإرجاعية و كذا صيغته الحلقية و ثباته في شكل α و β.

- و منه يمكننا أن نميز نوعين من السكريات المتجانسة :

أ – السكريات الثنائية:

أ-1/ تعريف: هي عبارة عن إتحاد نوعين من السكريات البسيطة برابطة سكرية

$$R\text{–}OH + R'\text{-}OH \longrightarrow R\text{-}O\text{-}R' + H_2O\nearrow$$

و عليه تكون صيغتها العامة : $C_{12}H_{22}O_{11}$

- تكون الرابطة السكرية ثابتة في الوسط القاعدي و غير ثابتة في الوسط الحامضي.

- تكون هذه الرابطة سهلة الكسر بواسطة الأنزيمات مثل (أميلاز، مالتاز).

الخواص الفيزيوكيميائية للسكريات الثنائية:

1- الخواص الفيزيائية:

1- تنحل في الماء و تشكل معه محاليل حقيقية.

2- تكون في حالة نقية في شكل مساحيق متبلورة.

3- ذات طعم أكثر حلاوة من السكريات البسيطة.

4- قبلة للإماهة.

5- قابلة للترشيح.

6- غير قابلة للأكسدة و التخمر.

7- جميعها مرجعة لمحلول **فهلنك** ما عدا السكروز.

- **صيغتها الكيميائية :**

$$C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6 \longrightarrow C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$$

و تكون صيغتها $C_{12}H_{22}O_{11}$ ثابتة.

- سكروز = غلوكوز + فراكتوز.
- مالتاز = غلوكوز + غلوكوز (سكر الشعير).
- اللاكتوز = غلوكوز + غالكتوز (سكر الحليب).

- **البنية الخطية حسب فيشر:**

- **البنية الحلقية:**

مثال01: سكروز

- إن السكروز هو سكر غير مرجع و ذلك لفقدانه الوظيفيين الكربوكسيلتين معا.

مثال 02: مالتوز Maltose

- النموذج β هو الأكثر انتشار و لكن يوجد النموذج α

مثال 03: اللاكتوز Lactose

Ose = لأنه مرجع.

عملية الإرجاع: و هي أن الوظيفة الكربونية تتحول إلى وظيفة كحولية و بالتالي يتحول السكر إلى متعدد الكحول.

II- السكريات المعقدة :

إن السكريات المركبة تتركب من عدد كبير مكن السكريات البسيطة (n) حيث تكون n> 10 و هي جزيئات عملاقة (ضخمة). و فيما يلي نذكر بعض الأمثلة التي لها أهمية من الناحية البيولوجية.

تصنيف السكريات المعقدة:

1/- تصنف السكريات المعقدة حسب الوظيفة البيولوجية فهناك السكريات ادخارية مثل : غليوجين . النشاء.

و لدينا أيضا سكريات هيكلية مثل السيليلوز.

2/- تصنف حسب الوحدة التركيبية لها مثل:

- السكريات المعقدة التي يدخل في تركيبها الغلوكوز تسمى غليوزان (6C).
- و التي يدخل في تركيبها أرابنوز تسمى أرابان (5C).
- و التي يدخل في تركيبها المانوز تسمى منان (6C).

- **دراسة بنية السكريات المعقدة:**

مثل السكريات الثنائية إن معرفة بنية السكريات المعقدة يحتاج :

1- معرفة السكر البسيط المكون لها.

2- معرفة نوع الرابطة بين السكريات البسيطة .

3- معرفة اتجاه α أو β في الرابطة الأوزيدية بين السكريات البسيطة.

4- معرفة طول و الوزن الجزيئي للسكر المعقد.

في الطول:

نعتمد على الطرق الفيزيائية و الكيميائية و هي سهلة مثل الطرد المركزي Centrifugation (الرحلان الكهربائي) و لكن الطرق الكيميائية تعطي أفضل نتائج مثل الإماهة الجزيئية عن طريق إضافة أنزيم.

أما الوزن:

فيجب معرفة عدد جزيئات السكر البسيط الداخلة في تركيب السكر المركب نضربها في الوزن الجزئي للوحدة Unit/PM.

- **دراسة بعض السكريات المعقدة:**

1/- النشاء: يتركب من سلسلة خطية تعرف بالأميلوز و التي تمثل نسبة 15 إلى 30% من النشاء و السلاسل المتفرعة تعرف بالأميلوبكتين و التي تمثل نسبة 70 إلى 85% من النشاء و يتراوح وزنه الجزيئي ما بين 40000 إلى 200000 جزيئة.

1/ أ- الأميلوز:

هو عبارة عن سكر معقد يحتوي على سلسلة خطية ، وحدتها D glucopylanose يتحد برابطة α(4.1)، طول السلسلة متغير غير ثابت.

1/ ب- الأميلوبكتين:

هو سكر معقد متجانس ذو بنية جد متفرعة و الرابطة من نوع α(1-4) في السلسلة الأصلية و α(1-6) في التفرع.

- **إماهة النشاء:**

إن النشاء ذو مصدر خارجي يتحصل عليه جسم الإنسان عن طريق الأغذية و تحدث له عملية الاماهة في الجهاز الهضمي عن طريق الأنزيمات.

إن أنزيم أميلاز المتواجد في اللعاب هو عبارة عن α أميلاز أو α(4.1) غليكان الذي يعمل على هدم النشاء على مالتوز و لكن عمل هذا الأنزيم يكون غير كاف بسبب المدة القصيرة في الفم، و لكن تتواصل عملية هدم النشاء عن طريق أنزيم أميلاز البنكرياسي الذي يعمل على هدم الروابط α(1-4) و نحصل في الأخير على خليط من البنيات (مالتوز، غلوكوز، أو ليجوزيد ...).

2/- الغليكوجين: هو عبارة عن سكر معقد ادخاري للخلايا الحيوانية خاصة الكبد بنسبة 10% و العضلة من 1 إلى 2% .

- غليكوجين له وزن جزئي ضخم جدا (05 إلى 15 مليون) مقارنة مع السكريات المعقدة الأخرى كما يحتوي على بنية متفرعة جدا و يتكون من وحدة D glucopyranose متحدة بروابط α(1-4) و تكون متفرعة بين كل 8 إلى 12 جزيئة بروابط α(1-6).

3/- السيليلوز: هو سكر معقد له بنية خطية و يحتوي في تركيبه على D glucose بروابط β(1-4)، و هو مكون أساسي للحطب و القطن ... و السيليلوز يوجد في صورة نقية ، و يتكون من 300 إلى 15000 جزيئة D glucose و يكون غير قابل للذوبان في الماء.

II/- البروتينات Les Protéines

- و هي عبارة عن مواد ذات طبيعة بروتيدية تنشأ من إتحاد عدد كبير من الأحماض الأمينية تفوق 100.

- **الخصائص الفيزيائية:**

1- **الحرارة:** ⟵ زلال البيض + الحرارة ⟵ تشكل حثالة و هذا يدل على أن البروتين يتخثر بالحرارة.

2- **أحماض قوية:** تشكل حثالة ⟵ تتخرب بالأحماض القوية.

3- **الأسس القوية:** ⟵ تشكل حثالة ⟵ تتخرب بالأسس القوية.

4- **الكحولات:** ⟵ تشكل حثالة ⟵ تتخرب بالكحوليات.

- **الانحلال و الذوبان:**

تشكل محلول رغوي ⟵ لا ينحل كليا في الماء.

- قابلية التبلور.
- هي أساس تكوين الأجسام المضادة في الجسم.

- **الخصائص الكيميائية:**

1/- تفاعل يوريك (ثنائي البولة):

- نبوب اختبار + زلال البيض + NaoH + حمض $CuSo_4$ (كبريت النحاس).
- نتيجة: تشكل حلقة بنفسجية (+++).

2/- تفاعل الاكوبروتيك (تفاعل الأصفر أحيلي):

أنبوب اختبار + زلال البيض + الأوزت المركز HNo_3.

- تشكل راسب أصفر ⟵ هذا الراسب عبارة عن مادة بروتينية.

- **الاماهة :**

لابد من توفر شروط مخبرية لعملية الاماهة.

- أن يوجد وسط حامضي (HCl) في درجة حرارة تقدر ب 110% في مدة زمنية تقدر ب 48 ساعة.

- تصنيف البروتينات: نميز نوعين من البروتينات:

1- البروتينات الليفية (Protéines Fibreuses).

2- البروتينات الكروية (Protéines globulaires).

I/- البروتينات الليفية (Protéines Fibreuses):

و هي البروتينات الأكثر انتشار و تشكيلها أكثر بساطة حيث تتكون من سلسلة بيبتيدية خيطية سميكة و أكثر خشن.

أمثلة: خيوط الميوزين، الأكتين، الكراتين.

1/- كراتين: هو عبارة عن بروتيني ليفي، غير قابلة للذوبان في الماء ، تصنع من طرف الخلايا السطحية للجلد (Ectoderme) و نميز منها:

1- α كراتين Kératine : توجد في الأظافر، القرون، الشعر، الصوف، الجلد.

2- β كراتين: أكثر كثافة و هو يدخل في تركيب خيوط العنكبوت، القشرة، جلد الزواحف، أظافر الطيور.

3- كولاجان collagène: و هو البروتين الأكثر انتشار عند الفقاريات سامية، و توجد عدة أنواع من الكولاجان و تختلف من حيث تركيبها و توزعها عبر الأنسجة و العضوية.

- الكولاجان هي عبارة عن بروتينات ضخمة ليفية توجد في الهيولة الداخلية للخلية التي تشكل نظام الارتباط الذي يسمح بجمع الخلايا في شكل نسيج، و النسيج في شكل أعضاء و الأعضاء في شكل عضوية.

II – البروتينات الكروية: Protéines globulaires

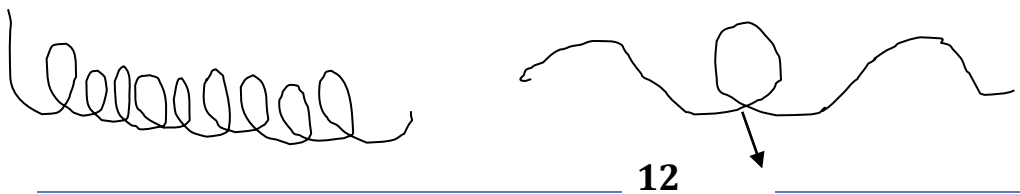
- البروتينات الكروية بنيتها أكثر تعقيد.
- جميع الأنزيمات ذات الطبيعة البروتينية هم بروتينات كروية.
- هم بروتينات قابلة للذوبان في الماء.

مثال: هيموقلوبين: هو بروتين كروي وزن جزئي قليل.

- يضمن نقل O_2 إلى ميتوكوندري الخلية و الليف العضلي .
- بروتين كروي ذو بنية رباعية يتكون من 4 تحت وحدات من بروتين الغلوبين، 02 سلاسل 141 ← AA α و 02 سلاسل 146 ← AAβ + مجموعة Fe^{+2} + برفورين = هيم.

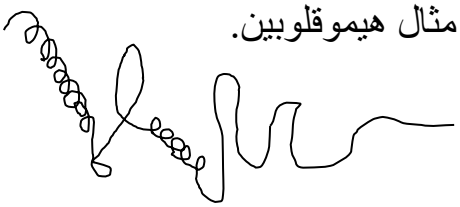
- **بنيتهـــــا:**

- **البنية الأولية:** يقصد من ذلك تتابع العدد من الأحماض الأمينية في سلسلة واحدة أو عدد سلاسل بيبتيدية أو البروتين NH_2 ~~~~~ COOH.
- **البنية الثانوية:** هنا يمكن للسلاسل البيبتيدية في جزيئة لبروتين أن تلتف في صورة حلزونية و ذلك تحت تأثير القوة الجاذبية و النافرة تشكل الروابط الهيدروجينية بين C=O و N=H.

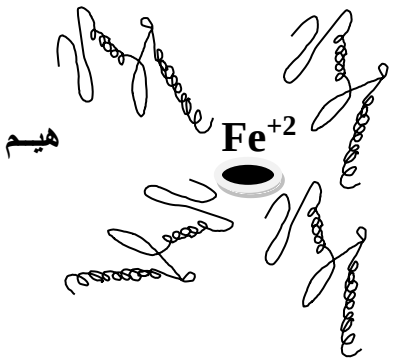


رابطة هيدروجينية

- البنية الثلاثية: يقصد بها الوضع العام في الفراغ حيث يمكن ترتيب صورة حلزونية من البيبتيدات أو البروتين في تكوين مركب بيضوي أو كروي مثال هيموقلوبين.



- **البنية الرباعية:** يطلق اسم البنية الرباعية على بروتين على التركيب الفراغي، حيث تلتحم وحدات البروتين البنية الثلاثية في صورة طبقات أو تجمعات لتعطي البنية الرباعية.
-



III/- الدســـــــم : Les Lipides

تعريف الدســم : هي عبارة عن مواد عضوية تتكون من ثلاثة عناصر أساسية هي C.H.O و لكن لا تنطبق عليها الصيغة $C_n H_{2n} O_n$ ، تنتشر في الطبيعة و توجد في صور واسعة ، و توجد في الأنسجة الحيوانية و النباتية على شكل مواد ادخارية تكون عبارة عن سائل زيتي ، صلبة، دهون، لا تقتصر كمادة دسمة بل هي مهمة في المادة الحية.

- **الخواص الفيزيائية للدسم :**
  - **الذوبان:** إن الدسم لا تذوب في الماء و تشكل معه مستحلب غير ثابت.

- توجد في الحالة السائلة مثل الزيوت أو صلبة مثل الدهون.

- **الإماهة القاعدية:**

أنبوب اختبار + كمية من الزيت ثم نضيف كمية من البنزين.

- ينحل الدسم في المذيبات العضوية و لا تظهر أثار على ذلك.
- يعمل الدسم كعازل حراري في الجسم.
- ذات مبدأ احتياطي كبير من الطاقة.

- الخواص الكيميائية للدسم:

1/ - **الأسترة:** تنشأ الأسترة من تفاعل المجموعة الوظيفية الحمضية للحمض الدسم مع الوظيفة الكحولية، و ذلك وفق التفاعل التالي:

ماء + أستر ⟵ كحول + حمض

$$R\text{-}COOH + R\text{-}OH \rightleftharpoons R\text{-}COOR + H_2O$$