البروتينات Proteins

أ. حسين محمد كاطع

كلمة بروتين تعني الذي يأتي اولا ،وهي مواد عضوية غير بسيطة ومعقدة التركيب ومكونة من وحدات هي الاحماض الامينية التي ترتبط بأواصر خاصة تسمى الاصرة الببتيدية peptide bondوتتكون البروتينات من عناصر أساسية تشمل C ، H، O ، N واحيانا توجد عناصر S ، P ، Fe ، Cu ، I كما في الجدول التالي:

C 50% ، H 7% ، O 23% ، N 16% - S3% ، P 3%

واول من اطلق مصطلح بروتين هو Gerardus Mulderعام802وهو كيمياوي دنماركي . وتعد البروتينات من المكونات الاساسية لكل خلية ويستفاد منها في تكوين وتجديد الانسجة ، وهي ذات اوزان جزيئية مرتفعة تتراوح بين عدة الاف الى مليون او اكثر ، وهي من المقومات الاساسية للجلد والعضلات والاظافر والشعر والدم والاجسام المضادة والانزيمات وكذلك لعدد من الهرمونات والمضادات الحيوية ،وتكون البروتينات الجزء الرئيسي للمادة الحية في الخلية وهو البروتوبلازم.

وتعمل البروتينات كأنزيمات وبعضها كأجسام مضادة والبعض الاخر يقوم بوظائف منها تنظيم العمليات الايضية . والبعض الاخر يقوم بعمليات تتعلق بجميع النشاطات الفسيولوجية كتخليق البروتينات من المصادر اللاعضوية للنتروجين والماء وثاني أوكسيد الكاربون وبالمقابل يعتمد الحيوان والانسان على بروتينات النبات والحيوان في الغذاء لتزويدها بالمكونات الضرورية لتخليق وبناء البروتينات حيويا ، وان جسم الانسان يحتوي على البروتين بنسبة 19% في الجسم وهي ثلثي نسبة الماء في الجسم ويوجد حوالي 45% من بروتين الجسم في العضلات وحوالي 18% في الهيكل العظمي بينما في الجلد 10% و 4% في انسجة التخزين .ويوجد الـ p في الكازين (بروتين الحليب) بينما يوجد الـ I في بروتينات الغدة الدرقية والـ Fe في بروتين الهيموكلوبين ،وان محتوى البروتين في الاغذية مقدر بـ غم /100غم من المادة الغذائية وهي :

اللحوم	9–24 %
الحليب ومشتقاته	005 -- 6 0 3 %
الفواكه	003–4 0 3%
المكسرات	2 -- 20%
البقوليات	3 -- 20%
الخضراوات	00 5 -- 4 %
الحبوب	5 -- 34%

اما اعضاء الحيوان فإنها تحتوي على كميات اكبر من البروتين وكما يلي :

الكبد	20 - 30%
العضلات	30%
خلايا الدم الحمراء	30.%

وتكون نسبة البروتين مرتفعة في كل من الشعير والعظام والاعضاء والانسجة الاخرى حيث تنخفض بها نسبة الماء .

وظائف البروتينات Function of proteins

يقوم البروتين بوظائف عديدة ومتنوعة في الجسم فهناك وظائف حيوية وانزيمية ونقل وهرمونية وخازنة وتركيبية ووقائية وتقلصيه وصيانة ، ويلاحظ بانه لا يقتصر دور البروتين على بناء الانسجة فقط ، بل يتعدى ذلك الى القيام بأعمال الصيانة والمقاومة ، كما يدخل في تركيب الانزيمات والهرمونات والاجسام المضادة ،كما يؤدي دوره في تنظيم بعض العمليات الايضية بالجسم ويساعد دلى توليد الطاقة ، فالبروتين له دور وقائي وعلاجي بل وحيوي في اي جسم من الاجسام الحية فمن الضروري جدا ان يتوفر للجسم كل ما يحتاجه من البروتين حتى تتوفر للجسم كل العوامل الصحية ولكي تستمر كل اجهزة الجسم في اداء وظائفها بكفاءة عالية ،وفيما يلي وظائف البروتينات :

1- **الوظيفة الحيوية**/تعتبر البروتينات ذات اهمية حيوية وان قيمتها الحيوية تعتمد على ما تحتويه من الاحماض الامينية الاساسية التي تدخل في تركيب البروتين ،وعلى سبيل المثال تعتبر بروتينات الحليب والبيض واللحم من البروتينات ذات القيمة الحيوية العالية لان هذه البروتينات تمد الجسم بما يحتاجه من احماض امينية أساسية ، فالتوازن البروتيني في الجسم قد يختل مما يؤدي ذلك الى زيادة عمليات هدم البروتينات في الجسم مقارنة مع العمليات البنائية له ، وتشير الدراسات بأن عدد الاحماض الامينية الاساسية في الصغار هي عشرة وتشمل :

Tryptophane، *Arginine* ، Isoleucine ، Valine ، Threonine ، Leucine ، Methionine، *Histidine*، Lysine ، Phenylanine. اما في حالة الكبار فأن عدد الاحماض الامينية الاساسية هو ثمانية فقط اذ لا يعتبر الحامضيين الامينيين الارجنين والهستيدين ضمن هذه الاحماض الامينية الاساسية ويرجع السبب في ذلك الى انه في الصغار يكون معدل تكوين هذين الحامضين الامينيين بالجسم اقل من معدل الحاجة اليها ،وبذلك يكون هناك احتياج اليها ،اما في الكبار فان ما يتكون من هذين الحامضين الامينيين يكون كافيا لتزويد الجسم بما يحتاجه من هذين المركبين .

وان الضرورة القصوى هي التي تحدد القيمة الحيوية للبروتين وتقدر القيمة الحيوية للحليب 84 % ، وهناك بروتينات قيمتها الحيوية منخفضة مثل بروتينات الذرة والجيلاتين لافتقارها الى الاحماض الامينية الاساسية .

2- **وظيفة انزيمية**/ ان اهم واكبر اصناف البروتينات والتي لها فعالية العامل المساعد في التفاعلات الحيوية.

3-**وظيفة نقل** /لبعض البروتينات وظيفة نقل والتي لها القابلية على نقل انواع خاصة من الجزيئات عن طريق الدم ، حيث يتحد الالبومين الموجود في مصل الدم بشدة مع الاحماض الدهنية الحرة حيث ستقوم البروتينات بنقل الدهون بين الانسجة الدهنية واعضاء الجسم الاخرى مثل القلب والكلى .

4-**وظيفة هرمونية** / تستخدم بعض البروتينات كهرمونات ، لان هناك عدد من الهرمونات ذا تركيب بروتيني ، والهرمونات هي مركبات تفرز من الغدد الصماء وتعمل بالسيطرة على العمليات الايضية في الجسم

وهي تمتلك فعالية حيوية منها هرمون الانسولين الذي يفرز من قبل البنكرياس واذي ينظم تمثيل السكر وتحديد مستواه في الدم .

5 – **وظيفة خازنة** / تستخدم بعض البروتينات لخزن المواد الغذائية الاخرى ، حيث ان بروتين الحنطة الكليادين gliadin يقوم بتجهيز الجنين بالأحماض الامينية الاساسية للنمو .

6–**وظيفة تركيبية** / البروتين الليفي الذي يعرف بالكولاجين collagen يدخل في تركيب الانسجة الرابطة والعظام للحيوانات وكذلك بروتين الكيراتين keratin وهو البروتين الذي يدخل في تركيب الجلد والشعر والاظافر والريش .

7–**وظيفة وقائية** / تمتلك بعض البروتينات وظائف وقائية protective ضد الفايروسات والبكتريا وتسمى هذه البروتينات بالاجسام المضادة antibodies والتي تتحد مع الاجسام الغريبة التي تدخل الجسم وتدعى antigens مما توقف عملها .

8–**وظيفة تقلصية** / تعمل بعض البروتينات كعناصر اساسية في عملية التقلص والانبساط ومن اهم هذه البروتينات هي الاكتين actin والمايوسين myocin والتي تكون اساسية للجهاز الحركي العضلي وهما عبارة عن شريطين من البروتينات .

9–**وظيفة صيانة** / تقوم بروتينات بلازما الدم وخصوصا الالبومين دورا مهما واساسيا للمحافظة على الضغط الازموزي للخلايا النسيجية .

10- **وظيفة مصدر للطاقة** / يمكن ان يستعمل البروتين كمصدر لتوليد الطاقة في الجسم فالغرام الواحد من البروتين يعطي عند الاحتراق في الجسم 4 سعرات حرارية .

تقسيم البروتينات Classification of proteins

تتركب البروتينات من C و H و o و N اضافة الى وجود S و P و I وFe و Co ويعتبر N من العناصر المميزة للبروتين حيث انه لا يوجد في الكربوهيدرات والدهون ، وتوجد انواع كثيرة من البروتينات في الطبيعة ، وتختلف البروتينات سواء في النبات والحيوان من نسيج الى نسيج كما وتختلف الانسجة المماثلة في الانواع المختلفة وقد قسم kleiner and orten عام 1962 البروتينات الى :

1 - **البروتينات البسيطة** simple proteins

2- **البروتينات المركبة**---compound proteins

3-**البروتينات المشتقة**derived proteins

وهناك تقسيمات اخرى غير اساسية على اساس :

1- قابلية ذوبانها.
2 - وظيفتها الحيوية.
3– الطبيعة الكيميائية .
4– التركيب الكيميائي .

5– الصفات الفيزيائية.
6– القيمة الحيوية .*وإليك قسم من هذه التصنيفات ومنها:*

تصنيف البروتينات تبعا للوظيفة الحيوية

قد تكون للبروتين أكثر من وظيفة واحدة فمثلا البروتين القابل للانقباض والذي يعرف بـ mucin يعمل كذلك كأنزيم Adenosine Triphosphatase الذي يحلل Adenosine Triphosphate أي يسبب نزع مجموعة الفوسفيت من Adenosine Triphosphate عن طريق أدخال جزيئة ماء بالإضافة الى ذلك فقد لا تعرف غالبا الوظيفة المحددة لبروتين معين حيث لا يمكن تسمية البروتين بأنزيم ما لم تعرف المادة الاساس التي يعمل عليها الانزيم.

تصنيف البروتينات تبعا لطبيعتها الكيميائية

حيث يمكن تقسيم البروتينات تبعا لهذه الطبيعة الى ما يلي:

اولا/البروتينات الدهنية Lipoproteins

تعتبر البروتينات الدهنية من الجزيئات الحيوية والتي توجد في الاغشية المحيطة بالميتوكوندريا والشبكة الاندوبلازمية وفي النوية ، كما وتوجد في الاغلفة الغمدية للأعصاب والبلاستيدات الخضراء واغشية البكتريا ،وتوجد البروتينات الدهنية على هيئة كليسيريدات ثلاثية وفوسفولبيدات وكوليستيرول واسترات وهي ناتجة عن اتحاد الدهن مع البروتينات المتخصصة لتكوين البروتينات الدهنية ، فالوظيفة الاساسية لها هي:

1- القيام بنقل الدهون من الامعاء الدقيقة الى الكبد ومن الكبد الى الانسجة الدهنية.

2 - تلعب دورا مهما في تكوين امراض القلب.

ويمكن تصنيف البروتينات الدهنية اعتمادا على كثافتها الى اربعة انواع وهي:

1- البروتينات الدهنية ذات الكثافة الواطئة جدا(VLDL)*V*ery *L*ow *D*ensity *L*ipoproteins
وظيفتها الاساسية نقل الدهون المتعادلة (الكليسيريدات الثلاثية)المتكونة في الكبد الى الخلايا وهي:

كثافتها 1- 0.95 غم/مل .
نسبة الكلسيريدات الثلاثية 6% .
ونسبة البروتين 10% .
ونسبة الفوسفولبيدات18%.
ونسبة الكولستيرول15%.
الوزن الجزيئي لها 5–6 مليون دالتون .

2 - البروتينات الدهنية ذات الكثافة الواطئة *L*ow *D*ensity *L*ipoproteins (LDL)

وظيفتها الاساسية هو نقل الكولستيرول من الخلايا وهي:

ذات كثافة من 1- 1.6 غم/مل.

ونسبة الكلسيريدات الثلاثية من 10 – 11%.

ونسبة البروتين من 12– 25%.

ونسبة الفوسفولبيدات من 22 – 28% .

ونسبة الكولستيرول27 – 45%.

الوزن الجزيئي لها 2 مليون دالتون .

3 - البروتينات الدهنية ذات الكثافة العالية (HDL)*D*ensity *L*ipoproteins *H*igh

وظيفتها الاساسية هو نقل الكولستيرول من الخلايا ، وهي عامل مهم جدا في امراض القلب مثل تصلب الشرايين والجلطة القلبية أو السكتة القلبية وهي:

ذات كثافة من 1.06 – 1.21 .

ونسبة الكلسيريدات الثلاثية من 3 – 6%.

ونسبة البروتين 50– 58%.

ونسبة الفوسفولبيدات من 25– 30.

ونسبة الكولستيرول12– 18%.

الوزن الجزيئي لها 100– 400 ألف دالتون .

4–الكايلومكرونات Chylomicrones

هي عبارة عن قطيرات صغيرة من الكلسيريدات الثلاثية المغلفة بطبقة رقيقة من البروتين وهي اكبر من بقية البروتينات الدهنية ووظيفتها الاساسية نقل الكلسيريدات الثلاثية من الامعاء الدقيقة بعد امتصاصها الى مخازنها في الكبد وهذا البروتين :

ذات كثافة 0.92 – 0.96غم/مل.

ونسبة الكلسيريدات الثلاثية من 80– 96%.

ونسبة الروتين 2 – 107%.

ونسبة الفوسفولبيدات من 5 70– 8 %.

والوزن الجزيئي لها 1– 10مليار دالتون .

ثانيا /البروتينات السكرية glycoproteins

هي تلك البروتينات التي تحتوي على وحدة سكرية أما ان تكون من galactose أوglucoseاو مشتقاتها من السكريات الامينية وهي glucosamine و galactosamine كما يوجد في بعض الاحيان xylose وfractose وحامض glucouronic acid وحامض السياليك وسكريات بسيطة مرتبطة مع البروتينات أما بروابط تساهمية أو بواسطة رابطة كلايكوسيدية مع مجموعة هيدروكسيل مع الحامض الاميني السيرين serine أوالثريونين threonine ويعتبر glucosamine من المكونات الرئيسية للكايتين chitine وهو سكر متعدد يدخل في تركيب الهيكل الخارجي للقشريات .

ثالثا / البروتينات الفوسفاتية Phosphoproteins

هي تلك البروتينات التي تحتوي على P في تركيبها الكيميائي والذي يكون بشكل استر أي فوسفيت مؤسسترة الى السيرين كما هو الحال في معظم الكازينات وهو البروتين الرئيسي الموجود في الحليب .

رابعا / البروتينات المعدنية *Metalloproteins*

هي تلك البروتينات الحاوية على بعض العناصر المعدنية في تركيبها الكيميائي مثل Fe وCu وZn ومثال ذلك transferrin الذي يحتوي على Fe وكذلك انزيم الكاربونيكانهايدرز الذي يحتوي على الزنك والسيريوبلازمين الذي يحتوي على Cu 0 وتحتوي العديد من الانزيمات الحيوانية على ايونات الخارصين حيث تكون هذه الايونات مرتبطة مع كبريت السيستين اذ تحتوي كل الخيول على بروتين الميتالوثيونين الذي يحتوي على 509% من الكادميوم أضافة الى احتوائه على 22% من الخارصين ويكون كلا هذين العنصرين مرتبطين بالكبريت ، وقد وجد معقد الفانديوم والبروتين الذي يعرف بالهوموفاندين بكميات مرتفعة وبصورة غير متوقعة في الخلايا الخضراء – المصفرة الموجودة في طائفة من الحيوانات البحرية اللافقرية.

خامسا / البروتينات النووية Nucloproteins

هي بروتينات بسيطة متحدة مع الاحماض النووية وهي من اهم انواع البروتينات من حيث الاهمية الحيوية ، فهي التي توجد في نواة الخلايا الحيوانية والنباتية وكذلك في البكتريا والفايروسات كما وتوجد ايضا في الكروموسومات التي تسيطر على انتاج الخلايا ونقل العوامل الوراثية كما تكون ذات تركيب معقد ووزن جزيئي عالي كما تحتوي على الـP وتحتوي نويات الخلية بصورة رئيسية على الحامض النووي الرايبوزي المنقوص الاوكسجين Deoxyribose Nuclic Acid (DNA) اما السيتوبلازم فانه يحتوي على الحامض النووي الرايبوزيRibose Nuclic Acid(RNA) وتكون بعض ابسط انواع الفايروسات الحامض النووي الرايبوزي فقط حيث يكون هذا الحامض محاطا بالبروتين ومن احد الفايروسات المكونة للحامض النووي الرايبوزي هو فايروس التبغ الفسيفسائي والذي يكون عصويا ويشكل الحامض النووي الرايبوزي4 50%فقط من وزنه .

سادسا / البروتينات الملونة Chromo proteins

هي بروتينات بسيطة متحدة مع مواد ملونة او معادن تختلف في الوانها من الحمر الى الاخضر والى الازرق ومن تلك البروتينات التي تحتوي على Fe هو الهيموكلوبين في الدم الذي يعطي الدم اللون الاحمر وكذلك الهيموسيانين الذي يعطي اللون الازرق في الدم في الزواحف بسبب وجود Cu ، اما الكلوروفيل ذو اللون الاخضر الموجود في النباتات ناتج من وجود Mg وكذلك بروتين الفيرتين ferritin الذي يحتوي على Fe والموجود في الكبد.

تصنيف البروتينات تبعا لتركيبها الكيميائي :

أولا / البروتينات البسيطة Simple proteins

هي تلك البروتينات التي تتكون من أحماض أمينية أو مشتقاتها والتي تنتج عند تحللها مائيا أحماض فقط من نوع α أومشتقاتها ، وهناك أنواع عديدة منها والتي تختلف في الخواص الفيزيائية والكيميائية تبعا للاختلاف في مكوناتها من الاحماض الامينية ومن امثلتها :

1- الالبومينات albumins

2 – الكلوبيولينات globulins والتي تضم α- globulins و β- globulins و كلوبيولينات المناعة immunoglobulins .

3 – الكلوتيلينات glutelins

4–السكليروبروتينات scleroproteins وتشمل الكيراتينات والكولاجينات والايلاستينات والفيبروين والهستونات و البرولامينات و البروتامينات.

ثانيا / البروتينات المرتبطة أو المركبة Conjugated or compound proteins

هي البروتينات التي يطلق عليها أيضا بالبروتينات المتزاوجة أو المركبة Compound والتي تحتوي على مجموعة غير بروتينية تعرف بالمجموعة الرابطة prosthetic group أي ارتباط جزيئة البروتين مع مجموعة رابطة بواسطة اواصر تساهمية في حالة الكلايكوبروتينات.

وفي حالة البروتينات المعدنية فأن الايونات المعدنية تكون عادة مركز أتصال المجاميع المختلفة ، وعندما تتحلل كاملا فأنها تعطي مزيجا من الاحماض الامينية والمجموعة المرتبطة ، فالمواد غير البروتينية الموجودة ضمن تركيب هذه البروتينات قد تكون مادة كربوهيدراتية أو مادة دهنية أو حوامض نووية أو حامض الفوسفوريك أو معادن أو مواد ملونة لذلك يمكن تقسيمها حسب المواد المرتبطة معها الى:

1- البروتينات الفوسفاتية phosphoproteins

2 - البروتينات المخاطية mucoproteins

3- البروتينات الدهنية lipoproteins

4- البروتينات الهيمية hemoproteins

ثالثا / البروتينات المشتقة Derived proteins

هي المركبات التي تنتج من تحليل البروتينات قبل وصولها الى مرحلة انتاج الاحماض الامينية اي ان هذه المجموعة تشكل جميع نواتج تحلل البروتينات الموجودة في الطبيعة ويمكن الحصول عليها بطرق كيميائية أو فيزيائية ، وهذه البروتينات تتكون نتيجة تأثير بعض العوامل الطبيعية أو الكيميائية على البروتينات وتغير من

تركيبها الطبيعي ولكنها تحتفظ بخواصها العامة المميزة ، وهي تشمل البروتينات المشتقة من التحلل المائي للكولاجين ويمكن تقسيمها حسب درجة تحللها الى الانواع التالية :

1- المشتقات الاولية ويطلق عليها بروتينان protean:
وهي البروتينات التي تحولت قليلا بفعل الماء والحوامض والقواعد المخففة أو الانزيمات وهي لا تذوب في الماء مثل الفايبرين (الدم المتخثر) و الكازين (الحليب المتجبن) ويطلق على النواتج المتحصل عليها من معاملة البروتينات بالحوامض والقواعد للحصول على نواتج تذوب في الحوامض والقواعد ، ولا تذوب في المحاليل المتعادلة والتي تعرف الميتابروتين metaprotein وهناك ميتابروتين حامضي وقاعدي.

2- المشتقات الثانوية: وهي تشمل المشتقات الاتية: *الميتابروتينات metaproteins*
***والببتونات peptones والبروتيوزات proteoses والببتيدات* peptides.**

3- الجيلاتين .

المحاضرة العاشرة **الكيمياء الحيوية**

تصنيف البروتينات تبعا للقيمة الحيوية : **أ . حسين محمد كاطع**

تختلف القيمة الغذائية للبروتين حسب محتواه من الاحماض الامينية ، حيث ان بعض البروتينات لا يمكنها احداث النمو ولا صيانة انسجة الجسم ،الا ان البعض لها القدرة على ذلك وبناءا عليه أمكن تقسيم البروتينات الى:

A - بروتينات عالية القيمة الغذائية / High nutritional value

هي البروتينات التي يمكنها احداث النمو والصيانة عندما تكون المصدر الوحيد للبروتين مثال ذلك كل البروتينات الحيوانية (السمك واللحم والبيض والحليب ولحوم الدواجن) وبعض البروتينات النباتية (البقوليات والحبوب والمكسرات).

B - بروتينات منخفضة القيمة الغذائية/ Low nutrition value

هي البروتينات التي تكون غير قادرة على احداث النمو والصيانة عندما تكون المصدر الوحيد للبروتين ،وهناك بعض البروتينات لا يمكنها ان تحدث النمو بل يمكنها احداث الصيانة اذا كانت المصدر الوحيد للبروتين مثل كلوتين الحنطة وهردوبين الشعير.

تصنيف البروتينات تبعا لصفاتها الفيزيائية :

يمكن تقسيم البروتينات الحيوانية حسب طبيعتها الفيزيائية الى بروتينات ليفية Fibrous وبروتينات كروية globular . اما البروتينات النباتية فليس من السهل تقسيمها ولكن يمكن القول ان معظمها عبارة عن كلوتيلينات او بروالامينات .

أ – البروتينات الليفية : وهي بروتينات ذات وظيفة تركيبية تتكون من سلسلة ببتيدية ملفوفة حيث ترتبط الاحماض الامينية برابطة ببتيدية وتوجد هذه البروتينات في الانسجة الواقية والانسجة الدعامية مثل الجلد والشعر والريش والحراشف . وهي بروتينات غير ذائبة بالماء وذات قوام كثيف ويصعب هضمها وهي ذات نسبة محورية تزيد عن 10% وهي تحافظ على الهيكل البنائي للأنسجة وتكون بشكل الياف مرنة ومن اهمها الكيراتين والكولاجين والايلاستين والفيبروين والميوسين التي سبق شرحها . وتتكون البروتينات الليفية من سلسلة طويلة او مجموعة سلاسل قوية ملتوية مكونة بذلك تركيب حلزوني متماسك بأواصر مستقيمة ومستعرضة بواسطة روابط ثنائية الكبريتيد s -s وكذلك اواصر هيدروجينية .

ب – البروتينات الكروية : وهي بروتينات ذات شكل كروي او بيضوي وذات نسبة محورية اقل من 10% وهي مكونة من التفاف السلاسل الببتيدية حول بعضها البعض الاخر مكونة بذلك جزيئة البروتين الكروية . وتتميز بكون سلاسلها الببتيدية منطوية او ملتوية بشكل متراص جدا مكونة شكلا كرويا . وهي بروتينات تذوب في المحاليل المائية وذات وظائف حيوية مهمة وتسبب معقدات مع الحوامض النووية كالهستونات والبروتامينات وتشمل البروتينات الكروية ، الانزيمات وبروتينات الدم مثل الالبومين والكلوبيولين والهيموكلوبيولين . وهي المركبات ذات الاهمية لنقل عناصر الحياة والنمو . وتوجد في سوائل الخلايا حيث

توجد في محلول اما حقيقي او غروي ومن الناحية الغذائية فان هذه البروتينات تحتوي على نسبة عالية من الاحماض الامينية الاساسية .

الاحماض الامينيةAmino Acids

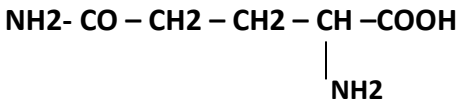
ترتبط الاحماض الامينية مع بعضها مكونة جزيئات البروتين والتي هي من نوع α-Amino acid لان الحامض الاميني يحتوي عموما على مجموعة الكاربوكسيل COOH ومجموعة الامين NH2 وسلسلة جانبية R وترتبط جميعها بذرة كاربون .

تقسيم الاحماض الامينيةClassification of amino acids

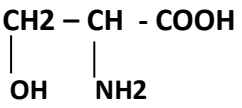
تستعمل طرق متعددة لتقسيم الاحماض الامينية والتي تعتمد على: -

A- ما تحتويه من مجموعة امينية ، كربوكسيلية :

1- احماض امينية قطبية متعادلة/ وتمتاز هذه الاحماض الامينية بتعادل شحنتها وتستطيع ان تكون اواصر هيدروجينية مع الماء ، اضافة الى ذلك مثلا تعود قطبية الـ Tyrosine وSerine الى وجود مجاميع OH بينما مجاميع الامايدAmide في Asparagine وGlutamine تعطي الصفات القطبية لهذين الحامضين الامينيين .

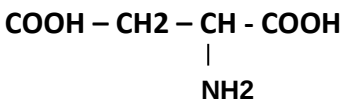


Glutamine(Glu)



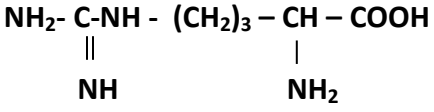
Serine(Ser)

2- احماض امينية قطبية حامضية / مثل الـ Aspartic



Aspartic (Asp)

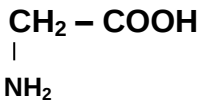
3- احماض امينية قاعدية/ مثل ا لـ Arginine



Arginine(Arg)

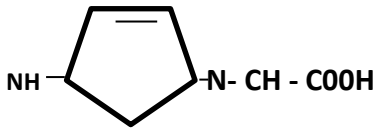
B–طبيعتها الكيميائية :

1-احماض امينية اليفاتية/ مثل Glycine



Glycine (Gly)

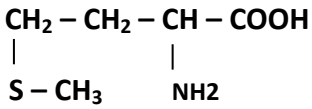
2–احماض امينية اروماتية/ مثل Histidine



Histidne(His)

C–وجود او غياب الكبريت:

1–احماض امينية تحتوي على الكبريت/ مثل Cysteine



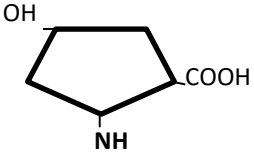
Cysteine (Cys)

2–احماض امينية لا تحتوي على الكبريت/ مثل الاحماض الامينية التي ليس بها S.

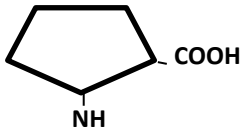
D- وجود المجموعة الامينية ومجموعة الامين NH:

1- احماض امينية تحتوي على NH2 وهي جميع الاحماض الامينية باستثناء الـ Proline وهيدروكسيد البرولاين OH Prroline .

2- احماض امينية تحتوي على مجموعة NHوتشمل الـ proline و Hydroxyprolie .



Hydroxyproline (Hyp)



Proline(Pro)

كما ويمكن تقسيم الاحماض الامينية حسب ضرورتها للإنسان والحيوان الى:

A- الاحماض الامينية الاساسية Essental Amino acid

هي الاحماض التي لايستطيع الجسم ان يكونها من مركبات اخرى اثناء التركيب الحياتي- Biochemica lsynthesis اولا تتكون بالسرعة التي تكافئ احتياجاته للنمو الطبيعي ، وعلى ضوء هذا التعريف فالغذاء يعتبر المصدر الرئيسي لها وللأحماض الامينية التي ينطبق عليها هذا التعريف هي :
Tryptophane، *Arginine* ، Isoleucine ، Valine ، Threonine ، Leucine ، Methionine

.Phenylanine ، Lysine ،*Histidine*

B–الاحماض الامينية غير الاساسية Non-essential amino acids

الاحماض الامينية القياسية

عبارة عن 20 حامض اميني 10 منها احماض امينية اساسية تم ذكرها سابقا اما الـ 10 أحماض الامينية الاخرى فهي : Glutamic ، Cysteine، Aspartic acid ، Asparagine، Alanine ، OH proline ، Proline ، Tyrosine ، Serine، Glycine .

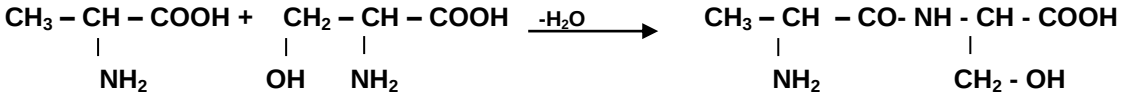
الاحماض الامينية النادرة :

اضافة الى الـ 20حامض اميني القياسية التي ذكرت سابقا هناك بعض الاحماض النادرة التي تستخرج من نواتج التحلل المائي لبعض البروتينات وتعتبر جميعها من مشتقات الاحماض الامينية الاساسية مثل : 4- Hydroxyproline المشتق من Proline الموجود بكثرة في البروتينات الليفية مثل الكولاجين وبعض البروتينات النباتية وكذلك Lydroxy lysine المشتق من اللايسين الموجود في الكولاجين ، وهناك الاحماض النادرة الاخرى مثلC – N- Methyl lysine و Methyl Hstidine وهي مشتقات مثيلية للأحماض الامينية الاساسية التي يمكن استخراجها من البروتينات العضلية .

الببتيدات peptides

هي مركبات متعددة الاحماض الامينية والمتصلة ببعضها باواصرببتيدية peptide bondsنتيجة اتحاد مجموعتين من الكربوكسيل والامين مع فقد جزيئة ماء واحدة ، وتلعب الببتيدات ادورا مختلفة تعتمد على نوع المركب الببتيدي ، وقد يستخلص الكثير من الببتيدات من نواتج تحلل البروتينات ، وتتكون الببتيدات في المجرى المعوي نتيجة هضم البروتينات بواسطة الانزيمات proteasesوالتي تكسر الاصرة الببتيدية.

وتعرف الاصرة الببتيدية بانها اصرة تساهمية ناتجة كما ذكرنا سابقا من اتحاد مجموعة كربوكسيلية في حامض اميني مع مجموعة امينية لحامض اميني اخر مع نزع جزيئة ماء



Alanine Serine Alanineserine peptide

ويمكن تكسير الاصرة الببتيدية بطرق فيزيائية او كيميائية مثل تكسير الببتيدات بواسطة الانزيمات او المواد الكيميائية المختلفة او القياسات الفيزيائية المختلفة مثل الامتصاص في منطقة الاشعة الفوق بنفسجية والاشعة تحت الحمراء اضافة الى ذلك فان الاشعة السينية قد اكدت وجود الاصرة الببتيدية

وتقسم الببتيدات اعتمادا على عدد الاحماض الامينية الى :-

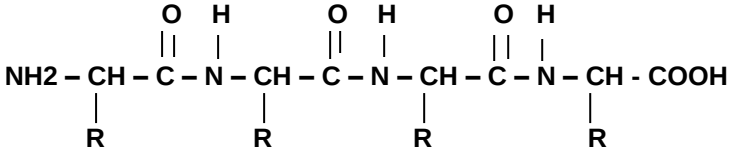
A -ثنائية الببتيدات Dipeptides / وتتكون من وحدتين من الاحماض الامينية .

B -ثلاثية الببتيدات Tripeptides/ وتتكون من ثلاث وحدات من الاحماض الامينية.

C -رباعية الببتيداتTetrapeptides/ وتتكون من اربعة وحدات من الاحماض الامينية.

D–وهناك انواع اخرى من الببتيدات وهو الخماسية والسداسية والسباعية---- الخ.

وهذه الانواع المذكورة اعلاه تتبع مجموعة الببتيدات المتعددة Polypeptides ويجب التأكيد هنا بان عدد الاواصر الببتيدية اقل بواحد من عدد الاحماض الامينية ، وللسلسلة الببتيدية نهايتان الاولى تحتوي على وحدة حامض اميني ذات مجموعة امين حرة وتسمى N-terminal amino acid (حامض اميني في النهاية الامينية) ، اما في النهاية الثانية ففيها مجموعة كربوكسيل غير مرتبطة تسمى C-terminal amino acid (حامض اميني في النهاية الكربوكسيلية).



حامض اميني في النهاية الكربوكسيلية حامض اميني في النهاية الامينية

الببتيدات غير البروتينية :

بالإضافة الى الببتيدات التي تستخلص من التحلل المائي للبروتينات والكثير منها غير مشتقة من البروتينات بل توجد بصورة حرة وموجودة في المواد الحية وهي تختلف عن الببتيدات البروتينية ، فمثلا توجد الـ **Glutathione** في خلايا الحيوانات المتقدمة محتوية على حامض الكلوتاميك والذي يرتبط بأصرة ببتيدية غير طبيعية تشمل الكاما (γ) كاربوكسيل وليست الالفا (α) اما الـ **carnosine** فتحتوي على الاحماض الامينية من نوع بيتا (β) وتستخرج من العضلات .

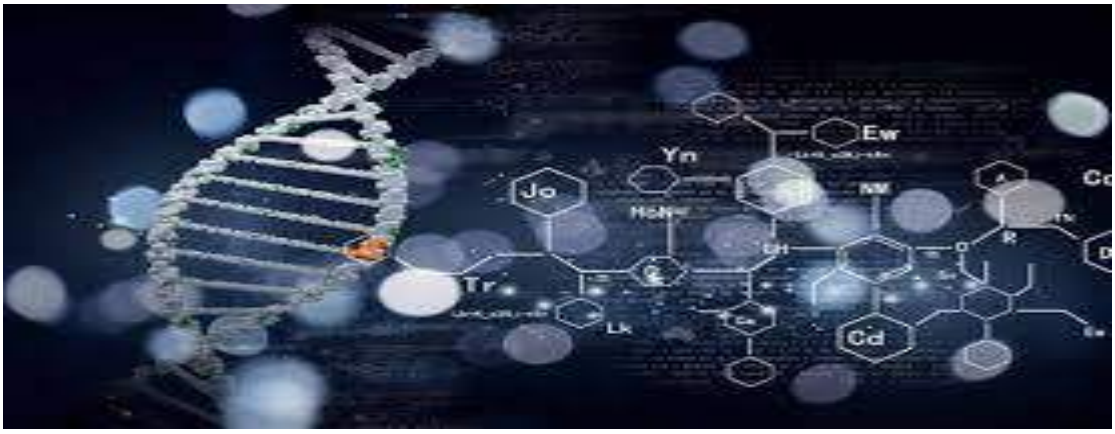
وكما هو معروف فان D) فيحتوي على حامض اميني من نوع (Atyrocidin A أما التايروسيدين لا توجد في البروتينات ... وهناك الكثير من المضادات الحيوية Dالاحماض الامينية من نوع التي توجد بشكل ببتيدي ومنها : **Antibiotics**

1-Amidomycin 2-Efamycin 3-Valiomycin 4-Gramicidin
5-Bacitracin 6-Tyrocidin A

ومن الببتيدات من تقوم بنشاط هرموني مثل عامل الـ **Hypothalamic** الذي يقوم بتحوير الهرمون **Thyrotropic** في الغدة النخامية والـ **Oxytocin** والـ **Vassopressin** والببتيد ذو التسعة احماض امينية **Braddykinin**الذي يقوم بتنظيم ضغط الدم .

المحاضرة الاولى

الكيمياء الحيوية :- **Biochemistry** **أ . حسين محمد كاطع**



مشتقة من كلمتين هما Bio ومعناها الحياة و Chemistry وتعني الكيمياء ، اي كيمياء الحياة / وهو العلم الذي يدرس كل التغيرات الكيميائية التي تحدث في الكائن الحي منذ تكوينه وطول فترة نموه وحياته بل وتمتد لدراسة ما يحدث للكائن الحي من تغيرات بعد مماته .

وقد يكون الكائن الحي نباتاً او حيواناً وتشتمل كيمياء الكائن الحي دراسة مكوناته المختلفة فيما يخص خلاياه ، وتحتوي الخلايا المئات من مختلف المركبات الكيميائية وتشتمل الكيمياء الحيوية دراسة كل التغيرات الكيميائية والتفاعلات الكيميائية التي تحدث في خلايا الكائن الحي ويظهر من دراسة مكونات الخلايا بأنها تحتوي على الماء والكربوهيدرات والدهون والبروتينات والاحماض النووية ومركبات غير عضوية بنسب متفاوتة .

ان اساس الكيمياء الحيوية هو دراسة مكونات الخلية ووظائفها والتغيرات التي تطرأ عليها اثناء العمليات الايضية المختلفة مثل الهضم والتمثيل الغذائي والتنفس والنمو ولاشك ان هذه الدراسة باتجاهاتها المختلفة تحتاج الى تعاون وثيق بين فروع العلوم المختلفة مثل الكيمياء والفيزياء والطب والبيولوجي .

لمحة تاريخية :-

لوحظ ان مرض الاسقربوط كان معروفاً منذ عام 1500 ق.م. لكن المانع لهذا المرض عرف اثناء الرحلات الاستكشافية حول الكرة الارضية ، حيث يصاب البحارة آن ذاك بهذا المرض الذي يعيق رحلاتهم ، واثناء رحلة فاسكوديكاما الشهيرة عام 1497 حول رأس الرجاء الصالح مات اكثر من ثلثي البحارة بهذا المرض .

- عام 1601م وجد ان البرتقال والليمون والخضروات الطازجة تقي الانسان من الاصابة بمرض الاسقربوط .

- عام1630م تمكن العالم الفيزيائي Jacobus Botutus من وصف مرض البربري .

-عام 1680م تم استخدام المورفين في تهدئة وتسكين الالام من قبل العالمين Thomas وSydenham

- عام 1780م اكتشف Joseph prietly انتاج الاوكسجين في عمليات التركيب الضوئي

- عام 1786م تمكن الباحث السويدي Scheele من دراسة تركيب انسجة النبات والحيوان

- عام1828م تمكن العالم Phohler من تحضير مادة اليوريا .

- عام 1833م لاحظ كل من Payen and Persozتحويل النشأ الى انواع من السكريات في البذور عند انباتها بسبب تأثير انزيم Diastase

- عام 1852م – 1915م تمكن العالم الالماني Amel Fisher من التعرف على المكونات العضوية الاساسية في الكائنات الحية واستطاع التعرف على الكربوهيدرات واللبيدات والبروتينات .

- عام 1882م لاحظ Takaki انه يمكن علاج مرض البربري في الرحلات البحرية من خلال الاقلال من تناول الرز في الوجبة والزيادة من تناول مشتقات الشعير والخضروات واللحوم والالبان .

- عام 1890م لاحظ العالم الانكليزي Palm ان نسبة الاصابة بمرض الكساح تزداد عند قله فترات سطوح الشمس .

- عام 1901م وجد العالم Grijne ان الرز المقشر تنقصه مادة تسبب الاصابة بمرض البربري .

- عام 1920م اكتشف العلماء ان فيتامين B نوعان هما B1 الذي يتلف بالحرارة وهو المضاد لمرض البربري والاخر هو B2 ثابت اتجاه الحرارة وهو عامل النمو .

- عام 1925م توصل العلماء الى دور الشمس في معالجة الكساح من خلال تعرض الدهون الى اشعة الشمس .

- عام 1931م تمكن الباحث Lucy Wills من خلال الدراسة التي اجريت على النساء الحوامل الى ضهور نوع من فقر الدم ذات الخلايا المتضخمة Megaloblastic cells بسبب سوء التغذية .

- عام 1947م تم معرفة ان حامض الفوليك يعالج فقر الدم ذات الخلايا المتضخمة الناتج من سوء التغذية وفقر الدم عند الحوامل .

- عام 1950م تمكن Arthur من دراسة تخمر محاليل سكر الكلوكوز عند اضافة الخميرة .

- عام 1959م استنتج Frankel وآخرون بأن حليب الابقار يحتوي على الاقل نوعين مختلفين من انزيم اللايبيز هما :

أ- لايبيز الغلاف Membrane lipase

ب-لابيز المصل Plasma lipase

- عام 1961م اشار Hilman وآخرون ان فيتامين B6 يحمي الاسنان من التسوس اثناء الحمل

- عام 1973م تمكن Nowake وآخرون من ان الايونات الموجبة المرتبطة مع الانزيم تتمكن من الارتباط مع جزيئة ماء مكونة مجموعة هيدروكسيد والتي تهاجم Phosphoenol pyruvate .

اختصاصات الكيمياء الحيوية :-

تتشعب الكيمياء الحيوية الى تخصصات مختلفة منها :

1 -الكيمياء الحيوية العامة:- General Biochemistry

والتي تبحث في العمليات الايضية المختلفة التي تحدث في خلية الكائن الحي سواء كان نبات او حيوان .

حيث تهتم بدراسة الانسجة الحيوانية المختلفة وما يحدث فيها من عمليات ايضية مختلفة وكذلك دراسة تأثير الهرمونات والانزيمات عليها ، او دراسة الانسجة النباتية وخاصتاً عمليات التركيب الضوئي وتكوين المواد الغذائية المختلفة كالكربوهيدرات والدهون والبروتينات .

2 -الكيمياء الحيوية المقارنة :- Comparative Biochemistry

تهتم بدراسة اوجه التشابه والاختلاف في العمليات الحيوية المختلفة التي تحدث داخل خلية الكائن الحي في مختلف صورها مع التركيز على دراسة تأثير العوامل البيئية المختلفة .

3 -الكيمياء الحيوية الميكروبيولوجية:- Microbiological Biochemistry

تهتم بدراسة العمليات الحيوية المختلفة التي تحدث في خلايا الكائنات الدقيقة كالفطريات والبكتيريا والفايروسات ، والسبب في دراستها لأنها سريعة التكاثر وصعوبة دراستها في خلايا الكائنات الحية الراقية قبل دراسة التخمر الكحولي وما يحدث عند عمل الانزيمات على سكر الكلوكوز لتفسير عملية الاكسدة اللاهوائية لسكر الكلوكوز في الجسم وكذلك تكوين حامض اللاكتيك في العضلات وكذلك اكتشاف الكثير من المضادات الحيوية وصناعتها ودراسة

منتجات التخمر وصناعة بعض انواع الفيتامينات وتحضير بعض انواع البروتين من مشتقات البترول او الشرش (ماء الجبن) وانتاج الدهون .

4 – الكيمياء الحيوية المرضية:- Pathology Biochemistry

يهتم هذا النوع بدراسة التغيرات التي تحدث في الكروموسومات وعلاقتها بنقل الصفات الوراثية وكذلك دراسة التخليق الحيوي للبروتينات في الجسم وتفسير لغز السرطان ونقص او عجز او زيادة او انخفاض احد الانزيمات او الفيتامينات او الهرمونات والتخصص في دراستها .

علاقة الكيمياء الحيوية بالعلوم الاخرى:-

1- علاقتها بالكيمياء العضوية
2- علاقتها بعلم وظائف الاعضاء
3- علاقتها بالعلوم الزراعية
4- علاقتها بكيمياء الاغذية (الالبان)
5- علاقتها بعلم البيولوجي
6- علاقتها بعلم الميكروبيولوجي

---

1 – علاقة الكيمياء الحيوية بالكيمياء العضوية:-

هنالك علاقة بين الكيمياء العضوية والحيوية والذي يبين فيه كيفية فصل المواد العضوية وتحضيرها في المختبر وضرورة وجود قوة حيوية لتخليق المركبات العضوية والتي لا توجد ا لا في الكائن الحي ، تعتبر دراسة المواد العضوية من اهم الدراسات التي تشغل بال المختصين في الكيمياء الحيوية وعلى هذا الاساس تتم دراسة المواد البروتينية والكربوهيدراتية والدهون وهي من المواد العضوية ، وعلى هذا الاساس يمكن اعتبار الكيمياء الحيوية ما هي إلى كيمياء عضوية تطبيقية في مجالات حيوية .

2 – علاقة الكيمياء الحيوية بعلم وظائف الاعضاء:-

لا يمكن الفصل بين الكيمياء الحيوية وعلم وظائف الاعضاء مما كان يطلق علية علم الكيمياء الفسيولوجية والذي يهتم بدراسة الدم وتركيبة الكيميائي والتغيرات الكيموحيوية في الحالات الصحية والمرضية والاهتمام بدراسة الغدد الصماء وما يحدث نتيجة زيادة او انخفاض افرازاتها و علاقة الهرمونات بأعضاء الجسم المختلفة .

3 – علاقة الكيمياء الحيوية بالعلوم الزراعية:-

تدرس الكيمياء الحيوية جميع العمليات الايضية التي تحدث في النباتات كما هو الحال عند تكوين النشأ من الكلوكوز ، ويقوم النبات في ظروف معينة بهدم المركبات المعقدة من خلال

عمليات الهضم الى مركبات بسيطة يمكن الاستفادة منها وتتضمن دراسة تركيب البروتوبلازم والتغيرات الكيميائية التي تحدث فيها .

4 – علاقة الكيمياء الحيوية مع كيمياء الاغذية (الالبان):-

ان هذه العلاقة ما هي إلى امتداد لدراسة علم الطب ووظائف الاعضاء والذي يهتم بدراسة كيمياء الكربوهيدرات و البروتينات والفيتامينات والدهون والانزيمات في الغذاء .

5 – علاقة الكيمياء الحيوية بعلم البيولوجي:-

يهتم البيولوجيون بدراسة الكائنات الحية ومعرفة جدارها ونواتها وسايتوبلازمها وما تحتويه الخلية الحية من مكونات مثل الكربوهيدرات والبروتينات والدهون والفيتامينات .

6 – علاقة الكيمياء الحيوية بعلم الميكروبيولوجي:-

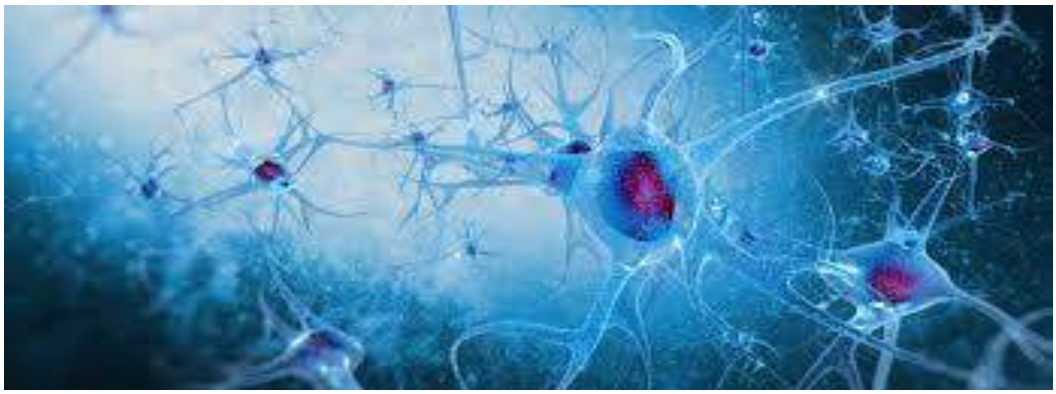
هناك علاقة وثيقة بين النوعين حيث بواسطة الاحياء الدقيقة يمكن الكشف عن الكثير من اسرار الكيمياء الحيوية ، فعملية التخمر الكحولي كانت البداية لفهم ما يحدث في العضلات عند ما تحترق الكربوهيدرات إلى حامض اللاكتيك .

مما تقدم يتضح ان علم الكيمياء الحيوية يبحث في كيمياء الحياة والذي يمتد اثرة الى العلوم الاخرى لمعرفة اسرار الحياة عن طريق الاحماض النووية

المحاضرة الثانية الكيمياء الحيوية

دور الخلية في الكيمياء الحيوية

أ. حسين محمد كاظم



تتم في الخلية النباتية بالرغم من صغرها ودقة تركيبها المئات من التفاعلات الكيميائية الحيوية ، فالخلية النباتية في الورقة النباتية تقوم بعملية التركيب الضوئي بدقة فائقة ونظام دقيق ، فهي تلتقط من الجو غاز CO_2 وتحصل على H_2O من التربة وبوجود الطاقة الشمسية والمادة الخضراء (الكلوروفيل) ستؤدي إلى تكوين السكريات التي يستفاد منها النيات و الحيوان .. ومن هنا كانت دراسة الخلية ومكوناتها وما يجرى بها من تفاعلات كيمياوية حيوية وما يتحكم في نشاطها من هرمونات وانزيمات ومرافقات انزيمية .. ولدراسة الخلية يستحسن ان نتعرف على مكوناتها سواء كانت حيوانية او نباتية أضافة الى معرفة اهم وظائف مكوناتها نظراً لاختلاف الخلية النباتية عن الحيوانية .

الخلية الحيوانية :- **هي وحدة بنائيه حية منتجة تحتوي على عضيات وتقسم الى مجموعتين هما على اساس الحجم والتركيب الداخلي والتركيب الجنيني والحيوي الى**

1- خلايا بدائية النواة **Prokaryotic cells**

2- خلايا حقيقية النواة **Eukaryotic cells**

1 - فالخلايا بدائية النواة هي خلايا بسيطة تشمل انواع البكتيريا مثل القولون و والأشنات الخضراء – الزرقاء وهي خلايا صغيرة الحجم تحتوي كروموسوم واحد وتملك غلافاً واحداً يحيط بالخلية وتكون خالية من الاغلفة المحيطة مثل النواة والمايتوكوندريا والبلاستيدات الخضراء ولا تعاني انقسام خيطي وتتكاثر بالانقسام اللاجنسي البسيط وتكون الخلايا خالية من الجدران الخلوية الداخلية التي تفصل بين اجزائها .

2 – بينما الخلايا حقيقية النواة فهي تشمل الخلايا الحيوانية والنباتية الراقية وجميع الأشنا ت ما عدى الخضراء – الزرقاء والفطريات والحيوانات الابتدائية وهي اكبر حجماً من البدائية واكثر تعقيداً منها ، جميع العضيات الموجودة في السيتوبلازم تكون محاطة بأغشية تشمل المايتوكوندريا والكلوروبلا ست في النباتات واجسام كولجي والشبكة الاندوبلازمية الخشنة والناعمة واللايزوسومات والنواة ، اما الرايبوسومات فهي اكبر حجماً وتتكون من وحدتين فرعيتين هما 60S و 40S وتحتوي النواة على عدة كروموسومات ، وهي خلايا تقع بها الانزيمات المحفزة للأفعال الحيوية في تراكيب خاصة وان جميع الانزيمات التي تشارك في تحويل الكلوكوز الى حامض اللاكتيك تقع في العصير الخلوي بينما تقع الانزيمات التي تشارك في عملية الاكسدة لمجاميع الخلات والخلات النشطة في داخل المايتوكوندريا .

مكونات الخلية الحيوانية :-

تحتوي الخلايا على كمية كبيرة من الماء والبروتينات واللبيدات والكربوهيدرات والاحماض النووية والجزيئات الذائبة والايونات غير العضوية ،

ومن المكونات الاساسية للخلية هي :-

1- الغشاء الخلوي Cell membrane

غشاء رقيق مكون من البروتينات الدهنية Li proteins ويتكون من طبقتين من الدهون تفصل بينهما طبقة بروتينية وهو ما يسمى بغشاء البلازما Plsma membrane والذي يتكون من مكونات دهنية و بروتينية بكميات متقاربة نسبيا

حيث توجد اللبيدات والبروتينات مع الكربوهيدرات في السطح الخارجي لجدار الخلية ويمتاز الغشاء الخلوي بنفاذية الاختيارية مما يساعد الخلية على امتصاص ما تحتاجه من المواد الغذائية مثل الكلوكوز والاحماض الامينية وبعض الانزيمات والايونات الفلزية مثل Na و K وبعض البروتينات المستقلة التي تنمو مع الهرمونات لأرسال المعلومات الى بروتينات اخرى في الخلية ويحتوي الغشاء الخلوي ايضاً على الفوسفوليبيدات ... ، ويكون البروتين غني بالأحماض الامينية غير المحبة للماء ....، اما الكولسترول فهو موجود في الجزء الذي لا يكون محباً للماء من طبقتين الغشاء بينما اللبيدات الكربوهيدراتية والبروتينات الكربوهيدراتية يكون جزئها الكربوهيدراتي نحو جهة الماء.

2 – السيتوبلازم:-

هو جميع محتويات الخلية من المواد الذائبة وغير الذائبة ما عدى النواة .. وهو مادة هلامية نصف شفافة ، يملأ بعض فراغ الخلية ويحتوي على جسيمات مكونة من مادة بروتوبلازمية حيه تسمى Organelles وهي تشمل الشبكة الاندوبلازمية و القنيات الدقيقة والرايبوسومات والمايتوكوندريا واجسام كولجي والجسيمات الدقيقة والجسم المركزي والنواة كما تشمل التراكيب غير الحية من الخلية مثل الفجوات والكربوهيدرات واللبيدات والبروتينات وحركة السيتوبلازم تسهل من عملية انتقال المواد الحيوية داخل الخلية الحية ويلعب دوراً مهماً في العمليات الايضية في الخلية الحيوانية .

ويحتوي السيتوبلازم على العديد من المكونات الغذائية مثل الشبكة الاندوبلازمية والاغشية المايتوكندرية والاغشية النووية والغشاء اللايز وسومي وغشاء كولجي وغشاء السطح الخلوي بينما التراكيب غير الغشائية تشمل الرايبوسومات الحرة والخيطيات الدقيقة والنبيبيات الدقيقة .

هناك نوعين من الشبكة الاندوبلازمية هما الخشنة والناعمة ، وسميت بالخشنة لان سطحها الخارجي يحتوي على حبيبات من الرايبوسومات وهي دقائق صغيرة تتألف من 60% من البروتينات و 40% من RNA .

3 – الجسم المركزي:-

جسم شعاعي حول كرية مركزية يوجد بالقرب من النواة في الخلية الحيوانية ويتركب من مادة بروتينية دهنية ، ويقسم الى وحدتين فرعيتين يملك كل منهما نوية قبل بدء الانقسام المايتوزي للنواة ، حيث تنتقل كل كرية الى احد قطبي الخلية وتصبح مركزاً لخيوط سايتو بلازمية شعاعية رقيقة عند قطبي المغزل المميز للطور الاستوائي في الانقسام المباشر للخلية ، حيث يحصل انفصال الجسم المركزي والكرية المركزية بين مجموعتين الكروموسومات الناتجة عن انقسام النواة .

4 - النواة:

توجد داخل الخلية ومحاطه بغشاء نووي مزدوج ومثقب وتعد مركزاً للمعلومات الوراثية للخلية وتحتوي داخلها النوية والشبكة الصبغية او الكروماتية التي تتفكك الى كروموسومات اثناء انقسام الخلية ؛والشبكة مكونه من DNAالمتحد مع بروتين خاص لتكوين بروتين نووي وتحتوي النواة على الكروموسومات التي تتكون من كميات متقاربه من ال DNAوبروتينات قاعديه كالهستونات. ويحيط بالنواة غشاء مكون من طبقتين من الكوليسترول والفوسفولبيدات ويقوم الغشاءان بتكوين قنوات لتبادل المواد بين النواة والسيتوبلازم كما ان الغشاء الخارجي للنواة مغطى بالرايبوسومات التي هي جزء من الشبكة الاندوبلازميه.

وتعتبر النواة اهم مكونات الخلية فهي مركز لنشاطها وهي تحمل الصفات الوراثية والتي تنقلها من خليه الى اخرى ومن جيل لآخر عن طريق الانقسام الذي تلعب فيه النواة الدور الاساسي .

وتمتاز الكروموسومات الموجودة في النواة بشدة التفاف مكوناتها حول بعضها الى درجة تجعل تركيبها كثيف وتمتاز الكروموسومات في الاناث بأنها متكونة من كروماتيد متماثل ويعرف الاثنان معاً XY كروموسوم اما المناظر في الذكور هو XX كروموسوم كون ذلك هو الفرق المرئي الوحيد بين شكل كروموسوم الذكور والاناث لذلك سميت ازواج XY و XX بالكروموسومات الجنسية .

الخلية النباتية :-

1 – الغشاء الخلوي :

هنالك بعض الاختلافات الخفيفة في الجزء الدهني من الغشاء الخلوي في الخلية النباتية عنه في الخلية الحيوانية ووظيفته تماثل وظيفة الغشاء الخلوي الحيواني .

2 – الجدار الخلوي :-

يكون الجدار الخلوي في الخلية النباتية سميك ومتماسك ومكون من ليفات سلولوزية مرتبطة في تركيب متماسك من سكريات متعددة ومواد بروتينية ويكون الجدار الخلوي في النباتات

من مادة غير بروتوبلازمية وهو يحدد شكل الخلية لكونه تركيب صلب ومتين نسبياً وذو درجة عالية من المرونة مما يساعد ذلك في مقاومة الشد والضغط والالتواء دون ان يتمزق ، والجدار الخلوي يكون شبكة مترابطة ذات وضيفة هي الدعامة والحماية لجسم النبات من المؤثرات الخارجية مما يساعد على انجاز شكل معتدل لده القدرة على مقاومة التأثيرات الخارجية مثل الرياح والعوامل الميكانيكية ويختلف الجدار الخلوي من ناحية السمك والتركيب الكيمياوي من نبات الى اخر طبقاً لعمر النبات نفسه .

3 –السيتوبلازم:- يكون مماثل لما هو موجود في الخلية الحيوانية

4 – الشبكة الاندوبلازمية :-

تكون متشابهة في تركيبها لما هو موجود في المملكة الحيوانية مع وجود الرايبوسومات الموجودة في الخلية النباتية التي تختلف قليلاً في حجمها وتركيبها الكيمياوي عن الرايبوسومات الموجودة في الخلية الحيوانية ، وتقوم الشبكة بتوزيع المركبات البروتينية الى السيتوبلازم في الخلية ، فالرايبوسومات هي تراكيب معقدة ومتخصصه بدرجة عالية .

5 –المايتوكوندريا :-

توجد في جميع الخلايا النباتية وهي تشبه في تركيبها لما هو في الخلية الحيوانية من التركيب والوظيفة والمحتوى الانزيمي ، والخلية النباتية تحتوي على نوع مميز من DNA إلى انها تختلف في الخلية الحيوانية بكونها اقل تجعداً وتعمل في الخلية النباتية على اكسدة المواد الغذائية وخزن الطاقة بشكل ATP .اما في الخلايا التي تقوم بعملية التركيب الضوئي ، فأن عملية التنفس التي تتم في المايتوكوندريا تمثل المصدر الرئيسي عندما يتم الظلام

تحتوي المايتوكوندريا على DNA دائري الشكل يشبه الكائنات بدائية النواة وتختلف الرايبوسومات المايتوكوندريا من كائن الى آخر فالرايبوسومات المايتوكوندريا في النباتات الراقية تتميز بأن معامل ترسيبها من 805 - 705 بينما معامل ترسيب الرايبوسومات المايتوكوندريا في الخلية الحيوانية يتراوح من 805 – 505 .

6 –البلاستيدات

تحتوي خلايا النباتات الراقية على البلاستيدات الخضراء وهي من اهم انواع البلاستيدات والتي تكون اكبر حجماً من المايتوكوندريا ويختلف عددها من خلية الى اخرى والتي تأخذ اشكالاً مختلفة ذات جدار مزدوج والتي تحتوي على الكلوروفيل والكاروتين والبروتينات الدهنية والانزيمات وحبيبات النشأ والزيت والكربوهيدرات ويقوم الكلوروفيل بتحويل الطاقة الشمسية الى طاقة كيمياوية تعمل على اتحاد الماء وثنائي اوكسيد الكاربون وتتكون السكريات ويتحرر الاوكسجين ، وتعتبر البلاستيدات الخضراء المصدر الرئيسي للطاقة في الخلايا عندما تقوم بعملية ا لتركيب الضوئي ، وتقوم النباتات بعملية التركيب الضوئي عن طريق تحويل الطاقة الشمسية الى طاقة كيمياوية قابلة للتحويل في مجالات النقل والتمثيل والامتصاص والنمو .

7 – الفجوات و العصير الخلوي

تتميز الخلايا النباتية بكثرة وجود الفجوات العصارية والتي تحتوي على مواد غذائية مثل السكريات والبروتينات والاملاح المعدنية والصبغات والاوكسجين وثنائي اوكسيد الكاربون بصورة ذائبة في السائل المكون للفجوة العصارية وتوجد فجوات زيتية في خلايا الانسجة التي تخزن الزيت . وتساعد المواد الغذائية في الفجوات العصارية على حصول الضغط الازموزي للخلية يساعدها على ذلك امتصاص الماء من الخلايا المجاورة لها وكذلك تساعد الفجوات في خزن المواد الزيتية وقد تتجمع فيها المركبات الاخراجية التي لا تحتاج لها النباتات .

8 - النواة

تكون مماثلة في تركيبها ووظيفتها لما ذكر في الخلية الحيوانية ولكنها خالية من الجسم المركزي .

المحاضرة الثالثة

أ . حسين محمد كاطع

كيمياء الكربوهيدرات:- Chemistry of carbohydrates

تؤلف الكربوهيدرات الصنف الاكبر من المركبات العضوية الموجودة في الطبيعة وتملك معظم الكربوهيدرات الصيغة الجزيئية $(CH_2O)n$، وبهذا اعتبرت شكلاً كمركبات مائية الكربون(hydrates) الذي تكون فيها نسبة H الى O كنسبتها في الماء ، وطبقا لهذا يمكن اعتبارها مائيات الكاربون او ما يطلق عليها هيدرات الكاربون ومن هنا جاء اسم كربوهيدرات الى ان هذا التعريف غالباً مايكون غير مناسب ،حيث لا يغطي مركبات كربوهيدراتية مهمة كالرايبوز منزوع الاوكسجين (deoxyribose $C_5H_{10}O_4$) ، كما ان هناك بعض المركبات كال S,P,N الا ان كل من O,H,C تعتبر من العناصر الاساسية في الكربوهيدرات.

ويمكن تعريف الكربوهيدرات كيميائيا بانها مركبات الديهايدية او كيتونية متعددة مجاميع الهيدروكسيل،او هي تلك المركبات التي عند تحللها مائياً تنتج الديهايدات او كيتونات كحولية متعددة مجاميع الهيدروكسيل.

وجود ووظائف الكربوهيدرات :-

1- تشكل الكربوهيدرات اعلى المكونات العضوية في اجسام النباتات 70% وكذلك الحيوانات ومنها سكر القصب والكلوكوز والدبس وان اكثر السكريات المتعددة من اصل نباتي وهي النشأ والسليلوز او من اصل حيواني مثل الكلايكوجين ويعتبر السليلوز من المكونات التركيبية الساندة في الياف وانسجة خشب النباتات.

2- تعتبر الكربوهيدرات من المصادر المهمة للطاقة الكيمياوية للكائنات الحية (النشأ ،السكريات ، والكلايكوجين) .

3- كما انها تقوم بمهمة الدعم في اجسام النباتات وبعض الحيوانات لانها تساهم في تكوين المكونات الرئيسية للكايتين chitin في قشرة السرطان وجراد البحر .

4- اهميتها الكبيرة في الناحية الصناعية لحياتنا اليومية لانها تعتبر مواد اولية في صناعة النشأ والورق والخشب والمنسوجات والبلاستيك .

5- تعتبر الكربوهيدرات المخزن الكبير للطاقة (وتتكون في النباتات الخضراء عن طريق عملية التركيب الضوئي photosynthesis).

6- ومن المواد الكربوهيدراتية المهمة في المملكة الحيوانية هو الكلوكوز في الدم واللاكتوز في الحليب والكلايكوجين في الكبد والعضلات والرايبوز الذي يدخل في تركيب البروتينات النووية وبعض المرافقات الانزعية مثل NDA^+ و $NADP^+$،بينما يدخل الكالاكتوز في تركيب الكالاكتولبيدات والتي تدخل في تركيب الجهاز العصبي في الجسم.

7- كما وتدخل الكربوهيدرات في تركيب الدم وتلعب دوراً مهماً في تصنيف انواع الدم الى فصائله المختلفة A,B,AB,O وتدخل ايضاًفي تكوين الهيبارين والتي تمنع تخثر الدم.

8- تدخل الكربوهيدرات في تركيب الاحماض النووية مثل سكر الرايبوز والرايبوز منزوع الاوكسجين والتي تلعب دوراً مهماً في تكوين الاحماض النووية

Ribose Nucleic Acid/ RNA و Deoxyribose Nucleic Acid/DNA

9- واخيراً وليس أخراً تدخل الكربوهيدرات في تحضير بعض الفيتامينات مثل حامض الاسكوربيك والرايبوفلافين.

تصنيف الكربوهيدرات:- **يمكن تصنيف الكربوهيدرات الى ثلاث اصناف رئيسية اعتماداً على :-**

1-**الطبيعة الكيمياوية**.

2-**نتيجة التحلل المائي**.

3-**عدد ذرات الكاربون**.

تقسيم الكربوهيدرات طبقاً لتحللها مائياً الى:-

A- **السكريات الاحادية Monosaccharides :- تطلق على ابسط انواع السكريات والتي لاتتحول عند التحلل المائي الى مواد ابسط منها والتي تتكون من جزيئة سكرواحده مثال الزايلوزوالكلوكوزوالسيدوهبتوز.**

B- السكريات المحدودة Oligosaccharides :- هي السكريات التي تعطي من 2-10 وحدات من السكريات الاحادية عند تحللها مائياًمثال اللاكتوزوالسكروزوالستاكيوز.

c- السكريات المتعددة Polysaccharides :-هي السكريات التي تعطي اكثر من 10 وحدات من السكريات الاحادية عند تحللها مائياًمثال السلليلوزوالكلايكوجين والنشاء.

السكريات الاحادية Monosaccharides :-

تمتلك السكريات الاحادية 3 ذرات كاربون أو اكثر ،حيث تمتلك كل ذرة كاربون عدا واحدة مجموعة كربونيل (-CO-) ،واذا كانت هذه المجموعة في نهاية الهيكل الكربوني للسكريات الاحادية يعتبر السكر الاحادي من النوع الالديهايدي Aldose ،بينما اذا كانت مجموعة الكربونيل في اي موقع آخر يعتبر السكر الاحادي كيتوني Ketose .

وان هذا النوع من السكريات مواد صلبة بلورية ،عديمة اللون طعمها حلو ، تذوب في الماء لتعطي محاليل ذات نشاط ضوئي ، وتختزل محلول فهلنك وكاشف تولن .. وتختلف درجة

حلاوتها من نوع لاخر ، وتتحول عند التسخين الى كرامل caramel والذي يستعمل للتلوين والنكهة ، وتتفحم بوجود حامض معدني مركز واخيرآ تتجزأ كليآ بالتسخين مع القلويات المركزة .

تصنيف السكريات الاحادية :-

يمكن تصنيف السكريات الاحادية على اساسين هما :-

A- عدد ذرات الكاربون في الجزئي .
B- وجود المجموعة الوظيفية مثل المجموعة الالديهايدية أو الكيتونية .

جدول (1) درجة الحلاوة لعدد من السكريات :-

السكر	درجة الحلاوة
السكروز	100
الفركتوز	173
الكلوكوز	74
اللاكتوز	16
المالتوز	32
الكالاكتوز	32
السكرين	5000-3000

ويمكن تصنيف السكريات الاحادية طبقاً لعدد ذرات الكاربون التي تحتويها الى مايلي:-

1-الترايوزات:- Trioses

هي سكريات احادية تحتوي ثلاثة ذرات كاربون وهي اما الديهايدية مثل الكلسيرالديهايد اوكيتونيه مثل ثنائي هيدروكسيد الاسيتون .

2-التيتروزات :- Tetrose

هي السكريات الاحادية التي تحتوي على اربعة ذرات كاربون مثل الار ثيووز Erythuose والثريبوز threose .

3-البنتوزات:- Pentoses

وهي السكريات الاحادية التي تمتلك خمسة ذرات من الكاربون مثل الراييوز والرايبيلوز والزايلوز والزايليلوز .

4-السكوزات:- Hexoses

هي السكريات الاحادية التي تحتوي على ستة ذرات من الكاربون مثل الكلوكوز والفركتوز والكالاكتوز والمانوز.

5-السبتوزات:- Heptoses

هي السكريات الاحادية التي تمتلك سبعة ذرات من الكاربون مثل السيدوهيبتوز والسيدوهيبتيلوز

كما يمكن تصنيف السكريات الاحادية طبقاً الى تصنيفه من مجاميع فعالة الى :-

1-السكريات الاحادية الكيتونية :- ketoses

هي السكريات الاحادية التي تملك مجموعة كيتون مثل الفركتوز .

2-السكريات الاحادية الالديهايدية:- Aldoses

هي السكريات الاحادية التي تملك مجموعة الديهايد مثل الكلوكوز والكالاكتوز .

وغالباً مايقترن هذين التصنيفين مع بعضهما ، وهكذا فأن كل صنف يكون كالآتي :-

الدوتتروز aldotetrose وكيتوتتروز Ketotetrose او الدوهكسوز aldohexose وكيتوهكسوز Ketohexose ويتوقف عدد المتشابهات Isomers الضوئية على عدد ذرات الكاربون غير المتناسقة او غير المتماثلة .

تصنيف السكريات الاحادية حسب عدد ذرات الكاربون:-

اولاً/السكريات ثلاثية ذرات الكاربون:- Trioses

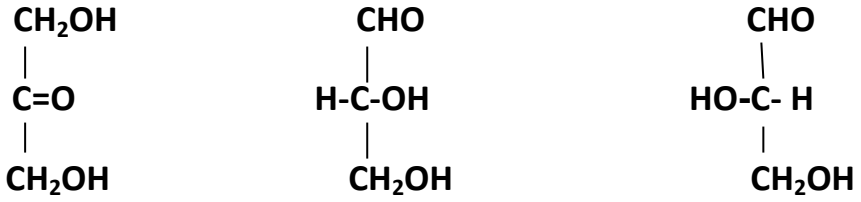
هناك نوعان من السكريات ثلاثية ذرات الكاربون هما:

1-الكلسيرالديهايد .

2-ثنائي هيدروكسيد الاسيتون .

وهي ذات اهمية حيوية مهمة لكونها نواتج وسيطة من تحلل استرات الفوسفات في التفاعلات للعمليات الحيوية لسكر الكلوكوز ، ويوجد الكلسير الديهايد بشكل

(D-glyceraldehyde -3-Phosphate**)الذي يدخل في تفاعلات المرحلة الاولى من عملية انحلال السكر glycolysis وتفاعلات التركيب الضوئي بالاضافة الى اهميتها في تفاعلات مسالك تفاعلات فوسفات السكريات الخماسية وفي تخليق بعض الاحماض الامينية .**



Dihydroxy acetone D-glyceraldehyde L-glyceraldehyde

يتميز كل من الشكل D و الشكل L بانهما يملكان نفس الخواص الفيزياوية والكيمياوية ،ولكن يختلفان في تأثيرهما في الضوء المستقطب ، فأن الانحراف االضوئي للمركب

D-glyceraldehyde يساوي 14+ ، في حين يكون في حالة L-glyceraldhyde

يساوي 14- ،اما المركب Dihdroxy acetone هو الآخر يشترك في تفاعلات انحلال السكر ومسالك فوسفات السكريات الخماسية لكن يتحول داخلياً الى كلسيرالدهايد.

امثلة على السكريات طبقاً لعدد ذرات الكاربون :

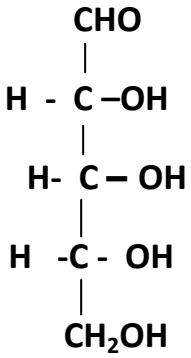
Trioses-1

Dihydroxy acetone D-glyceraldehyde

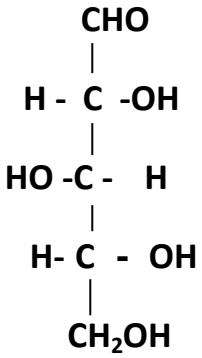
Tetrose -2

D-threose D-erythulose

pentoses-3

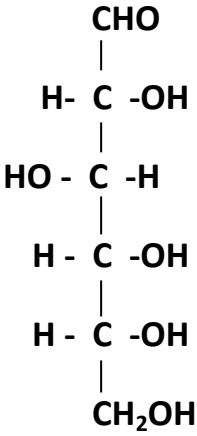


D-ribose

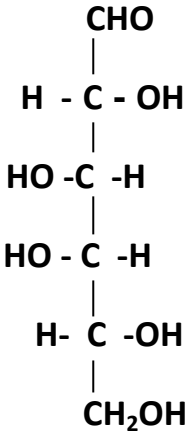


D-xylose

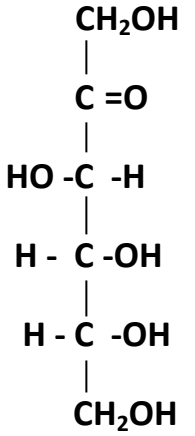
Hexoses-4



D-glucose

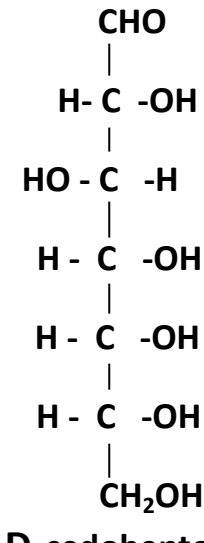


D-galactose

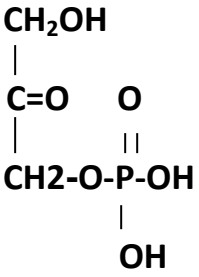


D-fructose

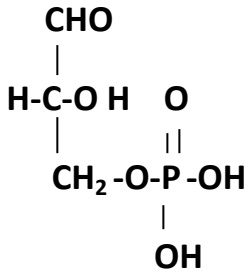
Heptoses-5



D-cedoheptose



3-phosphodihydroxy acetone

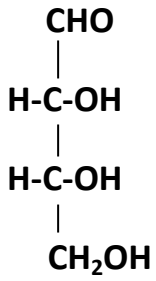


3-phospho-D-glyceraldehyde

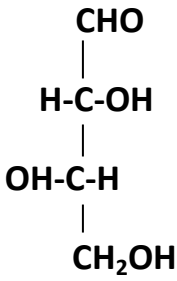
ثانياً/السكريات رباعية ذرات الكاربون :- Tetroses

تتكون من اربع ذرات كاربون وذي صيغة جزئية $C_4H_8O_4$ مثل :

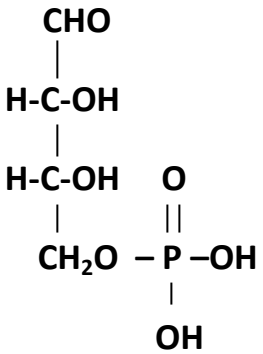
1- سكر اريثروز erythrose :-سكر الديهايدي يوجد بشكل DوLاو بشكل phosphate هو 4-phospho erythrose ،وهو ناتج عن اتحاد 3-phosphoglyceraldehyde مع 6-phosphofructosell في دورة كالفنcalvin وكذلك يتكون في تفاعلات مسلك فوسفيت السكر الخماسي،لذلك لا يوجد حراً في الطبيعة، بل يعتبر من المركبات الوسيطة الناتجة من تفاعلات العمليات الايضية .



D-erythrose



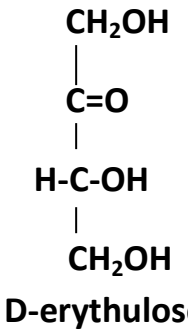
L-erythrose



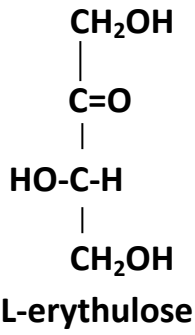
4-phospho erythrose

2- سكر اريثيلوز :- Erythulose

وهو من السكريات الاحادية الكيتونية التي تحتوي على اربعة ذرت كاربون ،ويوجد بشكل L و D وهو من السكريات التي ليس لها اي اهمية حيوية .



D-erythulose



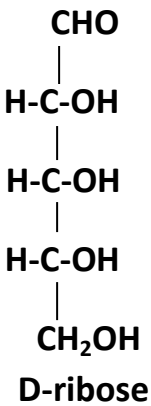
L-erythulose

ثالثاً/السكريات الاحادية خماسية ذرات الكاربون:- pentoses

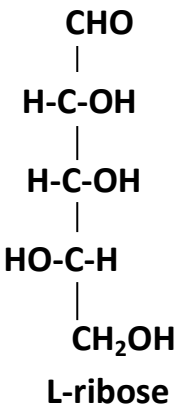
الصيغة الجزئية له هي $C_5H_{10}O_5$ والتي تتميز بكونها ذات اهمية حيوية خاصة لكونها تدخل في تركيب الاحماض النووية RNA و DNA وهي السكريات التي تحتوي على مجموعة الديهايد وتسمى aldopentose مثل الزايلوز والرايبوز او انها تحتوي على مجموعة كيتون ويطلق عليها Ketopentoses مثل الرايبيولوز والزايليولوز ومن اهمها :-

1- سكر الرايبوز:- Ribose

وهو احد السكريات الرئيسية في النيوكلوسيدات والنيوكلوتيدات والحامض النووي Ribose nucleic acid لذا يعتبر من السكريات ذات الاهمية الحيوية في العمليات الحياتية ،لذا يعتبر اساساً لحياة الكائنات الحية وهو يدخل في مسلك فوسفيت السكر الخماسي وفي عمليات التركيب الضوئي ،حيث يشترك في تلك التفاعلات بشكل 5-phospho-D-ribose،كما يكون جزءآ من تركيب العديد من المرافقات الانزيمية .



D-ribose

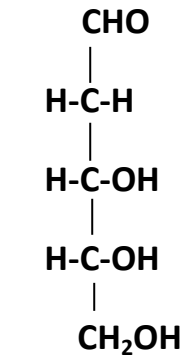


L-ribose

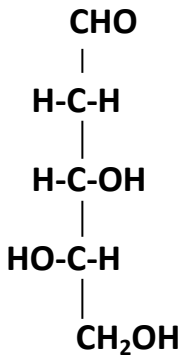
ويدخل في بعض المرافقات الانزيمية FAD و$NADP^+$ وNAD^+ وATP وهو يختزل محلول بندكت وفهلنك وبارفويد ويتفاعل مع فينايل هيدرازين .

2- سكرالرايبوز منزوع الاوكسجين:- Deoxyribose

يختلف عن سكر الرايبوز بعدم وجود مجموعة هيدروكسيل (OH)مرتبطة بذرة الكاربون الثانية ،حيث استبدلت مجموعة الهيدروكسيل بمجموعة CH_2 وهو احد المكونات الاساسية للحامض النووي Deoxyribose nucleic acid (DNA) المسؤول عن نقل الصفات الوراثية كما يكون ايضآ من مكونات عدد من المرافقات الانزيمية ،وله خاصية اعادة تكوين مادة الفوكسين الذي يغير لونها وجود SO_2 ، اي كاشف شيف والذي يعتبر اساس تفاعل Feulgen الذي يستخدم بشكل واسع للكشف عن DNA في الخلية وهو يوجد بشكل فيور أنور .



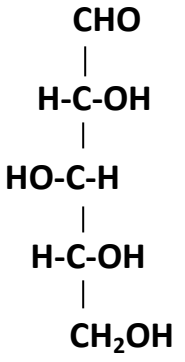
Deoxy-2-D-ribose



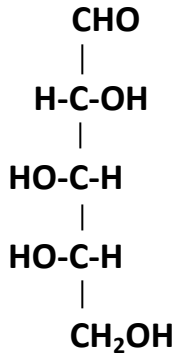
Deoxy-2-L-ribose

3- سكر الزايلوز:- Xylose

يسمى سكر الخشب وغالبآ ما يوجد بكميات قليلة في الدم ويوجد في الفواكه،وجوده في الإدرار يؤدي الى مايسمى pentosuria ،وهناك عدد من البكتريا والخمائر باستطاعتها تمثيل الزايلوز في دورة glucranate-xylose ونقص الزايلوزفي الجسم يؤدي الى مايسمى galactosuria وعدم القدرة على تكوين حامض الاسكوربيك ،ويوجد الزايلوز بكثرة في الصمغ ويتفاعل مع كاشف بيال مما يعطي لونآ ازرقآ مخضرآ ،ويمكن الحصول عليه من تحليل الزايلان xylan الموجود في الخشب والقش .



D-xylose



L-xylose

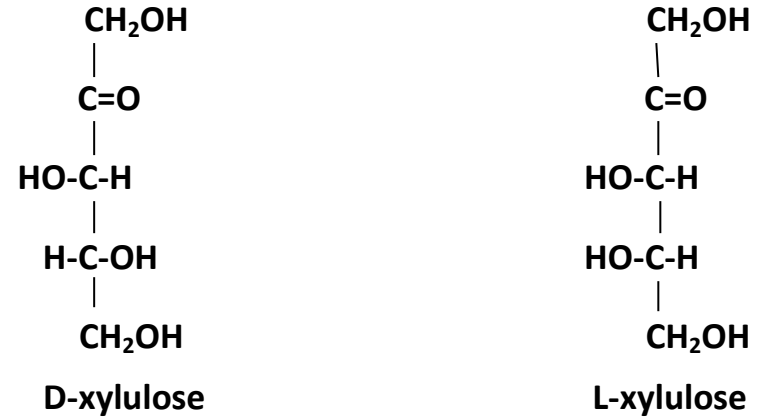
4- سكر الارابينوز:- Arabinose

يوجد في الطبيعة بشكل L و D ،وهو من السكريات الشائعة في الطبيعة إلا انه ليست له اهمية حيوية في جسم الإنسان بالرغم من امتصاصه في الامعاء ،حيث يطرح مع الإدرار ،لهذا السبب فانه عند تناول كميات كبيرة من الفواكه الغنية بهذا السكر مثل الخوخ والكرز فان كميات لابأس بها من هذا السكر توجد في الإدرار والتي تعطي نتيجه موجبة مع كاشف فهلنك ،يوجد هذا السكر في بعض الخضراوات مثل البنجر والبازلاء ومع المواد البكتينية ويتفاعل مع كاشف بيال ليعطي لونآ ازرقآ مخضرا كما في الشكل التالي :-

5-سكر الزايلوز:- xylulose

من السكريات الكيتونية الخماسية ذرات الكاربون ،حيث توجد على هيئة

5-phosphoxylulose في تفاعلات العمليات الايضية في دورة كالفن ،يوجد في الإدرار مما يعطي نتيجة موجبة كاذبة في اختبار بندكت للكلوكوز .

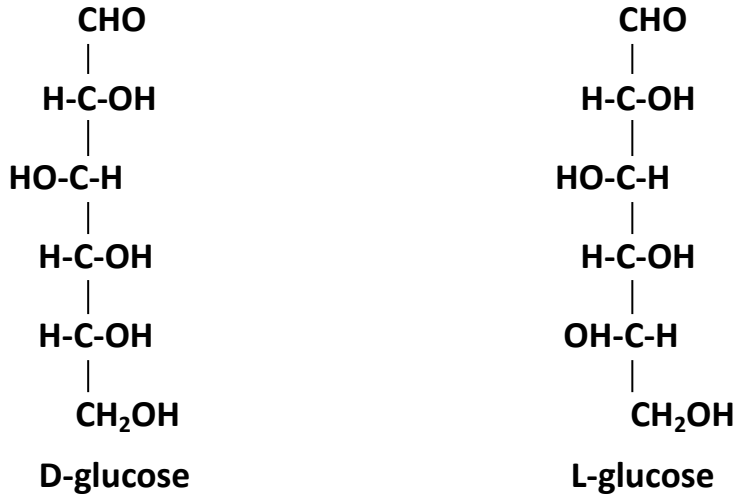


رابعاً/السكريات الاحادية سداسية ذرات الكاربون:- Hexoses

من السكريات التي تحتوي على ست ذرات كاربون، ويوجد اما حراً في الطبيعة او متحداً مع جزيئات اخرى مكوناً احد العناصر الرئيسية في السكريات المتعددة والمحدودة ،ويعتبر الكلوكوز وا لكالاكتوز والمانوز والفركتوز من السكريات المهمة في جسم الانسان وتلعب دوراً هاماً في العمليات الايضية بعضها يملك مجموعة الديهايد يطلق عليها aldose والبعض الآخر يحتوي مجموعة كيتونية يطلق عليها Ketose .

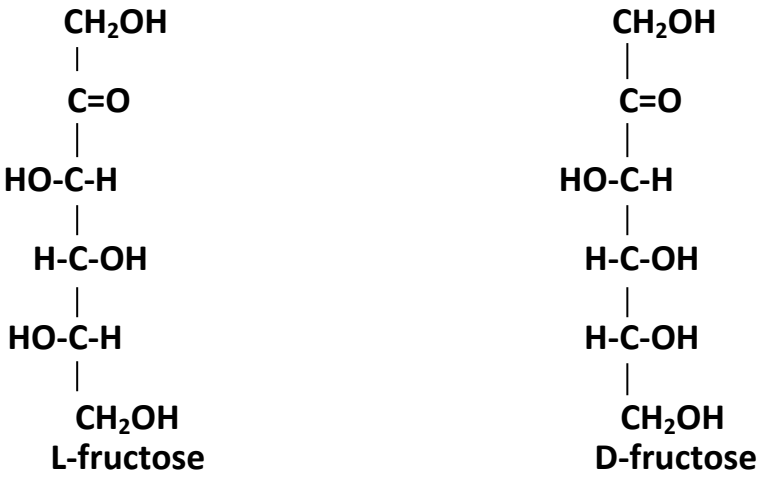
1-سكر الكلوكوز :- glucose

ينتشر بشكل واسع في الكائنات الحية ويوجد بصورة حرة على نطاق واسع، ويعتبر المكون الرئيسي للنشأ والسيليلوز والكلايكوجين ، ويوجد في عصير الفواكه وخاصة العنب وفي دم وانسجة الحيوانات، ويوجد في دم الانسان بكمية ثابتة تتراوح مابين 0.1% - 0.06 من الدم لكن تزداد النسبة في حالة مرض السكر ،ويوجد بنسبة 20% في العنب ،ويستخدم في الاغذية وفي عمليات التخمير والأغراض الطبية ،ويحضر صناعيا بالتحلل المائي للنشأ ويمكن تحلله بالمختبر معطياً الايثانول وغاز CO_2 ،ويكون مصدرا كبيراً للطاقة التي تحتاجها الأنسجة وهو مصدر وقود الدماغ وكريات الدم الحمراء والجلد ،ويختزل محلول بندكت وبارفويد .



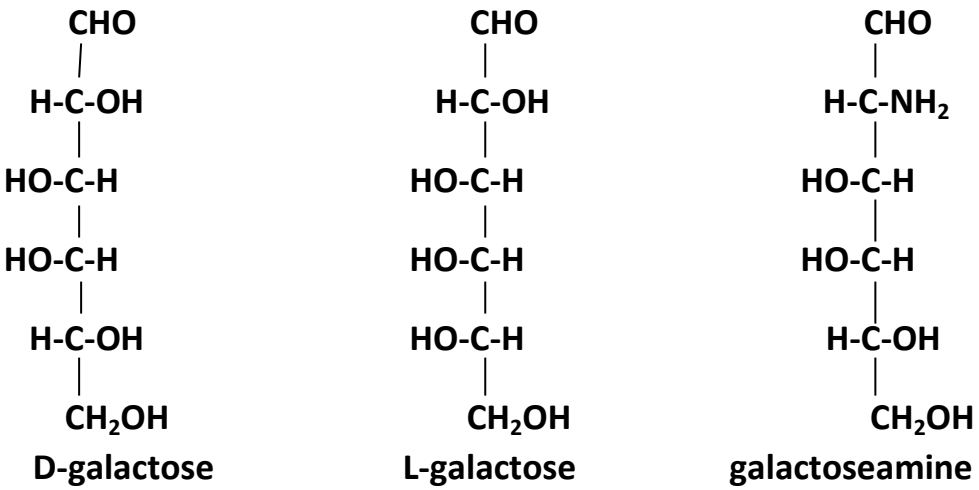
2- سكر الفركتوز :- Fructose

من السكريات سداسية ذرات الكاربون الكيتونية الواسعة الانتشار في الفواكه وبعض الخضروات كالطماطم ،وهو احد مكونات السكروز ،وان سكر الفركتوز اكثر حلاوة من السكروز ويسمى (سكر الفركتوز بسكر الفاكهة) وهو اكثر فعالية مقارنة بالكلوكوز ..،ويتكون من شكلين هما L و D ...،ويتحول في الكبد والأمعاء الى سكر الكلوكوز للاستفادة منه في العمليات الايضية ،و يوجد بحالة حرة في السائل المنوي ويعد مصدر طاقة الحيامن ..،ويتصف بصعوبة التبلور فهو يمنع تبلور السكر الذي يرتبط معه .



3-الكالاكتوز:- Galactose

لايوجد هذا السكر بالصورة الحرة في الطبيعة الا انه يوجد متحد مع بعض السكريات الاخرى ،ويعد اكثر شيوعآ بعد الكلوكوز ويظهر في السكريات الثنائية مثل اللاكتوز ،كما يكون متحدآ مع الدهون في الكلايكولبيدات الموجودة في مختلف الانسجة كما يوجد مع الكلاكتوبروتينات ويطلق عليه سكر الدماغ لانه يدخل في تركيب serprosedate و canclcuosedate ،ويمكن تحضيره من الكلوكوز بوجود انزيم UDP-Galatose-4-epimerase .

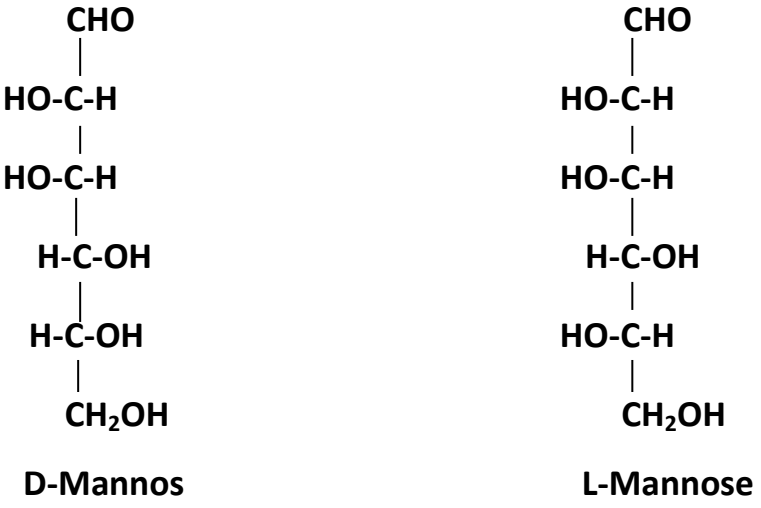


يعتبر الكالاكتوز ضرورآ لتمثيل D-glucose ،وهناك شكلين من الكالاكتوز هما D ، L والشكل L يوجد غالبآ في النباتات بشكل متحد مع السكريات الاخرى ،عندما تحل مجموعة امين محل مجموعة OH في الموقع الثاني يكون galactaseamine .

4-سكر المانوز:- Mannose

يوجد في لمملكة النباتية متحدآ مع السكريات المتعددة ويعد من المكونات في البروتينات السكرية في جسم الكائن الحي .

هنالك شكلين هما L و D وبسبب تركيبه الحلقي هناك αو β واللذان يختلفان في سلوكهما الفسيولوجي ،اذ ان α يكون حلو المذاق في حين يكون βمرآ ،سكر المانوز لايوجد حرآ في الطبيعة ويوجدفي الجدار الخلوي وفي النباتات ويشكل احد مكونات الكلايكولبيدات والكلايكوبروتينات بالإضافة الى مكونات الدم ،ويدخل في تركيب السكريات المتعددة المرتبطة بالاليومين والكلوبيولين وهو مادة بلورية تمتص بسهولة ويستعمل في تحضير كحول المانيتول Mannitol الموجود في الطبيعة في الزيتون والبصل واللوبيا الخضراء ويمكن تحضير المانوز من المانات Mannas الموجود في انسجة القهوة وبذور التمر .



5-السكريات الأحادية سداسية ذرات الكاربون الاخرى:-

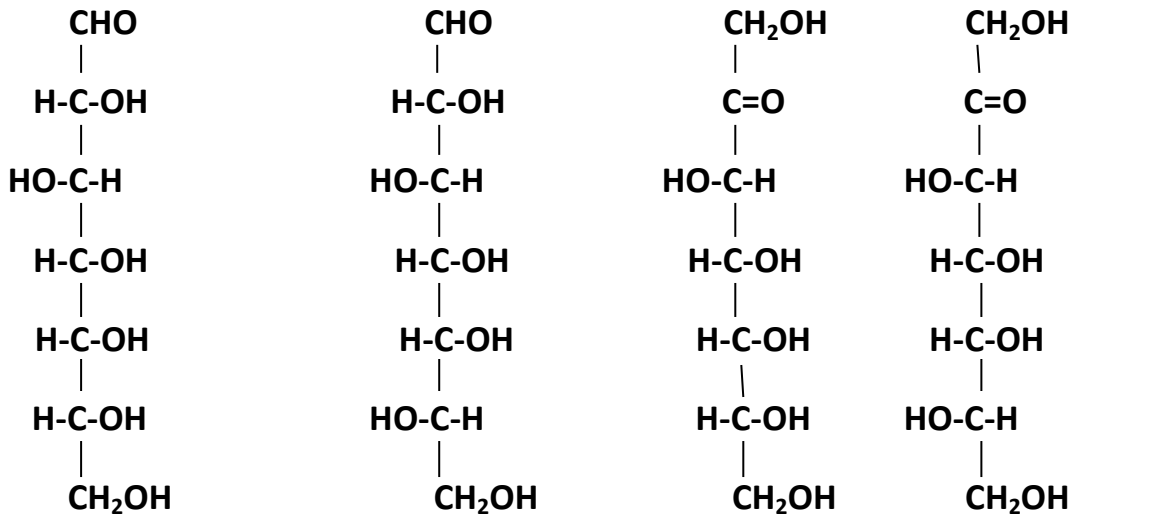
هناك سكريات الديهايدية سداسية ذرات الكاربون مثل gulose، altrose، Allose وبصيغتين هما L و D كما توجد بشكل حلقي لذا يوجد منها شكلين هما الفا(α)و بيتا(β) وليست لهما اهمية حيوية .

خامساً/السكريات الاحادية سباعية ذرات الكاربون:- Heptose

توجد في عصير النباتات ويعتبر احد مكونات السكريات لبعض الاصناف الخاصة في البكتريا chromobacterium violucevum .

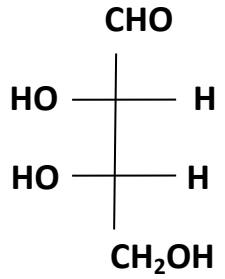
فالسكر D-glycero-1-mannoheptose احد مكونات السكريات المتعددة الدهنية للبكتريا *Shigella sonnei* بينما السكر L-glycero-1-mannoheptose هو احد مكونات الخلايا البكترية *Escherichiaa coil* ،كذلك يوجد في عدد من الفواكه الناضجة مثل الأجاص ، اما السكريات سباعية ذرات الكاربون الكيتونية فتوجد في عدد من الكائنات الحية الدقيقة كالبكتريا والخمائر بالإضافة الى وجودها في النباتات الراقية فمثلآ sedoheptulose الذي يشارك كوسط في مسلك فوسفين السكريات الخماسية وفي تفاعلات التركيب الضوئي كما يلعب السكر دورا مهما في التفاعلات عندما يكون بهيئة :

7-phosphosedoheptulose أو بهيئة 1,7-diophosphosedoheptulose

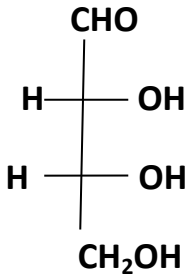


D-sedoheptose **L-sedoheptose** **D-sedoheptulose** **L-sedoheptulose**

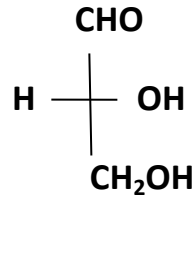
توجد سلسلتان من السكريات هما السلسلة Dوالسلسلة L كما في الشكل رقم (1)ومعظم السكريات الموجودة في الطبيعة تعود الى السلسلة D ،ان السكر D عبارة عن صورة مرأة من السكر L اي ان للسكر صورتان مختلفتان من حيث التركيب الفراغي ،ان المقطع Dاو L يشير الى ان الترتيب الفراغي حول اكبر ذرة كاربون غير متماثلة عن مجموعة الالديها يد .فاذا كانت مجموعة ا (OH) حول ذرة الكاربون ما قبل الا خيرة في الجهة اليمنى فأن السكر هو-D اي أن السكريات ذات الاشكال L وD يمكن ان تعود جميعها الى المصدر نفسة الذي يعتبر مركبا قياسيا و المسمى glycealdehyde الذي له شكل واحد هو D أو شكل L وعليه بالنسبة للسكريات الحاوية على ذرتين او اكثر من ذرات الكاربون غير المتناسقة فالاتفاق المعتمد عالميا هو ان الاشكال Lو D يعود الى ذرة الكاربون الغير متناسقة في ابعد موقع عن المجموعة سواء كانت الديهايدية او كيتونية كما في الأمثلة التالية وعلية فان لكل سكر شكلين ضوئين هما L وD:



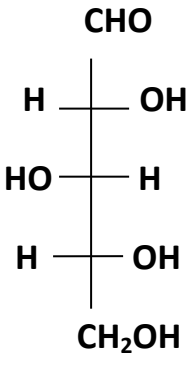
L-threose



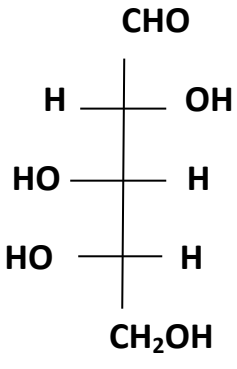
D-erythrose



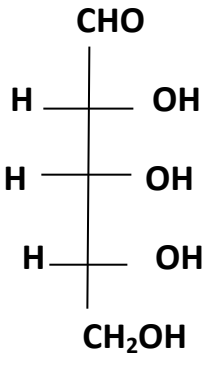
D-glyceraldehyde



D- xylose



L-xylose

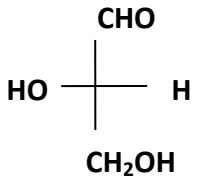


D-ribose

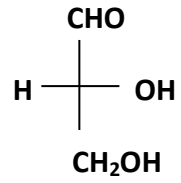
شكل رقم (1) التراكيب المختلفة للسكريات الالديهايدية D و L

تصنيف RgS وعلاقتها مع الاشكال DgL :

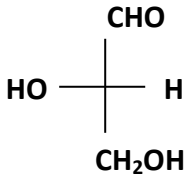
بالرغم من ان النظام Lو D غالبا ما يستعمل في حقل كيمياء الكربوهيدرات غير ان هناك طريقة اكثر عموما للا شارة الى الترتيب الفراغي المجسم للمتناظرات الضوئية والتي استنبطت بواسطة كاهن وانجولدوبريلوج الذين اضافوا المختصر R وتعني Right اي يميني وs يساري للاشارة اليه الشكل الوصفي المطلق absolute configuration لذرة الكاربون الشيراكلية المشابهة التي تدور الضوء في اتجاة عقرب الساعة بالرمز (+) ممايدل ذلك ان الانحراف يميني والذي اطلق عليه fisher بالرمز D وطبقا لذلك فانه يرمز للمركب الكليسيرلديهايد gleceraldehde (+) D ويرمز له عند ذرة الكاربون الشيرالية التي تدور الضوء في اتجاة عكس عقارب الساعة بالرمز (-)مما يدل ذلك ان الانحراف والذي اطلق عليه fisher بالرمزL وطبقا لذلك يرمز للكليسيرالديهايدL-(-)-glyceraldehyde



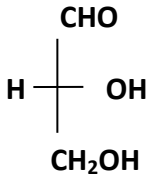
L-(-)-glyceraldehyde



D-(+)-glyceraldehyde



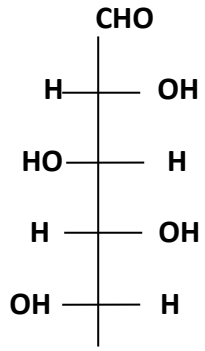
S-glyceraldehyde



R-glyceraldehyde

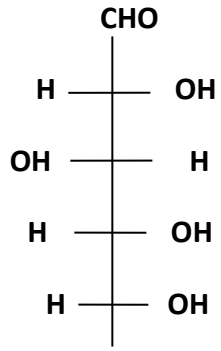
المتناظرات الضوئية :

أن بعض المركبات السكرية التي لها الشكل الوصفي D تحول الضوء المستقطب الى اليسار(-) وبعض المركبات السكرية التي لها الشكل الوصفي L تحول الضوء المستقطب الى اليمين (+) .



L-glucose

(-) -glucose

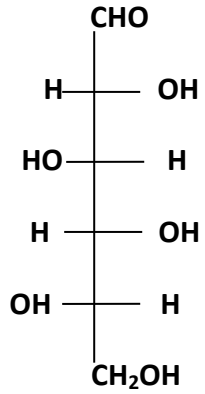


D- glucose

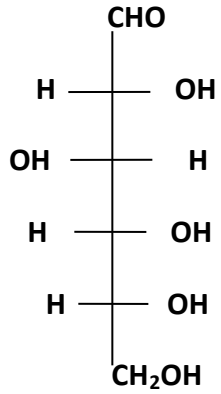
(+) - Glucose

الصيغ التركيبية لفشر وهورث

الصيغ التركيبية هي الصيغ التي تبين تفصيليا كيفية ارتباط الذرات مع بعضها البعض ثم ترتيب هذه الذرات في جزئ السكر فمثلا الكلوكوز والمانوز والكالاكتوز لها صيغ جزيئية واحدة هي $C_6H_{12}O_6$ الا ان كل سكر له خواص مميزه لدرجة الغليان والانصهار وقابلية الذوبان تختلف بها عن بعضها البعض الاخر .وبناءا على ما تقدم وللتعبير عن مختلف السكريات اصبح من الضروري استخدام الصيغ التركيبية التي تبين ترتيب الذرات في جزئ السكر وذلك بكتابة الصيغ البنائية للسكريات الاحادية اما على هيئة سلسلة مفتوحة تدعى صيغة فشر Fisher- formula(كما في الشكل 4) اوعلى هيئة حلقية تدعى صيغة هورثHawarth- formula (كما في الشكل 5) وعلى هذا الاساس لابد من دراسة الصيغ ذي السلسلة المفتوحة والحلقية .ومع ان كثير من صفات سكر الكلوكوز يمكن توضيحها باستخدام الصيغ المفتوحة فان هناك دلائل كثيرة على ان الصيغ المفتوحة في اقتران مع حلقتين تمثلها صيغ هورث المغلقة β-D-glucose و α–D-glucose.

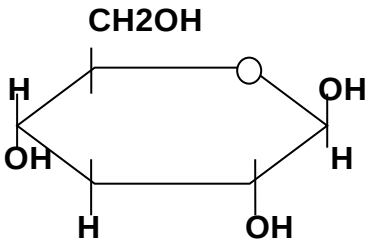


L-glucose

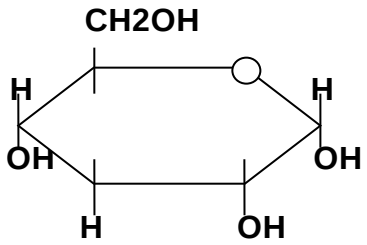


D- glucose

شكل(4) صيغ فشر للسكريات



β-D-glucose



α -D-glucose

شكل رقم(5) صيغ هورث للسكريات

الصيغ البنائية للسكريات الاحادية :

ان السكريات التي لها نفس الصيغ الجزيئية والتي تختلف في التركيب البنائي يطلق عليها المتشابهات Isomers وهناك عدد كبير من السكريات التي لها نفس الصيغ الجزيئية ($C_6H_{12}O_6$) مثل الكلوكوز والكالاكتوزوالمانوز و الفركتوز الا انها تختلف في التركيب البنائي وذلك بسبب التناظر او التشابه .

ان الاختلاف بين السكريات مثل الكلوكوز والكالاكتوزوالمانوز في ترتيب ذراتها او مجاميعها في الفراغ يطلق عليه التناظر الفراغي وعليه يمكن تقسيم المتناظرات او المتشابهات الى نوعين هما :

أ – المتناظر التركيبي Structural isomerism

ب – المتناظر الفراغي Stereo isomerism

فالمتناظر التركيبي هي المركبات التي تمتلك نفس الصيغ الجزيئيه الا انها تختلف عن بعضها البعض الاخر في تركيبها البنائي .

اما المتناظرات الفراغية هي المتناظرات التي يكون لها خواص كيمياوية وفيزياوية مختلفة لكن يحدث التماثل الفراغي في بعض التراكيب الحلقية .

السكريات المحدودة Oligo saccharides :

تعني كلمة الـ oligo اليونانية قليلة او محدودة لذلك فان السكريات المحدودة تعرف بانها عبارة عن ارتباط عدد قليل او محدود من السكريات الاحادية مع بعضها البعض بواسطة اواصر كلايكوسيدية ذات جسر اوكسيدي حيث تشمل 2-10 وحدات من السكريات الاحادية فهي توجد اما بحالة حرة او مرتبطة ومن اكثر هذه السكريات انتشارا في الطبيعة هي السكريات الثنائية disaccharides .

ويمكن تقسيم السكريات المحدودة حسب ما تحتوية من وحدات بنائية الى الاقسام التالية :

1- **السكريات الثنائية** Disaccharides

2- **السكريات الثلاثية** Trisaaccharides

3- **السكريات الرباعية** Tetrasachcarides

4- **السكريات الخماسية** Pentasaccharides

1-السكريات الثنائية :

هي السكريات التي تتحلل مائيا الى وحدتين من السكريات الاحادية وهي ناتجه من ارتباط وحدتين من السكريات الاحادية سداسية ذرات الكاربون وذلك بفقد جزيئة ماء واحدة فقط ، ويحدث الارتباط بواسطة رابطة كلايكوسيدية glucosidic linckage وتعتبر السكريات الثنائية من السكريات الطبيعية وهي تشمل السكروز ، المالتوز ، اللاكتوز ، وغيرها فعندما تكون الاصرة التي تربط بين المجموعة الالديهايدية او المجموعة الكيتونية فان السكر الناتج يكون ذا خواص غير اختزالية كما هو الحال في السكروز اما اذا كان الربط بين مجموعة واحدة من الالديهايد أوالكيتون مما يتكون احد هذه المجاميع حرة غير مرتبطة فالسكر الثنائي يكون مختزلا كما هو الحال في سكر اللاكتوز والمالتوز وعلى هذا الاساس تصنف السكريات الثنائية حسب ما تمتلكه من الصفات الاختزالية الى:

A ـ سكريات ثنائية مختزله.

Bـ سكريات ثنائية غيير مختزلة .

او تقسم على اساس تشابه الوحدات من السكريات الاحادية الى :

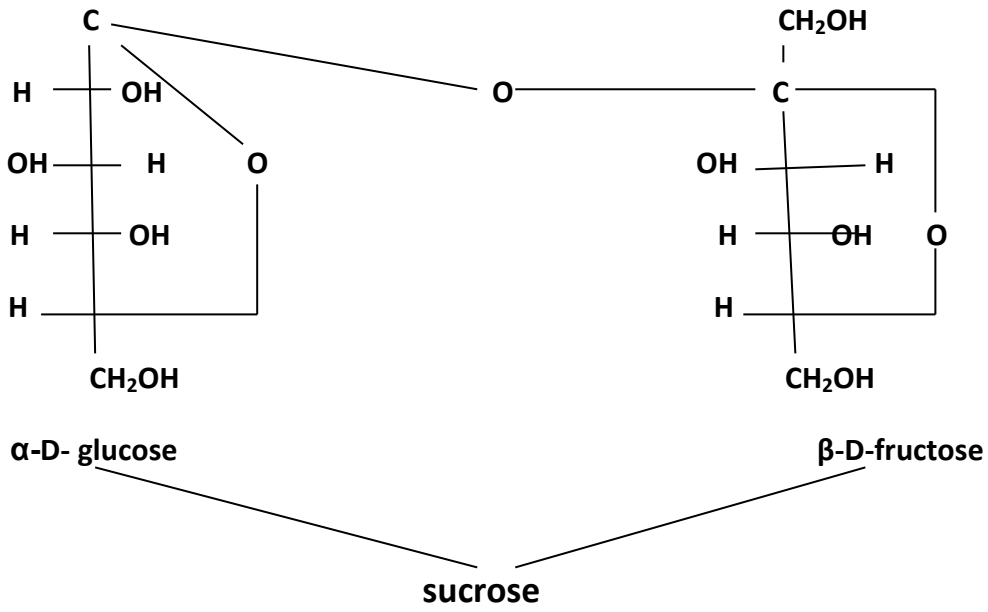
Aـ سكريات غير متشابهه كما هو في سكر السكروز واللاكتوز .

Bسكريات متشابهه كما هو في سكر المالتوز.

أ- السكروز sucrose :

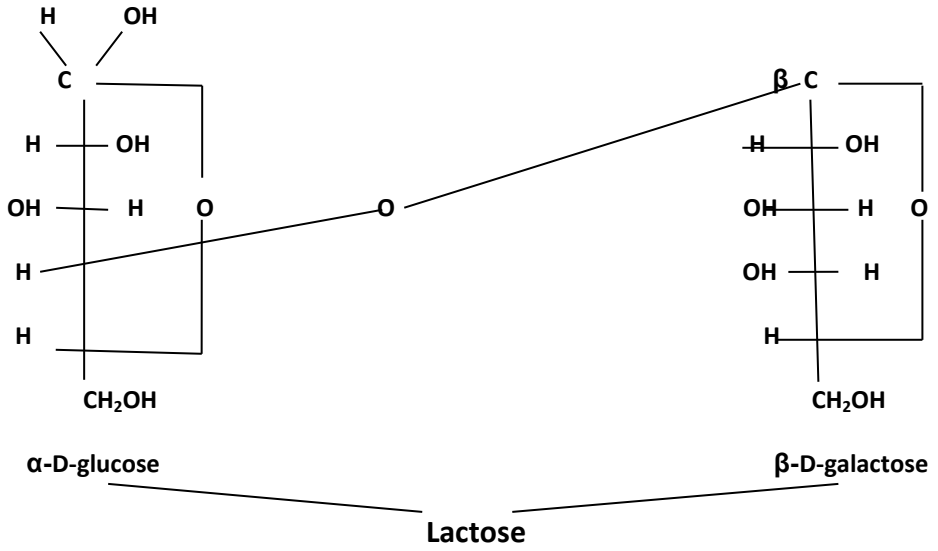
سكر ثنائي غير مختزل وهو من اكثر السكريات انتشارا في الطبيعه ويعرف بسكر المائدة او سكر القصب او سكر البنجر وهو موجود في النباتات كالفواكه والخضروات والعسل ويوجد بنسبة 10-20 %في البنجر و 10-17%في القصب ويتكون من ارتباط وحدتين من السكريات الاحادية هما الكلوكوز والفركتوز اي ان الارتباط يحدث بين مجموعة الالديهايد في الكلوكوز

والكيتون في الفركتوز لذلك لايملك الكلوكوز اي مجموعة حرة الديهايدية او كيتونية مما يجعل السكر غير مختزل.



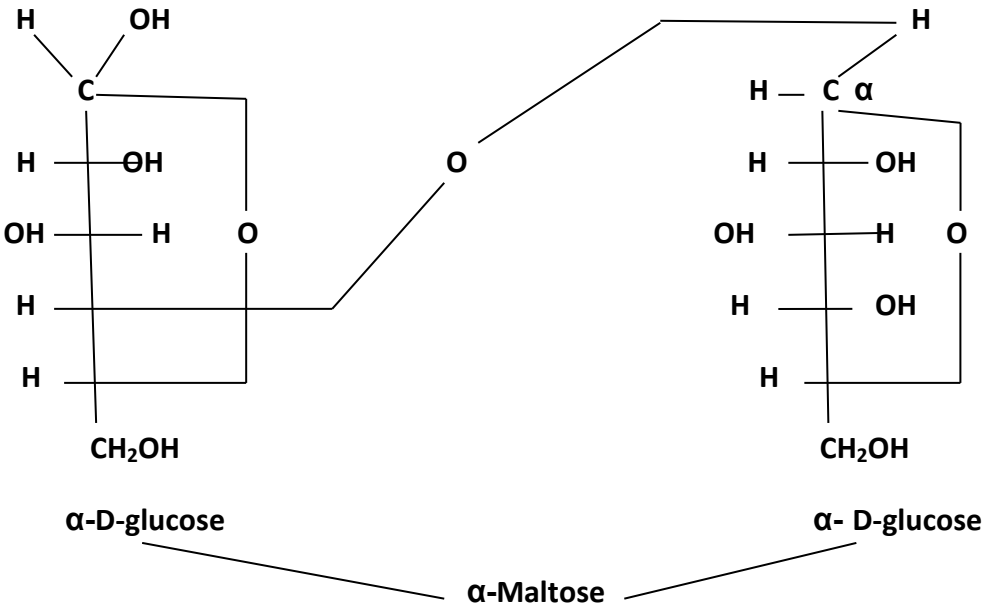
ب- اللاكتوز Lactose :

ويطلق علية سكر الحليب وهو سكر مختزل ناتج عن ارتباط ذرة الكاربون الرابعة من سكر الكلوكوز من نوع αاو β- D-glucopyranoseاو α مع ذرة الكاربون الاولى من β- كالاكتوز بواسطة رابطة كلايكوسيدية من نوع β(1-4) لتكوين αاوβ لاكتوز ، التحلل المائي لسكر اللاكتوز بالاحماض الضعيفه اوانزيمlactase يعطي كميات متساوية من سكر الكلوكوز والكلاكتوز وسكر اللاكتوز هو سكر مختزل بسبب وجود مجموعة الكاربونيل الكامنه في ذرة الكاربون الاولى .



ت- سكر المالتوز Maltose :

ويطلق علية سكر الشعير ويوجد في البذور اثناء خزنها وفي اوراق النبات وهو سكر مختزل وينتج من تكسير السكريات المتعددة مثل النشا ، وهو سكر ثنائي ناتج من ارتباط ذرة الكاربون الاولى من جزيئة α–D-glucopyranose مع مجموعة (OH) في ذرة الكاربون الرابعة من جزيئة α-D-glucopyranose او β–D-glucopyranose لتكوين رابطة كلايكوسيدية من نوع α(1-4)،التحلل المائي لسكر المالتوز انزيميا او باستعمال الحامض ينتج وحدتين من سكر D-glucose،سكر المالتوز مختزل وهو عكس السكروز لان فيه مجموعه الديهايدية واحدة تبقى حرة غير متفاعلة لذا فان ذرة الكاربون الاولى تكون مختزله تختزل ايون النحاسيك الى ايون النحاسوز مما يتحول المالتوز الى حامض مالتونيك.



2- السكريات الثلاثية Trisaccharides:

هي السكريات التي عند تحللها مائيا تعطي ثلاث وحدات من السكريات الاحادية ويمكن تقسيمها الى :

-سكريات ثلاثية مختزله وتشمل robinose،rahaminose.... وغيره.

-سكريات ثلاثية غير مختزله وتشمل melezitose،raffinose.....وغيره.

A– سكر الرافينوز Raffinose :

سكر ثلاثي غيرمختزل يتكون من ثلاث وحدات من السكريات الاحادبة هي :

D-galactose و D-glucose, وD-fructose.ويوجد بكميات قليلة في النباتات وبنسبة لاتزيد عن 1% من بنجر السكر وبذور القطن ،يتحلل مائيا الى كلوكوز وفركتوز وكلاكتوز

وهو سكر غير مختزل بسبب ارتباط المجاميع الفعاله مع بعضها البعض الاخر بروابط كلايكوسيدية .ويتحلل سكر الرافينوز مائياً بوجود انزيم Sucrase وMaltase او حامض الى وحداته الثلاثه.

B-سكر الميليزيتوز Melezitose :

هو سكر ثلاثي غير مختزل يتكون من D-fructose و D-fructose و D-glucose ويوجد في العصارات الخلوية مثل الحمضيات ونبات الدردار نتيجة تخدش القشرة من قبل الحشرات ويظهر في عسل النحل في موسم الجفاف .

3- السكريات الرباعية Tetrasaccharides :

هناك سكريات رباعية معروفة في الطبيعة هما stachyose و sacorodose .

وسكرالـ stachyose يتكون من اربع وحدات واحدة من الكلوكوز واخرى فركتوز ووحدتين من الكالاكتوز ويوجد سكر الستاكيوز في فول الصويا و العدس .

السكريات المتعددة Polysaccharides

أ. حسن محمد كاطع

هي مركبات كربوهيدراتية مكونه مما لا يقل عن أحدى عشر وحدة من وحدات السكريات الاحادية مرتبطة مع بعضها الاخر بواسطة روابط كلايكوسيدية من نوع α(1-4) و (1-6). توجد في الطبيعة وتكون الجزء الرئيسي من الوزن الجاف للنبات والاعشاب البحرية ... وتختلف السكريات المتعددة عن بعضها البعض من حيث نوع السكريات الاحادية المكونة لها وطول سلاسلها ودرجة تفرعها لذلك يمكن تقسيمها طبقا لتجانسها وخزنها ووظيفتها الحيوية وتركيبه ،فاذا كان السكر المتعدد مكون من وحدات كلوكوز يعرف glucans واذا كان مانوز يعرف mannans واذا كان فركتوز يعرف fructans ويمكن وجود السكريات المتعددة بشكل سلسلة مستقيمة مثل السليلوز او متفرعة مثل النشأ والكلايكوجين .

تقسيم السكريات المتعدده:

اولا/سكريات متعددة متجانسة Homopolysaccharides:

التي تتكون من ارتباط عدد كبير من الوحدات المتماثلة من السكريات الاحادية وهي ناتجة عن تكثيف عدد كبير من السكريات السداسية ذرات الكاربون مثل الهكسوزونات hexosans او السكريات الخماسية ذرات الكاربون مثل البنتوزاناتpentosans .

1-البنتوزانات pentosans :

هي سكريات متعددة ناتجة عن تكثيف عدد كبير من السكر الاحادي خماسي ذرات الكاربون وتشمل:

A-الزايلانات xylans B-الاربان arabans

2-الهكسوزانات hexosans

هي سكريات متعددة ناتجة عن ارتباط عدد كبير من السكريات الاحادية سداسية ذرات الكاربون مثل الكلوكوز glucosans او الفركتوز fructosans وتشمل :

A-الفركتوزاناتfructosans

B-الكلوكوزاناتglucosans

C-الكالاكتاناتgalactosans

ثانيا:**سكريات متعدده غير متجانسة** Heteropolysaccharides:

وهي سكريات ناتجة عن ارتباط عدد كبير من الوحدات الغير متجانسة والتي تشمل :

1-**حامض الهيالورونيك hyaluronic**:

الذي يتكون من ارتباط حامض الكلوكيورونيك مع الاستيل كلوكوزامين الذي يوجد في المفاصل والخصيتين ويلعب دور مهم في الاخصاب .

2-**الهيبارين**:

يتكون من ارتباط عدد كبير من وحدات حامض الكلوكيورونيك المرتبطة معه بمجموعة كبريتات في ذرة الكاربون الثانية من سكر الكلوكوز وهو يلعب دورا مهما في منع تخثر الدم

3-**الاكار-اكار**:

الذي يستخدم للاغراض المايكروبايلوجية (بيئة غذائية)

4-**الكيتين chitin**:

سكر متعدد ذو اهمية تركيبية ويوجد في غلاف الهيكل الخارجي في الحشرات ويتكون من وحدة (N-خلات – كلوكوزامين)مرتبطة بواسطة رابطة كلايكوسيدية من نوع (ا-4)ويشبه السليلوز الا ان مجموعة OH في الكيتين في الموقع الثاني في كل كلوكوز استبدلت بواسطة مجموعة خلات الامين .

5-**glycosaminoglycans**

ويطلق عليه سكر سداسي متعدد مكون من ارتباط سلاسل من سكريات متعدده مؤلفه من سكريات ثنائيه متكرره والذي فيها كلوكوزامين او كالاكتوزامين وكل سكر ثنائي تحتوي عل حامض اليورونيك L-glucouronic acid او (L-iduronic acid)وجميعها تتميز بوجود مجاميع كبريت بشكل استراتO-esteres او N-sulfate كما هو الحال في الهيبارين وكبريت الهيبارين وعندما ترتبط السلاسل الى جزيئية البروتين فالمركب يعرف proteoglucan وهي تدخل في تركيب العظام والكولاجين والايلاستين وهي ترتبط مع كميات كبيرة من الماء وترتبط مع عدد كبير من مجاميع OHوالشحنات السالبة .

السكريات المتعدده المتجانسه

1-**النشأ starch** :

من الكربوهيدرات الاساسية في النباتات والبكتريا والفطريات يتكون من 20% اميلوز و80% اميلوبكتين وهو ناتج من ارتباط عدد كبير من وحدات سكرية احادية من نوع D-glucose مرتبطة مع بعضها البعض ففي حالة الاميلوز بروابط كلايكوسيدية من نوع (1-6) لا تذوب حبيبات النشأ في الماء البارد بسبب وجود الغلاف الخارجي الذي يحيط مكوناتها وعند رفع درجة الحرارة تنتفخ الحبيبات مما يؤدي الى انفجار غلافها الخارجي فتختلط مكوناتها مع الماء مكونه محلول ثخين القوام .

يتحلل النشأ مائيا اما بواسطة انزيمات خاصة او باستعمال الاحماض المعدنية .

انزيمات الاميليز لها القدرة على تحلل النشأ كليا الى وحدات مالتوز وكلوكوز ويحصل تحلل النشأ بطريقتين هما :

α-Amylase الذي
يوجد في اللعاب وعصير البنكرياس والذي يعزى اليه هضم النشأ في القناة المعوية حيث يهاجم هذا الانزيم كل من الاميلوز والاميلوبكتين في المواقع الداخلة من السلسلة بطريقة عشوائية لينتج خليط من وحدات الكلوكوز والمالتوز .

β-Amylase
الذي يهاجم الاميلوز والاميلو بكتين في الروابط الكلايكوسيدية من نوع α(1-4)ويبدأ عمله من طرف السلسلة لينزع وحدات المالتوز ويتكون النشأ من نوعين من السكريات المتعددة هما:

A- الاميلوز amylase : **هو**
سلسلة طويلة غير متفرعة من وحدات α -D-glucose مرتبطة مع بعضها البعض بواسطة رابطة كلايكوسيدية من نوعα(1-4) ويحتوي على ما يقارب 250- 300وحده من وحدات α-D-glucose ويحتوي الاميلوز على ما يقارب 0.2– 0.4من المجاميع الطرفية الغير مختزلة .

B- **الاميلوبكتين amylopectin** :
يتكون من سلاسل متفرعة ويتراوح عدد وحدات الكلوكوز لكل تفرع من 8-12 وحدة من وحدات D-glucose ويحدث التفرع بين 20-30 وحدة من وحدات D-glucose ترتبط تلك الوحدات بعضها مع البعض الاخر في السلاسل المستقيمة بروابط كلايكوسيدية من نوع α(1– 6) وهو يوجد بنسبة 80– 85% من النشأ وتشير الدراسات بان للاميلوبكتين نهاية واحدة غير مختزلة لكل 20-25 وحدة كلوكوز يترسب الاميلوبكتين في النباتات بشكل حبيبات متراصة ومتماسكة في شكلها.

2-**الكلايكوجين Glycogen** :

يعرف بالنشأ الحيواني وهو سكر متعدد متجانس ومخزون في الكبد والعضلات وهو من المكونات الاساسية للعضلات وتتفاوت نسبته حسب مقدار الجهد والطاقة التي يبذلها النسيج ففي الاحوال الاعتيادية يحتوي الكبد على 1,5 – 4%كلايكوجين وتحتوي العضلات على 0,5 - 0,9%كلايكوجين كذلك يوجد في العظام والدم والجلد وهو يشبه تماما الاميلو بكتين في تركيبه وهو يتكون من سكريات متعددة متفرعة مرتبطة مع بعضها البعض بروابط كلايكوسيدية من نوع α(1-4)في السلاسل المستقيمة وروابط كلايكوسيدية من نوع α(1-6)في السلاسل المتفرعة وتفرع الكلايكوجين اكثر مرتين من الاميلو بكتين ، وذوبانه في الماء يكون محلولا غرويا وهو غير مختزل يتحلل بفعل انزيم الاميليز ويعتبر الكلايكوجين المصدر الرئيسي للكلايكوجين في الدم وأن الكلايكوجين من السكريات المتعددة الخازنة ويوجد في الخلايا بشكل تجمعات تختلف كميتها ليست فقط بين الانسجة المختلفة فحسب بل ايضا في الانسجة نفسها اعتمادا على تجهيز الكلوكوز للجسم وحاجة العمليات الايضية للطاقة وهو يوجد بشكل مخزون في الكبد والعضلات بكميات قليلة ويشكل نسبة صغيره بالنسبة للوزن الكلي للجسم .

القيمة المثلى لكميته في الكبد 65 غم/100كغم وتقل الكمية بعد الصيام وتزداد بعد تناول غذاء غني بالكربوهيدرات بينما تكون كميته في العضلات 4غم /100كغم حيث تنخفض الكمية مع العمل الشاق الا ان الكمية المخزونة منه في العضلات اكثر مما هو عليه في الكبد لان وزن العضلات اكبر بكثير من وزن الكبد .

3- **السيليلوز cellulose** :

وهو من السكريات المتعددة التركيبية في النباتات ويكون المركب الرئيسي لجدار الخلية ويعتبر القطن من اغنى مصادرة في الطبيعة حيث تتراوح نسبة السليلوز فيه ما بين 98-99% وفي الخشب ما يقارب 50%سليلوز ويلعب دورا مهما في دعم ومساندة هيكل النبات بالاشتراك مع البكتين والهيميسليلوز وكربونات الكالسيوم والسليكا لبناء جدار الخلية النباتية ...يتكون من وحدات D-glucos مرتبطة مع بعضها الاخر بروابط كلايكوسيديه من نوع β(1-4)مع فقد جزيئة ماء .

طول جزيئة سلسلة السليلوز مابين 2000-12000 وحدة β- كلوكوز ،السليلوز سكر غير مختزل ولا يهضم بالانزيمات كأنزيمcellulase وهو مفقود في الحيوانات اللبونه الا انه يوجد في الاحياء المجهرية لذلك فان وجوده في الاحياء المجهرية اساس هضم السليلوز بواسطة المجترات ،لا يذوب في الماء مطلقا الا انه يملك قوة ارتباط عالية تجاه الماء بسبب صلابته لان المجاميع الهيدروكسيلية البارزة في السلسلة تكون اواصر هيدروجينية مما ينتج عن ذلك تبلور السليلوز مما يقاوم تأثير الانزيمات والكيمياويات .

4-**الدكسترينات** **dextrins**:

مركبات وسطية ناتجة عن تحلل مائي للنشأ حيث يتحلل الى اميلودكسترين–ارثرو دكسترين–االكرودكسترين–دكسترينات قصيرة ـ مالتوز– كلوكوز وهوكلايكان متجانس مركب من عدد كبير من وحدات الكلوكوز ويختلف عدد الوحدات مع اختلاف الدكسترينات وهو ناتج من تحلل جزئي للنشأ ،وهو يكون سلاسل متفرعة او غير متفرعة من الكلوكوز طبقا لاصلها من الاميلوبكتين او الاميلوز .ويوجد بشكل مسحوق ابيض ويعطي نتيجة موجبة مع محلول فهلنك والازازون وبارفويد والتخمر الكحولي ويستعمل في لصق الطوابع البريدية وظروف الخطابات.

5- **الدكسترانات** **Dextrans** :

يتركب من ارتباط عدد كبير من وحدات الكلوكوز التي ترتبط مع بعضها بروابط كلايكوسيدية من نوع α(1-2)و(1-3)و(1-4)و(1-6) مكونة شبكة متداخلة فيما بينها وهي مركبات ناتجة عن فعل البكتريا التي تعيش في وسط سكري والتي تعطي محلولا لزجا عند اذابتها في الماء وهو يعطي اختبار موليش ،والدكسترانات سكر متعدد مخزون في الخمائر والبكتريا ويستفاد منه في الاستعمالات المختبرية وكمادة عرضية في تحضير هلام الترشيح لاغراض الفصل الكيموحيوي.

مشتقات الكاربوهيدرات

هناك بعض الكربوهيدرات التي توجد على هيئة مشتقات مهمة من الناحية الحيوية وتلعب دور مهم في العمليات الايضية داخل جسم الكائن الحي ومن هذه المشتقات هي:

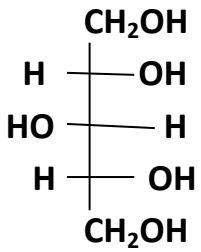
1- **السكريات الامينية** **Amino sugars**

تلك المركبات الكربوهيدراتية التي حلت فيها مجموعة NH2 محل مجموعة هيدروكسيل OH عند ذرة الكاربون الثانية من السكريات السداسية ذرات الكاربون ومن اهم السكريات الامينية الاكثر شيوعا في الطبيعة هي D-galactosamine و-D glucosamine

2- **الكحولات السكرية** **sugar alcohols**

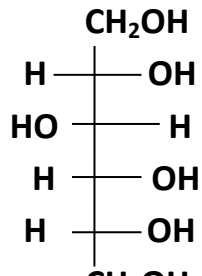
توجد هذه السكريات بصورة طبيعية في الفواكه وهي اقل حلاوة من السكروز وتستعمل كمواد بديلة للسكر وهي اقل امتصاص في الامعاء من السكروز ويمكن الحصول عليها من السكريات سداسية ذرات الكاربون بواسطة اختزال مجاميع الـOH في ذرة الكاربون الاولى بواسطة الـ H بوجود عامل مساعد معروف او بواسطة sodium- amalgame في الماء لتكوين كحولات سكرية مقابلة حيث ينتج sorbitol من سكر الكلوكوز و xylitol من سكر الزايلوز.

وبالامكان انتاجها صناعيا واستعمالها في العديد من المواد الغذائية كمواد محلية في الاغذية وخاصة المصابين بمرض السكر ومنها سكر الكلوكوز.



D-xylitol

من الزايلوز



D-sorbitol

من الكلوكوز

3-الاحماض السكرية sugar acids :

هناك ثلاث انواع من الاحماض السكرية الناتجة من اكسدة السكريات الاحادية وهي :

A- **الاحماض الالدونية** Aldonic acids

B- **الاحماض الالديورونية** Alduronic acids

C- **الاحماض الالديرية** Aldaric acid

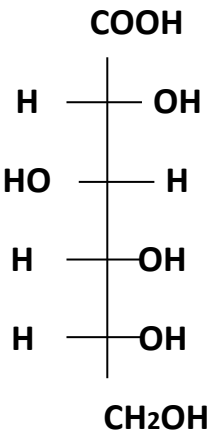
ففي حالة A تتم اكسدة ذرة الكاربون (الاولى)الالديهايدية الى مجموعة كاربوكسيل (COOH) مما يتم استبدال المقطع ose الى المقطع onic حيث يحصل تحويل الكلوكوز والكالاكتوز الى الكلوكونيك وكالاكتونيك على التوالي .

اما في حالة B حيث يتم فيها اكسدة مجموعة الكحول الاولية في ذرة الكاربون السادسة الى مجموعة كاربوكسيل مما يتم أستبدال المقطع ose الى المقطعuronic حيث يحصل تحويل الكلوكوز والكالاكتوز الى كلوكيرونيك وكالاكتيرونيك على التوالي.

وفي حالة C يتم فيها اكسدة ذرة الكاربون(الاولى) الالديهايدية وذرة الكاربون (السادسة)الكحولية الى مجموعة كاربوكسيل (COOH)مما يتم أستبدال المقطع ose ألى المقطع aric حيث يحصل تحويل الكلوكوز والكالاكتوز الى كلوكاريك وكالاكتاريك على التوالي .

الحالة A

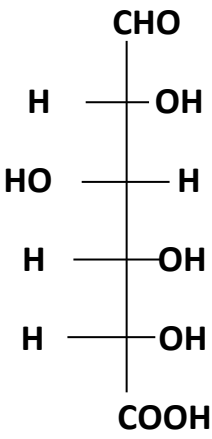
Aldonic acids



D-gluconic acide

الحالة B

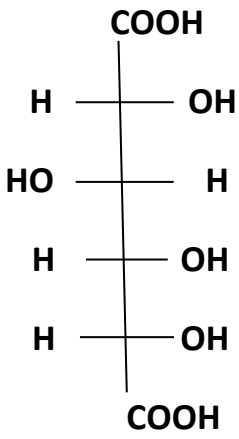
Alduronic acids



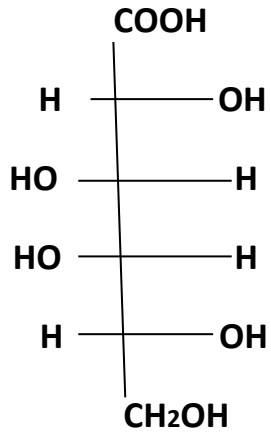
D-glucuronic acide

الحالة C

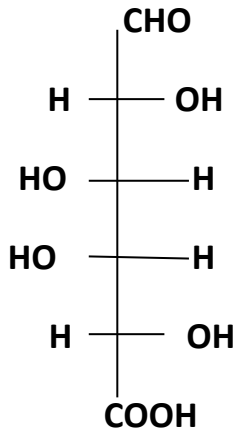
Aldaric acides



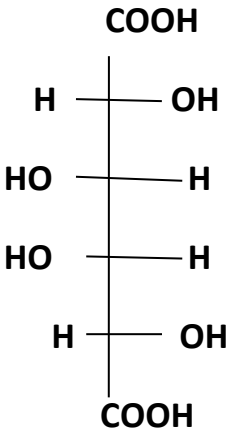
D-glucaric acide



D- galactonic acid



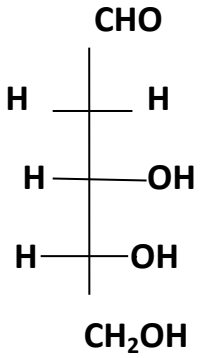
D- galacturonic acid



D-galactaric acid

4-**السكريات منزوعة الاوكسجين** **Deoxy sugars** :

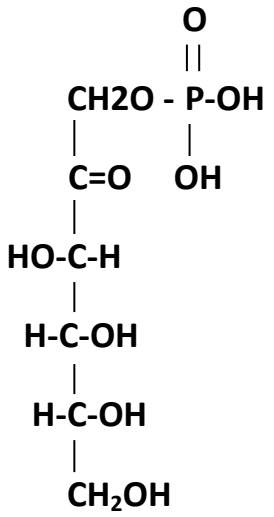
وهي السكريات التي فيها مجموعة (OH)في احدى ذرات الكاربون استبدلت بواسطة (H)ومعظمها سكريات مهمه في العمليات الايضية داخل جسم الكائن الحي ومنها الانسان ومن اكثر هذه السكريات انتشارا في الطبيعة هو 2-Deoxy-D-ribose وهو من مكونات ال DNA (deoxyribose nucleic acid)



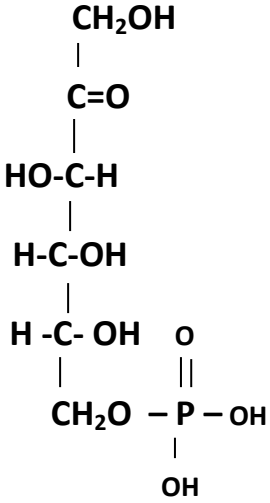
2- Deoxy-D-ribose

5-السكريات الفوسفاتية phosphatic sugars

هناك عدد من استرات حامض الفوسفوريك للسكريات الاحادية وهي نواتج وسطية مهمة في التفاعلات الحياتية للكاربوهيدرات حيث يتفاعل السكر مع ATP بوجود انزيم متخصص حيث ترتبط مجموعة فوسفيت مع مجموعة الكاربوكسيل في ذرة الكاربون الاولى والسادسة من السكريات لتكوين مايلي :



1 -phospho-D-fructose



6 -phospho-D-fructose

ATP =Adenosin Triphosphate

الدهون lipids أ . حسين محمد كاطع

مصطلح يطلق على الدهون fatsوالزيوت oilsمع كميات قليلة من مكونات غير دهنية مثال البروتينات ،الكربوهيدرات ،الفوسفولبيدات ،معادن ،فيتامينات ذائبة بالدهون (K-E-D-A)وتعرف الدهون / بانها استرة احماض دهنية مع الكلسيرول .

الدهون Fats/ صلبة بدرجة حرارة الغرفة العادية .

الزيوت oils/ سائلة بدرجة حرارة الغرفة العادية .

تتميز الدهون (اللبيدات) بانها زيتية الملمس وغير ذائبة في الماء او المذيبات القطبية(Polar solvents) ولكنها تذوب في المذيبات اللاقطبية العضوية (البنزين ،الايثر ،الاسيتون ،الكلوروفورم ..).

تتكون اللبيدات من C،H، Oوتحتوي بعضها على P،N.

ارتباط اللبيدات بالبروتين تتكون مركبات =Lipoprotein

ارتباط اللبيدات بالكربوهيدرات(كلاكتوز) =galactolipid

ارتباط اللبيدات بحامض الفوسفوريك = phospholipid

يحتوي الزيتون على 19% دهن والقطن على 20%والسمسم على55% بينما يحتوي جوز الهند على 64% دهن ،اما السكريات فانها خالية تماما من الدهون .

وظائف الدهون Fun ctions of Lipids

تؤدي اللبيدات وظائف حيوية وصناعية يمكن اجمالها بما يلي

1- **مصدر للطاقة: تخزن الدهون في الانسجة كخزين للطاقة اذ يتم استخدامها بعد نفاذ الكربوهيدرات المخزونة على شكل كلايكوجين في الجسم ، وتعطي الدهون طاقة عالية بعد اكسدتها داخل الجسم .**
2- **مادة واقية :تعد الدهون احد المواد الواقية للجدران الخلوية في العديد من البكتريا واوراق النباتات والهيكل الخارجي للحشرات.**
3- **تدخل في تركيب الاغشية : الدهون مكونات اساسية تركيبية لاغشية الخلية كالنواة والمايكروسوم والمايتوكوندريا.**
4- **مادة منشطة : تعد بعض انواع الدهون منشطات لبعض الانزيمات لكي تبدي نشاطها التام فمثلا Glucose-6-phosphataseوMonooxygenaseوغيرها تحتاج الى Phosphatidylcholine (احد الدهون الفسفورية) لتنشيطها.**
5- **مادة عازلة : تعمل الدهون بوصفها عازلا حراريا في الانسان والحيون من خلال تكوين طبقة عازلة تحت الجلد فتحافظ على درجة حرارة الجسم من التغيير السريع.**

6- تدخل بتركيب الانسجة : تدخل الدهون بتركيب الانسجة العصبية بنسبة عالية وتعمل الدهون بوصفها عازلا كهربائيا يسمح لنقل الايعاز العصبي عبر الاعصاب .
7- مركبات اولية : تدخل الدهون بوصفها مركبات اولية لبعض الفيتامينات والهرمونات واحماض الصفراء.
8- الحماية من الصدمات : تحيط اعصاء الجسم الداخلي مثل الكليتين والقلب طبقة دهنية نهد وسادة تقي هذه الاعضاء من الصدمات الخارجية.
9- مصدر الاحماض الدهنية الاساسية: ان للإحماض الدهنية الاساسية اهمية كبيرة لحيوية الجسم مثل حامض اللينوليك الذي عند توفره يمكن منه بناء حامض الاركيدونك الذي يطيل من فترة تخثر الدم ويزيد من تحلل الفيبرين وبهذا يسبب في تقليل فرص الاصابة بالجلطات Thrombus فتقل فرص الاصابة بأمراض تصلب الشرايين.
10- يزيد الاستساغة والاشباع : تواجد الدهون في الغذاء يزيد من استساغته وكذلك يعطي الشعور بالشبع وذلك بسبب بطء الدهون في الهضم والامتصاص من خلال الجهاز الهضمي.
11- التقليل من الاصابة بأمراض القلب : هناك احماض دهنية غير مشبعة لها اهمية كبيرة على سبيل المثال الحامض الدهني اوميكا Omega fatty acid الذي يعمل على زيادة HDL (الكوليستيرول المفيد) وعندها يقلل من الاصابة بأمراض القلب.

تصنيف الدهون .: Classification of lipids

تصنف الدهون حسب تركيبها الكيميائي كما قسمها Bloor الى ثلاثة اقسام رئيسية هي :.

1-**الدهون البسيطة** Simple Lipids

2- **الدهون المركبة** Compound Lipids

3- **الدهون المشتقة** Derived Lipids

1- **الدهون البسيطة وتشمل** :

أ- **الشموع** waxes

هي استرة الاحماض الدهنية طويلة السلسلة مع كحولات احادية OH طويلة السلسلة ،عدد ذرات الكاربون فيها من 16- 22، تشبه الشموع الدهون والزيوت ولكن تختلف عنها في انها تحتوي على كحولات احادية OH طويلة السلسلة اما الدهون والزيوت فتحتوي على الكلسيرول بدلا من الكحول ،تغطي الشموع سطح الشعر والصوف والريش وفي النباتات تغطي سطح السيقان والاوراق والثمار، ومثال على الشموع هو شمع النحل الذي يتكون من الحامض الدهني البالمتيك Palmitic وكحول الميرسل Mercel

$C_{15}H_{31}COOH+C_{29}H_{59}CH_2OH \Longrightarrow$ C15H31CO-O-CH2H59C29

ب- الدهون المتعادلة fats and oils

هي استرة الاحماض الدهنية مع كحول ثلاثي هو الكليسرول Glycerol اذ ينتج ما يسمى بـ Glycerides وتتكون من كلسيريدات احادية وثنائية وثلاثية (الشحوم Fat) .

الكلسيريدات Glycerides

تعرف بانها استرة (ارتباط) الاحماض الدهنية مع الكلسيرول ، ويمكن تقسيمها كما يلي :.

1 /حسب عدد الاحماض الدهنية المرتبطة بها وتشمل :

A- الكلسيريدات الاحادية Monoglycerides

ارتباط حامض دهني مع مجموعة هيدروكسيل واحدة من الكلسيرول .

B- الكلسيريدات الثنائية Diglyeerides

ارتباط حامضين دهنين مع مجموعتي (OH) من جزيئة الكلسيرول سواء كان الحامضين متشابهين او مختلفين.

C- الكلسيريدات الثلاثية Triglycerides

ارتباط ثلاثة احماض دهنية مع ثلاثة مجاميع OH من جزيئة الكلسيرول سواء كانت الاحماض الدهنية متشابهة او مختلفة، ان جزيئة الكلسيريدات الثلاثية ليس لها شحنة كهربائية ولذا سميت بالدهون المتعادلة والتي اما تكون مادة صلبة او سائلة في درجة حرارة الغرفة، وان صلابة وسيولة الدهون تتوقف على طبيعة الاحماض الدهنية المكونة للدهن .

CH_2O-CO-R_1	CH2O-CO-R1	CH_2O-CO-R_1
|	|	|
CHOH	CHO-CO-R_2	CH_O-CO-R_2
|	|	|
CH_2OH	CH_2OH	CH_2O-CO-R_3
1- Monoglyceride	1،2- diglyceride	Triglyceride

مع احتمال تغير موقع الارتباط سواء كان في رقم (1) او (2) او(3)

2/حسب نوع الاحماض الدهنية المرتبطة بها:. وتقسم الكلسيريدات الى نوعين :

A- الكلسيريدات البسيطة Simple glycerides

حيث تكون الكلسيريدات نوعية واحدة من الاحماض الدهنية مثال ذلك:

$CH_2O\text{-}CO\text{-}R_1$
|
$CHO\text{-}CO\text{-}R_1$
|
$CH_2O\text{-}CO\text{-}R_1$

B- **الكلسيريدات المختلطة** Mixed glycerides

حيث تكون الاحماض الدهنية اما مختلفة جميعها

$CH_2O\text{-}CO\text{-}R_1$
|
$CHO\text{-}CO\text{-}R_2$
|
$CH_2O\text{-}CO\text{-}R_3$

او تشابه اثنان واختلاف الثالث

$CH_2O\text{-}CO\text{-}R_1$
|
$CHO\text{-}CO\text{-}R_1$
|
$CH_2O\text{-}CO\text{-}R_2$

تحضير الكلسيريدات:.

تحضر الكلسيريدات بالطريقة التالية مختبريا وذلك من تفاعل الكلسيرول مع كلوريدات الاحماض الدهنية .

CH_2OH + $3R\text{-}CO\text{-}Cl$ → $CH_2O\text{-}CO\text{-}R$
|
$CHOH$ → $CHO\text{-}CO\text{-}R$
|
CH_2OH → $CH_2O\text{-}CO\text{-}R$

الكلسيرول :. هو المكون الرئيسي لجميع الدهون والزيوت وهو كحول ثلاثي الهيدروكسيل يحتوي على مجاميع كحولية اولية وثانونية وهو سائل زيتي قابل للامتزاج بالماء والكحول وعديم الذوبان بالايثر، حلو المذاق يكون استر مع الاحماض الدهنية وذو وزن نوعي 1.26 عديم اللون والرائحة كثيف القوام يوجد في جميع انواع الدهون والزيوت يستخدم لاغراض عديدة منها صناعة الحبر والمفرقعات والبلاستيك وتحضير

مواد التجميل وفي صناعة الادوية التي لها علاقة بامراض القلب وهو المنتوج الثانوي لصناعة الصابون من الدهون والزيوت عند تسخين الكلسيرول مع حامض H_2SO_4، HNO_3 يعطي ملحا ثلاثيا لنترات الكلسيرول يستعمل موسع للاوعية الدموية لزيادة مجرى الدم خلال الشرايين التاجية.

تسمية الدهون : هناك عدة قواعد للتسمية :

1-**اذا تشابهت الاحماض الدهنية المرتبطة بالكلسيرول يتم حذف** ic acid من نهايته ويضاف المقطع in مسبوقاً بكلمة Tri.

$CH_2O\text{-}C0\text{-}C_3H_7$ | $CH_2O\text{-}C0\text{-}C_5H_{11}$ | $CH_2O\text{-}C0\text{-}C_{11}H_{23}$

$CHO\text{-}C0\text{-}C_3H_7$ | $CHO\text{-}C0\text{-}C_5H_{11}$ | $CHO\text{-}C0\text{-}C_{11}H_{23}$

$CH_2O\text{-}C0\text{-}C_3H_7$ | $CH_2O\text{-}C0\text{-}C_5H_{11}$ | $CH_2O\text{-}C0\text{-}C_{11}H_{23}$

Tributyrin | Tricaproin | Trilaurin

2-**اذا اختلفت جميع الاحماض الدهنية المرتبطة** ، يجب ترقيم ذرات الكاربون اما بنظام (1،2،3) او(α ,β, ᾱ) من الاعلى الى الاسفل ،ثم يثبت رقم الحامض الاول حيث تحذف منه ic acid وتحل محله yl، اما الحامض الدهني الثاني فتحذف منه ic acid وتحل محله yl، اما الحامض الاخير فتحذف منه ic acid ، وتحل محلها in .

1 - CH2O-C0-C15H31
|
2- CH2O-C0-C17H35
|
3- CH2O-C0-C17H33

α -Palmityl-β-stearyl-ᾱ -olein

l-Palmityl-2-stearyl-3-olein

3-**اذا تشابه حامضين دهنيين واختلف الثالث**، بغض النظر عن موقع الاحماض الدهنية المتشابهة سواء كانا متجاورين او متباعدين حيث يتم الترقيم (1،2،3) ثم نبدأ بتسمية الحامض المنفرد مسبوقاً بموقعه وتحذف ic acid وتحل محلها O،ثم يعقب ذلك تسمية الحامضين المتشابهين بذكر موقعيهما ثم تحذف ic acid وتحل محلها in.كما يجب ان تسبق اسم الحامض كلمة di(اي ثنائي) دليل على عدد الاحماض الدهنية المتشابهة .

1- CH2O-C0-C15H31
|
2- CHO-C0-C15H31
|
3- CH2O-C0-C17H35

α 1 CH2O-C0-C15H31
|
β 2 CHO-C0-C17H35
|
ᾱ 3 CH2O-C0-C15H31

3-stearo-1,2-dipalmitin

2- stearo-1,3-dipalmitin

ᾱ-stearo- α ,B-dipalmitin

β- stearo-α ,ᾱ -dipalmitin

ملاحظة : الاحماض الدهنية المطلوبة للتسمية فقط هي :

C3H7COOH	butyric acid
C5H11COOH	caproic acid
C11H23COOH	lauric acid
C15H31COOH	palmitic acid
C17H35COOH	stearic acid
C17H33COOH	oleic acid

الاحماض الدهنية : Fatty acids

مركبات احادية مجموعة الكاريوكسيلCOOH طويلة السلسة او قصيرة السلسة مشبعة او غير مشبعة مستقيمة او متفرعة وقد تكون هيدروكسيلية او كيتونية من ناحية الاذابة في الماء فهناك النوعيات التالية :

-احماض دهنية تذوب في الماء مثل : Butyric acid

-احماض دهنية قليلة الذوبان في الماء مثل : capric ؛ Caprelic ، caproic

-احماض دهنية لاتذوب في الماء مثل : palmitic , lauric , Merstic

تصنيف الاحماض الدهنية : تصنف الاحماض الدهنية الى :

1-الاحماض الدهنية المشبعة Saturated fatty acids

2- الاحماض الدهنية الغيرمشبعة UnSaturated fatty acids

3- الاحماض الدهنية الهيدروكسيلية Hydroxy fatty acids

4- الاحماض الدهنية المتفرعة Branched fatty acids

5- الاحماض الدهنية مستقيمة السلسلة Straight fatty acids

6- الاحماض الدهنية الحلقية Cyclic fatty acids

7- الاحماض الدهنية الاوكسجينية (الكيوتية) Oxy fatty acids

8- الاحماض الدهنية الاساسية Essential fatty acids

تسمية الاحماض الدهنية :

$CH_3(CH_2)_7CH= CH(CH)_7C00H$ 9

Oleic acid C18 :1

ويتم ترقيم الحامض الدهني وفقاً لما يلي :

1-الترقيم من جهة مجموعة COOH (اليمين)

2-يثبت عدد ذرات الكاربون .

3-تكتب عدد الاواصر المزدوجة .

4-يوضع مثلث وتثبت في قمته وعلى اليمين مواقع الاواصر المزدوجة .

$CH_3(CH_2)4CH= CH\ CH_2\ CH =CH(CH_2)_7COOH$ 9,12

Linoleic acid C18: 2

اولا :**الاحماض الدهنية المشبعة** :. Saturated fatty acids

مركبات عضوية هيدروكربونية ذات سلسلة مستقيمة او متفرعة تحتوي اما على :

A-عدد زوجي من ذرات C وصيغته CnH_2n_{-1} COOH

B- عدد فردي من ذرات C وصيغته $CnH_{2n}COOH$

ويعد حامض CH_3COOHهو الحامض الدهني الاول

وتقسم الاحماض الدهنية المشبعة من حيث طول السلسلة او عدد ذرات الكاربون الى

1- الاحماض الدهنية المشبعة قصيرة السلسلة Short Chain Saturated fatty acids

التي يتراوح عدد ذرات الكاربون فيها من 2 - 10 ذرة .

2-الاحماض الدهنية المشبعة متوسطة السلسلة Medium chain Saturated fatty acids

التي يتراوح عدد ذرات الكاربون فيها من 11-15ذرة .

3-الاحماض الدهنية المشبعة طويلة السلسلة Long chain Saturated fatty acids

التي يتراوح عدد ذرات الكاربون 16 فاكثر وان اكثر الاحماض الدهنية المشبعة التي مصدرها حيواني هما Stearic و palmitic .

ثانيا/الاحماض الدهنية غير المشبعة unsaturated fatty acids

توجد في دهون الحيوانات والنباتات احماض دهنية غير مشبعة وهي تشبه الاحماض الدهنية المشبعة ولكن تختلف عنها باحتوائها على اصرة مزدوجة (واحدة ،او اثنان او ثلاثة او اربعة) ، ويؤدي عدم الشبع الى تغير في درجة الغليان والانصهار .تكون الاحماض الدهنية غير مشبعة فعالة كيميائيا اكثر من المشبعة حيث ان الاصرة المزدوجة تسمح باضافة ذرتي هيدروجين الى الاصرة المزدوجة بوجود عامل محفز مثل p،Ni،cu لتعطي حامض دهني مشبع مثال ذلك فان هدرجة linoleic و oleic تعطي stearic وكذلك فان الاحماض الدهنية غير المشبعة تكون معرضة للأكسدة بسبب وجود الاصرة المزدوجة .

تقسيم الاحماض الدهنية غير المشبعة :.تقسم الاحماض الدهنية غير المشبعة تبعا لعدد الاواصر المزدوجة الى ما يلي :.

1- **الاحماض الدهنية غير المشبعة احادية الاصرة المزدوجة** :.

هي الاحماض الدهنية التي تحتوي على اصرة مزدوجة واحدة والذي تملك ترتيب او شكل cis حول الاصرة المزدوجة بينما تكون الاشكال trans نادرة.

والاحماض الدهنية غير المشبعة الموجودة في الدهون الحيوانية تكون بالدرجة الرئيسية احادية الاصرة المزدوجة مثل حامض الاوليك والبالميتو اوليك وذلك لعدم مقدرة الخلايا الحيوانية على تخليق الاحماض الدهنية غير المشبعة التي تحتوي على اكثر من اصرة مزدوجة واحدة وتشكل الاحماض الدهنية غير المشبعة الاحادية الاصرة المزدوجة اكبر مجموعة من مجاميع الاحماض الدهنية غير المشبعة .

2-**الاحماض الدهنية غير المشبعة ثنائية الاصرة المزدوجة** :.

هي الاحماض الدهنية التي تحتوي على آصرتين مزدوجتين وهي مشتقة من الاحماض الدهنية المشبعة ذات الاصرة الاحادية بفعل الانزيمات النازعة للتشبع التي لها القابلية على نزع ذرات Hفقط من ذرات الكاربون الواقعة بين الاصرة المزدوجة الموجودة وبين مجموعة التمثيل النهائية ومثال ذلك هو حامض اللينوليك وهذه الاحماض توجد في البذور الزيتية مثل الذرة والقطن وزيت فول الصويا .

3-**الاحماض الدهنية غير المشبعة ثلاثية الاصرة المزدوجة** :.

هي الاحماض الدهنية التي تحتوي على ثلاث اواصر مزدوجة والتي توجد بالدرجة الرئيسية في الدهون والزيوت مثل Linolenic acid الموجوده غالبا مع حامض اللينوليك .

4-الاحماض الدهنية غير المشبعة رباعية الاصرة المزدوجة :.

هي الاحماض الدهنية التي تحتوي على اربعة اواصر مزدوجة ومن اكثر الاحماض الدهنية الاكثر انتشارا Archidonic acid والذي يوجد في زيوت الاسماك وهو يوجد بكميات قليلة مع الحامض الدهني ا للينوليك واللينولينيك .

ثالثا / الاحماض الدهنية الهيدروكسيلية Hydroxy Fatty acids

هي الاحماض الدهنية التي تحتوي على مجموعة هايدركسيل واحدة ومن الاحماض الدهنيه الهيدروكسيلية هو Ricinoleic acid الموجود في زيت الخروع .

$CH_3(cH_2)_5CHOHCH_2CH=CH\ (CH_2)_7CooH$

Ricinolic acid

وكذلك حامض لانوبالمتيك lanopalmitic acid الذي يوجد في دهن الصوف وهناك احماض دهنية تحتوي على مجموعتين هيدروكسيل مثل حامض ثنائي هيدروكسي ستياريك dihydroxy stearic acid .

$CH_3(CH_2)_7CHOHcHOH(cH_2)_7CooH$

9,10- dihydroxy stearic acid

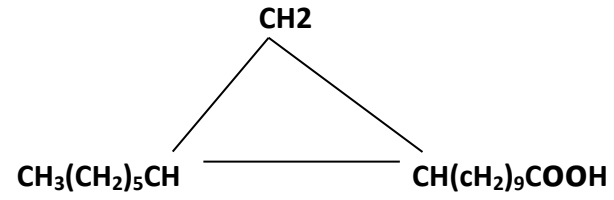
بالاضافة الى وجود احماض دهنية هيدروكسيلية قصيرة السلسلة مثل حامض اللاكتيك lactic acid وهيدروكسي بيوتريك Hydroxy fatty acid .

$CH_3cHOHCH_2\ COOH$ — B- hydroxybutric acids

CH3CHOH COOH — Lactic acid

رابعا – الاحماض الدهنية الحلقية cyclic fatty acids

هناك عدد من الاحماض الدهنية التي تحتوي على مجاميع حلقية ومن الامثلة عليها هو حامض اللاكتوباسيليك lactobacillic acid الموجود في بكتريا Lactobacillus arabinus



lactobacillic acid

خامسا / الاحماض الدهنية المتفرعة :. Branched fatty acids

هناك عدد من الاحماض الدهنية المتفرغة في النباتات والذي يبلغ فيها عدد ذرات الكاربون من 13 -17 ومنها.

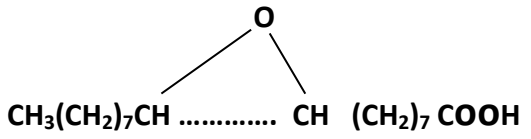
$CH_3CH(cH_3)COOH$

الاسم النظامي — methypropionic acids

الاسم الشائع — isobutyric acids

سادسا / الاحماض الدهنية الاوكسجينية (الكيتونية) oxy fatty acids

هناك عدد من الاحماض الدهنية الكيتونية والابوكسية وهي ذات علاقة مع حامض الاوليك او الستياريك :.



cis– 10،9- epoxy stearic acid

سابعا / الاحماض الدهنية الاساسية :. **Essential fatty acids**

هي الاحماض الدهنية التي لا يمكن تحليقها داخل الجسم بل يجب توفرها في الغذاء اليومي وهي احماض دهنية غير مشبعة وتشمل Archidonic ، linoleic ، linolenic

والتي تلعب دور مهم في حماية الجسم من بعض الامراض الجلدية والانزيمات المؤكسدة ومنها التهابات جلدية وزيادة قابلية نفاذ الماء من الجلد وقلة في الافراز الدهني وزيادة الخلايا القشرية كذلك يؤدي نقص هذه الاحماض الدهنية نقص في الوزن وتضخم القلب وزيادة حجم الكلى وتجمع الكولسترول ونزف دموي وانخفاض مقاومة الاوعية الدموية .

ان الاحماض الدهنية الاساسية توجد في اغذية زيت القطن وزيت الكتان وزيت السمسم وزيت الزيتون وصفار البيض.

أ. حسين محمد كاطع

الدهون المركبة Compound lipids

هي دهون بسيطة مرتبطة بها مواد ليس لها صلة بها تسمى المجاميع الوظيفية المرتبطة كالكربوهيدرات مثل galactolipids او البروتينات مثل البروتينات الدهنية lipoprotein او معادن مثل sulpholipids او مع حامض الفوسفوريك مثل phospholipids وهي توجد في الخلية الحية متحدة مع المركبات غير الدهنية لتكوين الدهون المركبة .

العناصر المكونة للدهون المركبة هي C .H. O .N. S .P ويمكن تقسيمها حسب المجاميع الاضافية المرتبطة الى:

1- الدهون الفوسفاتية .
2- الدهون الكربوهيدراتية .
3- الدهون الكبريتية .
4- الدهون البروتينية .

اولا- الفوسفولبيدات phospholipids

هي كلسيريدات ثنائية تحتوي على حامض الفوسفوريك وقاعدة نتروجينية مثل الكولين .الايثانول امين .السيرين . وهي توجد بالدهون الحيوانية والنباتية وتشكل 1-2% وبكميات اعلى في الدهون الحيوانية وبكميات قليلة في الدهون المصنعة.

تحتوي الفوسفولبيدات على عنصر الفوسفور على هيئة حامض الفوسفورريك كما تحتوي على اثنين من الاحماض الدهنية المرتبطة بواسطة اواصر استيرية مع جزيئة كليسيرول حيث يكون الحامض الدهني المرتبط :

أ- بذرة الكاربون الاولى لجزيئة الكليسيرول مشبعا ويحتوي على 16-18 ذرة كاربون على الاغلب اي ان الحامض الدهني اما بالمتيك او ستياريك.

ب- بذرة الكاربون الثانية لجزيئة الكليسيرول يكون غير مشبع .

ج- ويرتبط بذرة الكاربون الثالثة عن طريق مجموعة (oH) الكلسيرول حامض الفوسفوريك عن طريق اصرة استيرية لتكوين حامض phosphatidic وتعتبر معظم اللبيدات الفوسفاتية مشتقات حامض الفوسفاتيديك ، وللفوسفولبيدات وظائف بيولوجية (حيوية) كما مبينة ادناه :.

1- تعتبر عناصر تركيبية اساسية في الخلايا الحية .

2- تعتبر مركبات وسطية في عمليات نقل وامتصاص وهدم وبناء الاحماض الدهنية .

3- تعتبر شكل من اشكال خزن الاحماض الدهنية والفوسفات .

4-تشترك في عملية تخثر الدم .

5-تعتبر مركبات وسطية في نقل والاستفادة من ايونات الصوديوم والبوتاسيوم

6-مكونات اساسية في الاكسدة البيولوجية .

ويمكن تقسيم الفوسفولبيدات اعتمادا على نوع السلسلة الكربونية ونوع الاصرة التي ترتبط بها السلسلة مع الكلسيرول وعلى القاعدة النتروجينية وفيما يلي انواع الفوسفولبيدات :.

A- **الفوسفالبيدات الامينية** Aminophospholipids : وتشمل الليسيثينات Lecithins والسيفالين cephalins والفوسفاتيديل سيرين phosphotidyl serine

B- **البلازما لوجينات** plasmalogenes.

C- **الفوسفاتيديل اينوسيتول** phosphotidyl inositol : او ما يطلق عليها lipositol.

D- **اللبيدات القلبية** cardiolipids .

E- **السفنجولبيدا** sphingolipids :

وتشمل السيربروسيدات cerbrosides والسيراميدات ceramides والكانكليوسيدات gangliosides والسفنجوميليات sphingomyelins .

A-الفوسفولبيدات الامينية aminophospholipids

وتقسم الى الفوسفولبيدات احادية الامين monoamino والذي فيها نسبة N:p كنسبة 1 : 1 وتشمل اللسيثينات والسيفالينات بينما الفوسفولبيدات ثنائية الامين diamino phospholipidsوالذي فيها نسبة p:N نسبة 1 : 2 وتشمل السفنجوماينات.

1- الليسيثيناتLecithins

الليسثين او ما يطلق عليها الفوسفاتيديل كولين phosphatdy cholineالتي تحتوي على الكليسيرول والاحماض الدهنية بالاضافة الى حامض الفوسفوريك وقاعدة نتروجينية هي الكولين وتوجد في الطبيعة بشكل الفا والذي تكون من نوع L والحامض الدهني في الموقع الفا يكون مشبعا وهو اما ان يكون بالمتيك او ستياريك ،بينما الحامض الدهني في الموقع غير مشبع وغالبا ما يكون حامض اوليك ، لنيوليك وان الليسثين الذي يحتوي على الكولين وهو مركب قاعدي قوي لذلك يمتلك شحنة موجبة اما حامض الفوسفوريك فهو يمتلك المجاميع القاعدية والحامضية وبذلك يتصرف وكانه ايون ذي شحنتين سالبة وموجبة وبذلك لا يهاجر في المجال الكهربائي ، ولليسثين فوائد كثيرة منها :.

1-وظيفة حيوية في المحافظة على بناء البروتوبلازم.

2-يساهم في تنظيم عملية نفاذية الاغشية الخلوية

3- يلعب دورا مهما في العمليات الايضية للدهون في الكبد .

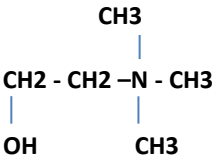
4-يكون مصدرا للفوسفات اللاعضوية لتكوين النسيج .

5-عامل مهم في نقل الدهون من مكان لأخر في الجسم ويكون من العوامل المستحلبة .

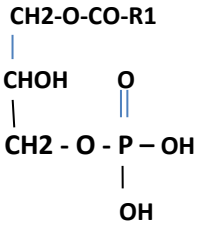
6- يكون معقد مع البروتينات تسمى البروتينات الليسيثينية .

7-ان نقص حامض دهني واحد من اللسيثين يؤدي الى Lysolecithin **وهو المركب الذي يسبب تحطم خلايا الدم الحمراء والى تشنيج العضلات** . ويحتوي سم الثعابين على انزيمات تساعد في تكوين Lysolecithinمن التفاعلات المهمة للكولين هو ارتباط مجموعته الهيدروكسيلية مع مجموعة الاستيل لانتاج استيل كولين الذي يلعب دورا مهما في نقل الاشارات العصبية من نهاية الاعصاب الى العضلات. وتتميز الليسيثنات بانها مادة لزجة القوام صفراء اللون تعطي محلولا غرويا مع الماء لا تذوب في الاسيتون بل تذوب في الكحول والبنزين والايثر والكلوروفوم وثاني كبريتيد الكاربون كما ويستعمل كمادة مستحلبه لتحسين القوام في كثير من الصناعات الغذائية ويوجد في الانسجة العصبية

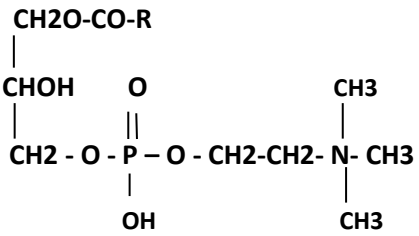
وصفار البيض والمخ والقلب والدم والكبد وفول الصويا والعديد من الانسجة النباتية وفي الانسجة الحيوانية وبكميات كبيرة في الدم ...وفيما يلي تركيب الليسيثين ومشتقاته .



Choline



phosphoatidic acid



Lycolecithin

التحلل المائي لليسيثين يعطي قاعدة نتروجينية هي الكولين وحامض الفوسفوريك والكليسيرول وجزئتين من الاحماض الدهنية وهناك نوعين من الليسيثين هما [redacted] ليسيثين و[redacted] ليسيثين والفرق بينهما هو نوع الاحماض الدهنية التي تدخل في تركيبها ومنها حامض السيتاريك والبالمتيك والاوليك واللينوليك والاركيدونيك وعلى هذا الاساس يمكن اعتبار الليسيثينات بانها مجموعة من المركبات التي تختلف فقط في نوع الاحماض الدهنية التي تدخل في تركيبها ،ففي ليسيثين يكون موقع الفوسفوريك كولين في ذرة الكاربون الثالثة من الكلسيرول بينما في الليسثين تقع على ذرة الكاربون الثانيه ، ويتلون الليسثين بلون اسمر عند تعرضه للهواء ويتحلل بفعل انزيم الليسثينز lecithinase .

Lecithinase-A:.الذي يسبب تحلل الحامض الدهني غير المشبع مما يودي الى تكوين Lysplecithin الذي يسبب تحلل كريات الدم الحمراء ويوجد هذا الانزيم في سم الثعبان (كويرا)والعناكب السامة والحشرات اللاذعة.

Lecithinase- B:. الذي يسبب تحلل الاحماض الدهنية في الموقع الاول والثاني في جزيئ الكليسيرول مما يترك كليسيرول مرتبط مع حامض الفوسفوريك والكولين وهو الانزيم الموجود في قشور الرز .

Lecithinase- C:. هو الذي يحلل الكولين مما يترك حامض الفوسفوتيديل.

Lecithinase- D:.الذي يعمل على تحلل الرابطة بين الكلسيرول وحامض الفوسفوريك .

2- السيفالينات Cephalins

وهي مجموعة مركبات تابعة الى مركبات فوسفاتيديل ايثانول phophatidyl ethanolamine وفوسفاتيديل سيرين phosphatidyl- serine وتختلف عن الليسيثنات في عدم قابليتها للذوبان في الكحول الا انها تذوب في الايثر والكلوروفورم . وتتكون هذه المركبات من كلسيرول وحامض الفوسفوريك واحماض دهنية وايثانول أمين أو سيرين وهي مركبات موجودة في الدماغ او الجهاز العصبي والكبد.

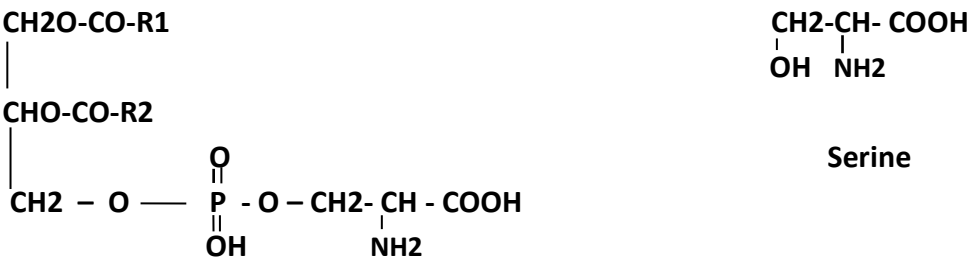
ويظهر توزيع الاحماض الدهنية في الفوسفاتيديل اثيانول امين توزيعا يكاد يكون متساوية بين الاحماض الدهنية المشبعة وغير المشبعة ويعتبر الحامض الدهني الستياريك هو الحامض الدهني المشبع الرئيسي وتساعد السيفالينات في الاسراع في تكوين خثرة الدم لاحتوائه على مجاميع امينية حرة ولاحتوائها على احماض دهنية غير مشبعه.

وتدخل السيفالينات في تركيب الثرمبوبلاستين او الثرمبوكاينين وعند اتحاد الثرميوبلاستين مع البروثرومبين يتكون انزيم الثرومبين الذي يحول الفايبرينوجين الى فايبرينو الذي يتكون بشكل خيوط متشابكة ca وبوجود ايونات تحصر كريات الدم بينها وبذلك يتوقف النزف الدموي .وتتحلل مائيا ببعض الانزيمات التي توجد في سم الثعابين الذي يحلل كريات الدم الحمراء مع انفصال حامض دهني غير مشبع. Lysocephalinممايؤدي الى تكوين

3- الفوسفاتيديل سيرين phosphatidyl serine

دهن فوسفاتي يوجد في معظم الانسجة الحيوانية وخاصة الدماغية والعصبية ويوجد بكميات قليلة في الخلايا مقارنة مع اللبيدات الفوسفاتية الاخرى . نزع مجموعة COOH منه يعطي فوسفاتيديل اثيانول امين .

ويوجد Phosphatidyl ethanolamine في الطبيعة وهو من اكثر الفوسفاتيدات انتشارا ،يكثر في الدماغ وفي النباتات والاحياء المجهرية ويوجد في جميع المصادر التي تحتوي على الفوسفاتيديل كولين وتوجد فيه الاحماض الدهنية المشبعة بصورة رئيسية في الموقع الاول او الفا بينما توجد الاحماض الدهنية غير المشبعة في الموقع الثاني او بيتا.



Phosphatidyl serine

Serine

B- البلازمالوجينات Plasmalogenes

هي مركبات فوسفاتيدية يشبه تركيبها لتركيب الليسيثنات والسيفالينات ولكن تختلف بوجود اصرة ايثر في ذرة الكاربون الاولى في الكلسيرول بدلا من اصرة الاستر وتوجد بكثرة في جدران الخلايا العصبية والنسيجية وفي العضلات والمخ والقلب ولا توجد في الانسجة غير الحيوانية وهناك ثلاثة انواع منها وهي:

1-فوسفاتيديل كولين

2-اثيانول امين

3-سيرين

C – الفوسفاتيديل اينوسيتول sphotidyl inositol

هي مجموعة من اللبيدات الفوسفاتيدية التي تحتوي على اينوستيول والتي تعرف ايضا لايبوسيتولlipositolالتي تحتوي على كحول حلقي سداسي الهيدروكسيل مرتبط بالفوسفات ولا يوجد بكميات كبيرة في الحيوانات او النباتات ويوجد في معظم الانسجة الحيوانية وبكثرة في الانسجة الدماغية والعصبية وهو يلعب دورا فعالا في عمليات النقل في الخلية .

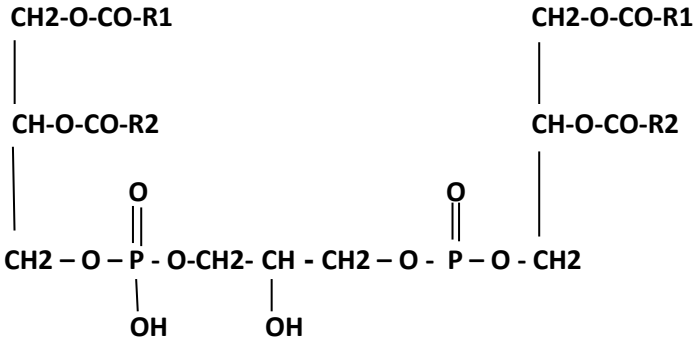
D-اللبيدات القلبية cardiolipids

او ما يطلق عليها Cardiolipins او ثنائي فوسفاتيديل كليسيرولdiphosphatidyl glycerol وهي احد اللبيدات الفوسفاتيدية الخالية من N والتي يمكن عزلها من قلب الابقار:

- وتوجد في الحبيبات الخيطية للمايتوكوندريا

وتوجد في الخلايا بكميات قليلة جدا تصل نسبتها من % 2-3ولها دور مهم في العمليات الايضية .

- ترتبط مع الليسثين والكولسترول وتلعب دورا مهما في التشخيصات الجراحية لمرض الزهري و تلعب دورا مهما في التخليق الحيوي لحامض الفوسفاتيديك .



Diphosphatidyl Glycerol (Cardiolipin)

E- السفنجولبيداتSphingolipids

هي لبيدات مركبة ومن الامثلة على هه المركبات هي السفنكومايلين Sphingomyelin اذ تتكون من قاعدة نيتروجينية هي السفينكوسين Sphigosie (وهي عبارة عن كحول اميني ي سلسلة هيدروكربونية غير مشبعة وحامض دهني واحد فضلا عن حامض الفوسفوريك) والاحماض الدهنية المشبعة التي يمكن ان ترتبط هي حامض البالمتيك او الستياريك اما الاحماض الدهنية غير المشبعة فيمكن ان ترتبط ايضا بحامض الاوليك ، ويمكن تقسيم السفنجولبيدات الى :

1-اللبيدات المخية Cerebrosides

2-السيرامايدات Ceramides

3-الكانكليوسيدات Gangliosides

4-السفنجوميلينات Sphingomyelins

ثانيا /البروتينات الدهنية lipoproteins

يتم نقل الدهون في الدم على شكل معقدات بارتباطها مع بروتينات ناقلة وتدعى هذه المعقدات بالبروتينات الدهنية وهي مكونات ذائبة توجد في دم اللبائن وصفار البيض او بشكل مركبات غير ذائبة كما هو الحال في اغشية الخلايا وتصنف البروتينات الدهنية ال اصناف مختلفة باستخدام تقنيات مختلفة كاستخدام تقنية الهجرة الكهربائية Electrophoresis او استخدام جهاز الطرد المركزي فائق السرعة لتصيفها استنادا الى كثافتها ومحتواها من البروتينات والدهون وهذه الاصناف هي :

1- الكيلومايكرونات Chylomicrones

هي اكبر الجزيئات (قطرها يتراوح بين 180 – 500 نانوميتر) الحاوية على ثلاثي الكلسيريدات (80 - 99%) والتي مصدرها خارج الجسم بعد عملية الهضم وتمتلك اقل كثافة (اقل من 0.94 غم/سم^3)وبذلك فهي تحتوي على نسبة قليلة جدا من البروتين تعمل على نقل الكلسيريدات الثلاثية والكوليستيرول من الامعاء ال الانسجة .

2- البروتينات الدهنية واطئة الكثافة جدا very low density lipoproteins (VLDL)

وهي جزيئات متوسطة الحجم تحتوي على كلسيريدات ثلاثية بشكل اساسي اذ تنقل كميات كبيرة من الكسيريدات الثلاثية نحو 60 – 80% ومصدرها داخلي وتتكون في الكبد من الدهون الداخلية وتنقل الدهون الى الخلايا والانسجة الدهنية والتي يمكن حساب كميتها في المصل من خلال استخدام المعادلة الاتية :

$$VLDL - Cholestrol = \frac{\text{Triglyceride}}{5} \quad mg/dI$$

استخدام الرقم خمسة لكون تركيز VLDL في المصل هو خمس تركيز الكلسيريدات الثلاثية.

3- البروتينات الدهنية متوسطة الكثافة Intermediate density lipoproteins(IDL)

تتكون هذه المركبات اثناء تحول جزيئات البروتين الدهني واطئ الكثافة جدا VLDL الى البروتين الدهني واطئة الكثافة LDL وتحتوي على نحو 30% كوليستيرول ، اذ تختفي بسرعة من جهاز الدوران في الاشخاص الطبيعيين ولهذا فان هناك كميات قليلة جدا في اجسامهم.

4- البروتينات الدهنية واطئة الكثافة low density lipoproteins (LDL)

هي بروتينات غنية بالكوليستيرول اذ تحتوي تقريبا 45 – 50% منه وبهذا فانها تكون تقريبا ثلثي الكوليستيرول الموجود في الدم وتنتج من البروتينات الدهنية متوسطة الكثافة وذلك بازالة المزيد من ثلاثي الكلسيريدات والايبوبروتين ، وتتكون في الكبد وتنقل الكوليستيرول من الكبد الى الخلايا والانسجة ولهذا فان لها دورا في تكوين وتطور امراض تصلب الشرايين اي انها تزيد من فرص الاصابة فيه ويمكن حساب قيمة LDL في المصل من خلال استخدام المعادلة الاتية:

Total Colesterol= LDL – Colesterol + HDL – Colesterol + VLDL – Colesterol

ان الدهون البروتينية IDL ، VLDL ،LDL جميعها تشارك في عملية نقل الكلسيريدات الثلاثية والكوليستيرول المتكونة في الكبد الى الانسجة المختلفة.

5- البروتينات الدهنية عالية الكثافة High density lipoproteins (HDL)

البروتينات الدهنية والاكثر كثافة باحتوائها على نسبة عالية من البروتين وتحتوي على كميات متكافئة من الدهون المفسفرة والكوليستيرول ولكن محتواها من ثلاثي الكلسيريدات قليل جدا ، وتتكون في الكبد وتنقل الكوليستيرول والدهون من الخلايا والانسجة الى الكبد اذ يتم تقويضها وبالتالي فهي من البروتينات الدهنية المفيدة من ناحية تقليل فرص الاصابة بامراض تصلب الشرايين .

هناك علاقة طردية بين تركيز LDL بالدم وامراض القلب وعلاقة عكسية بينن تركيز HDL وامراض القلب ، وان النسبة بين LDL الى HDL تسمى بعامل الخطورة Atherogenic index :

$$Atherogeic\ index = \frac{\text{LDL}}{\text{HDL}}$$

ان هذه النسبة تعطي مؤشر لحدوث او عدم حدوث الامراض القلبية و فاذا زادة النسبة عنن 5 فهذا مؤشر لحدوث المرض (اي زيادة LDL) والحالة غير طبيعية اما اذا قلت النسبة عنن 3 (اي زيادة HDL) فمعنى ذلك حدوث المرض وتعد الحالة طبيعية.

ثالثا / الدهون السكرية Glucolipids

وهي مركبات تحتوي على كربوهيدرات واحماض دهنية ولا تحتوي على حامض الفوسفوريك ومن الامثلة عليها :

1- السيروبروسايد Cerebrosides

وهي دهون تحتوي على كربوهيدرات عادة تكون الكلاكتوز او الكلوكوز واحماض دهنية ذات وزن جزيئي عالي وسفنكوسين ومعظم الاحماض الدهنية المكونة لها هي حامض اللكنوسيرك Lignoceric acid او حامض البهينيك Behenic acid او حامض البالمتيك وتوجد هذه المركبات في الجهاز العصبي في الدماغ والكبد والكليتين والطحال .

2- الكانكليوسايد Gangliosides

وهي دهون تحوي كربوهيدرات (الكالاكتوز عادة) وحامض دهني طويل السلسلة وحامض النيورامنيك Neuraminic acid والسفننكوسينن وتكون مصاحبة للسيروبروسايد ... اذ توجد في الانسجة العصبية وكريات الدم الحمر ، ويعتقد انها تشارك في نقل النبضات العصبية عبر التشابك العصبي.

رابعا / الدهون الكبريتية sulpholipid

وهي سيربروسيدات تحتوي مجموعة كبريتات مرتبطة مع الكالاكتوز وتوجد بكميات مرتفعة في الدماغ وتخلق حيويا من تفاعل كالاكتوسيلسيرامايد مع مركب اخر وتشكل 40%من اللبيدات الكلية وتلعب دورا مهما في التخليق الحيوي للبيدات الكبريتية الاخرى .

اللبيدات المشتقة derived lipids أ. حسين محمد كاظم

هي المركبات الناتجة من التحلل المائي للبيدات البسيطة والمركبة وتشمل ايضا الحماض الدهنية الحرة والفيتامينات الذائبة في الدهون (A,D,E,K) والستيرولات مثل الكولستيرول ، اللانوستيرول، الدهون الملونة(chromo lipids)،كاروتينويدات ،الكحولات ،الستيرويدات، الهايدروكربونات، التربينات واللايزومات.

اولاً / الاحماض الدهنية الحرة free fatty acids

توجد في الطبيعة بكميات قليلة جداً وتتكون من سلسلة من الهايدروكربونات الطويلة ومجموعة كربوكسيل طرفية ، وقد تكون السلسلة مشبعة او غير مشبعة وقد تحتوي على اصرة مزدوجة واحدة او اكثر ، وهي مهمة في تشخيص مرض تصلب الشرايين القلبية وهي ناتجة من التخليق غير الكامل للبيدات وسبب التحلل المائي للدهن بواسطة نشاط انزيم lipase او تأثير الحرارة او الحزن لفترة طويلة .

ثانياً / الكحولات alcohols

توجد بشكل حر أو مؤستر وهي اما مستقيمة اعتيادية او متفرعة ذات اطوال مختلفة مع وجود مجموعة كحولية اولية او ثانوية او ثلاثية ، وتوجد في اللبيدات مثل الكليسرول والكولستيرول، اما الكحولات ذات الاوزان الجزيئة العالية مثل cetyl alcohol ذو الصيغة C16H33OH الموجود في الشمع ومن الكحولات المشبعة الموجودة في اللبيدات هي عدد من الصبغات مثل الفايتول phytol وهو احد مكونات الكلوروفيل وكذلك الكحول الثنائي الهيدروجين الموجود في الطماطم على شكل صبغة ارجوانية اللون ، .... ويمكن تقسيم الكحولات الـــــــى :-

1- الكحولات الاولية المشبعة المستقيمة السلسلة التي يتراوح فيها عدد ذرات الكاربون من 6- 30 .
2- الكحولات احادية التفرع والتي يكون أما iso التي فيها عدد ذرات الكاربون من 4- 24 او anteiso وتتراوح فيها ذرات الكاربون 3-21 .
3- الكحولات عديدة التفرع .
4- الكحولات غير المشبعة احادية تماثل الاحماض الدهنية غير المشبعة الاحادية .
5- الكحولات الامينية الطويلة السلسلة .

ثالثاً / الهيدروكربونات hydrocarbons

وهي مركبات خالية من المجموعة الكحولية وتحدث بشكل سلاسل مستقيمة ومتفرعة وقد تكون مشبعة او غير مشبعة ذات اطوال مختلفة من ذرات الكاربون وتتضمن:

1- بارا فينات مشبعة اعتيادية اي مستقيمة السلسلة من 6-36 ذرة كاربون او اكثر .
2- بارافينات احادية السلسلة متفرعة وتحدث بشكل اما iso من 4-32 ذرة كاربون او anteiso من 3-31 ذرة كاربون .
3- بارافينات متعددة التفرع .

رابعاً/ الكارتينويدات carotenoids

هي صبغات ذاتية بالدهن التي تعطي اللون الاصفر الذهبي وتوجد في الاوراق الخضراء و في الجزر والطماطم ولاتذوب بالماء مثل الكاروتين والزانثوفيل التي تعطي الدهون اللون الاصفر الذهبي ومصدرها النباتات ،وهي مهمة للاسباب التالية:

1- تعطي صفة تلوين الدهن باللون الاصفر الفاتح والاصفر الذهبي اعتماداً على تركيزها في الدهن .
2- تملك صفة مانعة للاكسدة .
3- مولده لفتامين A .
4- تلعب دوراً مهماً في الرؤية بسبب تولدها لفتامين A الذي يدخل بتركيب شبكة العين .

خامساً / الستيرويدات steroides

صنفت مع اللبيدات على الرغم من اختلافها في التركيب الكيميائي لكنها تشبه اللبيدات بكونها تذوب في المذيبات الغير قطبية وبصورة عامة هي غير ذائبة في الماء وبسبب عدم تحللها عند معاملتها مع NaoH فهي تشكل جزء من اللبيدات غير القابلة للتصبن. و من اهم الستيرويدات هو الكولسترول ، اركوستيرول ، لانوسترول ، كوبروسترول، الاحماض الصفراوية والهرمونات الجنسية وهرمونات الاندرينالين وفتامين D .

وهي توجد بكميات قليلة جداً في الخلايا الا ان احد اصناف الستيرويدات توجد بكميات كبيرة جداً ولها مدى واسع من الوظائف الفسيولوجية (وهي الستيرولات) والتي تتراوح وظائفها بين استحلاب الدهون الى تحديد صفات الجنين حيث تستخدم كمركبات مانعة للحمل ويمكن تقسيم الستيرويدات الى الاقسام التالية :-

1- الستيرولات (وتشمل الكولستيرول ، اركوستيرول ،لانوستيرول ، كويروستيرول) .
2- احماض الصفراء.
3- الهرمونات الجنسية وتتضمن الذكرية والانثوية .
4- هرمونات الادرينالين .
5- فيتامين D .
6- سابونين saponin .
7- كلايكوسيدات قلبية.
8- بروستاكلاندينات .

1- الستيرولات sterols

وهي كحولات موجودة في الجزء المتصبن في الدهن ،لا تذوب بالماء وقليلة الذوبان في الكحول البارد او الايثر البترولي وسريعة الذوبان بالدهن ومذيبات الدهون ولاتكون فعالة سطحياً ولاتتصبن بالقلويات وتوجد في الانسجة الحيوانية والنباتية ، لذلك تصنف حسب مصدرها فالحيوانية zoosterol بينما النباتية phytosterol وفي النباتات الواطئة كالفطر تسمى mycosterol .

A-الكولستيرول cholesterol

من الستيرولات الحيوانية ولايوجد في المملكة النباتية وينتشر في جميع الخلايا الخاصة العصبية وفي الدهون الحيوانية ويكون عامل مهما في تطوير تصلب الشرايين وهو مهم في تغليف الستيرويدات مثل الهرمونات الجنسية وفتامين D ، لا يعرف عمله الفسيولوجي ولكن هناك علاقة بين نسبة وجوده في الدم واحتمالات الاصابة بامراض القلب مثل السكتة والجلطة القلبية .

يتضح من ذلك ان هناك بعض الامراض الناتجة من ترسيب الكولسترول مما يسبب انسداد القناة المرارية نتيجة تكوين حصيات مرارية مما ينتج عنه مرض اليرقان الانسدادي او يسبب تصلب الشرايين atherosclerosis اذا ما ترسب على الجدران الداخلية للاوعية الدموية ، كذلك يسبب الضغط ، لذلك ينصح المصاب بمرض تصلب الشرايين بالابتعاد عن تناول الدهون الحيوانية وتناول الزيوت النباتية لخلوها منه .. وبالرغم من الامراض التي يسببها فانه ذوي اهمية حيوية كبيرة في نقل الاحماض الدهنية بعد هضم الدهون من مكان لاخر داخل الجسم بسبب تكوين استر مع الحامض الدهني ، كما انه عندما يتعرض للاكسدة يكون 7-dehydrocholestrol الذي يوجد تحت الجلد والذي يتحول الى فيتامين D3عندما يتعرض للاشعة فوق البنفسجية والذي يعلب دورا هاما في منع الكساح بالاضافة الى نقص عملية التكلس للعظام مما يؤدي ذلك الى لين العظام وعدم مقدرتها على تحمل وزن الجسم .

B- الارجوستيرول ergosterol

هو احد الستيرولات النباتية والذي يوجد في الخميرة وهو مولد لفتامين calciferolعندما يتعرض للاشعة فوق البنفسجية وهو الفتامين الذي يمنع مرض الكساح ولين العظام .

C–لانوستيرول lanocterol

هو احد الستيرولات المهمة الذي يوجد في المادة الدهنية المغلفة للصوف وهو احد المركبات الوسطية المهمة في التركيب الحيوي للكولسترول .

D - كوبروستيرول coprosterol

يعرف ايضا كوبروستانول coprostanol الموجود في البراز نتيجة لاختزال الاصرة المزدوجة بين ذرات الكاربون الخامسة والسادسة في الكولسترول بسبب تأثير البكتريا المتواجدة في الامعاء .

2- أحماض الصفراء bile acids

من المركبات التي تحتوي نواة ستيرولأ وتتميز بأن السلسلة الجانبية متصلة بذرة الكاربون 17والتي أصبحت قصيرة (خمس ذرات كاربون)بسبب انشقاقها بين ذرتي 24و 25ألى مجموعة كربوكسيلية وقد تحتوي بعضها على مجموعتين أو أكثر من مجاميع الكربوكسيل ،وتقوم هذه الاحماض بدور المستحلب Emulsifier للشحوم الموجودة في المجرى المعدي للحيوانات وهي تشمل :

حامض الكوليك Cholic acid وحامض الكوليك منزوع الاوكسجين و deoxycholic acids . وتتميز بانها تكون مشبعة وترتبط ارتباطا ببتيديا في المرارة مع بعض الاحماض الامينية مثل الكلايسين الناتج عن هضم المواد البروتينية والتاورين Taurine الناتج عن اكسدة الحامض الاميني cysteineمع نزع مجموعة كربوكسيل ويحصل ارتباط حامض الكوليك المتكون في الكبد من الكولستيرول غالبا مع

الكلايسين وينتج عن ذلك حامض glycocholic acid. أن حامض الكوليك من اكثر الاحماض الصفراوية أنتشارا في صفراء الانسان بينما حامض الكلايكوليك فهو ناتج من أرتباط حامض الكوليك مع الحامض الاميني الكلايسين عن طريق اصرة أميدية او ينتج عن أرتباط حامض الكوليك مع حامض التاورين لتكوين حامض taurocholic acids .

3- الهرمونات الجنسية Sex hormons

أن الستيرويدات المهمة في هذا الجانب هي الهرمونات الجنسية التي تحتوي 18و19 ذرة كاربون وهي تتضمن **الهرمونات الذكرية** وهي مجموعة الهرمونات المسؤولة عن نمو وتنظيم الجهاز التناسلي الذكري وان مميزات الجنس الذكري هو نمو الشعر في جسم الرجل ونمو العرف في الديك ويوجد في الادرار ومن الهرمونات الذكرية هرمون الخصية testosterone الذي ينظم تطور الاعضاء التناسلية في الذكور وكذلـــك androsterone ، بينما **الهرمونان الانثوية** التي يطلق عليها estrogensتحتوي على 18 ذرة كاربون وهو هرمون ستيرويدي يفرز من اغلفة المبيض ويقوم بتنظيم دورة الرحم وخواص الجنس الانثوية الثانوية وهرمون progesterone ويفرز من الاجسام الكاروتينية الصفراء الموجودة في الرحم لتهيئة استقبال الجنين.

4- هرمونات الادرينالين Adrenal hormones

أن من أهم هرمونات الغدة الادرينالية هي :

cortisone- و-aldosterone و- cortisol و- corrticosterone . وهي عبارة عن مركبات ستيرويدية تفرز من قبل غدة الادرينالين التي تكون ملاصقة للكلى وهي هرمونات مهمة من الناحية الحيوية لان نقصها يؤدي لظهور مرض أديسون ومن اعراض هذا المرض :اضطرابات الجهاز المعوي واسهال ونقص وزن الجسم وفقدان الشهية وتلوث الجسم ببقع سمراء خاصة فتحة الفم واصفرار الانف وقاع القدم ..فان cortisone مهم في تنظيم ايض الكربوهيدرات ويستخدم علاجا في تخفيف التهاب المفاصل ،أما aldosterone فهو ينظم ميزان الملح والماء . كما وان الكورتيزون يحفز عملية gluconeogenesis وتجمع الكلايكوجين في الكبد ويثبط تخليق البروتين ويحفز تحطيم الدهون الى احماض دهنية في الانسجة الدهنية بينما الاندوستيرون يحفز أعادة امتصاص أيونات الصوديوم في الكلـى .

سادساً / التربينات terpenes

وهي مجموعة من المركبات التي تتكون من عدد من الـ isoprene الذي هو 2- ميثايل بيوتادايين ومن بين التربينات هو المطاط الطبيعي ،الزيوت الاساسية مثل citral ،geraniol ، camphor وعدد من الصبغات النباتية مثل lycopene .

وتتميز التربينات برائحة خاصة التي يمكن استخلاصها من مصادرها الطبيعية بالتقطير البخاري وهي السبب في عطر بعض النباتات مثل اشجار الصنوبر والفواكه الحمضية .

وان المواد التربينية المعطرة تجذب الحشرات لذلك تساهم في تلقيح النباتات . وتتمثل الاحماض الراتنجية resin acids والمطاط الطبيعي وصبغات نباتية مثل الكاروتين واللايكوبين والسكوالين والفايتول والتي هي عبارة عن تربينات مفتوحة السلسلة يتم الحصول عليها من تحلل الكلوروفيل .

سابعاً / اللايبوسومات liposomes

هو الغشاء الذي يتكون من الفوسفوليبيدات والذي يكون في اتصال مع محلول سائل لتكوين متعدد الطبقات bilayer ويعرف باللايوسوم حيث يحجز في داخله سكريات لا تستطيع المرور خلال تلك الطبقات بل تسمح لمرور الايونات بسبب نفاذية الفوسفوليبيدات لها وذلك لان نفاذيتها للماء تسبب أنتفاخ الطبقات ودخول الايونات معها للمحافظة على التوازن الازموزي في الخلية .

ثامناً / الفيتامينات الذائبة بالدهن fat soluble vitamins

تتضمن بصورة رئيسية فيتامينات A ,D ,E ,K والتي تلعب دورا هاما في التغذية وتتواجد في الطبيعة بألارتباط مع الانسجة الخازنة للدهن وان محتوى تلك الفيتامينات يعتمد على محتوى الدهن لانها ذائبة فيه ولا تذوب في الماء .