جامعة المثنى
كلية التربية الأساسية
قسم العلوم

المادة: الكيمياء الحياتية
الفصل الدراسي: الثاني
المرحلة: الثانية / أحياء
نوع الدراسة: صباحي

تدريسي المادة: أ.م.د حسنين جمهور جاسم

مقدمة عن المادة

الكيمياء الحياتية Biochemistry هي دراسة المواد والتفاعلات الكيميائية التي تحدث داخل الجسم. تقع الكيمياء الحيوية عند تقاطع علم الأحياء والكيمياء، وتستكشف دراسة الجزيئات الكبيرة مثل البروتينات والأحماض النووية والدهون والكربوهيدرات، بالإضافة إلى جزيئات حيوية أخرى مثل الأحماض النووية والهرمونات والإنزيمات. كما تدرس وظائف وتصنيفات وخصائص جميع هذه الجزيئات داخل الجسم.

اولا: مفردات المادة

- مقدمة عن الكيمياء الحياتية وعلاقتها بالعلوم الاخرى
- الجزيئات الاساسية التي تبني جسم الكائن الحي
- اجزاء الخلية والعمليات الحياتية التي تجري فيها
- الكاربوهيدرات (تعريفها ، وجودها ، تصنيفها ، اهميتها)
- البروتينات (وظائفها ، الاحماض الامينية ، البيبتيدات)
- الدهون – تركيبها الكيميائي
- وظائف الدهون
- اهمية الدهون وتصنيفها
- الاحماض النووية DNA - RNA
- الطفرات الوراثية
- الانزيمات (الخواص العامة ، والعوامل المؤثرة عليها)
- تثبيط الانزيمات

- ❖ الهرمونات تعريفها ، وظائفها
- ❖ الغدد الصماء والهرمونات التابعة لها
- ❖ الانسولين والادرنالين

ثانيا: المصادر والمراجع

- ✓ الكيمياء الحياتية الجزء الاول تأليف د. طارق يونس احمد و د. لؤي عبد علي الهلالي / جامعة الموصل طبعة : 2010 .
- ✓ مبادئ الكيمياء الحياتية تأليف د. مظهر نبات عبد علي.
- ✓ مدخل الى الكيمياء الحياتية تأليف د. خولة احمد ال فليح.

ثالثا: اهداف المادة

تهدف هذه المادة الدراسية الى تعليم الطلبة اساسيات الكيمياء الحياتية، بما في ذلك لمحة عامة عن الجزيئات الحيوية التي تُكوّن اجسام الكائنات الحية وخصوصا الانسان، وأهميتها، وتصنيفها. وتشمل المواضيع التي يتم دراستها الكاربوهيدرات، والدهون، والبروتينات، والببتيدات، والأحماض النووية، والهرمونات، والإنزيمات.

مبادئ الكيمياء الحياتية

الدكتور

مظهر نبات عبد علي

مقدمة عن الكيمياء الحياتية

introduction about biochemistry

يمكن تعريف الكيمياء الحياتية بأنها كيمياء الحياة أو هو العلم الذي يزودنا بالتفسير ألجزيئي للعمليات الحياتية وكذلك هو العلم الذي يهتم بدراسة العمليات ذات العلاقة بالكائنات الحية .

لقد تطورت الكيمياء الحياتية في الجزء الأخير من القرن التاسع عشر نتيجة لازدياد المعلومات وتوافرها بدآ التفكير بالتمييز بين الكائنات الحية وغير الحية.

تركز الجدل حول الاختلاف بين المركبات العضوية organic compounds وغير العضوية Inorganic compounds فمثلاً المواد التي يمكن الحصول عليها من مصدر غير حي تسمى غير عضوية بينما التي تم الحصول عليها من كائنات حية بصورة مباشرة أو غير مباشرة تسمى مركبات عضوية Organic .C.

في سنة 1828 استطاع العالم فوهلر من أنتاج مركب عضوي وهو اليوريا Urea من اصل غير عضوي واعتمادا على ذلك تم تصنيع مركبات أخرى عضوية من مركبات غير عضوية .

من السهولة ملاحظة الاختلاف بين الأشياء الحية وغير الحية إذ أن الأشياء الحية يمكن أن تتنفس وتتغذى وتنمو وتتكاثر بينما لا تمتاز الأشياء غير الحية بذلك ولغرض فهم الكيمياء الحياتية يكون من المناسب الأخذ بنظر الاعتبار أولا العناصر والمكونات التي تدخل في تركيب الكائنات الحية حيث أن الذرات

الغالبة في تركيبها هي H, C, S, P, O, N وهذه الذرات تؤلف جزيئات المواد الحية. وتوجد جزيئات المواد الحية بهيئتين وهما :

جزيئات المواد الحية الصغيرة Micro molecules

تشمل الأحماض الامينية والسكريات البسيطة والأحماض الدهنية وكذلك البيورينات والبايريمدنيات حيث أن هذه الجزيئات تمتلك أهمية حياتية مستقلة وتعمل كمكونات للجزيئات الحياتية الكبيرة Macro molecules والتي تشتمل على البروتينات ، السكريات المتعددة كالكلايكوجين, النشا, الدهون, الأحماض النووية والنيوكليوتيدات .

الخلية ونظامها الحياتي

بالرغم من أن الكائن الحي يبدو متجانسا في التركيب نسبيا ألا انه يمثل مجموعة من الوحدات المجهرية الدقيقة والتي تسمى بالخلايا (cells) وتعمل هذه الوحدات بتناسق تام لاستمرار الحياة للكائن الحي وبهذا فان الخلية تعد الوحدة الأساسية للحياة والتي يتم فيها المئات من التفاعلات الكيمياوية التي تحصل في الخلية الحية .

مكونات الخلية الداخلية

السايتوبلازم أو ما يسمى بالبروتوبلازم وتنتشر فيه مختلف أعضاء الخلية منها:

1. المايتوكوندريا Mitochonderia : - وتسمى محطات توليد الطاقة power houses of energy وتتكون كيميائيا من RNA, DNA, lipoprotein أما نشاطها الأنزيمي فيتمثل بوجود الأنزيمات والأنزيمات المساعدة التي تساعد في أكسدة الأحماض الشحمية fatty acids كما تتم فيها تفاعلات دورة كريبس وعملية الفسفرة التاكسدية وانتقال

الالكترونات إضافة ألى صنع البروتين كما يتم فيها دورة اليوريا urea, cycle دورة CO_2 وكذلك تصنيع DNA وRNA

2. اللايسوسومات Lysosomes: - تعد الأنزيمات من المركبات الرئيسية التي توجد فيها ويمكن إن تعتبر الأجسام الحالة فقاعات مملؤة بالأنزيمات مثل DNA ase and phosphotase والتي تلعب دورا هاما في الايض الحياتي :
3. الرايبوسومات : - تتكون بصورة رئيسية من البروتينات والـــ RNA ويمكن اعتبار الرايبوسومات هي المواقع التي يتم فيها تصنيع البروتينات.
4. جدار الخلية Cell wall : - حيث يكون في الخلية الحيوانية رقيقا أما في الخلية النباتية فيكون صلبا و يتكون من السكريات المتعددة مثل السليلوز أما بشكل عام سواء في الخلية الحيوانية أو النباتية فيتكون هذا الجدار من Lipoprotein وينشط بعملية نقل الايونات .
5. الشبكة الاندوبلازمية Endoplasmic reticulum : - يتميز نشاطها بعملية بلمرة الببتيدات في الرايبوسومات كما تساهم في الايض الحياتي للكبريت وبناء الكولسترول .

تحتوي الجزيئات الحياتية الكبيرة macro bio molecules على مجاميع فعالة Functional groups مثل Halid and, Sulfahydryl, Ether, Hydroxyl Aryl, carboxyl, Amine, Alkyl aldehyde, ketone أما أهم الأواصر فهي Glycosidic bonds, Diester phosphate bond ,N-gycosidic bonds ,Ester peptide bonds and

أما أهم التفاعلات التي تشارك فيها فهي : -

أ - تفاعلات الأكسدة Oxidation reaction والاختزال Reduction

ب - إزالة المجاميع الكاربوكسيلية Decarboxylation

ج - إزالة المجاميع الامينية .R Deamination

د - نقل المجاميع الامينية .R Transamination

هـ - التحلل المائي .'R Hydrolysis

ز - الريسمية .R Racemation

الماء واهميتة : -

يعد الماء من أكثر المكونات الخلوية وفرة ويعمل كمحيط مناسب للمركبات الموجودة في الخلية ويشكل الماء حوالي 70٪من الوزن الكلي لجسم الكائنات الحية ويمتلك الماء خواص كيميائية وفيزيائية فريدة من نوعها بحيث تلائم الأنظمة البايولوجية وهذة الخواص تعود ألى قطبية الماء واصرتة الهيدروجينية ويوجد الماء بحالتين : -

1 - الماء الحر

2 - الماء المرتبط

يستعمل الماء الحر لنقل كافة الأملاح والايونات أما الماء المرتبط فينتقل بأنواع من المركبات الحياتية كالبروتينات والأحماض النووية ويقوم بوظائف متعددة مثل:

1. التنظيم الحراري للجسم
2. نقل العديد من المكونات الغذائية
3. يتصف بالفعالية التأينية
4. مذيب تعتمد علية الكثير من فعاليات الجسم الكيميائية والفيزيائية.

جامعة المثنى
كلية التربية الأساسية
قسم العلوم

المادة: الكيمياء الحياتية
الفصل الدراسي: الثاني
المرحلة: الثانية / أحياء
نوع الدراسة: صباحي
تدريسي المادة: أ.م.د حسنين جمهور جاسم

الواجب اليومي والاسبوعي للمحاضرة الأولى

اولا: الواجب اليومي (بعد المحاضرة مباشرة)

ما هي الجزيئات الحياتية الكبيرة في جسم الانسان؟ وضحها.

ثانيا: الواجب الاسبوعي

ما اهمية الماء في جسم الكائن الحي؟

ما هي مكونات الخلية ؟ وما وظيفة كل جزء؟

الكاربوهيدرات

تعد الكاربوهيدرات عنصراً مهماً من العناصر الرئيسة في التغذية لكونها سهلة الهضم مقارنة بغيرها من العناصر الغذائية كالدهون والمواد البروتينية.

هنالك ثلاثة عناصر رئيسة تكوّن الكاربوهيدرات وهي الكاربون والأوكسجين والهيدروجين. ويوجد الهيدروجين والأوكسجين في تركيبها عادة بنسبة وجودها في الماء أي 2 هيدروجين الى 1 أوكسجين عدا عدداً من الشواذ مثل السكريات التي ينقصها الأوكسجين Deoxysugars اذ تكون نسبة وجود الأوكسجين اقل من واحد وكذلك وجود عدد من المركبات غير الكاربوهيدراتية التي تنطبق عليها هذه النسبة مثل حامض الخليك، والصيغة التركيبية الجزئية للكاربوهيدرات بشكل عام توجد بصورة $C_n(H_2O)_n$ حيث n تساوي 3 أو أكثر وعلى أساسها سميت الكاربوهيدرات أي هيدرات الكاربون او الكاربون المميأ. ومن الناحية الكيميائية فالجزئيات البنائية الصغيرة للكاربوهيدرات كالسكريات البسيطة هي مركبات ألديهايد Aldehydes اوكيتون Ketones تحوي عدداً من مجاميع الهيدروكسيل ومشتقاتها وبالتالي فالكاربوهيدرات هي عبارة عن مجموعة من المركبات المختلفة، وتعرف بأنها ألديهايدات او كيتونات تحتوي على عدد من المجاميع الهيدروكسيلية أو مشتقاتها ويدخل ضمن هذا التعريف ايضاً كل مركب ينتج هذه المواد عند تحلله وبصورة عامة فإن الكاربوهيدرات عبارة عن مواد صلبة بيضاء قليلة الذوبان في المذيبات العضوية لكنها تذوب بالماء عدا بعض السكريات المتعددة Polysaccharides .

الوظائف الحيوية والفسيولوجية للكاربوهيدرات

1- تعد الكاربوهيدرات المصدر الرئيس لتوليد الطاقة في الجسم فقد تصل نسبة الطاقة التي يكون مصدرها الكاربوهيدرات حوالي 90٪ من الطاقة الكلية التي يحتاجها الجسم.

2- تتميز الكاربوهيدرات بأن لها القدرة على الاحتفاظ بالماء والإلكتروليتات Electrolytes فأن فقدان الماء يؤدي الى فقدان الإلكتروليتات ولا سيما عنصر الصوديوم والبوتاسيوم وباستمرار هذه الحالة يحدث التيبس اللاارادي Involuntary dehydration.

3- النشا والسكريات الأحادية يكسبان الغذاء نكهة وطعماً.

4- للكاربوهيدرات أهمية اذ أنها تقوم بوظائف تركيبية Structural ووظيفة فسيولوجية Physiological **وتعد مكوناً لجزء من مركبات ذات اهمية كبيرة لخلايا أنسجة الجسم** ومن هذه المركبات:

أ- **حامض الكلوكيورونيك Glucuronic acid** فهو فضلاً عن كونه جزءاً من تركيب الكاربوهيدرات المخاطية، فأن لهذا المركب في الكبد وظيفة مهمة وهي إزالة السموم Toxic substances التي تصل الى الجسم فهو يعد عاملاً مزيلاً للسموم Detoxifying agent اذ يتم ارتباطه بهذه المواد ثم التخلص منها على شكل مركب معقد عن طريق الإدرار.

ب- **السيروبروسايد Cerebrosides** وهي مركبات تتكون من ارتباط سكر الكالاكتوز والمواد الدهنية والسفنجوسين Sphingosine glucolipids والتي توجد في تركيب الجهاز العصبي في الدماغ والنخاع والاعصاب الاخرى.

جـ- **بروتينات مخاطية Mucoproteins** وهي مواد مخاطية تتكون من سكريات متعددة مع البروتين والأمثلة عليها هو المخاط Mucus وهي المادة التي يفرزها الجهاز الهضمي في المعدة وأجزاء أخرى لحماية الخلايا من التحلل بالإنزيمات والأحماض والمواد الأخرى الضارة وتوجد ايضاً في الدم.

د- من المركبات الكاربوهيدراتية الأخرى **الهيبارين Heparin** وهي المادة المانعة للتخثر Anticoagulant وكذلك حامض الهيالورونيك ووظيفته تزييت المفاصل الجسمية وكذلك **كبريتات الكوندريتين Chondroitin sulfate** وفضلاً عن أنها تعد مادة مانعة للتخثر فأن وظائفها التركيبية متعددة نسبة لمكان وجودها في قرنية العين والغضاريف والجلد وصمامات القلب وغيرها.

هـ- تعد **الألياف Fiber** ذات دور حيوي للجسم (كما سوف يتم ذكره لاحقا في هذا الفصل) فلها أهمية في عملية ضد الإمساك Constipation وتقليل الدهون (الكوليستيرول بشكل أخص) وتقليل السكر في الدم ومنع تكوين الحصاة في القناة الصفراوية فضلا عن وظائف أخرى. اذ بالرغم أنه ليس كل الألياف هي كاربوهيدرات مثل اللكنين Lignin الذي يعد مركباً غير كاربوهيدراتي يصنف بوصفه مكوناً للألياف.

و- يساعد سكر **اللاكتوز Lactose** على نمو بعض بكتريا الأمعاء التي تصنع فيتامينات B المعقد كما تساعد على امتصاص الكالسيوم والفسفور.

أصناف الكاربوهيدرات Classification of carbohydrates

يمكن تصنيف الكاربوهيدرات استنادا الى عدد الوحدات البنائية التي يحتويها السكر:

1- السكريات الأحادية (او السكر البسيط) Monosaccharide وتحتوي في جزئياتها على وحدة سكر واحدة مثل الكلوكوز.

2- السكريات قليلة الوحدات Oligosaccharides (ومن ضمنها السكريات الثنائية) وتحتوي في جزئياتها على 2-10 وحدات من السكر الأحادي.

3- السكريات المتعددة Polysaccharides وتشمل جزئيات بوليمرية كبيرة لسكريات أحادية ولها أوزان جزئية عالية، وهي بدورها تنقسم على مجموعتين اعتماداً على الوحدات البنائية من السكريات الاحادية المتكررة لنوع واحد او نوعين مثل:

أ- السكريات المتعددة المتجانسة Homopolysaccharides

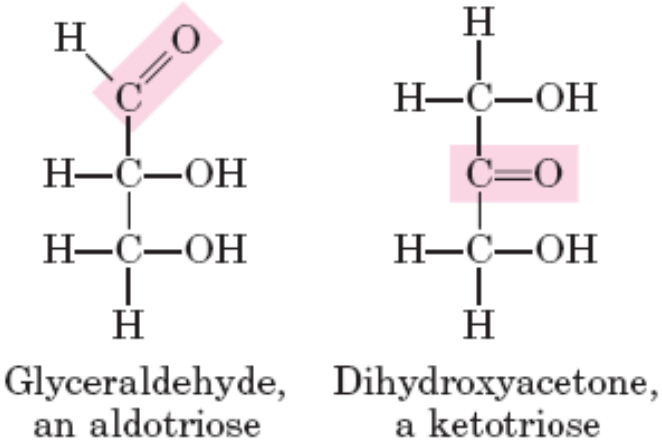
ب - السكريات المتعددة غير المتجانسة Heteropolysaccharides

وفي ما يأتي وصف لأصناف السكريات:

1- السكريات الأحادية: تحتوي هذه السكريات على 3-9 ذرات كاربون. إلا إنها في الغالب تشكل بين 5 او 6 ذرات كاربون. إن هذه السكريات تحتوي على مجموعة ألديهايد او مجموعة كيتون في تركيبها الكيميائي،

ولا يمكن تحليل السكريات الأحادية الى وحدات اصغر تحت الظروف المعتدلة. ومن أكثر السكريات الاحادية وجوداً في الطبيعة هو الكلوكوز Glucose (سكر سداسي يحتوي على مجموعة ألديهايد) والذي يعد من أهم مصادر الطاقة للكائن الحي وهو الوحدة البنائية الأساسية لأكثر السكريات المتعددة والتي توجد في الطبيعة بكميات هائلة مثل النشا والسيليلوز.

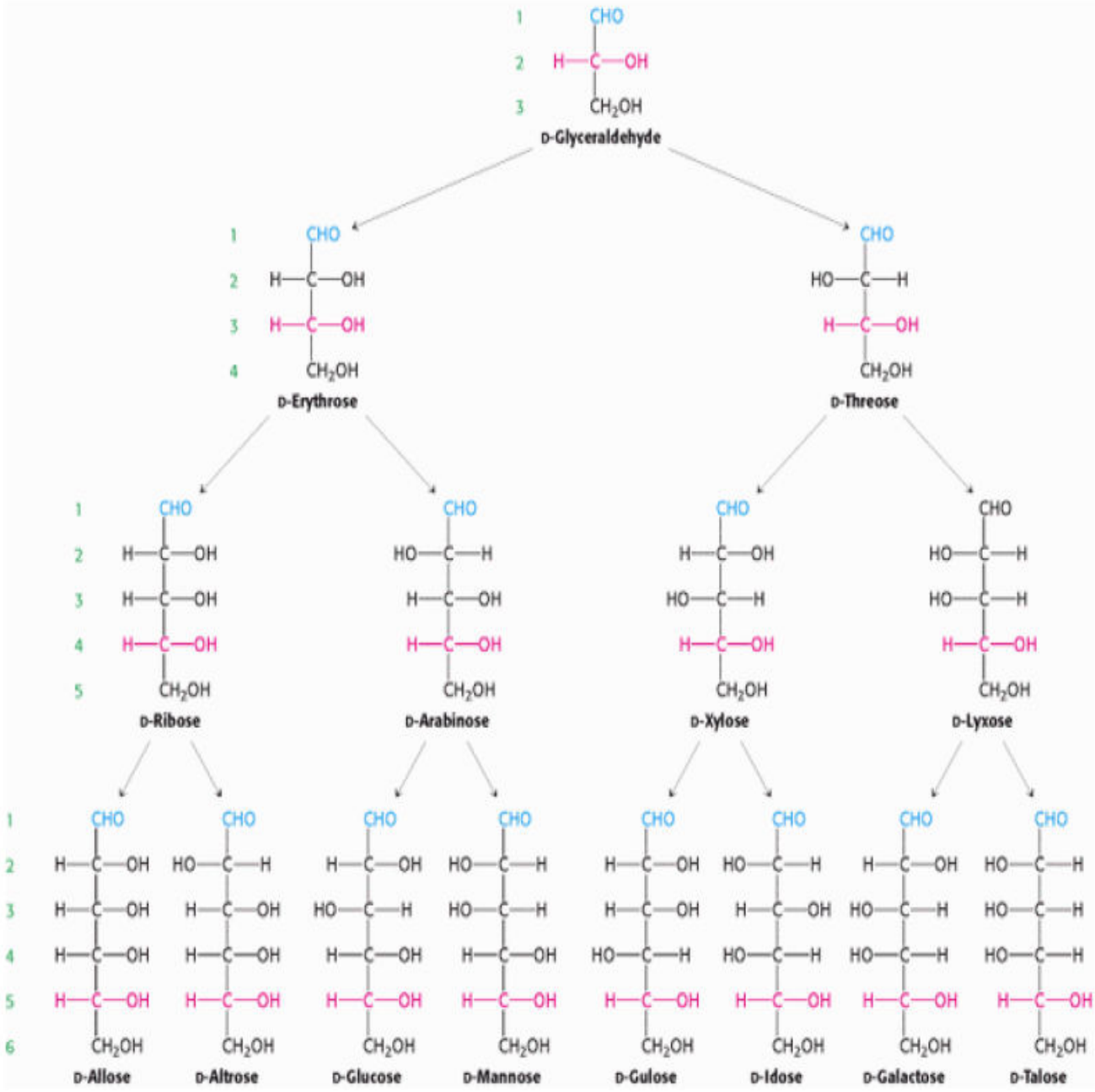
إن اصغر جزيئتين يطلق عليهما كاربوهيدرات في الطبيعة هما كلسيرأليهايد Glyceraldehyde والأسيتون ثنائي الهيدروكسيل Dihydroxyacetone ويحتوي كل منهما على ثلاث ذرات كاربون (يطلق على المركب الذي يحتوي على ثلاث ذرات كاربون أسم ترايوز Triose)، يرجى ملاحظة إضافة الحروف الواو والزاء الى كلمة تراي باللغة العربية والحروف ose الى كلمة Tri باللغة الانكليزية للدلالة على ان المركب هو عائد الى عائلة الكاربوهيدرات) لاحظ (**الشكل 1-4**).



الشكل (1-4): السكريات الأحادية البسيطة الثلاثية الكاربون.

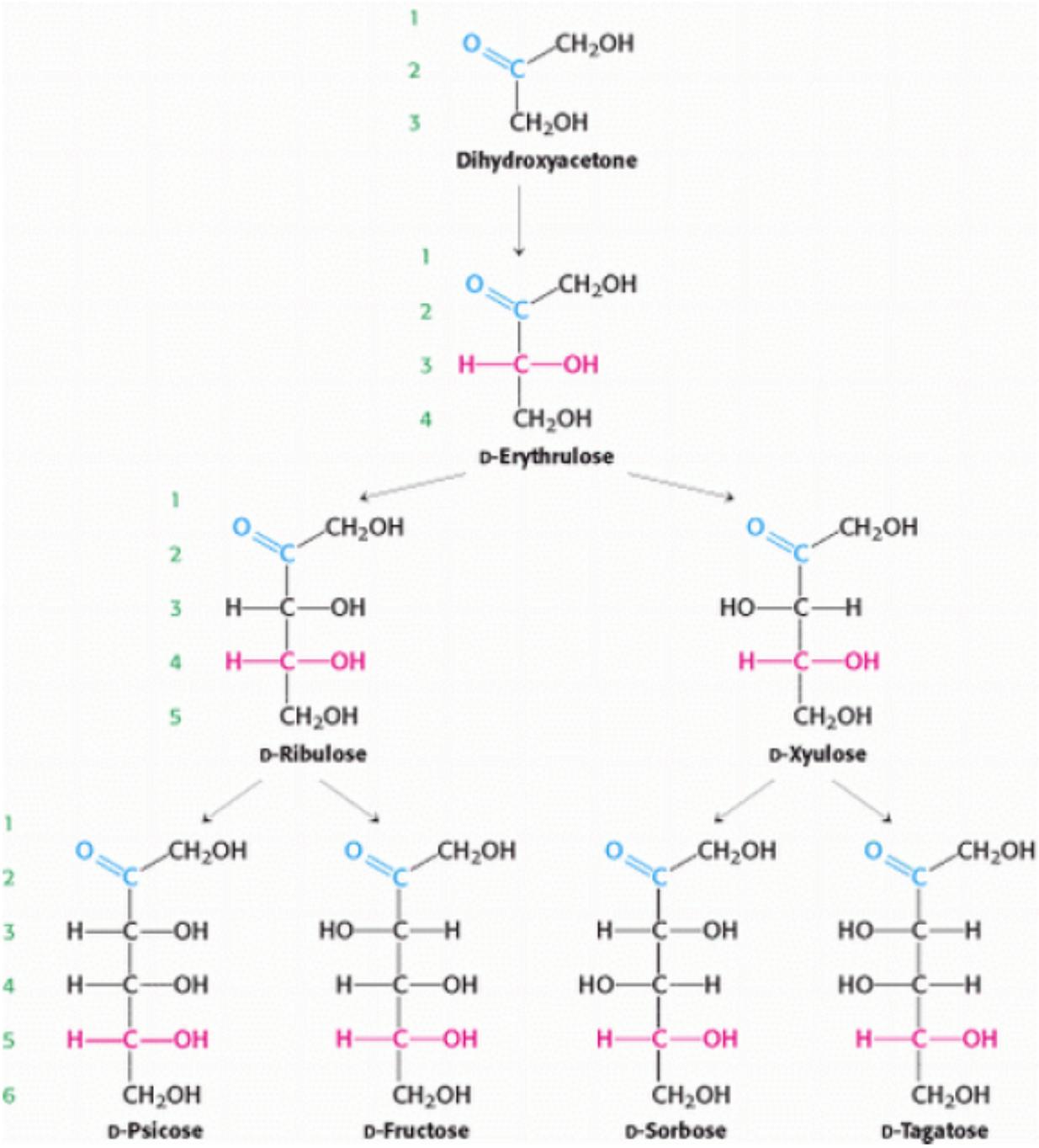
يساعد موقع مجموعة الكاربونيل في تسمية السكريات الأحادية، فمثلاً يمكن تسمية الكلسيرألديهايد بأسم ألدوترايوز Aldotriose (ألدو من ألديهايد وتراي يعني المركب يحتوي على ثلاث ذرات كاربون والحروف الواو والزاء تعني ان المركب سكر) كذلك يمكن تسمية الأسيتون ثنائي الهيدروكسيل بأسم كيتوترايوزKetotriose (كيتو Keto من كيتون). اما بالنسبة للسكريات الكيتونية التي تحتوي على أكثر من ثلاث ذرات كاربون فأن مجموعة الكاربونيل تقع عادة على ذرة الكاربون رقم 2 (لاحظ الشكل اعلاه).

يطلق على سكر الألديهايد الذي يتكون من أربع ذرات كاربون اسم تيتروز Tetrose والذي يتكون من خمس ذرات كاربون اسم بنتوز Pentose، والذي يتكون من ست ذرات كاربون اسم هيكسوز Hexose والذي يتكون من سبع ذرات كاربون أسم هيبتوز Heptose. اما بالنسبة للسكريات الكيتونية فيضاف المقطع لو (ul) في تسميتها. فمثلاً يطلق على السكر الذي يحتوي على خمس ذرات كاربون اسم بنتولوز Pentulose والذي يحتوي على ست ذرات كاربون اسم Hexulose، والذي يحتوي على سبع ذرات كاربون اسم هيبتولوز Heptulose.



الشكل (3 –4): السكريات المحتملة اشتقاقها من جزيئـــة D– كلـــسيرألديهايد D-Glyceradehyde لغاية سكريات ألدوهيكسوز.

ويمكن اشتقاق جدول آخر مشابه يمثل السكريات المشتقة من جزئية L– كلـــسيرألديهايد. كـــذلك يمكـــن اشتقاق جدول آخر للسكريات من نوع كيتوز Ketoses (**الشكل 4–4**).

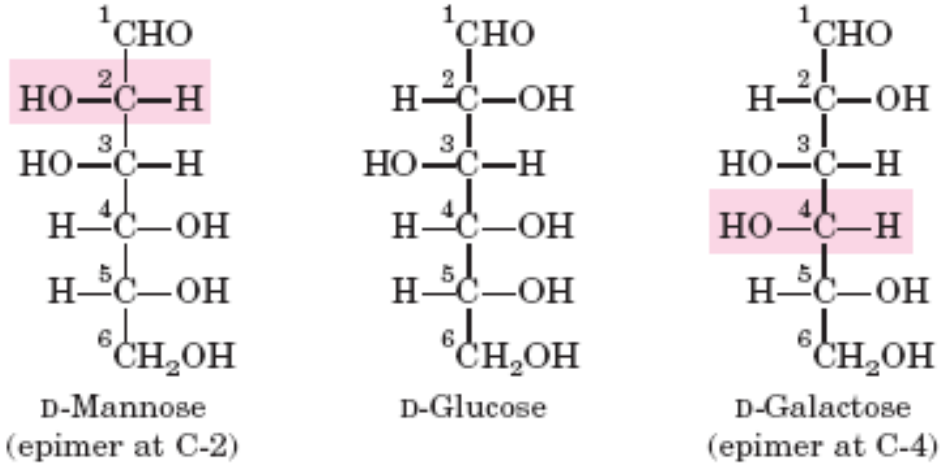


الشكل (4-4): السكريات من نوع كيتوز Ketoses المحتملة اشتقاقها من ثنائي هيدروكسي أسيتون Dihydroxacetone .

ان أشكال السكريات D هي السائدة والاكثر تواجداً في الطبيعة خصوصاً ذات الوظائف الحيوية مثل D- رايبوز وD- مانوز وD- كلاكتوز.

متماثلات إبيمرز Epimers

هناك نوع اخر من المتماثلات التركيبية مغايرة لمتماثلات الصور، فهي مركبات كيميائية تختلف كل منها عن الأخرى في الخواص الكيميائية والفيزيائية، ويملك كل منها على الأقل ذرتي كاربون غير متماثلة (غير متناظرة)، ويدعى هذا النوع من المتماثلات دياستيروازومير Diastereoisomers. ان متماثلات دياستيروايزومير التي تختلف فقط عند ذرة كاربون غير متماثلة واحدة يطلق عليها بالمتماثلات إبيمر Epimers (أذا كان المركبان يختلفان في الهيئة التركيبية حول ذرة كاربون واحدة فقط) وهذا يمكن توضيحه في **الشكل (5-4)** أدناه:



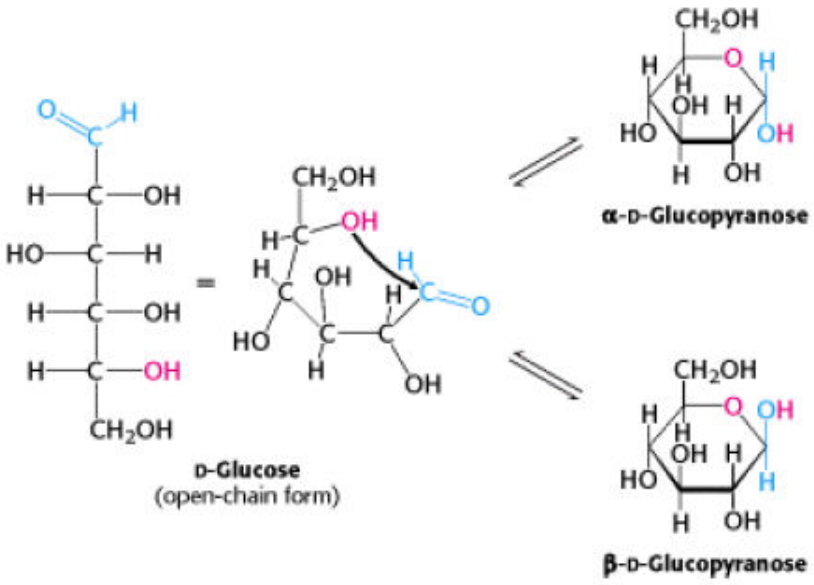
الشكل (5-4): متماثلات الإبيمر Epimer بوضعية فيشر(السلسلة المفتوحة).

إن عملية تغير مواقع مجموعة الهيدوكسيل والهيدروجين حول ذرة كاربون واحدة فقط في جزيئة الكلوكوز والتي اعطت مركبات تختلف في الهيئة نتيجة اختلاف في مواقع مجموعة الهيدروكسيل والهيدروجين لذرات الكاربون رقم 2 و 4 في الكلوكوز تدعى عملية Epimerization. فحين مقارنة الكلوكوز مع الكالكتوز يلاحظ هناك اختلاف في موقع مجموعة الهيدوكسيل في الموقع رقم 4 فيطلق عليهما C-4 إبيمر وبين المانوز والكلوكوز يكونان C-2 إبيمر .

التراكيب الحلقية للسكريات

أن تركيب الألدوز والكيتوز بشكل سلسلة مفتوحة والتي يطلق عليها صيغة فيشر Fischer تكون ملائمة بالنسبة لمركبات الترايوز والتيتروز، أما السكريات التي تحتوي خمس ذرات كاربون او ست ذرات فإنها موجودة بشكل تراكيب حلقية تكون فيها مجموعة الكاربونيل مقنعة (كامنة) ولا تظهر صفاتها الكيميائية الاعتيادية ومما يدل على هذا كون الكلوكوز مثلاً، ثابتاً نسبياً مع الكواشف التي تتفاعل عادة بسرعة مع مجموعات الألديهايد، وانه خامل تماماً عند تعرضه للهواء او الأوكسجين، بينما تميل الألديهايدات للتأكسد بسرعة تحت الظروف نفسها. والميزة الأخرى التي توجب وجود السكر مثل الكلوكوز بتركيب حلقي هي

حقيقة وجوده بشكلين بلوريين. فاذا تم تبلور الكلوكوز في الماء فالنتيجة هي تكوين شكل يسمى ألفا (α) -D- كلوكوز والتي تكون درجة التدوير البصري النوعي له هي $[\alpha]^{20}_D$ = 112.2 . أما اذا تبلور الكلوكوز من المذيب بيريدين فالنتيجة هي الحصول على بيتا (β) -D- كلوكوز ذي دوران نوعي $[\alpha]^{20}_D$ = 18.7 علاوة على هذا فان هذين الشكلين لايختلفان في التركيب الكيميائي. وعند إذابة α-D- كلوكوز في الماء فان التدوير البصري النوعي له يتغير تدريجياً مع الوقت حتى يصل الى قيمة ثابتة هي 52.7° وعندما يذاب β-D- كلوكوز في الماء فان التدوير البصري النوعي له يصل الى القيمة نفسها 52.7° أيضاً. ويسمى هذا التغيير بتحول الدوران Mutarotation وهو نتيجة تكوين خليط متوازن يتكون ثلثه من α-D- كلوكوز وثلثيه من β-D- كلوكوز. واستنتج الباحثون ان هذين الشكلين المتناظرين α و β عبارة عن تراكيب حلقية ذات ست ذرات تكونت نتيجة تفاعل بين مجموعة الكاربونيل ومجموعة الهيدروكسيل المتصلة بذرة الكاربون 5 حيث يتكون مشتق يسمى هيمي أسيتال Hemiacetal يحتوي على ذرة كاربون غير متماثلة أخرى جديدة. وبهذا يستطيع الكلوكوز تكوين التركيبين الحلقين المختلفين ألفا وبيتا ويطلق على كل واحدٍ منهما بالأنومير Anomer (**الشكل 6-4**). فالأيزومرات المجسامية Stereoisomers التي تختلف عن بعضها بذرة الكاربون في مجموعة الكاربونيل بعد تكوينها الشكل الحلقي تسمى بالأنومرات Anomers والصيغة الحلقية يطلق عليها صيغة هاورث Haworth استناداً الى الباحث الذي اكتشفها.

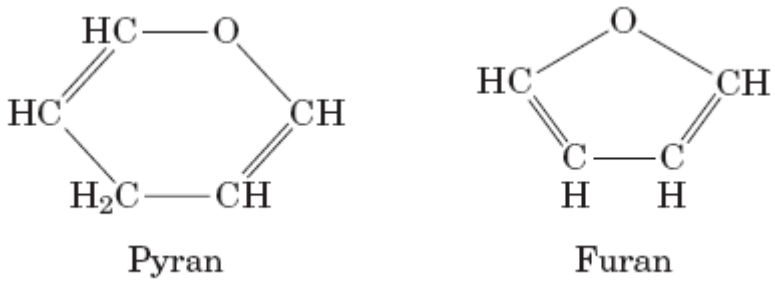


الشكل (6-4): صيغة فيشر (السلسلة المفتوحة Open- chain form) وكيفية تكوين α و β – D – كلوكوز (صيغة هوارث وتكوين الأنومير الفا وبيتا).

فضلاً عن ذلك ولاثبات التركيب الحلقي للسكريات يمكن اجراء عملية الميثلة Methylation للكلوكوز، اذ بتفاعله مع الكحول المثيلي بوجود غاز HCl يتكون خليط من متناظرين يسميان على التوالي Methyl β-D-glucoside و Methyl α -D-glucoside ويتطلب التفاعل وجود ذرة كربون رقم (1)

غير متناسقة (هيمي اسيتال Hemiacetal) داخل الجزيئة أي بين مجموعة كربونيل الألديهايد وإحدى مجاميع الهيدروكسيل. والكلوكوز الحلقي لا يكوّن مركبات شيف Schiff نظراً لغياب مجموعة الألديهايد.

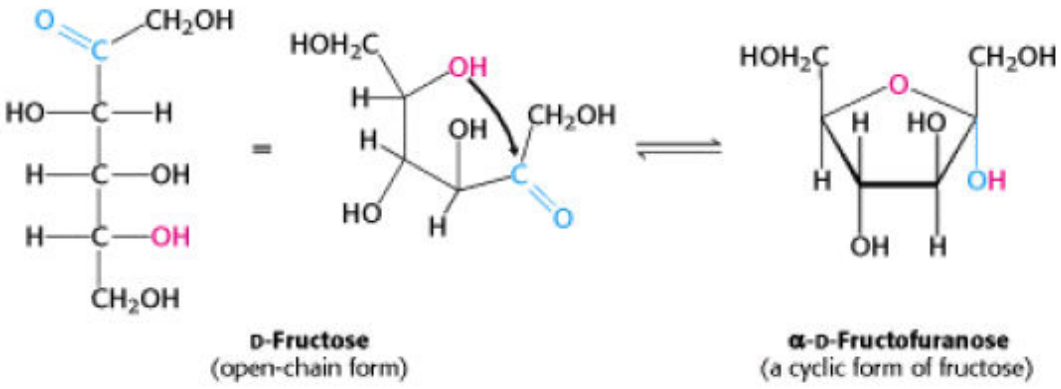
أطلق الباحث هاورث Haworth أسم بايرانوز Pyranose على الأشكال السداسية الحلقة للسكريات وهي مشتقة من الحلقة الكاربونية الخماسية البايرين Pyran مضافاً أليها ذرة أوكسجين، وبنفس الطريقة أطلق على السكريات الخماسية الحلقة أسم فيورانوز Furanose والمشتقة من الفيوران Furan **(الشكل 7-4)**.



الشكل (7-4): الفيوران Furan والبايرين Pyran.

وتمثل الحلقات أعلاه والتي اقترحها العالم هاورث الوضع النسبي الحقيقي للذرات اكثر من تلك التي وضعها العالم فيشر Fischer .

ومن الممكن تواجد الألدوهيكسوز بشكل حلقات خماسية وهي عبارة عن مشتقات الفيوران ولذلك تسمى فيورانوز Furanose غير ان حلقة الألدوبايرانوز السداسية اكثر ثباتاً من حلقة الألدوفيورانوز ولهذا فهي أكثر وجوداً في محاليل الألدوهيكسوز، وتوجد سكريات الكيتوهيكسوز Ketohexose بشكلين أيضاً هما ألفا وبيتا، وفي هذه السكريات تكون مجموعة الهيدروكسيل المرتبطة بذرة الكاربون رقم 5 متفاعلة مع مجموعة الكاربونيل الموجودة عند ذرة الكاربون رقم 2 مكونة فيورانوز بشكل ألفا اذا كانت مجموعة OH في الجهة السفلى لمستوى الحلقة وآخر بشكل بيتا اذا كانت مجموعة OH في الجهة العليا لمستوى الحلقة كما موضح في α -D- فركتوفيورانوز α -D-Fructofuronose و β-D– فركتوفيورانوز β-D-Fructofuranose **(الشكل 8-4)**.



الشكل (8-4): تكون المركب الحلقي لسكر الفركتوز من السلسلة المفتوحة.

جامعة المثنى
كلية التربية الأساسية
قسم العلوم

المادة: الكيمياء الحياتية
الفصل الدراسي: الثاني
المرحلة: الثانية / أحياء
نوع الدراسة: صباحي
تدريسي المادة: أ.م.د حسنين جمهور جاسم

الواجب اليومي والاسبوعي للمحاضرة الثانية

اولا: الواجب اليومي (بعد المحاضرة مباشرة)

ما هو سكر الطعام؟

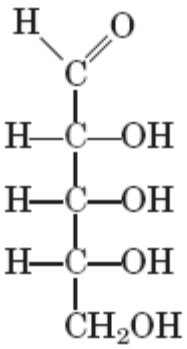
ثانيا: الواجب الاسبوعي

ما هي الوظائف الحيوية والفسيولوجية للسكريات؟

ما هي اصناف الكاربوهيدرات؟

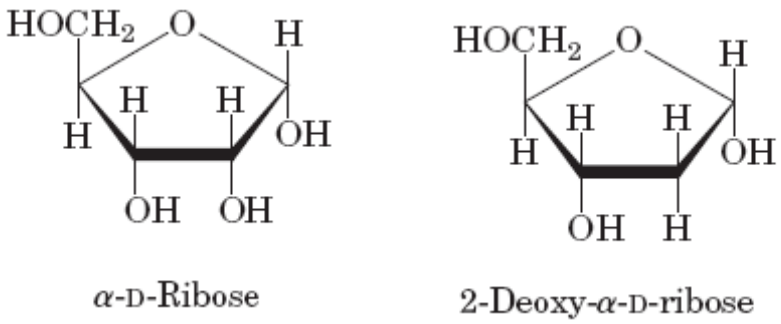
السكريات الخماسية الكاربون Pentoses

أن الصيغة الوضعية للسكريات خماسية الكاربون هي $C_5H_{10}O_5$ وأن اهم مايمثل هذه المجموعة أربعة سكريات هي زايلوز D-Xylose والأرابينوز L-Arabinose والرايبوز D-Ribose و D- لكسزوز D-Lyxose ونادراً ما توجد بشكل حر في الطبيعة ولكن توجد في النباتات خاصة بشكل سكريات متعددة على صورة بنتوزان Pentosan.



D-Ribose

3- الرايبوز D-Ribose: وهو احد السكريات الخماسية المهمة حيوياً الموجودة في الطبيعة ويدخل في تركيب الأحماض النووية مثل الحامض النووي الرايبوزي Ribonucleic acid (RNA) وعند استبدال او احلال الهيدروجين محل مجموعة الهيدروكسيل في هذا السكر في موقع رقم 2 ينتج سكر ديوكسي رايبوز Deoxyribose (منقوص الأوكسجين) (**الشكل 14-4**) الذي يدخل في تركيب الأحماض النووية من نوع حامض نووي ديوكسي رايبوز Deoxyribonucleic acid (DNA) والتي تحمل الصفات الوراثية ، ويدخل الرايبوز ايضاً في تركيب مركبات مهمة ومختلفة مثل النيوكليوتيدات التي تكوّن الكثير من التراكيب المهمة مثل Adenosine triphosphate (ATP) ومرافقات الإنزيمات المختلفة Coenzymes (مثل: FAD ، NAD^+، $NADP^+$).



الشكل (10-4): سكر 2-الديوكسي رايبوز 2-Deoxy ribose وسكر الرايبوزRibose.

السكريات السداسية الكاربون Hexoses

إن الصيغة الوضعية لهذه المجموعة هي $C_6H_{12}O_6$ وهي الأكثر أهمية من بين السكريات البسيطة الأخرى والمتعددة. وإن معظم السكريات القليلة الوحدات Oligosaccharides وكذلك المتعددة موجودة في الخلايا والأنسجة النباتية والحيوانية وهي شائعة في الطبيعة على شكل حر، **ومن هذه السكريات:**

أ- **الكلوكوز:** يطلق على هذا السكر سكر العنب وأحياناً سكر الدم، ويعد من أهم السكريات الأحادية فهو موجود بشكل حر وينتج من تحلل السكريات الثنائية وكذلك من تحلل الكلايكوجين المخزون في الكبد ويعد حلقة الوصل في ايض المواد الكاربوهيدراتية إذ تستخدمه الخلايا في تحديد الطاقة والعناصر الغذائية الاخرى. كما يتواجد في الثمار الحلوة المذاق ولاسيما في الفواكه مثل العنب والتمر والكرز والحمضيات وغيرها من الفواكه. ويوجد الكلوكوز مرتبطاً في سكر البنجر والقصب مع سكر الفركتوز بوصفه جزءاً من تركيب سكر السكروز وكذلك مرتبطاً مع الكالكتوز في سكر الحليب اللاكتوز وهو جزءٌ من السكريات الثلاثية والرباعية مثل الرافينوز Raffinose والستاكيوز Stachyose وايضاً جزءٌ من السكريات المتعددة مثل النشا والسليلوز والكلايكوجين. ويمكن إنتاجه تجارياً إما بوساطة الحامض او الإنزيمات من مصادر النشا مثل البطاطا والذرة. ويعد الكلوكوز من اهم السكريات القابلة للتخمر Fermentable sugars.

ب- **الفركتوز:** يسمى سكر الفركتوز بسكر الفواكه او الليفيولوز Levulose وهو سكر عالي الذوبان ومن الصعوبة تبلوره وهو اكثر السكريات حلاوة ويوجد بشكل حر في الفواكه وكذلك في العسل والسكر المحول. واذا وجد في الطبيعة فانه عادة يصاحب سكر الكلوكوز ولاسيما سكر السكروز وهو مكون لعدد من السكريات الثلاثية والرباعية مثل الرافينوز والستاكيوز ومكون للسكريات المتعددة الفروكتان Fructan ومثال عليها هو الانيولين Inulin.

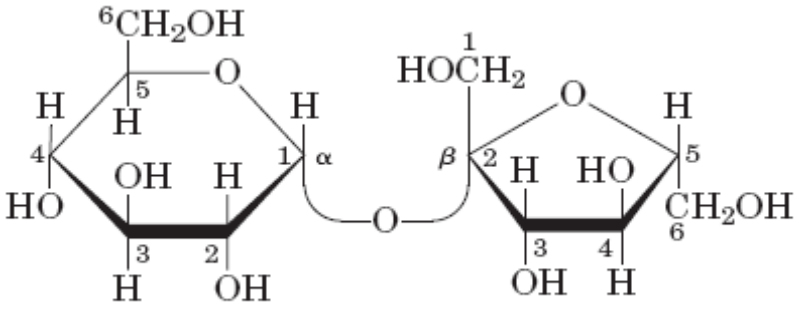
جـ- **الكالاكتوز:** وهو سكر سداسي ألديهايد Aldose من السكريات الموجودة مرتبطاً بالكلوكوز في اللاكتوز ويندر وجوده حراً مثل الكلوكوز والفركتوز. ويوجد كذلك في سكر الرافينوز والستاكيوز

السكريات قليلة الوحدات Oligosaccharides

وتشمل المركبات الكاربوهيدراتية او السكريات التي تتكون من وحدتين الى عشرة وحدات من السكريات الأحادية التي ترتبط مع بعضها بوساطة الآصرة الكلايكوسيدية Glycosidic linkage او ما يسمى بآصرة الكيتال أو الأسيتال Ketal or acetal linkage ، وهذه السكريات تتحلل الى وحدات صغيرة من السكريات الأحادية التي تتكون منها ومن هذه السكريات الشائعة الموجودة في الطبيعة ما يأتي:

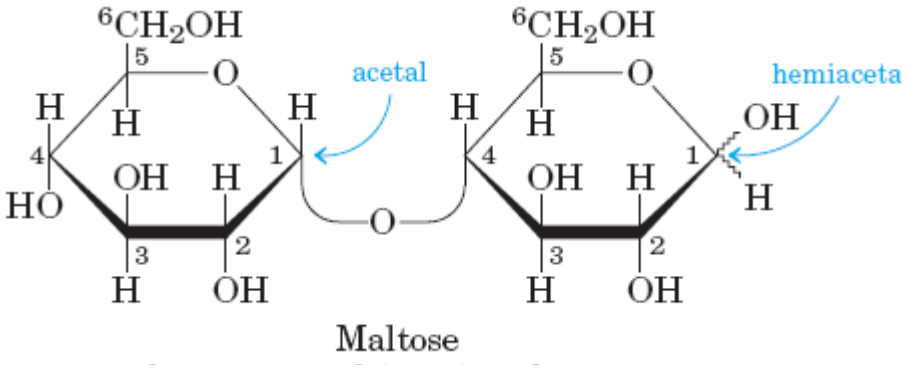
1- السكريات الثنائية Disaccharides (مكونة من وحدتين من السكريات الأحادية) ومن الأمثلة عليها:

أ- **السكروز Sucrose:** يعد من أهم السكريات الثنائية الموجودة والشائعة في الطبيعة، ويعرف بسكر المائدة او السكر الاعتيادي وهو سكر يتكون من جزئين الكلوكوز والفركتوز **(الشكل 21-4)**. يوجد هذا السكر بشكل طبيعي في ثمار النباتات والمصدر الطبيعي له هو البنجر السكري وكذلك قصب السكر، وهو سكر غير مختزل لارتباط المجاميع المسؤولة عن ذلك وهي مجموعة الألديهايد في الكلوكوز مع مجموعة الكيتون في الفركتوز ويسمى ايضاً بسكر العنب Invert sugar وهو موجود بشكل طبيعي في العسل ويتحلل هذا السكر في الأمعاء بوساطة إنزيم السكريزSucrase (او يسمى إنزيم الأنفرتيز Invertase) الى مكوناته من الكلوكوز والفركتوز.



الشكل (21 - 4): السكروز.

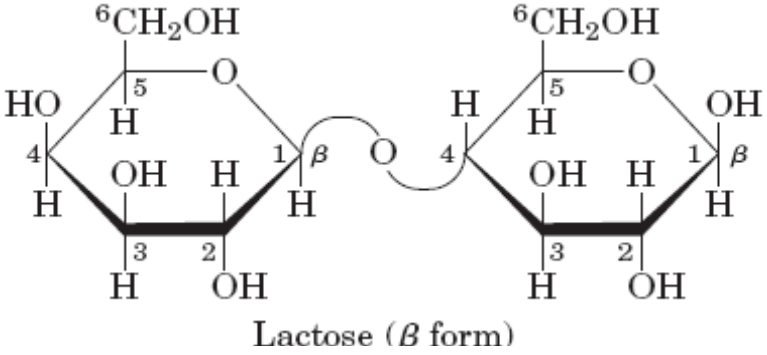
ب- **المالتوز Maltose :** او سكر الشعير وهو من السكريات الثنائية مكون من وحدتين او جزئين من سكر الكلوكوز**(الشكل 22-4)** وهو من السكريات المختزلة. وينتج عند تحلل النشا بوساطة إنزيم ألفا- أميليز الموجود مثلاً في الشعير المنبت Malt أوفي اللعاب Saliva وعصارة البنكرياس. أن سكر المالتوز هو جزء من النشا في السلاسل المستقيمة له (الأميلوز Amylose) ويرمز للآصرة الكلايكوسيدية بين جزيئتي الكلوكوز في هذه السلاسل بـ 1-4 α أي بين ذرة الكاربون الاولى من جزيئة وذرة الكاربون الرابعة من جزيئة السكر الثاني. اما السكر الموجود عند التفرعات خاصة في جزء الأميلوبكتين Amylopectin من النشا فيسمى سكر الأيزومالتوز Isomaltose وتكون الآصرة الموجودة بين جزيئتي الكلوكوز هي 1-6 α أي بين ذرة الكاربون الأولى من جزيئة الكلوكوز مع ذرة الكاربون المرقم 6 من جزيئة الكلوكوز الثانية.



الشكل (22–4) : المالتوز.

اما عندما تكون الآصرة بين جزيئتي الكلوكوز من نوع 1-4 β فيتكون سكر ثنائي آخر هو سكر السلّوبايوز Cellobiose وهو جزء من تركيب السليلوز Cellulose والذي لا يتحلل بعصارات الجهاز الهضمي للإنسان لافتقارها لإنزيم السليوليز Cellulase.

جـ–اللاكتوز Lactose : من السكريات الثنائية الشائعة في الطبيعة ويعرف بسكر الحليب لوجوده في الحليب فقط. ويتكون اللاكتوز من جزيئتين وهي الكلوكوز والكالاكتوز(**الشكل 23–4**) وهو أيضاً من السكريات المختزلة، ودرجة حلاوته قليلة موازنة بباقي السكريات. يمكن تخمره بوساطة الأحياء المجهرية مثل بكتيريا حامض اللاكتيك الى حامض اللاكتيك وذلك عند تحميض الحليب وتحويله الى اللبن. ومن الممكن تواجد اللاكتوز في البول للمرأة خلال الحمل، وان قلة امتصاصه في الأمعاء يمكن ان يسبب حدوث الإسهال.



الشكل (23–4): اللاكتوز.

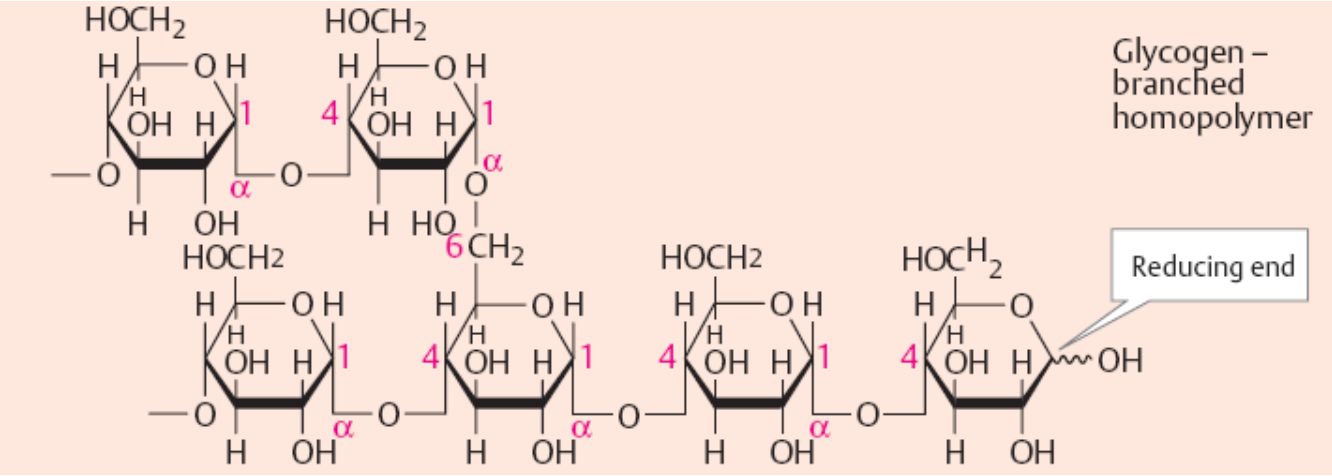
2- السكريات الثلاثية Trisaccharides (وهي السكريات التي تحتوي على ثلاث وحدات او جزيئات من السكريات الأحادية) ومن الأمثلة لهذه المجموعة هي:

أ- **الرافينوز Raffinose :** يوجد في النباتات كالبنجر السكري وكذلك بذور القطن وفول الصويا. ويتكون من سكر الكلوكوز والفركتوز والكالاكتوز (**الشكل 25-4**).

السكريات المتعددة Polysaccharides

تعرف الكاربوهيدرات التي تحتوي على اكثر من عشرة وحدات من السكريات الأحادية بالسكريات المتعددة وعادة توجد في الطبيعة على شكل مركبات ذات اوزان جزيئية عالية تختلف في طبيعتها البوليميرية Polymeric ، اذ منها بشكل سلاسل مستقيمة ومنها بشكل متفرعات معقدة وهناك نوعان من السكريات المتعددة وهي:

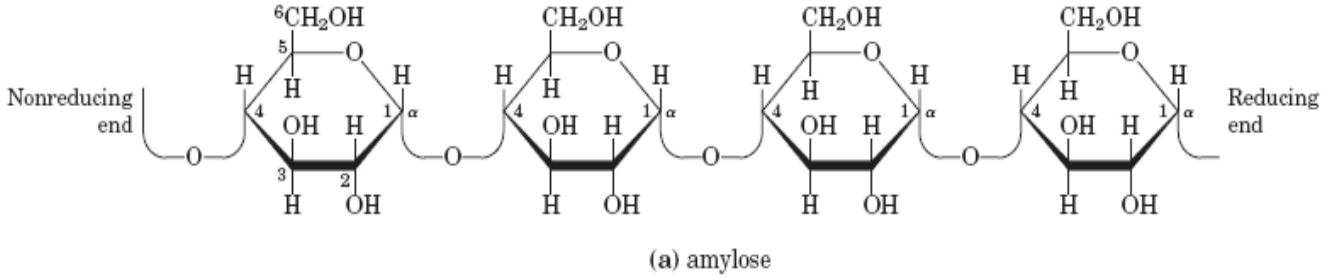
I-السكريات المتعددة المتجانسة Homopolysaccharides التي تنتج نوعاً واحداً من السكريات الاحادية عند تحللها **(الشكل27-4)** وكأمثلة عليها : النشا Starch والكلايكوجين Glycogen والسليلوز Cellulose والكايتين Chitin . وفيما يأتي وصف للأمثلة أعلاه:



الشكل (27-4): السكريات المتعددة المتجانسة مبيناً فيها النهاية المختزلة Reducing end .

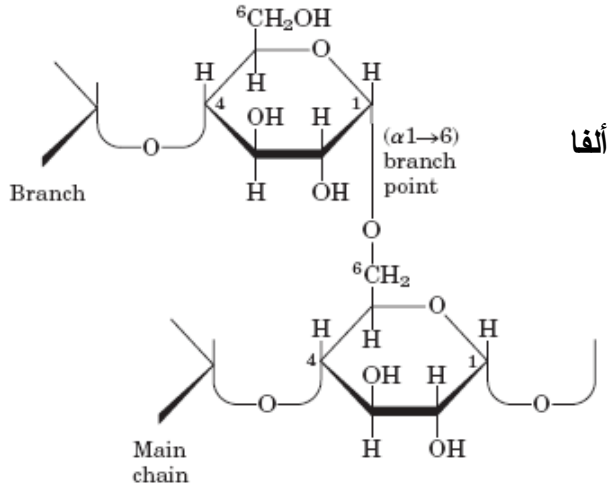
1- **النشا Starch** : يعد من أهم مركبات الكاربوهيدرات الموجودة في الطبيعة وهو مخزون في النباتات إذ يكوّن تقريباً أكثر من 50٪ من مجموع الكاربوهيدرات التي يتناولها الإنسان ويوجد بشكل حبيبات نشوية تختلف بشكلها وحجمها حسب نوع ومصدر النشا. يتكون النشا من مكونين أساسين هما الأميلوز Amylose وبنسبة 10-30٪ والأميلوبكتين Amylopectin وبنسبة 70-90٪ ، **و**يكون كلا المكونين من وحدات بنائية من الكلوكوز لكن يختلفان في التركيب.

أ - **الأميلوز:** يتكون الأميلوز **(الشكل 28-4)** من سلاسل مستقيمة من وحدات الكلوكوز المرتبط بعضها مع بعض بأواصر كلايكوسيدية من نوع ألفا 1-4 ، وتتراوح عدد وحدات الكلوكوز بين 100-200 وحدة بنائية.



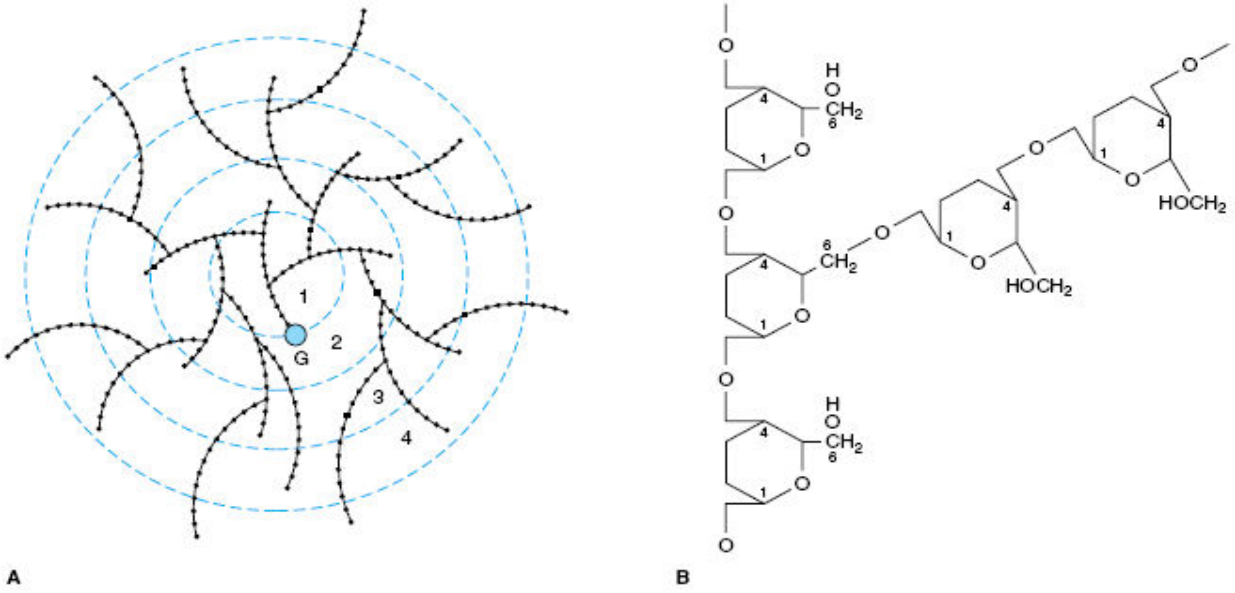
الشكل (28-4): الأميلوز والنهاية المختزلة وغير المختزلة Reducing and Nonreducing end.

ب- الأميلوبكتين : يتكون من سلاسل متفرعة من وحدات الكلوكوز مرتبطة بعضها مع بعض بأواصر من نوع α 1-4 لتكون السلاسل المستقيمة منه ثم ارتباط هذه السلاسل بآصرة أخرى من نوع ألفا 1-6 **(الشكل 29-4)** بحيث يتكون التفرع مابين 24-30 وحدة كلوكوز ويتكون التفرع ايضاً لكل 24 وحدة كلوكوز تقريباً على السلسلة الرئيسة للاميلوبكتين. إن الوزن الجزيئي للأميلوز قد لا يتجاوز 400000 دالتون على حين يكون الوزن الجزيئي للاميلوبكتين على أقل تقدير المليون دالتون. يتحلل النشا بفعل الإنزيمات المحللة Hydrolytic enzymes فإنزيم ألفا أميليز α – amylase الموجود في اللعاب والبنكرياس يحلل النشا عشوائياً الى سكر المالتوز ووحدات من الكلوكوز. أما إنزيم البيتا أميليز β-amylase فهو يحلل النشا من النهاية غير المختزلة من سلاسل النشا ويحلل بشكل منظم بحيث يكون الناتج سكر المالتوز فقط.



الشكل (29-4): ارتباط السلسلة بآصرة من نوع ألفا 1-6 بين السلسلة الرئيسة Main chain والمتفرعةBranch في الأميلوبكتين Amylopectin.

2- **كلايكوجين Glycogen :** يسمى الكلايكوجين بالنشا الحيواني وهو الخزين الكاربوهيدراتي في الكبد والعضلات للإنسان والحيوان. ويتكون من وحدات من الكلوكوز وهو شبيه بالأميلوبكتين في النشا الاعتيادي أي انه يتكون من سلاسل متفرعة لكنه يختلف عن الأميلوبكتين بأنه أكثر تعقيداً او تفرعاً منه إذ يوجد تفرع في السلاسل لكل 8-10 وحدات كلوكوز **(الشكل 30-4)**. ويختلف باختلاف الحيوان والنسيج وكذلك الحالة الفسيولوجية للحيوان. ويكون الوزن الجزيئي للكلايكوجين المستخلص من كبد الجرذان تقريباً 5×10^8 دالتون على حين يبلغ الوزن الجزيئي للكلايكوجين المستخلص من عضلات الجرذان تقريباً 5×10^6 دالتون .



الشكل(31-4): جزيئة الكلايكوجين، اذ (A) التركيب بشكل عام، و(B) الارتباط بين وحدات الكلايكوجين.

3- **السليلوز Cellulose :** يعد هذا السكر من الكاربوهيدرات التركيبية المكونة للهيكل البنائي إذ يكوّن جدار الخلايا فضلاً عن اماكن اخرى من النباتات ويكون عادة مصاحباً للهيميسليلوز والبكتين واللكنين لكنه يوجد بصورة نقية تقريباً في ألياف القطن. يتكون السليلوز من سلاسل مستقيمة من وحدات الكلوكوز شبيه بالنشا لكن الاختلاف في الآصرة حيث ترتبط وحدات الكلوكوز في السليلوز بآصرة من نوع بيتا **1→ 4 (الشكل 32-4)**. إن السليلوز لا يتحلل بفعل الإنزيمات التي يفرزها الجهاز الهضمي في الانسان. لكن يمكن تحليله بوساطة الإنزيمات التي تفرزها البكتريا التي تعيش في الجهاز الهضمي للمجترات وهو احد مكونات الألياف Fiber في غذاء الإنسان.

جامعة المثنى
كلية التربية الأساسية
قسم العلوم

المادة: الكيمياء الحياتية
الفصل الدراسي: الثاني
المرحلة: الثانية / أحياء
نوع الدراسة: صباحي
تدريسي المادة: أ.م.د حسنين جمهور جاسم

الواجب اليومي والاسبوعي للمحاضرة الثالثة

اولا: الواجب اليومي (بعد المحاضرة مباشرة)

ما التركيب الكيميائي لسكر الكلوكوز.

ثانيا: الواجب الاسبوعي

ما هي السكريات الاحادية ؟ اذكر اشهر سكر احادي في جسم الانسان.

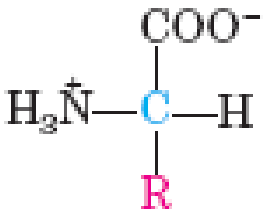
ما هي السكريات المتعددة ؟ وما هي انواعها؟

الأحماض الأمينية

تعرف الأحماض الأمينية بأنها اصغر وحدة بنائية في تركيب البروتين، إذ تعد اللبنة الأساسية لبناء جميع البروتينات، وهي أحماض عضوية تحتوي على مجموعة أمين وكاربوكسيل. أن عدد الأحماض الأمينية من نوع ألفا والتي يبنى منها البروتينات بصورة عامة في الطبيعة هو عشرون حامضاً أمينياً وتنتج هذه الأحماض أما عن التحلل الكيميائي أو الإنزيمي للبروتين أو تصنع بالطرق الكيميائية.

الخواص العامة للأحماض الأمينية.

1- لدى الأحماض الأمينية الموجودة في البروتينات صفة مشتركة وهي ارتباط مجموعة كاربوكسيلية واحدة ومجموعة أمينية واحدة بذرة الكاربون المسماة ألفا **(الشكل 1-5)**. ويتميز كل حامض أميني باحتوائه على مجموعة طرفية خاصة تدعى المجموعة الجانبية R-group والتي تحدد صفات كل حامض أميني.



الشكل(1-5): الصيغة العامة للحامض الأميني.

تكون المجموعة الأمينية ألفا حرة وغير مرتبطة في جميع الأحماض الأمينية عدا البرولين Proline. ولتسمية الأحماض الأمينية بصورة مختصرة، فقد أعطي لكل حامض أميني ثلاثة حروف وكذلك أعطي حرف واحد أيضاً، ولكن المستخدمة في الغالب هي المختصرات للأحماض الأمينية ذات الثلاثة حروف (كما سوف يتم توضيحها في الفقرات اللاحقة) .

2- ان جميع الأحماض الأمينية الموجودة في بروتينات الكائنات الحية تكون لها هيئة L (L- Form) **(الشكل 2-5)**، اذ أن ذرة الكاربون ألفا في جميع الأحماض الأمينية عدا الكلايسين غير متناظرة Asymmetric وبالتالي فهي تعد فعالة بصرياً Optically active .

الشكل(2-5): الشكل الفراغي للحامض الأميني الأنين Alanine هيئة D و L .

3ــ هناك عشرون حامضاً أمينياً رئيساً موجوداً في البروتين والتي تختلف في العديد من الصفات مثل الشحنة والقابلية على تكوين الأواصر الهيدروجينية وخواص كارهة Hydrophobic أو محبة للماء Hydrophilic وخواص كيميائية أخرى والتي تؤلف جميع البروتينات الموجودة في جميع أنواع الكائنات الحية.

4 ــ تقسيم (تصنيف) الأحماض الأمينية Classification of amino acids

يمكن تقسيم الأحماض الأمينية استناداً الى تواجدها في الطبيعة وأهميتها للكائن الحي ومدى قابلية تصنيعها داخل خلايا الجسم وهذه التقسيمات هي:

I–الأحماض الأمينية البروتينية.

II– الأحماض الأمينية غير البروتينية.

III– الأحماض الأمينية النادرة في البروتينات.

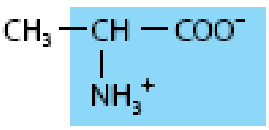
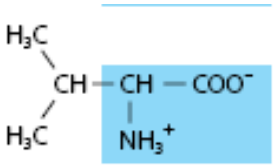
IV– الأحماض الأمينية الأساسية وغير الأساسية.

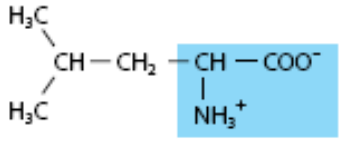
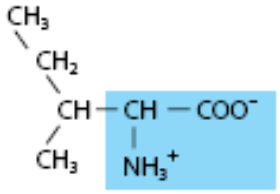
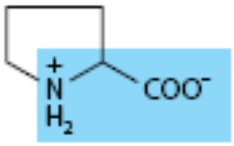
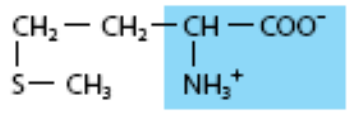
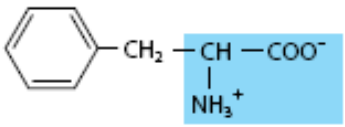
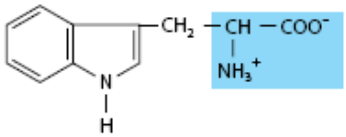
I– الأحماض الأمينية البروتينية:

يمكن تقسيم الأحماض الأمينية العشرين المكونة للبروتين اعتماداً على عدة صفات وكما يأتي:

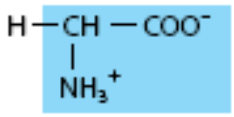
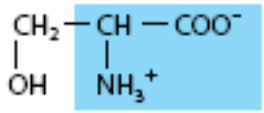
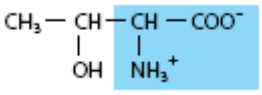
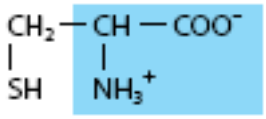
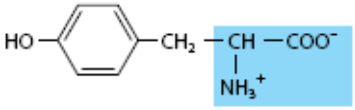
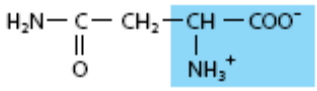
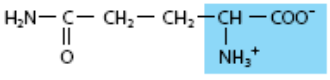
أ– بناءً على طبيعة المجاميع الجانبية (مجموعة R) للحامض الأميني، وعلى هذا الأساس يمكن تصنيفها الى أربع مجاميع، ويمكن توضيح تراكيبها الكيميائية (في الأس الهيدروجيني المتعادل) ورمز كل حامض أميني مؤلف من ثلاثة أحرف او حرف واحد كما يأتي :

1ــ غير محبة للماء Hydrophobic وتدعى أحياناً اللاقطبية Nonpolar وتشمل الأحماض الأمينية الآتية:

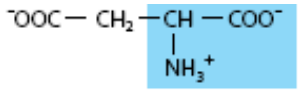
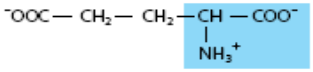
الحامض الأميني	الرمز بثلاثة أحرف	الرمز بحرف واحد	التركيب الكيميائي
ألانين Alanine	Ala	A	
فالين Valine	Val	V	

الحامض الأميني	الرمز بثلاثة أحرف	الرمز بحرف واحد	التركيب الكيميائي
Leucine ليوسين	Leu	L	
Isoleucine أيسوليوسين	Ile	I	
Proline برولين	Pro	P	
Methionine مثيونين	Met	M	
Phenylalanine فينايل ألانين	Phe	F	
Tryptophan تربتوفان	Trp	W	

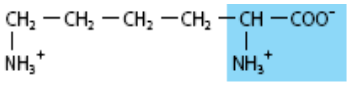
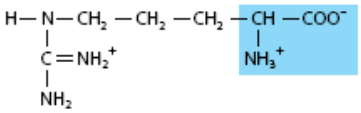
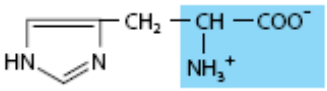
2 ــ قطبية غير مشحونة محبة للماء Hydrophilic وتشمل الأحماض الأمينية الآتية:

الحامض الأميني	الرمز بثلاث أحرف	الرمز بحرف واحد	التركيب الكيميائي
كلايسين Glycine	Gly	G	
سيرين Serine	Ser	S	
ثريونين Threonine	Thr	T	
سستين Cysteine	Cys	C	
تايروسين Tyrosine	Tyr	Y	
أسباراجين Asparagine	Asn	N	
كلوتامين Glutamine	Gln	Q	

3 ــ السالبة الشحنة او تسمى بالحامضية Acidic وتشمل:

الحامض الأميني	الرمز بثلاثة أحرف	الرمز بحرف واحد	التركيب الكيميائي
حامض الأسبارتيك Aspartic acid	Asp	D	
حامض الكلوتاميك Glutamic acid	Glu	E	

4 ــ الموجبة الشحنة او تسمى بالقاعدية Basic وتشمل:

الحامض الأميني	الرمز بثلاثة أحرف	الرمز بحرف واحد	التركيب الكيميائي
لايسين Lysine	Lys	K	
أرجنين Arginine	Arg	R	
هستيدين Histidine	His	H	

II- الأحماض الأمينية غير البروتينية : Non proteinous amino acids

ان هذا النوع من الأحماض الأمينية لا تدخل في بناء بروتينات الكائنات الحية التي تنتجها بل توجد في مصادر خاصة بشكل منفرد او مرتبط مع مركبات أخرى ويعود سبب عدم دخولها في بناء البروتين بأن مجموعة الأمين والكاربوكسيل لا ترتبط بنفس ذرة الكاربون الألفا **ومن هذه الأحماض الأمينية:**

IV- الأحماض الأمينية الأساسية وغير الأساسية وشبه الأساسية.

تقسم الأحماض الأمينية أيضاً استناداً الى مقدرة الجسم على تكوين الهيكل الكاربوني للأحماض الأمينية الى **(الجدول 1-5)** :

1- احماض أمينية أساسية **Essential amino acids**
(ليس للجسم المقدرة على تكوينها أي يجب تجهيزها عن طريق الغذاء).

2- أحماض أمينية غير أساسية **Nonessential amino cids**
(للجسم المقدرة على تكوينها).

3- أحماض أمينية شبه أساسية **Semiessential amino acids**
(للجسم المقدرة على تكوينها عند توفر الأحماض الأمينية المقابلة لها).

الجدول (1-5): تقسيم الأحماض الأمينية حسب ضرورتها للإنسان.

الأحماض الأمينية الأساسية	احماض أمينية شبه أساسية	الأحماض الأمينية غير الأساسية
أيزوليوسين	أرجنين*	ألانين
ليوسين	هستيدين*	أسبارجين
لايسين	سِستين**	حامض الأسبارتيك
ميثيونين	تايروسين**	كلايسين
فينايل ألانين		حامض الكلوتاميك
ثيريونين		برولين
تربتوفان		سيرين
فالين		كلوتامين

*الأرجنين والهستيدين يعدّان من الأحماض الأمينية الشبه أساسية لكون الجسم يحتاجهم لفترة محددة فقط وهي فترة دعم نمو حديثي الولادة والأطفال.

**السستين والتايروسين شبه أساسية لأنها تقلل متطلبات فينايل ألانين والمثيونين فهي لا تكون أساسية في الغذاء بوجود كمية كافية من الفينايل ألانين والمثيونين.

الوظائف الحيوية لعدد من الأحماض الأمينية

فضلاً عن كون الأحماض الأمينية المادة الأولية لبناء الببتيدات ومن ثم تكوين البروتينات، فأن الأحماض الأمينية ومشتقاتها تساهم في وظائف الأغشية الخلوية في نقل الإشارات العصبية وبناء البورفيرينات والبيورينات والبريميدينات واليوريا. وفيما يأتي **بعض الوظائف الحيوية لعدد من الأحماض الأمينية:**

1- الحامض الأميني المثيونين عنصر مهم في عملية المثيلة Methylation وكذلك يدخل في تركيب مادة الكولين Choline وهو مادة أولية Precursor لمادة الأستيل كولين Acetyl choline الذي يعد مادة مهمة في الجهاز العصبي لنقل الإشارات العصبية فضلاً عن أن الحامض نفسه يعد مادة أولية للحامض الأميني السستين.

2- يعد التربتوفان مادة أولية لفيتامين النياسين أو النيكلوتيد وكذلك مادة أولية لمادة السيروتينين Serotonin وهي مادة لنقل الإشارات العصبية ومادة مضيقة Vasoconstrictor في انقباض الأوعية.

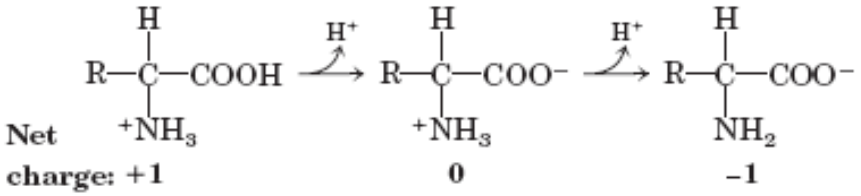
3- حامض الفينايل ألانين مادة أولية للحامض الأميني التايروسين ويعدان مواد أولية لتصنيع هورمون الثايروكسين Thyroxine وهورمونات الكاتيكول أمين (الدوبامين Dopamine والأدرينالين Adrenaline والنورأدرينالين Noradrenaline).

4- يتحول حامض الهستيدين الى مادة الهستامين Histamine وهي مادة هورمونية تعمل على إفراز حامض الهيدروكلوريك في المعدة وتؤدي الى انخفاض ضغط الدم وغيرها من الوظائف الأخرى.

5- **هناك حوامض أمينية مهمة لها وظائف عدّة من خلال مشاركتها العمليات المختلفة في الجسم، على سبيل المثال: اللايسين** ضروري لبناء الكولاجين داخل الجلد و**الأيزوليوسين** ضروري لإنتاج الهيموكلوبين ومهم لسلامة الجلد و**الأسباراجين** يساعد على حفظ التوازن في الجهاز العصبي المركزي و**الڤالين** ضروري لتنظيم عملية الهضم ومعالجة أمراض الكآبة النفسية ومنع بعض أمراض الجهاز العصبي. أما **الميثيونين** فيساعد على تقليل الدهون ومنع تراكمه في الكبد والشرايين.

الخواص الحامضية- القاعدية للأحماض الأمينية

عند وضع الحامض الأميني في محيط حامضي فسوف يحمل شحنة موجبة، أما إذا وضع في محيط قاعدي فسوف يحمل شحنة سالبة، ويبقى الشكل الأمفوتيري Zwitter ion (ثنائية القطب Dipolar ions) متعادلاً في محيط متعادل (pH=7) كما في الشكل (**10-5**) الأتي:



شكل أيوني سالب في محيط قاعدي **الشكل الأمفوتيري في محيط متعادل** **شكل أيوني موجب في محيط حامضي**

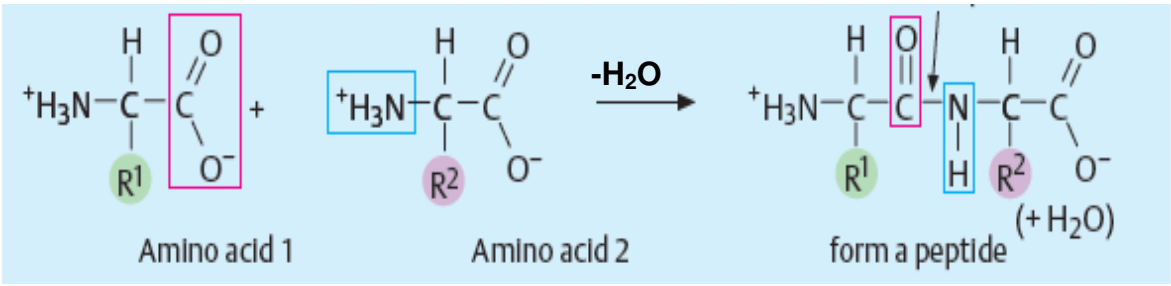
الشكل(10-5): الشكل السالب والموجب والأمفوتيري للحامض الأميني.

يكون الأيون الأمفوتيري متعادلاً كهربائياً فلا يستطيع الهجرة في المجال الكهربائي، كما يمثل هذا التركيب أيضاً الحالة الصلبة للأحماض الأمينية اذ ان ارتفاع درجات الانصهار Melting points لجميع الأحماض الأمينية فوق 200°م يعزى الى تركيبها الأيوني الذي يحتاج الى طاقة عالية لتفكيك القوى الأيونية للشبكة البلورية للحامض. وأن شكل الأحماض الأمينية موجود غالباً بصورة متأينة في سوائل الجسم الحي عند الأس الهيدروجيني مقارباً لـ 7 (الشكل الأمفوتيري للأحماض الأمينية)، ولكن يمثل التركيب الكيميائي للحامض الأميني بشكل غير متأين لغرض التأكيد على مجموعتي الأمين والكاربوكسيل.

وبما ان البروتين يتألف من أحماض أمينية، ولهذا فهو مادة أمفوتيرية وان كل بروتين له نقطة تعادل كهربائي معينة (وتدعى الأس الهيدروجيني pH الذي لا ينجذب فيه الأيون الثنائي القطب عند وضعه في مجال كهربائي نحو أي من القطبين بنقطة التعادل (التماثل) الكهربائي Isoelectric point (pI) وله القابلية على معادلة الأحماض والقواعد. وهكذا فأن مثل هذه الخصائص للبروتينات تمكنها من ان تعمل بوصفها مواداً منظمة او حافظة Buffers في الدم او في سوائل الجسم الأخرى.

البيتيدات Peptides

البيتيد هو عبارة عن حامضين أمينين مرتبطين مع بعضهما بوساطة أصرة البيتيد Peptide bond والتي تسمي أيضاً أصرة أميد Amide bond، وتتكون الآصرة من تفاعل مجموعة ألفا- كاربوكسيل من حـــامض أميني مع مجموعة ألفا- أمين من حامض أميني أخر بطرح جزئية ماء **(الشكل 12-5)**.



الشكل(12-5) : تكوين أصرة البيتيد Peptide bond.

وتقسم البيتيدات اعتماداً على عدد الأحماض الأمينية الى:

أ- ثنائية البيتيدات Dipeptides : وهي متكونة من وحدتين من الأحماض الأمينية.

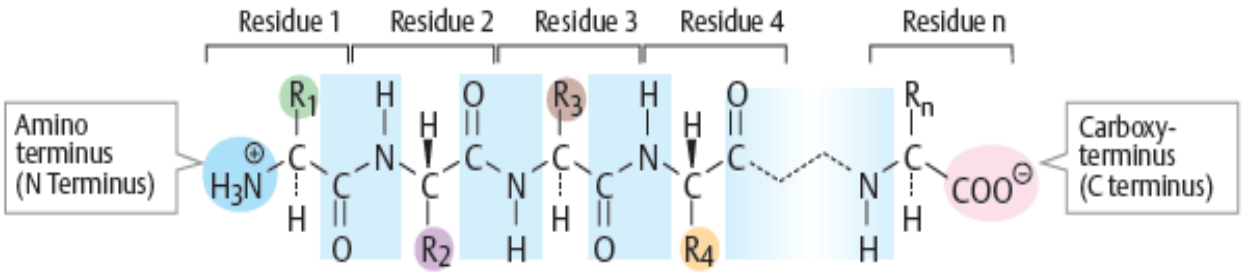
ب- ثلاثية البيتيدات Tripeptides : تتكون من ثلاث وحدات من الأحماض الأمينية.

جـــ- رباعية البيتيدات Tetrapeptides: تتكون من أربع وحدات من الأحماض الأمينية.

د- وهناك أمثلة أخرى مثل الخماسية والسداسية والسباعية.. الخ.

وهذه الأنواع المذكورة أعلاه تتبع مجموعة البيتيدات قليلة الوحدات Oligopeptids او البيتيدات البسيطة Simple peptides أما إذا زادت أعداد الأحماض الأمينية في البيتيد عن عشرة يطلق عليه البيتيد المتعـــدد Polypeptide. ويجب التأكيد هنا بأن عدد أواصر البيتيد اقل بواحدة من عدد الأحماض الأمينية. فضلاً عن ذلك فهناك ببتيدات حلقية Cyclic peptides وتكون خالية من النهايتين الأمينية والكاربوكسيلية. ونوع ثالث من البيتيدات التي تكون بشكل متفرع ومتشعب لتكون البيتيدات المتشعبة Branched peptides .

ومعظم البيتيدات تكون على شكل سلسلة مفتوحة ذات نهايتين الأولى في أقصى اليسار وتدعى طرف النهاية الأمينية والأخرى في أقصى اليمين وتدعى طرف النهاية الكاربوكسيلية. وتسمى الأحماض الأمينية في البيتيد ابتداء من النهاية الأمينية وصولاً الى النهاية الكاربوكسيلية**(الشكل 13-5)** والتي تستخدم عادةً الرموز للأحماض الأمينية عند قراءة البيتيد.



الشكل(13-5): النهاية الكاربوكسيلية والأمينية Carboxy and amino terminus للبيتيدات.

بعض الببتيدات المهمة حياتياً

تحتوي الخلايا الحيوانية والنباتية والبكتيرية على أنواع مختلفة من ببتيدات غير بروتينية ذات أوزان جزيئية صغيرة لها أهمية حياتية كبيرة فمنها ما هو هورمون ومنها ما هو مضاد حيوي Antibiotic والنوع الثالث لا ينتمي الى ما تقدم ولكن له أهمية حياتية كبيرة وفيما يأتي بعض هذه الببتيدات التي تبنى داخل الخلايا بصورة مستقلة وليست نواتج تحلل البروتينات:

1- الكلوتاثايون Glutathione

الكلوتاثايون من الببتيدات الثلاثية Tripeptides ويتألف من حامض الكلوتاميك والسستين والكلايسين ويرمز له GSH **(الشكل 14-5)**، وهو موجود في السايتوبلازم والمايتوكوندريا والنواة في الحيوانات والنباتات والبكتريا وأهم وظيفة للكلوتاثايون أنه يعد من مضادات الأكسدة Antioxidants الذائبة بالماء التي تعمل على إزالة العديد من المواد المؤكسدة Oxidants المتكونة في الجسم من خلال تفاعلها معهم ومثال على ذلك: جذر الهيدروكسيل ($\cdot OH$) Hydroxyl radical والذي يتم إزالته **كما في المعادلات الآتية:**

$$\underset{\text{الكلوتاثايون المختزل}}{GSH} + \underset{\text{جذر الهيدروكسيل}}{\cdot OH} \longrightarrow \underset{\text{جذر الكلوتاثايون}}{GS\cdot} + \underset{}{H_2O}$$

$$GS\cdot + GS\cdot \longrightarrow \underset{\text{الكلوتاثايون المؤكسد}}{GSSG}$$

جامعة المثنى
كلية التربية الأساسية
قسم العلوم

المادة: الكيمياء الحياتية
الفصل الدراسي: الثاني
المرحلة: الثانية / أحياء
نوع الدراسة: صباحي
تدريسي المادة: أ.م.د حسنين جمهور جاسم

الواجب اليومي والاسبوعي للمحاضرة الرابعة

اولا: الواجب اليومي (بعد المحاضرة مباشرة)

ما هو الكلوتاثايون؟

ثانيا: الواجب الاسبوعي

ما هي الاحماض الامينية ؟ وما هي وظائفها في جسم الانسان؟

ما الفرق بين الاحماض الامينية والبيبتيدات والبروتينات؟

البروتينات Proteins

حاول عدد من العلماء في القرن الثامن عشر دراسة طبيعة المواد الحيوانية والنباتية ومنهم العالم الفرنسي Denis Papin (1648- 1712م) الذي وضع الأسس لدراسة المواد البروتينية إذ كان يطلق على هذه المواد الحيوانية اسم المواد الزلالية Albuminous بعدها جاء العالم الدانمركي Gerardus Mulder (1802-1882 م) الذي كان أول من أطلق على هذه المواد أسم البروتينات Proteins وهي كلمة يونانية تعني الذي يأتي أولاً أو يحتل المركز الأول لما لها أهمية في تركيب وتنظيم عمل وحركة أعضاء جسم الكائن الحي وذلك بدونها لا توجد حياة.

تعريف البروتينات:

البروتينات مواد عضوية نيتروجينية معقدة التركيب ذات أوزان جزيئية عالية (~13000 دالتون الى عدة ملايين) موجودة في جميع الخلايا الحيوانية والنباتية إذ تكّون نسبة عالية من بروتوبلازم الخلية وجدارها وتتحلل بفعل الأحماض والقواعد والإنزيمات الى وحدات جزيئية اصغر تسمى الأحماض الأمينية والتي تتكون بصورة رئيسية من عناصر الكاربون والهيدروجين والأوكسجين ويدخل النيتروجين عنصراً أساسيا في تركيب البروتينات. فضلاً عن عنصر الكبريت والفسفور ويصاحب تركيب البروتينات وجود عناصر أخرى بصورة أقل مثل الحديد والخارصين واليود والنحاس وغيرها من العناصر المعدنية وعادة ما يكون ذلك مرتبطاً بتخصص البروتين نفسه كوجود عنصر الحديد في الهيموكلوبين والفسفور في بروتين الحليب الكازائين(يمكن تعريف البروتينات بشكل مختصر بأنها مركبات ذات أوزان جزيئية كبيرة تحتوي على الأحماض الأمينية كوحدات بنائية مرتبطة مع بعضها بأواصر ببتيدية).

يكون البروتين المكون الرئيسي لجسم الإنسان، إذ يمثل حوالي 20% من وزن الجسم، فالعضلات والأنسجة الرابطة والعظام والدم والجلد والأظافر والهورمونات والإنزيمات كلها في أساس تركيبها بروتين فالعضلات وحدها تكونّ حوالي 50% من كمية البروتين الموجود في الجسم.

الوظائف الحيوية والفسيولوجية للبروتينات

1- حاجة الجسم في النمو وبناء أنسجة الجسم

يعد البروتين مادة بناء الأنسجة المختلفة في الجسم، إذ يكون المكون الرئيس والأساس لبناء كل خلية في الجسم فالعضلات والأربطة والأوتار والأعضاء والغدد والأظافر والشعر وكثير من سوائل الجسم الحيوية يدخل فيها البروتين.

2- ترميم وتعويض وبناء أنسجة الجسم

يحتاج الجسم البالغ للبروتين لأغراض التعويض وتجديد الأنسجة التالفة التي تفقد في الحالات الطبيعية وغير الطبيعية، فمثلاً في الحالة الطبيعية فان كريات الدم الحمراء تتحلل الى مكوناتها كل 125 يوماً فيتطلب الجسم بناء كريات جديدة، أما في الحالات غير الطبيعية مثل حالات المرض والحروق والنزف او قطع أي جزء من الأنسجة عند حدوث الجرح فتحتاج أيضاً البروتين في الإصلاح والترميم.

3- مصدراً للطاقة

تعد البروتينات مصدراً للطاقة في الحالات الاضطرارية كاحتياطي أخير بعد الكاربوهيدرات والدهون إذ ان غراماً واحداً من البروتين يعطي نحو أربعة سعرات حرارية.

4- الحفاظ على التوازن المائي في الجسم

تؤدي بروتينات الدم ولاسيما الألبومين Albumins دوراً كبيراً في تنظيم حركة السوائل ومنها الماء بين الخلايا والدم وبسبب كبر حجم هذه البروتينات نسبياً فإنها تبقى خارج الخلايا إذ يكون من الصعب عليها الانتقال الى داخل الخلية وبهذا تحافظ على الضغط الأزموزي Osmotic pressure إذ تساعد على تبادل الماء من الخلية الى خارجها ولاسيما الماء الناتج من العمليات الأيضية داخل الخلية، لكن عند قلة البروتين في الجسم يؤدي ذلك الى تجمع الماء داخل الخلايا والأنسجة فيسبب ما يسمى بالاستسقاء Edema او الانتفاخ ويعرف هذا الاستسقاء بـ Low protein edema ويحدث عادة في البطن والأرجل وعادة تحدث هذه الأعراض عند الأطفال المصابين بمرض الكواشيوركر Kwashiorkor.

5- يحافظ على توازن الحامضية والقاعدية في الجسم

يعد البروتين من المركبات التي تسلك سلوك الحامض والقاعدة اعتماداً على وجود مجاميع الأمين والكاربوكسيل في جزيئاته ولهذا فان محاليله تعد مقاومة للتغير في الـ pH أي أن لها فعلا تنظيمياً عالياً.

6- تدخل في تركيب عدد من المركبات المهمة حيوياً كالإنزيمات وعدد من الهورمونات والأجسام المضادة.

7- تزود البروتينات والأغذية البروتينية بصورة غير مباشرة بكثير من العناصر الغذائية الضرورية الاخرى: مثل الحديد والفسفور والكبريت والفيتامينات، فاللحوم مثلاً تعد من الأغذية البروتينية اذ تزود الجسم تقريباً بـ 40% من احتياجات الحديد و 30% من احتياجات الثايمين (B_1) و25% من احتياجات الرايبوفلافين (B_2) و60% من احتياجات النياسين.

8- البروتينات تكون الأساس التركيبي للكروموسومات من خلال المحافظة عليها بترتيب وشكل معين باستخدام البروتينات القاعدية مثل الهستونات Histons.

تصنيف البروتينات Classification of proteins

تصنف البروتينات عادةً على أساس تركيبها الكيميائي أو اقترانها بالمواد الأخرى العضوية وغير العضوية وهي:

I- البروتينات البسيطة Simple proteins

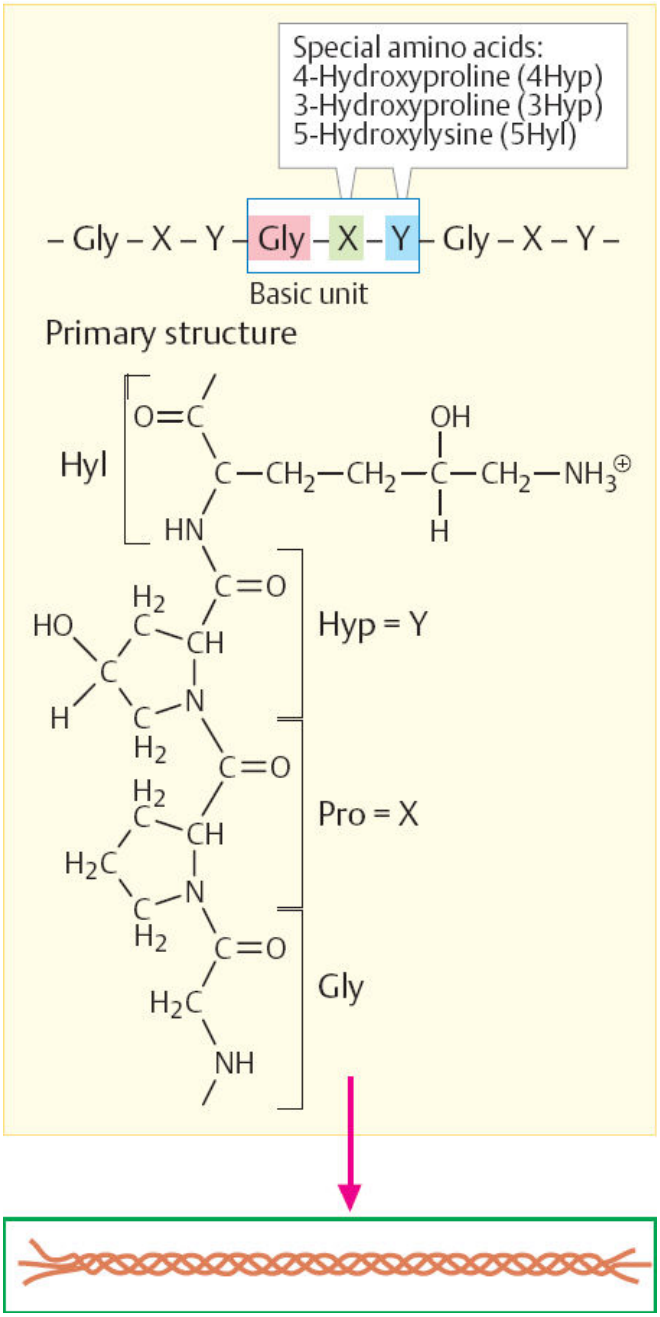
تكوّن ابسط أنواع البروتينات وهي مكونة من ببتيدات وسلاسل مكونة من الأحماض الأمينية فقط وتقسم هذه المجموعة الى:

أ- البروتينات النسيجية (البروتينات الليفية) Scleroproteins (Fibrous proteins)

وتشمل البروتينات غير الذائبة او مقاومة للمذيبات وتكوّن الأجزاء الداعمة Protective functions للأعضاء الحيوانية ويطلق عليها أسم ألبومينويدز Albuminoids **ومن أمثلة هذه البروتينات ما يأتي:**

1- الكولاجين Collagens

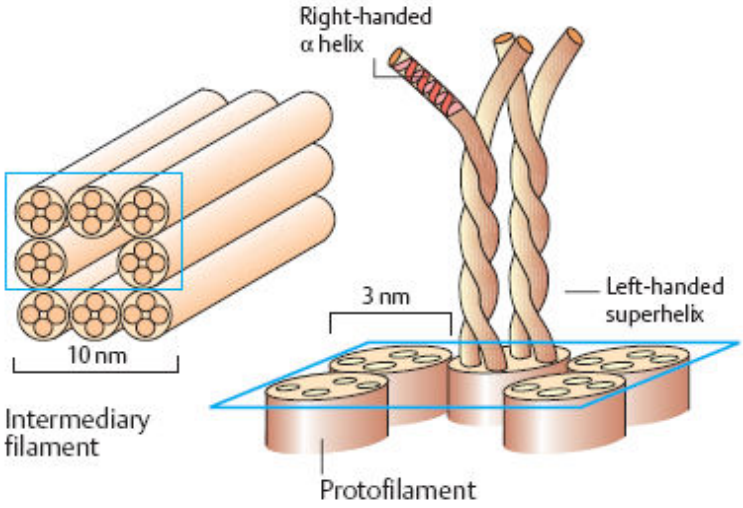
يعد الأساس في تركيب الأنسجة الرابطة Connective tissues والجلد والغضاريف والعظام وعادة تكون مقاومة للهضم بسبب إنزيمات الجهاز الهضمي مثل إنزيم الببسين Pepsin والتربسين Trypsin. ويمكن تحويله الى ما يسمى بالجيلاتين بغليه بالماء وكذلك بالقواعد والحوامض المخففة، ويتكون أساساً من أحماض أمينية: الكلايسين والبرولين والهيدروكسي برولين Hydroxyproline (4 و3- هيدروكسي برولين) و5-هيدروكسي لايسين 5-Hydroxylysine وهي الأحماض التي تميز هذا النوع من البروتينات **(الشكل 1-6)** .



الشكل (1–6): يوضح تركيب الكلايكوجين الأولي وتركيب الكولاجين الحلزوني Collagen helix.

2- الكيراتين Keratins

يكوّن الكيراتين الأنسجة الواقية في الجلد والأظافر والشعر والقرون والحوافر والريش **(الشكل 2–6)**. وهي مقاومة لإنزيمات الببسين والتربسين وغير ذائبة في الحوامض والقواعد المخففة والمذيبات العضوية. وتحتوي على نسبة عالية من الحامض الأميني السستين Cysteine ويعزى أليها سبب قوة هذه البروتينات لوجود الآصرة الكبريتية المكونة من جزيئات الحامض.



الشكل (2-6): تركيب الكيراتين.

3- الألستينات Elastins

توجد هذه المركبات في الغضاريف وجدار الشرايين إذ تعطيها صفة المرونة وتجعلها أكثر سهولة للهضم بوساطة الببسين والتربسين من بقية الأنواع الأخرى وعادة يصاحب الكولاجين في تركيب الأنسجة.

ب- البروتينات الكروية Globular proteins

وتمثل البروتينات الذائبة ولها شكل مكور نتيجة التفافها على بعضها وتكوين أواصر كبريتية وغيرها بين أجزائها الببتيدية **ومن هذه البروتينات:**

1- الألبومينات Albumins

وهي بروتينات تذوب في الماء والأملاح وتتخثر بالحرارة Coagulable او تغير طبيعتها Denatured ومن هذه البروتينات بروتين البيض Ovalbumin وبروتين الحليب Lactlbumin وألبومين المصل Serum albumin.

2- الكلوبيولينات Globulins

من ظواهر هذه البروتينات أنها لا تذوب في الماء بل تذوب في المحاليل المخففة للحوامض والقواعد وتتغير طبيعتها بالحرارة وسهولة تخثرها. ومن أمثلة هذه البروتينات كلوبيولين المصل Serum globulins والحليب Lactoglobulin وفي الغدة الدرقية Thyroglobulin.

3- الكلوتيلينات Glutelins

الكلوتيلينات بروتينات نباتية عادة وهي غنية بالأحماض الأمينية ولاسيما حامض الكلوتاميك والأرجنين والبرولين وهي تذوب في المحاليل المخففة والحامضية والقاعدية ولا تذوب في الوسط المتعادل ومن أمثلة هذه المجموعة: كلوتينين القمح Glutenin .

4- البرولامينات Prolamins

وتسمى البروتينات الذائبة في الكحول بتركيز70-80%، وهي بروتينات نباتية أيضاً ولا تذوب في الماء والمحاليل المتعادلة ومن الأمثلة عليها هو بروتين الزائين Zein وبروتين الشعير الهوردئين Hordein.

5- البروتامينات Protamins

6- الهستونات Histones

II- البروتينات المرتبطة (المقترنة) Conjugated proteins

البروتينات المرتبطة عبارة عن بروتينات مكونة من جزء بروتيني مع جزء آخر غير بروتيني يدعى المجموعة الترقيعية Prosthetic group مثل: الكاربوهيدرات والدهون والأحماض النووية ومن هذه البروتينات ما يأتي:

أ- البروتينات النووية Nucleoproteins

تتكون من ارتباط الأحماض النووية مع جزيئة أو أكثر من البروتين في داخل النويّة ويكون البروتين مرتبط مع الحامض النووي الديوكسي رايبوزي DNA وعادة يكون البروتين من نوع البروتامين والهستون، وفي السايتوبلازم مع الحامض النووي الرايبوزي RNA ويكوّن ما يسمى بالرايبوسومات Ribosomes الذي له دور في بناء البروتينات.

ب- البروتينات الكاربوهيدراتية Glycoproteins والبروتينات المخاطية Mucoproteins

هذه البروتينات ترتبط بالكاربوهيدرات (قد تكون أحاديةً او سلسلة قصيرة نسبياً من الكاربوهيدرات) وعادة ما تكون المواد الكاربوهيدراتية أقل من 4% كاربوهيدراتية أما البروتينات المخاطية فمكونة من نسبة أعلى من 4% كاربوهيدراتية والتي قد تصل نسبة الى 60% وعادة عند تحليل المواد الكاربوهيدراتية تنتج سكريات أمينية Hexosamines وكذلك حامض اليورونيك Uronic acid وتسمى هذه الكاربوهيدرات بالسكريات المخاطية Mucopolysaccharides ومثال على هذه البروتينات الميوسن Musin في جدار المعدة Gastric mucoid وكذلك في البيض مثل Ova mucoid والكلوبيولينات في الدم Globulins على شكل (γ, β, α).

جـ- الفوسفو بروتينات Phosphoproteins

مكونة من بروتينات متحدة مع مركبات تحتوي على حامض الفوسفوريك والذي يرتبط عادة بحامض السيرين والثريونين في سلسلة البروتين. ومثال على هذه البروتينات الكازائين والفيتالين في صفار البيض.

د- البروتينات الصبغية (كرومو بروتين) Chromoproteins

بروتينات تحتوي على مجموعة أخرى لونية تسمى مجموعة الكروموفور Chromophoric group او مجموعة ترقيعية (ترابطية) Prosthetic group كوجود أحد العناصر المعدنية (الحديد أو النحاس)، **وتتضمن هذه المجموعة من البروتينات الأنواع الآتية:**

1- الصبغات المختصة بالتنفس، مثل الهيموكلوبين والهيموسيانين ومايوكلوبين العضلات.

2- مكونات السلاسل الناقلة للألكترونات في المايتوكوندريا مثل السايتوكرومات والفلافوبروتينات.

هـ- البروتينات الدهنية Lipoproteins

بروتينات تتحد بالكلسيريدات Glycerides او بالدهون وغيرها مثل البروتينات الدهنية الموجودة في الدم المسؤولة عن نقل الدهون والتي تصنف الى عدة أنواع اعتماداً على الأوزان الجزيئية لكل نوع مثل البروتينات الدهنية العالية الكثافة (High density lipoprotein HDL) والواطئة الكثافة (Low density lipoprotein LDL) والمتوسطة الكثافة (Intermediate density lipoprotein IDL) والواطئة الكثافة جداً (Very low density lipoprotein VLDL) والكيلومايكرون Chylomicron.

و- البروتينات المعدنية Metalloproteins

جامعة المثنى
كلية التربية الأساسية
قسم العلوم

المادة: الكيمياء الحياتية
الفصل الدراسي: الثاني
المرحلة: الثانية / أحياء
نوع الدراسة: صباحي
تدريسي المادة: أ.م.د حسنين جمهور جاسم

الواجب اليومي والاسبوعي للمحاضرة الخامسة

اولا: الواجب اليومي (بعد المحاضرة مباشرة)

ما هي البروتينات المقترنة؟

ثانيا: الواجب الاسبوعي

ما هي البروتينات ؟ وما هي وظائفها الفسيولوجية في جسم الانسان.

ما هي تصنيفات البروتينات؟ وضحها.

الدهون

تعريف الدهون

الدهون من مركبات الكيمياء الحياتية التي تمتاز بعدم ذوبانها في الماء أو المذيبات القطبية Polar solvents وتذوب في المذيبات اللاقطبية Non-polar العضوية مثل الأيثر والبنزين والكلوروفورم والأسيتون. وتتكون من عناصر الكاربون والهيدروجين والأوكسجين وتحتوي بعضها على الفسفور والنيتروجين.

وظائف الدهون

1- تخزن الدهون في الأنسجة كخزين للطاقة إذ يتم استخدامها بعد نفاذ الكاربوهيدرات المخزونة على شكل كلايكوجين في الجسم. وتعطي الدهون طاقة عالية بعد أكسدتها داخل الجسم.

2- تعد الدهون أحدى المكونات الواقية للجدران الخلوية في العديد من البكتريا وأوراق النباتات والهيكل الخارجي للحشرات.

3- الدهون مكونات أساسية تركيبية لأغشية الخلية كالنواة والمايكروسوم والمايتوكوندريا.

4- تتحد الدهون مع البروتينات لتكوين البروتينات الدهنية Lipoproteins التي تشترك أصنافها في نقل الدهون في الدم.

5- تعد بعض أنواع الدهون منشطات لبعض الإنزيمات لكي تبدي نشاطها التام فمثلاً إنزيم كلوكوز 6- فوسفاتيز Glucose 6-phosphatase ومونو أوكسيجنيز Monooxygenase وغيرها تحتاج إلى فوسفوتايديل كولين Phosphatidylcholine (أحد الدهون الفوسفورية) لتنشيطها.

6- تعمل الدهون بوصفها عازلاً حرارياً في الحيوان والإنسان من خلال تكوين طبقة عازلة تحت الجلد فتحافظ على درجة حرارة الجسم من التغيير السريع.

7- تدخل الدهون في تركيب الأنسجة العصبية بنسبة عالية وتعمل الدهون بوصفها عازلاً كهربائياً يسمح لنقل الإيعاز العصبي عبر الأعصاب.

8- تدخل الدهون بوصفها مركبات أولية Precursors لبعض الفيتامينات والهورمونات وأحماض الصفراء.

9- تحيط أعضاء الجسم الداخلي مثل الكليتين والقلب طبقة دهنية تعد وسادة تقي هذه الأعضاء من الصدمات الخارجية.

10- تزود الجسم بالأحماض الدهنية الأساسية Essential fatty acids إذ لهذه الأحماض أهمية كبيرة لحيوية الجسم مثل حامض اللينوليك الذي عند توفره يمكن منه بناء حامض الأراكيدونك الذي يطيل من فترة تخثر الدم ويزيد من تحلل الفايبرين Fibrin وبهذا يسبب في تقليل فرص الإصابة بالجلطات Thrombus فتقل فرص الإصابة بأمراض تصلب الشرايين.

11- تواجد الدهون في الغذاء يزيد من استساغته وكذلك يعطي الشعور بالشبع وذلك بسبب بطء الدهون في الهضم والامتصاص من خلال الجهاز الهضمي.

الفصل الرابع

اللبيدات (الدهون) Lipids

هي عبارة عن مركبات عضوية غير ذائبة بالماء إلا أنها تذوب في المذيبات اللاقطبية مثل الايثر والكلوروفورم والكحول والبنزين .

تعد اللبيدات مركبات ثنائية الميل Amphiles حيث أنها تحتوي على مجموعات أيونية أي قطبية محبة للماء Hydrophilic ومجموعات هيدروكاربونية لا قطبية غير محبة للماء Hydrophobic

تعد اللبيدات المصدر الغني بالطاقة في الخلايا الحية إضافة إلى أهميتها الغذائية أيضا لكونها تحتوي على الأحماض الدهنية الأساسية كذلك تعتبر مصدرا للهرمونات كالهرمونات الذكرية والانثوية هذا إضافة إلى أن الفيتامينات الذائبة بالدهن تعتبر من مشتقات الدهون مثل فيتامين K,E,D,A كذلك تعتبر الدهون عازلا حراريا في الجسم وخاصة في الأنسجة تحت الجلد وحول بعض الأعضاء مثل الكلى . كما أن الدهون تعد عناصر تركيبية رئيسية للأغشية الخلوية وتكون الدهون عادة مرتبطة مع مركبات أخرى مثل البروتينات والكاربوهيدرات ولا توجد بصورة حرة . وتنتشر الدهون في جميع الكائنات الحية وتكثر في البذور النباتية

تصنف اللبيدات Classification of Lipids

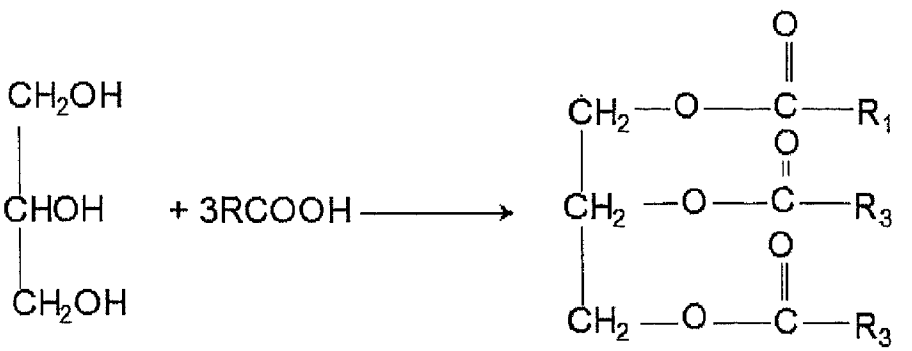
يمكن تصنيف اللبيدات (الدهون) إلى سبعة أصناف رئيسية وهي :

1. الدهون المتعادلة Natural Lipids
2. الدهون المفسفرة phospho Lipids
3. الدهون الإسفنجية sphingo Lipids
4. الدهون السكرية Glyco Lipids

5. الشموع waxes
6. مركبات الستيرويدsteroids
7. التربينات terpenes

1. الدهون المتعادلة Neutral Lipids

أو ما يسمى بالكليسريدات الثلاثية triglycerides وهي عبارة عن أسترات الكليسرول مع الأحماض الدهنية وتسمى أيضا بثلاثي أسيل كليسرول وذلك عندما تكون مجاميع الـ(OH) الثلاثة متاسترة مع ثلاثة أحماض دهنية وكما موضح في الشكل التالي:



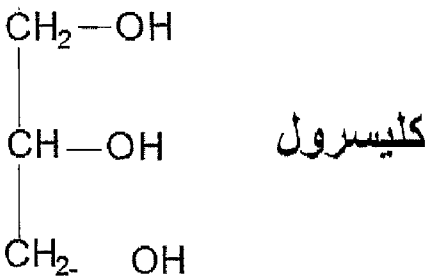
دهن متعادل Triacylglycerol

تشمل الدهون المتعادلة الزيوت والشحوم والتي تتواجد مخزونة في النبات والحيوان وعلى الأغلب أن الشحوم (الدهون) تكون صلبة في درجة حرارة الغرفة بينما تكون الزيوت سائلة في درجة حرارة الغرفة لكونها تحتوي على نسبة عالية من الأحماض الدهنية غير المشبعة .لقد ورد ذكر الكليسرول والأحماض الدهنية في الدهون المتعادلة لذا يجب أن نتعرف على الكليسرول وعلى الأحماض الدهنية بالتفصيل .

الكليسرول : Glycerol

هو عبارة عن كحول ثلاثي الهيدروكسيل يوجد في اغلب أنواع الدهون وفي جميع الزيوت ويكون سائلا زيتي القوام قابل للامتزاج بالماء والكحول وهو عديم الذوبان بالايثر حلو المذاق يتحول بتأثير حامض النتريك والكبريتيك إلى كليسرين والذي يساعد على توسيع الشرايين ويستعمل في علاج إمراض الدورة الدموية والشرايين .

والشكل التالي يوضح التركيب الكيمياوي للكليسرول



كليسرول

ويعتبر الكليسرول أيضا من مشتقات السكر الأحادي الالديهايدي كليسر الديهايد حيث انه يعتبر سكر كحولي.

الأحماض الدهنية Fatty acids

تعد من مشتقات الدهون لأنها تدخل في اغلب أنواع الدهون تحتوي جزيئات الأحماض الدهنية على عدد زوجي من ذرات الكاربون وهي عادة أحماض كاربوكسيلية ذات سلسلة هايدروكاربونية مستقيمة مشبعة اوغير مشبعة يعد حامض الستياريكstearic acid وحامض بالمتيك palmitic acid من أهم الأحماض الدهنية المشبعة أو ما يسمى saturated fatty acid .حيث يحتوي حامض الستياريك على (18) ذرة كاربون(c18) ويحتوي حامض الباليتيك على (16) ذرة كاربون وهما من أهم الأحماض الدهنية المشبعة ولكوتهما يدخلان في تركيب اغلب الدهون الحيوانية والنباتية وأما الأحماض الدهنية غير المشبعة هو (unsaturated f.a) فهي المكونات المميزة للزيوت واهم أنواع الأحماض الدهنية

غير المشبعة هو Arachidonic ,linolenic,linoleic,oleic حيث يحتوي الأول على آصرة مزدوجة واحدة والثاني على اصرتين مزدوجتين والثالث على ثلاثة أواصر والرابع على أربعة أواصر مزدوجة وتكون عادة الأحماض الدهنية التي تحتوي على أكثر من آصرة مزدوجة مركبات حياتية وسطية للأحماض الدهنية الحلقية والتي تعرف بالبروستوكلاندينات prostaglandins وتحتوي البروستوكلاندينات على (20) ذرة كاربون بضمنها حلقة خماسية .

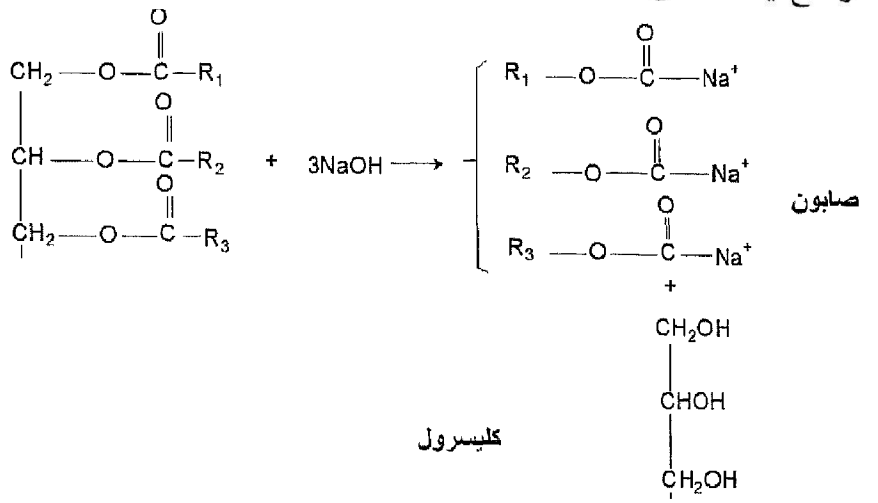
تكون الأحماض الدهنية غير المشبعة أما بالشكل المتناظر (cis) وهي الغالبة وبشكل متبادل (trans) وهي النادرة وان الأواصر المزدوجة لاتكون متصلة بل تكون منفصلة بمجموعة مثيلين (unconjugated) كما في المثال التالي $CH=CHCH_2CH=CH$

الصيغ التركيبية للأحماض الدهنية المشبعة

الاسم العام	الصيغة التركيبية	
Acetic acid	CH_3COOH	أحماض دهنية طيارة
Butyric acid	$CH_3(CH_2)_2COOH$	
capric acid	$CH_3(CH_2)_4COOH$	
caproic acid	$CH_3(CH_2)_6COOH$	
caprylic acid	$CH_3(CH_2)_8COOH$	
Lauric acid	$CH_3(CH_2)_{10}COOH$	
M yristic acid	$CH_3(CH_2)_{12}COOH$	
palmitic acid	$CH_3(CH_2)_{14}COOH$	
stearic acid	$CH_3(CH_2)_{16}COOH$	
Archidic acid	$CH_3(CH_2)_{18}COOH$	
Behenic acid	$CH_3(CH_2)_{20}COOH$	

عملية الصوبنة (التصبين) saponification

يطلق على عملية تحلل الدهن المتعادل بواسطة القواعد ألى كليسرول وملح الحامض الشحمي (الدهني) بعملية الصوبنة وتدعى الأملاح الناتجة بالصابون وكما موضح في التفاعل أدناه



أن أملاح الحامض الدهني (الشحمي) لها صفات اللبيدات المستقطبة حيث أن هذه الجزيئات تكون في الماء تجمعات تسمى مذيلات (micelles) والمذيلات هي عبارة عن دقائق بحجم الدقائق الغروية تكون فيها المجاميع المستقطبة للجزيئات متجهة للسطح العلوي بينما تكون السلاسل الهايدروكاربونية (المجاميع غير المستقطبة) متجهة ألى الاسفل (الداخل).

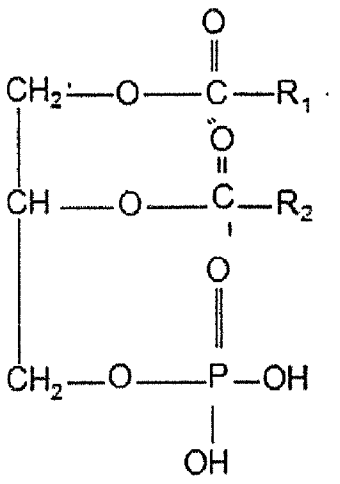
تدعى الدهون التي تكون صابونا بالدهون القابلة للصوبنة Saponifiable lipids لذا فان جميع الدهون التي تحتوي في تركيبها أحماض دهنية تكون قابلة للصوبنة.

2 -الدهون المفسفرة (الفوسفوليبيدات) phospho lipids

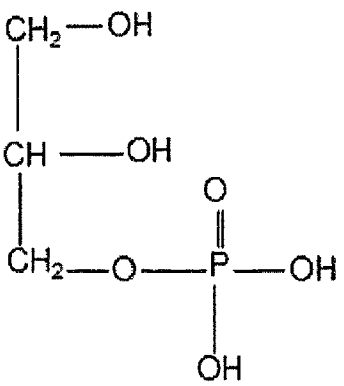
توجد الدهون المفسفرة في جميع أنواع الخلايا الحيوانية والنباتية وهي عبارة عن مركبات استر فوسفات لكليسريدات ثنائية ويعد المركب كليسرول 3- - فوسفات هو الوحدة التركيبية الأساسية لهذا النوع من الدهون

حيث تتاستر جزيئتان من الحامض الدهني المشبع أو غير المشبع مع كليسرول 3- - فوسفات لتنتج أحماضا فوسفاتيدية phoshatidic acids تدخل الدهون المفسفرة في تركيب أغشية الخلية وفي تركيب االبروتين الدهني

لبلازما الدم وتستخدم الدهون المفسفرة كمكونات تركيبية ولا تخزن في أنسجة الجسم بكميات عالية.



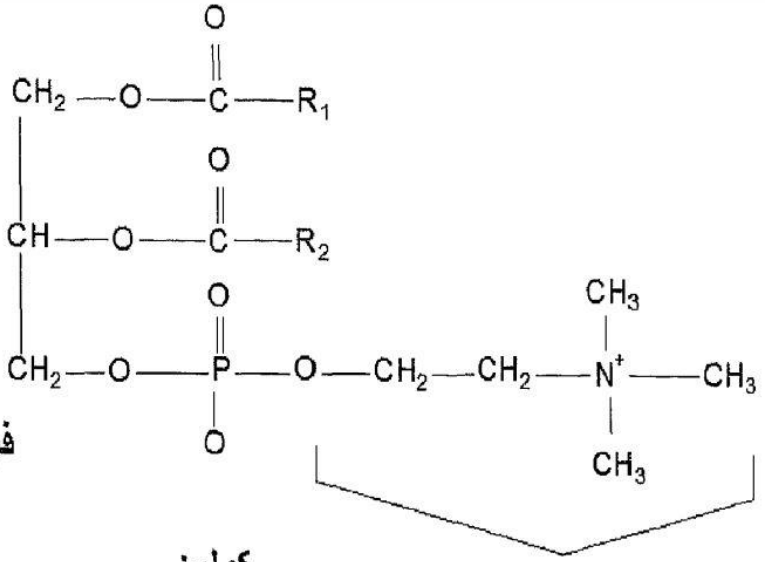
Phosphatidic acid
حامض الفوسفاتيديك



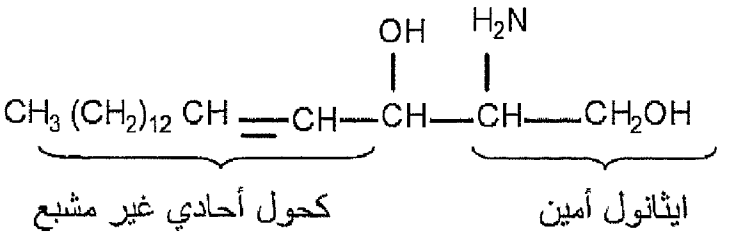
كليسرول -3-فوسفات

أنواع الدهون المفسفرة : -

مركبات فوسفاتيديل كولين phosphatidyl choline أو ما يسمى ليسثين (Lecithines) هي عبارة عن مركبات استركولين مع حامض الفوسفوريك لتنتج مركبات فوسفاتيديك كولين أو يسمى باللسيثين. تعد اللسثينات من المكونات الدهنية للدماغ والأنسجة العصبية كما أنها تعتبر مكونات أساسية لمادة البروتوبلازم لجميع خلايا الجسم كما يعد فوسفاتيديك كولين مركبا لخزن الكولين في الدماغ .يوجد بكثرة في صفار البيض ويدخل أيضا في تركيب البروتينات الدهنية وخصوصا الكيلومايكرون chylomicrones



5 -**<u>اللبيدات الاسفنجية Sphingo lipids</u>** : -سميت هذه المركبات بهذا الاسم وذلك لاحتوائها على المركب المسمى (سفنجوسين) أو احد مشتقاته توجد السفنجولبيدات في أغشية الخلايا الحيوانية والنباتية .

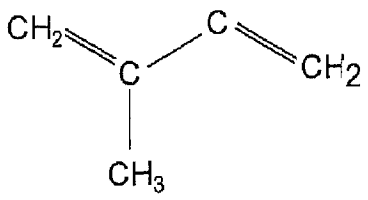


(التركيب الكيمياوي للسفنجوسين)

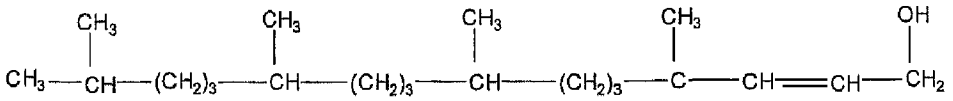
من أهم السفنجولبيدات هي مركبات السيرامايد حيث يتكون من حامض دهني مرتبط مع سفنجوسين يعمل السيراميد كمركب وسطي في تكوين أنواع أخرى من اللبيدات الإسفنجية وتحتوي جميع الدهون الإسفنجية على وحدة سيراميد .

4 -التربينات Terpenes

هناك علاقة بين هذه الدهون ومركبات الايسوبرين Isoprene والحاوية على خمس ذرات كاربون حيث أن هذه الدهون تحتوي على مضاعفات الايسوبرين (مضاعفات الخمسة وتشتمل التربينات على مركبات Citral وpinene والكافور والسكوالين وجيرانويل وفارنيسول كذلك تشتمل على الأحماض الراتنجية والمطاط وصبغات نباتية مثل الكاروتين وفيتامين A والسكوالين .كذلك الفايتول وهو الجزء الكحولي الذي نحصل عليه عند تحلل الكلوروفيل .



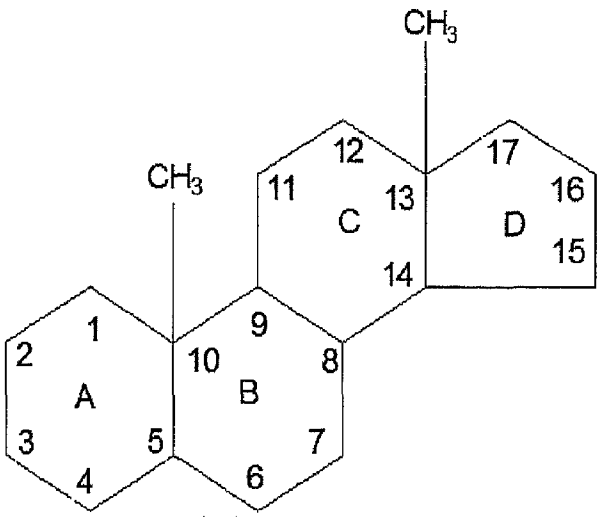
(Isoprene)



Phytol

5 -الستيرويدات Steroids

تتألف الستيرويدات من نواة الستيروويد والتي هي عبارة عن ثلاثة حلقات سداسية A,B,C مندمجة مع بعضها يطلق عليها Phenanthrene متصلة بها حلقة خماسية (D). من الستروييدات المهمة التي توجد في الطبيعة هي أحماض الصفراء Bile acids والهرمونات الجنسية الذكرية والانثوية وهرمونات الادرينالين .

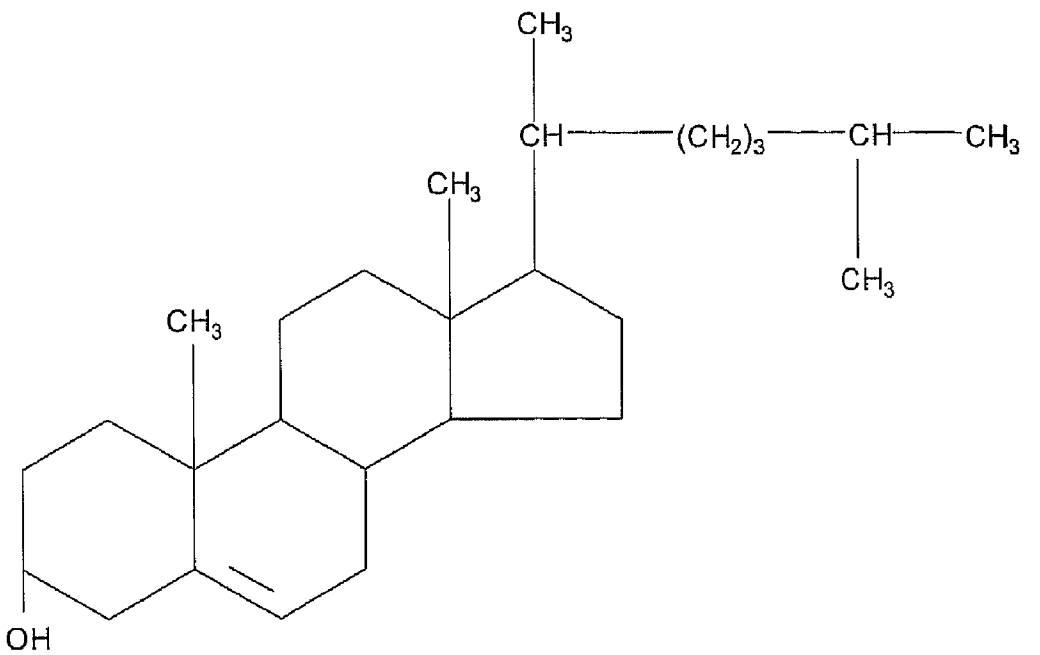


التركيب الكيميائي لنواة الستيروويد

يوجد هذا النوع من السيتروييدات بكميات قليلة جدا في الخلايا إلا أن احد أصناف الستيرويدات المسمى Steroles يوجد بكميات كبيرة جدا. تحتوي الستيرولات على مجموعة كحولية هيدروكسيلية تتصل بذرة الكاربون الثالثة

وتحتوي أيضا على سلسلة متشعبة اليفاتية تتكون من 8 -10 ذرات كاربون تتصل بذرة الكاربون رقم (17)

يعد الكلولسيترول من أكثر الستيرولات وجودا في الأنسجة الحيوانية ويوجد أما بصورة حرة Free أو مرتبطة Conjugated والكولسترول هو المركب الوسطي في جميع تكوين الهرمونات الستيرويدية ويوجد بتركيز عالي في الدماغ ويرتبط معظم الكولسترول في الدم مع أحماض دهنية غير مشبعة عند ذرة الكاربون رقم (3) التي تقع عليها مجموعة الهيدروكسيل ويمكن توضيح التركيب الكيمياوي للكوليسترول كما هو مبين في أدناه :



Cholesterol (كولسترول)

يعتبر فيتامين (D) احد مشتقات الدهون الستيرويدية وكذلك الهرمونات الجنسية وأملاح الصفراء.

6 -الشموع Waxes

تعد الشموع مركبات لأحماض دهنية وكحولات أحادية الهيدروكسيل وذات سلسلة هايدروكاربونية طويلة والشموع موجودة في الطبيعة بشكل مزيج من اللبيدات تغطي سطح الجلد و أوراق النباتات وكذلك فهي موجودة في كيوتكل الهيكل الخارجي لعدة أنواع من الحشرات .

المواد الشمعية الطبيعية كشمع العسل

جامعة المثنى
كلية التربية الأساسية
قسم العلوم

المادة: الكيمياء الحياتية
الفصل الدراسي: الثاني
المرحلة: الثانية / أحياء
نوع الدراسة: صباحي
تدريسي المادة: أ.م.د حسنين جمهور جاسم

الواجب اليومي والاسبوعي للمحاضرة السادسة

اولا: الواجب اليومي (بعد المحاضرة مباشرة)

هل الكوليسترول مضر بالجسم دائما؟

ثانيا: الواجب الاسبوعي

ما هي الدهون ؟ وما هي وظائفها الفسيولوجية في جسم الانسان.

ما هي تصنيفات الدهون؟ وضحها.

ما هي الدهون الثلاثية؟

الأنزيمات Enzymes

هي عبارة عن عوامل مساعدة بايولوجية أساس تكوينها البروتين تقوم بزيادة سرعة التفاعلات الكيمياوية داخل الخلية الحية دون أن تؤثر على ثابت التعادل (التوازن) أو ما يسمى بـ equilibrium constant كذلك فهي لا تتغير أو تستهلك خلال التفاعلات المختلفة وقد تعرف الأنزيمات بصورة مختصرة بأنها بروتينات متخصصة Specific proteins أن الأنزيم لا يخلق التفاعل من العدم بل انه يزيد من سرعة مئات المرات وعند انتهاء التفاعل يبقى الأنزيم كما هو أي لا يتغير وبذلك يستطيع أن يكرر عمله عدة مرات .

يعتبر الأنزيم Carbonic anhydrase من أسرع الأنزيمات لحد ألان حيث انه يقوم بتحويل (تمية) ثنائي اوكسيد الكاربون CO_2 في الدم إلى حامض الكاربونيك H_2CO_3 carbonic acid حيث تتمكن كل جزيئة أنزيم من تمية (تحويل) 10^5 جزيئة CO_2 في الثانية الواحدة وتقدر سرعة هذا التفاعل بوجود الأنزيم بـ 10^7 مرة مقارنة مع حالة عدم وجود الأنزيم . أن الأنزيم الكامل يتكون من جزيئين وهما :

HOloenzyme= apoenzyme + coenzyme

جزء غير بروتيني جزء بروتيني أنزيم كامل

(مرافق أنزيمي)

قد يكون المرافق الأنزيمي ايون معدني metal ion أو قد يكون جزيئة عضوية organic molecule مثل NAD أو FAD أو TPP في حالة التفاعل يكون هذان الجزئان ملتصقان أما خارج التفاعل فيكونان منفصلان عن

بعضهما .هناك بعض الأنزيمات تتكون من جزء بروتيني فقط مثل الأنزيمات الهاضمة كالبيسين والتربيسين . قد يرتبط المرافق الأنزيمي بقوة مع الأنزيم ويسمى في هذه الحالة بـ prosthetic group أو قد يرتبط بارتخاء قد يشتق اسم الأنزيم من اسم المادة الأساس التي يعمل عليها مثل أنزيم urease الذي يعمل على مادة اليوريا أو Amylase والذي يعمل على مادة الاميلوز Amylose أي ينتهي اسم الأنزيم بالمقطع (ase) وأحيانا ينتهي بالمقطع (in) مثل أنزيم chymotrypsn pepsin,trypsin, وفي هذه الحالة لانستدل على اسم المادة الأساس من خلال اسم الأنزيم . يمكن أيضا اشتقاق اسم الأنزيم من خلال التفاعل الذي يشترك به كأن يكون تفاعل أكسدة اوتفاعل اختزال اوتفاعل تميه ..... الخ .

أن المادة التي يعمل عليها الأنزيم خلال التفاعل تسمى بالمادة الأساس substrate اوتسمى بمادة التفاعل اوالمادة الخاضعة وتكون عادة ذات حجم اصغر بكثير من حجم جزيئة الأنزيم وترتبط المادة الأساس مع الأنزيم اثناء التفاعل من خلال مواقع معينة موجودة على سطح جزيئة الأنزيم تسمى بالمواقع الفعالة active sites اوتسمى بالمواقع التحفيزية catalytic sites والمواقع الفعالة عادة تكون مراكز نشطة وفعالة تتكون من حامض اميني معين اوعدة أحماض امينية بحيث يكون جزء من جزيئة الأنزيم متمما ومشابها لشكل المادة الأساس بحيث عندما ترتبط جزيئة المادة الأساس مع جزيئة الأنزيم خلال التفاعل فأنها ترتبط بطريقة تشبه الطريقة التي يرتبط بها المفتاح مع القفل مما اصطلح على هذا الارتباط بفرضية اونظرية القفل والمفتاح .

LOCK and key THEORY

$$E + S \rightleftharpoons E\text{-}S \rightleftharpoons E + P$$

معقد انزيمي ناتج

تصنيف الأنزيمات Enzymes classification

أن التسمية النظامية للأنزيمات والتي وضعت حسب توصيات الاتحاد العالمي للكيمياوين الحياتيين عام (1972) هو نظام (IUB) يشتمل على مايلي International united Biochemists يشتمل على مايلي:

1 -أنزيمات الأكسدة والاختزال Oxido-reductases وهي جميع الأنزيمات التي تعمل على تفاعلات الأكسدة والاختزال مثل أنزيم Alcohol dehydrogenase .

2 -الأنزيمات الناقلة Transferases وهي تشمل جميع الأنزيمات الناقلة لمجاميع كيمياوية إثناء التفاعل مثل نقل المجاميع الامينية والكاربوكسيلية أو مجاميع مثيلية .....الخ ،مثل transaminase .

3 -الأنزيمات المميئة Hydrolases وهي تشمل جميع الأنزيمات التي تعمل على تفاعلات التحلل المائي مثل الأنزيمات الهاضمة كالاميليز Protease, Amylase و peptidase

4 -الأنزيمات الفاصلة بدون تميؤ Lyases: وهي الأنزيمات التي تشترك في تفاعلات حذف مجاميع كيمياوية بدون تميؤ حيث تزيح مجموعة من مادة أساس لتكوين آصرة ثنائية أو قد تضيف مجموعة إلى الآصرة الثنائية للمادة الأساس لتكوين آصرة منفردة وتعمل هذه الأنزيمات على الأواصر C-O,C-S,C-N,C-C مثل أنزيم Pyruvate decarboxylase .

5 -الأنزيمات المناظرة Isomerases: تشتمل على جميع الأنزيمات التي تعمل على تغير احد متناضرات مركب إلى مركب مناظر له مثل أنزيمات Cis-trans isomerases وأنزيمات Epimerases .

6 -الأنزيمات المكونة (المخلقة) Ligases: وهي الأنزيمات التي تحفز عملية ربط جزيئتين كل منهما بالأخر وتقترن هذه العملية بانشطار آصرة بايروفوسفات لجزيئة الـATP من الامثلة على هذا النوع هو RNA ligase .

العوامل التي تؤثر على فعالية (سرعة) الأنزيم

هناك أربعة عوامل رئيسية تؤثر على فعالية الأنزيم وهي :

1 -درجة الحرارة Temperature.

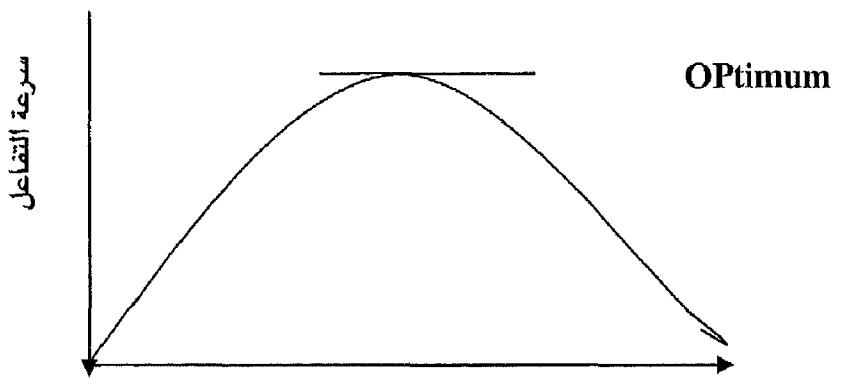
2 -درجة الأس الهيدروجيني PH.

3 -تركيز المادة الأساس substrate concentration.

4 -تركيز الأنزيم enzyme concentration.

1.ارتفاع درجة الحرارة : -

إن ارتفاع درجة الحرارة يزيد من فعالية الأنزيم بشرط أن لا يزيد هذا الارتفاع إلى الحد الذي يؤدي إلى مسخ الأنزيم (دنترة الأنزيم) حيث أن ارتفاع درجة الحرارة يعمل على زيادة الطاقة الحركية لجزيئة الأنزيم وبالتالي إلى زيادة الاحتكاك بين الأنزيم والمادة الأساس وان زيادة درجة الحرارة عن 50 مئوية بصورة عامة تؤدي إلى فقدان الأنزيم لخواصه الطبيعية وبالتالي يترسب فاقدا فعاليته البايولوجية .



تاثير درجة الحرارة على فعالية الأنزيم

تأثير تركيز المادة الأساس

عند زيادة تركيز المادة الأساس فان سرعة التفاعل الأنزيمي تزداد إلى الحد الذي لا يحدث بعده أي زيادة في هذه السرعة بحيث تبقى سرعة التفاعل ثابته مهما زاد تركيز المادة الأساس وعند هذه النقطة يطلق على سرعة التفاعل بالسرعة القصوى (Maximum Velocity) (Vmax) حيث تكون جزيئة الأنزيم مشبعة بالمادة الأساس بحيث تنخفض سرعة التفاعل الأنزيمي بعد هذه النقطة

عند زيادة تركيز المادة الأساس وقد افترض ميكليس – مينتين معادلة بذلك كما هو موضح أدناه:

حيث أن السرعة الابتدائية $=V_0$

السرعة القصوى=Vmax

تركيز المادة الأساس=S

ثابت ميكليس – مينتين= Km وهو قيمة تركيز المادة الأساس عند نصف السرعة القصوى

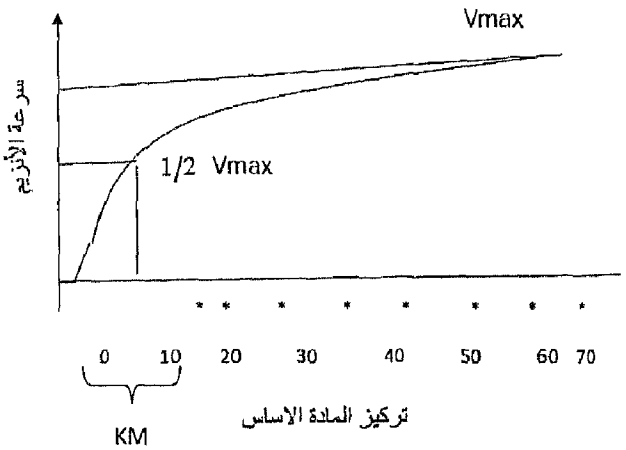
$$V_O = \frac{1}{2} V_{MAX}$$

$$V_0 = \frac{Vmax \times S}{k_m + S}$$

اذا كانت $K_m = s$ فان:

$$V_0 = \frac{Vmax \times S}{S+S}$$

$$V_0 = \frac{Vmax \times S}{2S}$$



2. تركيز الأنزيم : -

عند زيادة تركيز جزيئات الأنزيم مع ثبات تركيز المادة الأساس فان ذلك يؤدي في البداية إلى زيادة سرعة التفاعل الأنزيمي إلى أن يصل إلى سرعته القصوى كما ذكرنا سابقا وبعد الوصول إلى هذه النقطة سوف تنخفض سرعة التفاعل .

3. تأثير درجة الأس الهيدروجيني PH

بما أن الأنزيمات هي عبارة عن مواد بروتينية فان أي تغير في الـ PH سوف يؤثر تأثيرا كبيرا على الصفات الأيونية للمجاميع الامينية

والكاربوكسيلية الموجودة في جزيئة البروتين وبالتالي سوف تؤثر على الموقع الفعالة للأنزيم وكذلك على هيئته وشكله إضافة إلى القيم العالية أو الواطئة نوعا ما من الـ PH سوف تؤدي إلى تغير الحالة الطبيعية للبروتين Denaturation ومن ثم إلى الإقلال من فعالية الأنزيم وان لكل أنزيم PH مثالي optimum يعمل فيه ذلك الأنزيم بطاقته القصوى كما موضح في الأمثلة التالية : -

اسم الأنزيم	PH
Pepsin	1.5
Trypsin	7.7
Arginase	9.7

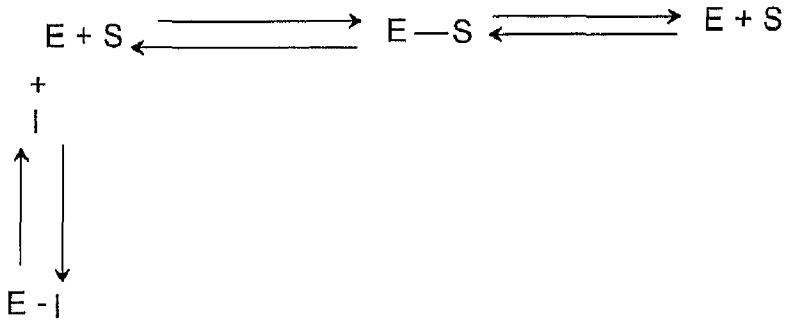
التثبيط الأنزيمي Enzyme inhibition

هي العملية التي يتم فيها أعاقة عمل الأنزيم نتيجة لمؤثرات خارجية فيزياوية اوكيمياوية وهناك نوعان رئيسيان من أنواع التثبيط وهما : -

1. التثبيط التنافسي competitive inhibition

يحصل هذا النوع من التثبيط نتيجة لتنافس كل من المادة الأساس substrate والمادة المثبطة inhibitor على الارتباط بالمواقع الفعالة active sites وبالامكان التغلب على هذا النوع من التثبيط بزيادة تركيز المادة الأساس في محيط التفاعل وتعتمد درجة التثبيط في هذا النوع على تركيز كل من المادة المثبطة والمادة الأساس وعلى الألفة النسبية relative affinity.

في التثبيط التنافسي يتحد الأنزيم E مع المثبط I بصورة عكسية لينتج عنه مركب معقد والذي يتنافس مع المركب المعقد E-S بحيث تتغير قيمة KM ولكن لا تتغير السرعة القصوى .



2. التثبيط اللاتنافسي un competitive inhibition

لايمكن التغلب على هذا النوع من التثبيط بزيادة تركيز المادة الأساس إذ يرتبط المثبط بصورة غير عكسية بموقع ما على سطح الأنزيم وليس بالموقع الفعال لذا لايمكن التغلب على المادة المثبطة بزيادة تركيز المادة الأساس ويعتمد التثبيط اللاتنافسي على تركيز المادة المثبطة والألفة الموجودة بين المادة المثبطة والأنزيم وتبقى قيمة km ثابتة ولا تتغير في هذا النوع من التثبيط بينما لا تصل سرعة التفاعل إلى السرعة القصوى .

جامعة المثنى
كلية التربية الأساسية
قسم العلوم

المادة: الكيمياء الحياتية
الفصل الدراسي: الثاني
المرحلة: الثانية / أحياء
نوع الدراسة: صباحي
تدريسي المادة: أ.م.د حسنين جمهور جاسم

الواجب اليومي والاسبوعي للمحاضرة السابعة

اولا: الواجب اليومي (بعد المحاضرة مباشرة)

ما هي الانزيمات ؟ وما هي العوامل المؤثرة عليها؟ وضحها.

ثانيا: الواجب الاسبوعي

ما هو التثبيط الانزيمي وما هي انواعه؟

ما هي وظائف الانزيمات في جسم الانسان؟

الهورمونات

الخواص العامة:

1- الهورمون يعرّف بأنه مرسل كيميائي (بمعنى هناك رسالة يجب تنفيذها) ينشأ من خلايا حية (الغدد الصماء وغيرها) وينتقل مسافة الى النسيج الهادف عبر المجرى الدموي (إذ أن الدم يلامس كافة أجزاء الجسم وبالتالي فالهورمونات تصل الى غايتها) إذ يتحكم بفعاليات حيوية خاصة استناداً الى نوعية الهورمون المفرز.

2- هناك هورمونات ذات تأثير سريع جداً (مثل هورمونات الكاتيكول أمين) وهورمونات تعمل ببطؤ وتلعب دوراً في عمليات طويلة الأمد مثل الهورمونات الجنسية التي تظهر صفات نمو الشعر في وجه الرجال او نمو الثديين لدى النساء.

3- إن بعض الخلايا تفرز هورمونات تعمل موضعياً أي على الخلايا المجاورة دون الدخول الى المجرى الدموي ويطلق عليها بالهورمونات الموضعية Paracine مثل الهورمونات التي تفرز في القناة الهضمية (كالسكرتين Secretin الذي يفرز بوساطة الأغشية المخاطية المبطنة للأثني عشر) وكذلك هورمونات البروستوكلاندينات Prostaglandins.

4- تتميز الهورمونات بقصر عمر النصف الفسيولوجي، ولذلك يجب الاستمرار في صنعها وإفرازها طالما احتاج الجسم الى فعاليتها لتمارس تأثيرها بسرعة ثم تنتهي فعاليتها بسرعة أيضاً. فمثلاً هورمون النورأدرينالين Noradrenalin له عمر نصف يقدر بثلاثين ثانية أما الهورمونات الستيرويدية فيبلغ عدة ساعات.

5- لكي يؤدي الهورمون فعاليته في النسيج الهادف، يتحد الهورمون مع المستقبل الموجود في النسيج الهادف إذ لكل هورمون هناك مستقبل خاص به وبأعداد محددة **والمستقبلات الهورمونية استناداً الى موقعها في الخلية فأنها تكون من نوعين:**

أ- مستقبلات تقع على السطح الخارجي لغشاء الخلية .

ب- مستقبلات تقع في داخل الخلية (السايتوبلازم، النواة، المايتوكوندريا).

6- **وظائف الهورمونات:** تعمل الهورمونات على تنبيه أو تحفيز الخلية للقيام بأحد الأفعال الحيوية الآتية:

أ- تنظيم عملية بناء او تقويض الإنزيمات.

ب- التأثير على سرعة فعالية الإنزيمات المختلفة.

جـ- تنظيم مرور المواد المختلفة من خلال تغير قابلية النفاذية للأغشية، إذ أن الهورمون قد يعمل على تنشيط احد الجينات (مثل الهورمونات الستيرويدية التي لها القدرة على الدخول الى النواة للارتباط مع الـ DNA وينشط احد الجينات لبناء إنزيمات معينة)، او قد يعمل الهورمون على تنشيط احد الإنزيمات (مثل هورمونات الأدرينالين الذي ينشط إنزيمات معينة داخل الخلية).

7- **تصنيف الهورمونات:**

يمكن تصنيف الهورمونات استناداً الى طبيعتها الكيميائية الى خمسة أصناف:

أ- **هورمونات مشتقة من الأحماض الأمينية:** مثل التايروسين الذي يشتق منه هورمونات الكاتيـاكول أمين والتربتوفان الذي يشتق منه هورمون الميلاتونين.

ب- هورمونات مشتقة من الدهون: مثل الهورمونات الستيرويدية (كالهورمونات الذكرية والأنثوية) التي تشتق من الستيرويدات أو التي تشتق من الحامض الدهني الأراكيدونيك لتكوين هورمونات البروستكلانديات Prostaglandins والتي تعدّ من الهورمونات الموضعية التي تصنع وتعمل في نفس الخلية أو المجاورة لها.

جـ- هورمونات ببتيدية بسيطة: التي تتألف من عدة وحدات للأحماض الأمينية مثل هورمون الأوكسيتوسين، الذي يتألف من 9 أحماض أمينية وهورمون الكلوكاكون الذي يتألف من 29 حامضاً أمينياً.

د- هورمونات بروتينية: التي تحتوي على أعداد كبيرة من الأحماض الأمينية مثل هورمون النمو الذي يتألف من 191 حامضاً أمينياً.

هـ- هورمونات بروتينية سكرية: وهي عبارة عن هورمونات مركبة (مقترنة) تحتوي في تركيبها البروتيني مواد كاربوهيدراتية مثل هورمونات النخامية الأمامية.

8- تخزن الهورمونات في غددها الصماء لفترات مختلفة فعلى سبيل المثال هورمونات الكاتيكول أمين تخزن لبضعة أيام والهورمونات الستيرويدية لبضع ساعات.

9- **مصير الهورمونات بعد أداء فعاليتها يكون بعدة اتجاهات:**

أ- قد تتحول الى مركبات غير فعالة ومن ثم تطرح خارج الجسم.

ب- قد تطرح خارج الجسم على شكلها الحر الفعال.

جـ- قد تتحول الى مركبات ذائبة.

د- قد تسترد قسماً منها فعاليتها مثل الهورمونات الستيرويدية.

10- هناك هورمونات صناعية تنتج بالاعتماد على هورمونات طبيعية ينتجها النبات بشكل طبيعي وبتراكيز منخفضة في نموه، وتستخلص من اجل استخدامها في زيادة نمو الساق في الطول وزيادة لدونة ومرونة خلايا النبات مما يؤدي الى استطالتها فضلاً عن زيادة في تكوين العقد وزيادة نمو الجذور والتكبير في النضج ومن هذه الهورمونات النباتية هورمونات الأوكسينات والجبريلينات

غدة البنكرياس Pancreatic gland

تحتوي غدة البنكرياس على خلايا جزر لانكرهانس Islets of Langerhans والتي تعمل كغدة صماء وتتكون من أربعة أنواع من الخلايا هي: خلايا ألفا وبيتا وكاما ودلتا (**الشكل 17-12**) وللبنكرياس أربعة أنواع من الهورمونات وهي:

أ- هورمون الكلوكاكون Glucagon hormone.

ب- هورمون الأنسولين Insulin hormone.

جـ- هورمون سوماتوستاتن Somatostatin hormone.

د- متعدد ببتيد البنكرياس Pancreatic polypeptide.

أ- هورمون الكلوكاكون

تركيبه: عبارة عن سلسلة من متعدد الببتيد تحتوي على 29 حامضاً أمينياً (كما مبين تسلسل الأحماض الأمينية في أدناه) وذي وزن جزيئي 3485 دالتون ويفرز من خلايا ألفا في جزر لانكرهانس.

NH_2-His-Ser-Gln-Gly-Thr-Phe-Thr-Ser-Asp-Tyr-Ser-Lys-Tyr-Leu-Asp-Ser-Arg-Arg-Ala-Gln-Asp-Phe-Val-Gln-Trp-Leu- Met-Asn-Thr-COOH.

وظيفته:

1- يعمل على زيادة سكر الدم Hyperglycemia وذلك من خلال تنشيط إنزيم كلايكوجين فوسفوريليز Glycogen phosphorylase. إن هورمون الكلوكاكون مشابه في فعله لهورمون الأدرينالين ولكنه يختلف عنه إذ يعمل فقط على كلايكوجين الكبد بينما الأدرينالين يعمل على كلٍ من كلايكوجين الكبد والعضلات.

2- يزيد من إنتاج أجسام كيتون.

3- يزيد من تقويض البروتينات والأحماض الأمينية.

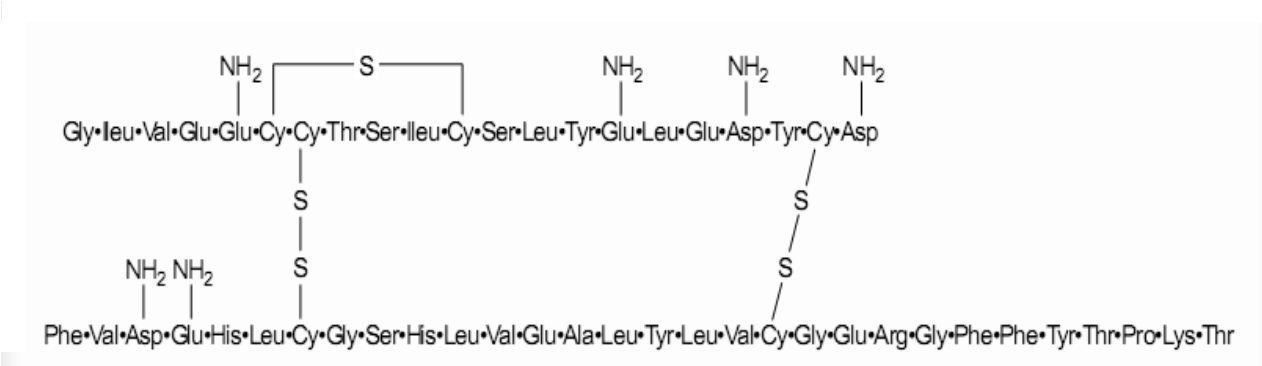
4- يزيد من تحلل الدهون المتعادلة.

5- يزيد من تقويض الكلايكوجين (كلايكوجينوليسيس) Glycogenolysis

ب- هورمون الأنسولين

تركيبه:

عبارة عن سلسلة متعدد الببتيد يتكون من 51 حامضاً أمينياً **(الشكل 18-12)** تفرز من خلايا بيتا في جزر لانكرهانس. يتكون الهورمون من سلسلتين ببتيديتين، سلسلة A تحتوي على 21 حامضاً أمينيـاً وسلـسلة B تحتوي على 30 حامضاً أمينياً مرتبطة مع بعضها بوساطة أواصر ثنائية الكبريت.



الشكل (18-12): هورمون الأنسولين.

العوامل التي تحفز من إفراز الأنسولين هي:

أ- زيادة الكلوكوز في الدم.

ب- زيادة الأحماض الأمينية وخاصة الليوسين والأرجنين.

جـ- زيادة الأحماض الدهنية.

د- إفراز هورمون النمو والكلوكورتيكويدات Glucocorticoids وذلك من خلال تأثيرهم على زيادة معدل السكر في الدم.

وظيفته: يعمل على تسهيل ارتباط الكلوكوز بمستقبلاته على جدار الخلية وبالتالي:

1- يحفز تقويض الكلوكوز في الأنسجة.

2- يحفز عملية بناء الكلايكوجين في الكبد والعضلات.

3- يحفز بناء الدهون من الكلوكوز.

4- يقلل من تحرر الأحماض الدهنية في الدم وكذلك الكوليستيرول وبيتا- لايبوبروتين β-Lipoprotein في الدم.

5- يقلل من عملية تكوين الكلوكوز من الدهون والبروتينات .

6- يساعد على بناء البروتين في الجسم.

نقصه: يؤدي الى حدوث داء السكر Diabetes mellitus ومن أعراضه زيـادة سـكر الـدم والـشعور بالعطش والجوع وظهور السكر في البول.

جامعة المثنى
كلية التربية الأساسية
قسم العلوم

المادة: الكيمياء الحياتية
الفصل الدراسي: الثاني
المرحلة: الثانية / أحياء
نوع الدراسة: صباحي
تدريسي المادة: أ.م.د حسنين جمهور جاسم

الواجب اليومي والاسبوعي للمحاضرة الثامنة

اولا: الواجب اليومي (بعد المحاضرة مباشرة)

تكلم عن اشهر هرموني يفرزهم البنكرياس.

ثانيا: الواجب الاسبوعي

ما هي الهرمونات ؟ وما هي صفاتها ووظائفها الفسيولوجية في جسم الانسان.

ما هي الغدد الصماء؟

النيوكليوتيدات والأحماض النووية

تعد النيوكليوتيدات الوحدات البنائية للأحماض النووية، لذلك قبل إعطاء فكرة عن تركيب الأحماض النووية من الضروري شرح الوحدات البنائية التي تتكون منها الأحماض النووية.

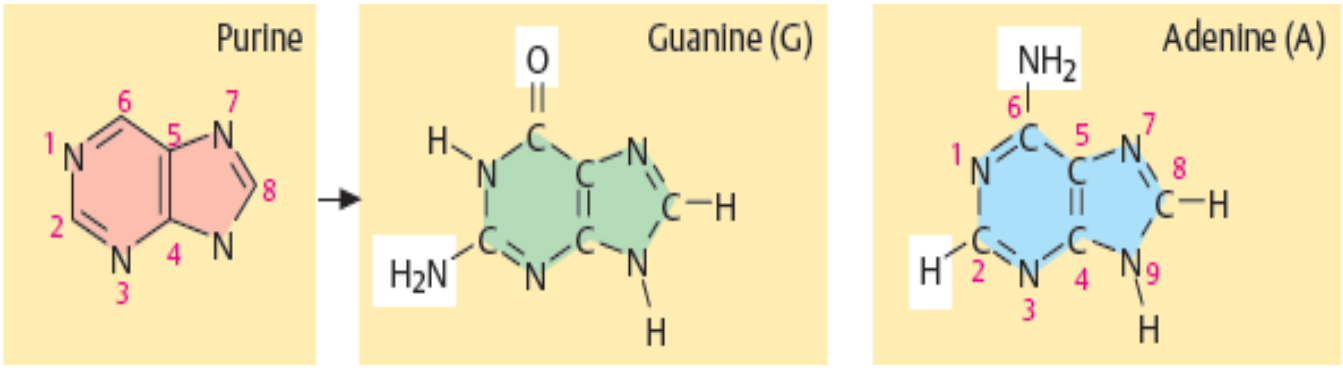
النيوكليوتيدات هي مركبات عضوية تحتوي على قواعد نيتروجينية وسكر خماسي وجزيئة واحدة او أكثر من حامض الفوسفوريك.

1- القواعد النيتروجينية Nitrogen bases

هناك **صنفان أساسيان** من القواعد النيتروجينية المكونة للنيوكليوتيدات وهما البريميدين Pyrimidine والبيورين Purine التي تعد من المركبات الحلقية غير المتجانسة وان القواعد النيتروجينية البيورينية مشتقة من قواعد البريميدين إذ تتكون من حلقة الإمدازول Imadazole ملتحمة مع حلقة البريميدين.

أ- قواعد البيورين Purine bases

توجد قاعدتان من قواعد البيورين الشائعة في الأحماض النووية وهما الأدنين(A) Adenine والكوانين Guanine (G) (تشير A و G إلى الإختصارات المستخدمة للقواعد النيتروجينية) **(الشكل 8-1)**.

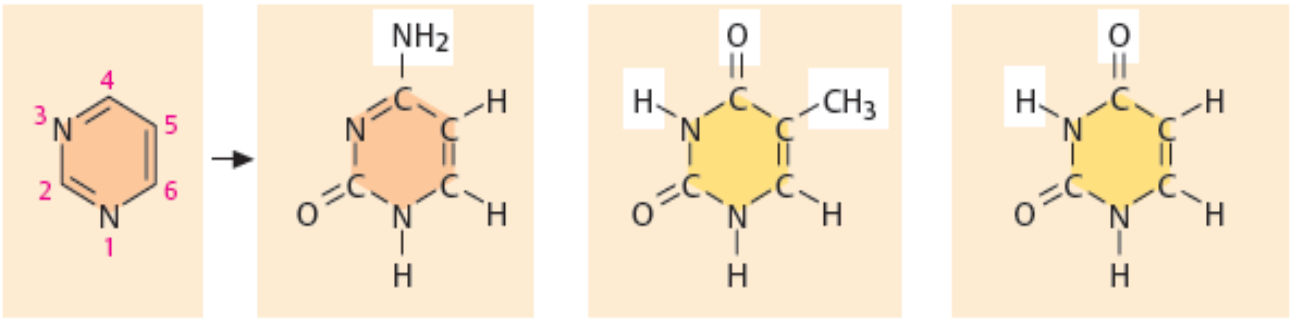


الشكل(1-8): قواعد البيورينات.

هناك قواعد نيتروجينية بيورينية تتكون نتيجة أيض الأدنين والكوانين والتي لا تدخل في تراكيب الأحماض النووية وهي الهايبوزانثين والزانثين وحامض اليوريك والتي سيتم التطرق لها في الجزء الثاني(أيض النيوكليوتيدات).

ب- قواعد البيريميدين Pyrmidine bases

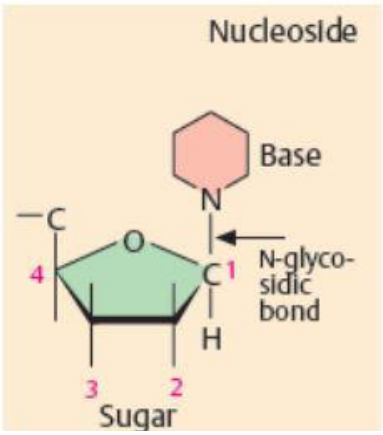
توجد ثلاث قواعد بريمدينية شائعة في الأحماض النووية، وهي يوراسيل (U) Uracil وثايمين Thymine (T) وسايتوسين Cytosine (C) **(الشكل2-8)** (وتشير C, T, U إلى الاختصارات المستخدمة لهذه القواعد).



الشكل(2-8): قواعد البيريميدينات.

النيوكليوسيدات Nucleosides

تتكون النيوكليوسيدات بصورة عامة من قاعدة بيورينية او بريمدينية مرتبطة مع السكر الخماسي (الرايبوز أو الديوكسي رايبوز) وذلك من خلال آصرة كلايكوسيدية Glycosidic linkage من نوع بيتا (β) (إذا كانت مجموعة الهيدروكسيل المتصلة بالكاربون للسكر إلى الأعلى) وهو ارتباط بين ذرة كاربون رقم واحد للسكر مع ذرة النيتروجين في الموقع رقم 9 للبيورين او مع ذرة النيتروجين في الموقع رقم واحد للبيريميدين **(الشكل 9-8) وهناك نوعان من النيوكليوسيدات هما:**



النيوكليوتيدات Nucleotides

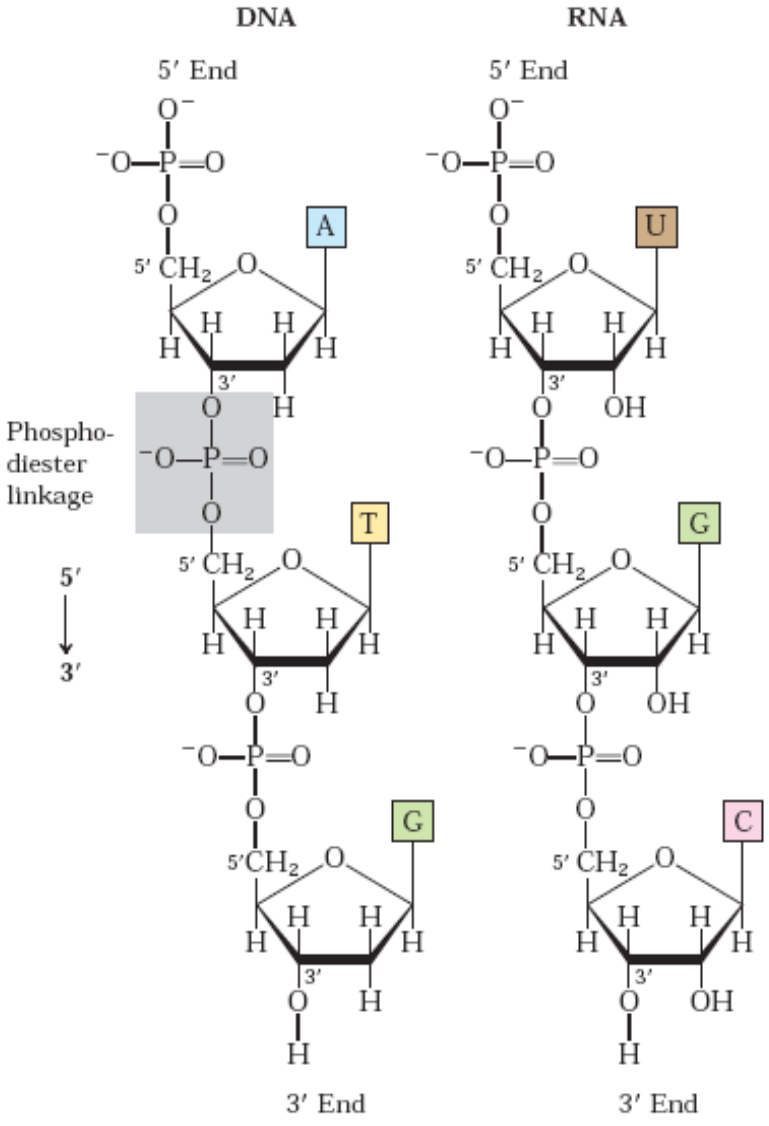
النيوكليوتيدات هي مركبات ناتجة من أسترة للنيوكليوسيدات بحامض الفوسفوريك مع إحدى مجاميع الهيدروكسيل الحرة للسكر الخماسي أي أن:

النيوكليوتيد = نيوكليوسيد (قاعدة نيتروجينية مع سكر خماسي) + حامض الفوسفوريك

الأحماض النووية Nucleic Acids

تتكون الأحماض النووية من سلاسل Chains طويلة من النيوكليوتيدات (أي متعددة النيوكليوتيدات Polynucleotides) ترتبط مع بعضها بوساطة أواصر ثنائي إستر الفوسفات Posphate diester linkage والتي تزيد عدد وحداتها عن عشرة وكذلك يمكن أن يطلق الأحماض النووية على السلسلة النيوكليوتيدية التي يتراوح عدد وحداتها بين 2-10 وتسمى أيضاً بالنيوكليوتيدات قليلة الوحدات Oligonucleotides. إذ أن القواعد النيتروجينية سواء كانت بيورياً أو بريميديناً مرتبطة بذرة الكاربون رقم واحد للسكر وان ارتباط أي نيوكليوتيد بالنيوكليوتيد الآخر يكون بين ذرة الكاربون 3′ لجزيئة السكر وذرة الكاربون رقم 5′ لجزيئة السكر التالية.

إن السلسلة الطويلة من النيوكليوتيدات والتي يكون فيها السكر الخماسي من نوع ديوكسي رايبوزي تسمى بالحامض النووي الديوكسي رايبوزي Deoxyribonucleic acid (DNA) أما إذا كان السكر الخماسي من نوع رايبوز فيسمى الحامض النووي الرايبوزي Ribonucleic acid (RNA) (**الشكل 20-8**).



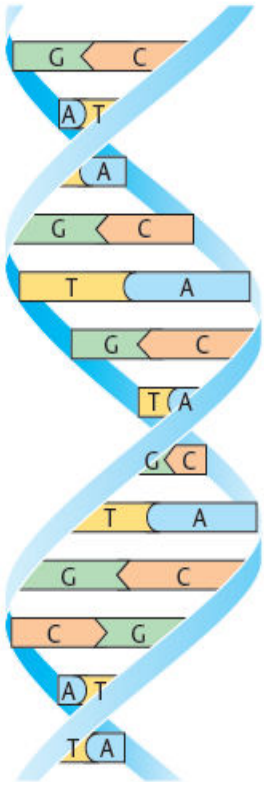
الشكل(20-8): الأحماض النووية.

الحامض النووي الديوكسي رايبوزي Deoxyribonucleic acid (DNA)

الخواص العامة:

1- تتألف جزيئة الـــ DNA من سلسلتين طويلتين من متعدد النيوكليوتيد ملفوفتين على بعضهما مكـــونتين الحلزون المزدوج Double Helix (**الشكل 22-8**) . وتشغل القواعد النيتروجينية المنطقة الداخلية مـــن الحلزون اما الفوسفات وسكر الديكوسي فيشغل المنطقة الخارجية (المحبة للماء) والذي اقترح مـــن قبـــل العالمين واتسون وكرك (Watson and Crick) عام 1953.

2- وجد العالم جاركاف Chargaff والعاملون معه إن مجموع نيوكليوتيدات البيورين(G + A) في الـــــ DNA مساوية لمجموع نيوكليوتيدات البيريميدين(T + C) أي أن كمية الأدنينA في السلسلة الأولـــى مساوية لكمية الثايمين في السلسلة الثانية وكذلك الحال بالنسبة لكمية الكوانين G تكون مـــساوية لكميـــة السايتوسين C، ونسبة A على T تساوي واحد، وكذلك نسبة G على C تساوي واحد وتسمى هذه الحالة بتكافؤ القواعد Base equivalences في الـــ DNA.

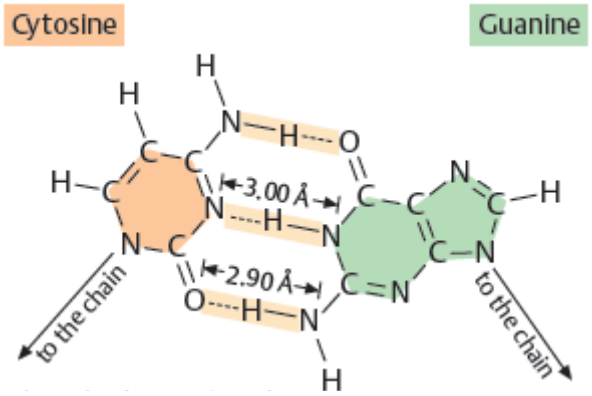


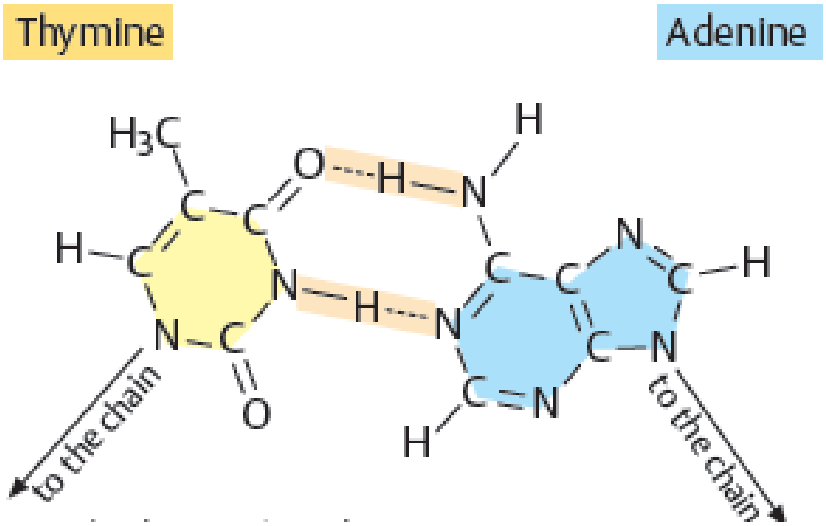
الشكل(22-8): الحلزون المزدوج.

3- **إن استقرار السلسلتين للحلزون المزدوج يعود الى:**

أ- التداخل الهيدروفوبي Hydrophobic interaction بين القواعد النيتروجينية للسلسلتين.

ب- الأواصر الهيدروجينية الثلاثة بين الكوانين والسايتوسين (G≡C) والاصـــرتين الهيدروجينيـــة بـــين الأدنين والثايمين (A=T) **(الشكل 23-8)**.





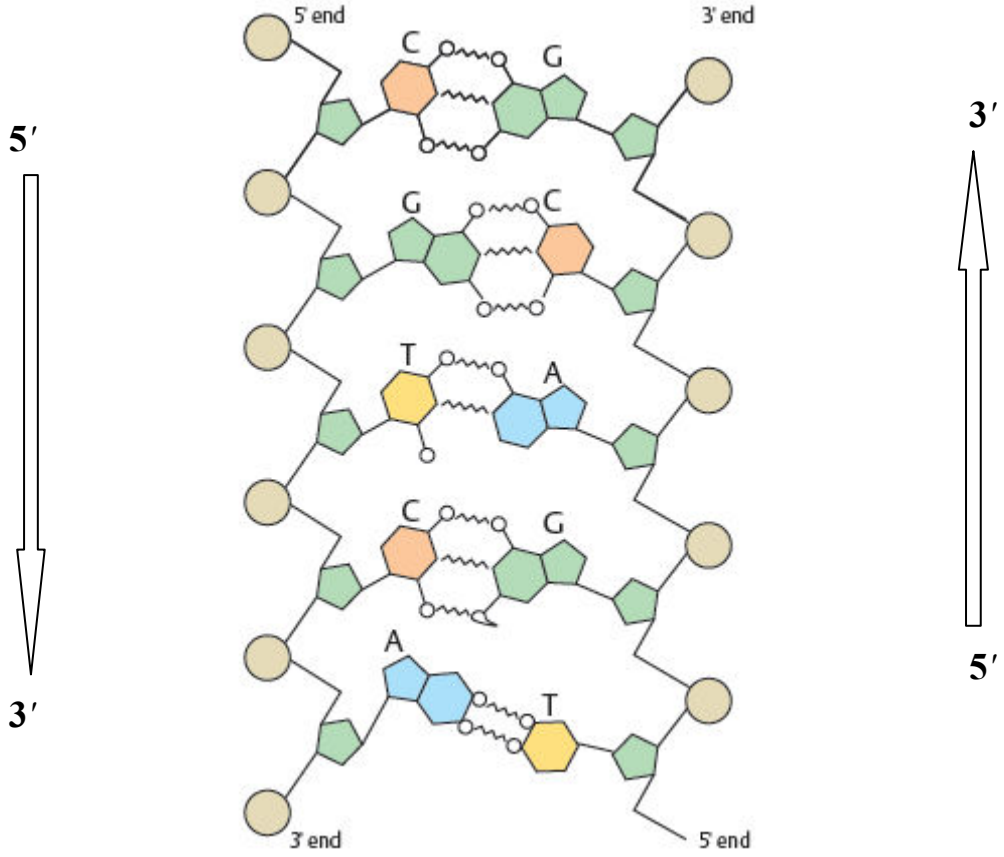
الشكل(23-8): الأواصر الهيدروجينية المتكونة بين القواعد النيتروجينية.

جـــ- الأواصر التساهمية في تركيب السلسلة الحلزونية الواحدة.

د- الأواصر الأيونية.

هـــ- تركيب السلسلتين الحلزونيتين يكون بشكل حلقتين (لقاعدة البيورين A او G) مع حلقة واحدة (لقاعدة البريميدين T او C) مشكّلةً بذلك تناسقاً حجمياً ساعد على زيادة الإستقرارية **(الشكل 24-8)**.

و- وجود البروتينات القاعدية (كالهستونات) ساعد على زيادة إســتقرار الـــ DNA بإلتفـــاف الـــسلاسل الحلزونية المزدوجة حول هذه البروتينات.



الشكل(24–8): اتجاه النهايتين للحلزون المزدوج في الـ DNA .

الحامض النووي الرايبوزي (RNA)

الخواص العامة:

1- يتركب RNA من سلسلة طويلة من متعدد النيوكليوتيدات ذات وزن جزيئي يتراوح مـــابين $25 \text{ X } 10^4$ إلى $1 \text{ X } 10^6$ دالتون والذي يتكون من سكر الرايبوز وأربع قواعد نيتروجينية هي الأدينـــين والكـــوانين واليوراسيل والسايتوسين.

2- الحامض النووي الرايبوزي يكون بشكل سلسلة منفردة ولو أن جزءاً منه يحتوي على التـــواءات مـــع نفسها مكونة حلزوناً مزدوجاً والذي تكون فيه القواعد النيتروجينية (U, C, G, A) غير متممة الواحـــدة مع الأخرى فان عدد قواعد الأدنين لا يساوي عدد قواعد اليوراسيل والكوانين لا يساوي السايتوسين C، وكذلك من الممكن أن الكوانين يرتبط مع اليوراسيل ولكن بكمية قليلة وذات إستقرارية أقل من الكـــوانين مع السايتوسين.

3- يوجد الحامض النووي الرايبوزي بصورة موزعة في الخلية فالجزء الأكبر في الـــسايتوبلازم و 10% تقريباً في النواة وجزءاً قليلاً في المايتوكوندريا.

4- **توجد ثلاثة أنواع من RNA** وهـــي الحـــامض النـــووي الرايبـــوزي المرســـل Messenger RNA (mRNA) والحامض النووي الرايبـــوزي الرايبـــوزومي Ribosomal RNA (rRNA) والحـــامض النووي الرايبوزي الناقل Transfer RNA (tRNA) وتشترك جميعاً بصورة فعالة في بناء البروتين.

جامعة المثنى
كلية التربية الأساسية
قسم العلوم

المادة: الكيمياء الحياتية
الفصل الدراسي: الثاني
المرحلة: الثانية / أحياء
نوع الدراسة: صباحي
تدريسي المادة: أ.م.د حسنين جمهور جاسم

الواجب اليومي والاسبوعي للمحاضرة التاسعة

اولا: الواجب اليومي (بعد المحاضرة مباشرة)

ما الفرق بين النيوكليوسيدات والنيوكليوتيدات؟

ثانيا: الواجب الاسبوعي

ما هي الاحماض النووية ؟ وما هي انواعها في جسم الانسان؟ وضح ذلك.

ما هي القواعد النبيرو جينية؟

قارن بين RNA / DNA