الكيمياء الحياتية

الكيمياء الحياتية: هي دراسة الجزيئات في الكائنات الحية لمعرفة الاسس التركيبية لكثير من المسارات في علوم الحياة

<u>الجزيئات الحياتية الاساسية التي تبنى الكائن الحي</u>

يعتقد بان الجزيئات الحياتية الاساسية التي تعد مواد مولدة شاركت في بناء الكائن الحي تتكون من ثلاثين جزيئة مولدة صغيرة فضلا عن الماء. وقد اختيرت كمواد مولدة (Precursors) لبناء الكائن الحي, حيث يمكن تصنيف تلك الجزيئات المولدة الى اربعة انظمة:

1-عشرون حامض اميني نوع L: وتعد هذه الاحماض الامينية كمواد اولية لبناء البروتينات, وان تراكيبها الكيميائية وخواصها سوف يتم تفصيلها في الامحاضرات القادمة.

2-خمسة قواعد اروماتية: وتكون هذه القواعد على نوعين, النوع الاول يسمى قواعد البيورين(Purine) ويشمل قاعدتين هما الادنين والكوانين, والنوع الثاني يسمى البرمدين (Pyrimidine) ويشمل ثلاثة قواعد الثايمين, السايتوسين و اليوراسيل. تشترك هذه القواعد في بناء النيوكليوتيدات التي تعد الوحدة البنائية للاحماض النووية DNA و RNA.

3-سكر الكلوكوز من النوع D: وهو الناتج الرئيسي من التركيب الضوئي للنبات وهو المركب الوسطي المركزي للايض. السكر الثاني هو **الرايبوز من النوع D**, والذي يعد مادة مولدة للسكرالفوسفاتي في النيوكليوتيدات.

4-حامض البالمتيك الدهني والكحول الثلاثي الكليسيرول والمادة الامينية الكولين (Choline): تعد هذه المركبات الثلاثة مواد اولية للدهون المفسفرة التي تدخل في الاغشية البايولوجية.

الكاربوهيدرات

ان جميع المواد العضوية الموجودة على الكرة الارضية مشتقة من عملية تثبيت ثاني اوكسيد الكاربون الموجود في المحيط وتحويله الى كاربوهيدرات $(CH_2O)_n$ من خلال عملية التركيب الضوئي كالنشأ والسيليلوز والسكروز. تسمى الكاربوهيدرات ب(هيدرات الكاربون) لان معضمها تكون فيها نسبة الهيدروجين الى الاوكسجين كنسبتها في الماء, ويرمز لها $C(H_2O)_x$.

تعرف الجزيئات الكاربوهيدراتية بانها عبارة عن الديهيدات او كيتونات متعددة الهيدروكسيل لها صيغة اولية $(CH_2O)_n$ حيث n تساوي 3 فأكثر

أهمية الكاربوهيدرات

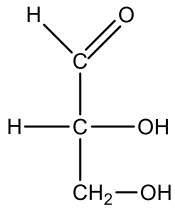
1-مصدر كبير للطاقة عند تقويض سكر الكلوكوز

2-انها تخزن الطاقة الكيميائية المشتقة من الكاربوهيدرات على شكل مركبات غنية بالطاقة مثل ادينوسين ثلاثي الفوسفات ATP و كوانوسين ثلاثي الفوسفات GTP وكلوكوز-1-فوسفات.

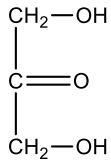
3-تدخل الكاربوهيدرات في عملية توليد مكونات الخلية مثل البروتينات والدهون والاحماض النووية والكاربوهيدرات الاخرى.

4-تدخل في التركيب البنائي لجدار الخلية

*نلاحظ من التعريف السابق للكاربوهيدرات عندما تكون n=3 فان الكاربوهيدرات الحاوية على 3 ذرات كاربون هي (Glyceraldehyde) و (Di hydroxy acetone).



D-Glyceraldehyde



Di hydroxy acetone

ان هذين السكرين يعرفان باسم (Triose)

اما السكريات التي تحتوي على اربع ذرات كاربون تسمى (Tetrose)

السكريات التي تحتوي على خمس ذرات كاربون تسمى (Pentose)

السكريات التي تحتوي على ست ذرات كاربون تسمى (Hexose)

وعندما تكون مجموعة الكاربونيل في نهاية السلسلة يسمى السكر (Aldose)

وعندما تكون مجموعة الكاربونيل في وسط السلسلة يسمى السكر (Ketose)

تصنيف الكاربوهيدرات

هناك ثلاث اصناف من الكاربوهيدرات بناءً على عدد الوحدات البنائية التي يحتويها السكر

1-السكريات الاحادية (Mono saccharide)

هي ابسط انواع السكريات وتدعى احيانا السكريات البسيطة, وهي السكريات التي لا يمكن ان تتحلل الى اشكال مبسطة اخرى وتشمل هذه السكريات الثلاثية والرباعية والخماسية والسداسية والسباعية.

2-السكريات قليلة الوحدات (Oligo saccharide)

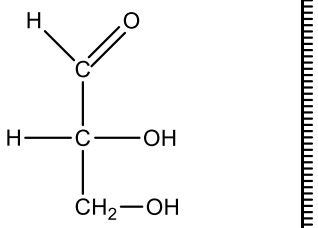
تتكون من سلاسل قصيرة تحتوي حوالي ما بين 2-10 من وحدات السكريات الاحادية مرتبطة بروابط تساهمية, ومن اكثر هذه السكريات توفرا هي السكريات الثنائية (Di saccharide) التي تتكون من وحدتين من وحدات السكريات الاحادية ومن الامثلة على هذا النوع السكروز واللاكتوز والمالتوز.

3- السكريات المتعددة (Poly saccharide)

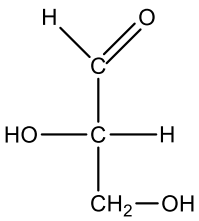
تتكون السكريات المتعددة من سلاسل طويلة محتوية على وحدات بنائية من السكريات الاحادية المتكررة لنوع واحد او اكثر ومثال على ذلك النشأ والسليليوز

التناظر في السكريات الاحادية

تحتوي السكريات الاحادية على عدا الاسيتون ثنائي الهيدروكسيل على كاربون او اكثر غير متناظر(Asymmetric), يسمى الكاربون الكيرالي (Chiral carbon), وابسط السكريات الاحادية الالدوزية هو الكليسيرالديهايد الذي يحتوي على كاربون واحد غير متناظر وعليه فان هذا المركب يوجد بشكلين ايزومريين مجسمين هما D و L وكما موضح في الشكل



D-Glyceraldehyde



L-Glyceraldehyde

ان كلا المركبين اعلاه صورة مراتية للاخر

يمكن استخراج عدد الايزومرات من علاقة فانت هوف

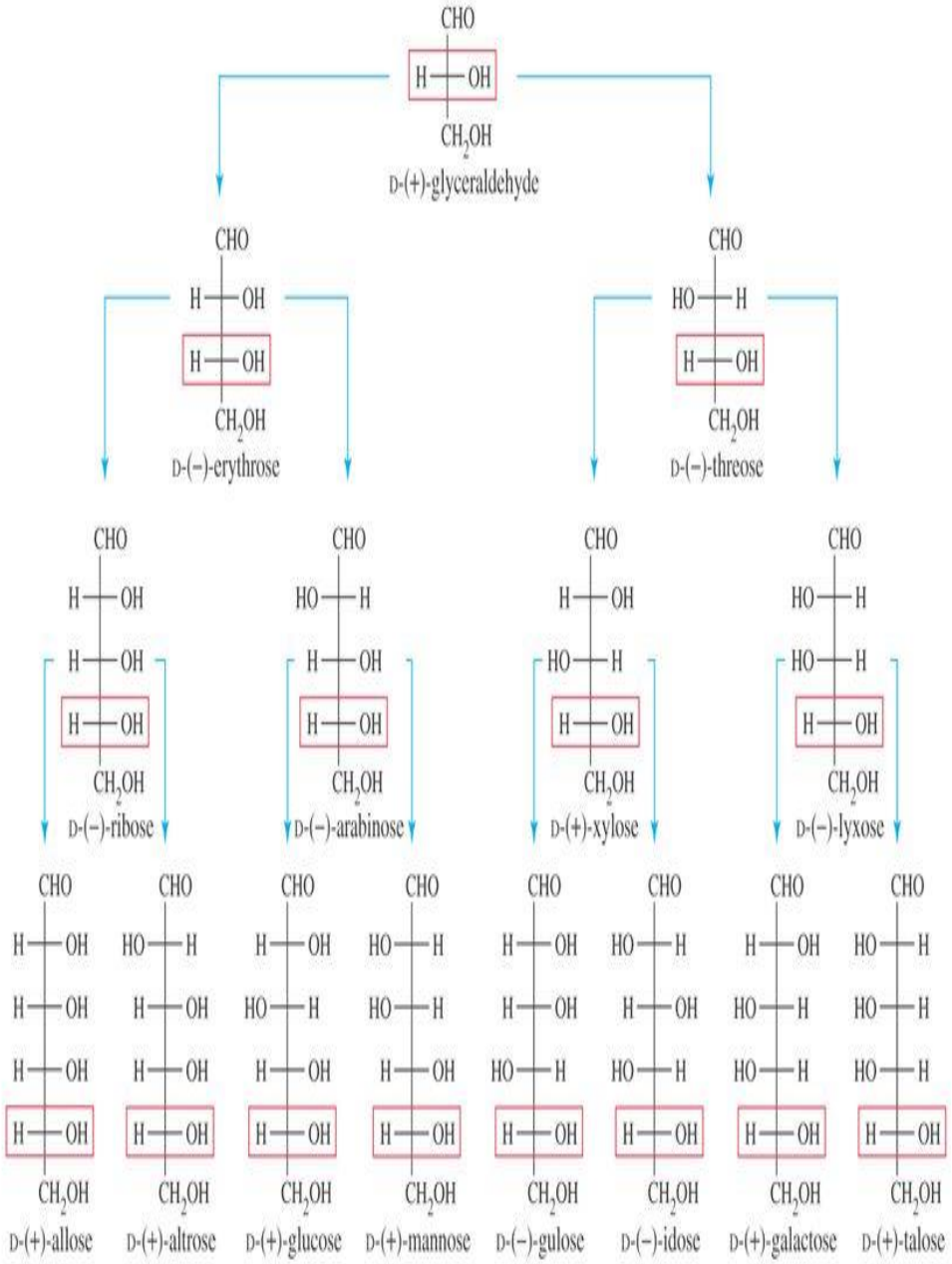
$$I = 2^{n}$$

حيث n تساوي عدد ذرات الكاربون الغير متناظرة

*السكريات من النوع D هي اكثر وجودا واهمية من النوع L

وفيما يلي مخطط يوضح اشتقاق السكريات الاحادية الالديهايدية

The D Aldose Family



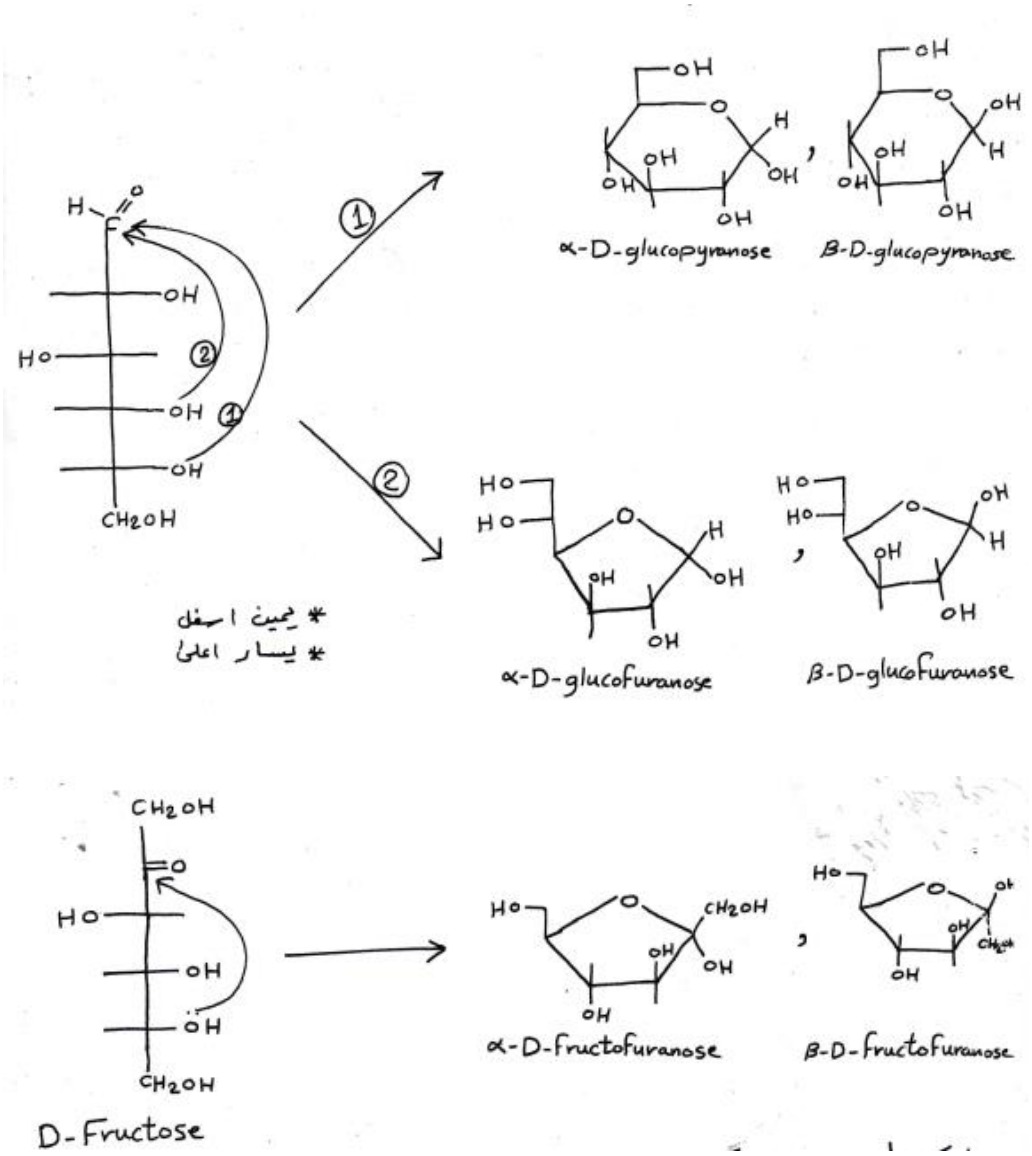
Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

6

الفعالية البصرية للسكريات الاحادية

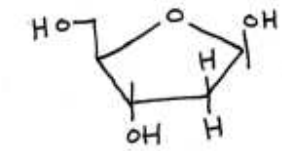
اذا احتوى المركب على ذرة كاربون او اكثر غير متناظرة يكون فعال بصريا كما في السكريات الاحاديةوالاحماض الامينية, وعليه فعندما تمر حزمة لضوء مستقطب من جهاز قياس الاستقطاب(Polarimeter) على محلول لمركب فعال بصريا فان اشعاع الضوء المستقطب اما يدور يمينا فيكون المركب ايمن الدوران(Dextrorotatory) او يدور يسارا فيكون المركب ايسر الدوران (Levorotatory) ويعطى المركب ايمن الدوران الرمز d او (+) وللايسر الدوران الرمز l او (-).

التركيب الحلقي للالدوزات والكيتوزات



السكريات منقوصة الاوكسجين

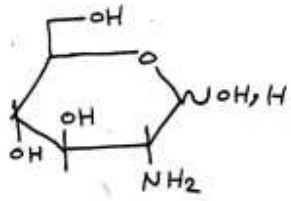
هي تلك السكريات التي تكون مجموعة الهيدروكسيل في الحلقة معوضة بذرة هيدروجين, ومن اكثر انواع هذه السكريات انتشارا في الطبيعة هو سكر (2-Deoxyribose) الذي يدخل في تركيب ال DNA.



(2-Deoxyribose)

السكريات الامينية

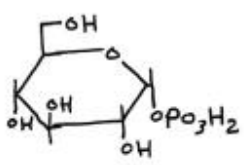
هي السكريات التي تحتوي على مجموعة الامين التي تحل محل مجموعة الهيدروكسيل , ومن الامثلة على ذلك الكلوكوز امين, وهو من المكونات الرئيسية للكايتين(Chitin) وهو سكر متعدد يدخل في تركيب الهيكل الخارجي للقشرات وكذلك السكر الامينو الكالكتوز امين وهو من المكونات الرئيسية للسكريات المتعددة الموجودة في الغضروف, ويوجد ايضا هذا النوع من السكريات في بعض المضادات الحيوية مثل الاريثرومايسين والكاربومايسين.



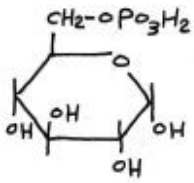
D-glucosamine

أسترات حامض الفوسفوريك

هناك عدد من استرات حامض الفوسفوريك للسكريات الاحادية وهي نواتج وسطية مهمة اثناء التفاعلات الايضية للكاربوهيدرات.



D-glucose-1-phosphoric acid



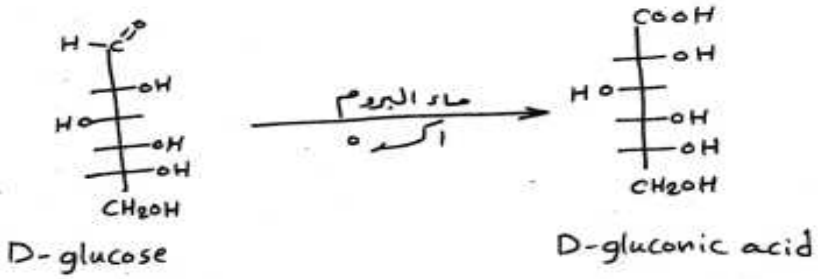
D-glucose-6-phosphoric acid

الاحماض السكرية

هناك عدد من الاحماض السكرية, اشهرها ثلاثة احماض ذات اهمية بايولوجية هي

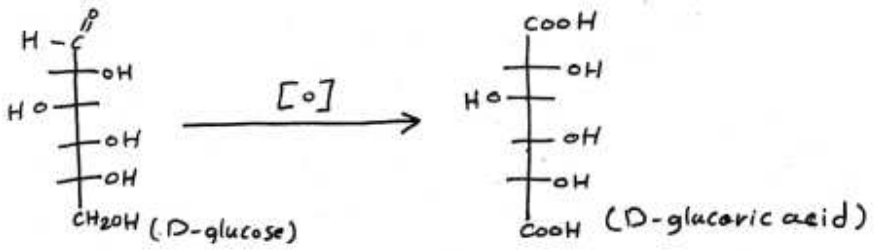
1-حامض الكلوكونك(Gluconic acid)

وهو الحامض الناتج من اكسدة ذرة الكاربون الالديهايدية الى مجموعة الكاربوكسيل(COOH) وهو ناتج وسطي اثناء التفاعلات الحيوية لسكر الكلوكوز في بعض الكائنات



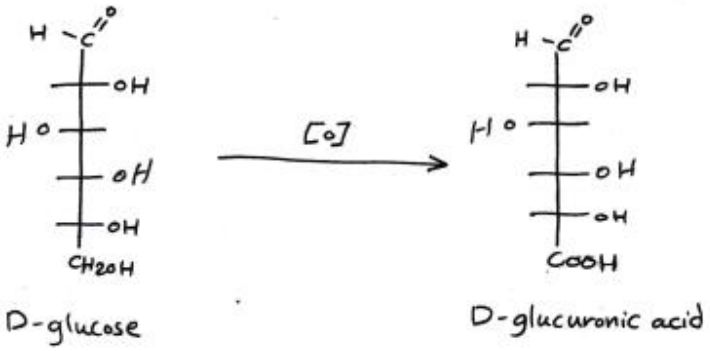
2-حامض الكلوكاريك (Glucaric acid)

وهو الحامض الناتج من اكسدة المجموعة الالديهايدية مع هيدروكسيل المجموعة الاخيرة في السلسلة



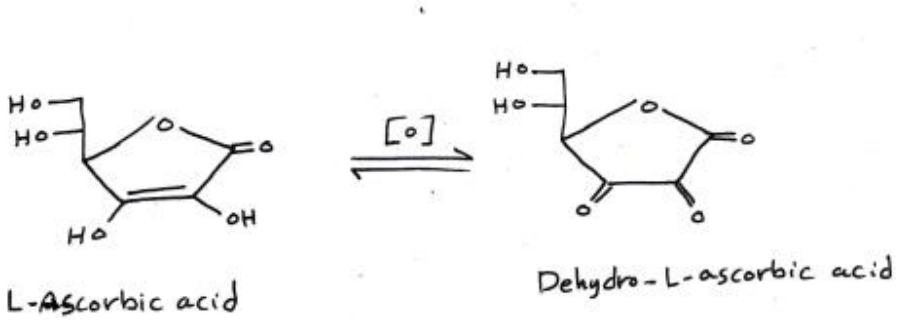
3-حامض الكلوكيورونك (Glucuronic acid)

وهو الحامض الناتج من اكسدة مجموعة الهيدروكسيل الاخيرة في السلسلة



4-حامض الاسكوربيك (L-Ascorbic acid)

ويدعى فيتامين C وهو مركب غير ثابت ويعاني من اكسدة ليتحول الى الديهيدرو حامض الاسكوربيك, ويوجد في الحمضيات بكميات كبيرة ويسبب نقصة مرض الاسقربوط.



L-Ascorbic acid Dehydro-L-ascorbic acid

الدهون (Lipids)

الدهون: هي مجموعة من الجزيئات الحياتية الكبيرة التي لا تذوب في الماء ولكنها تذوب في المذيبات العضوية كالاسيتون والكحول وغيرها وغيرها وتستخدم هذه المذيبات لاستخلاص الدهون من الانسجة المختلفة.

وظائف الدهون

فوائد الدهون للجسم كثيرة، هذا ما قد يستغربه الكثير منّا، الذين يعتقدون أنها خطر في كل أشكالها، لكننا في نفس الوقت نستلذ طعمها وتكثر في موائدنا من دون أن نشعر, فعندما نتكلم عن الدهون يجب أن نفرق بين عدة أمور:

هناك دهون نتناولها موجودة في الطعام.

وهناك دهون يخزنها الجسم.

وهناك دهون يصنعها الجسم.

وكل له دوره. لذلك يمكن تلخيص بعض فوائد الدهون.

1-تعد الدهون مصدر كبير للطاقة في الحيوانات وكذلك في البذور الحاوية على نسبة عالية من الدهن. فعند اكسدة غرام واحد من الدهن. فعند اكسدة غرام واحد من الدهن تتولد طاقة مقدارها 9 كيلوسعرة في حين تتحرر طاقة مقدارها 4 كيلوسعرة في الكاربوهيدرات و 5.5 كيلوسعرة في البروتينات.

2-تعد الدهون المسمات البروتينات الدهنية عناصر تركيبية لاغشية الخلية كالنواة والمايتوكوندريا.

3-تخزن في الانسجة الدهنية كخزين الطاقة عند الحاجة بصورة مركزة لا يشترك معها الماء, قياسا بالكاربوهيدرات(الكلايكوجين) الحاوي على كمية عالية من الماء عند خزنها بحيث يجعلها اقل تركيز.

4-تعد المواد الدهنية واقية على سطح كثير من الكائنات الحية.

5-تعد الدهون منشطات لبعض الانزيمات لكي تبدي نشاطها التام.

6-يعد الحامض الدهني اركدونك مولد خصوصي للبروستوكلاندينات حيث يتحول حامض الاركدونك بواسطة انزيم (Cyclooxygenase) الى مركبين من مركبات البروستوكلاندينات هما (Prostacyclin A2)و(Thromboxane A2), يتكون الاول في جدران الاوعية الدموية يقوم بوضيفة توسيع الاوعية الدموية (Vasodialator), اما المركب الثاني فيتكون في الاقراص الدموية ويقوم بوضيفة تقلص الاوعية الدموية (Vasoconstrictor).

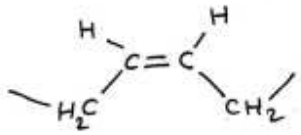
الاحماض الدهنية

هي عبارة عن احماض كاربوكسيلية ذات سلسلة هيدروكاربونية مستقيمة مشبعة او غير مشبعة, حيث تحتوي في جزيئات الاحماض الدهنية في الطبيعة على عدد زوجي من ذرات الكاربون.أما ترقيم الأحماض الدهنية فيبدأ عادة من ناحية المجموعة الكربوكسيلية(...COOH) , حيث تعتبر هذه المجموعة هي ذرة الكربون رقم 1 وذرة الكربون الملاصقة لمجموعة الكربوكسيل تكون رقم 2 وتعرف أيضا بذرة الكربون رقم ألفا (α) أما ذرة الكربون رقم 3 فتسمى بيتا(β) أما ذرة الكربون الطرفية (مجموعة الميثيل(CH3 –) تعرف بالأوميجا.(ω)

أما بالنسبة للترميز الذي يكون شاملا لعدد ذرات الكربون وعدد الروابط الزوجية وموضعها فإننا نتبع الآتي : إذا كان الترتيب من ناحية مجموعة الكربوكسيل وهو الأوسع انتشارا فإننا نكتب حرف (C) ونكتب على يمينه عدد ذرات الكربون ثم نقطتين (:) وبعدها نضع عدد الروابط الزوجية وإذا أردنا معرفة موضعهم فإننا نضع فاصلة بعد العدد ونكتب رقم أول ذرة كربون مكونة للرابطة الزوجية أو يكتب هذا الرقم فوق العدد فمثلا: حمض الأوليك يكتب هكذا C18:1-9 أما إذا كان الترقيم من ناحية مجموعة الميثيل (CH3...) فإننا نكتب حرف ω قبل حرف C ويوضع بجوار ω موضع الروابط الزوجية إن وجدت. ويبين الجدول التالي بعض الاحماض الهنية المهمة ووجودها.

اسم الحامض	الصيغة الكيميائية	موقع الاصرة المزدوجة	وجوده
١- حامض بيوتريك	C_3H_7COOH	مشبع	الزبده
٢- كابرويك	$C_5H_{11}COOH$	مشبع	الزبده
٣- كابريك	$C_9H_{15}COOH$	مشبع	زيت جوز الهند
٤- كابريلك	$C_9H_{19}COOH$	〃	زيت نوى التخيل
٥- لوريك	$C_{11}H_{23}COOH$	〃	زيت جوز الهند
٦- مايرستيك	$C_{13}H_{27}COOH$	〃	زيت البنزق
٧- بالمتيك	$C_{15}H_{31}COOH$	〃	الدهون النباتيه والحيوانيه
٨- ستيريك	$C_{17}H_{35}COOH$	〃	〃 〃 〃
٩- اراكيديك	$C_{19}H_{39}COOH$	〃	زيت الفول السوداني
١٠- بالميتوليك	$C_{15}H_{29}COOH$	٩ Δ	الزبده
١١- اوليك	$C_{17}H_{33}COOH$	٩ Δ	زيت الزيتون
١٣- لينولينيك	$C_{17}H_{31}COOH$	12،9 Δ	زيت بذر الكتان
١٤- لينولينيك	$C_{17}H_{29}COOH$	15،12،9 Δ	〃 〃 〃
١٥- اراكدونيك	$C_{19}H_{31}COOH$	14،11،8،5 Δ	اللسيثين

ويعد حامض البالمتيك والستياريك من اهم الاحماض لدهنية المشبعة وذلك لكونهما يدخلان في تركيب اغلب الدهون الحيوانية والنباتية. اما الاحماض الدهنية غير المشبعة فهي المكونات المميزة للزيوت, ويعد حامض الاوليك واللينوليك واللينولينيك والاركدونك من اهم هذه الاحماض, والتي تحتوي على اصرة مزدوجة واحدة او اكثر, حيث تعتبر هذه الاحماض من الاحماض الاساسية (لا يستطيع الجسم بنائها) التي يجب ان تتوفر في الغذاء, وتكون الاصرة المزدوجة لمعظم الاحماض الدهنية بالوضع (Cis).



يوجد أكثر من نوع من الدهون غير المشبعة حسب عدد الروابط المضاعفة؛ فهناك دهون غير مشبعة أحادية (دهن أحادي عدم الإشباع)، وهي الأفضل لصحة الجسم؛ وهناك دهون غير مشبعة متعددة (دهن متعدد عدم الإشباع). وهناك أيضاً الدهون المتحولة، وهذه الدهون باختصار هي الدهون المهلكة لجسم الإنسان، والتي يمكننا ان نسميها مجازًا بدهون اصطناعية، هذه الدهون تصنع من الزيوت النباتية بتحويلها إلى زبدة صلبة أو سمن نباتي، ويتم ذلك بهدرجة الزيوت النباتية (إضافة ذرات الهيدروجين إليها لتحويل الروابط غير المشبعة بين جزيئات الأحماض الدهنية إلى روابط مشبعة). يكون الهدف من هذه العملية هو اطالة مدة صلاحية هذه الزيوت بعد تحولها من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة وكذلك تحسين مذاقها ورائحتها.

عندما يتم تناول الزيوت الطبيعية تأيض اجسامنا نصف تلك الزيوت خلال 18 يوم، بينما إذا تم تناول دهون متحولة فإن الجسم يحتاج إلى 51 يوما لتأييضها. هذا يعني أن انزيماتنا وخلايانا ستبقى تعاني من وجود الدهون المتحولة بها لمدة 51 يوما. لا يمكنك التخلص من الدهون المحولة المخزنة في الجسم إلا عن طريق ممارسة الرياضة حتى التعرق لهذا يجب تجنب تناول الاطعمة التي تحتوى على الدهون المشبعة والمتحولة.

وهناك تصنيفات أخرى للأحماض الدهنية، مثل:

الأحماض الدهنية ذات عدد ذرات الكاربون الفردي والزوجي: من الأمثلة على الأحماض الدهنية ذات عدد الكربون الزوجي: حمض الألئويك وحمض الستياريك حيث يحتويان على 18 ذرة كربون. ومن الأمثلة على الأحماض الدهنية ذات العدد الفردي: حمض الهبتديكانويك حيث يحتوي على 17 ذرة كربون.

الأحماض الدهنية الأساسية والغير أساسية:الأحماض الدهنية الغير الأساسية هي التي ينتجها الجسم أما الأحماض الدهنية الأساسية هي التي نحصل عليها من الأغذية، مثل، أوميغا 6، وأوميغا 3.

ان للاحماض الدهنية اضافة الى دخولها في تركيب انواع الدهون وظائف من اهمها

1-تكوين غشاء الخلية: يعد تكوين أغشية الخلايا الحية أحد أهم وظائف الأحماض الدهنية، ويشمل تكوين أغشية العضيات الداخلية للخلايا أيضاً، ويتألف غلاف الخلية من طبقة ثنائية الدهون الفسفورية وتتركب هذه الطبقة كيميائياً من:

تتكون من سلسلتين من الأحماض الدهنية مرتبطة بالجلسرين ومجموعة فوسفات (قابلة للذوبان بالماء) مرتبطة بمركب مائي مثل (الكولين).

وبالتالي ، فإن كل جزيء فوسفوليبيد له ذيل كاره للماء يتضمن سلسلتين من الأحماض الدهنية ورأس محب للماء يتضمن مجموعة الفوسفات.

يعود الفضل لخاصية السيولة في أغشية الخلايا إلى تنوع الدهنيات التي يتألف منها الغشاء بما فيها سلاسل الأحماض الدهنية ودرجة إشباعها. فعندما تتغير السيولة تختل الوظائف التي تؤديها الخلية ولذلك لا بد من الحرص على تناول الأحماض الدهنية مثل أحماض أوميغا 3 الدهنية لأنها تزيد من مرونة أغشية الخلايا وبالتالي تحسين نقل الضوء والرؤية، وكذلك تحسين الدورة الدموية.

2-تعديل البروتينات: تتفاعل الأحماض الدهنية مع البروتينات وتساهم من خلال ذلك بالعديد من الوظائف حيث تساهم الأحماض الدهنية غير المشبعة المتعددة بتثبيت وطي البروتينات وتغييرها من شكل لآخر لإتمام الوظائف الحيوية, وتتفاعل الأحماض الدهنية مع مستقبلات في نواة الخلية وتعزز نسخ الجينات لإنتاج المادة الوراثية والتكاثر والنمو، وكذلك نسخ الجينات الخاصة بالتمثيل الغذائي.

الفرق بين الدهون والزيوت

تواجدها

الدهون :الدهون عبارة عن مواد دهنية في جسم الحيوان ، توجد تحت الجلد أو حول الأعضاء.

الزيوت :الزيوت هي سوائل لزجة تتواجد في ثمار أو بذور النباتات.

التشبع

الدهون :الدهون تتكون أساسا من الأحماض الدهنية المشبعة.

الزيوت :تتكون الزيوت بشكل رئيسي من الأحماض الدهنية غير المشبعة.

تأثير

الدهون :تزيد الدهون من خطر الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية.

الزيوت :الزيوت تقلل من خطر الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية.

الحالة الفيزيائية

الدهون :الدهون صلبة في درجة حرارة الغرفة.

الزيوت :الزيوت هي سوائل في درجة حرارة الغرفة.

المنشأ

الدهون :الدهون تنشأ أساسا من المصادر الحيوانية.

الزيوت :الزيوت تنبع أساسا من مصادر النبات.

التخزين

الدهون :يتم تخزين الدهون في الكبد وتحت جلد الحيوانات في الخلايا المتخصصة التي تخزن الدهون تسمى الخلايا الشحمية في الحيوانات

الزيوت :يتم تخزين الزيوت في بذور وفواكه النباتات(داخل حبيبات الدهون في النباتات).

تصنيف الدهون:

1-الدهون المتعادلة (Neutral lipids)

2-الدهون المفسفرة (Phospholipids)

3-الدهون الاسفنجية (Sphingolipids)

4- الشمعيات (waxes)

5-الدهون السكرية (Glycolipids)

6-الدهون البروتينية (Lipoprotein)

7-الستيرويدات (Steroids)

8-التربينات (Terpenes)

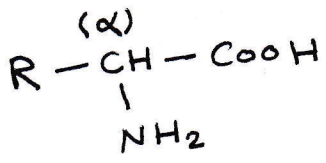
الاحماض الامينية والببتيدات

الاحماض الامينية :- هي اللبنة الاساسية لبناء جميع البروتينات ونلاحظ من اسمها انها تحتوي على مجموعة امين ومجموعة كاربوكسيل ، ان عدد الاحماض الامينية التي تبنى منها البروتينات هي عشرون حامض اميني وتكون من نوع α اي ان مجموعة الامين تقع على ذرة الكاربون α ، وان النوع الشائع في الاحماض الامينية هي (L) اعتماداً على موقع مجموعة الامين اذا كان الى اليمين او اليسار .

تتبنى الاحماض الامينية اما من التحلل الكامل للبروتين او تصنع بالطرق الكيميائية .

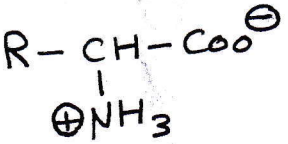
الخواص العامة للاحماض الامينية

١- ان جميع الاحماض الامينية الموجودة في البروتينات هي من نوع α اي ان مجموعة الامين والكاربوكسيل وذرة الهيدروجين والمجموعة الجانبية R جميعها مرتبطة بذرة الكاربون α



٢- ان ذرة الكاربون α في جميع الاحماض الامينية عدا الكلايسين غير متناظرة ، وتعد هذه الاحماض فعالة بصرياً فهي لذلك على نوعين L ، D . إن معظم الاحماض الامينية الموجودة في الانسان والحيوانات الراقية هي من النوع L عكس السكريات .

٣- تتأين كل من مجموعة (α-amino) ومجموعة (α-Carboxyl) في المحاليل المتعادلة (PH=7) فتكون الاحماض الامينية على هيئة ايونات ثنائية القطب يطلق عليها (Zwitterion)

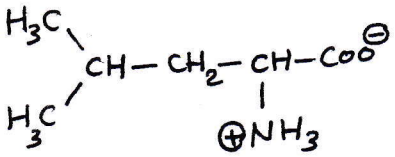


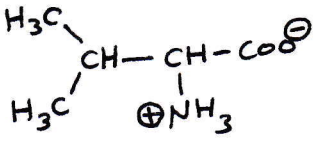
٤- اذا وضع الحامض الاميني في محيط حامضي قوي سوف يحمل شحنة موجبة اما اذا وضع في محيط قاعدي قوي فسوف يحمل شحنة سالبة .

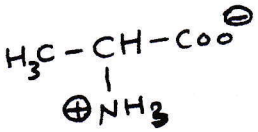
تصنيف الاحماض الامينية

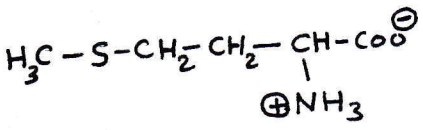
تصنف الاحماض الامينية الى اربعة اصناف رئيسية اعتماداً على مجموعة (R) المرتبطة بالحامض الاميني :-

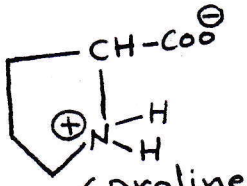
١- اللاقطبية (غير المحبة للماء)

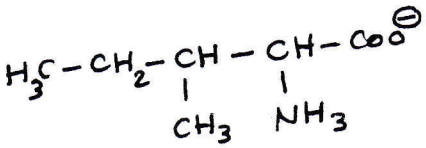

(Leucine)

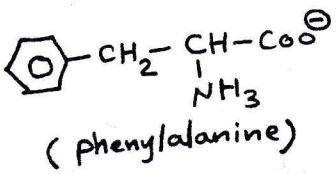

(Valine)

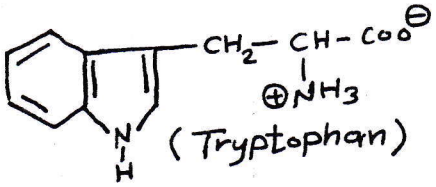

(Alanine)


(Methionine)

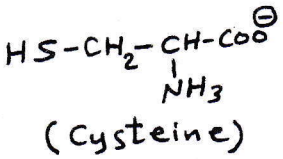

(proline)

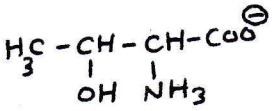

(ISoleucine)

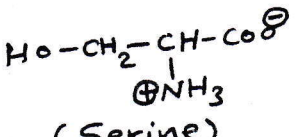

(phenylalanine)

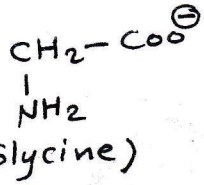

(Tryptophan)

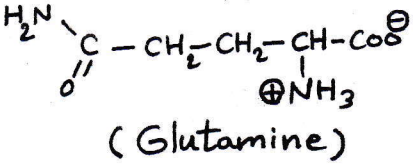
٢- قطبية غير مشحونة

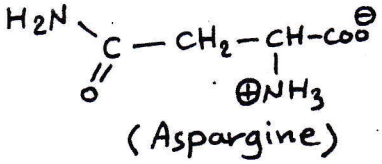

(Cysteine)

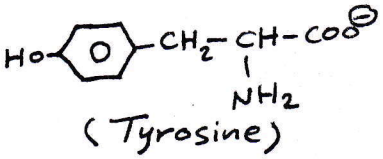

(Threonine)


(Serine)

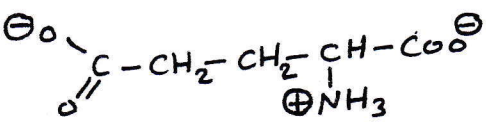

(Glycine)

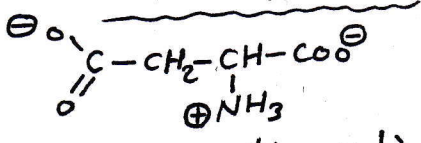

(Glutamine)


(Aspargine)

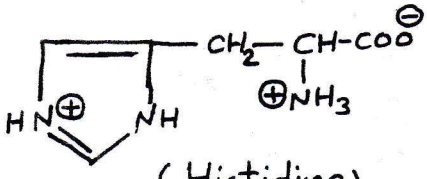

(Tyrosine)

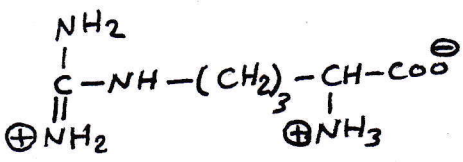
٣- سالبة الشحنة

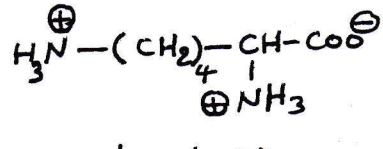

(Glutamic acid)


(Aspartic acid)

٤- موجبة الشحنة


(Histidine)


(Arginine)


(Lysine)

الاحماض الامينية النادرة في البروتينات :-

بالاضافه الى الاحماض الامينية العشرين السابقة في البروتينات هناك انواع قليلة اخرى توجد لعناصر ثانوية بسيطه لبعض انواع البروتينات المتخصصة وان كلاً من هذه الاحماض الامينية مشتقه من احدى الاحماض الامينية العشرين ومن هذه الاحماض ٤-هيدروكسي برولين المشتق من البرولين و ٥-هيدروكسي لايسين المشتق من الحامض الامينى اللايسين وكلاهما موجود في البروتين الليفي الكولاجين (Collagen) والحامض الاخر هو N-ميثيل لايسين الموجود في البروتين العضلي المايوسين (Myosin).

الاحماض الامينية غير البروتينية :-

بالاضافة الى الاحماض الامينية العشرين السابقه وبعض الاحماض النادره في البروتينات فتوجد احماض امينية اخرى حيوية اما بصورة طليقة او مرتبطه ولكنها لا توجد مطلقاً في البروتينات، ومعظمها مشتقه من الاحماض الامينية α الموجودة في البروتينات مثل الاورنثين (ornithine) والسترولين (citruline) المشتقين من الحامض الامينى الارجنين والتي تسلك سلوك العامل الوسطي في تكوين اليوريا كناتج نهائي في التمثيل الحيوي للنيتروجين.

الببتيدات :-

هي عبارة عن حامضين امينيين او اكثر مرتبطين مع بعضهما بواسطة اصره تسمى الاصره الببتيدية ، حيث تحصل هذه الاصرة نتيجة ارتباط الطرف الكاربوكسيلي من الحامض الاميني الاول مع الطرف الاميني للحامض الاميني الثاني حيث تطرح جزيئة ماء بين الحامضين لتتكون هذه الاصره $+C-N+$ (O, H) ، فأذا زاد عدد الاحماض الامينية في الببتيد على عشرة يطلق على الببتيد المتعدد (Poly peptide) ، ويتكون الببتيد الثنائي من حامضين امينيين ، والببتيد الثلاثي من ثلاثة احماض امينية وهكذا .

معظم الببتيدات تكون على شكل سلسلة مفتوحة ذات نهايتين ، الاولى في اقصى اليسار تحتوي مجموعة الامين والثانية في اقصى اليمين وتحتوي مجموعة الكاربوكسيل ، وتتم تسمية الببتيدات ابتداءاً من الطرف الاميني وانتهاءاً بالطرف الكاربوكسيلي

تحلل الببتيدات :-

① **التحلل الحامضي :-** إن معظم البروتينات والببتيدات تتحلل كلياً الى احماض امينية وذلك بتسخين الببتيد في محيط حامضي يحتوي على Hcl (6N) وفي درجة (110°c) لمدة تتراوح ما بين (٢٠ - ٧٠) ساعة ويحصل التحلل في انبوبة زجاجية مختومة ومفرغة من الهواء لمنع حدوث اي تأكسد جانبي

② **التحلل القاعدي :-**

في هذه الطريقة من التحلل تتحول جميع الاحماض الامينية الى شكل راسيمي

③ **التحلل الانزيمي :-**

هناك عدد من الانزيمات المحللة لها القابلية على تفكيك الاصرة الببتيدية ومن هذه الانزيمات التربسين (Trypsin) والكيموتربسين (Chymotrypsin) ويطلق على مثل هذه الانزيمات بالانزيمات المحللة للبروتينات (proteolytic enzyme)

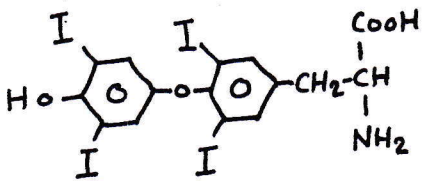
بعض المركبات للاحماض الامينية ذات الاهمية البايولوجية :-

① الكلوتاثايون (Glutathion)

هو عبارة عن ببتيد ثلاثي يتكون من الاحماض الامينية [حامض الكلوتاميك ، السستين، الكلايسين] ، يحتوي على مجموعة (-SH) ، يعمل كمادة مضادة للاكسدة حيث تحافظ على وجود مجموعات (SH) الموجودة في الانزيمات وفي البروتينات الاخرى بشكلها المختزل كي تقوم بدورها البايولوجي بشكل كامل .

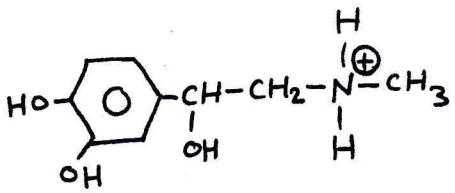
② هورمونات الغدة الدرقية (Thyroxin)

يدخل في بناء هذا الهورمون الحامض الاميني التايروسين حيث يساعد هذا الهورمون على زيادة معدل التفاعلات التاكسدية (تفاعلات الهدم) في عمليات الايض



③ هورمون الغدة الادرينالية الايبنفرين (Epinephrine)

وهو مشتق من الحامض الاميني (phenyl alanine) ولهذا الهورمون دور كبير في هدم الكلايكوجين وبشكل خاص في العضلات من خلال تحفيزه للانزيم المحلل للكلايكوجين المسمى (phosphorylase) الذي يساعد على تحول الكلايكوجين الى كلوكوز احادي السكريات حيث يدخل الاخير في مسارات ايض الكلوكوز لتحرير طاقة .



④ الاوكسي توسين (Oxytocin)

هو هورمون حلقي يتكون من تسعة احماض امينية يفرز هذا الهورمون من الفص الخلفي للغدة النخامية ويكثر افرازه اثناء الحمل ويعمل على تقلص الرحم اثناء الولادة كما يقوم بوضيفة تقلص العضلات الملساء في الغدة اللبنية مولداً افراز الحليب

تقدير تسلسل الاحماض الامينية :-

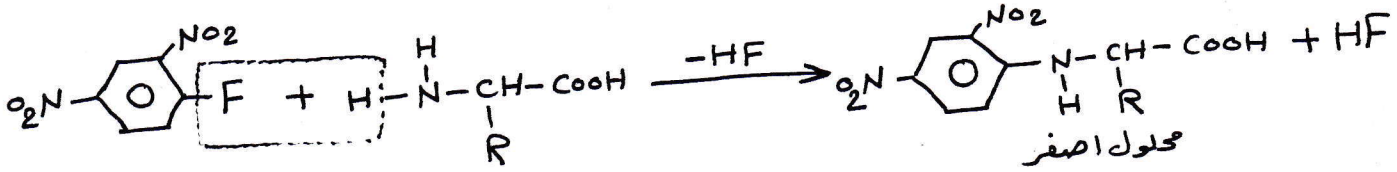
هناك كشوفات خاصة تستخدم لمعرفة الحامض الاميني من الطرف النيتروجيني او من الطرف الكاربوكسيلي ومن هذه الكشوفات :-

① كاشف سانكر (Sanger reagent)

وهو عبارة عن المركب (١-فلورو-٢،٤-ثنائي نيتروبنزين)

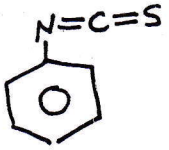
1-Fluoro-2,4-dinitrobenzene (FDNB)

حيث يكشف هذا المركب الحامض الاميني من الطرف الامينى كما في المعادلة التالية



② كاشف ادمان (Idman reagent)

هو عبارة عن المركب



(phenylisothiocyanate)

حيث يستخدم هو الاخر في الكشف عن الحامض الاميني من الطرف الامينى

③ كاربوكسي ببتايديز (Carboxypeptidase)

يعمل هذا الانزيم على تفكيك اصره الببتيد التي تربط الحامض الاميني في الطرف الكاربوكسيلي الحر فتفصله عن الببتيد الاصلي ، ويمكن ايضاً فصل عدة احماض امينية بالتعاقب من الطرف الكاربوكسيلي عن طريق هذا الانزيم ويتم تشخيصها بواسطة جهاز الطيف .

مثال :- ببتيد يتكون من الاحماض الامينية التالية (Asp, Ser, Leu, phe, Tyr)

عومل مع كاشف سانكر فاعطى DNB-Leu وضع انزيم (Carboxypeptidase) فانفصل عنه Ser والتحلل الحامضي الجزئي للببتيد اعطى النواتج التالية (Asp) (Tyr - Ser) (Leu-phe) . ماهو تسلسل الاحماض الامينية في الببتيد ؟

الحل /

Leu-phe-Asp-Tyr-Ser

البروتينات (proteins)

تعرف البروتينات بانها مركبات بوليمرية ذات اوزان جزيئية عالية (10^4 - 10^6) دالتون مكونة من وحدات الاحماض الامينية الغ مترابطة مع بعضها بواسطة اصرة ببتيدية .

العناصر التي تدخل في تركيب البروتينات

معظم البروتينات الموجودة في الطبيعة تحتوي على خمس عناصر مختلفة وهي الكاربون ، الهيدروجين ، الاوكسجين ، النيتروجين والكبريت . اما العناصر الاخرى مثل الفوسفور واليود والحديد فأن وجودها ضروري في بروتينات متخصصة معينة الكازئين (Casein) هو بروتين الحليب ويحتوي على الفوسفور ويعتبر مهم جداً لتغذية الطفل ، اليود عنصر اساسي في بروتين الغدة الدرقية ، اما هيموكلوبين الدم الذي يكون ضروري لعملية التنفس ، فهو بروتين يحتوي على الحديد .

ملاحظة :-

تتميز البروتينات عن الكاربوهيدرات والدهون باحتوائها على كمية عالية نسبياً من النيتروجين

وظائف البروتينات :-

١- انزيمات :- وهي عوامل مساعدة بايولوجية يزيد عددها على 1500 انزيم كل منها يحفز تفاعلاً كيميائياً معين مثل الرايبونيوكليز و اللاكتيك ديهيدروجينز .

٢- عناصر تركيبية :- تدخل بعض البروتينات في تركيب انسجة مختلفة كالبروتين الليفي المسمى الكولاجين (Collagen) الذي يدخل في تركيب الانسجه الرابطة ، وكذلك بروتين الألاستين (Elastin) الذي يدخل في تركيب جدران الاوعيه الدمويه ، ومن البروتينات التركيبية الاخرى الكيراتين (Keratin) الذي يدخل في تركيب الجلد والشعر والاصابع والريش .

٣- البروتينات الناقلة :- هناك مركبات معينة يتم نقلها من نسيج الى اخر بواسطة بروتينات ناقلة مثل بروتين الهيموكلوبين حيث ينقل الاوكسجين من الرئتين الى الانسجه المختلفة ويرتبط الاوكسجين بذرات الحديد الموجودة في مجاميع الهيم الاربعه الموجوده في الهيموكلوبين كذلك يتحد الألبومين الموجود في مصل الدم مع الاحماض الدهنية الطليقه (الحره) فيتم نقلها بين الانسجة الدهنية والاعضاء الاخرى في الفقريات وينقل مواد مختلفة اخرى مثل الهورمونات والادوية .

٤- الهورمونات :- هنالك عدد من الهورمونات لها تركيب بروتيني ، فالهورمونات هي مركبات تفرز من الغدد الصماء تعمل على السيطرة داخل الجسم على العمليات الحياتية ، فهورمون الأنسولين (Insulin) يفرز من غدة البنكرياس ويقوم بتنظيم العمليات الحياتية لسكر الكلوكوز ونقصه في الانسان يسبب مرض السكر (Diabetes millitus) وهورمون النمو الذي يفرز من الغدة النخامية الامامية والذي ينظم عمليه النمو والتكامل وهورمون تحت الدرقية الذي ينظم العمليات الحياتية للكالسيوم والفوسفات

٥- عوامل وقائية :- ان لبعض البروتينات وظائف دفاعية او وقائية ضد الفايروسات والبكتريا الضارة ، تسمى هذه البروتينات الاجسام المضادة (Antibodies) حيث تتحد هذه مع الاجسام الغريبة التي تدخل الجسم والتي تدعى المستضدات (Antigenes) وتعطلها عن عملها .

٦- البروتينات الخازنة :- هذا النوع من البروتينات يستخدم لخزن المواد الغذائية مثل زلال البيض (Ovalbumin) وبروتين الكازئين (Casein) الموجود في الحليب وبروتينات البذور النباتية الغنية بالبروتين كالفاصوليا واللوبيا وبروتين الفيريتين (Ferritin) الموجود في الانسجه الحيوانية والغني بعنصر الحديد .

٧- البروتينات المتقلصه :- تعمل بعض البروتينات كعناصر اساسيه في التقلص والانبساط واهم هذه البروتينات المعروفة ، الاكتين (Actin) والمايوسين (Myosin) وهما عنصرين اساسيين للجهاز الحركي العضلي .

٨- بروتينات لصيانة الضغط الاوزموزي واس ايون الهيدروجين (PH) :-
تؤدي بروتينات بلازما الدم وخصوصاً الاليومين دوراً مهماً في المحافظة على الضغط الاوزموزي للخلايا النسيجيه وكذلك يعمل في المحافظة على بقاء الرقم الهيدروجيني بالمعدل الطبيعي (PH = 7.4) لديمومة الحياة في الخلية

٩- تعمل البروتينات تحت ظروف معينة مصدراً للطاقة

تصنيف البروتينات :-

تصنف البروتينات استناداً الى تركيبها الى صنفين رئيسيين

١- البروتينات البسيطة (المتجانسة)

وهي البروتينات المكونة من وحدات الاحماض الامينية فقط وتختلف فيما بينها باختلاف صفاتها الفيزيائية والكيميائية وذلك تبعاً لنوع مكوناتها من الاحماض الامينية ومن الامثلة على هذا الصنف

أ- الالبيومينات :- مثل البيومين مصل الدم وزلال البيض

ب- الكلوبيولينات :- مثل كلوبيولين مصل الدم والفايبرينوجين

جـ- الكلوتولينات :- مثل بروتينات الحنطة والشعير

د- سكليروبروتينات :- مثل الكولاجين الذي يدخل في تركيب الانسجة الرابطة

هـ- الهستونات :- مثل الهستونات النووية في نوى الخلايا

٢- البروتينات المقترنة (الغير متجانسة)

وهي البروتينات التي تحتوي على مجموعة غير بروتينية تدعى المجموعة الرابطة prosthetic group مرتبطة مع البروتين نفسه ويمكن تصنيفها استناداً الى الطبيعة الكيميائية للمجموعة الرابطة الى

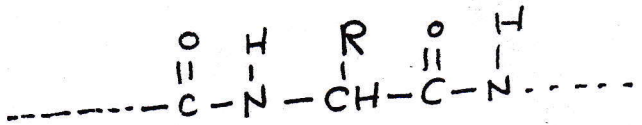
	المجموعة الرابطة	مثل
أ- البروتينات النووية	احماض نووية	راشح التبغ الفسيفساني
ب- البروتينات الدهنية	دهون	البروتين الدهني بيتا في الدم
جـ- البروتينات السكرية	كاربوهيدرات	ميوسين اللعاب
د- البروتينات الفسفرة	فوسفات	كازئين الحليب
هـ- البروتينات الهيمية	هيم	هيموكلوبين
و- البروتينات المعدنية	ايون الزنك	ديهيدروجين الكحول (الزيم)
ز- خلافو بروتينات	رايبوفلافين	خلافوبروتين دهيدروجينيز (الز

تركيب البروتين (protein structure)

تعد البروتينات ذات تراكيب معقده ليس لكونها ذات اوزان جزيئية عالية فقط وانما بسبب ترتيب ذرات جزيئة البروتين بطرق مختلفه لذا فان هناك اربعة انظمه تختص بتركيب البروتين :-

١- التركيب الاولي :-

يتضمن التركيب الاولي للبروتينات عدد الاحماض الامينية ونوعيتها وتسلسلها في سلسلة متعدد الببتيد والتي تتضمن الاصرة الببتيدية فقط

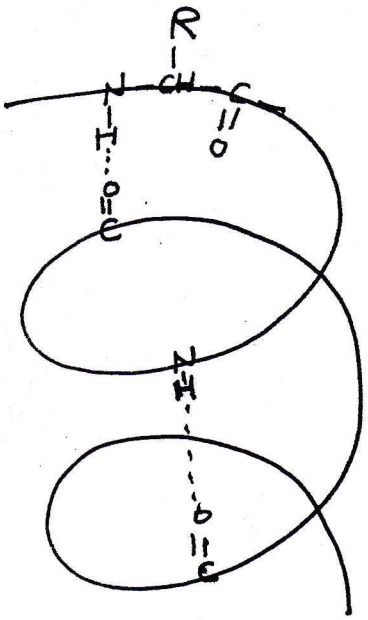


٢- التركيب الثانوي :-

يتضمن التركيب الثانوي للبروتين كيفية التواء سلسلة متعدد الببتيد لتعطي اشكال نوعية ثابتة عن طريق الاصرة الهيدروجينية وبصورة عامة هناك نوعان من الالتواء

P- المنحني الحلزوني الفا (α-Helix)

يتميز المنحني الحلزوني بأن تكون مجاميع الـ (R) الى الخارج من العمود الفقري لمتعدد الببتيد ، ان التركيب الحلزوني لمتعدد الببتيد ناجم عن وجود الاصرة الهيدروجينية التي تربط الاوكسجين في الكاربونيل والهيدروجين الاميد .



وبما ان الاصرة الببتيدية تتعاقب بمسافات منتظمه لذلك فان اصره الببتيد تكون كذلك منتظمه وبالتالي فأن هذا النظام يسمح للبروتين ان يكون شكل حلزوني يميني الاتجاه والذي يكون مستقراً بالاصره الهيدروجينيه .

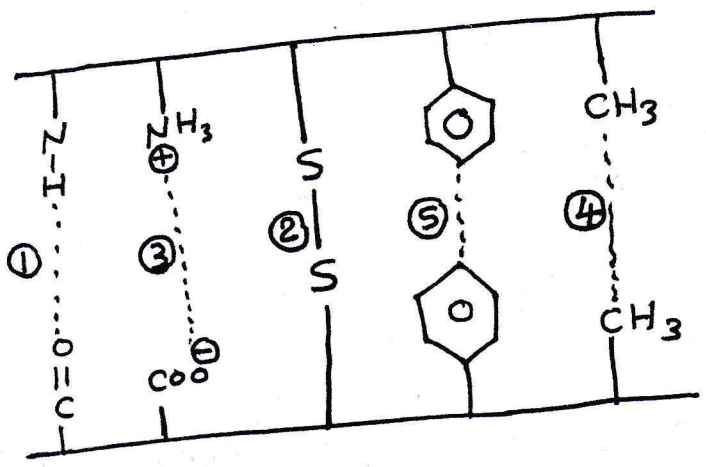
ب - الصفيحة المطوية بيتا pleated sheet

تترتب سلاسل الببتيد على امتداد بعضها البعض لتكون اشكال يطلق عليها الصفائح المطوية وتكون هذه الصفائح مستقره بواسطه اصره الهيدروجين وتكون مجاميع الـ R واقعة الى اعلى الصفائح واسفلها ، ويعد تركيب الحرير الطبيعي نموذجاً للصفيحة المطوية .

٣- التركيب الثالثي :-

يتضمن التركيب الثالثي للبروتين الشكل الثلاثي الابعاد الكروي الناجم عن تداخل المجاميع الجانبية مع بعضها ، بحيث تجعل سلسلة متعدد الببتيد مطوية بشدة وملتفة بصورة مرصوصة على هيئة كرة صوف النسيج . ان استقرار التركيب الثلاثي الابعاد يعزى الى الروابط التالية :

١- الاصره الهيدروجينية
٢- اصرة ثنائي الكبريتيد
٣- الاصرة الايونية
٤- التداخلات الهيدروفوبية (الكارهه للماء)
٥- قوى فاندر فالس



ان التركيب الثلاثي الابعاد يتصف بالمزايا الاتية

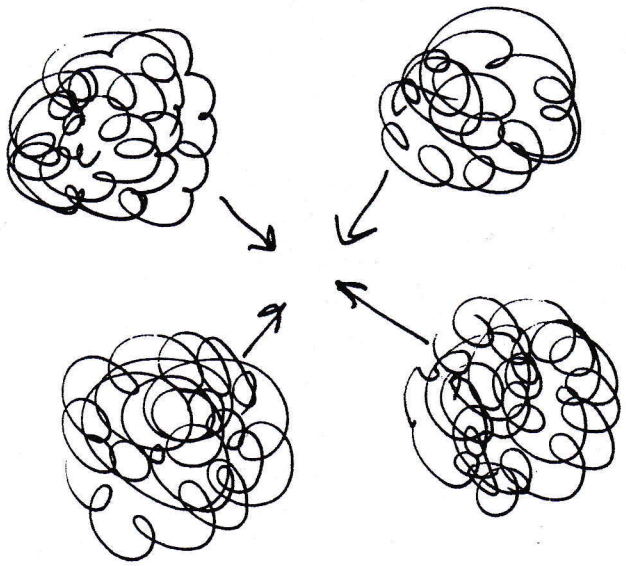
أ- سلاسل متعدد الببتيد تكون مطوية بأحكام بحيث لاتدع مجالاً الا لعدد قليل من جزيئات الماء بأن تكون في الداخل

ب- تقع المجاميع المحبة للماء على السطح الخارجي للجزيئة وتكون معرضة للماء وهذا يستدل على ان القوى الايونية لها تأثير ضعيف في استقرارية البروتين كما ان اي تغير في اس ايون الهيدروجين (pH) للمحيط له تأثير كبير على ذوبان البروتين، اما المجاميع الكارهة للماء فتقع الى الداخل

٣- تعد وحدة الهيم الحاوية على الحديدوز هي الأخرى غير قطبية تكون الى الداخل مجتمعة مع وحدات الاحماض الامينية القطبية.

٤- التركيب الرابعي :-

اذا احتوى متعدد الببتيد على اكثر من سلسلة ببتيدية فان البروتين ينتمي الى التركيب الرابعي، والتركيب الرابعي هو ترابط مجموعة الوحدات الثانوية للبروتين سواء كانت متشابهة ام غير متشابهة. ومثال على التركيب الرابعي هو جزيئة الهيموكلوبين.



مسخ البروتينات :.

يتضمن المسخ التغيرات التي تطرأ على جزيئة البروتين من النواحي الفيزيائية والكيميائية والخواص الحيائية . ان العوامل المسببة للمسخ تشمل ما يأتي

١- تعرض البروتين الى درجة حامضية او قاعدية عالية جداً
٢- التعرض لدرجات الحرارة العالية
٣- " " للاشعة فوق البنفسجية
٤- " الى الموجات فوق الصوتية
٥- الرج والتحريك القوي لمحلول مائي من البروتين
٦- تعرض البروتين الى تراكيز عالية من مركبات قطبية كاليوريا والكوانيدين التي تعمل على تحطيم الاواصر الهيدروجينية
٧- معاملة البروتين ببعض المذيبات العضوية كالكحول الاثيلي والاسيتون
٨- عمليه سحق البروتين بادوات ميكانيكية من شأنها تشويه البروتين

اما التغيرات التي تطرأ على البروتين الممسوخ فهي :.

١- انخفاض في قابلية الذوبان
٢- انفكاك طيات سلاسل متعدد الببتيد ويترتب عن ذلك فقدان كل من التركيبين الكروي والثلاثي الابعاد لاشكالها الهندسية المنسقة وتتحول الى التوائات عشوائية اما سلاسل متعدد الببتيد والاصره الببتيدية متبقية سليمة
٣- يسهل تحلله بواسطه الانزيمات المحلله
٤- فقدان كبير للفعالية البايولوجية

مثال على مسخ البروتين زلال البيض الذي هو عبارة عن بروتين الالبومين الذي يكون ذائب في الماء، في عمليه السلق وبتأثير الحرارة يتحطم التركيب الثلاثي له فيتحول من الحالة السائله الى الحالة الصلبه ويصبح غير ذائب في الماء

الاحماض النووية (Nucleic acids)

وهي الاساس في مجال الهندسة الوراثية حيث انها منتشرة في كافة الخلايا الحيوانية والنباتية وهي المسؤولة عن نقل المعلومات الوراثية، فالجينات والكروموسومات كلها احماض نووية من حيث التركيب. سميت بالاحماض لاحتوائها على حامض الفوسفوريك وتنتشر بشكل خاص في النواة لذلك يطلق عليها نووية (الشطر الثاني من الاحماض النووية). فمثلاً الحامض النووي DNA موجود في النواة وهناك احماض نووية في السايتوبلازم والرايبوسومات، والاحماض النووية هي بوليمرات الى مركبات تدعى النيوكليوتيدات

النيوكليوتيدات Nucleotides :.

هي عبارة عن مركبات عضوية تحتوي في تركيبها على قواعد نيتروجينية وسكر خماسي و حامض الفوسفوريك

النيوكليوسيدات Nucleosides

وهي عبارة عن مركبات عضوية تحتوي على قواعد نيتروجينية وسكر خماسي ولا تحتوي على حامض الفوسفوريك ويكون ارتباط السكر الخماسي مع القاعدة النيتروجينية بواسطة اصرة كلايكوسيدية

Nucleotide = Nucleoside + phosphoric acid

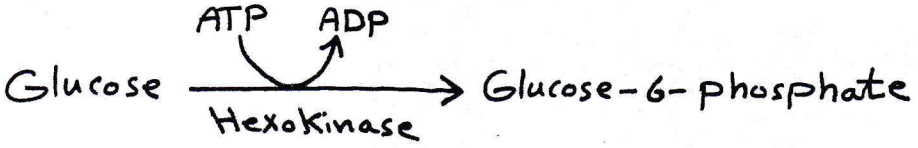
وظائف النيوكليوتيدات

١- تعد بعض النيوكليوتيدات مركبات حاملة للطاقة الكيمياوية. فمثلاً تتحلل جزيئة اديوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) الى اديوسين ثنائي الفوسفات (ADP) محرراً بذلك طاقة تعادل (7.3 kcal) ويستفاد من هذه الطاقة في الوظائف الميكانيكية في الجسم.

٢- تعد بعض النيوكليوتيدات ناقلة لبعض المجاميع الفعالة، فمثلاً تنقل جزيئة اديوسين ثلاثي الفوسفات ATP مجموعة المثيل الفعالة وتحمل جزيئة اديوسين احادي الفوسفات الاحماض الامينية الفعالة اثناء بناء البروتينات.

٣- يستخدم يوردين ثلاثي الفوسفات UTP في بناء كل من (UDP-glucose) وكذلك (UDP-galactose) اللذان يستخدمان في بناء الكلايكوجين وايض الكاربوهيدرات على التوالي

٤- تمنح النيوكليوتيدات الثلاثية الفوسفات مثل ATP مجموعة الفوسفات الاعتيادية والبايروفوسفات لغرض بناء مركبات جديدة مثل:



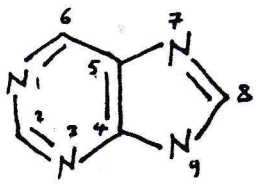
٥- تحتوي بعض مرافقات الانزيمات (Coenzymes) في تركيبها على النيوكليوتيدات مثل NAD^+ و $NADP^+$ و FAD^+ التي تدخل في عمليات نقل الالكترونات في الجسم.

٦- تعد النيوكليوتيدات ATP ، GTP ، CTP ، UTP مولدات لبناء الحامض النووي الرايبوزي RNA في حين تعد النيوكليوتيدات dATP ، dCTP ، dGTP ، dTTP مولدات لبناء الحامض النووي الديوكسي رايبوزي DNA.

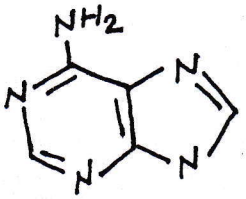
ملونات النيوكليوتيدات:-

① القواعد النيتروجينية:-

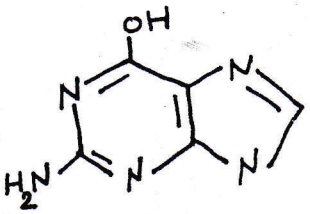
وان القواعد النيتروجينية الموجودة في النيوكليوتيدات والاحماض النووية مشتقة من البيوريدات والبرميدينات (purine & pyrimidine)



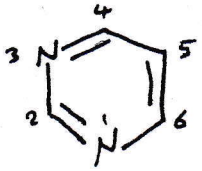
(purine)
parent compound



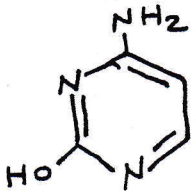
(Adenine)



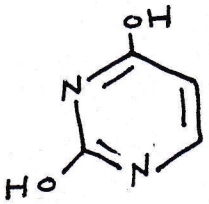
(Guanine)



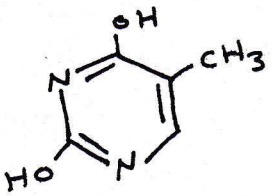
(pyrimidine)
parent compound



(Cytosine)



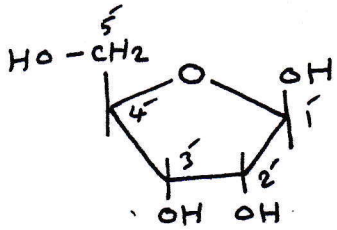
(uracil)



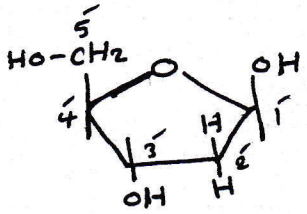
(Thymine)

٢- السكريات الخماسية :-

هناك نوعان من السكر الخماسي الموجود في الاحماض النووية وهما سكر الرايبوز (D-Ribose) و سكر الرايبوز منقوص الاوكسجين (2-Deoxy-D-ribose) ، فالحامض النووي الرايبوزي (RNA) يحتوي على سكر الرايبوز ، اما الحامض النووي (DNA) فيحتوي على سكر الرايبوز منقوص الاوكسجين



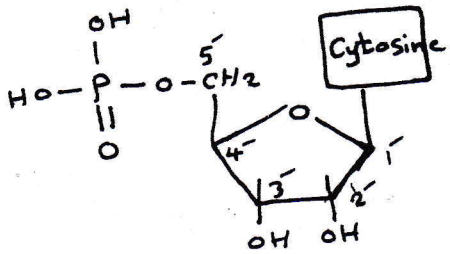
β-D-ribofuranose



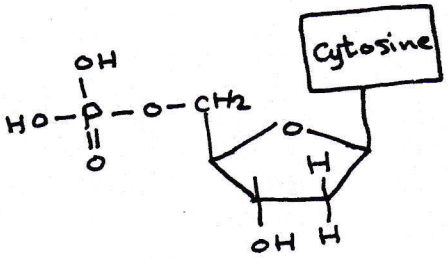
2-Deoxy-β-D-ribofuranose

٣- حامض الفوسفوريك :-

يرتبط حامض الفوسفوريك عن طريق مجموعة الهيدروكسيل الموجودة في الموقع 5 من السكر حيث انها تكون الجسر الرابط بين السكرين المتجاورين في سلسلتي الـ DNA و RNA .

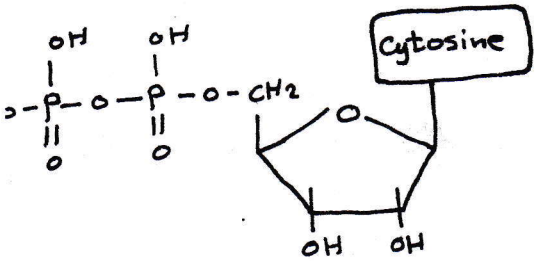


CMP

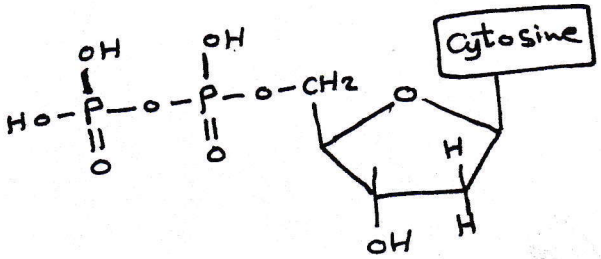


dCMP

وعند تعويض مجموعة فوسفات ثانية تصبح المركبات

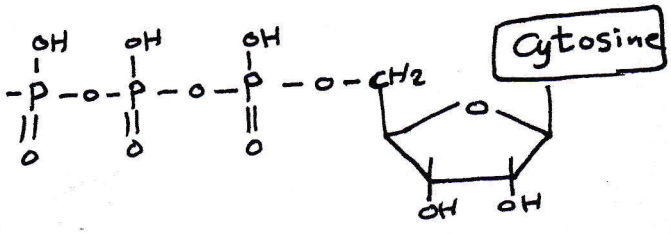


CDP

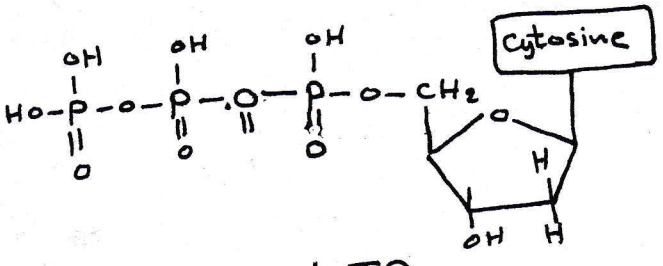


dCDP

وعند تعويض مجموعة فوسفات ثالثة تصبح المركبات



CTP



dCTP

أكتشاف الحلزون المزدوج لـ (DNA)

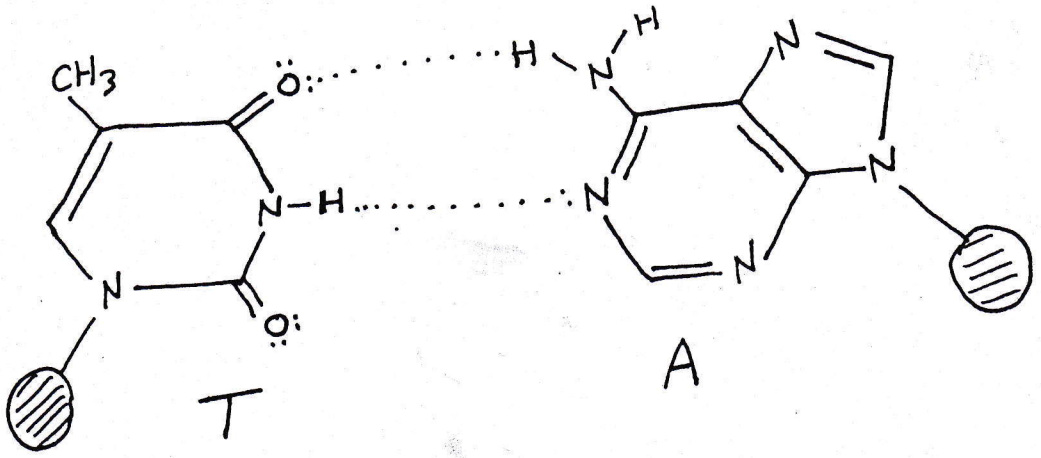
استنتج كل من واتسون وكريك عام (١٩٥٣) التركيب الثلاثي الابعاد لـ DNA واهم الملامح المهمة للموديل التركيبي لـ DNA هي :-

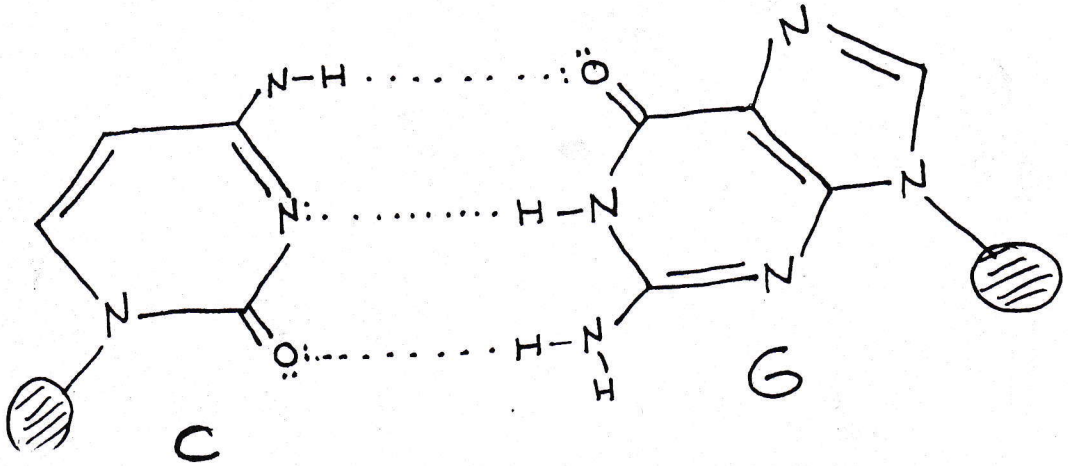
١- تلتف سلسلتان من النيوكليوتيدات للحلزون المزدوج حول محور معروف وبإتجاهين متعاكسين ويكون الحلزون يميني الإتجاه .

٢- تكون القواعد البيورينية والبرميدينية داخل الحلزون بينما تكون وحدات السكر الخماسي والفوسفات خارج منحني الحلزون ، وتتعامد مستويات القواعد مع محور المنحني الحلزوني .

٣- قطر المنحني الحلزوني يساوي $20\,A^\circ$ وتنفصل القواعد المتجاوره بمقدار $3.4\,A^\circ$ على طول محور المنحني الحلزوني وبزاوية دوران مقدارها 36° لذلك يكرر تركيب الحلزون بعد ١٠ قواعد ويكون ذلك بفاصلة مقدارها $34\,A^\circ$.

٤- تثبت السلسلتان سوية بواسطة اواصر هيدروجينية بين ازواج القواعد وعادتاً تزدوج قواعد الادنين مع الثايمين والكوانين مع السايتوسين .





استدل كل من واتسون وكريك بان الادنين يجب ان يزدوج مع الثايمين والكوانين مع السايتوسين بسبب العوامل الفراغية والتاصر الهيدروجيني .

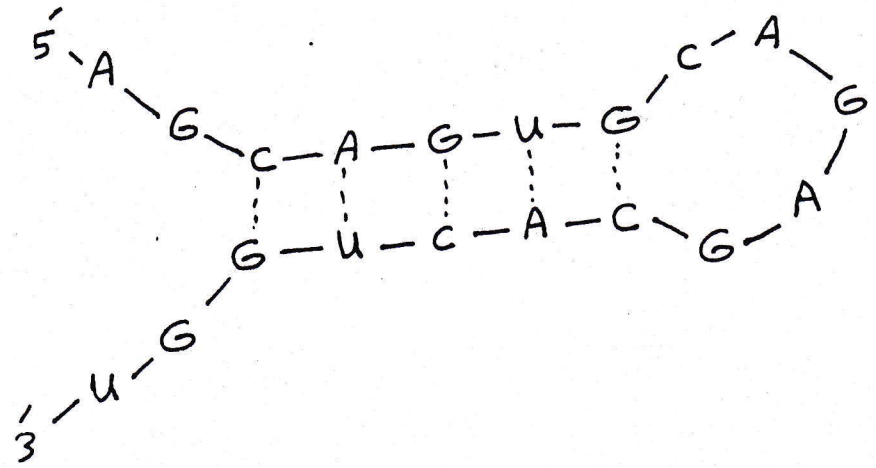
٥- الزوج القاعدي البيوريني - بيرميدني ينطبق جداً في الحيز الفراغي بين الحلزونين على العكس من ذلك يكون المجال غير كافي لقاعدتين من البيورين ويوجد مجال كافي جداً لقاعدتين من البيرميدين لكنهما يكونان متباعدين جداً عن المشاركة والارتباط لتكوين اواصر الهيدروجين لذلك فأن عضو واحد من زوج القواعد في المنحنى الحلزوني في الـ DNA يجب ان يكون عادةً بيورين والاخر بيرميدين بسبب العوامل الفراغية .

٦- نسبة الادنين الى الثايمين والكوانين الى السايتوسين تكون مساوية الى واحد ويكون استقرار الزوج G≡C اكثر من الزوج A=T .

الحامض النووي الرايبوزي RNA :.

١- يتكون الحامض النووي الرايبوزي من سلسلة طويلة من متعدد النيوكليوتيد حيث تحتوي الجزيئة على سكر الرايبوز واربع قواعد هي الادنين والكوانين والسايتوسين واليوراسيل ويربط جزيئات السكر في السلسلة حامض الفوسفوريك .

٢- يكون الجزء الاكبر من الحامض النووي الرايبوزي على شكل سلسلة منفردة ولوان بعض الاجزاء من السلسلة تحتوي على التوائات من حلزون مزدوج كما في الشكل الاتي :.



٣- توجد ثلاثة انواع من الاحماض النووية الرايبوزية هي

أ- المراسل messenger-RNA (m-RNA)

ب- الناقل transfer-RNA (t-RNA)

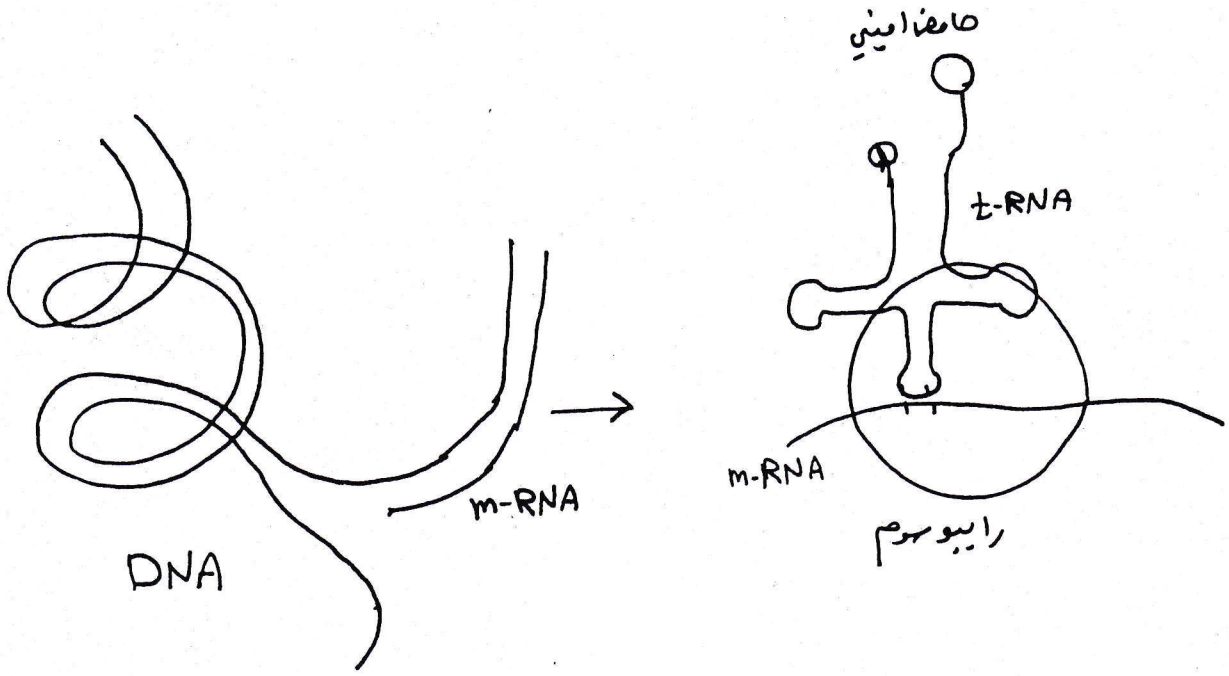
جـ- الرايبوسومي ribosomal-RNA (r-RNA)

تشترك هذه الانواع الثلاثة في بناء البروتين في الجسم

٤- نسب الادنين تختلف عن اليوراسيل وكذلك نسب الكوانين تختلف عن السايتوسين لانها سلسلة مفردة

٥- يكون معظم الـ RNA موجود في السايتوبلازم غير انه في الخلايا حقيقية النواة يكون الـ RNA منتشراً في النواة والرايبوسومات والمايتوكوندريا وكذلك في السايتوبلازم

مخطط بسيط في بناء البروتين عن طريق DNA



الفايروسات والبكتيريا :.

الفايروسات وتسمى ايضاً بالرواشح (لانها تمر خلال ورقة الترشيح) من حيث التركيب هي عبارة عن بروتينات نووية معقده (DNA- protein) او (RNA-protein) وتختلف عن البكتيريا كون الفايروسات لا تمتلك نظام خلوي متكامل كما هو الحال في البكتيريا حيث جدار الخلية والسايتوبلازم والنواة .... الخ . اي ان الفايروسات هي معلومات وراثية فقط (اي نواة خلايا) .

البكتيريا تعتمد على نفسها في توفير الطاقة بينما الفايروسات يجب ان تحقن نسيج خلوي معين لغرض الاستفاده من المواد الغذائيه لتوفير الطاقة لعملية انشطار الفايروسات، لذلك فان الفايروسات تمتلك انزيمات محللة للاغشيه البايولوجيه كي تستطيع من خلاله النفوذ الى نسيج معين لغرض الانشطار او التضاعف، البكتيريا تتأثر بالمضادات الحيوية بينما لا تتأثر الفايروسات بذلك .

فايروس نقص المناعه البشريه (HIV-1) والمسبب لمرض الايدز يسري بالميكانيكيه التاليه :.

يحتوي هذا الفايروس على سلسله منفرده من الـ RNA يقوم هذا الفايروس بحقن هذه السلسله في نواة الخلية مما يؤدي الى تشويه المعلومات الوراثيه داخل الخليه حيث تحصل استنساخ لـ (DNA) على الـ (RNA) الفايروسي اي تحصل عمليه معاكسه للحاله الطبيعية ولذلك تسمى هذه الفايروسات بالفايروسات الراجعة Retroviruses بسبب سريان المعلومات الوراثية من الـ RNA الى الـ DNA وليس من DNA الى RNA

الانزيمات

الخواص العامة للانزيمات

1-الانزيمات هي بروتينات تبنى داخل الخلية وتعمل كعوامل مساعدة بايولوجية للتعجيل من معدل سرعة التفاعلات الحياتية.

2-تدخل الانزيمات التفاعلات وبكميات قليلة دون اي تغيير في تركيبها الكيميائي.

3-يؤدي الانزيم وضيفته بصورة كاملة تحت البضروف الفسيولوجية من درجة حرارة واس هيدروجيني(pH) وخصوصية المادة الاساس.

4-في التفاعلات الانزيمية تتحول المادة الاساس بكفائة وسرعة عاليتين في حين ان اكثر التفاعلات غير المحفزة بالانزيم هناك نسبة معينة من المادة الاولية تتحول الى ناتج والباقي يفقد في كثير من التفاعلات الجانبية.

5-تحتوي بعض الانزيمات على مكونات كيميائية ترتبط مع الانزيم لابداء نشاطه التام وتسمى العوامل المساعدة المرافقه(Cofactors) وتكون العوامل المساعدة اما على شكل معادن مثل ايون المغنيسيوم, المنغنيز, النحاس او على شكل جزيئات عضوية تسمى مرافقات الانزيم(Coenzymes) وتحتاج بعض الانزيمات الى كلا النوعين.

6-ترتبط العوامل المساعدة احيانا مع الجزء البروتيني من الانزيم بقوة ويطلق على هذه العوامل المساعدة في هذه الحالة بالمجموعة الرابطة(Prosthetic group) وتكون العوامل المساعدة ثابتةعند التسخين.

7-تحتوي جميع الانزيمات على منطقة تسمى الموقع الفعال(Active site) وهي وحدات من الاحماض الامينية في الانزيم تشترك في عملية التحفيز وتكون على شكل حفرة او التفاف لسلسلة متعدد الببتيد.

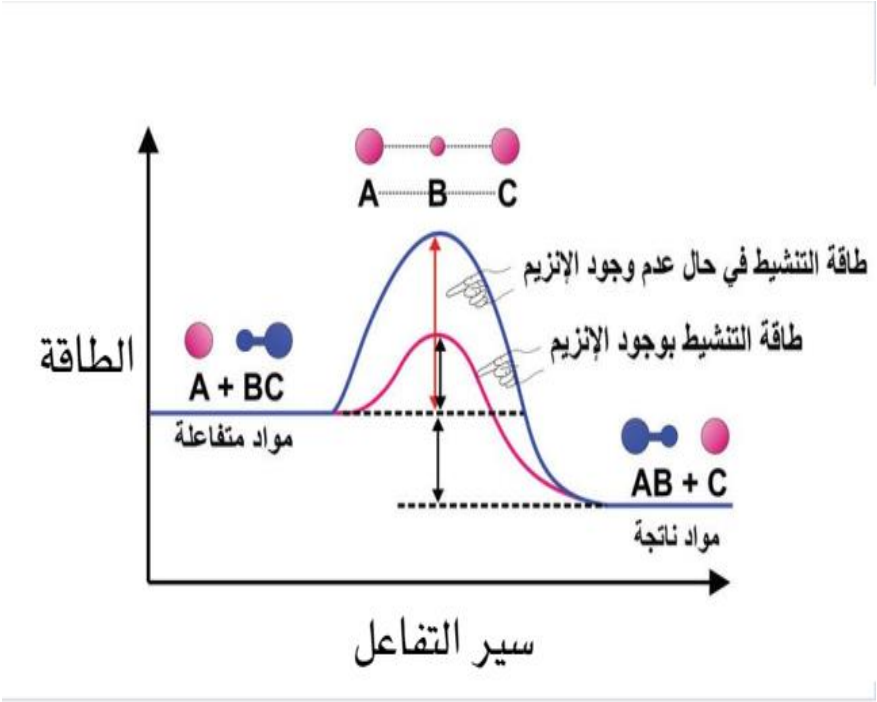
8-تعرف وحدة الانزيم (الفعالية) بانها كمية الانزيم التي تحول مايكرومول واحد من المادة الاساس الى ناتج في الدقيقة الواحدة تحت الضروف المحددة للقياس.

9-الفعالية النوعية هي عبارة عن عدد وحدات الانزيم لكل ملغرام من البروتين, وتعد مقياس لنقاوة الانزيم.

10-عدد التحول هو عدد مولات المادة الاساس التي تحولت الى ناتج لكل مول من الانزيم في الدقيقة الواحدة.

تأثير الانزيم على طاقة التنشيط

تزيد الإنزيمات كما كل المحفّزات سرعة التفاعل من خلال تخفيض طاقة التنشيط للتفاعل. حيث يقلل الأنزيم طاقة تنشيط التفاعل بواسطة ارتباطه بالمواد المتفاعلة عند الموقع النشط للإنزيم وهذا الارتباط يقرب بين المواد المتفاعلة ، وتحدث التفاعلات بينها .تصل قدرة بعض الإنزيمات حتى جعل تحوّل المادة الاساس إلى الناتج أسرع بملايين المرات من التحول دون وجود الإنزيم.



تصنيف الانزيمات(مطلوبة بالتسلسل)

1-انزيمات الاكسدة والاختزال(Oxidoreductase)

2-انزيمات النقل(Transferase)

3-الانزيمات المميئة(Hydrolase)

4-انزيمات الاضافة والحذف(Lyase)

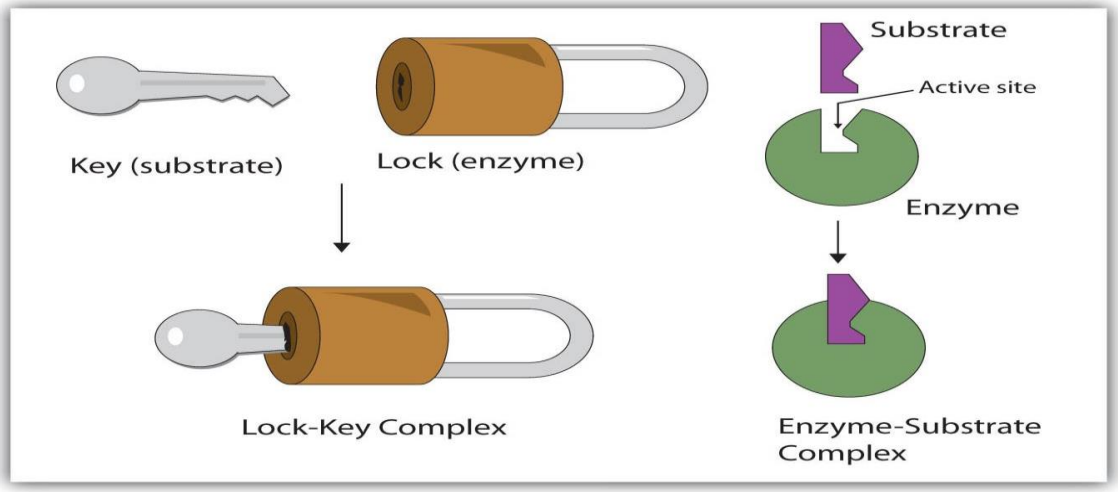
5-الانزيمات المناظرة(Isomerase)

6-الانزيمات الرابطة(Ligase)

فرضيات ارتباط الانزيم بالمادة الاساس

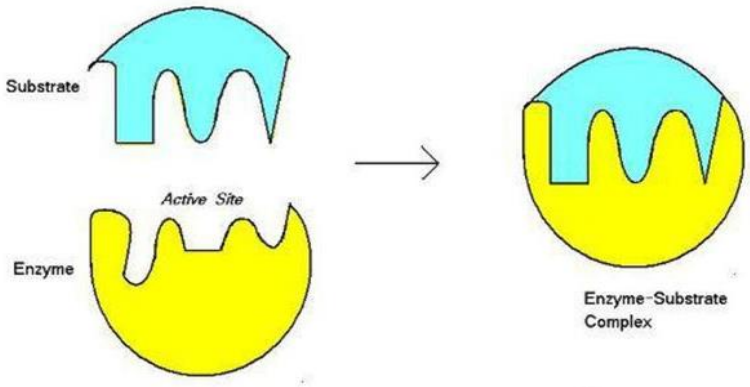
1-فرضية القفل والمفتاح Luck and key hypothesis

وضعت هذه الفرضية من قبل اميل فيشر لتفسير ارتباط الأنزيمات مع المادة الاساس حيث افترض ان موقع الارتباط في الأنزيم يشابه دور القفل الذي لا يفتحه إلا مفتاح مخصص له ينطبق شكله على متطلبات هذا القفل، وهذا ما يؤدي إلى ان جزيئات معينة فقط تستطيع الارتباط بالانزيم في موقع ارتباطه التفاعلي(الموقع الفعال) لتخضع للتفاعلات التي ينجزها الأنزيم.



2-فرضية التوافق المستحث Induced fit hypothesis

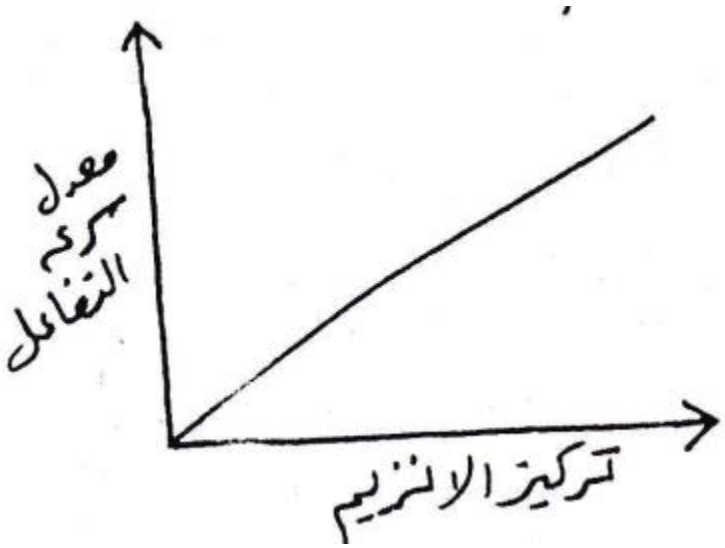
اقترح كوشلاند فرضية معدلة عن فرضية القفل والمفتاح آخذا بعين الاعتبار حركية الجزيئات البروتينية، حيث افترض أن الانزيم يمتلك نوع من المرونة المحددة الضرورية لكي يحصل ارتباط بينة وبين المادة الاساس بحيث ياخذ موقع الارتباط شكل المادة الاساس، فالسلاسل الببتيدية في موقع الارتباط تستطيع أن تغير مواقعها لتلائم ارتباط بعض الركائز، كما أن هذه السلاسل الببتيدية تأخذ في شكلها الجديد وضعية تسهل عملها التحفيزي مما يؤدي إلى إنجاز التفاعل الكيميائي المطلوب.



العوامل المؤثرة على سرعة التفاعل المحفز بالانزيم

1-تأثير تركيز الانزيم:

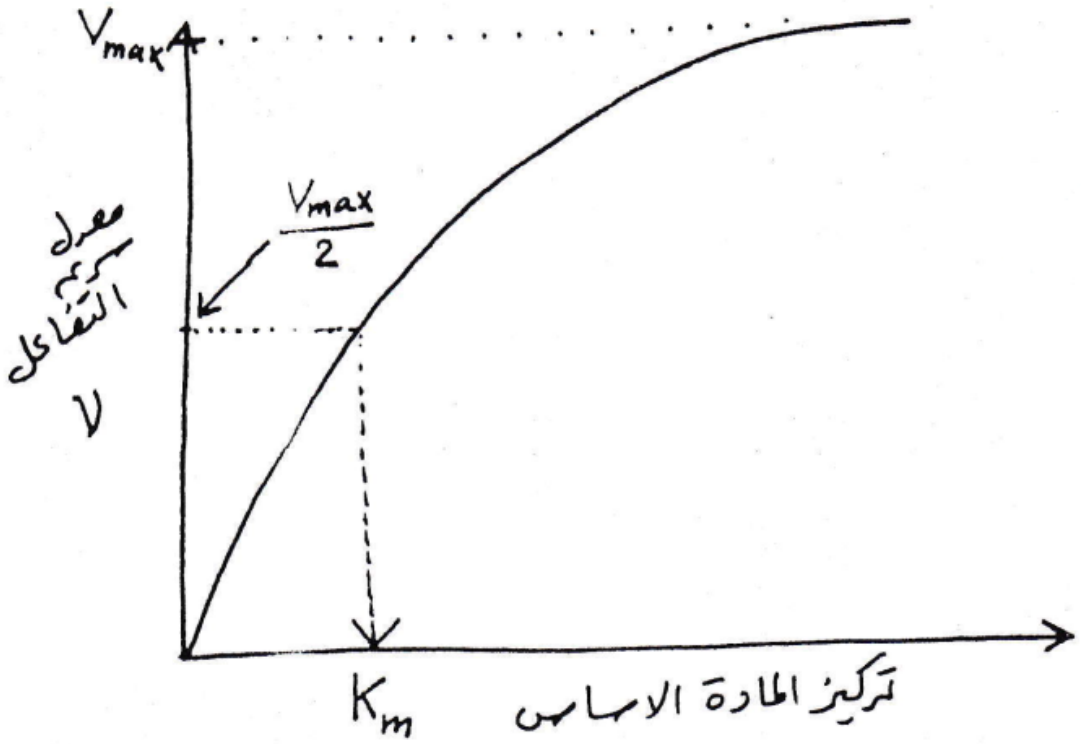
ان معدل سرعة التفاعل المحفز بالانزيم يتناسب طرديا مع تركيز الانزيم عندما يكون تركيز المادة الاساس عالي (موجود بوفرة في محيط التفاعل), والشكل التالي يوضح العلاقة بين تركيز الانزيم ومعدل سرعة التفاعل.



2-تأثير تركيز المادة الاساس

عند ابقاء تركيز الانزيم ثابتا فان الزيادة في تركيز المادة الاساس تسبب في البداية ارتفاعا سريعا في معدل سرعة التفاعل ولكن عند الاستمرار في زيادة تركيز المادة الاساس فان الزيادة في معدل السرعة تبطأ تدريجيا الى ان تصبح ثابتة مهما زاد تركيز المادة الاساس, ويطلق على السرعة عند اعلى تركيز بالسرعة القصوى ويرمز لها (V_{max}).

لقد قام كل من العالمين مايكلس ومنتن عام 1913 بتفسير العلاقة بين سرعة التفاعل الانزيمي وتركيز المادة الاساس, فأوضحا انه عند استخدام تراكيز واطئة من المادة الاساس في بداية التفاعل تكون المواقع الفعالة للانزيم غير مشبعة بالمادة الاساس وعليه فان سرعة التفاعل تعتمد على تركيز المادة الاساس, ويعبر عنها بحركية احادية الرتبة ويطلق عليها الطور الاول, وعند زيادة تركيز المادة الاساس الى درجة كبيرة بحيث تصبح المواقع الفعالة للانزيم مشبعة بجزيئات المادة الاساس هنا يعبر عنها بحركية صفر الرتبة ويطلق عليها بالطور الثاني, وما بين الطورين هو خليط من حركية صفرية واحادية الرتبة وكما في الرسم البياني التالي



ان المعادلة الرياضية التي توضح العلاقة الكمية بين معدل سرعة التفاعل الانزيمي وتركيز المادة الاساس يطلق عليها معادلة مايكلس-منتن

$$\mathbf{v = V_{max} \times [S] / (K_m + [S])}$$

حيث

v = معدل سرعة التفاعل

V_{max} = السرعة القصوى

K_m = ثابت مايكلس: وهو تركيز المادة الاساس عندما تكون سرعة التفاعل نصف السرعة القصوى

$[S]$ = تركيز المادة الاساس

تعتمد قيمة ثابت مايكلس على:

1-نوعية المادة الاساس

2-الاس الهيدروجيني(pH) للمحلول

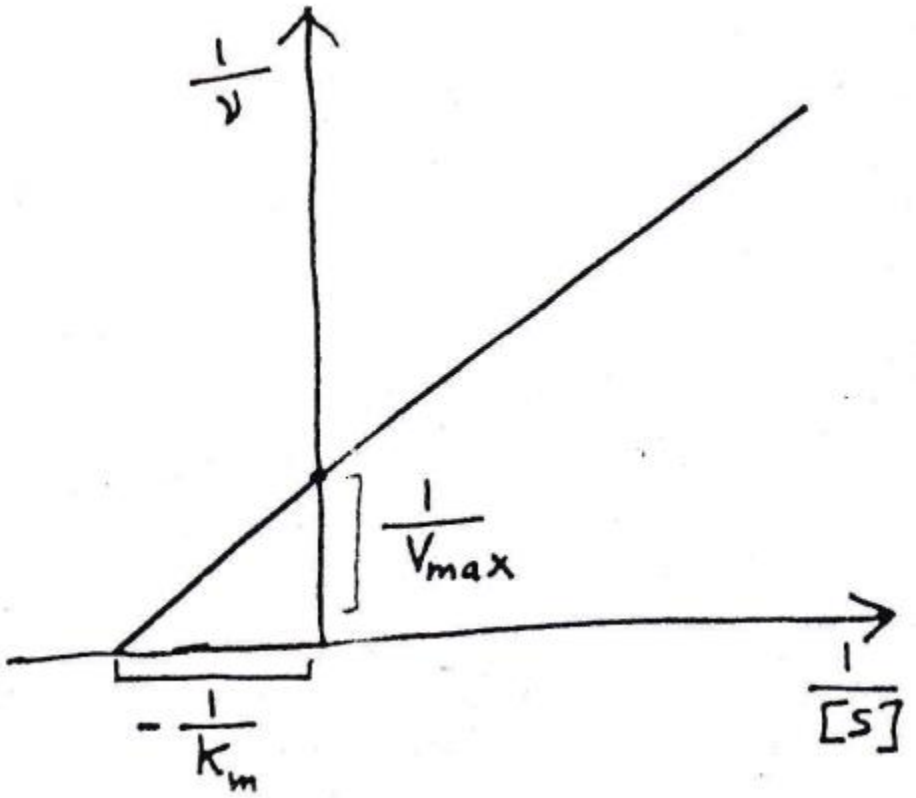
3-درجة الحرارة

رسم لاينوفر- بيرك البياني

عند اخذ القيمة العكسية لمعادلة مايكلس-منتن واعادة ترتيبها نحصل على المعادلة التالية

$$1/v = (K_m/V_{max} \times [S]) + 1/V_{max}$$

حيث تمثل هذه العلاقة خط مستقيم عند رسم 1/v مقابل 1/[S] كما في الشكل التالي



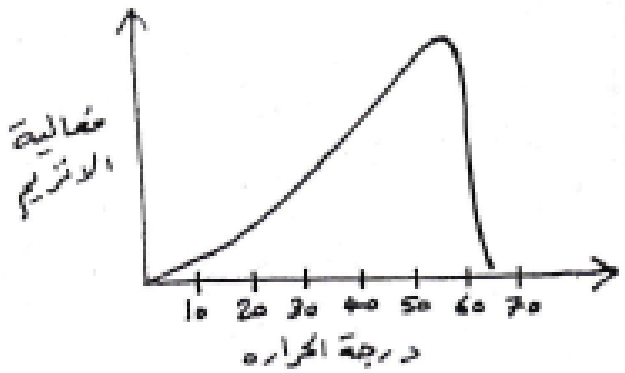
ان اهمية رسم لاينوفر – بيرك تكمن في ما ياتي

1-تكون قيم Km و Vmax دقيقة نسبيا ويمكن استنتاجها من الرسم

2-يستفاد من الرسم عند دراسة تاثير انواع المثبطات في فعالية الانزيم

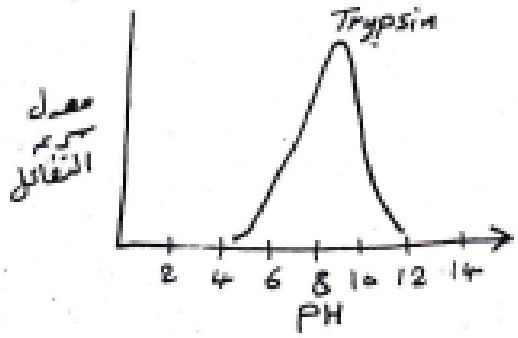
3-تأثير درجة الحرارة

يزداد معدل سرعة التفاعل المحفز بالانزيم كلما زادت درجة الحرارة وقد اثبتت الدراسات ان كل زيادة قدرها 10 درجة مئوية للتفاعل المحفز بالانزيم تؤدي الى ارتفاع معدل سرعة التفاعل الى الضعف وتنطبق هذه القاعدة على التفاعلات باستخدام درجة حرارة مداها (0-50) درجة مئوية وعند استخدام دجات حرارة اعلى من الحرارة القصوى فان ذلك يسبب تفكك الاواصر الهيدروجينية والقوى الاخرى الموجودة التى تساعد في الحفاض على الشكل الثلاثي الابعاد للانزيم وبالتالي يحصل تشويه لطبيعة الانزيم وفقدان فعاليته.



4-تأثير الرقم الهيدروجيني(pH)

ان لكل انزيم رقم هيدروجيني خاص عنده يبدي الانزيم اقصى فعاليته يسمى (الرقم الهيدروجيني الاعظم) ويتراوح هذا الرقم لاغلب الانزيمات مابين 5-9. وقد لوحظ عند استخدام رقم هيدروجيني عالي او واطيء جدا يؤدي ذلك الى تشويه طبيعة الانزيم وفقدان فعاليته.



5-تثبيط الانزيم

المثبطات هي مركبات كيميائية تخفض من معدل سرعة التفاعل المحفز بالانزيم وتؤدي المثبطات عملها على عامل واحد من العوامل التالية

1-الموقع الفعال(Active Site)

2-الجزء البروتيني من الانزيم المسمى(Apoenzyme)

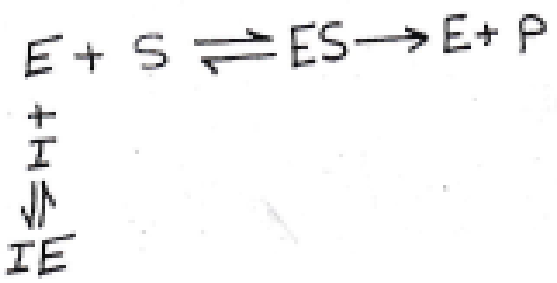
3-مرافق الانزيم(Coenzyme)

4-المجموعة الرابطة في الانزيم(Prosthetic group)

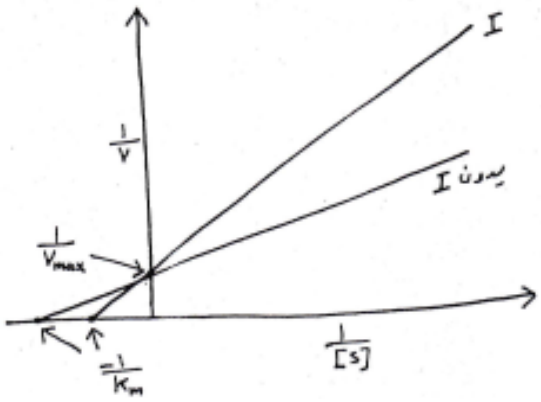
ويمكن تصنيف المثبطات الى ثلاثة اصناف

اولا:التثبيط التنافسي(Competitive inhibition)

يحدث التثبيط التنافسي عندما يتنافس المثبط مع المادة الاساس على الارتباط بالموقع الفعال للانزيم ويمكن تمثيله بالمعادلة التالية



يكون هذا النوع من التثبيط عكسي ويعتمد على تركيز المثبط والمادة الاساس وعادةً تتشابه كثيرا التراكيب الكيميائية للمثبط التنافسي والمادة الاساس ويمكن تقليل نسبة التثبيط للانزيم بزيادة تركيز المادة الاساس, كما يمكن رسم علاقة لاينوفر-بيرك بين المواد المتفاعلة بوجود وعدم وجود المثبط وكما في الشكل التالي



من الرسم يمكن استنتاج المعلومات التالية

1-تبقى السرعة القصوى ثابته (V_{max})لاتتغير

2-تزداد قيمة ثابت مايكل (K_m)

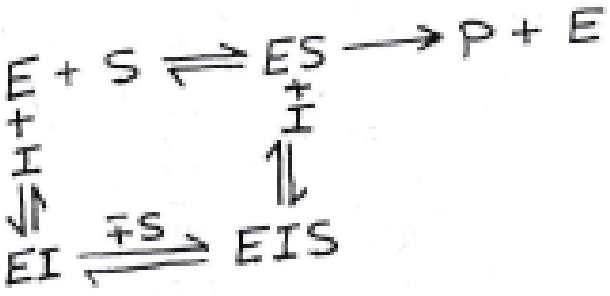
3-تنخفض الفة الانزيم للمادة الاساس

4-يمكن التغلب على التثبيط بزيادة تركيز المادة الاساس

ثانياً:التثبيط اللاتنافسي(Non-Competitive inhibition)

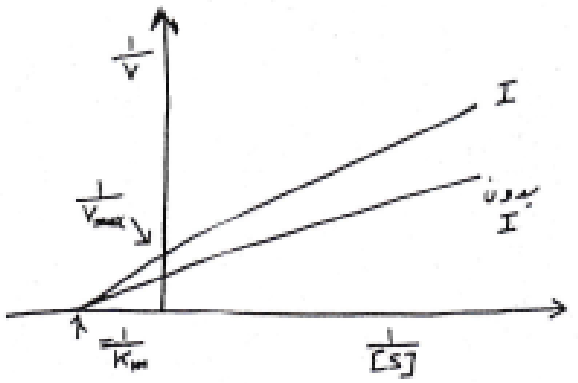
في هذا النوع من التثبيط لا يوجد اي تنافس بين المثبط والمادة الاساس على الاتحاد بالموقع الفعال للانزيم, اذ ان المثبط يتحد مع موقع اخر غير الموقع الفعال على الانزيم, وقد يكون المثبط مشابها نوعاما في التركيب الكيميائي للمادة الاساس او قد يكون غير مشابه مطلقا, ويقسم التثبيط اللاتنافسي الى نوعين

1-التثبيط اللاتنافسي العكسي: بما ان كل من المثبط والمادة الاساس يتحدان مع مواقع مختلفة في الانزيم فهناك احتمال تكون نوعين من المعقدات بوجود المثبط هما (EI) و (EIS) وكما مبين في المعادلة التالية.



2-التثبيط اللاتنافسي غير العكسي: يرتبط المثبط مع وحدة الحامض الاميني للانزيم بواسطة اصرة تساهمية بحيث لا يمكن فصل المثبط عن الانزيم, في هذا النوع من التثبيط يقال عن الانزيم انه قد تسمم بالمثبط وكما موضح في المعادلة التالية.

ان لكل من التثبيط اللاتنافسي العكسي وغير العكسي نفس حركية التفاعل ويمكن رسم العلاقه بين التثبيط اللاتنافسي وعدم وجود مثبط بواسطة علاقة لاينوفر-بيرك وكما في الشكل البياني التالي



يمكن من الرسم استنتاج المعلومات التالية

1-تنخفض السرعة القصوى(V_{max})

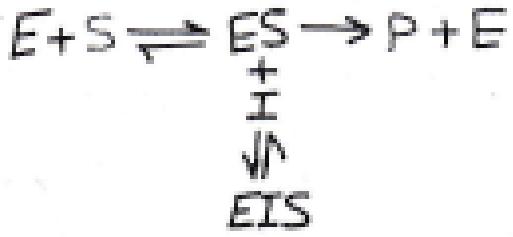
2-تبقى قيمة ثابت مايكل ثابتة (K_m)

3-تبقى الفة الانزيم للمادة الاساس ثابتة لا تتغير

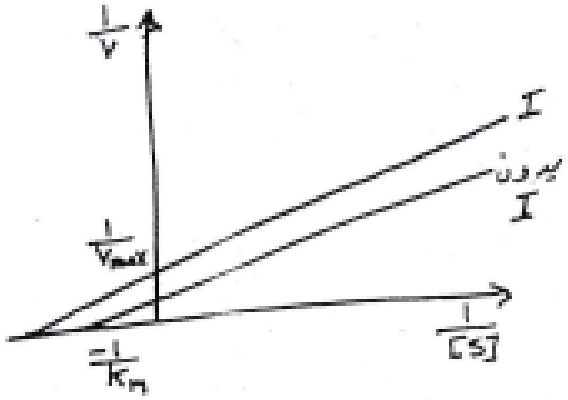
4-لايمكن التغلب على التثبيط بزيادة تركيز المادة الاساس

ثالثاً: التثبيط غير التنافسي(Un-competitive inhibition)

يتحد المثبط الغير تنافسي في هذه الحالة مع المعقد (ES) لتكوين (EIS) وكما موضح في المعادلة التالية



يعد المثبط الغير تنافسي جزء من المثبط اللاتنافسي العكسي اذ كلاهما يحتويان على المعقد (EIS).



ان الرسم البياني للاينوفر-بيرك بوجود وعدم وجود المثبط يوضح المعلومات التالية:

1-انخفاض قيمة السرعة القصوى(V_{max})

2-انخفاض قيمة ثابت مايكل (K_m)

3-لا يمكن التغلب على التثبيط بزيادة تركيز المادة الاساس

خصوصية الانزيم تجاه المادة الاساس

1- انزيمات ذات تخصص مطلق:في هذا النوع يعمل الانزيم على نوع واحد فقط من المواد الاساس

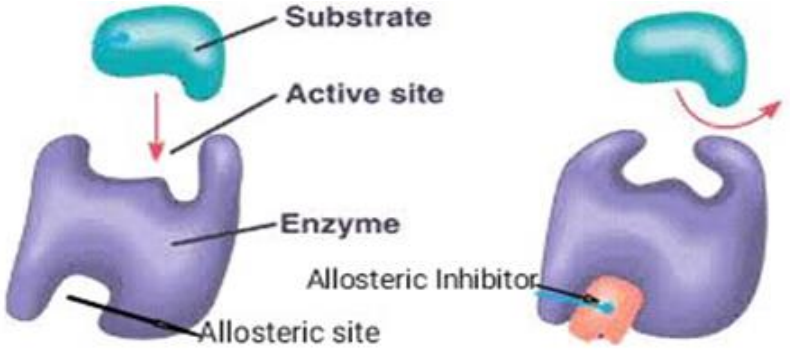
2- انزيمات ذات تخصص واسع: في هذا النوع يعمل الانزيم على عدد محدد من المواد الاساس

3-انزيمات ذات تخصص واطيء: تعمل على عدد كبير من المواد الاساس

4-التخصص الفراغي: تعمل على شكل فراغي معين دون الاخر

الانزيمات المنظمة (Allosteric Enzyme)

هي عبارة عن انزيمات تحتوي اضافة الى الموقع الفعال(Active Site) موقع اخر يسمى الموقع المنظم(Allosteric Enzyme) حيث يقوم هذا الموقع بتنظيم عمل الانزيم بواسطة تاثيره على الموقع الفعال للانزيم عند زيادة تكون مادة معينة في الجسم حيث تكون هذه المادة هي المؤثر على الموقع المنظم والذي بدوره يؤثر على الموقع الفعال ويوقف عمل الانزيم, وعادةً تكون هذه المادة المؤثرة هي ضمن سلسلة التفاعل الخاصة بالانزيم.



تنتج الانزيمات المنظمة رسمًا بيانيًا على شكل سيني(حرف S) حيث يُظهر زيادة / نقصانًا سريعًا على مدى ضيق من تغير تركيز المادة الاساس, حيث لا تخضع هذا الانوع من الانزيمات الى معادلة مايكل.