Biochemistry

الكيمياء الحياتية

هو العلم الذي يهتم بدراسة كيمياء مكونات الكائنات الحية المختلفة ودراسة الكيفية التي يتم من خلالها الترابط والتنسيق بين مختلف التفاعلات الجارية في الكائن الحي .

وتقسم الكيمياء الحياتية إلى :-

1- الكيمياء الحياتية الوصفية:-

ونعني بها دراسة التركيب الدقيق للمادة الحية (إي دراسة المكونات المختلفة للخلية التي تتألف من الاف المواد الكيميائية المختلفة (العضوية وغير العضوية) وكيفية فصلها، تنقيتها وتشخيصها.

2- الكيمياء الحياتية الحركية :-

وتهتم بدراسة التغيرات الكيميائية أو العمليات الأيضية الحياتية Metabolism التي تحدث في الأنظمة الحياتية .

وهناك تصنيفات أخرى (كيمياء حياتية سريرية ، حيوانية ، نباتية ، مجهرية ... الخ)

Biomolecules

الجزيئات الحياتية

تتكون الجزيئات الحياتية من عناصر مختلفة حيث يمثل الـ (P,S,N,H,O,C) العناصر الأكثر تواجداً من غيرها وذلك لأن اغلب المادة الصلبة للخلايا الحية تتكون من مركبات عضوية . وتتألف المواد الحية من الكاربوهيدرات (السكريات) ، الحوامض الامينية Amino Acids ، البروتينات ، الدهون و النيوكليوتيدات Nucleotides ... الخ

الخواص المميزة للكائنات الحية:-

- 1- تعتبر الخلية هي الوحدة التنظيمية الأساسية لجميع الكائنات الحية .
- 2- تحتوي الخلية الحية على تراكيب داخلية ذات وظائف متخصصة مختلفة ، حيث أنه لكل من (البروتينات ، الحوامض الامينية ، الكاربوهيدرات و الشحوم) وظيفة نوعية مختلفة .
 - 3- الكائنات الحية قادرة على استخلاص الطاقة والمادة من محيطها لإدامة تراكيبها المعقدة .
- 4- لها لقابلية على التضاعف الذاتي وهذا هو المعيار الأساسي للحياة (نظراً لوجود المعلومات الوراثية).

الجزيئات الحياتية الأساسية في بناء الكائن الحي Primordial Biomolecule that build Organism

يعتقد بان الجزيئات الحياتية الأساسية التي تعتبر مواد (مولدة) Precursors وشاركت في بناء الكائنات الحي تتكون من (30) جزيئة مولدة صغيرة وبالإضافة إلى H2O يمكن تصنيف تلك لجزيئات المولدة إلى أربع أنظمة وهي :-

- 1- عشرون حامضاً أمينياً من نوع L-Amino Acids) L عشرون حامضاً أمينياً من نوع L وخواصها موضحة في فصل الحوامض الأمينية).
 - 2- خمس قواعد نتروجينية مصنفة إلى نوعين :-

(النوع الأول) هي قواعد البيورين Purine وتشمل قاعدتين هما الأدنين Adenine والكوانين الأدنين الإدنين والكوانين

(النوع الثاني) هي قواعد البيريميدين Pyrimidine وتشمل 3 قواعد هي السايتوسين Cytosine واليوراسيل Uracil والثايمين

وترتبط هذه القواعد الخمسة بسكر الرايبوز D-Ribose والفوسفات او بسكر ديوكسي رايبوز Deoxyribose التي تعتبر الوحدات البنائية المتكررة للأحماض النووية RNA ، DNA عل التوالى .

- $C_6H_{12}O_6$ (D-Glucose) D وهو الناتج الرئيسي من عملية التركيب الضوئي في النباتات وهو المركب الوسطي المركزي للأيض Metabolism وسكر الرايبوز من نوع D-Ribose) D والذي يعتبر مادة مولدة للسكر الفوسفاتي في النيوكليوتيدات .
- 4- حامض البالمتيك الدهني Palmitic acid والكليسيرول Glycerol ومادة الكولين الامينية Choline وتعتبر هذه المركبات الثلاثة مواد أولية للدهون المفسفرة التي تمثل قوالب الأغشية البايولوجية Phospho Biological Membranes

((كل الحوامض النووية و النيوكليوتيدات و السكريات وكذلك الحوامض الدهنية (الشحمية) المعروفة لحد ألان جميعها مشتقة من الأصناف المذكورة في الفقرات (1،2،3،4) أعلاه والتي تعتبر الجزيئات الحياتية الأساسية)) .

Nucleoside = base + Sugar Nucleotide = Base + Sugar + Phosphate

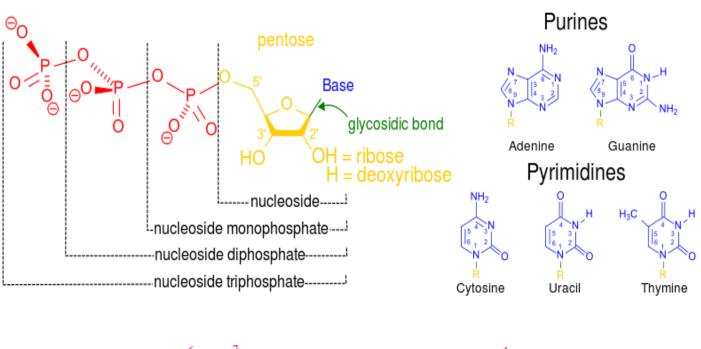
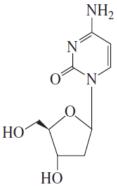
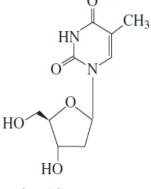


Table 27.1	The Names of the Bases, the Nucleosides, and the Nucleotides			
Base	Nucleoside		Ribonucleotide	Deoxyribonucleotide
Adenine	Adenosine	2'-Deoxyadenosine	Adenosine 5'-phosphate	2'-Deoxyadenosine 5'-phosphate
Guanine	Guanosine	2'-Deoxyguanosine	Guanosine 5'-phosphate	2'-Deoxyguanosine 5'-phosphate
Cytosine	Cytidine	2'-Deoxycytidine	Cytidine 5'-phosphate	2'-Deoxycytidine 5'-phosphate
Thymine	_	Thymidine	_	Thymidine 5'-phosphate
Uracil	Uridine	_	Uridine 5'-phosphate	

nucleosides





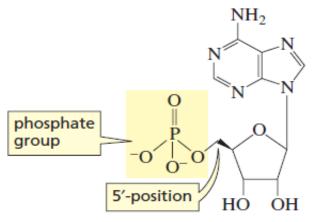
2'-deoxyadenosine

2'-deoxyguanosine

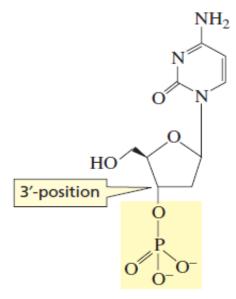
2'-deoxycytidine

thymidine

nucleotides



adenosine 5'-monophosphate a ribonucleotide



2'-deoxycytidine 3'-monophosphate a deoxyribonucleotide

Macro Molecules

الجزيئات الكبيرة

ويقصد بها (البروتينات ، الحوامض النووية ، السكريات المتعددة) حيث يمكن اعتبارها بوليمرات مؤلفة من وحدات بنائية (واحدة متكررة) أو أكثر لكنها متشابهة في التركيب وكثيرة التكرار لكي يتم بناء تلك الجزيئات الكبيرة .

وقد أثبتت الدراسات أن أكثر من %90 من الوزن الجاف للكائن الحي مؤلف من هذه الجزيئات الكبيرة وهي كما يأتي :-

1- البروتينات Proteins

عبارة عن بوليمرات مؤلفة من حوامض أمينية مرتبطة مع بعضها بأواصر ببتيدية Peptide وان كل بروتين له نهايتان الأولى نتروجينية والآخرة كربوكسيلية .

2- الحوامض النووية Nucleic acids

والأحماض الامينية عبارة عن بوليمرات ناتجة من اتحاد نيوكليوتيدات مع بعضها بواسطة أواصر الفوسفو داي استر phosphdiester وتلعب الحوامض الامينية دورا مهما في نقل المعلومات الوراثية ، النمو ، التطور والتكاثر.

هنالك نوعين من هذه الحوامض: الحامض النووي الرايبوزي (Ribo Nucleic Acid (RNA) والثاني الحامض النووي ديوكسي رايبوز (Deoxy Ribo Nucleic Acid (DNA)

Polysaccharides

3- <u>السكريات المتعددة :-</u>

وهي بوليمرات مكونة من سكريات مرتبطة مع بعضها بأواصر كلايكوسيدية Glycoside وهي بوليمرات المتعددة في النباتات على السكريات المتعددة في النباتات على شكل نشأ وفي الحيوانات على شكل كلايكوجين (نشأ حيواني) وتوجد على شكل سليلوز Cellulose في البناء التركيبي للنباتات.

Formation of large complexes

بناء المعقدات الكبيرة:-

يقصد بالمعقدات الكبيرة هي المركبات ذات الأوزان الجزئية العالية مثل المجمع الأنزيمي المعقد Multienzyme ، الرايبوسومات، الأغشية .

وتعتبر الجزيئات الكبيرة التي مر ذكرها سابقا هي المواد الأولية في بناء المعقدات الكبيرة (الجزيئات المعقدة) والتي تتجمع مع بعضها لتكوين ما يسمى بالعضيات organelles مثل نواة المايتوكوندريا والكلوروبلاست ومنها تنشأ الخلايا Cells والخلايا تكون الأنسجة Tissues ومن الأنسجة تنشأ الأعضاء organism التي يتكون منها الكائن الحي organism .

Types of living Cells أنواع الخلايا الحية

الخلية الحية Cell هي وحدة بنائية حية منتجة تحتوي على العضيات organelles ويمكن تقسيم الخلايا الحية إلى نوعين استناداً إلى الحجم، التركيب الداخلي، الجيني، الحيوي وكما يأتي:

- 1- خلايا بدائية النواة Prokaryotic Cells وهي خلايا تتميز بقلة التنظيم البنائي الداخلي ، حيث لا تمتلك هذه الخلايا عضيات خلوية محاطة بغشاء . فمادتها الوراثية غير محاطة بغشاء نووي ونظامها التنفسي يقترن بالغشاء البلازمي وتشمل (البكتريا مثل E.Coli) والطحالب الزرقاء الخضراء)
 - 2- خلايا حقيقية النواة وتتميز بامتلاكها درجة عالية من التنظيم البنائي وهي خلايا اكبر من الخلايا بدائية النواة وتتميز بامتلاكها درجة عالية من التنظيم البنائي الداخلي . إذ تحاط عضياتها بغشاء وتكون متخصصة لوظائف معينة . مثلاً تعد النواة المادة الناقلة للمعلومات الوراثية من جيل الى أخر بينما تعد المايتوكوندريا مركزاً لتوليد الطاقة ويشمل جميع الكائنات الحية عدا البكتريا والطحالب الزرقاء الخضراء .

س / ماهي مكونات الخلية بدائية النواة Prokaryotic الخلية بدائية النواة Eukaryotic الخلية حقيقية النواة سرا قارن بين خلايا بدائية وحقيقية النواة

س / بين كيف يتم أنتاج الكربوهيدرات بعملية التركيب الضوئي في الكلوروبلاست ؟

موقع عملية التركيب الضوئي Photosynthesis في الخلية النباتية هو الكلوروبلاست موقع عملية التركيب الضوئي على الصبغة الخضراء (الكلوروفيل) حيث يتم أنتاج الكربوهيدرات ${\rm CO}_2 + {\rm H}_2{\rm O} \Longrightarrow {\rm Carbohydrates} \, {\rm C}_n \, ({\rm H}_2{\rm O})_n$

الماء

H₂O

تحتوي غالبية الكائنات الحية على حوالي %70 ماء ، حيث يتميز الماء بصفات فيزيائية وكيميائية مهمة في الأنظمة البيولوجية ، منها :-

1- قطبية الماء Polarity

تحتوي جزيئة الماء على آصرتي (O-H) لنفس ذرة الأوكسجين وهاتين الآصرتين من نوع آصرة تساهمية مستقطبة كونها ترتبط بين ذرتين بينهما اختلاف كبير في الكهروسالبية لذلك تحمل ذرة الأوكسجين شحنة سالبة جزيئية -S وتحمل ذرات الهيدروجين شحنة موجبة +S لذلك تكون جزيئات الماء قطبية مما يجعل الماء مذيباً جيداً للمركبات القطبية ولا يمتزج (لايذيب) المركبات غير القطبية .

2- الآصرة الهيدروجينية Hydrogen bond

تتكون الآصرة الهيدروجينية H-bond نتيجة التجاذب الكهربائي بين الشحنات (الجزئية) S- السالبة للاوكسجين مع جزيئات ماء مع الشحنات الموجبة (الجزئية) S- للهيدروجين في جزيئة ماء مجاورة :

وهذه الآصرة جعلت الماء صفات مميزة ... هي :-

أ- درجة حرارة تبخر عالية

أن الحرارة اللازمة لتبخر 1gm من الماء تساوي 540 (سعره لكل 1 غرام) وفائدتها لبيولوجية الحفاظ على كمية الماء الداخل للجسم بحيث أن ما يتبخر من الماء اقل ما يمكن .

ب- درجة انصهار عالية

للماء درجة انصهار عالية مقارنة بالمذيبات الأخرى مثل الميثانول والايثانول وفائدتها البيولوجية للمحافظة على الكائنات الحية من الانجماد . حيث انه كلما زادت درجة الانصهار تطلب ذلك حرارة عالية لتحويل الصلب إلى السائل .

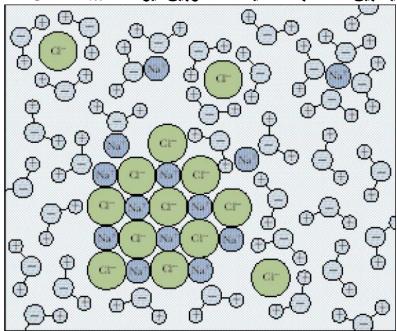
ج- قابلية استيعاب عالية للحرارة

الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1غم من الماء تقدر بسعره واحدة وهي كمية عالية بالنسبة للماء وفائدتها البيولوجية انه بإمكان الكائن الحي اكتساب أو فقدان حرارة عالية نسبياً بأقل ما يمكن من تغير في درجة حرارة الجسم .

Water as a Solvent

الماء كمذيب

يعتبر الماء مذيب جيد للمركبات القطبية لكونه مذيب قطبياً ، فهو يذيب الأملاح مثل NaCl بسبب قوة التجاذب الكهربائية بين الأقطاب الثنائية للماء وبين ايونات Na^+ Cl^- ، Na^+



يعتبر الماء مذيباً جيداً لثلاثة أصناف من المركبات وهي :-

1- المركبات العضوية البسيطة التي تحتوي على مجاميع الكاربوكسيل COOH- والأمين NH₂- التي تميل الى التأين بتفاعلها مع الماء .

2- المركبات العضوية المتعادلة التي تحتوي على مجاميع قطبية فعالة مثل السكريات ، الألديهايدات ، الكيتونات ، والكحولات البسيطة وذلك بتكوين أواصر هيدروجينية مع مجاميع الهيدروكسيل OH- أو الأمين -NH- .

3- المركبات ثنائية التعامل Amphipathic Compound وهي المركبات التي تحتوي على مجموعتين احدهما محبة للماء Hydrophobic والأخرى كارهة للماء Hydrophobic مثل الدهون الفوسفاتية ، البروتينات ، الحوامض النووية .

إما المركبات غير القطبية Non-polar فتنتقل داخل الخلية بإحدى الطريقتين التاليتين :-

أ- الاتحاد مع بروتينات الدم مثل الألبومين Albumin حيث تحتوي هذه الجزيئات على سلسلة جانبية قطبية (مشحونة كهربائياً ومجاميع غير قطبية ترتبط مع المركبات الغير قطبية .

ب - تكوين المذيلات Micelles حيث أن بعض المركبات تحتوي على سلاسل هيدروكاربونية غير قطبية (كارهة للماء) ومجاميع قطبية (محبة للماء) مثل مجموع الكربوكسيل مما يجعل الجزء الكاره للماء يتجه نحوى الداخل إما الجزء المحب للماء فيتجه نحوى الخارج ملامساً الماء المحيط به مثل على ذلك المواد الدهنية وأملاح الصفراء .

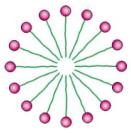


Diagram of a Section of a Micelle.

Buffers والمحاليل المنظمة pH

يعرف الرقم الهيدروجيني (الدالة الحامضية) pH بأنه اللوغاريتم السالب لتركيز ايون الهيدروجين في المحلول

$$pH = -log_{10} [H^+]$$

ويمكن قياس pH المحلول المنظم (بفر) بواسطة معادلة هندرسون ـ هازلبالخ Henderson-Hasselbalch Equation

$$pH = pK_a + \log_{10} \frac{[A^-]}{[HA]}$$

ويعرف المحلول المنظم Buffer Solution بأنه محلول يحتوي على تركيز عالي من حامض pH ضعيف وملحه (قاعدة قرينة) أو قاعدة ضعيفة وملحها (حامض قرين) ويقاوم التغير في pH المحلول تجاه إضافة تراكيز معينة من حامض قوي أو قاعدة قوية.

تميل pH معظم سوائل الجسم الى القاعدية اكبر من (pH > 7) وتشذ عن ذلك العصارة المعدية كونها ذات حامضية عالية .

• وهناك العديد من العوامل التي تؤثر على قيمة pH الجسم مما يؤدي الى حالة مرضية مثل داء الحموضة pH < 7) acidosis) او داء القاعدية

Blood Buffers

المحاليل المنظمة للدم

يحتوي الدم على محاليل منظمة لها القدرة على الحفاظ على pH الدم من اي تغير ومن أهمها :-

1- محلول بيكاربونات الصوديوم - حامض الكاربونيك

وهو من المحاليل المنظمة المهمة لبلازما الدم حيث يقاوم التغيرات الحامضية أو القاعدية

$$NaHCO_3 + HCl \rightarrow NaCl + H_2CO_3$$

$$H_2CO_3 \rightleftharpoons CO_2 + H_2O$$

$$H_2CO_3 \rightleftharpoons HCO_3^- + H^+$$

2- محلول فوسفات ثنائية — أحادية الهيدروجين

هو أيضا من المحاليل المنظمة لبلازما كما في المعادلات التالية :-

$$H_3PO_4 \rightleftharpoons H_2PO_4 + H^+$$

$$H_2PO_4^- \iff HPO_4^- + H^+$$