الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
معهد التربية البدنية و الرياضية
جامعة الجزائر 3

محاضرات الكمياء الحيوية

السنة أولى ليسانس
جذع مشترك
الأستاذة :سعيد عيسى سميرة

السنة الجامعية :

201 9/ 2018

محتوى المطبوعة

المحور الأول : مدخل في الكمياء الحيوية

المقدمة 1

ماهية الكمياء الحيوية 2

تاريخ الكيمياء الحيوية 2

فروع الكمياء الحيوية 2

أهمية الكيمياء الحيوية 3

المحور ثاني : الكمياء الحيوية البنيوية

بنية الغلوسيدات

1- مقدمة : 4

2 – تصنيف الغلوسيدات 4

2-1- الغلوسيدات الأحادية (les oses) 4

2-1-1- تسمية الغلوسيدات الأحادية 4

2-1-2- أمثلة عن الغلوسيدات الأحادية 5

2-1-3- التمثيل الخطي السكريات الأحادية 5

2 – 4- مماكب السكريات الأحادية 6

2-1-5 - التمثيل الخطي السكريات الأحادية 6

2- 2 - السكريات الثنائية 8

2- 3 - السكريات المتعددة 10

3 : مصادر السكريات 11

4 - الوظائف الحيوية و الفسيولوجية للغلوسيدات 11

بنية الليبيدات

1 – مقدمة 13

2 – الأحماض الدسمة 13

2 – 1 –خصائص الأحماض الدسمة 14

2 – 2 – تصنيف الأحماض الدسمة 14

2 – 2 –1- الأحماض الدسمة المشبعة.....14

2 – 2 –2- الأحماض الدسمة المشبعة.....15

3- **الليبيدات 16**

3 -1- ***الليبيدات البسيطة*** **.....16**

3 -2- ***الليبيدات المعقدة*** **.....17**

3 –2 -1- الغليسروفوسفولبيد 18

3 –2 -1- السيريدات 18

3 –2 -3- الستيريدات 18

3 –2 -3- السيريدات 18

4 - وضائف الدهون 18

بنية البروتينات

1 - مقدمة 19

2 - الأحماض الأمينية 19

2 – 1 - تسمية الأحماض الأمينية 20

2 – 2 - تصنيف الأحماض الأمينية : 20

3 - البروتينات 23

4- الوظائف الحيوية و الفسيولوجية للبروتينات 23

المحور الثالث : الكمياء الحيوية الأيضية

الأيض و الطاقة

1 – مقدمة 25

2 - تعريف الأيض 25

2 – 1 أقسام الأيض 25

2 – 1- 1 - تفاعلات الهدم 25

2 – 1- 2 - تفاعلات البناء 26

3 - تعريف الطاقة 26

الخلية الحيوانية

1– مقدمة 29

2 - مكونات الخلية الحيوانية 30

أيض السكريات

1- مقدمة 34

2 – أيض السكريات : عمليات الهدم 34

2 – 1 - التحلل السكري.....34

2 – 2- حلقة كريبس ..... 35.

2 – 3 - السلسلة التنفسية 36

أيض الدهون

1 – مقدمة 38

2 - ايض الدهون 38

الأنظمة الطاقوية

1 – مقدمة .....,.....41

2 – الفروع الطاقوية 41

2 – 1 - الفرع اللاهوائي اللالكتيكي 41

2 – 2 - الفرع اللاهوائي اللكتيكي 42

2 – 3 - الفرع الهوائي أو الأكسجيني .....,.....43

قائمة الجداول و الأشكال

جدول رقم 1 : تسمية الغلوسيدات الأحادية 5

جدول رقم 02 : تصنيف الأحماض الأمينية 21

الشكل رقم 01 : الصيغة العامة للحمض الأميني 20

الشكل رقم 02 : جزيئة الأدنوزين ثلاثي فوسفاط 28

الشكل رقم 03 : الغشاء الخلوي 30

الشكل رقم 04 : النواة 31

الشكل رقم 05 : الميتوكوندري 32

الشكل رقم 06 : الشبكة الأندوبلازمية 32

الشكل رقم 07 : الريبوزوم 33

الشكل رقم 08 : حلقة كريبس 36

الشكل رقم 09 : السلسلة التنفسية 37

الشكل رقم 10 : مختلف المواد العضوية تتحول عبر سلاسل ايضية جانبية الى Acetyl Co A 40

الشكل رقم 11 : معادلات الفرع اللاهوائي اللالكتيكي 42

الشكل رقم 12 : معادلات التفاعلات الفرع اللاهوائي اللكتيكي 43

الشكل رقم 13 : معادلات الفرع الهوائي 44

مدخل في الكمياء الحيوية

مقدمة :

الكيمياء الحيوية هو فرع من فروع العلوم ، وتعنى بدراسة التركيب الكيميائي للأجزاء المكونة لخلية الكائنات النباتية والحيوانية والإنسان،

علم الكيمياء الحيوية ,يقوم هذا العلم بدراسة مكونات الخلية لمختلف الكائنات الحية من حيث مكوناتها وتراكيبها ووظائفها بالإضافة إلى التفاعلات الحيوية التي تحصل داخل هذه الخلايا، ومن هذه التفاعلات .إنتاج الطاقة والبناء وعملية الهدم والبناء

- يتعامل هذا العلم مع التداخلات والتركيب الحاصلة بين مكونات الخلية مثل الجزيئات الحيوية والأحماض النووية والدهون إضافةً إلى البروتينات والكربوهيدرات، بحيث يكون البعض منها على هيئة جزيئاتٍ معقدة وكبيرة في الحجم وهي البوليمرات الحيوية التي تتكون بدورها من العديد من الوحدات المتشابهة والتي يُطلق عليها اسم مونومر.
- تعد المادة الوراثية الـ DNA و RNA من المجالات التي يدرسها هذا العلم بصورةٍ كبيرة، إضافةً إلى نقل الإشارات والمواد التي تحدث في غشاء الخلية.
- تقوم أيضاً بدراسة تفاعلات الجزيئات الحيوية وخصائصها الكيميائية والتي يتم تحفيزها من خلال الأنزيمات ومنها البروتينات.
- تعنى كذلك بدراسة ما يتم داخل الخلية كعمليات الأيض وما يتعلق بالغدد الصماء.

- المركبات الحيوية التي تتكون منها الكيمياء الحيوية الاستقلاب والليبيدات والأحماض النووية والفيتامينات والهرمونات والأنزيمات .
- يعتبر هذا العلم أساساً لتقدم العلوم الحديثة كعلم زراعة الأنسجة وعلم الهندسة الوراثية.
- لهذا العلم ارتباطاً وثيقاً مع العلوم الأخرى بالأخص الكيميائية منها وهي علم الكيمياء الفيزيائية وعلم الكيمياء التحليلية بالإضافة إلى الكيمياء العضوية.

يهتم هذا العلم بدراسة الأسس الكيميائية التي يقوم عليها علم الوراثة بالإضافة إلى المكونات التي تحتوي عليها النواة .و يركز هذا العلم وبصورةٍ محددة وكبيرة على دراسة كيمياء الأنزيمات .

ماهية الكمياء الحيوية :

مصطلح "الكيمياء الحيوية "مشتق من bio بمعنى "الحياة" و chemistry بمعنى الكيمياء. وتم تسجيل الكلمة لأول مرة في اللغة الأنجليزية في عام 1848، في حين في عام 1877، استخدم فيليكس هوب-سيلر مصطلح بيوشيمي Biochemie باللغة الألمانية في مقدمة العدد الأول من مجلة الكمياء الفسيولوجية كمرادف للكيمياء الفسيولوجية، ودعا إلى إنشاء معاهد لدراستها .ومع ذلك، نوهت العديد من المصادر إلى أن الكيميائي الألماني كارل نيوبيرغ صاغ مصطلح النظام الجديد في عام 1903،وبعضها نسبه إلى فرانز هوفمايستر .

تاريخ الكيمياء الحيوية :

ممكن القول أن تاريخ الكيمياء الحيوية قد بدأ مع الأغريق الذين كانوا مهتمين بالحياة والمواد المكونة لها، على الرغم من أن الكمياء الحيوية باعتبارها علم محدد كانت بدايتها في جميع أنحاء العالم في أوائل القرن التاسع عشر .وذهب البعض إلى أن بداية الكيمياء الحيوية كانت مع اكتشاف أول انزيم ، وهو دياستيز يسمى اليوم الأميلاز (في عام 1833 من قِبَل أنسيلم باين .في حين اعتبر البعض الآخر أن وصفا دوارد بوخنر لأول عملية كيميائية حيوية معقدة لتخمر الأيثانول خارج الخلية هو ميلاد علم الكيمياء الحيوية وقد يشير البعض أيضًا إلى العمل المؤثر الذي قام به يوستون فون ليبيغ عام 1842 في الكيمياء الحيوانية الكمياء العضوية في تطبيقاته لعلم وظائف الأعضاء و علم

الأمراض ، والذي قدم نظرية كيميائية لعملية التمثيل الغذائي كما أن البعض يُرجِع بدايتها إلى دراسات القرن الثامن عشر على التخمر والتنفس من قِبَل انطوان لافواييه .

فروع الكمياء الحيوية :

هناك العديد من الفروع لها العلم وقد تم تقسيمها في برنامج المخصص العلوم الرياضية إلى قسمين وهي كما يلي :

- **الكيمياء الحيوية الوظيفية :** والذي يُبنى على دراسة العلاقة بين وظائف الأنسجة والأعضاء وبين وظيفة المركبات الحيوية التي توجد في خلايا الكائنات الحية.
- **الكيمياء الحيوية البنيوية :** بحيث يهتم هذا العلم أيضاً مكونات الخلايا من حيث تركيبها الكيميائية من ناحية الكمية والنوعية كدراسة بنية المصادر الطاقوية كالسكريات و البروتينات و الدسم .

أهمية الكمياء الحيوية :

1- دراسة تركيب المواد الكيميائية في الخلية والتغيرات التي تطرأ عليها والعمليات الحيوية التي تجرى عليها

2- دراسة مكونات النواة والأسس الكيميائية لعلم الوراثة .

3- علم الكيمياء الحيوية هو أساس تقدم الكثير من العلوم الحديثة الأخرى مثل علم الهندسة الوراثية علم زراعة الأنسجة

4- يرتبط علم الكيمياء الحيوية بكثير من العلوم الكيميائية الأخرى مثل علم الكيمياء العضوية وعلم الكيمياء التحليلية وعلم الكيمياء الفيزيائية .

5- يشمل علم الكيمياء الحيوية على دراسة تركيب المركبات الحيوية المختلفة مثل الكربوهيدرات - الليبيدات - البروتينات -الفيتامينات - الأحماض النووية

بنية الغلوسيدات

(السكريات أو الكوبوهدرات)

1- مقدمة :

تعتبر الغلوسيدات (السكريات أو الكربوهيدرات) المصدر الرئيسي للطاقة في الجسم هي مركبات عضوية تتكون من الهيدروجين والاوكسجين وتعرف الكربوهيدرات بانها متعددة الكحولات (-HO) و تحتوي على وضيفة كربونيلية تكون ألدهيدية أو سيتونية صيغتها العامة هي : $CnH2nOn$ حيث $n \geq 3$

2- تصنيف الغلوسيدات :

تنقسم الغلوسيدات إلى ثلاثة أقسام و هي :

- الغلوسيدات الأحادية
- الغلوسيدات الثنائية
- الغلوسيدات المتعددة

2-1- الغلوسيدات الأحادية (les oses) : تسمى أحيانا السكريات البسيطة هي الكاربوهيدرات التي لا يمكن تحللها إلى مركبات أبسط منها و تتمثل في سلسلة من ذرات الكربون غير متفرعة تحتوي على وضائف كحولية (HO) و وضيفة كربونيلية ألدهيدية أو سيتونية هي

2-1-1- تسمية الغلوسيدات الأحادية : تصنف الغلوسيدلت حسب :

- عدد ذرات الكربون التي يحتوي عليها السكر:
  - تريوز (triose) : ثلاثة ذرات كربون .
  - تتروز (tetrose) : أربعة ذرات كربون .
  - بنتوز (pentose) : خمسة ذرات كربون .
  - هكسوز (hexose) : ستة ذرات كربون .
- حسب طبيعة الوضيفة الكاربونيلية :
  - أدلهيد (ألدوز aldose)
  - سيتون (كيتوز وcetose)

جدول رقم 1 : تسمية الغلوسيدات الأحادية :

عدد ذرات الكربون	الوضيفة الأدهيدية	الوضيفة السيتونية
3	ألدوتريوز	سيتو تريوز
4	ألدوتتروز	سيتوتتروز
5	ألدوبنتوز	سيتوبنتوز
6	ألدوهكسوز	سيتوهكسوز

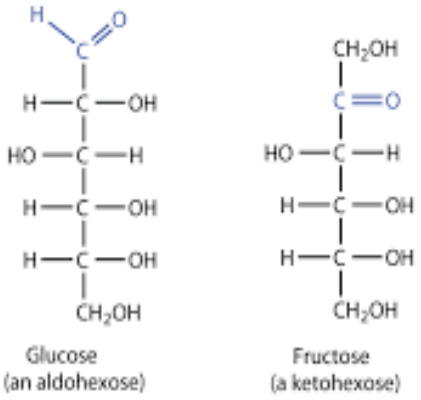
2-1-2- أمثلة عن الغلوسيدات الأحادية :

الغلوكوز : وهو سكر أحادي سداسي الدهييدي يحتوي على ستة ذرات كربون ويسمى بسكر الدم، ويكون على شكل سكر طبيعي في الغذاء أو يستطيع الجسم توفيره من خلال هضم الكربوهيدرات المركبة مثل النشويات الموجودة في الغذاء مثل البطاطا و الأرز

الفراكتوز : وهو سكرأحادي سداسي سيتوني هذا هو سكر الفواكه ويوجد في الفواكه والعسل،

وهو أكثر أنواع السكريات والنشويات حلاوة من حيث الطعم .

2-1-3- التمثيل الخطي السكريات الأحادية :

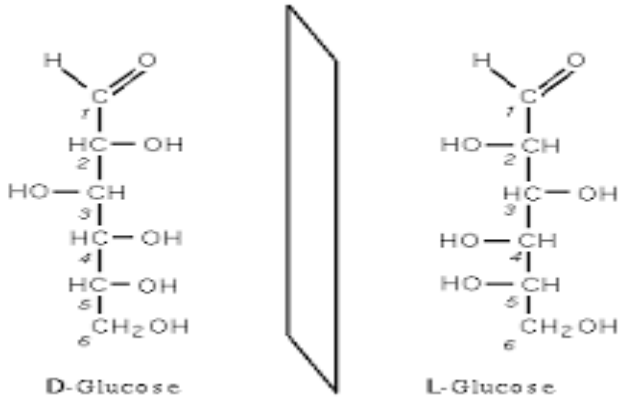


2 –1- 4 مماكب السكريات الأحادية :

كل سكر أحادي له مماكبه ، يتميز المماكبان بانهما يحتويان على نفس التفاعلات الكميائية و نفص الصيغة العامة لكنهما يختلفان في النشاط الضوئي

يوجد مجموعتين من السكريان الأحادية :

- المجموعة (D) : في هذه الجموعة تكون الوضيفة الكحولية (OH) للكربون ماقبل الأخير على اليمين .
- المجموعة (L) : في هذه المجموعة تكون الوضيفة الكحولية (OH) للكربون ما قبل الأخير على اليسار .

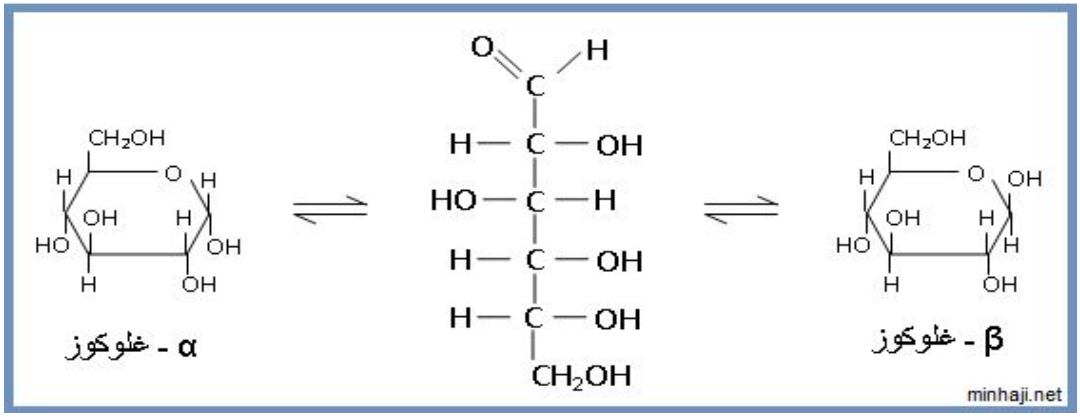


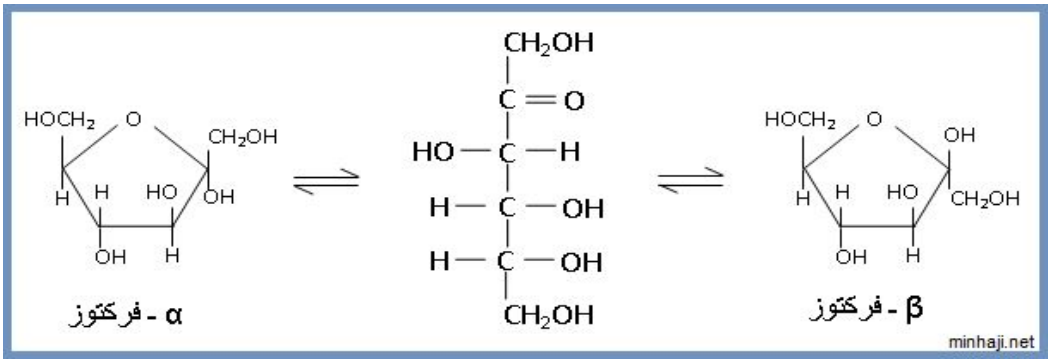
2- 1- 5 - التمثيل الحلقي للسكريات الأحادية:

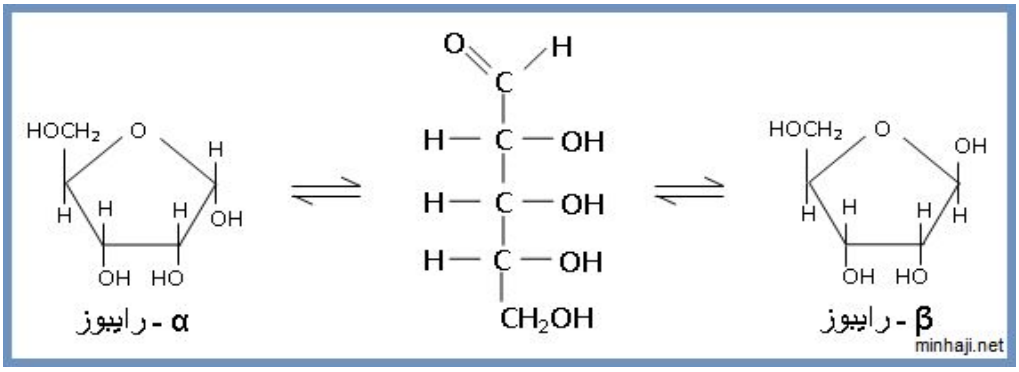
يوجد مجموعتين من الصيغة الحلقية

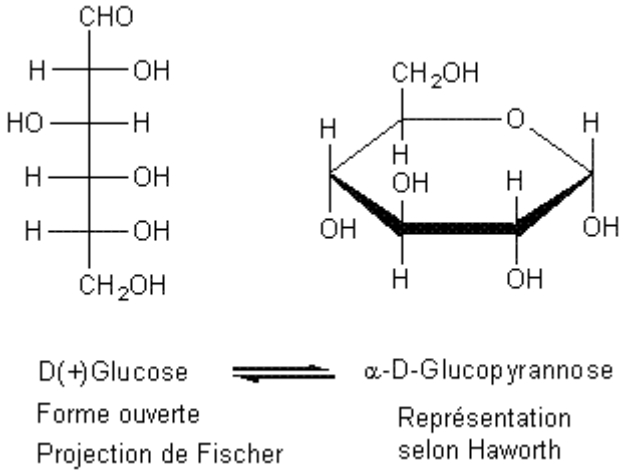
- الشكل السداسي أو بران (pyrane)
- الشكل الخماسي أو فران (furane)

في الشكل الخطي أو في تمثيل فيشر : اذا كانت الوضيفة الكحولية (OH) على اليسار فتمثل الى الأعلى في الشكل الحلقي ، أما اذا كانت الوضيفة الكحولية (OH) على اليمين فتمثل الى الأسفل في الشكل الحلقي







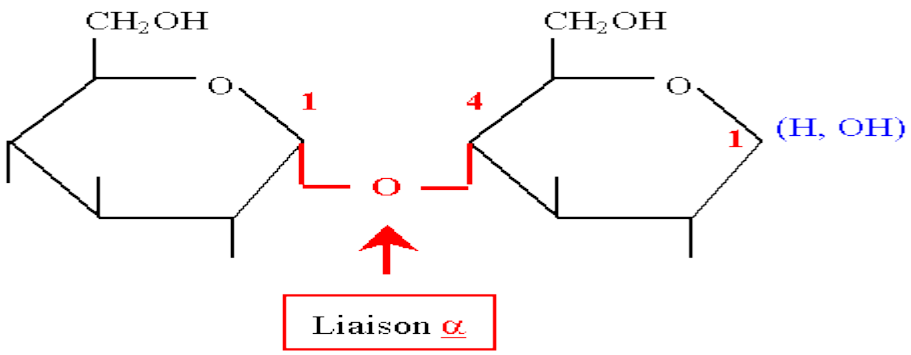


2- 2 - السكريات الثنائية :

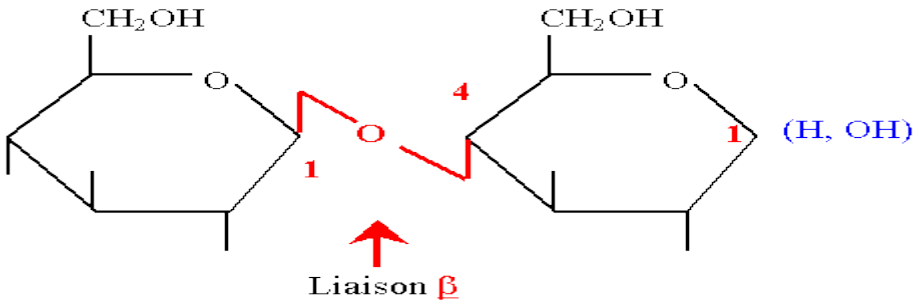
وهي السكريات التي ينتج عن تحللها مائيا جزيئين من السكريات الأحادية مثل سكر السكروز (سكر القصب) واللاكتوز (سكر اللبن) والمالتوز سكر الشعير ،

يربط بين السكرين الأحاديين رابطة أوزيدية و تسمى أيضا غلوسيدية و هناك نوعين من هذه الرابطة : " α " و " β "

Maltose =. α D-Glucopyranosyl (1-4) D-Glucopyranose

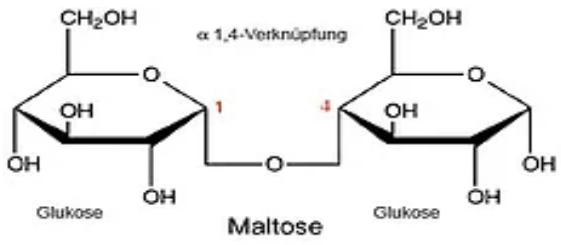


β D-Glucopyranosyl (1-4) D-Glucopyranose

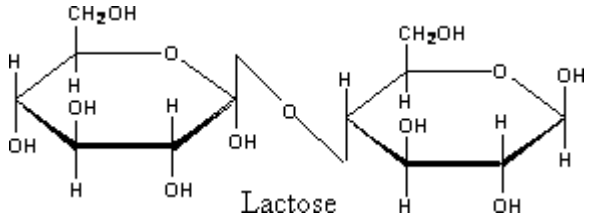


أمثلة عن السكريات الثنائية :

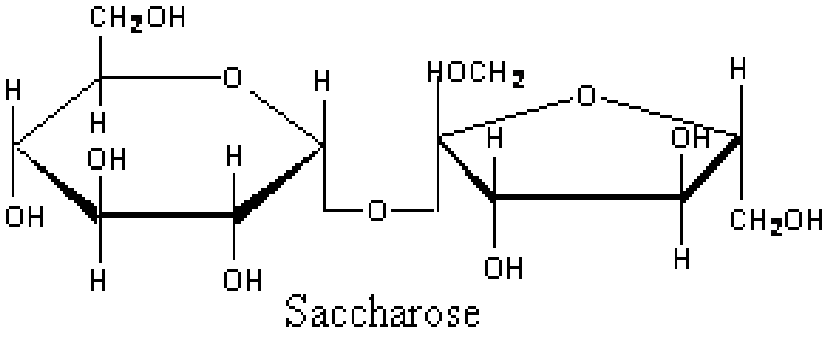
المالتوز : يتكون من الغلوكوز و غلوكوز برابطة α (1- 4)



اللاكتوز : يتكون من الغلوكوز و الغلاكتوز برابطة β (1- 4)



السكاروز : يتكون من الغلوكوز و الفراكتوز برابطة α (1- 2)



2- 3 : السكريات المتعددة :

و هي السكريات التي يحتوي الجزء منها على عدد من 2 - 10 وحدات من السكريات الأحادية مرتبطة مع بعضها بروابط غلوسيدية ويمكن تحللها الى السكريات البسيطة ، وتنقسم هذا النوع إلى قسمين حسب نوع وحدات السكر الأحادي المكون لجزيئاتها إلى :

- السكريات المتعددة المتجانسة : هي التي تحتوي على نوع واحد من السكريات الأحادية
- السكريات المتعددة الغير المتجانسة : هي التي تحتوي على أكثر من نوع واحد من السكريات الأحادية

أمثلة عن السكريات المتعددة :

- **النشا** : يعتبر النشاء من أهم السكريات التخزينية العديدة التي تستخدم في تغذية الإنسان حيث يخزن في الحبوب مثل القمح و الأرز و في الباقوليات ، و عند طهي النشاء فإن حبيبات النشاء تلين وتتفجر جدرانها مما يسهل هضمها في الأمعاء حيث تتحول على وحدات جلوكوز قابلة للامتصاص و يتكون النشاء من جزئين هما الأميلوز والأميلوبكتين .

- **الأميلوز** : و هو يتكون من وحدات جلوكوز مرتبطة ببعضها بروابط غلوسيدية

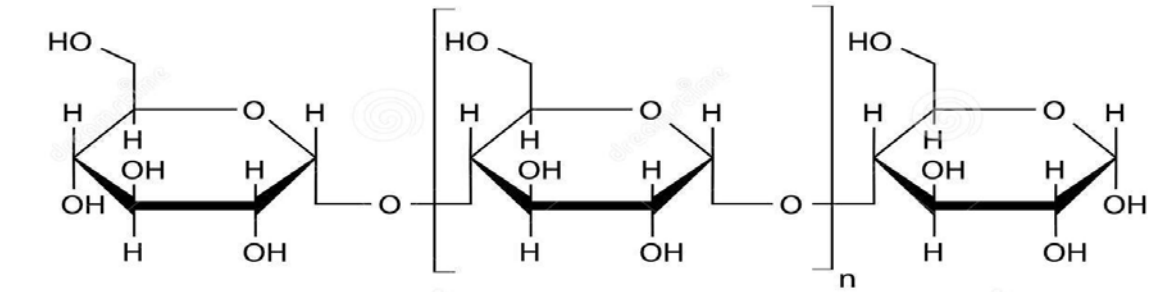
α (1 - 4) لتكون سلسلة طويلة غير متشبعة وطولها حوالي 200 - 300 وحدة غلوكوز أو أكثر .

- **الأميلوبكتين** : وهو يتكون من وحدات جلوكوز مرتبطة مع بعضها بروابط غلووسيدية

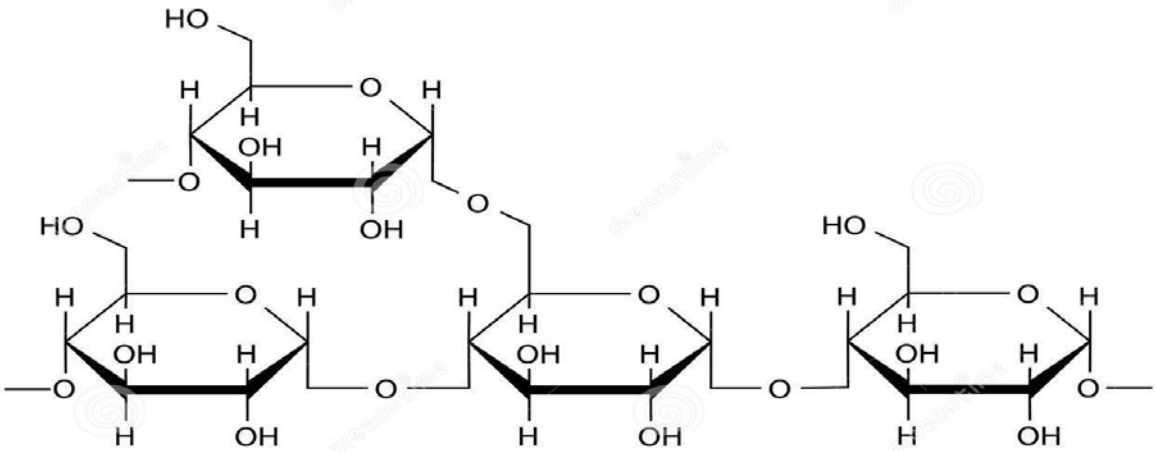
α (1 - 4) لتكون سلاسل قصيرة متشعبة وطول التشعب بين 20 - 30 وحدة غلوكوز

- الجليكوجين : و هو من السكريات العديدة المعقدة التركيب ويعرف بالنشاء الحيواني حيث يتم تخزينه داخل جسم الإنسان حيث تتحول السكريات الأحادية إلى جليكوجين حيث يخزن معظمه في الكبد و جزء صغير منه يختزن في العضلات حيث يستخدمه الجسم كلما احتاج إلى طاقة في حالة عدم توفرها في الأطعمة المقدمة .وهو يشبه في التركيب الأميلوبكتين ألا أن طول السلسلة حوالي 12 وحدة جلوكوز.

السليلوز :وهو أيضا من السكريات العديدة المعقدة التركيب و يكون الجدار الخارجي للنباتات كالفاكهة و الخضروات و يعطيها شكلها المميز و يطلق عليه اسم الألياف ولا يستطيع الإنسان أن يهضمه ، و يتكون السيليلوز من وحدات جلوكوز مرتبطة بعضها برابطة جليكوسيدية بيتا (1 - 4) مكونه سلسلة طويلة غير متشعبة قد تصل إلى 3000 وحدة جلوكوز



Amylose



Amylopectin

Download from
Dreamstime.com
This watermarked comp image is for previewing purposes only.
ID 40390746
Serleb10 | Dreamstime.com

3 : *مصادر* السكريات :

هناك مصدرين رئيسيين يحصل منهما الإنسان على المواد الكربوهيدراتية وهما

- **مصدر حيواني** : يعتبر اللاكتوز (للبن و منتجاته) السكر الحيواني الوحيد، من مصادر الكربوهيدرات الحيواني
- **.مصادر نباتية** : و يأتي في مقدمتها ما يلي : الحبوب ، الفواكه و عصيرها ، المربى (جلوكوز ، سكروز) ، الخبز ، الأرز ، المعكرون (النشاء) ، و ما إلى ذالك من مصادر كربوهيدراتية نباتية .

4 - **الوظائف الحيوية و الفسيولوجية للغلوسيدات** :

تعد الغلوسيدات أو الكاربوهيدرات المصدر الرئيسي للطاقة إذ يحتاج كل (1 كغ) من الجسم إلى (5-8) غرام منها ، أي ما يعادل من (355 - 637) غرام في اليوم الواحد تبعا لنوع العمل الممارس ، أما لدى الرياضيين فتزيد هذه النسبة والكمية في اليوم الواحد وحسب خصوصية الفعالية الرياضية فتصل من (478 - 920) غرام تبلغ نسبة الطاقة التي يكون مصدرها الكاربوهيدرات حوالي 90 % من الطاقة الكلية التي يحتاجها الجسم فالغرام الواحد (1غ) يعطي 4 سعرات حرارية . تتحول المواد النشوية و السكرية التي تتضمنها الكاربوهيدرات بواسطة الهضم إلى سكريات بسيطة سكر الغلوكوز الذي يمر بالدم ويساعد على ما يلي

- توليد الطاقة اللازمة لحركة العضلات الإرادية و غير الإدارية

- خلق حيوية الجسم وقيام أعضائه الداخلية بكافة وظائفها

- الاحتفاظ بدرجة حرارة الجسم في درجة ثابتة (37°)

- ترشيح ثم إعادة امتصاص بعض مكونات سوائل الجسم و الدم كما يحدث في الكليتين (البول) .

- تركيب الجزيئات الكبيرة سواء كانت بروتينية أو دهنية من مكونات بروتوبلازم الخلية.

- تحمي الدهون و البروتينات من أن يستغلها الجسم في توليد الطاقة .

- تعد ضرورية لقيام الجهاز العصبي المركزي بوظائفه من خلال سكر الغلوكوز .

- تلعب دورا أساسيا في الفعاليات الرياضية ذات الزمن القصير و الشدة العالية فضلاهم الفعاليات ذات الزمن الطويل المستمر .

- تساعد في تركيب بعض المركبات في الجسم مثل حامض الغلوكيورنيك الموجود في الكبد الذي يزيل السموم التي تصل إلى الجسم ، و الهيبارين وهي المادة المانعة للتخثر ، الألياف السيلوزية التي تمنع التجلط بالإضافة إلى تنبيه الأمعاء للقيام بحركاتها الدورية .

تعطي الكاربوهيدرات المخزنة في الكبد والعضلات الهيكلية عن طريف الغليكوجين حوالي (2000) سعر حراري من الطاقة يمكن خلالها قطع مسافة (32) كيلومتر .

- يستطيع الجسم البشري تخزين الفائض منها على شكل غليكوجين في الكبد و العضلات للاستفادة منها عند الحاجة كما في النشاط البدني و تتحول إلى دهن تحت الجلد بالنسبة للغلوكوز

بنية الليبيدات

(الدهون أو الدسم)

1- مقدمة :

تعد الدهون مصدر أساسي من مكونات الغذاء الرئيسية لكونها مصدر مركز الطاقة المخزونة، إذ أنها ذات خاصة للبقاء مدة طوية في القناة الهضمية باعتبارها من العناصر الغذائية الصعبة الهضم فهي تمتص بمعدل أقل من المواد الكاربوهيدراتية ، و هي مركبات عضوية تتفق في تركيبها الكيميائي مع الغلوسيدات إذ أنها تتكون من الكربون الهيدروجين والأكسجين ولكن نسبة الهيدروجين تكون أكبر مما هي عليه في الغلوسيدات الأمر الذي يشير إلى أنه يمكن أنها قابلة للأكل من مصدر حيواني أو نباتي التي توفر للكائن الحي حاجته الغذائية من العناصر، وللمواد الدهنية أن تتحول إلى مواد كاربوهيدراتية وبالعكس وذالك من خلال عمليات التمثيل الغذائي ، أما نسبة الدهون في الغذاء اليومي للإنسان يجب أن لاستزيد عن 25 % من مجموع السعرات الحراري .

الدسم هي مركبات عضوية لا تذوب في الماء لكنها تذوب في المححلولات الأخري مثل الأيثر و الكلوروفورم و البنزين

2 – الأحماض الدسمة :

الأحماض الدسمة هي عبارة عن أحماض كربوكسيلية لديها سلسلة أساسية طويلة وغير متفرعة، والتي يمكن أن تكون إما مشبعة أو غير مشبعة . يمكن اعتبار الأحماض الكربوكسيلية ذات سلسلة قصيرة مثل حمض البوتيريك (حمض الزبدة) (4 ذرات كربون) كحمض دهني، في حين أن الأحماض الدهنية المشتقة من الدهون أو الزيوت الطبيعية تحوي غالبا على الأقل 8 ذرات كربون، مثل حمض الكابريليك (حمض الأوكتانويك). تكون أغلب الأحماض الدهنية الطبيعية على عدد زوجي من ذرات الكربون.

تعتبر الأحماض الدسمة الجزء الأكبر في تركيب الليبيدات و هي أحماض كربوكسيلية R–COOH

حيث R هي سلسلة من الهيدروكربونات ذات طول متغير

2 – 1 – خصائص الأحماض الدسمة :

تتميز الأحماض الدسمة الطبيعية ب :

- توجد في سلاسل مستقيمة.
- تحتوي على عدد زوجي من ذرات الكربون.
- ذوبانيتها تعتمد على عدد ذرات الكربون للحامض الدهني.
- احادية الكربوكسيل .
- تكون مشبعة أو غبر مشبعة .

لو كان الحمض الدهني يحتوي على 2 إلى 6 ذرات كربون فإنه يذوب في الماء.

إذا زادت عدد ذرات الكربون في الحامض الدهني عن 6 ذرات، فإنه لا يذوب في الماء ولكن يذوب مذيبات الدهون مثل الإيثر.

أملاح الصوديوم أو البوتاسيوم للأحماض الدهنية (الصابون) تذوب في الماء.

- درجة الإذابة أو الانصهار:
- الأحماض الدهنية المشبعة تكون صلبة عند درجة حرارة الغرفة.

- الأحماض الدهنية غير المشبعة تكون سائلة على درجة حرارة الغرفة (أي درجة انصهارها)
- يمكنها أن تكون استرات مع الكحول.

2 – 2 – تصنيف الأحماض الدسمة

2 – 2 –1 الأحماض الدسمة المشبعة :

الأحماض الدهنية المشبعة هي أحماض دهنية تكون فيها جميع ذرات الكربون مشبعة بالهيدروجين وتكون صيغتها العامة هي $CH3-(CH2)n-COOH$ عندما تكون n محصورة بين 2 و 10 فيكون الحمض الدهني من الأحماض الدهنية ذات السلسلة القصيرة وعندما تكون n أكبر من 11 فيكون الحمض الدهني من الأحماض الدهنية ذات السلسلة الطويلة، ومن أهم الأحماض الدهنية المشبعة:

- **حمض البوتيريك:** و هو حمض يحتوي على أربع ذرات كربون ويوجد أساسا في الزبدة

صيغة المنشورة هي : $CH3-(CH2)2-COOH$

- **حمض البالميتيك** : و هو حمض يحتوي على 16 ذرة من الكربون ويوجد في دهون الخضروات والحيوانات

الصيغة المنشورة هي : $CH3-(CH2)14-COOH$

- **حمض الستياريك:** و هو حمض يحتوي على 18 ذرة من الكربون ويوجد في الدهون الحيوانية والنباتية

الصيغة المنشورة هي : $CH3-(CH2)18-COOH$

2 – 2 – 2 – أحماض دسمة الغير مشبعة :

الأحماض الدهنية الغير مشبعة هي أحماض هي أحماض دهنية تحتوي على رابطة رابطة مزدوجة أو أكثر بين ذرتي كربون. و نمير نوعين :

- **أحماض دهنية ذات رابطة مزدوجة واحدة :**

و هي أحماض دهنية تحتوي على رابطة مزدوجة واحدة توجد غالبا بين الكربون C_9 و C_{10} هي. ونعطي كمثال:

- **حمض البالميتوليك** : يحتوي على 16 ذرات الكربون

صيغته المنشورة هي : $CH_3 - (CH_2)_5 - CH=CH - (CH_2)_7 - COOH$

- **حمض الأوليك** : يحتوي على 18 ذرات الكربون

وصيغته المنشورة هي : $CH_3 - (CH_2)_7 - CH=CH - (CH_2)_7 - COOH$

➢ **أحماض دهنية ذات اكثر من رابطة مزدوجة واحدة :**

و هي أحماض دهنية تحتوي على رابطتين مزدوجة على الأقل حيث تكون الأولى غالبا بين الكربون C_9 و C_{10} و نذكر على سبيل المثال :

- **حمض اللينولييك** : صيغتة المنشورة هي :

$$CH_3 - (CH_2)_4 - CH=CH - CH_2 - CH=CH - (CH_2)_7 - COOH$$

- **حمض اللينولينيك** : صيغتة المنشورة هي :

$$CH_3 - (CH_2 - CH=CH - CH_2 - CH=CH - CH_2 - CH=CH - (CH_2)_7 - COOH$$

3- الليبيدات :

و تسمى ايضا الدسم أو الدهون و هي منتجات طبيعية ناتجة من اتحاد الحمض الدسم مع كحول أو أمين و نميز مجموعتين :

3 -1- *الليبيدات البسيطة* :

هي مركبات ثلاثية لأنها تتكون من الأكسجين الهيدروجين و الكربون و هي عبارة عن إسترت الأحماض الدهنية مع الكحولات، وأهمها الدهون والزيوت التي هي إسترات ناتجة هم تفاعل الغليسرول

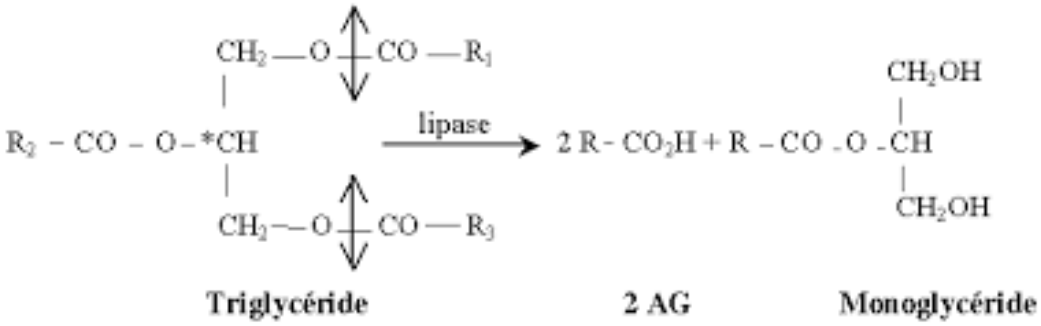
مع الأحماض الدهنية وهذه تدعى/لغليسردات ، وقد تكون أحادية أو ثنائية أو ثلاثية ، وذالك حسب الأحماض الدهنية المرتبطة بالغليسرول الذي يحتوي على ثلاث مجموعات هيدروكسيل، وبالتالي يمكن أن و جود *على الأكثر* ثلاث أحماض دهنية

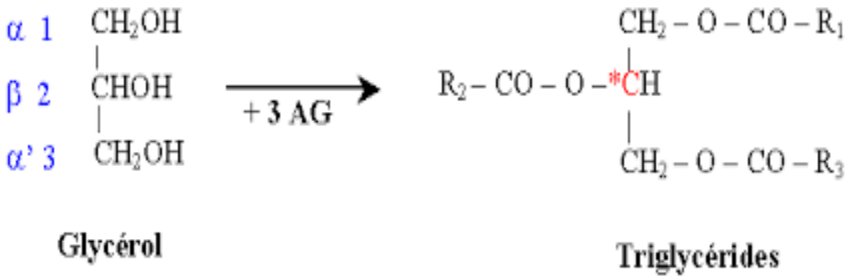
- الغليسريدات : هي أسترة الغليسرول (كحول ثلاثي) مع حمض دسم أو حمضين دسمين أو ثلاث أحماض دسمة

غليسرول + حمض دسم = غليسريد

غليسرول + حمضين دسمين = ثنائي غليسريد

غليسرول + ثلاث احماض دسمة = ثلاثي غليسريد





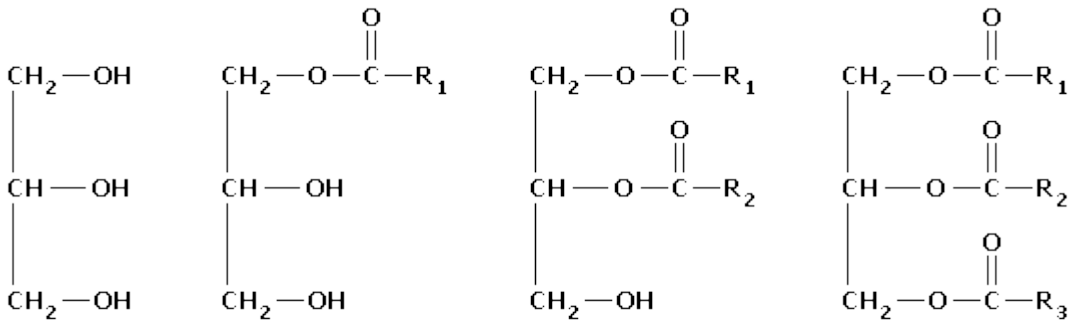
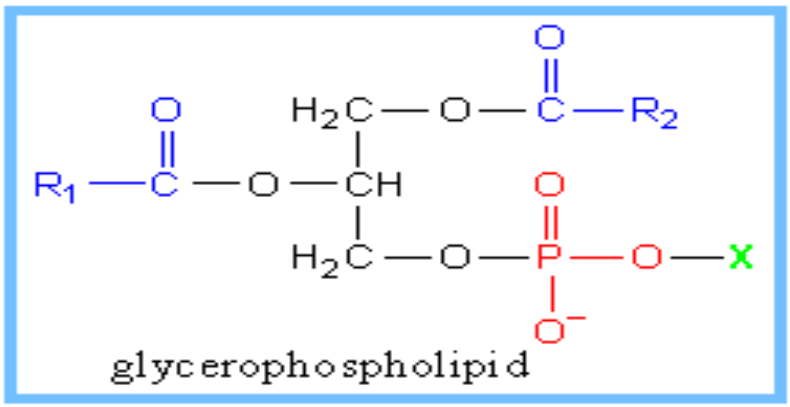


Figure 4 : Glycérides

3 -2- *الليبيدات المعقدة* :

الليبيدات المعقدة هي التي يدخل في تركيبها اضافة الى الكربون الهيدروجين و اكسجين ، الأزوت ، الفوسفور الكبريت و سكريات بسيطة الخ .....

3 –2 -1- الغليسروفوسفوليبيد :



3 –2 -1- السيريدات :

4 - وضائف الدهون

- تعد الدهون مصدرا كبيرا للطاقة (اكسدة 1 غم من الدهون ينتج 9 كيلوكلوري بينما اكسدة 1 غم من الكربوهيدرات ينتج 4 والبروتينات تنتج 5.5)
- البروتينات الدهنية هي عناصر تركيبية لاغشية الخلية كالنواة والمايكروسوم والمتوكوندري وهي المسؤولة عن نقل الدهون في الدم .
- تعد الدهون مواد واقية على سطح الكثير من الكائنات الحية .
- تعد الدهون منشطرات لكثير من الانزيمات مثل المونواكسجنيديز monooxgenase .
- تلعب الدهون المفسفرة دورا مهما في نظام نقل الالكترونات من الخلية .
- تعتبر الاساس في صناعة المواد المنظفة والصابون ومواد الطلاء .

بنية البروتينات

1- مقدمة :

البروتينات هي من المكونات الأساسية للأنسجة سواء كانت نباتية أو حيوانية فالبروتينات هي جزيئات معقدة تحتوي على النتروجين و تتواجد في كثير من الأماكن في الجسم و تلعب دورا هاما مثل الهيموغلوبين الأكسجين في الدم ، وتحمل الهرمونات الرسائل الكيميائية حول الجسم، والأهم من ذالك تعتبر الحفازات البيولوجية التي تدعى الأنزيمات أساسية لسلسلة التفاعلات الكيميائية المضبوطة التي نسميها الحياة.

تتكون البروتينات من تسلسل الأحماض الأمينية التي ترتبط فيما بينها عن طريق روابط ببتيدية

2 - الأحماض الأمينية :

الأحماض الأمينية هي الوحدات الكيميائية أو الوحدات التي تبني البروتينات. وتحتوي الأحماض الأمينية على حوالي 16 بالمائة من النيتروجين. ومن الناحية الكيميائية، فإن هذا هو ما يميزها عن المواد الغذائية الرئيسية الأخرى. ولكي تدرك مدى حيوية هذه الأحماض الأمينية، فإنك يجب أن تدرك مدى

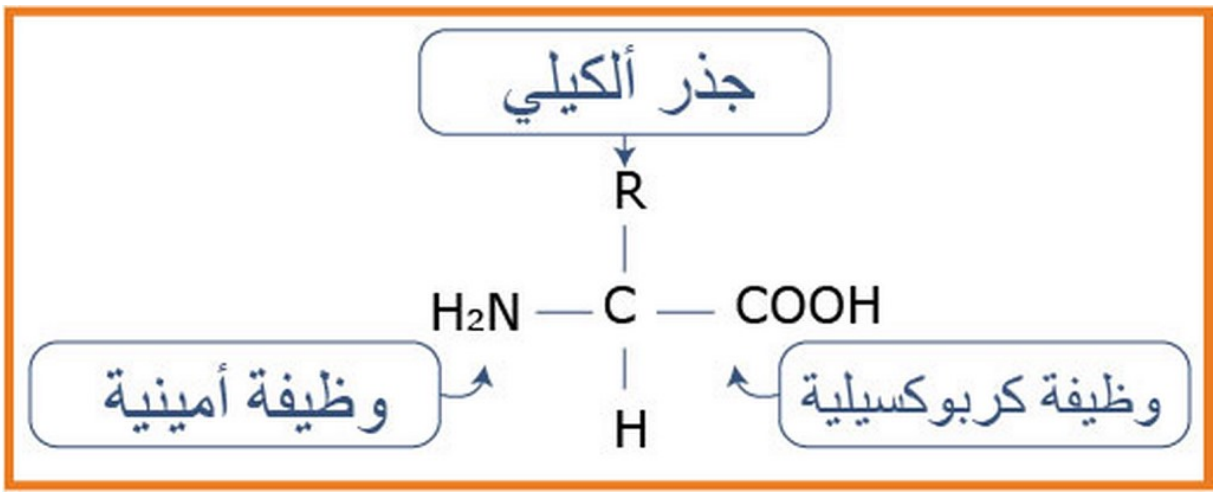
ضرورة البروتينات للحياة. فإن البروتين هو الذي يعطي البنية التركيبية لكل الكائنات الحية. والبروتين بمختلف صوره وأشكاله يساهم في العمليات الكيميائية الحيوية .

الأحماض الأمينية هي المركب الرئيسي لبناء البروتين والببتيد في الجسم. يمكن ملاحظتها بسهولة بعد هضم البروتين . ثمانيه أساسية مهمة جدا (لا يمكن للجسم أن يصنعها بنفسه) والباقي غير أساسية (يمكن صنعها داخل الجسم). بالرغم من قدرة الجسم على صناعة الأحماض غير الأساسية، إلا أنه وفي بعض الأحيان يتوجب أخذ مكملات للأحماض غير الأساسية لضمان توفر الكمية المثلى في الجسم. البعض يضيف قسما ثالثا هو شبه-أساسية، حيث يقوم الجسم بصناعة هذه الأحماض ولكن بكميات محدودة.

إضافة إلى بناء الخلايا وإصلاح الانسجة، الأحماض الامينية تشكل مادة البناء الرئيسية للأجسام المضادة لمكافحة غزو البكتريا والفيروسات، وهي تشكل جزءا أساسيا من نظام الإنزيمات والهرمونات؛ وهي تبني البروتينات النووية ARN (الحَمْضُ النَّوَوِيِّ الرِّيبِي) ADN (الحَمْضُ الرِّيْبِيُّ النَّوَوِي المَنْزُوع الأوكسِجين). كما تقوم الأحماض الأمينية بدور رئيسي بحمل الأكسجين إلى أنحاء الجسم المختلفة، وهي مكون أساسي للنشاط العضلي .

وهي أحماض عضوية كربونية تتكون من مجموعة الأمين (NH_2) ومجموعة الكربوكسيل (COOH)والجذر الألكيلي (R) (مختلفة من حمض أميني لأخر) ترتبط بذرة الكربون ألفا (α) والمجموعة R تسمى المجموعة الطرفية والصيغة العامة لها هي :

الشكل رقم 01 : الصيغة العامة للحمض الأميني



2 – 1 - تسمية الأحماض الأمينية : يرمز الى الحماض الأمينية بالحروف الثلاثة الأولى

مثال : alanine يرمز له ب : ALA

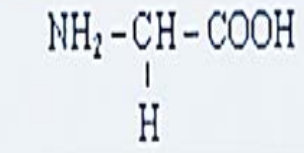
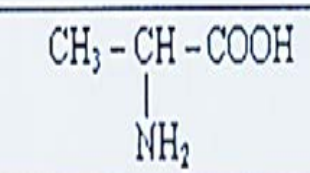
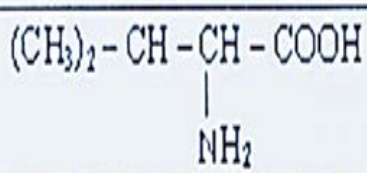
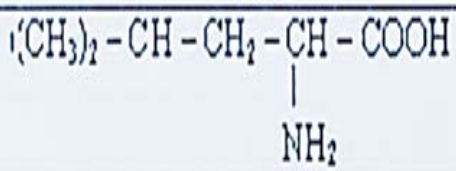
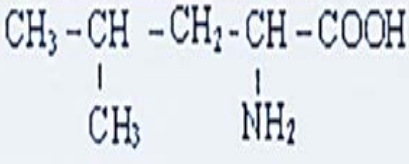
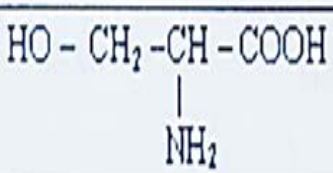
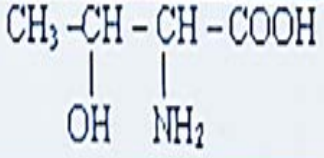
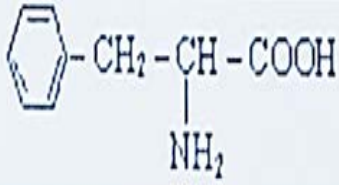
Valine يرمز له ب : VAL

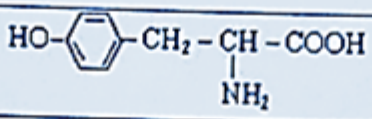
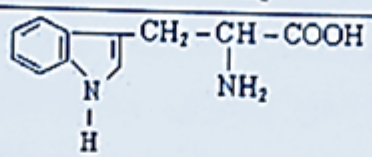
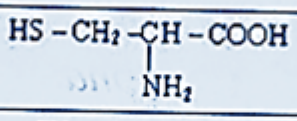
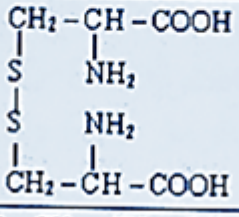
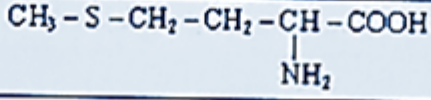
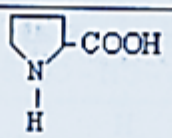
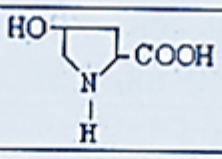
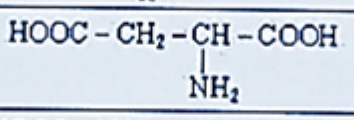
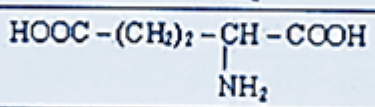
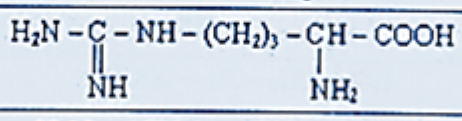
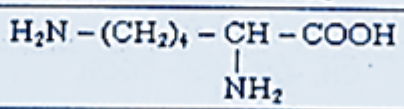
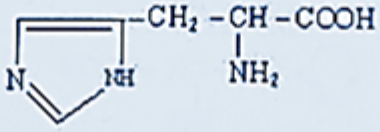
2 – 2 - تصنيف الأحماض الأمينية :

تقسم على أساس مجموعة الكربوكسيل والأمين ومجموعة الالكيل إلى:

- أحماض أمينية خطية
- أحماض أمينية كحولية
- أحماض أمينية قاعدية
- أحماض أمينية كربوكسيلية
- أحماض أمينية عطرية
- أحماض أمينية حلقية
- أحماض أمينية كبريتية

جدول رقم 02 : تصنيف الأحماض الأمينية

الاســـم	الرمز الكيميـائي	النـــوع
الجلايسين		اليفاتي
ألأنين		اليفاتي
الفالين		اليفاتي
الليوسين		اليفاتي
ايزوليوسن		اليفاتي
السيرين		اليفاتي
الثريونين		اليفاتي
الفينل الأنين		عطري

التيوزين		عطري
التربتوفان		عطري
السيستئين		أحماض أمينية كبريتية
السيستين		أحماض أمينية كبريتية
الميثونين		أحماض أمينية كبريتية
البرولين		أحماض أمينية ثانوية
الهيدروكسي برولين		أحماض أمينية ثانوية
حمض أسبارتيك		أحماض أمينية حمضية
حمض جلوتاميك		أحماض أمينية حمضية
الأرجنين		أحماض أمينية قاعدية
اللايسين		أحماض أمينية قاعدية
الهيستدين		أحماض أمينية قاعدية

3 - البروتينات :

تتكون البروتينات من سلاسل من الأحماض الأمينية ترتبط ببعضها البعض بما يسمى الروابط الببتيدية . وكل نوع من البروتين يتكون من مجموعة معينة من الأحماض الأمينية في ترتيب كيميائي معين. وتلك الأحماض الأمينية المعينة أو المحددة الموجودة والطريقة التي ترتبط بها ببعضها البعض بشكل متتابع هي التي تعطي البروتينات التي تبني الأنسجة المختلفة وظائفها وخصائصها. وكل بروتين في الجسم يقوم بوظيفة معينة . فلا يمكن لبروتين أن يحل محل بروتين آخر وظيفيا. والبروتينات التي تشكل بنيان الجسم لا تأتي هكذا مباشرة من الطعام. ولكن البروتين الغذائي يتم هضمه وتحلله في القناة الهضمية حتى يتحول إلى مكوناته من الأحماض الأمينية التي يمتصها الجسم ويمثلها لكي يبني بها البروتينات المحددة التي يحتاجها. وهكذا فإن الأحماض الأمينية بالذات وليست البروتينات مجردة هي التي تعد العناصر الغذائية الضرورية

4- الوظائف الحيوية و الفسيولوجية للبروتينات :

- يحتاج الفرد في حالة الأعمال الاعتيادية إلى (0,8 - 1غ) من وزن الجسم أي لكل كغ وفي حالة زيادة شدة العمل البدني تصل إلى 1,5 غ .
- تدخل البروتينات في تركيب الجزء الضروري من النواة و مادة البروتوبلازم في خلايا الجسم و هي المادة المسؤولة عن بناء و تشكيل الأنسجة و تجديد الخلايا في الجسم .
- تحسن البروتينات من الوظائف التنظيمية بالنسبة للجهاز العصبي إذ يزيد من نغمته وتساعد على سرعة تكوين الانعكاسات العصبية .
- الهيموغلوبين الموجود داخل كرات الدم الحمراء هو نوع من أنواع البروتين الذي ينقل الأكسجين إلى خلايا الجسم لأكسدة المواد الغذائية .
- تحتوي البروتينات على الحمض الأميني (المينونين) الذي يلعب دورا هاما في عملية التمثيل الغذائي للدهون وتكوين جميع الإنزيمات كمواد فعالة في هضم المواد الغذائية والتمثيل الغذائي من المواد البروتينية
- يؤدي عدم تناول البروتينات لمدة طويلة إلى النحافة إذ يبدأ الجسم في استهلاك بروتينات الأنسجة .
- تحافظ على توازن الحموضة و القاعدية في الجسم كما تعمل على تزويد الجسم بالكثير من العناصر الغذائية الضرورية الأخرى مثل الحديد، الفسفور، الكبريت.
- تقوم بنقل الكثير من المواد في الدم مثل البروتينات الدهنية و لها علاقة في رفع الضغط الازموزي للمحافظة على توازن السوائل في أنسجة الجسم وخاصة في الدم.

- يمكن استخدام البروتينات الموجودة داخل خلايا الجسم كمصدر لإنتاج الطاقة إذ أمها تأتي بعد الكاربوهيدرات و الدهون عندما تزيد فترة النشاط البدني عن (4 ساعات) وتشارك في النشاط الرياضي في أقصى درجة بنسبة 7 % و قد تصل إلى 10 % .

- زيادة نسبة البروتين تؤثر سلبا على الرياضي لأن ذالك يؤدي إلى زيادة إنتاج اليوريا فتزيد من العبء على الكبد و الكلى و يتطلب كميات كبيرة من السوائل لطرح اليوريا خارج الجسم.

الأيض و الطاقة

1 - مقدمة :

الكائنات الحية بجميع أشكالها تحتاج إلى الطّاقة لاستمرارية حياتها، والإنسان كذلك يحتاج لطاقة كبيرة لتنفيذ جميع عمليَّاته الحيويّة والحركيّة في جسمه. يستمدّ الإنسان طاقته من الغذاء، لكنّه لا يكون جاهزاً لاستهلاكه كطاقة داخل الجسم، فيجب تحويله إلى طاقة من خلال عمليَّة تُسمى الأيض أو التّمثيل الغذائي، ومن دون هذه العمليَّة لا يستطيع الإنسان الاستفادة من الغذاء الذي يأكله. فما هي عمليَّة الأيض؟ وكيف تحدث؟

2 - تعريف الأيض : هي مجموعة من التفاعلات البيوكميائية التي تحدث في خلايا الكائنات الحية اللازمة لاستمرار الحياة . هذه التفاعلات المحفزة بواسطة الأنزيمات تسمح بنمو وتكاثر الكائنات الحية، والحفاظ على هياكلها، والاستجابة لبيئاتها.

يشمل مفهوم الأيض جميع العمليات الكميائية الحيوية التي تتم داخل الجسم عندما يقوم ببناء الأنسجة الحيّة من مواد الطعام الأساسية ومن ثم يفككها لينتج منها الطاقة، ويحتاج ذلك إلى عملية هضم الطعام في الأمعاء وامتصاص خلاصتها وتخزينها كمرحلة انتقالية لدمجها في أنسجة الجسم ثم تفكيكها إلى ماء _ و ثاني أكسيد الكربون فالطاقة التي تتولد من الاستقلاب لا تتحول كلها إلى حرارة بل تخزن داخل الخلايا وتستخدم عند الحاجة.

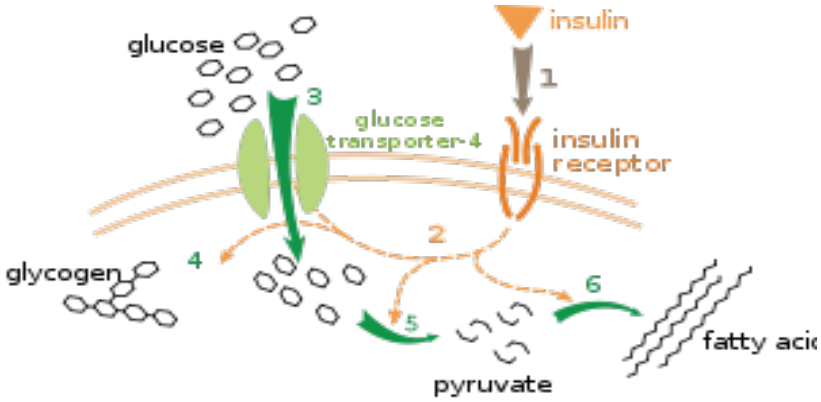
2 – 1 أقسام الأيض :

ينقسم الأيض إلى قسمين :

2- 1 -1 - تفاعلات الهدم (le Catabolisme) : هو تفكيك جزيئات كبيرة الى جزيئات أصغر منها حيث يتم تكسير المواد الغذائية الرئيسية سواء كانت سكريات ، بروتينات أو دسم خلال طرق مختلفة من التفاعلات البيوكميائية إلى جزيئات كبيرة بسيطة وينتج عن ذلك الحصول على الطاقة .

2-1-2 - تفاعلات البناء (Anabolisme) : هو بناء جزيئات كبيرة انطلاقا من جزيئات صغيرة فالجزيئات البسيطة الناتجة من عملية الهدم يمكن استخدامها كنواة لبناء مواد أكثر تعقيداً سواء كانت بروتينية من خلال سلسلة من التفاعلات وذلك لبناء الأنسجة وتستهلك طاقة في تلك التفاعلات.

تأخذ عمليات البناء والهدم مسارات مختلفة من ناحية التفاعلات البيوكميائية داخل جسم الكائن الحي، يتم فيها تحويل المواد الكيميائية عن طريق سلسلة من الأنزيمات .هذه الأنزيمات هي حاسمة لعملية التمثيل الغذائي حيث تعمل على تسريع التفاعلات وتكون مهمة جداً في الحفاظ على حياة الخلية.



3 - تعريف الطاقة :

يصعب تعريف الطاقة بصفة عامة , و ذلك نظرا لكونها تتخذ أشكالا مختلفة و متنوعة و لها مظاهرها العديدة فهل :

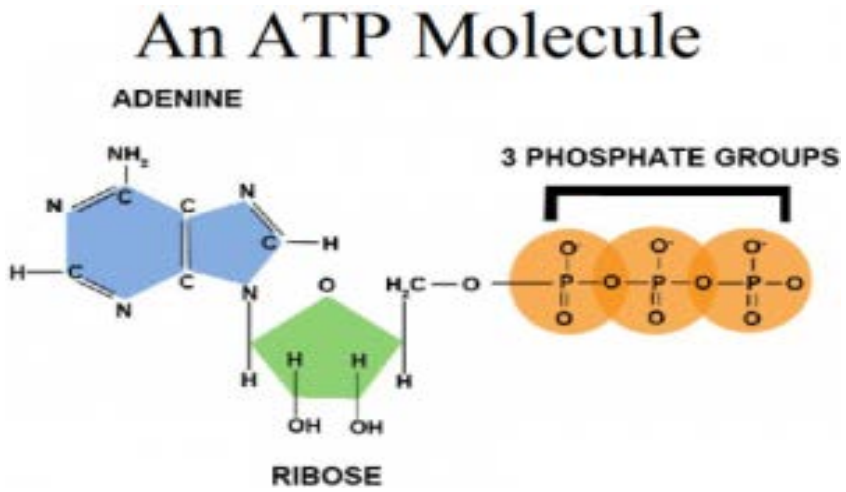
هي الجهد المبذول أو الشغل أو القوة أو الحياة ذاتها. أو هي الجهد أو القوة أو الحيوية أو إمكانية القيام بعمل أو شغل معين. أو بأنها السعة أو المقدرة علي أداء الشغل. و يقصد بالشغل هو تطبيق القوة لمسافة معينة. و في الحقيقة أن كل هذه المصطلحات هي تعبير عن الطاقة و لكنها لا تعطي المفهوم الشامل للطاقة و تحصل خلايا الجسم علي الطاقة من البيئة لمحيطة من خلال الغذاء , حيث يتغذي الإنسان و الحيوان علي البنات , و يحصل النبات علي الطاقة من الشمس من خلال الطاقة الضوئية و يخزنها في شكل كيميائي من خلال عملية التركيب الضوئي . و هذه الطاقة الكيميائية المخزونة يحصل عليها الإنسان و الحيوان من خلال الغذاء في شكل الكربوهيدرات التي تتحول من خلال الهضم إلي الجلوكوز , و في شكل الدهنيات التي تتحول من خلال الهضم إلي الأحماض الدهنية , و من خلال البروتين الذي يتحول من خلال الهضم إلي أحماض أمينية , و هذه المواد تعتبر هي مصادر الطاقة الحيوية في جسم الإنسان

و التي يقوم النبات بتحضيرها. نظرا لكون المواد الغذائية لا تنقل للخلية لكي تتحول إلي شغل بيولوجي مباشرة , فإنها تتحول إلي مركب كيميائي غني بالطاقة و هو الأدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) adenosine triphosphate , و تستخدم الطاقة الكامنة في هذا المركب لكل عمليات الخلية

كل عمليات تحويل الطاقة تخضع لعملية التمثيل الغذائي , و تعني هذه العملية تلك التفاعلات الكيميائية التي تحدث في الجسم , و التي يتم بواسطتها إخراج الطاقة من البروتينات و الدهون و الكربوهيدرات , سواء بواسطة بناء أو تكسير الجزيئات

ادينوزين ثلاثي فوسفاط :هي الطاقة الفورية الجاهزة للاستعمال إن كمية ATP في الجسم تعتبر كمية محدودة جدا , حيث تبلغ الكمية المخزونة منه في الجسم في أي وقت 85 جراما , و هي كمية تكفي الإنسان لأداء عمل عضلي سريع و لكن لفترة زمنية قصيرة لا تتعدي بضعة ثوان ؛ لذلك و حتي يستمر الفرد في إنتاج الطاقة لابد من مصادر تساعد علي إعادة بناء ATP بصفة مستمرة و إلا توقف الجسم عن إنتاج ATP الطاقة.

الشكل رقم 02 : جزيئة الأدنوزين ثلاثي فوسفاط



الخلية الحيوانية

1- مقدمة :

الخلية هي الوحدة البنائية الوظيفية في جسم الكائن الحي. وتعتبر أصغر وحدة بنائية يتكون منها الكائن الحي ؛ ويوجد نوعين من الخلايا و هي : الخلية الحيوانية و الخلية النباتية ، وهناك تقسيمات أخرى ؛ وتسمى مجموعة الخلايا المتشابهة في التركيب والتي تؤدي معاً وظيفة معينة في الكائن الحي عديد الخلايا بالنسيج. وتحتوي الخلية على أجسام أصغر منها تسمى عضيات، مثل أجسام كولجي ، وهناك أيضا النواة التي تحمل في داخلها الشيفرة الوراثية DNA. كما يحيط بالخلية غشاء يسمى الغشاء الخلوي ، ولدى الخلايا النباتية، جدار من السليلوز يسمى الجدار الخلوي ، وهو غير مرن كالغشاء الخلوي. ويكمن الفرق بين الخلايا الحيوانية والخلايا النباتية في وظيفتها وشكلها.

ومن تقسيمات الخلية المعروفة من وجهة نظر علم الخلية :

- **كائنات بدائية النواة.**
- **كائنات حقيقية النواة.**

وقد طرح هذا التقسيم العالم هانس ريس في بداية الستينات، ويعتبر هذا التقسيم واسع الانتشار في الوقت الحالي.

غير حقيقية النواة : يضم هذا التقسيم الجراثيم (البكتيريا) و الطحالب الزرقاء المخضرّة. وتقسم الخلية غير حقيقية النواة إلى جزئين رئيسيين هما الهيولى (السيتوبلازم) وشبيه النواة ويسمى بعض الأحيان المنطقة النووية ، ويحيط بهذين الجزئين الغشاء الخلوي. ويكون هذا الغشاء محاطاً أحياناً (كما في بعض الجراثيم، وفي الطحالب) بجدار خلوي صلب أو شبه صلب يحافظ على الخلية ويؤمن لها الدعم. يتراوح معدل حجم الخلية غير حقيقية النواة بين 1 – 10 ميكرومتر. والخلية لا تستطيع الاستمرار في الحياة إذا تلف غشاؤها. وينطوي الغشاء البلازمي في بعض غير حقيقيات النواة مكوناً طيات وثنايا، لكن هذه لا تكون

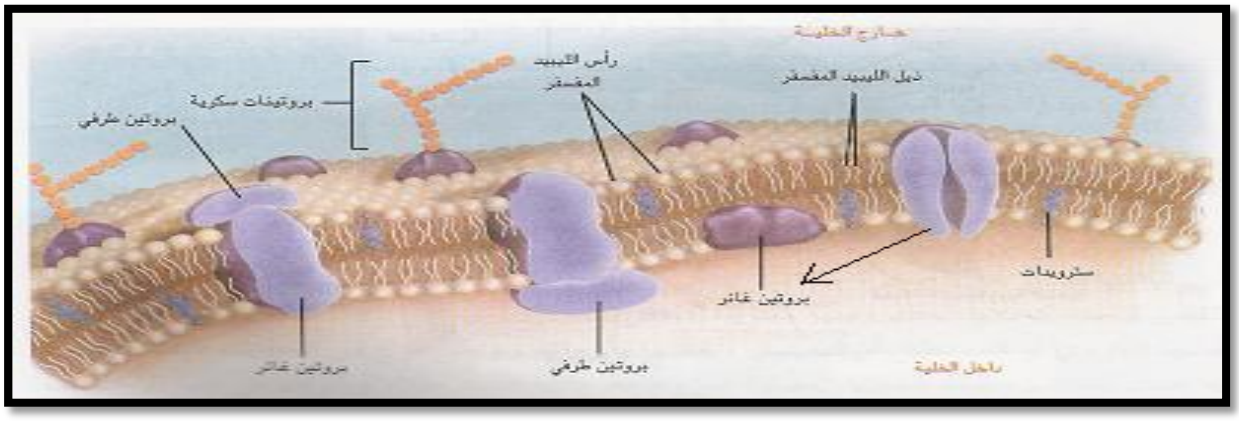
منفصلة عن الغشاء البلازمي، لذلك لا تعتبر تراكيب داخلية بعض هذه الطيات الجسميات المتوسطة وتكون حاوية على الأنزيمات الأساسية الضرورية لعملية التنفس الهوائي والتي تحدث في المتيوكوندري المنتمية للخلايا حقيقية النواة، ولكن عدم وجود أغشية داخلية دائمة يعني عدم وجود تركيز موضعي للفعاليات والنشاطات محدداً بغشاء وهذا هو الاختلاف الرئيسي بين النوعين. كما تختلف الريبوزومات في غير حقيقية النواة حيث تكون أصغر حجماً ويتراوح قطرها بين 150- 200 انجستروم وتكون حرة في السيتوبلازم . وتوجد في غير حقيقية النواة، إضافة إلى السيتوبلازم، مناطق كثيفة ذات شكل غير منتظم، وهي المناطق النووية. ويشكل فقدان غشاء فاصل بين المادة الوراثية والسيتوبلازم فرقا أساسيا بين هذين النوعين من الخلايا (غير حقيقية النواة وحقيقية النواة).

2 - مكونات الخلية الحيوانية :

- غشاء الخلوي

يحمي الخلية وهو غشاء ذو نفاذية اختيارية، ويتكون من ليبيدات 40%، وبروتينات 60%، وبعض الإنزيمات المتخصصة، ويرتبط ببعض المكونات الخاصة مثل الإنزيمات حيث يوجد على غشائه المستقبلات الخاصة بكل منها

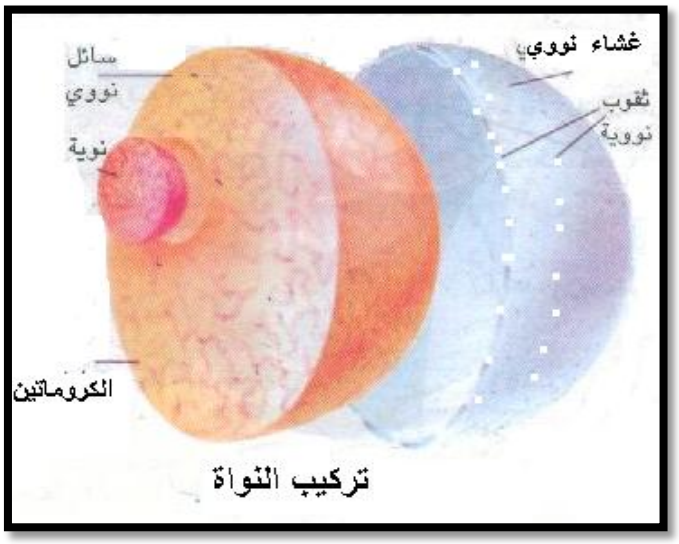
الشكل رقم 03 : الغشاء الخلوي



2-النواة : هو مركز المعلومات الوراثية في الخلية، ويحتوي على نسبة كبيرة من النيوكليوبروتين النصف تقريباً بينما يشكل البروتين النصف الآخر والذي يكون (DNA)والتي تشكل فيها جزيء الدنا نوع الهستونات والبروتامين . وتحتوي النواة على مايزيد عن 95% من الأحماض النووية الموجودة في ، وتتألف هذه النويات من مركبات كبيرة من الخلية، وداخل النواة يوجد جسم دائري صغير يسمى النوي

تصل نسبتها إلى 25-20% من مجموع جزيئات الرنا الموجودة في النوية، عبارة (RNA)جزيئات الرنا التي تقوم بحمل المعلومات الوراثية من جزيء الدنا والتي تقوم بدور بارز في تصنيع mRNAعن البروتين داخل الخلية.

الشكل رقم 04 : النواة



3- السيتوبلازم :

هي المادة التي تسمح حميع العضيات و يحتوي على جلوكوز ونواتج أيضية مثل ، حمض البوليك ، الكرياتينين وغيرها.

4 - الميتوكندريا : هي مقر التنفس الخلوي أي مركز توليد الطاقة في الخلية، وذلك لقابليتها في تصنيع جزيئات ATP

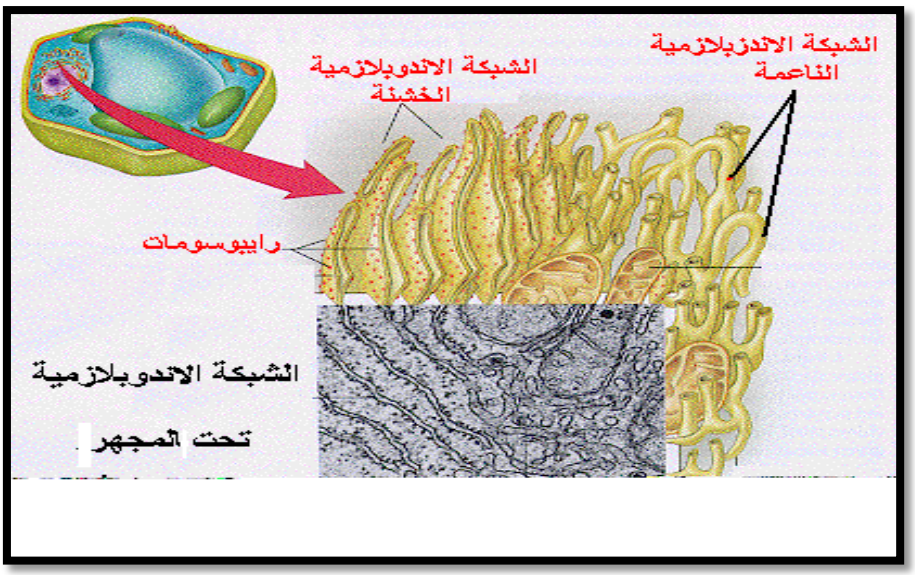
كما تتم فيها تفاعلات الأكسدة والاختزال، وأكسدة الأحماض الدهنية والبروتينات وغيرها

الشكل رقم 05 : الميتوكوندري

5 -الشبكة الإندوبلازمية : تتكون من:

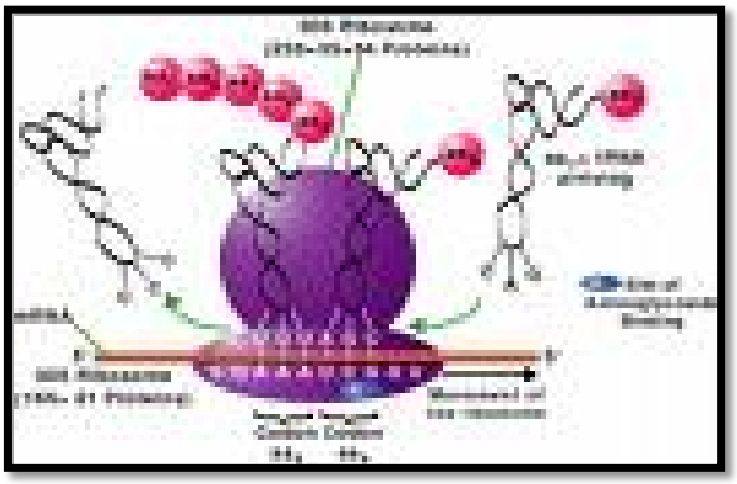
- **الشبكة الإندوبلازمية الملساء :** حيث تتكون من الستيرويدات والليبيدات والسكريات العالية معقدة التركيب كما يمكن من خلالها التخلص من المركبات السامة.
- **الشبكة الإندوبلازمية الخشنة :** تحتوي على الريبوزومات التي توجد على سطح الخلية وتقوم بتصنيع البروتين المطلوب إفرازه من الخلية أو امتصاصه في غشاء الخلية نفسها.

الشكل رقم 06 : الشبكة الندوبلازمية



6 – الريبوزم: تحتوي على ARN والبروتين وفيها مكان تصنيع المركبات الببتيدية المتعددة .

الشكل رقم 07 : الريبوزوم



7- أجسام جولجي : تقوم بعمليات الخزن الاضطرارية المؤقتة للبروتينات.

8 – الليزوزوم أو الأجسام المحللة : تحتوي على الإنزيمات الهاضمة والمركبات الإنزيمية الغير فعالة .

أيض السكريات

1- مقدمة : تعتبر السكريات من المصادر الرئيسية للطاقة. ولذلك يعتبر الغذاء هو المصدر الرئيسي للكربوهيدرات بالنسبة للإنسان أو الحيوان حيث تؤخذ على هيئة سكريات عديدة او ثنائية او احادية ثم يتم هضم السكريات العديدة ابتداءا من الفم حيث تتحلل الى سكريات احادية , بعد ذلك يتم امتصاصها عبر جدران الأمعاء الى الدم الذي ينقل 70% منها الى الكبد والباقي الى الانسجة الاخرى في الجسم مثل العضلات والقلب وبعض الأنسجة الاخرى .

وفي هذه الانسجة يتم تمثيل السكريات الناتجة والمنقولة عبر الدم وذلك بدخولها اما في عمليات الهدم لغرض تزويد الجسم بالطاقة او تخزينها على هيئة سكريات عديدة عندما يكون الجسم مكتفيا من الطاقة . ويطلق على عملية الهدم والتخزين (البناء) بالايض او الاستقلاب .

تجري عملية اكسدة السكريات عبر سلسلة من التفاعلات الكيميائية (وليس بتفاعل واحد فقط) ويرافق ذلك تحرير الطاقة الكيميائية المخزونة في تلك المركبات , ونتيجة لتلك العمليات تتكون العديد من المركبات الوسطية التي تسهم في بناء الخلية . وتسبق عملية أكسدة الكربوهيدات عملية تحللها وتحويلها الى جزيئه كلوكوز وقد قسمت التفاعلات التأكسدية (المكونة لعملية التنفس) الى ثلاث مراحل :

2 – أيض السكريات : عمليات الهدم

1. التحلل السكر (la glycolyse)
2. : حلقة كريبس (le Cycle de Krebs)
3. السلسلة الينفسية أو الفسفرة اليأكسدية

2 – 1 - التحلل السكري: تحدث عملية التحلل السكري في السايتوبلازم , وتتضمن سلسلة من عشر ة تفاعلات بيوكميائية أو التفاعلات الايضية اللاهوائية التي تتحول فيها جزيئة الكلوكوز الى جزيئتين من حمض البيروفيك و 2ATP في غياب الكسجين يتخمرحمض البيروفيك الى حمض اللاكتيك وهو ما يعرف بالتخمرو في حالة وجود الأكسجين يتم اكسدة حامض البيروفيك بشكل تام (في الوسط الهوائي) الى CO2 مع تحرر كمية كبيرة من الطاقة ATP وبوجود الاكسجين يتحول حمض البيروفيك الى المرافق الإنزيمي Acetyle CoA ثم يدخل في سلسلة من التغيرات داخل الميتوكوندري ضمن دورة تعرف ب دورة كريبس Krebs cycle .

$$Glucose + 2ADP + 2Pi + 2NAD \rightarrow 2\ Pyruvate + 2ATP + 2NADH + H+$$

2 – 2- حلقة كريبس :

يوجد ثلاث عمليات رئيسية يجب أن تؤخذ في الاعتبار بالنسبة لدورة كربس:

أ- تحول جزيئات المواد الغذائية الرئيسية إلى مركب ثنائي الكربون يدعى حمض الخليك الذي يوجد دائما متحدا مع والبعض الآخر يدخل إلى Acetyl Co-enzyme A ويطلق عليهما معا Co-enzyme A الإنزيمي المرافق الدورة مباشرة. دورة كربس وأثناء الدورة يتم انفصال ثاني اكسيد الكربون والماء Acetyl Co-enzyme A

ب- يدخل مركب ال إلى FAD^+ و NAD^+ ليتحول ال Dehydrogenases و ذرات الهيدروجين بواسطة نازعات الهيدروجين في دورة كربس. على التوالي وهذه تعتبر حاملات الطاقة FADH2 و $NADH+H^+$

ج- تنزع ذرات الهيدروجين في أزواج ويصاحب نزعها انتقال الإلكترونات المحملة على عبر سلسلة خطية من مركبات ناقلة للالكترونات تدعى السلسلة التنفسية لنقل الالكترونات وبانتقالها تفقد طاقتها على

ومجموعة الفوسفات ADP عن طريق الجمع بين ال ATP مراحل وتستخدم الطاقة المنطلقة في تكوين مركب الطاقة

وفي المرحلة Oxidative phosphorylation تسمى الأكسدة الفسفورية ATP غير العضوية. وعملية تكوين ال الأخيرة تنقل الإلكترونات إلى الأكسجين حيث يختزل ويتكون الماء كناتج نهائي.

كعربة نقل لإدخال ذرتين من الكربون إلى دورة كربس وأثناء الدورة يتم Acetyl Co-enzyme A يستخدم مركب وآخر من GTP وجزئ واحد من $NADH_2$ انطلاق جزئين من ثاني أكسيد الكربون ويتكون ثلاث جزيئات

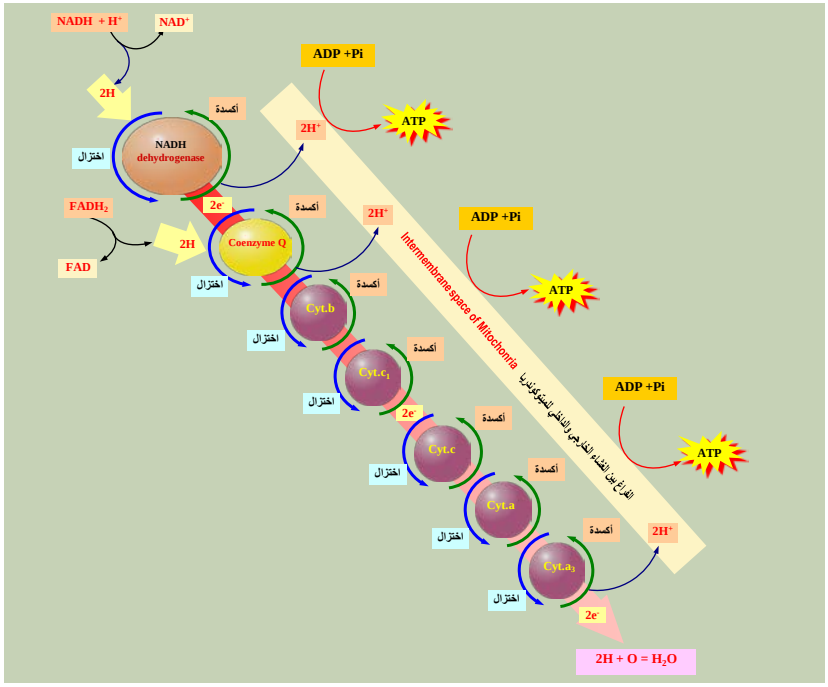
. ويلاحظ أيضا أن هذه المرافقات الإنزيمية تعمل كعربات لنقل الالكترونات من دورة كربس إلى السلسلة FADH2 التنفسية وفي هذه السلسلة يتم الربط بين انتقال الالكترونات وتكوين مركب الطاقة بواسطة عملية الأكسدة الفسفورية

الشكل رقم 08 .: حلقة كريبس

2 – 3 - السلسلة التنفسية :

تعتمد السلسلة التنفسية على مجموعة من إنزيمات الأكسدة والاختزال التي تحفز تفاعلات خاصة تدعى تفاعلات الأكسدة والاختزال وتعمل في أزواج حيث يكون أحد المركبات معطي للالكترونات والآخر مستقبل لها. وعلى هذا الأساس فان الأكسدة يقصد بها فقد الالكترونات من المركب وانتقالها إلى مركب آخر يتم اختزاله. المؤكسدة FAD^+ و NAD^+ وبصفة عامة فالأكسدة الحيوية يتم فيها نقل الالكترونات عبر ذرات الهيدروجين. فمركبات وبنقلها إلى السلسلة التنفسية لتعاد أكسدتها FADH2 و NADHيتم

اختزالها في دورة كربس إلى وتعود مرة أخرى لتحمل بالالكتروناتH^+(أي أنها تفقد الكتروناتها المكتسبة من دورة كربس على هيئة بروتون



الشكل رقم 09 : السلسلة التنفسية أو الفسفرة التأكسدية

- هي العملية التى يقوم الجسم بتفكيك جزيئة الجلوكوز وتحويله إلى جزيئتين من حمض بيروفيك و يحدث ذلك في السيتوبلازم ومن ثم الى

1. حمض اللاكتيت في عدم وجود الهواء .
2. اسيتل – CoA ثم حلقة كريبس في وجود الهواء .

أيض الدهون

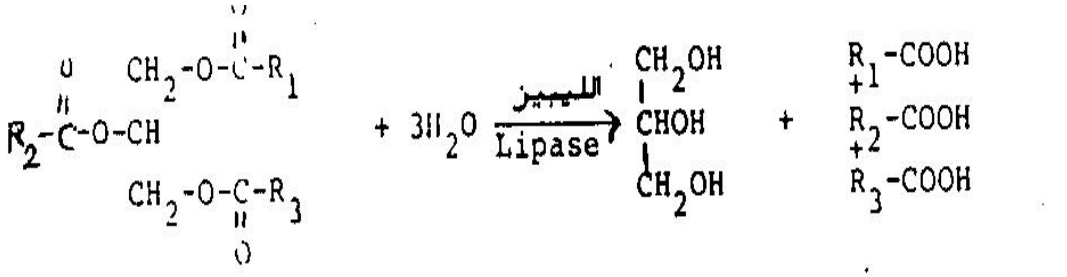
1 – مقدمة :

اللبيدات والتي تضم المركبات السابقة الذكر سواء ثلاثي جليسريد (الدهون الثلاثة) او الدهون الفوسفاتية او الستيرويدات او المركبات الناتجة عن تحللها مثل الاحماض الدهنية او الكليسيرول لها اهمية بيولوجية كبيرة في الكائنات الحية وخاصة الانسان والحيوان . فمثلا ثلاثي جليسريد تعتبر من المصادر الرئيسة للطاقة في جسم الإنسان او الحيوان ويمكن تخزينها في الخلايا الدهنية بكميات كبيرة واستخدامها وقت الحاجة.

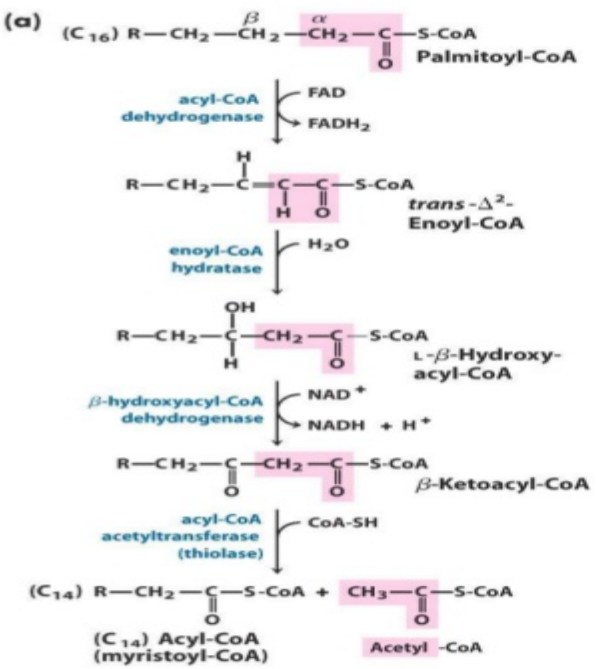
2 - ايض الدهون : و تشمل العملية مايلي :

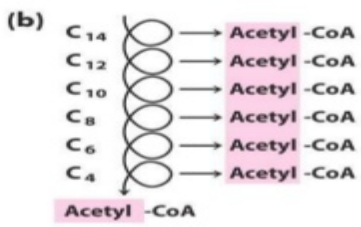
1. اكسدة ثلاثي اسيل الكليسيرول (الدهون الثلاثة) وهي من عمليات التكسير للحصول على الطاقة:

ثلاثي جليسريد والتي تخزن في الانسجة الدهنية بكميات كبيرة لها اهمية كبيرة في إمداد الجسم بالطاقة ولكي يحصل الجسم على هذه الطاقة والتي هي موجودة في الأحماض الذهنية المرتبطة بالكليسيرول لابد من تحلل هذه ثلاثي جليسريد الى مكوناتها الأساسية وهي الأحماض الدهنية والكليسيرول , ان عملية تحلل هذه المركبات تتم بواسطة بعض الإنزيمات والتي تؤثر على الروابط



الاسترية مثل إنزيم الليبيز والذي يكون في العديد من خلايا الجسم ويقوم بعملية التحلل كما يلي :





بعد ذلك تتم عملية أكسدة هذه الأحماض الدهنية الحرة سواء المشبعة او غير المشبعة ذات السلاسل الطويلة داخل الخلايا الى مركبات صغيرة تسمى الاسيتايل كوانزيم Acetyl-CoA (وتتم العملية بواسطة العديد من الإنزيمات المتخصصة في أكسدة الأحماض الدهنية) وينتج عنها كمية كبيرة من الطاقة الكيميائية

وهو مسار يتم فيه حذف β-oxidation ان المسار الرئيسي لتكسير الأحماض الدهنية هو اكسدة بيتا وحدتين من الكربون وكما موضح في الشكل لأكسدة حمض البالمتك وهو من الأحماض الذهنية المشبعة

وكما مبين في الشكل فأن أكسدة حامض البالميتك تتم بواسطة بعض الإنزيمات التي دورها وباختصار كما يلي :

الإنزيم رقم 1: يقوم بتحويل الحامض الدهني الى مركب دهني نشط

الإنزيم رقم 2: يقوم بنزع ذرتي هيدروجين من ذرتي الكربون 2 و 3 في الحامض الدهني النشط .

الإنزيم رقم 3: يقوم بإضافة جزيئه ماء .

الإنزيم رقم 4: يقوم بنزع ذرتي هيدروجين من ذرة الكربون رقم 2.

الإنزيم رقم 5: يقوم بشطر المركب الدهني الى مركب يحتوي على ذرتي كربون وهو استيل كوانزيم ومركب أخر (المتبقي) اقل بذرتي كربون عن المركب الاول الذي دخل عملية الأكسدة وهو حامض البالمتك. هذا المركب يدخل في التفاعل الثاني من جديد وهكذا يأخذ نفس الدور لينتج المركب الذي يحتوي ذرتي كربون وبهذه الطريقة يحتاج حامض البالمتك الى سبع دورات وينتج عنة ثمانية مركبات من الاستايل كو إنزيم A وبهذه الطريقة تتم عملية أكسدة الأحماض الدهنية المشبعة وبطريقة مشابهه الأحماض الدهنية غير المشبعة

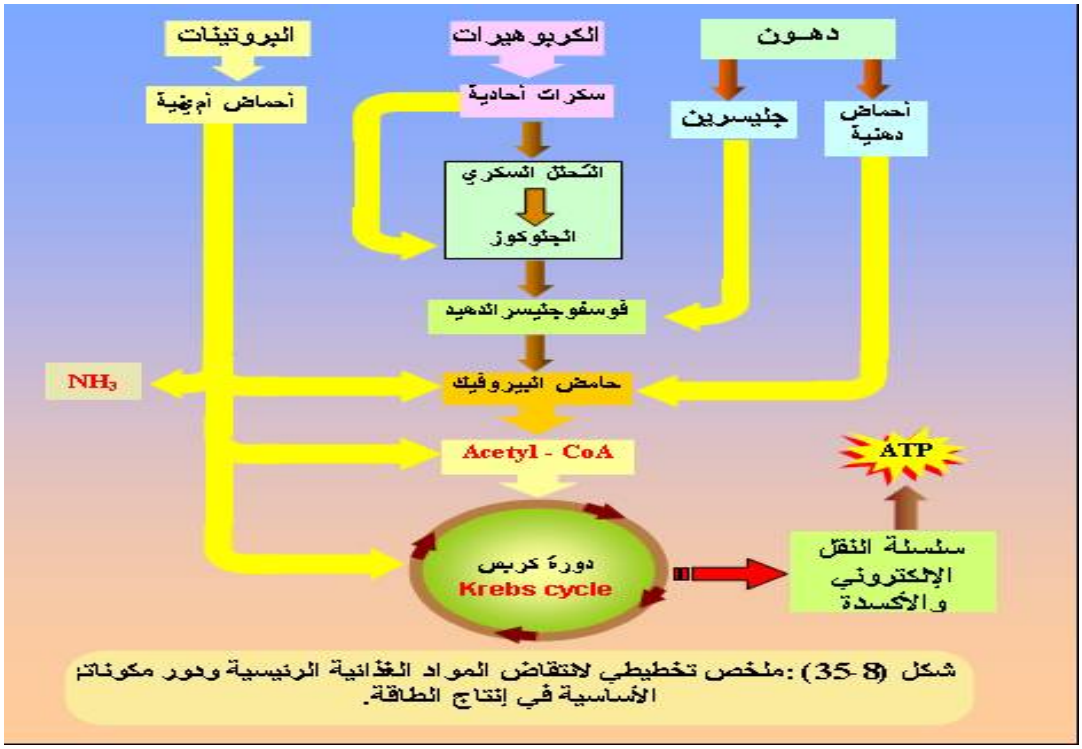
1. يعد الاستيل CoA المادة الأولية لبناء الأحماض الدهنية.
2. تتم بعدة خطوات وتدخل في عملها إنزيمات ويكون فيها عمليات تكثيف واختزال وازالة ماء واختزال مرة اخرى حيث ينتج الحامض الدهني (مثلا البالمتيك)
3. يتم بناء الأحماض الدهنية في السايتوسول بينما يتم التكسير في الميتوكوندري .

بناء الثلاثي اسيل كليسيرول (الدهون الثلاثية) في السيتوبلازم والمادة الأولية لصناعتها هي غليسيرول -3- فوسفيت. بناء الاحماض الدهنية :

4. يتم بناء الدهون المفسفرة في الاغشية الخلوية حيث تكون هناك إنزيمات مسؤولة عن البناء.

يتم البناء الحيوي للكوليسترول في السيتوبلازم وأكثر الأعضاء التي يتم فيها بناء الكوليسترول هي الكبد ويعد الاسيتايل CoA هو المصدر الرئيسي للبناء

الشكل رقم 10 : مختلف المواد العضوية تتحول عبر سلاسل ايضية جانبية الىAcetyl Coenzyme A



شكل (8-35): ملخص تخطيطي لانتقاض المواد الغذائية الرئيسية ودور مكوناتها الأساسية في إنتاج الطاقة.

الأنظمة الطاقوية

1 - مقدمة : تعد الطاقة واحدة من متطلبات أي نوع من أنواع العمل العضلي ويكون الأدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) مصدر الطاقة الآني في العضلة ، و (ATP)هو مركب غني بالطاقة يخزن في الخلايا العضلية بكميات صغيرة ويقوم بتجهيز الطاقة للخلايا العضلية ويقوم الجسم بإنتاج (ATP) بالمعدل نفسه الذي يكون مطلوب فيه وترتبط الطاقة بحركات وأوضاع الجسم في النشاط البدني "فتنوع حركات الجسم والأنشطة البدنية المختلفة يقابله أيضاً تنوع كبير في نظم إنتاج الطاقة". فالطاقة هي مصدر الانقباضات العضلية المسؤولة عن حركات الجسم المختلفة وأوضاعه. وأن هدف الأنظمة العاملة هو توفير مادة) (ATPفي الخلايا العضلية من أجل القيام بواجب حركي معين وهناك عاملان أساسيان يحددان نوع النظام أو مجموعة الأنظمة العاملة لسد حاجة الجسم من مادة (ATP) وهذان العاملان هما :

أ -شدة التمرين.

ب- مدة التمرين .

2 – الفروع الطاقوية : هناك ثلاثة فروع أساسية لإنتاج الطاقة هي:

- الفرع اللاهوائي اللالكتيكي : فرع ATP- PC .

-نظام حامض اللاكتيك.

-نظام الأوكسجين أو النظام الهوائي

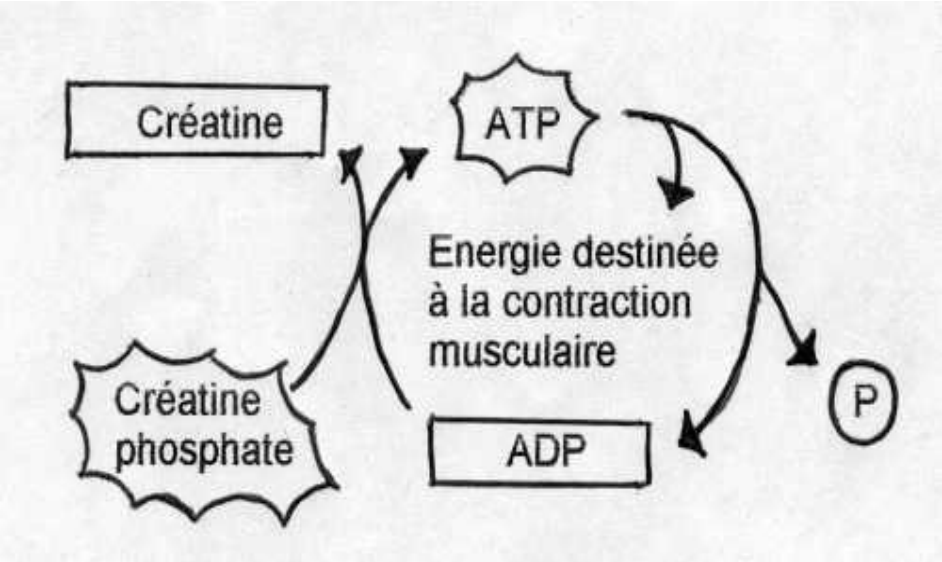
2 – 1 - الفرع اللاهوائي اللالكتيكي : و يسمى أيضا فرع ATP- PC

يعد الكرياتين فوسفات من المركبات الكيميائية الغنية بالطاقة ،وهو يوجد في الخلايا العضلية ،وعند انشطاره تتمرر كمية كبيرة من الطاقة تعمل على استعادة بناء أدينوسين ثلاثي الفوسفات المصدر المباشر للطاقة. وهذا النظام هو الذي يمد الطاقة للحركات الأولية كافة . وكذلك النشاطات المتميزة بالسرعة والحركات الانفجارية ويتم خزن مادتي (ATP - PC) في الخلايا العضلية بكميات تكفي لنشاطات يتراوح أداؤها أقل من(10) ثواني. ويعد نظام(ATP - PC) نظاماً إستنفاذياً سريعاً، ولغرض الاستمرار بالنشاط لابد للجسم من إعادة بناء الطاقة واستخدام الآليات الأخرى. وأن النظام الهوائي غير اللاكتاتي يعد نظاماً للطاقة المخزونة وتوضح المعادلة الاتية مراحل التفاعل لانتاج الطاقة في النظام الفوسفاتي

- خصائص الفرع اللاهوائي اللالكتيكي :

- لا يحتاج إلى أكسجين
- لا ينتج حمض اللاكتيك
- مدة العمل قصيرة و الشدة عالية
- التدخل أقل من 10 ثواني

الشكل رقم 11 : معادلات الفرع اللاهوائي اللالكتيكي



2 – 2 - الفرع اللاهوائي اللاكتيكي : أو نظام حمض اللاكتيك : لكي تستمر الحركة الى حدود أبعد من الفترة الزمنية القصيرة والمحددة بالنظام الفوسفاجين فلابد أن يعاد تركيب (ATP) المرتفع الطاقة وباستمرار عند معدل سريع

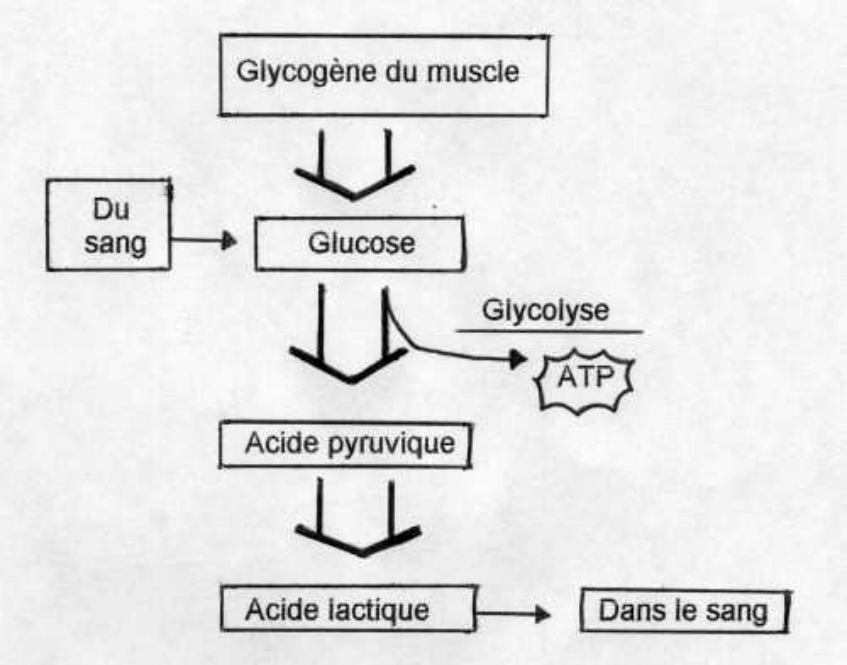
وهنا ستظهر عملية تسمى التحليل الغليكولي اللاهوائي ،التي تستخدم فيها العضلات الكاربوهيدرات وقودا لإعادة إنتاج وتخزين (ATP) ،ولكن من ناحية أخرى فان هذه العملية ستسفر أيضاً عن تراكم حامض اللاكتات الذي سيؤدي بدوره الى انخفاض مستوى الأداء وظهور حالة التعب . هذا النظام يكون مسؤولاً عن انتاج الطاقة اللازمة للمجهود الشديدة التي تستمر بين (30-3 د) ، ويتكون حمض اللاكتيك (اللبنيك) من تفاعل حامض البيروفيك

خصائص الفرع اللاهوائي اللاكتيكي يتميز هذا الفرع ب :

- لا يحتاج الى الأكسجين و ينتج حمض اللاكتيك

- لاهوائي
- استعمال الغليكوجين
- انتاج حمض اللاكتيك
- مدة العمل من 30 ثا الى 3 د
- رياضات الشدة العالية و مدة متوسطة مثل 400م و 800 م
- انتاج كمية قليلة من الطاقة 1 غلوكوز يعطي 2 ATP

الشكل رقم 12 : معادلات التفاعلات الفرع اللاهوائي اللكتيكي



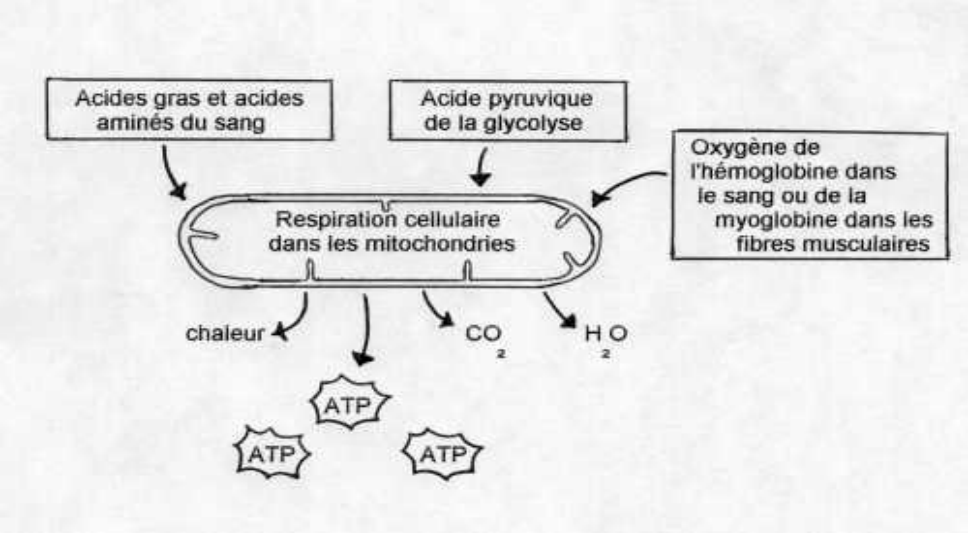
2 – 3 - الفرع الهوائي أو الأكسجيني : يتميز هذا النظام بإنتاج الطاقة بوجود الأوكسجين كعامل فعال خلال التفاعلات الكميائية ،حيث يمكن استعادة ATP بوساطة التكسير الكامل لجزئي كليكوجين ليحلل إلى ثاني أوكسيد الكربون وماء ويتم نظام الأوكسجين داخل الخلية العضلية وبالتحديد في الميتوكوندري ; ثاني أكسيد الكربون ينتقل الى الدم الذي يحمله الى الرئتين ليتخلص الجسم منه، وهذا النظام يترافق مع الفعاليات الأقل شدة و زمن طويل فما وراء الدقيقتين أو الثلاث دقائق من التمارين الطويلة فأن أغلبية الطاقة تجهز عن طريق النظام الهوائي ."وكلمة هوائي تعني بوجود الأوكسجين ويزود الوقود في هذا النظام كل من الكاربوهيدرات والدهون المخزونة في الجسم ويستخدم الأوكسجين هنا في عملية تحويل الطاقة إذ يساهم في أكسدة الدهون والكاربوهيدرات (كلوكوز أوكليكوجين" وأن هذا النظام هو المفضل

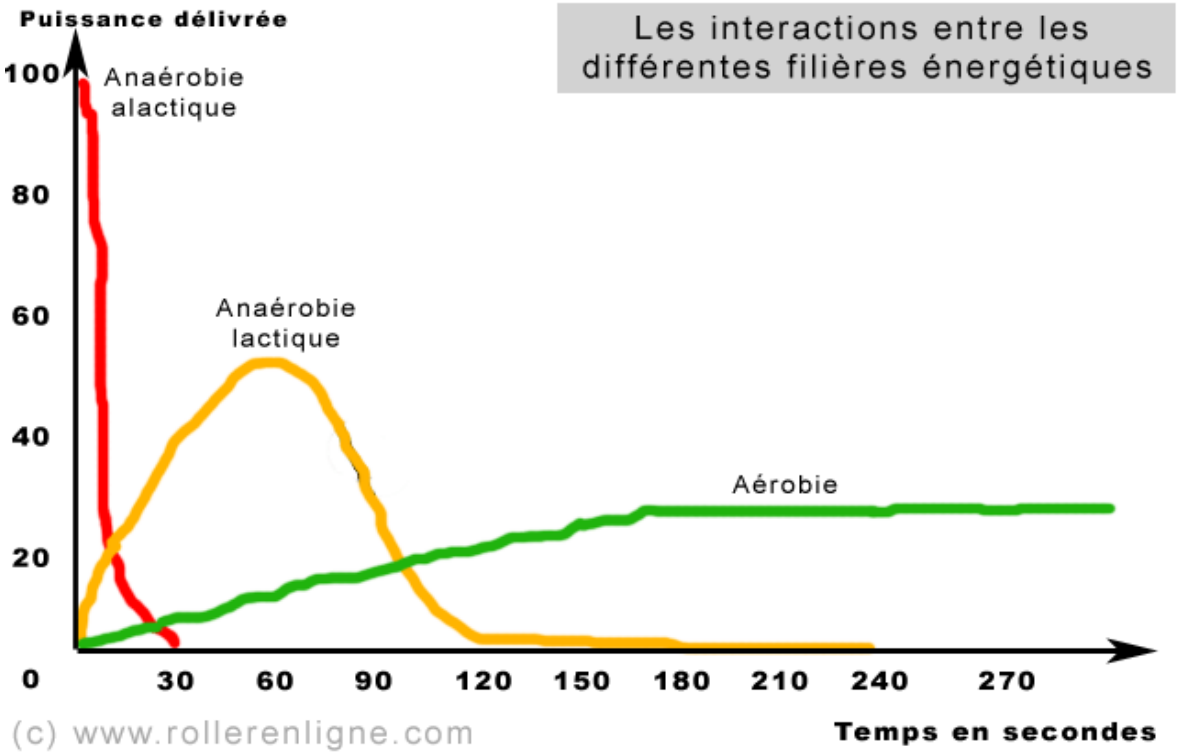
في ظروف الراحة أو فيما يتعلق بالمجال الرياضي والبدني فيسهل ملاحظة أنه النظام المناسب في إعادة تركيب (ATP) في أثناء فعاليات المطاولة الطويلة الزمن ،وأن الطاقة المتولدة في هذا النظام هي الضعف (50) مرة تقريباً من تلك الطاقة المتوفرة مجتمعة في كلا النظامين اللاهوائيين

- خصائص الفرع الهوائي :

- يحتاج الى أكسجين
- ولا ينتج حمض اللاكتيك
- المصادر الطاقوية هي الغلوكوز الدسم و البروتينات
- يمتاز بالشدة الضعيفة و المدة الطويلة كالماراطون 5000 م.....
- مدة العمل أكثر من 3 د
- انتاج كمية كبيرة من الطاقة 1 غلوكوز يعطي 38 ATP

الشكل رقم 13 : معادلات الفرع الهوائي




Les interactions entre les différentes filières énergétiques
Puissance délivrée
100
80
60
40
20
0
Anaérobie alactique
Anaérobie lactique
Aérobie
30
60
90
120
150
180
210
240
270
(c) www.rollerenligne.com
Temps en secondes

المراجع :

أ .د أحمد فتحي سيد أحمد الكيمياء الحيوية دار الفجر للنشر و التوزيع 2002

زغوغ جيدل بعض القواعد العامة في تسمية المركبات العضوية البسيطة ديوان المطبوعات الجامعية

2009

M.GUILOTTON . B .QUINTARD " Biochimie" ed dunod , 2001

A .BAUTZ « Mini Manuel de biologie animale » édition DUNOD , 2015

C. XAVIER et al « memo visuel de biochimie » édition DUNOD , 2018

A . MAROUF er G .TREMBLIN « Abrégé de biochimie appliquée » gronoble science , 2 édition , 2016

J . KRUH « biochimie , métabolisme »édition des sciences et des arts . 1989

J R . POORTMANS ,N .BIOSSEAU « biochimie des activitées physiques » edition de boech .2014