كلية العلوم

القسم : علم الحياة

السنة : الرابعة

المادة : تنفس نباتي

المحاضرة : الخامسة /نظري/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر(What's app-Telegram)على الرقم 0931497960

الايض الغذائي Metabolism

الايض الغذائي أو الاستقلاب أو الايض: هو نشاط خلوي عالي التناسق لأنظمة متعددة الأنزيمات لمسارات ايضية لغرض:-

1. الحصول على الطاقة الكيميائية بواسطة هدم الأغذية الحاوية على طاقة.
2. تحويل الجزيئات الغذائية إلى مكونات خلوية كما في تكوين جزيئات كبيرة مثل البروتينات والأحماض النووية والسكريات المتعددة.
3. تكوين وهدم الجزيئات الضرورية لتمايز وظائف الخلايا مثل لبيدات الأغشية , الرسل الخلوية والصبغات.

مما سبق نلاحظ إن هنالك نوعان من عمليات الايض (Metabolism)

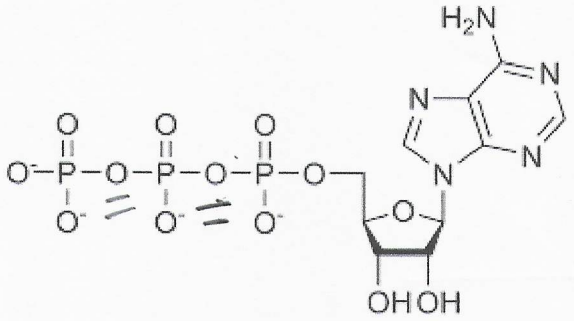
1- الهدم : (Catabolism) هي عملية تكسير المواد الغذائية الرئيسية سواء كانت كاربوهيدرات أو بروتينات أو دهون خلال طرق مختلفة من التفاعلات الحيوية إلى جزيئات بسيطة وينتج عن ذلك الحصول على الطاقة.

إن أول خطوات هدم المواد الغذائية تتضمن هدم المواد المركبة وتفكيكها إلى مواد أكثر بساطة بإدخال جزيء ماء في بنيتها بعملية تدعى التحليل المائي hydrolysis وهكذا تتفكك البروتينات إلى أحماض أمينية يصل عدد أنواعها في المواد الغذائية إلى نحو 20 حامضاً ، وتتحول الشحميات إلى الجليسرول وأحماض شحمية يبلغ عدد أنواعها عشرة تقريباً، أما السكريات فتعطي سكريات بسيطة، هي السكريات السداسية (الهكسوزات) التي تحوي 6 ذرات من الكربون كالكلوكوز ، والسكريات الخماسية (البنتوزات) التي تحوي على 5 ذرات كربون . **وتُنْجَزُ هذه المرحلة من الهدم عادة في جهاز الهضمي ، وتتوسطها الأنزيمات الهاضمة التي تفرزها الغدد الهاضمة.**

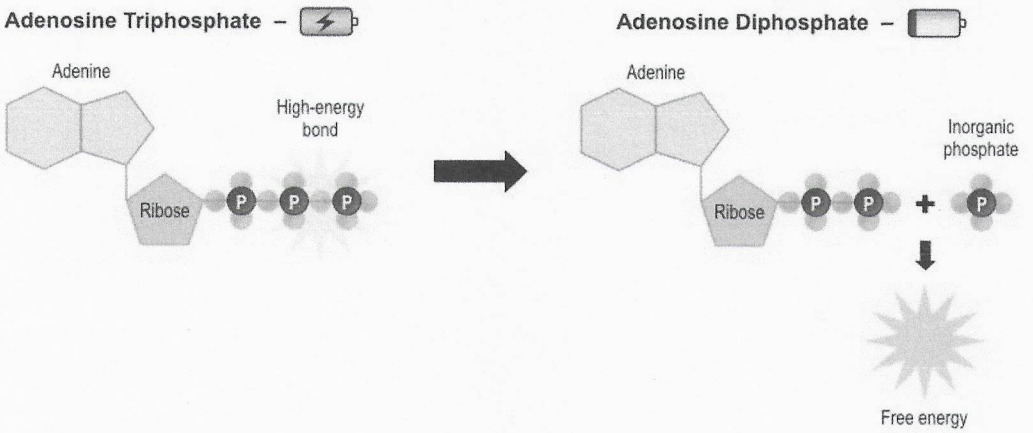
2- البناء :(Anabolism) الجزيئات البسيطة الناتجة من عملية الهدم يمكن استخدامها كنواة لبناء مواد أكثر تعقيدا سواء كانت بروتينية أو أحماض نووية من خلال سلسلة من التفاعلات وذلك لبناء الأنسجة وتستهلك طاقة في تلك التفاعلات.

الطاقة الخلوية Cellular Energetic

الجسم له عدة احتياجات للطاقة منها التي يحتاجها للحرارة لحفظ درجة حرارة الجسم وتنتج هذه الحرارة بالحرق المنظم لمركبات في الخلية مثل سكر الكلوكوز وكذلك تحتاج الخلية للطاقة حتى تؤدي عملا مثل تقلص العضلة ونقل النبضات العصبية والتحضير الخلوي , تحتاج الخلية لهذه المهام مركبات عالية الطاقة مثل الادينوسين ثلاثي الفوسفيت (ATP) . إن جزيئة ATP تحوي أصرتين أوكسجين إلى فوسفات التي تدعى أواصر الفوسفات عالية الطاقة وهي عادة تمثل بخطوط متموجة .



جزيئة ATP



وسبب تسمية أواصر الفوسفات عالية الطاقة هو ان التحلل المائي للمركبات مثل ATP هو تفاعل باعث للحرارة كبيرة منتجا حوالي ضعف كمية الطاقة الناتجة من التحلل المائي لمركبات تحوي اواصر فوسفات واطئة الطاقة في التفاعلات المحررة للطاقة ففي الخلية ATP يتحلل مائيا ليكون ADP وفوسفات لاعضوية .

$$ATP + H_2O \longrightarrow ADP + Pi + 7.3\ K\ cal$$

علما بان الأكسدة التامة للكلوكوز في الأوكسجين إذا أجريت في المختبر فسوف تنتج 686 Kcal لكل مول من الكلوكوز

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_6 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 686\ k\ cal$$

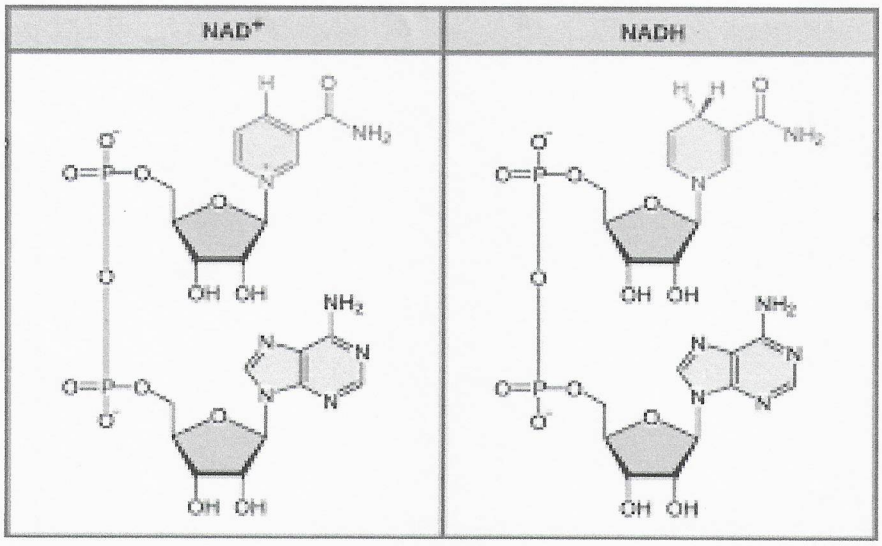
وإذا أجريت داخل الخلية الحية وتحت سيطرة أنزيمية سوف ينتج 38 ATP لكل مول من الكلوكوز

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_6 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 38\ ATP$$

تتحلل كل جزيئة ATP واحدة لتنتج 7.3 K cal من الطاقة وبهذا سيكون أكسدة 38 جزيئة ATP تنتج من الأكسدة التامة لمول واحد من الكلوكوز داخل الخلية الحية يعطي حوالي 277 Kcal من طاقة نافعة ويعني ذلك ان العمليات الخلوية للتنفس هي كفؤة بحوالي 40% وان باقي الطاقة تعطى للجسم لتحفظ درجة حرارته .

تحتاج الخلية إلى جزيئات أخرى غير ATP أيضا للمساعدة في العمليات الحيوية هذه الجزيئات هي أعضاء لصنف من المركبات تدعى المساعدات الأنزيمية وهي كل من NAD^+ و FAD وتعمل هذه الجزيئات كناقلات للهيدروجين في التفاعلات الايضية .

فمركب الNAD^+ مشتق لفيتامين نياسين او حامض النيكوتينك ويسمى Nicotine Amide Di Nucleotide NAD

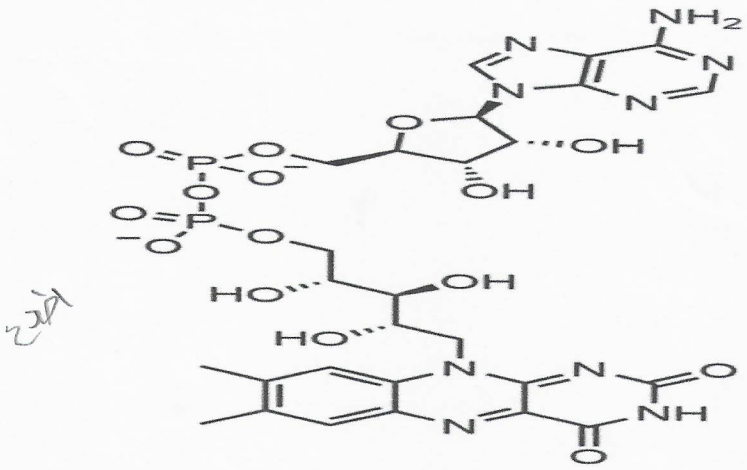


طبقا لاصطلاحات الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية تستخدم الاختصارات

NAD^+ لشكله المتأكسد

NADH لشكله المختزل

المساعد الأنزيمي الأخر هو مشتق من ريبوفلافين او فيتامين B_{12} وهو FAD .



flavin adenine dinucleotide (FAD)

أحد الفروق الرئيسية التي يمكن رؤيتها بين NAD^+ و FAD و ، هو قبول ذرات الهيدروجين حيث يمكن ل FAD أن تستوعب اثنين من الهيدروجين في حين NAD يقبل هيدروجين واحدة فقط . ففيNAD يتم نقل الهيدروجين واحد وزوج الإلكترون، ويتم تحرير الهيدروجين الثاني في الوسط. لهذا يكتب الشكل المختزل NAD ب $NADH + H^+$ بينما يكتب الشكل المختزل FAD ب $FADH_2$

التمثيل الغذائي للكربوهيدرات

في الفم: يتم تحليل النشاء إلى مالتوز وسلاسل من عديدات السكريات بواسطة أنزيم اميليز اللعاب وذلك بكسر الرابطة الكلايكوسيديه $\alpha(1\rightarrow4)$.

في المعدة: يتوقف عمل الأنزيم عند وصوله مع الطعام إلى المعدة نظرا لأنها شديدة الحموضة و لا يوجد هضم للسكريات.

في الأمعاء :يوجد أنزيم أمليز الأمعاء الذي يكمل ما بدأه أميليز اللعاب ويحطم المزيد من الروابط الكلاكوسيدية . وينتج منها خليط من السكريات الثنائيه.

- تفرز الأنزيمات الخاصة بهضم السكريات الثنائية مثل أنزيم الالكتيز,السكريز, مالتييز.
- لا يمكن هضم السليلوز لعدم وجود الأنزيمات المتخصصة لذلك.
- يكون الناتج سكريات أحادية.

ثم يتم في الأمعاء يتم امتصاص السكريات الأحادية خلال الغشاء الطلائي المبطن للأمعاء الدقيقة وبعد الامتصاص يتم نقلها في الدم إلى الكبد.

مصير الكلوكوز في الدم:

1. يتم نقله بواسطة الدم إلى الأنسجة المختلفة في الجسم ليتم استغلاله في الأنسجة المختلفة بالطرق التالية:

- **أكسدة الكلوكوز** لإنتاج الماء وثاني اوكسيد الكربون والطاقة عن طريق **الكلايكوليسس** ودورة كريبس.
- **تحويل الكلوكوز** إلى مكونات أخرى ذات أهميه بايولوجية مثل: الريبوز والديوكسي رابيوز لتصنيع الأحماض النووية والفركتوز الذي يدخل في تكوين السائل المنوي.
- **تصنيع حامض الكلوكويورونيك** في الكبد وهو هام للتفاعلات التي يتم فيها تحويل المواد السامة إلى مواد غير سامة.
- **تصنيع سكريات أمينيه** لصنع السكريات المخاطية.

2- **التخزين** يتم تخزين الكلوكوز في الكبد والعضلات على هيئة جلايكوجين بواسطة عملية تسمى **الكلايكوجينسيس** ويتم تخزينه في الكبد والنسيج الشحمي على هيئة دهون متعادلة عن طريق عملية تسمى **ليبوجنيسس**.

ايض الكلوكوز

- **التحلل السكري (تحلل الجلوكوز) Glycolysis .**
- **دورة كريبس Krebs Cycle .**
- **سلسلة نقل الالكترونات**
- **بناء الكلايكوجين Glycogenesis .**
- **إستحداث الجلايكوجين(من مصادر غير كربوهيدراتية) Gluconeogenesis .**

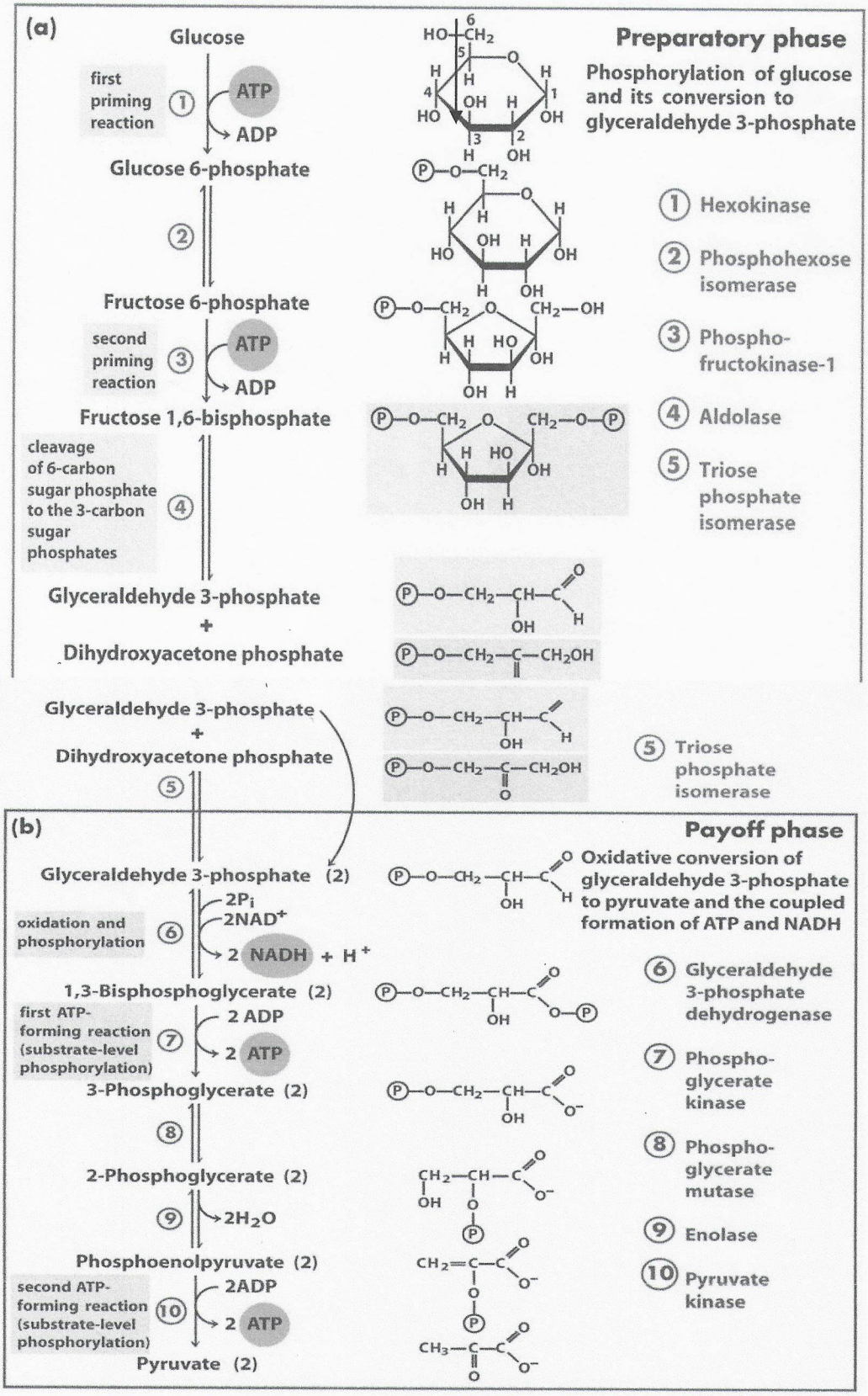
- تحلل الكلايكوجين Glycogenolysis .

التحلل السكري (glycolysis) :

الكلايكوليسس كلمة مشتقة من الإغريقية كلايكو بمعنى حلو أو سكر وال ليسس بمعنى انشطار أو تحلل . وهي العملية التي يقوم بها الكائن الحي بتحطيم سكر الكلوكوز وتحويله إلى بايروفيت بواسطة سلسلة من التفاعلات الأنزيمية لغرض الحصول على طاقة. تتم عملية تحلل السكر glycolysis على مرحلتين والتي تتضمن المرحلة الأولى التي تسمى **المرحلة التحضيرية** والمرحلة الثانية **مرحلة ربح الطاقة** وتكون الطاقة أما **ATP** أو **NADH** .

في تفاعلات التحلل السكري المتعاقبة توجد ثلاث أنواع من التحولات الكيميائية :

1. تكسير الهيكل الكاربوني للكلوكوز إلى بايروفيت
2. فسفرة **ADP** إلى **ATP** بواسطة المركبات العالية الطاقة المتكونة أثناء التحلل السكري.
3. نقل ايون الهيدروجين إلى ال **NAD** لتكوين **NADH**


(a)
Glucose
first priming reaction
1
ATP
ADP
Glucose 6-phosphate
2
Fructose 6-phosphate
second priming reaction
3
ATP
ADP
Fructose 1,6-bisphosphate
cleavage of 6-carbon sugar phosphate to the 3-carbon sugar phosphates
4
Glyceraldehyde 3-phosphate
+
Dihydroxyacetone phosphate
Preparatory phase
Phosphorylation of glucose and its conversion to glyceraldehyde 3-phosphate
1 Hexokinase
2 Phosphohexose isomerase
3 Phospho-fructokinase-1
4 Aldolase
5 Triose phosphate isomerase
Glyceraldehyde 3-phosphate
+
Dihydroxyacetone phosphate
5
5 Triose phosphate isomerase
(b)
Payoff phase
Glyceraldehyde 3-phosphate (2)
oxidation and phosphorylation
6
2Pi
2NAD+
2 NADH + H+
1,3-Bisphosphoglycerate (2)
first ATP-forming reaction (substrate-level phosphorylation)
7
2 ADP
2 ATP
3-Phosphoglycerate (2)
8
2-Phosphoglycerate (2)
9
2H2O
Phosphoenolpyruvate (2)
second ATP-forming reaction (substrate-level phosphorylation)
10
2ADP
2 ATP
Pyruvate (2)
Oxidative conversion of glyceraldehyde 3-phosphate to pyruvate and the coupled formation of ATP and NADH
6 Glyceraldehyde 3-phosphate dehydrogenase
7 Phospho-glycerate kinase
8 Phospho-glycerate mutase
9 Enolase
10 Pyruvate kinase