

الأيض الخلوي metabolism

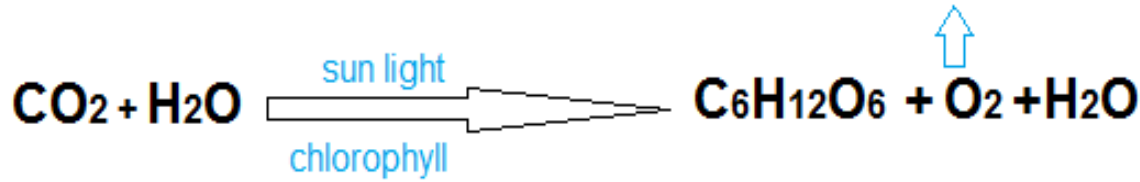
اعداد

أ.م. ساجدة ياسين سويد

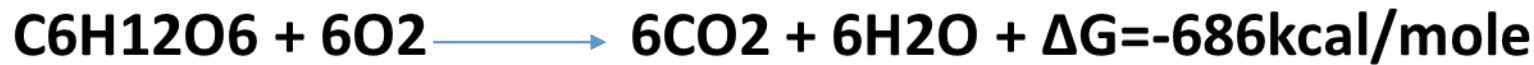
الايض الخلوي metabolism

تعرف جميع التحويلات الكيميائية التي تتم داخل الخلايا بمساعدة الانزيمات بالايض Metabolism ويتضمن عمليتين هما:

عملية البناء (anabolism) التي يتم فيها بناء مواد معقدة من مواد أولية وهي تفاعلات متطلبة للطاقة Endergonic reactions كعملية البناء الضوئي



عملية الهدم (Catabolism) التي يتم فيها تحويل المواد المعقدة الى مواد أولية اصغر وهي تفاعلات محررة للطاقة Exergonic reactions كعملية التحلل السكري



ايض الكاربوهيدرات:- Carbohydrate Metabolish .

تعد الكاربوهيدرات الوقود الرئيسي الذي يزود النظم الاحيائية بالطاقة في صورة تستطيع الخلايا الحية استعمالها

والكاربوهيدرات كغيرها من كل انواع الوقود لا بد من حرقها او اكسدتها اذا اريد للطاقة ان تنطلق منها.

تسفر من عملية تاكسد الكاربوهيدرات في النهاية ثنائي اوكسيد الكربون وماء مع انطلاق ما اخذ في جزيئاتها من طاقة اثناء البناء الضوئي كما هو موضح بالمعادلة الاتية:-



التغيير في الطاقة الحرة $\Delta\text{G} = -686 \text{ Kcal /mole}$

وتمثل هذه المعادلة عملية حرق احيائي لجزيئ السكر عن طريق الخلية وهي كما تبدو صورة عكسية للمعادلة العامة للبناء الضوئي.

ان ما ينطلق من طاقة حرة من اكسدة جزيء السكر سوف تستغل فيما بعد لتيسير الكثير من التفاعلات المتطلبة للطاقة و لاداء اغراض احيائية شتى مثل :

- **البناء** - كتخليق مواد غنية بالطاقة الحرة كالدهون والبروتينات
- **او في النقل والامتصاص** - كامتصاص الاملاح وتراكمها داخل الخلية ضد منحنيات تراكيزها (الامتصاص النشط)
- **او الحركة** - كالحركات التي تصاحب عمليات النمو في النبات
- **ماده التنفس الى جانب تزويدها الخلية بالطاقة عند هدمها فان بعض نواتج الهدم تستخدم كمصدر كربون للخلية. فمثلاً عند تغذية خلية حية بكلوكوز موسوم بالكربون المشع [C-14] فسرعان ما يظهر النشاط الاشعاعي في العديد من المركبات الخلوية مما يدل على استغلال الكلوكوز كمصدر كاربون خلوي فضلاً على استخدامه كمصدر للطاقة**

وتتطوي عملية تنفس الخلايا النباتية بصفة اساسية على اكسدة الكربوهيدرات او اي مادة عضوية اخرى بالاكسجين الجزيئي وعادة يتم تاكسد المركب العضوي بصورة كاملة بحيث تكون النواتج النهائية هي CO_2 والماء مع انطلاق كمية كبيرة من الطاقة. ويطلق على هذا النوع من التنفس اسم **تنفس هوائي (Aerobic respiratic)**

• و عنده حرمان بعض الانسجة النباتية من الاوكسجين تهدم مركباتها العضوية انهداماً جزئياً فقط بحيث تكون النواتج هي عادة **ثنائي اوكسيد الكربون و كحول الاثيل** وكمية قليلة جداً من **الطاقة** ويطلق على هذا النوع من الهدم الجزئي للمركبات العضوية **تنفس لاهوائي (Ana aerobic respiration)** او **التخمير fermentation**

مراحل عملية التنفس الهوائي

يمكن تقسيم عملية التنفس الهوائي في الانسجة النباتية الى اربعة مراحل هي :-

1-Glycolysis

التحلل الكلايكوني او الانشطار الكلايكوني

2-Transition stage

المرحلة الانتقالية

3-krebs cycle

دوره كريس

4-electron transport oxidation phosphorylations

النقل الالكتروني و الفسفرة التاكسدية

التحلل السكري Glycolysis

وهي سلسلة من التفاعلات يتم فيها تحويل جزيء الكلوكوز الى جزيئين من مركب يعرف بالحامض البايروفي.

ويطلق على هذا التحلل بالمسار اللاهوائي لأكسدة الكلوكوز وذلك لان تفاعلاته يمكن ان تتم باكملها في غياب الاوكسجين. ويحفز تفاعلات هذا المسار عدة انزيمات توجد جميعها في السيتوبلازم. يمكن تلخيص تفاعلات التحلل السكري بالخطوات التالية:-

١- استرة جزيئة الكلولوز بالفوسفات لتكوين كلوكوز احادي فوسفات (6C) باستهلاك جزيئة ATP
اذ لا توجد في الخلايا الحية انزيمات قادرة على هدم جزيء السكر الا بعد تحوله الى استر فوسفات وهكذا يتضح ان فسفرة السكر انماهي وسيلة لجعل جزيئاته قابلة لتحويلات ايضية

٢- تحويل الكلوكوز احادي الفوسفات بفعل انزيم معين الى فركتوز احادي الفوسفات (6C)

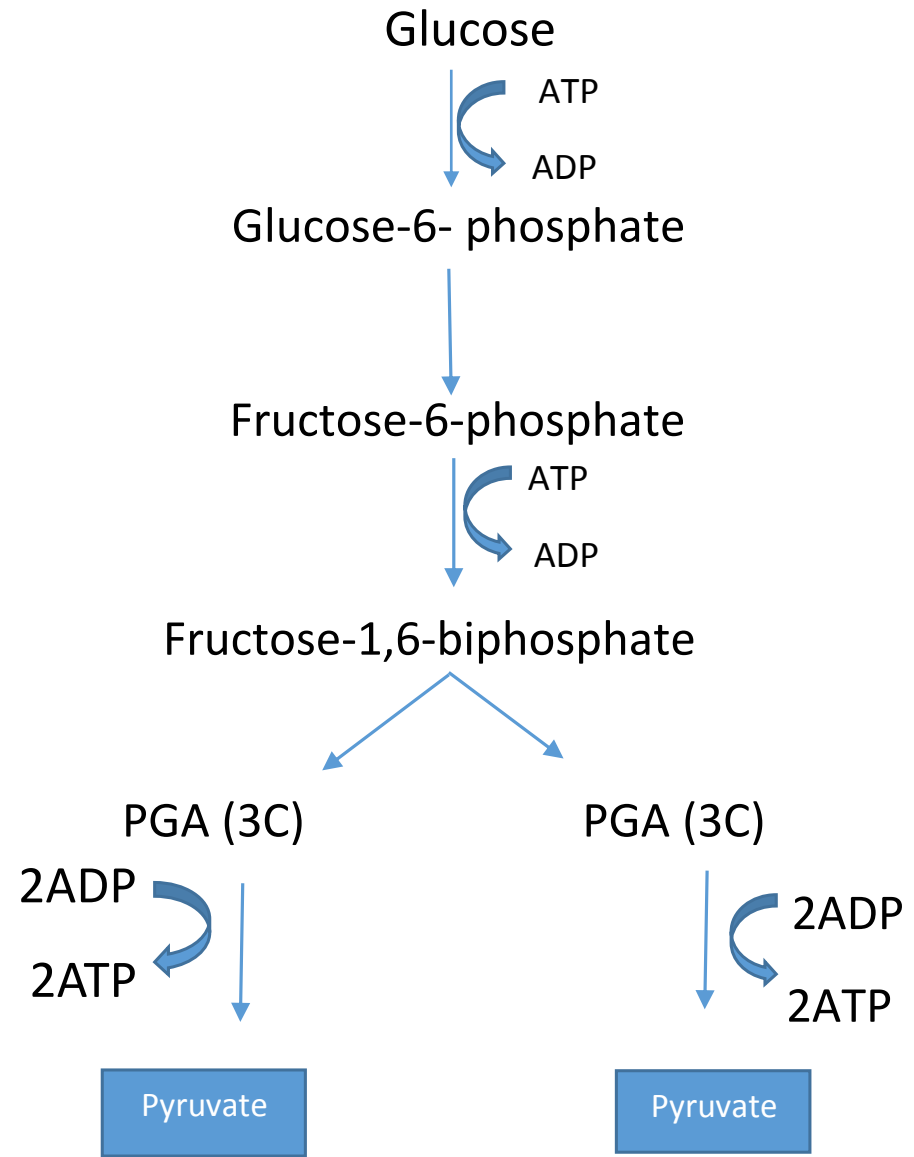
٣- فسفرة الفركتوز احادي الفوسفات الى فركتوز ثنائي الفوسفات (6C) باستهلاك جزيئة أخرى من ATP

- انشطار جزيئة الفركتوز ثنائي الفوسفات التي هي جزيئة سداسية الكربون الى جزيئتين من مركب ثلاثي الكربون هو فوسفو كليسرک الديرهيد (3C) PGA

٥- تحول جزيئتا فوسفو كليسرک الديرهيد الى جزيئتين من الحامض البايروفي (3C) خلال سلسلة من التحولات ينتج عنها اربع جزيئات من ATP واربع ذرات من الهيدروجين.

• المراحل التالية لعملية التنفس الهوائي وتحدث داخل المايتوكوندريا

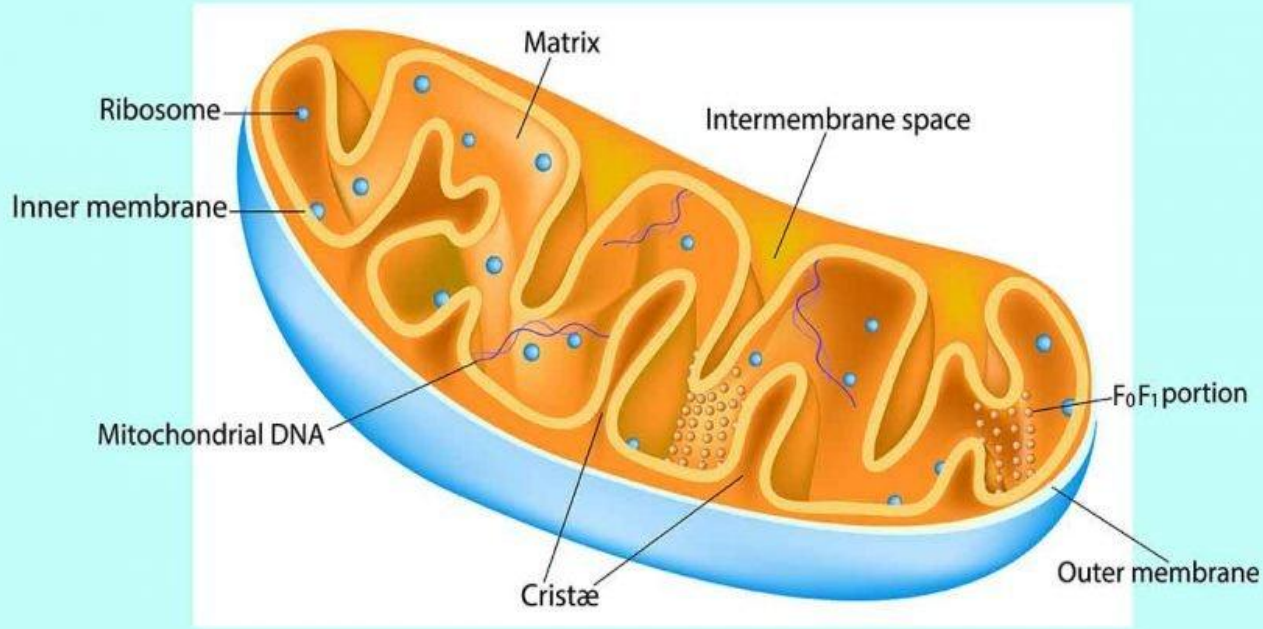
• المايتوكوندريا:- هي عبارة عن عضيات محاطة بغشاء وهي واسعة الانتشار في السائتوبلازم ولمعظم الخلايا حقيقية النواة.



مخطط يوضح التحلل السكري

- المراحل التالية لعملية التنفس الهوائي تحدث داخل المايتركندريا
- المايتركندريا:- هي عبارة عن عضيات محاطة بغشاء مزدوج تنتشر في السايتركوبلازم
- وظيفتها تحويل الطاقة الكامنة لجزيئات المواد الغذائية الى ATP

Mitochondrion



تتكون المايتركندريا من الاجزاء الاتية:-

١- غلاف خارجي يسمى Outer membrane

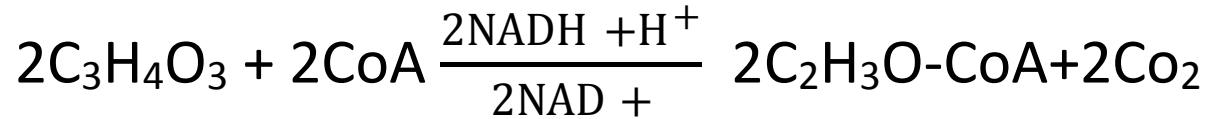
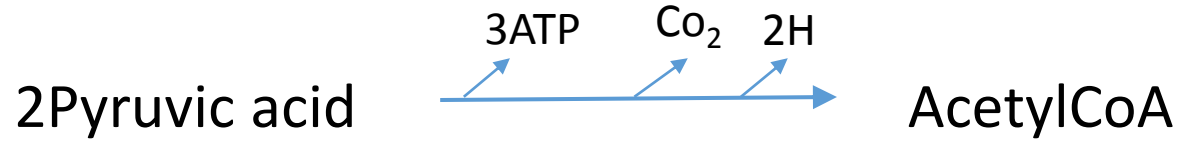
٢- الغلاف الداخلي ويحيط بالماتريكس (matrix) التي تكون مملوءة بسائل

الغشاء الداخلي ايضاً يحتوي على بروتينات تشبه الاصابع تسمى بالاعراف (cristae) وهي موجودة داخل matrix لزيادة المساحة السطحية كما تحتوي المايتركندريا على عدد قليل من جزيئات DNA

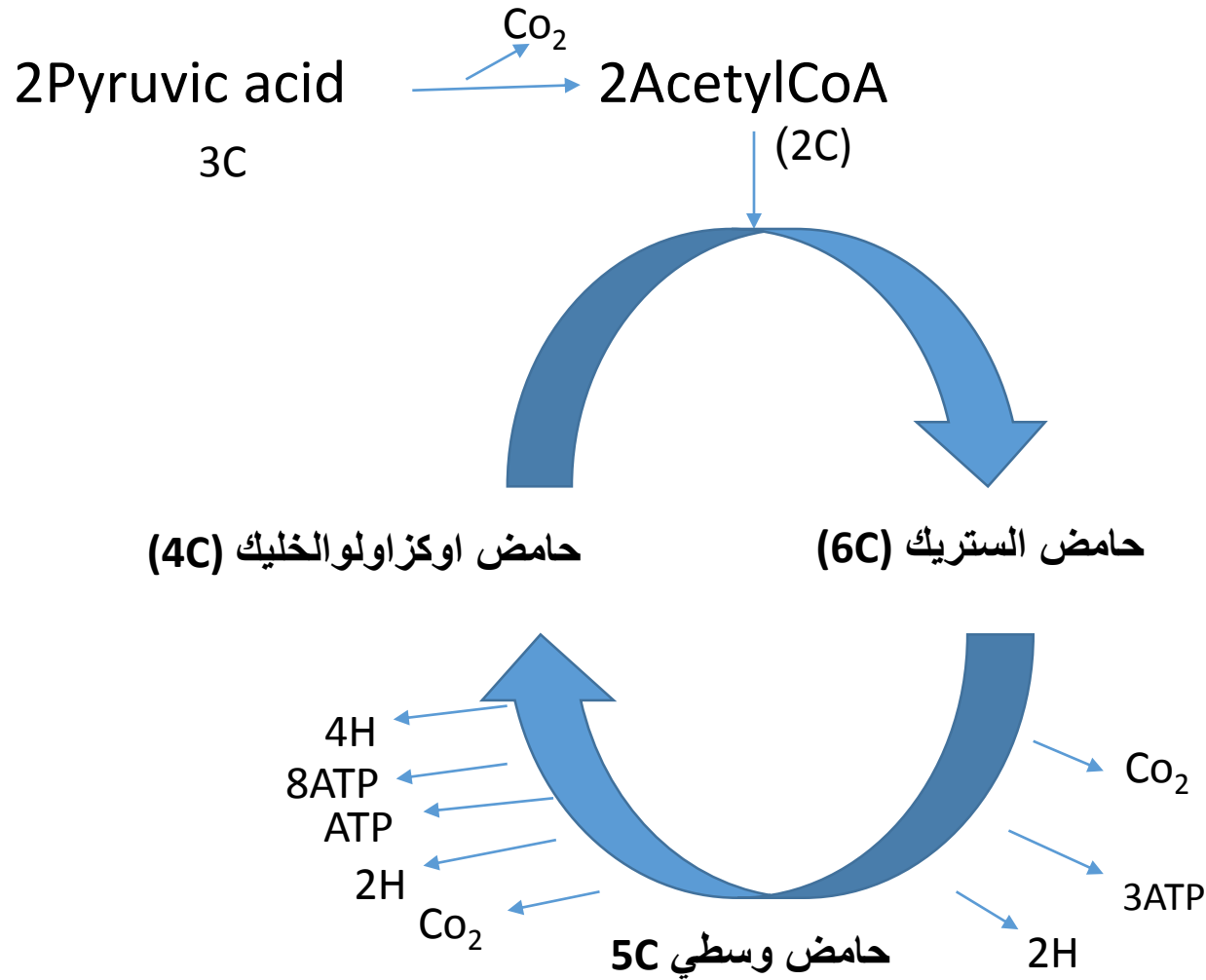
٢- المرحلة الانتقالية: Transition stage:

في هذه المرحلة يتم اكسدة الحامض البايروفي الثلاثي الكربون الى مركب ثنائي الكربون هو الاستل كو أي بانتزاع جزيئة ثاني أوكسيد الكربون منه

- ان لمرحلة تحول حامض البيروفيك الى (Acety CoA) فائدة مزدوجة فهذه المرحلة بوصفها عملية تاكسد مرتبطة بجهاز النقل الالكتروني تؤدي الى انتاج ثلاثة جزيئات من ATP لكل جزيء يتاكسد من حامض البيروفيك ومن جهة اخرى فان هذه المرحلة تستقر عن جعل مجموعة الاستيل في صورة منشطة (activated) يمكن ان تنتقل بسهولة الى جزيئات اخرى



دورة كريس:- Krebs cycle



١- استيل المرافق الانزيمي AcetylCoA مركب ثنائي الكربون يتحد مع جزيئة من حامض اوكزا الخليك وهو حامض رباعي يتكون لدينا حامض سداسي الكربون هو حامض الستريك.

٢- جزيئة حامض الستريك الناتجة والتي اعطت الدورة اسمها يحصل لها سلسلة من تفاعلات انزيمية

٣- اخر خطوة هي اعادة تكوين جزيئة حامض اوكزاولوالخليك لاعادة الدورة من جديد.

كل من الثلاث ذرات الكربونية الموجودة في جزيئة حامض البيروفيك التي دخلت المايكوكنديريا سوف تترك المايكوكنديريا على شكل جزيئة CO₂