

استخدامات الطاقة الحيوية

أ. د. سوسن علي حميد
كيمياء غذائية
كلية الزراعة – قسم علوم الأغذية
2025

استخدامات الطاقة الحيوية

- 1- تصنيع مواد جديدة (بروتينات, دهون, كربوهيدرات وغيرها) يمكن استخدامها في عمليات التجديد والانقسام والنمو وغيرها من العمليات المستهلكة للطاقة
- 2- انجاز عمليات ميكانيكية مثل الحركة الدورانية للسيتوبلازم أو التقلصات العضلية وغيرها.
- 3- القيام بعملية النقل النشط ضد التدرج في التركيز.
- 4- المحافظة على جهد الأغشية لما له في التوصيل والنقل في الأعصاب أو انتاج اختلاف في الشحنات الكهربائية بين جهتي الغشاء
- 5- الافراز الخلوي بجميع أنواعه
- 6- انتاج طاقة مشعة كما في بعض الكائنات الحية.

دخول حامض البير وفيك للمايتوكوندريا

أكسدة / Oxidation ■

- *reduction of NAD^+ to $NADH$*
- decarboxylation in presence of Co-enzyme A and pyruvate dehydrogenase to produce

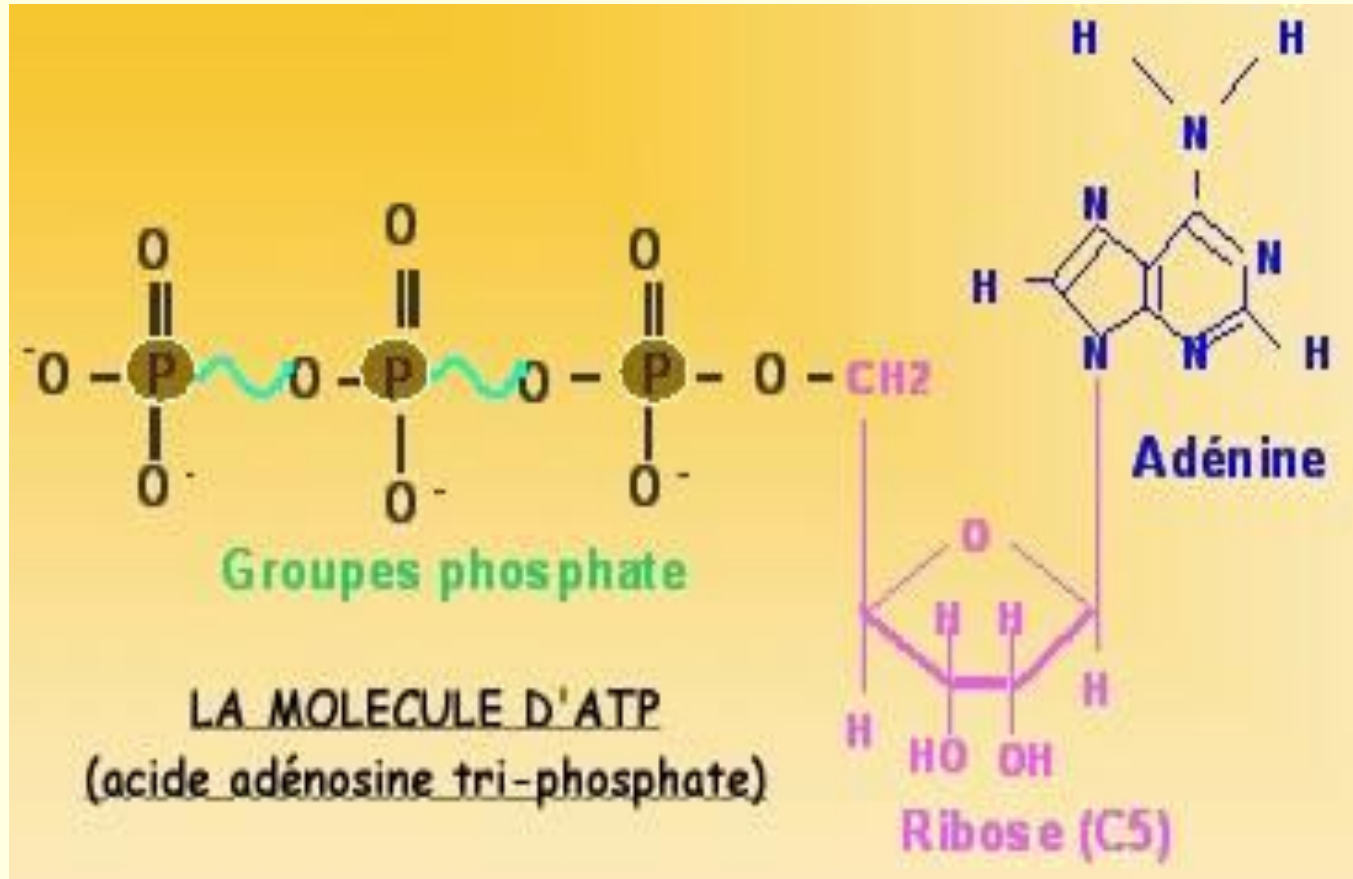
دور الخلايا في انتاج الطاقة

تحتوي الجزيئات المعقدة العضوية مثل الكلوكوز على الكثير من الطاقة الكامنة فعندما تتأكسد جزيئة الكلوكوز الى $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ فإن طاقة حرة سوف تتحرر وتقوم الخلية الحية بالاستفادة منها للقيام بعمل مفيد تحت ظروف ثابتة من حرارة وضغط وتكون هذه الطاقة على هيئة ATP بفقدانها مجموعة الفوسفات الطرفية الى جزيئة اخرى فتصبح هذه الجزيئة في وضع نشط , وتتجمع هذه الجزيئات المنشطة لتكون جزيئات اكبر من خلال الطرق البنائية المختلفة

دور الخلايا في الطاقة

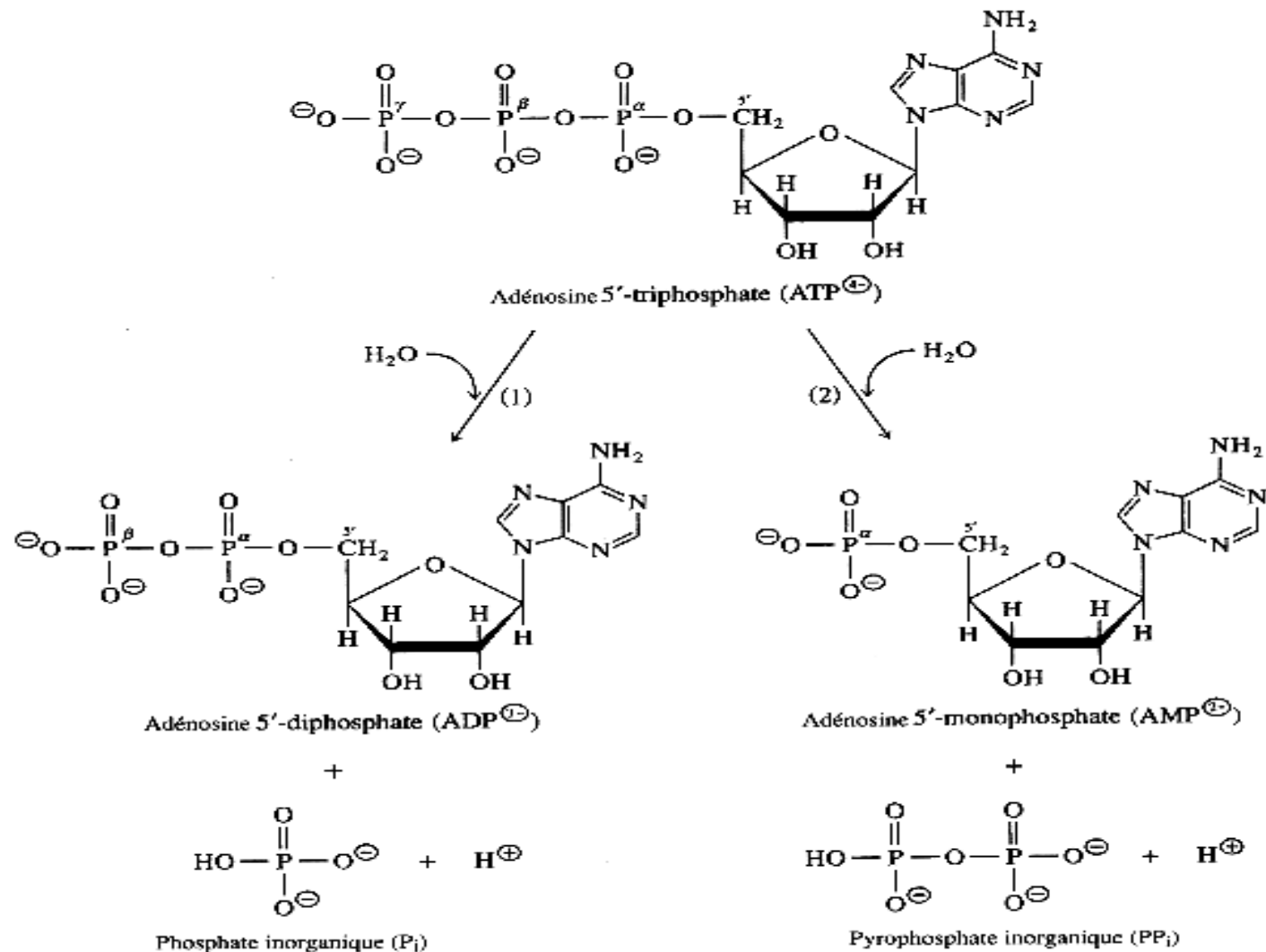
■ يتم نقل الإلكترونات بواسطة مرافق انزيمي coenzyme Nicotine adenine dinucleotide phosphate (NADP). عليه يمكن القول ان الإلكترونات الغنية بالطاقة تنتقل بواسطة NADP من التفاعلات الهدمية الى التفاعلات البنائية , كما يقوم ATP بنقل مجاميع الفوسفات الغنية بالطاقة من التفاعلات الهدمية الى التفاعلات البنائية وعلى 7PH يحمل ATP اربع شحنات سالبة , بينما يحمل ADP ثلاث شحنات سالبة وفي الخلية الحية يكون كل من ATP,ADP مركبات معقدة مع ايون Mg^{+2} ويكون على هيئة $MgATP$, $MgADP$ على التوالي . يتكون هذان المركبان المعقدان بسبب الالفة القوية الموجودة بين مجاميع البايروفوسفات وبين ايونات Mg^{+2} ولوجود تراكيز عالية من هذه الايونات في الخلية ,

مركب الطاقة



تحلل مركب الطاقة

Hydrolysis of ATP to form ADP and AMP



تحلل مركب الطاقة

■ وعند تحلل ATP بفعل الانزيم المناسب ينتزع شق الفوسفات الطرفي وينتج عن ذلك كمية من الطاقة هي نفس الكمية من الطاقة التي تنتج من تحلل ADP لينتج AMP, اما شق الفوسفور في AMP عند تحلله الى حامض ادينليك ينتج عنه طاقة اقل نسبيا من الطاقة السابقة

تحلل مركب الطاقة

■ اما العامل الثاني يعود الى التأين في كلا المركبين الناتجين يساهم في استقرارهما بالنسبة للمركب الاصلي اما العامل الثالث الذي يساهم في زيادة الطاقة الناتجة عن تحلل ATP هو ان المركبات الناتجة في اكثر ثباتا واستقرارا من المركب الاصلي وذلك ناتج من امكانية كتابة عدد من المتشابهات الرنينية Resonance forms للنواتج اكثر من المركب الام .

مركب الطاقة

■ وكقاعدة عامة كلما امكن كتابة عدد اكثر من الصور الرنينية لمركب كلما كان ذلك المركب اكثر استقرارا وثباتا . وبذلك فان ATP, هو الوقود للخلية تستعمله لأي نشاط ومتى شاءت وللأوكسجين هنا الدور الاهم حيث انه يستقبل الهيدروجين ليكون الماء وتوقف تزويد الخلايا بالأوكسجين يؤدي الى توقف السلسلة التنفسية وبالتالي نضوب ATP وانقطاع الاوكسجين من معظم الخلايا يؤدي الى موتها فخلايا الدماغ يصيبها التلف الجزئي خلال ثوان واذا استمر لدقائق فإنه يؤدي الى تلف دائم في الدماغ وهكذا لجميع الخلايا ولفترات زمنية متفاوتة ويختلف تركيب النيوكليوتيدات بعضها عن بعض بناءا على نوع القاعد النيتروجينية الموجودة فيه وجزء السكر

القواعد النيتروجينية المرتبطة بمركب الطاقة

■ 1 السكر الخماسي الريبوز منقوص الاوكسجين

■ مجموعة فوسفات

■ قاعدة نيتروجينية وهما نوعان أ- اثنان من البيورينات
Prunes وهما ادينين Adenine ومختصرها A و
جوانيين Guanine ومختصرها G وب- اثنان من
الباريميديات pyrimidinens هما الثايمين Thymine
و الساييتوسين cytosin .

القواعد النيتروجينية

- . وترتبط جزيئات السكر برابطة فوسفاتية في كل من ذرات الكربون الثالثة والخامسة بينما ترتبط القاعدة النيتروجينية بذرة الكربون الاولى للسكر الخماسي . ومن المركبات النيكوتينية هي
Flavin adenine dinucleotide (FAD)

Energy – Rich compounds المركبات الغنية بالطاقة

ATP ■

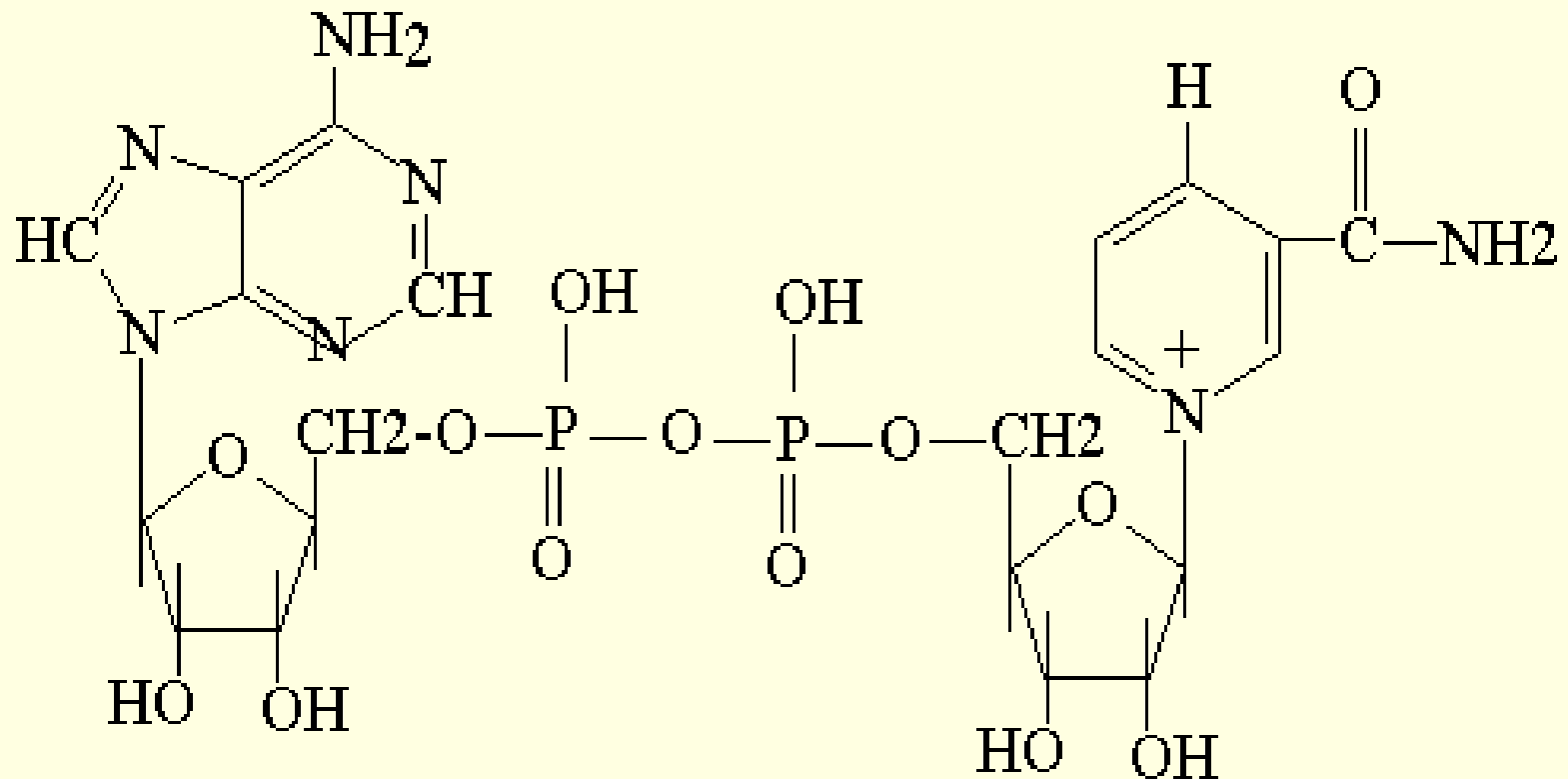
: Acyl phosphate الاسيل فوسفات ■

Enolic phosphate الفوسفات الاينولية ■

Thioesters استرات الكبريت ■

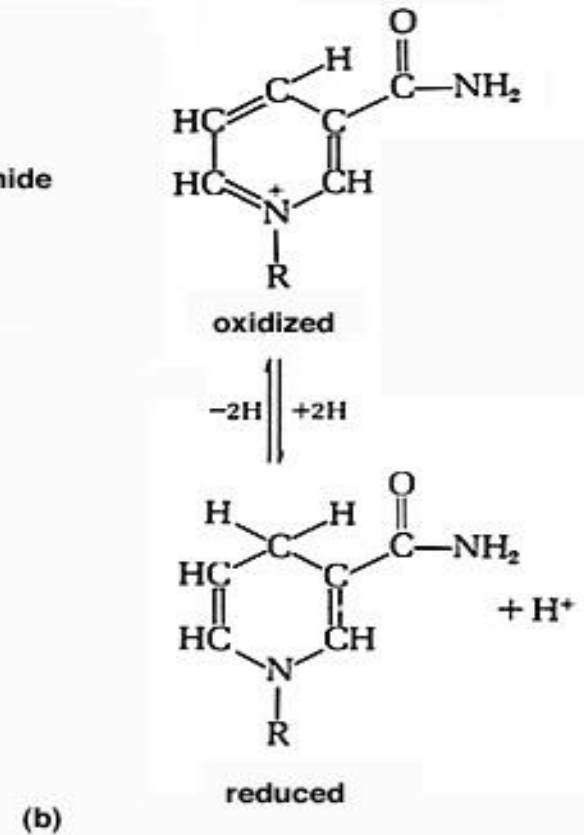
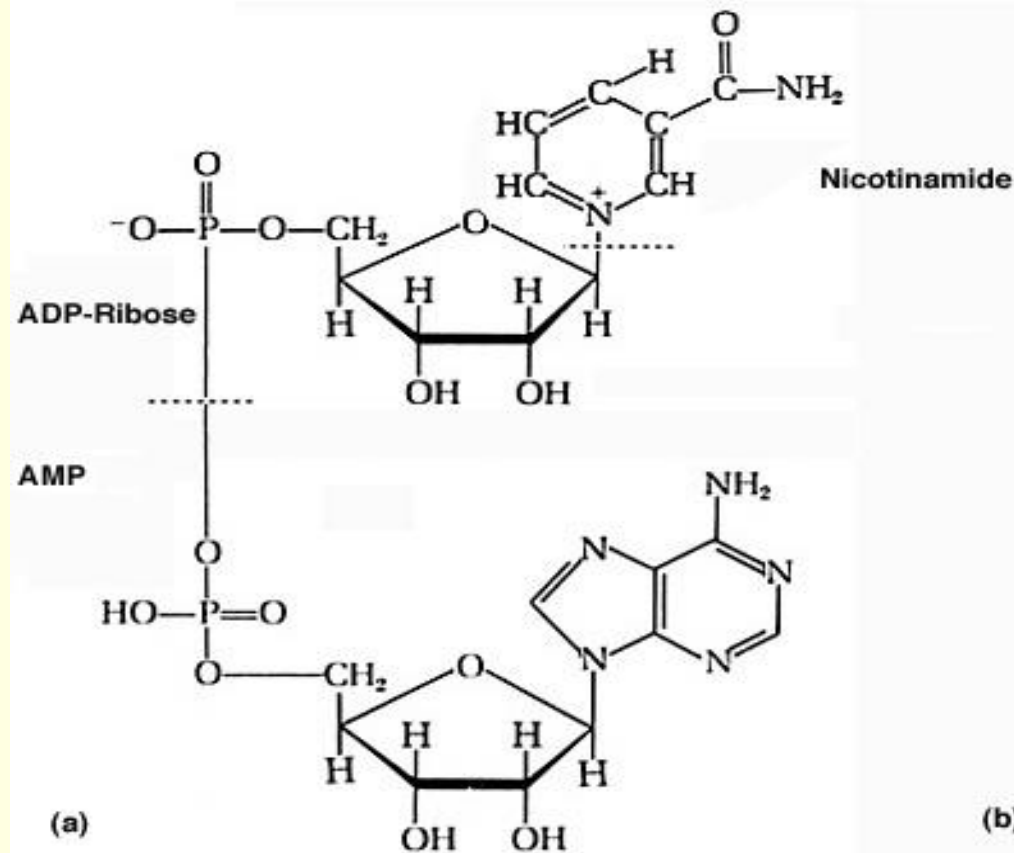
Coupling Reactions ازدواج التفاعلات ■

NAD⁺

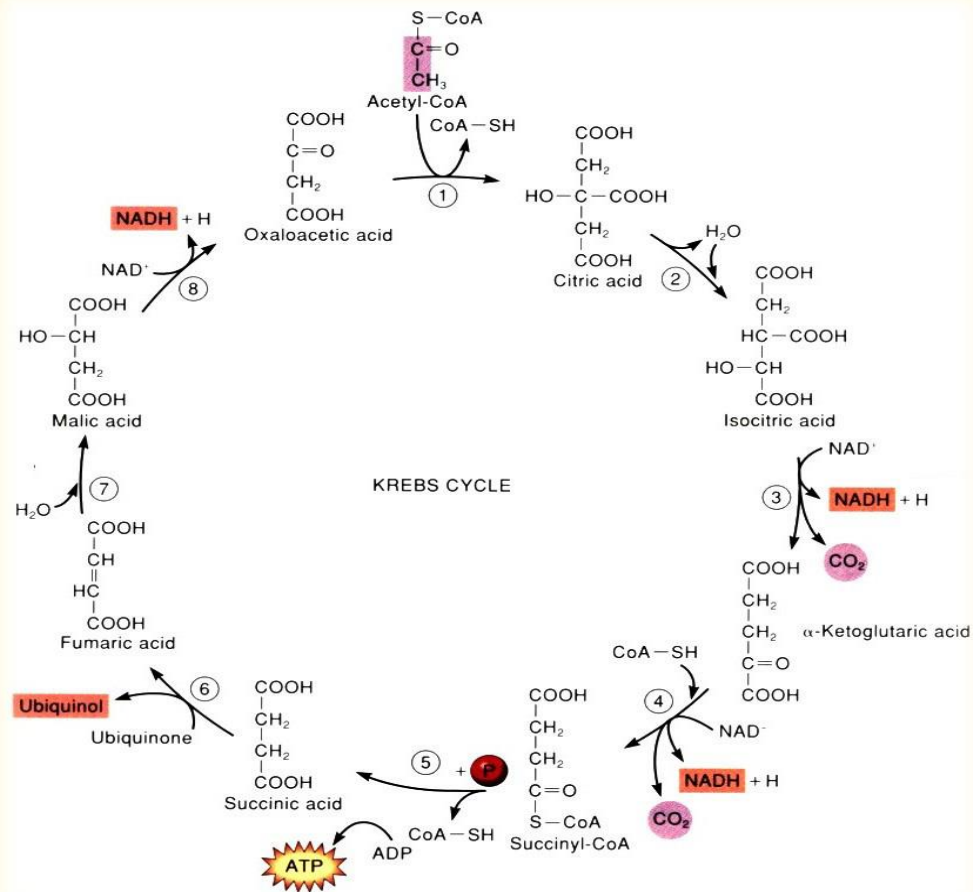


nicotinamide adenine dinucleotide (NAD⁺)

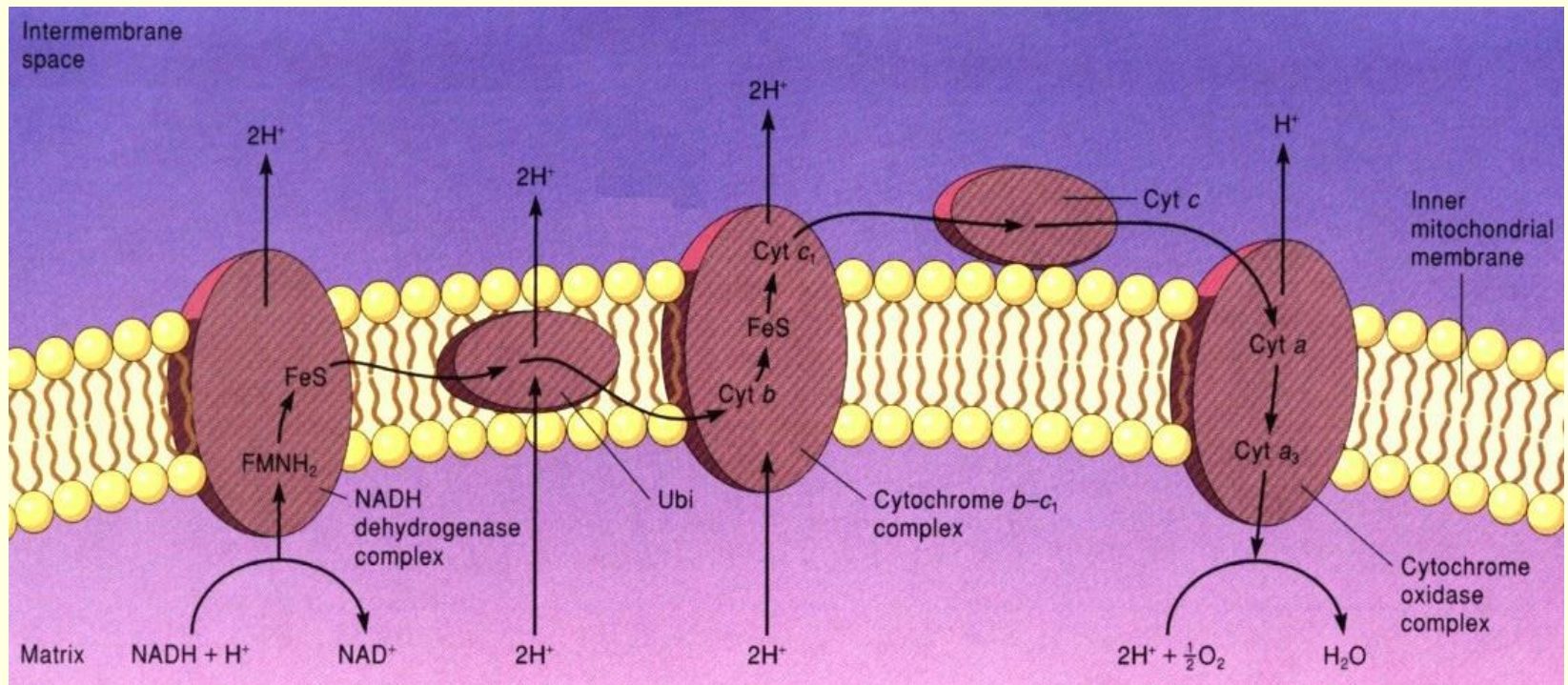
اكسدة واختزال NAD+



يتحد الهيدروجين المحمل على قرائن الانزيمات مع اوكسجين الهوى الجوي وبذلك ينتج الماء وهو الناتج الثاني من نواتج التنفس وتقوم عدة انزيمات بإتمام هذه العملية . ولوحظ ان بعض الأنسجة الهوائية يتم بها التنفس رغم استعمال المعوقات او المثبطات الخاصة بعملية الكلايكوليسس مثل خلات الايودين والفلورين وباستعمال مواد مشعة تم التأكد من وجود دورة اخرى لأكسدة الكلوكوز تختلف عن الكلايكوليسس اطلق عليها دورة فوسفات البنتوزا او دورة الهكسوزات احادية الفسفرة وفيها يتم اكسدة الكلوكوز -6- فوسفات مباشرة دون عملية الكلايكز اللاهوائية بنزع ذرات الهيدروجين ليتحول الى حامض الجلوكونيك الذي يتأكسد بدورة وينفرد غاز ثاني اوكسيد الكربون لينتج سكر الريبوز . كما مبين في الشكل الاتي



السيتوكروم ونقل الأليكترونات



التأكسد المباشر

■ لوحظ أن بعض الأنسجة النباتية يتم بها التنفس رغم استعمال المعوقات أو المثبطات الخاصة بعملية الجلکزة مثل خلات الايودين والفلورين وباستعمال المواد المشعة تم التأكد من وجود دورة أخرى لأكسدة الجلوكوز تختلف عن دورة الجلکزة اطلق عليها دورة فوسفات البنتوز أو دورة الهكسوزات احادية الفسفرة وقد تم توضيحها العالمان Horecher & Rack وفيها يتأكسد سكر الجلوكوز - 6- فوسفات مباشرة دون عملية الجلکزة اللاهوائية بنزع ذرات الأيدروجين ليتحول لحمض الجلوكونيك الذي يتأكسد بدورة وينفرد ثاني أكسيد الكربون لينتج سكر الريبولوز كما بالشكل .

العوامل المؤثرة علي معدل التنفس

■ الأكسجين :

من الواضح ان نقص الأكسجين بالجو المحيط بالنباتات التي تتنفس عادة تنفسا هوائيا يكون له تأثيرات ضارة بهذه النباتات .

■ الحرارة :

تعتبر تأثيرات الحرارة علي معدل التنفس راجعه للعديد من العوامل المتداخلة وعموما يمكن القول ان زيادة الحرارة يزيد من سرعة عملية التنفس بدرجة ملحوظة . ولا بد من الأخذ في الاعتبار أن النباتات بل الأعضاء تختلف فيما بينها في استجاباتها للحرارة .

العوامل المؤثرة علي معدل التنفس

■ تركيز ثاني اكسيد الكربون :

زيادة تركيز CO₂ بالخلايا يقل أو يبطل عمل الانزيمات الخاصة بنزع جزيئات CO₂ من المركبات الكربوهيدراتية .

■ العناصر الغذائية :

لوحظ من التفاعلات السابق ذكرها بالنسبة للتنفس اللاهوائي والهوائي أن أغلب الانزيمات المتحكمة في هذه التفاعلات يلزم لها مساعدات انزيمية من بعض العناصر المعدنية مثل Mn ، Mg ، Cl ، Fe وغيرها .

العوامل المؤثرة علي معدل التنفس

الضوء :

الضوء يزيد من حرارة الانسجة مما يؤدي الي زيادة عملية التنفس كما وان ارتفاع الكثافة الضوئية يشجع عملية البناء الضوئي وبالتالي تزداد تركيزات السكريات الناتجة واللازمة كمادة تفاعل لعملية التنفس

درجة تبلل الانسجة (المحتوى المائي)

كلما ارتفعت درجة رطوبة الأنسجة كلما ارتفع معدل التنفس عادة يرجع ذلك اساسا لزيادة احتياج الانزيمات الي محتويات مائية مرتفعة وقد لوحظ أنه كلما قل المحتوى المائي يقل معدل التنفس كما في البذور الجافة . كذلك فأن قلة الرطوبة تؤثر علي درجة نفاذية الأغشية البلازمية للغازات وبالتالي فان نقص الأكسجين سيكون عاملا محددا في حين ان زيادة ثاني أكسيد الكربون سيصبح عاملا ضارا معيقا لعملية التنفس.