*** بسم الله الرحمن الرحيم ***
*** التقسيم الحديث للإنزيمات ***
** أولا : إنزيمات التحلل المائي : Hydrolases **

أساس التفاعل لها هو التحليل المائي :

$$A - B + H\,O\,H \longrightarrow A\,O\,H + BH$$

**** وتقسم إلي ٣ مجاميع :**

١ – إنزيمات تحلل النشا : Glycosidases: و هي عباره عن : α Bamylase ,

٢ – إنزيمات تحلل السليلوز : و تسمي سليلوليز وهي عباره عن وحدتين من : Cell biose الذي يتحلل بـ Cell biase إلي β , α و الوحده الأخري وهي المالتيز Maltase الذي يتحلل بـ Maltose إلي ٢ وحده جلوكوز α

٣ – E sterases : تحلل روابط الإستر مثل إنزيم الليبيز يحلل رابطة بين الكحول و الأحماض الدهنيه ويحولها إلي جلسرول و إنزيم الإستر Chlorophy lase يحلل الكلوروفيل تحليل مائي إلي : Chlorophllide , Phytol و إنزيم Phosphatase الذي يحلل الـ PI إلي فوسفور عضوي

** ثانيا : إنزيمات الأكسده و الإختزال : Oxi doredutases **

إنزيمات تعمل خلل بالتركيب الإلكتروني للمواد إما بـ O_2 أو نزع H أو حذف إلكترونيات ولابد لهذه الإنزيمات من مانح ومستقبل و يقوم بهذه العمليه Cofacter مثل N A D P تستقبل H و تشمل :

١ – إنزيمات مرتبطه بها ذرة عنصر معدني (Oxidase) مثل Cu , Fe حيث تنشط الهواء الجوي ليتحد مع الـ H_2 الماده مكونا الماء

٢ – Peroxidase
٣ – Catalase
} يحللو فوق الأكاسيد مثل H_2O_2

فنجد أن Peroxidase يشتغل علي الماده ولكن في وجود مستقبل لـ O_2 ويقوم بالإستقبال مادة فينولين كذلك توجد في النبات

$$H_2O_2 \longrightarrow H_2O + O\ (\text{ذري})$$

أما الـ Catalase : يحلل H_2O_2 ولكن في عدم وجود ماده مستقبله و في حالة وجود جزئي ثنائي من H_2O_2 كمستقبل . لذلك يوجد هذا الإنزيم في النبات و الحيوان .

$$\left.\begin{matrix} H_2O_2 \\ H_2O_2 \end{matrix}\right\} 2H_2O + O_2$$

ملاحظه : إنزيم الـ Protease تابع لإنزيمات التحليل المائي وهو يحلل الرابطه الببتيديه مثل الببسين و الكيموتربسين تحلل البروتينات إلي بروتيوزات و بوليببتدات ثم إلي ببتيد ثم أحماض أمينيه

** ثانيا : إنزيمات الأكسده و الإختزال **

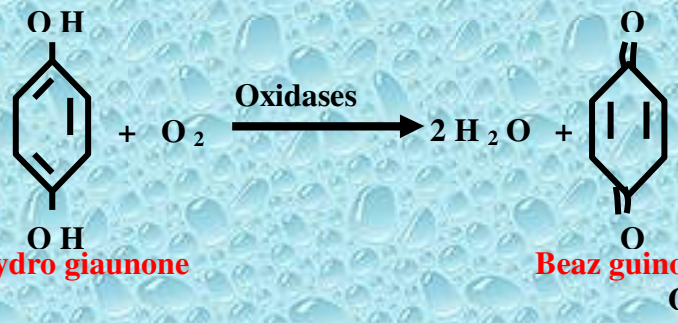
التأكسد و الإختزال عمليتان متضادتان فإذا تأكسدت ماده أختزلت ماده أخري في نفس الوقت

و تتأكسد الماده بإحدي طرق ثلاث :

أ – بإضافة الأوكسيجين : مثل تأكسد أول أوكسيد الكربون إلي CO_2
ب – أو بنزع الهيدروجين : مثل تأكسد H_2S إلي S
ج – أو بفقد إلكترون أو أكثر : مثل تأكسد Fe^{2+} إلي Fe^{3+}

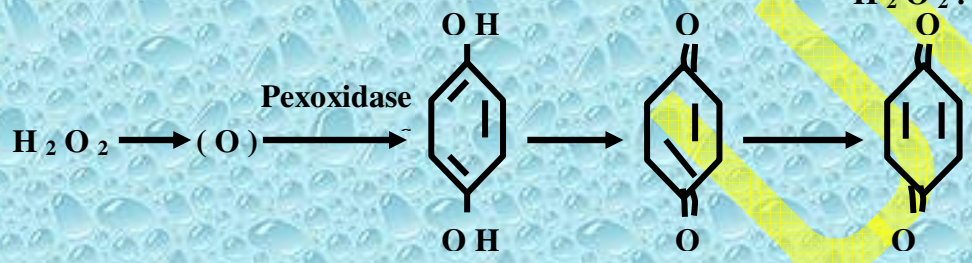
** وتشمل إنزيمات التأكسد و الإختزال المجموعات التاليه :

١ – **Oxidases** : وهذه الإنزيمات تستعمل في أكسده جزئي الأوكسجين الموجود في الهواء الجوي



** و تحدث في أنسجة النبات مثل التفاح و الكمثري (ثمار) حيث يوجد بها مجموعه فينوليه فتقوم هذه الإنزيمات بأكسدة المركبات الفينوليه بواسطة أوكسيجين الهواء الجوي

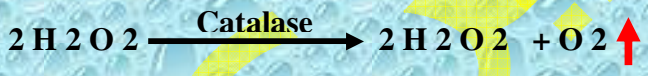
٢ – **Peroxidases** : وهذه الإنزيمات تستعمل في الأكسده للأوكسيجين النشط O الناتج من تحليل الأوكسيد مثل : H_2O_2



لونه بني مركب وسطي لونه أحمر

حيث يحلل H_2O_2 إلي ماء و (O) الذي يؤكسد به مجموعه كبيره من المركبات الفينوليه مثل البيروجالون والجوايكم و يلاحظ هنا أنه يتكون مركب وسطي أولا لونه أحمر ثم يتحول هذا اللون إلي اللون البني

٣ – **Catalases** : وهو يقوم بتحليل ٢ جزئي من H_2O_2 إلي ماء و أوكسيجين جزئي (ويعتبر H_2O_2 مانح و مستقبل)



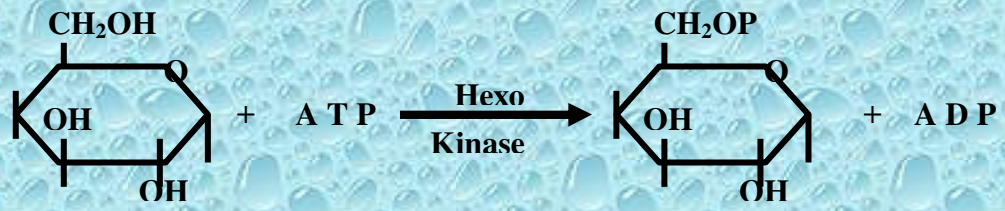
٤ - **Dehydrogenases** : وهي مجموعة الإنزيمات التي تساعد عمليات التأكسد و الإختزال بتنشيط هيدروجين مركب ونقله إلي مركب آخر ويلزم لكي تؤدي هذه الإنزيمات عملها وجود مادتين الأولي تتأكسد بنزع الهيدروجين منها و الثانيه تختزل بإستقبال الهيدروجين

*** ثالثا : إنزيمات النقل ***

هي الإنزيمات التي تقوم بنقل مجموعه من مركب إلي مركب آخر مثل نقل مجموعة المثيل ومن أمثلة هذه المواد :

١ - إنزيمات **Kinases** : وهي الإنزيمات المسئوله عن نقل مجموعة الفوسفات و تحول السكر من

أو العكس .



٢ – إنزيم Phosphorylase :

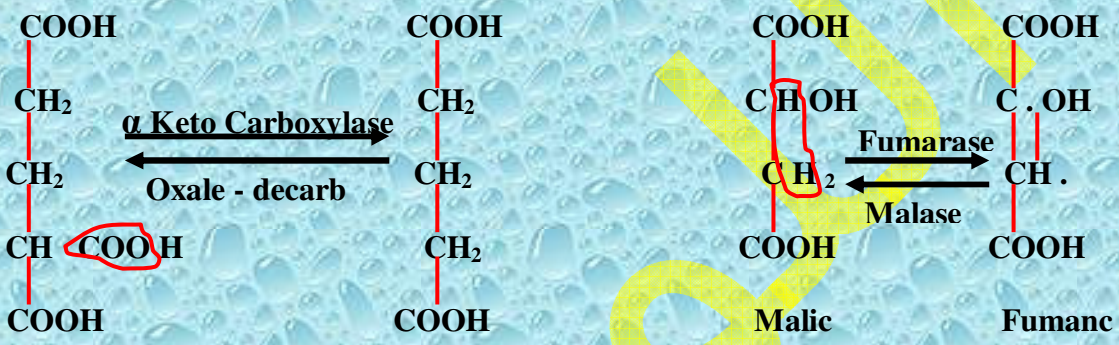
$$N(\text{Clucase} - 1 - p) \xrightarrow[\text{Phosphorylase}]{\text{Starch}} \text{Starch} + \text{Npi}$$

س : ما هو الفرق بين الفوسفاتيز و الفوسفوديليز و الكينيز ؟؟؟

*** رابعا : إنزيمات كسر الروابط (الإضافه) Lyases ***

وهي إنزيمات تكون نتيجة تفاعلها روابط زوجيه في الجزء الذي تعمل عليه . تكسر الروابط الكيميائيه أو تزيل الروابط الكيميائيه أو تضيف مجاميع إلي الروابط الزوجيه :

$$\alpha \text{ Ketoglutaric} + co_2 \underset{\text{Otecarboxylase}}{\overset{\text{Carboxylase}}{\rightleftharpoons}} \text{Oxalo succinic}$$



**و نلاحظ : أن بعض المركبات يتكون فيها روابط زوجيه و بعضها لايتكون فيها روابط زوجيه

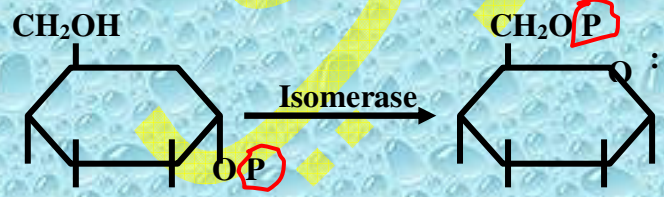
*** خامسا : إنزيمات الـ Isomerases : (التشابه) ***

وهي مجموعه من الإنزيمات تحول مشابه ضوئي إلي مشابه ضوئي آخر

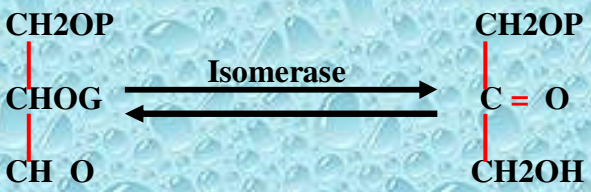
$$\text{Clucose} - 1 - p \longrightarrow \text{Clucose} - 6 - p$$

أو قد يحوله من ألفا إلي بيتا أو العكس

وهنا إنزيمات تعمل علي تغيير ترتيب الذرات :
وهي إنزيمات تغير ترتيب الذرات الداخليه
وبذلك تحوله من مركب لآخر يختلف عنه
في التركيب الفراغي



3 Phosphogly ceraldehyde



Dihydroxy
Acetone phosphate
etases

*** سادسا : إنزيمات البناء (Ligases = Symth) ***

وهي مجموعه من الإنزيمات لابد لها من مصدر طاقه مثل ATP أو UTP لكي تعمل و تبني المركبات العضويه مثل إنزيم بناء السكروز و كذلك يحدث عند الحصول علي النشا .

$$UTP + Clucase \xrightarrow{Symthetases} Pi + UDP\ Clucose + Fructas \longrightarrow Sucrose + UDP$$

**** التمثيل الضوئي ****

العمليات التي تحدث داخل الكائن ويطلق عليها التمثيل الضوئي أو عمليات الأيض Meta bolism وتشمل بناء Ana bolism و هدم Kata bolism

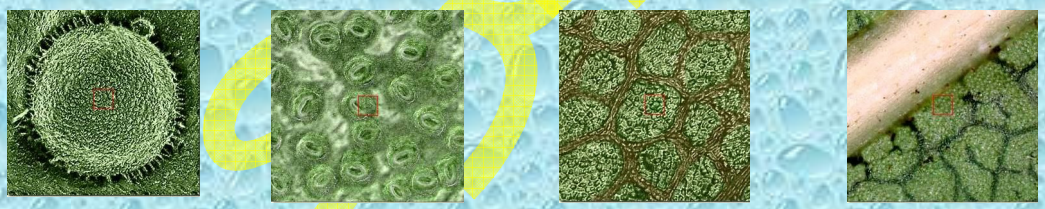
** **التمثيل الضوئي :** هو عباره عن المرحله الأولي التي تمتص فيها الطاقه الضوئيه و تحويلها إلي طاقه عضويه (كيماويه) التي تتحول ألي مواد عضويه آخري تستخدم كطاقه .

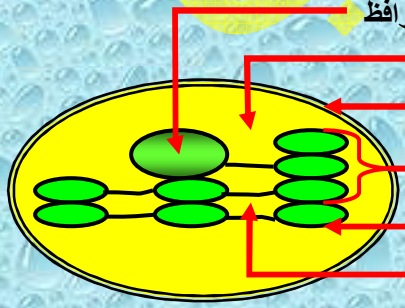
** **تفاعل الظلام :** يحدث في الضوء و الظلام و الضوء غير أساسي له و يحتاج إلي طاقه حراريه لكي يتم و العامل المحدد له هو المركبات النشطه المحركه له .

** **تفاعل الضوء :** يحدث في الضوء فقط و الضوء أساسي فيه و يحتاج طاقه ضوئيه و العامل المحدد له هو الضوء .

** **ويلاحظ أن :** يحدث تفاعل الضوء و يستمر و يملأ الأنسجه بالمركبات NADPH2 و ATP و طالما لم يوجد CO2 فإن تفاعل الظلام لايحدث . و تفاعل الظلام يحد من هذه المركبات مما يؤدي إلي إستمرار التفاعل الأول (تفاعل الضوء) في حالة وجود الضوء الكلوروبلاست الأول
ويلاحظ أن التفاعل الأول (تفاعل الضوء) يؤثر علي تفاعل الظلام بصوره مباشره أما الثاني يؤثر عليه بصوره غير مباشره حيث لابد أن يحدث تفاعل الظلام ليحول المركبات المتكونه من تفاعل الضوء .

**** البلاستيدات الخضراء ***





- يتجمع الكلوروفيل داخل
- يتم تفاعل الضوء داخل الجرانا فقط
- وبعد ذلك تنتقل هذه المركبات إلي الماتريكس بواسطة الضغط الإسموزي

ويبدأ تفاعل الظلام فيه .

البلاستيدات الخضراء

*** تبني جزيئات الـ A T P بطريقتين :

أ – في الميتوكوندريا : نتيجة حرق الماده العضويه (فسفره أوكسيديه)

$$ADP + PI \xrightarrow{\text{ماده عضويه}} ATP$$ (Oxidative phosphrylation)

ب – في البلاستيدات الخضراء : كما سبق لذلك سميت (ضوئيه) .

*** خطوات التمثيل الضوئي ***

توجد ثلاث خطوات لعملية التمثيل الضوئي :

١ – إستقبال الشعاع الضوئي بواسطة كلورفيل A
٢ – يعمل الكلورفيل B علي تحويل هذه الطاقه إلي وحدات كيميائيه
٣ – تفاعل الظلام (دورة كالفن و نيلسون) : يحدث إستقبال للضوء (الشعاع الضوئي) حيث يسقط علي النبات فيستقبله الكلوروفيل (عباره عن حلقات بيروفلين يربط بينهم Mg وبها روابط زوجيه كثيره) فعند سقوط الإشعاع علي هذه المركبات يختلف تكافؤ و تجاذب هذه الروابط الزوجيه فيحدث ذبذبه للروابط من زوجيه إلي فرديه ومن فرديه إلي زوجيه
- تخزن هذه الطاقه بعد أن تأتي من الشمس و تتحول إلي مركبات أخري مثل السكر عند إحتراقها لا تحترق مباشرة أو دفعه واحده ولكن تحترق علي دفعات (جزيئات) و تتحول ثانيا إلي ATP .

** الفرق بين التمثيل الضوئي و التنفس **

أولا : التنفس :

بيتم بحرق الـ O 2 و تحويلها إلي CO2 و الكربوهيدرات أيضا تحول إلي CO2 وتتم في جميع أجزاء النبات وتتم عملية التنفس في الضوء و الظلام أي طوال اليوم .

ثانيا : التمثيل (البناء) الضوئي :

هو اختزال الـ CO2 حتي يصل إلي مستوي الكربوهيدرات و تتم في الأجزاء الخضراء في النبات و لا تتم هذه العمليه إلا في الضوء فقط .
- وتتم هذه العمليه في النباتات الراقيه و الطحالب الخضراء التي تعرف بأنها ذاتية التغذيه التي تحتوي علي كلوروفيل وتسمي هذه العمليه ((تمثيل ضوئي – أو كلوروفيل – أو كربوني)) ويفضل أن تسمي بناء ضوئي وليس تمثيل ضوئي حيث يتم فيها البناء وليس كل ما يبني يمثل .

** معادلات البناء الضوئي :

المعادله القديمه :

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow{\text{كلوروفيل + ضوء}} C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2 \uparrow$$

** مصدر الـ O 2 المنطلق : عرف مصدره عن طريق النظائر المشعه و أمكن التعرف علي أن مصدره هو الماء حيث وجد أن الـ O 2 الموجود في الماء من النوع الـ ١٨ أما الـ O 2 الموجود في الـ CO2 من النوع الـ ١٦ فوجد أن المنطلق كله من الـ O 2 الـ (١٨) لذلك أصبحت المعادله خاطئه لأنه كيف ٦ جزئ ماء يعطوا ١٢ جزئ O 2

**المعادله الحديثه هي :

$$6\,CO_2 + 12\,H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2 + 6H_2O$$

*** تفاعلات الضوء و الظلام ***

** تفاعل الظلآم : تفاعل بلاكمان :

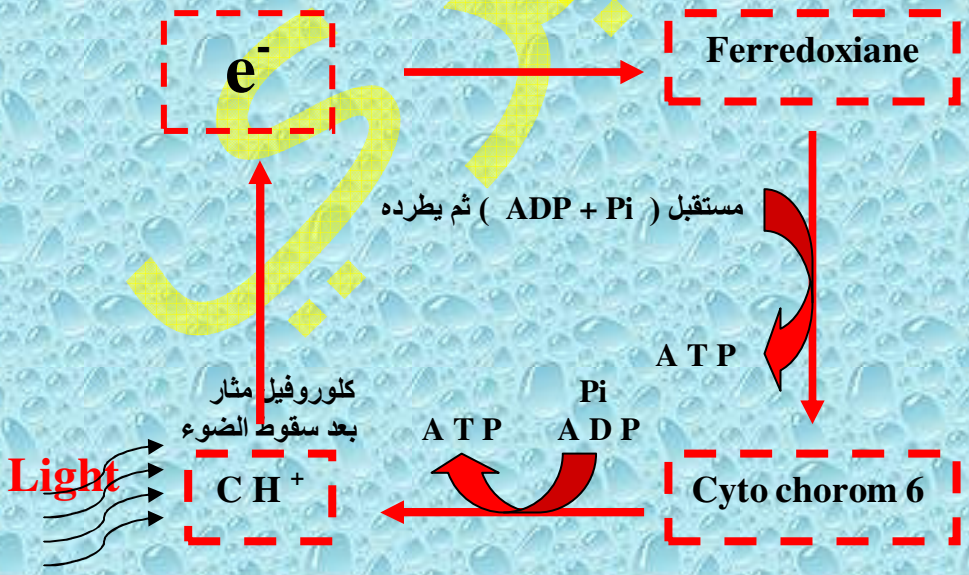
وهو نتيجة وجود الـ CO_2 مع المركبات الموضحه في المعادله و إعطاء المواد الكربوهيدراتيه الموضحه في المعادله :

$$A\,D\,P + Pi \longrightarrow A\,T\,P \xrightarrow[NADP\,H_2]{NADP} \xrightarrow[\text{في وجود الـ } H_2]{+\,CO_2} C_6H_{12}O_6$$

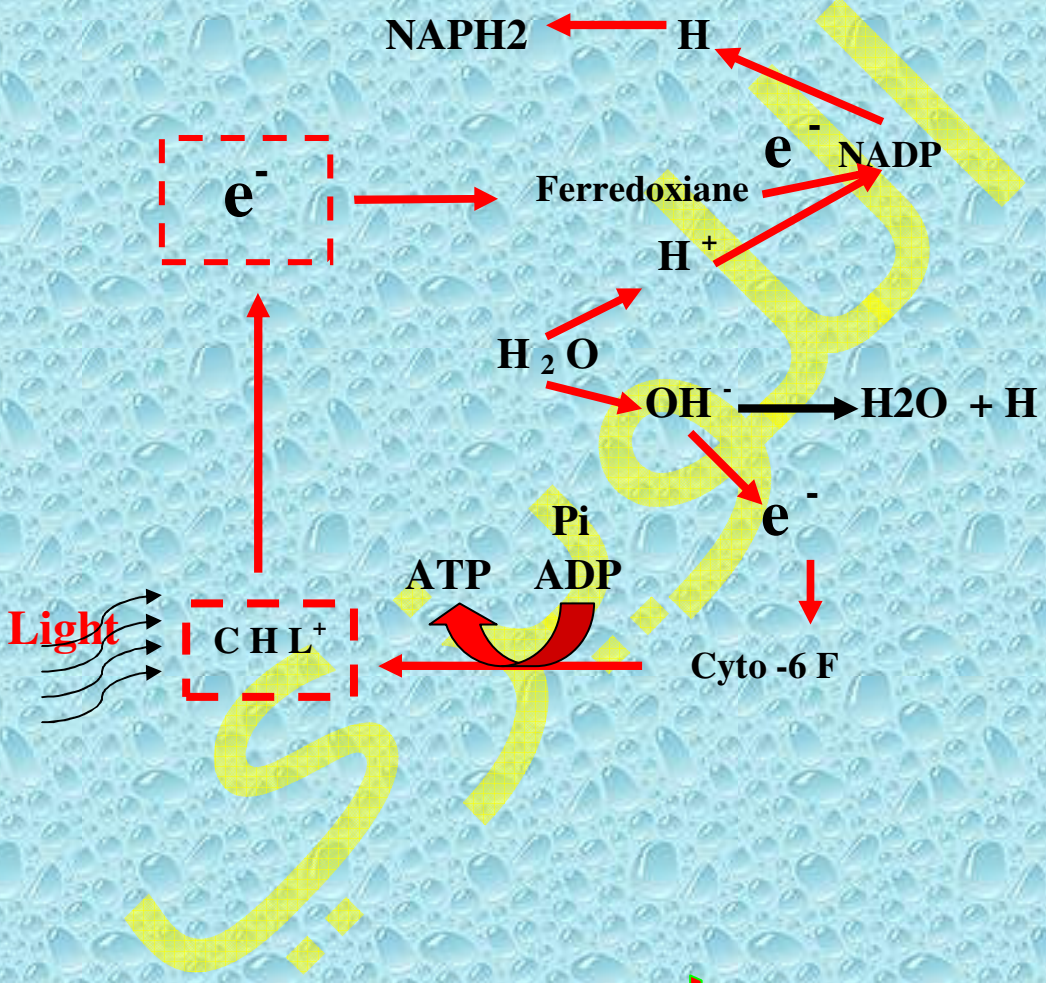
** تفاعل الضوء :

وذلك في وجود عوامل معينه التي إكتشفها العالم كالفن في دورته ثم عدلها العالم بنلسون

*** دورة الفسفره المغلقه ***



*** دورة الفسفره الضوئيه المفتوحه ***



مع تحيات : المهندس
أيمن اللويزي
+201664771176

مع تحيات : المهندس
أيمن اللويزي
+201664771176