



Mansoura University



# فسيولوجيا النبات

أ.د محمد نصر الدين هلالى

أ.د محمود محمد درويش

أ.د محب طه صقر

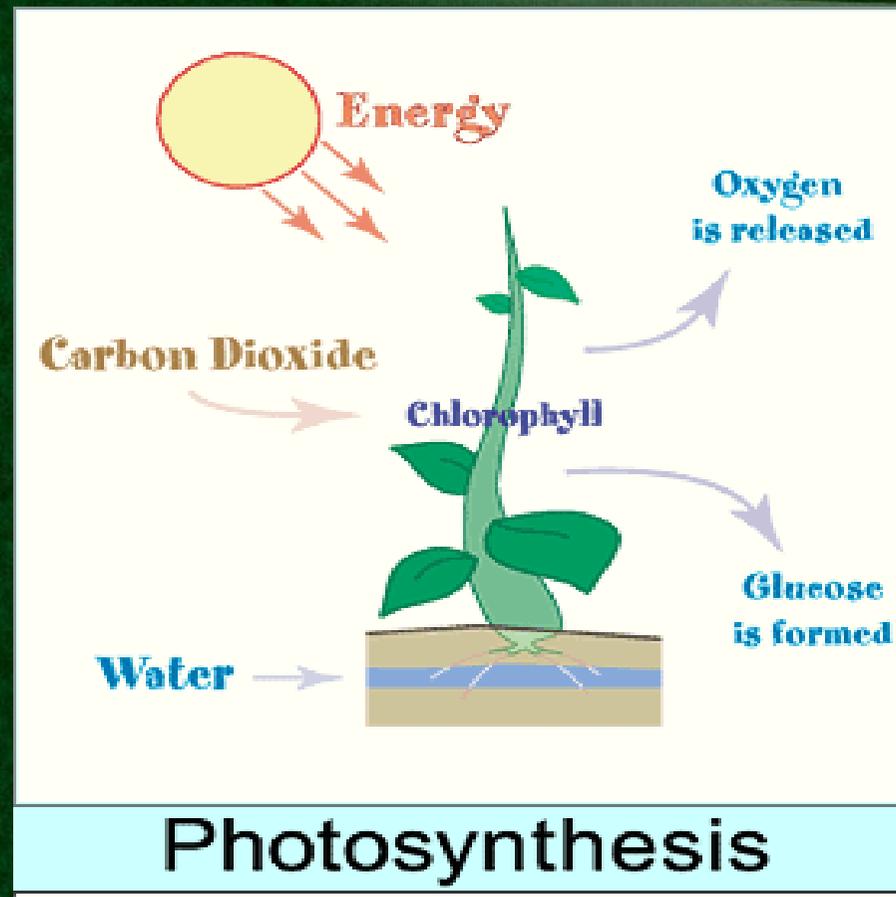
أ.د سمير محمد عبد الجواد سلامة

## كلية الزراعة

# التخليق الضوئي

- Ø عملية التخليق الضوئي؛ يمكن تعريفها، بأنها إنتاج المواد العضوية المحتوية، علي الكربون، بواسطة الخلايا الخضر اللون وفي وجود الضوء، من ثاني أكسيد الكربون، والماء، مع تكوين الأوكسجين كنتاج ثانوي للعملية.
- Ø وتبدأ عملية التخليق الضوئي بامتصاص الطاقة الضوئية وتحويلها الي طاقة كيميائية، تستخدم في تثبيت ثاني أكسيد الكربون، علي صورة عضوية كربونية غنية في الطاقة.
- Ø هذه الطاقة، يمكن للنبات- بعد ذلك- أن يطلقها من المواد العضوية المحتوية عليها، بواسطة عملية التنفس، ويستخدمها في العمليات الحيوية المختلفة، التي تجري في خلاياها، كما تستخدمها أيضا الكائنات التي تعتمد علي النباتات الخضر اللون في تغذيتها.

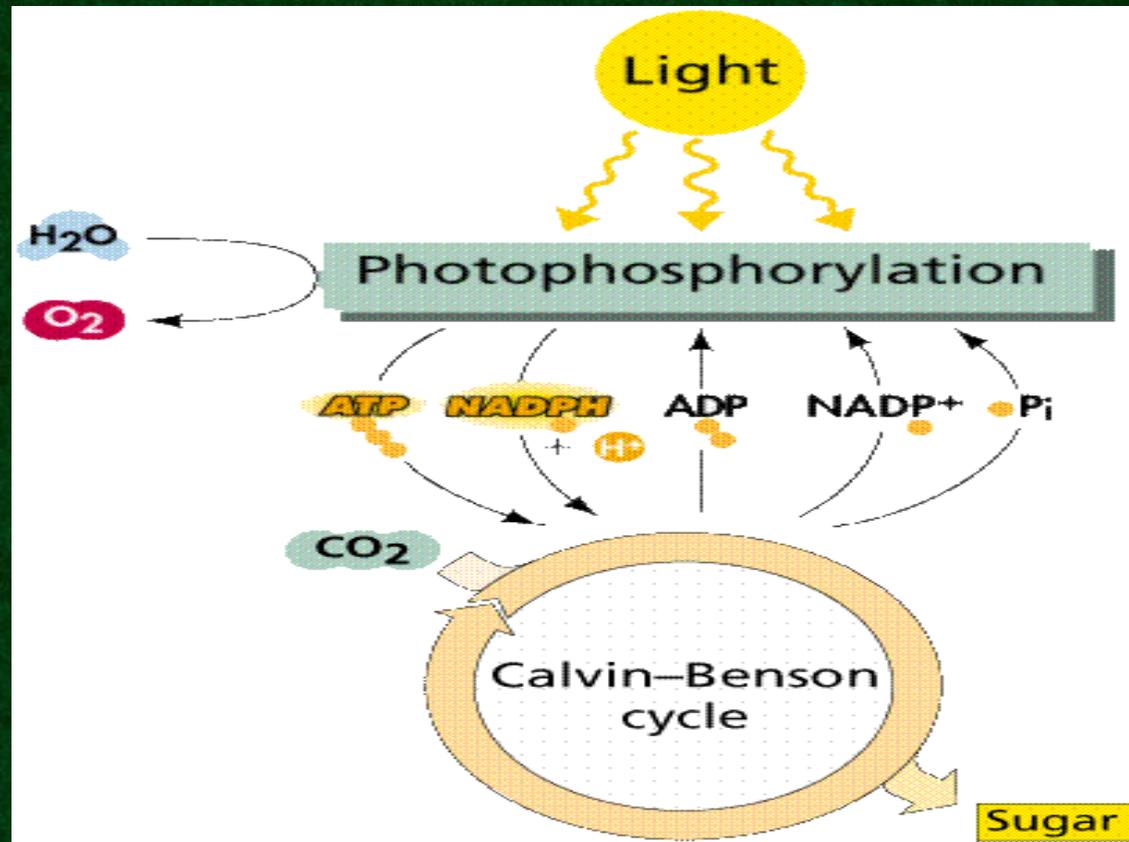
# التخليق الضوئي



# جهاز التخليق الضوئي وملائمة التركيب مع الوظيفة

- Ø معظم التخليق الضوئي في النباتات الراقية، تقوم به الأوراق الخضراء اللون، التي يلائم تركيبها التشريحي القيام بالعملية بكفاءة تامة.
- Ø فإذا فحصنا نصل الورقة النموذجي في ذوات الفلقتين، يمكن تمييز ثلاثة أنواع من الأنسجة، التي يغطيها من السطحين الأسفل والأعلى طبقة واقية من نسيج البشرة، التي تكون غالبا مغطاة بطبقة شمعية، من مادة الكيوتين والتي تمنع نفاذ الماء خلالها وبين البشريتين يقع النسيج المتوسط، او الميز وفيل، والذي يتكون من طبقة، او اثنتين، من خلايا مستطيلة، تقع تحت طبقة البشرة العليا وتكون عمودية عليها ، وهي الخلايا العمادية ، وتليها الي اسفل، عدة طبقات، من خلايا كبيرة الحجم، غير منتظمة الشكل، هي الخلايا الإسفنجية.

# جهاز التخليق الضوئي وملائمة التركيب مع الوظيفة



# الصبغات النباتية

## أولاً: أنواع الصبغات النباتية:

يمكن تقسيم الصبغات النباتية التي توجد في النبات الراقى، الي مجموعتين أساسيتين، علي حسب مكان وجودها.

∅ **القسم الأول** : مواد ملونة توجد أساسا في البلاستيدات الخضراء اللون. ويطلق عليها مجموعة صبغات البلاستيدات. وهذه المواد تذوب في المذيبات العضوية، مثل الكحولات، والأثيرات، والأسيتون وأثير البترول والبنزين، والكلوروفورم، و.....غيرها ولا تذوب في الماء.

∅ **القسم الثاني** : مواد ملونة ذائبة في العصير الخلوي، ويطلق عليها صبغات العصير الخلوي. وهذه المواد تذوب في الماء.

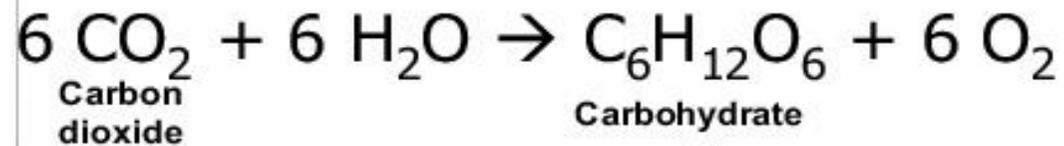
# الصبغات النباتية

ثانيا: العوامل المؤثرة علي تكوين الكلوروفيل:

- ∅ الضوء
- ∅ الأوكسجين و ثاني أكسيد الكربون

# الصبغات النباتية

## Photosynthesis: Overall Reaction



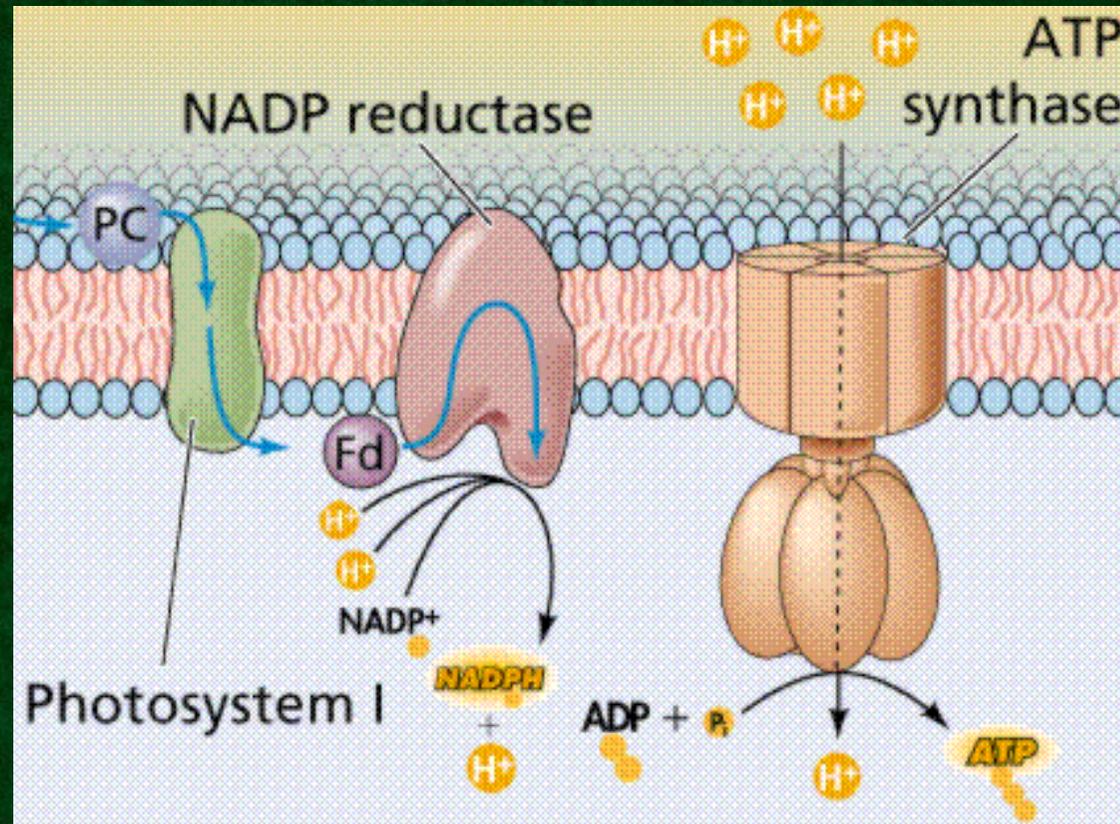
↓  
**Sucrose**

# الصبغات النباتية

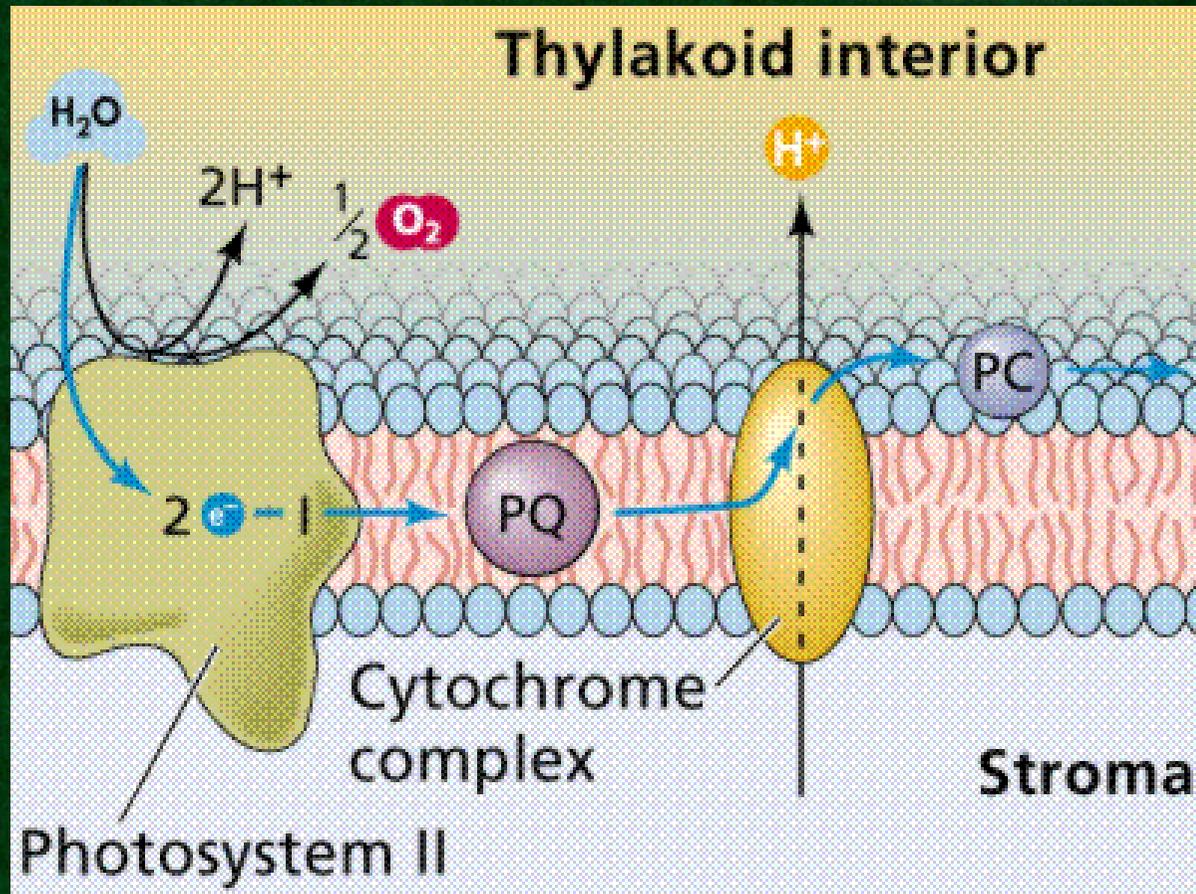
## ثالثاً: استخلاص الصبغات النباتية :

- Ø تعتمد الفكرة الأساسية لفصل الصبغات واستخلاصها، علي أساس اختلاف خواصها الكيميائية والفيزيائية من ناحية درجة ذائبيتها في المذيب العضوي الواحد.
- Ø فمثل، ا يذوب الزانثوفيل بدرجة اكبر من الصبغات الأخرى، في كحول الميثايل، ويميل الكاروتين للذوبان بدرجة اكبر، في اثير البترول.
- Ø أما الكلوروفيلات فلا تذوب في اثير البترول بدرجة جيدة، إلا إذا احتوي علي كمية ولو قليلة من الأسيتون.
- Ø وفصل الصبغات النباتية، يحضر مستخلص الصبغات من مسحوق الأوراق الجافة هوائياً، في اثير البترول، مع التخلص من الشوائب الأخرى.

# الصبغات النباتية



# الصبغات النباتية



# مراحل التخليق الضوئي

## • مرحلة التفاعل الضوئي (تفاعل هيل): Hill's Reaction

Ø وفيها يقوم جهاز التخليق الضوئي، بامتصاص الطاقة الضوئية، وبواسطتها يقوم بعملية التحليل الضوئي لجزئ الماء، إلى أيون  $H^+$  وغاز الأكسجين  $O_2$ ، الذي يتصاعد. ويستعمل الأيدروجين في اختزال عامل مساعد، قد يكون معاون الإنزيم  $NADP^+$ . ويتحول إلى الصورة المختزلة  $NADPH+H^+$ .



# مراحل التخليق الضوئي

## • مرحلة التفاعل الظلامي (تفاعل بلاكمان): Blackman Reaction

§ وفي هذه المرحلة، يتحد ثاني أكسيد الكربون، مع مركب ما، دون حاجة إلى وجود ضوء ، وان المركب الناتج بعد اتحاد ثاني أكسيد الكربون، يتم اختزاله بواسطة عوامل مساعدة، سبق اختزالها، في التفاعل الضوئي.

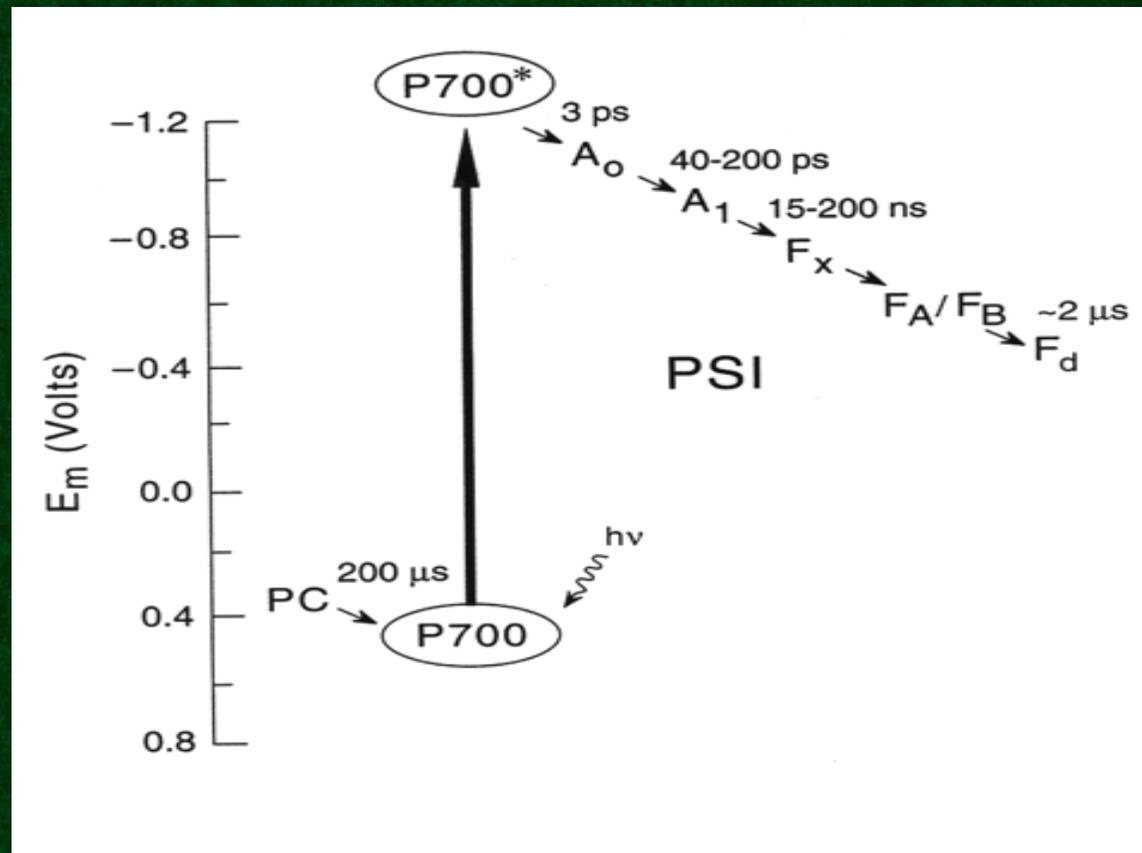
§ وعلى ضوء ذلك، يمكن مناقشة عملية التخليق الضوئي من زاويتين: الأولى هي كيفية استخدام الماء كعامل مختزل في التفاعل الضوئي، والثانية: هي كيفية اختزال ثاني أكسيد الكربون، وتحويله في النهاية الي كربوهيدرات.

# مراحل التخليق الضوئي

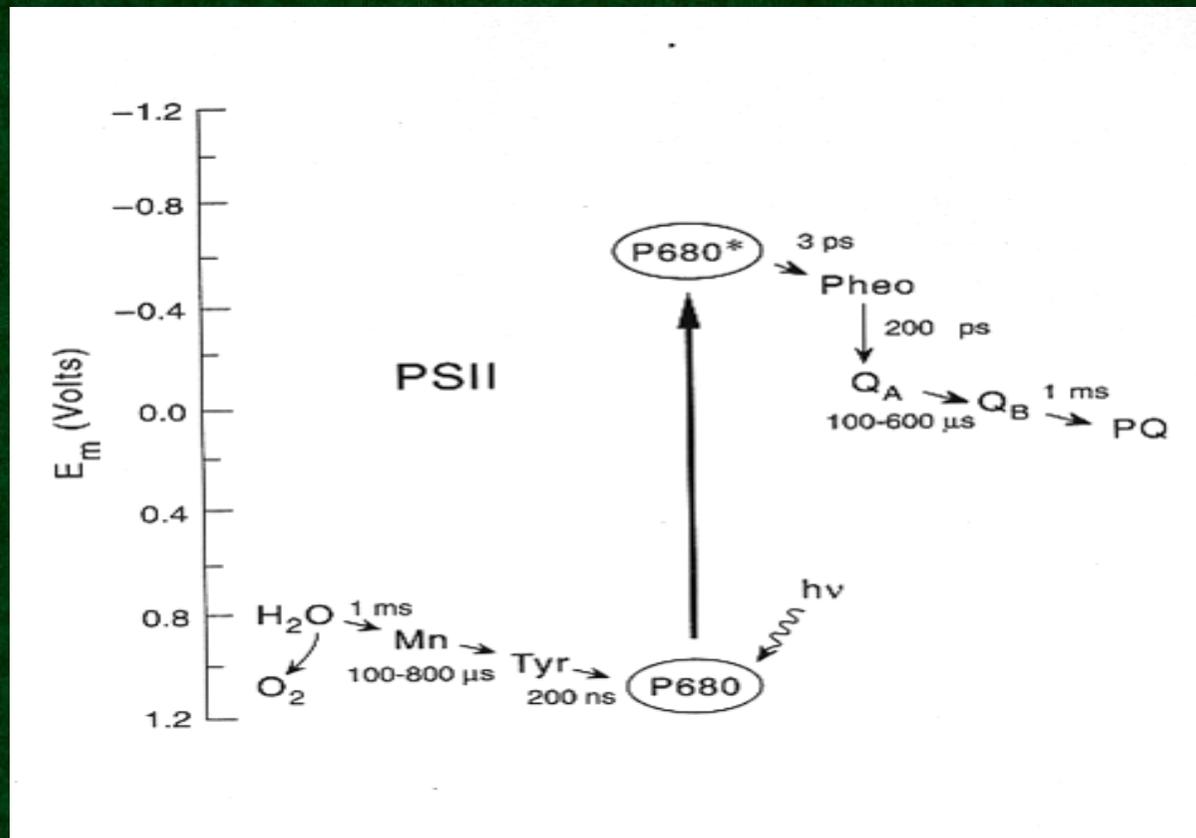
## ميكانيكية التفاعل الضوئي:

يمتص جزئ الكلوروفيل في البلاستيدات الخضر اللون الطاقة الضوئية ، فينشط ، ويتحول الي حالة مثارة Exited ونتيجة لذلك ينطلق منه الكترون ، علي مستوي مرتفع من الطاقة ، تاركا خلفه جزئ الكلوروفيل الحامل لشحنة موجبة ( نتيجة فقده الكترونا يحمل شحنة سالبة) ويستقبل الالكترون المنطلق ذو الطاقة المرتفعة، مركب قابل للالكترونات، يتم اختزاله، بانتقال الالكترون إليه. ويفقد الالكترون أثناء عملية الانتقال هذه ، جزءا من طاقته، تخزن في صورة الرابطة الفوسفاتية الغنية بالطاقة ATP .

# مراحل التخليق الضوئي



# مراحل التخليق الضوئي



# مراحل التخليق الضوئي

## اختزال ثاني أكسيد الكربون وتحويله الي كربوهيدرات:

- Ø وتسمي سلسلة التفاعلات التي يتم بها اختزال، وتحويل ثاني أكسيد الكربون، إلي كربوهيدرات، ومواد عضوية اخري، مثل الأحماض الأمينية ، بدورة اختزال الكربون ، في التخليق الضوئي.
- Ø ويرجع الفضل في إثباتها إلي كل من كالفين وبنسون وقد كانت سببا في حصول الأول على جائزة نوبل.
- Ø ويتلخص أساس التجارب في أن عملية التخليق الضوئي، تتم في النبات بمعدل ثابت ومستقر، ويتحول ثاني أكسيد الكربون إلى جلوكوز، في سلسلة من التفاعلات عن طريق مركبات وسيطة كما يلي:

CO<sub>2</sub> ← مركب A ← مركب B ← مركب C ← ... ← .. ← جلوكوز .

# مراحل التخليق الضوئي

## تقدير معدل عملية التخليق الضوئي:

- Ø يمكن قياس المعدل أو السرعة التي تجري، بها أي عملية حيوية ، عن طريق تقدير سرعة اختفاء المواد الداخلة في التفاعل، أو ظهور المواد الناتجة عن التفاعل.
- Ø وبتطبيق ذلك في حالة التخليق الضوئي، فإنه يمكن قياس سرعة اختفاء ثاني أكسيد الكربون  $CO_2$  ، أو سرعة ظهور الأوكسجين  $O_2$  كناتج ثانوي، أو تقدير الكربوهيدرات المتكونة، عن طريق تقدير معدل زيادة المادة الجافة في زمن معين..... ويجب ملاحظة أن هناك عملية أخرى.
- Ø تتم في نفس الوقت، في الخلايا التي تقوم بعملية التخليق الضوئي، وهي عملية التنفس هي عملية عكسية للتخليق الضوئي، حيث يتم فيها أكسدة الكربوهيدرات إلى  $CO_2$  ، وماء، لتحرير الطاقة اللازمة للنبات

# مراحل التخليق الضوئي

العوامل التي تؤثر على عملية التخليق الضوئي:

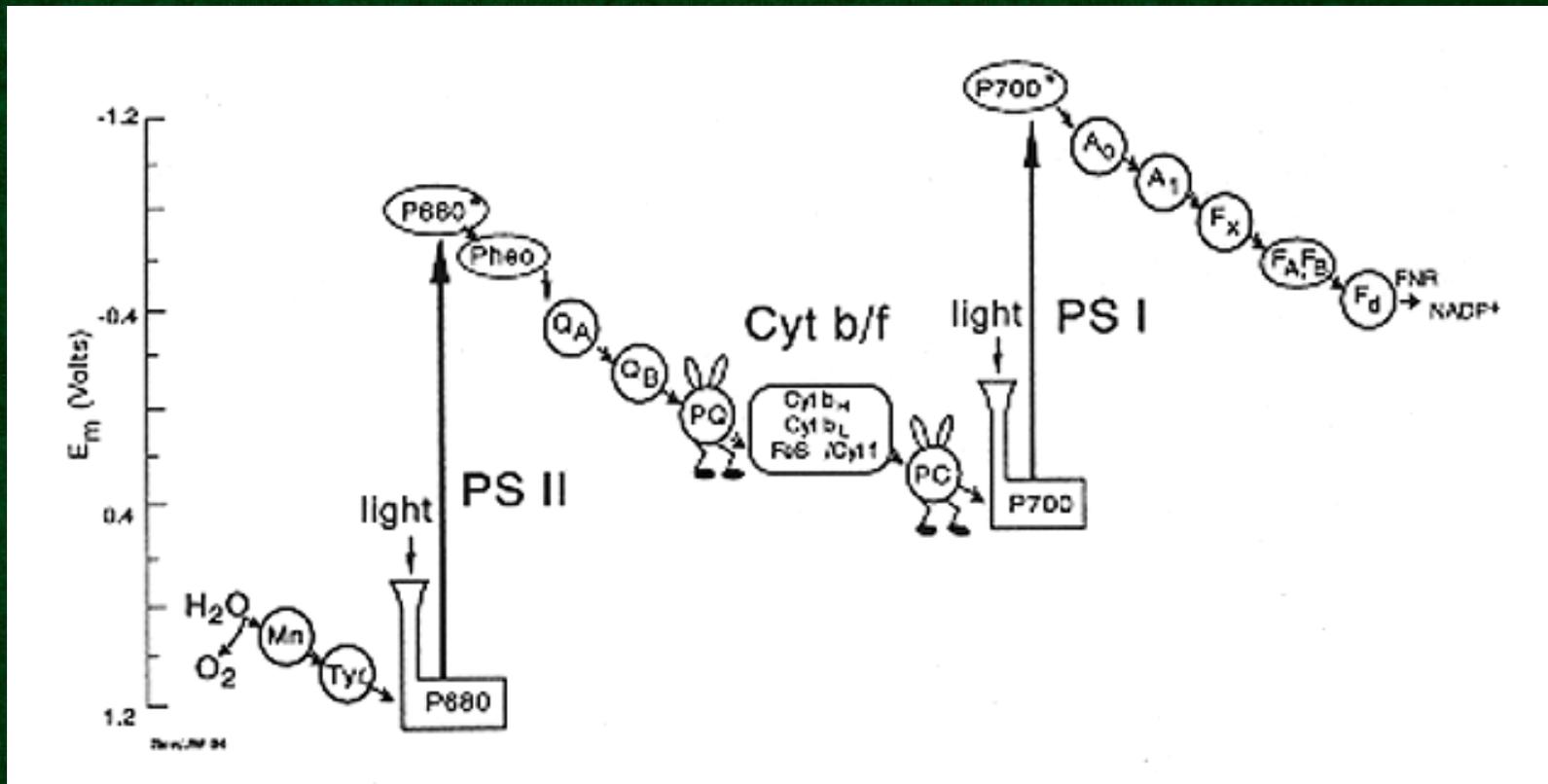
- Ø تركيز ثاني أكسيد الكربون في الهواء المحيط بالأوراق
- Ø درجة الحرارة
- Ø الضوء

# مراحل التخليق الضوئي

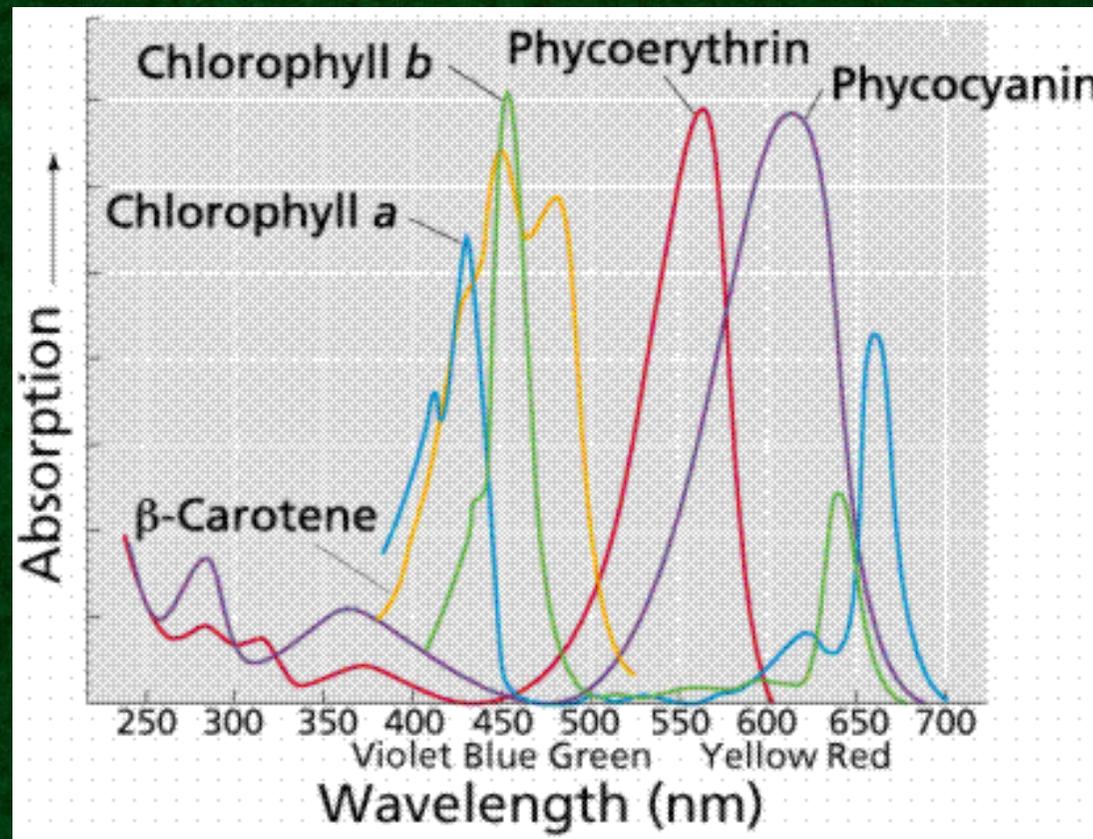
## العوامل الداخلية في الأنسجة التي تقوم بعملية التخليق الضوئي:

- Ø يجب أن يصل محتوى الخلايا من الكلوروفيل الي الحد اللازم للقيام بعملية التخليق الضوئي، وأن تكون الخلايا في حالة امتلاء، ونشطة فسيولوجياً.
- Ø إذ فضلا عن دخول الماء في تفاعلات التخليق الضوئي، فقد وجد أن فقد النسيج النباتي لمقدار ٢٠-٢٥% فقط من محتواه المائي، عند أقصى درجة من درجات التميؤ Hydration يوقف معظم – إن لم يكن جميع -العمليات الحيوية، المكونة لظاهرة النمو ، كما أن، نقص المحتوى المائي، عن حد معين، يؤدي الي إغلاق الثغور، وإيقاف نفاذية ثاني أكسيد الكربون من الجو الخارجي إلي الداخل .
- Ø والأوكسجين ضروري لبدء عملية التخليق الضوئي. ولا تغفل أهمية بعض العناصر المعدنية في التخليق الضوئي.

# مراحل التخليق الضوئي



# مراحل التخليق الضوئي



# أسئلة التقويم

## الباب الثاني

- ١- اشرح مساهمات كل من بلاكمان وهل في فهم عملية التخليق الضوئي؟
- ٢- اشرح المقصود بعملية التخليق الضوئي مع كتابة معادلة التفاعل؟
- ٣- حدد مراحل عملية التخليق الضوئي وكيف تحدث كل منها؟
- ٤- اشرح كيفية استخدام جزئ الماء في عملية التخليق الضوئي؟
- ٥- اشرح ميكانيكية التفاعل الضوئي؟
- ٦- حدد الفرق بين نظامي الفسفرة في التخليق الضوئي؟
- ٧- اشرح بالتفاعلات كيفية تحويل ثاني اكسيد الكربون إلي كربوهيدرات؟
- ٨- كيف يتكون سكر القصب والنشا في التخليق الضوئي؟
- ٩- حدد كيف يمكن تقدير معدل عملية التخليق الضوئي؟
- ١٠- حدد العوامل التي تؤثر علي عملية التخليق الضوئي؟