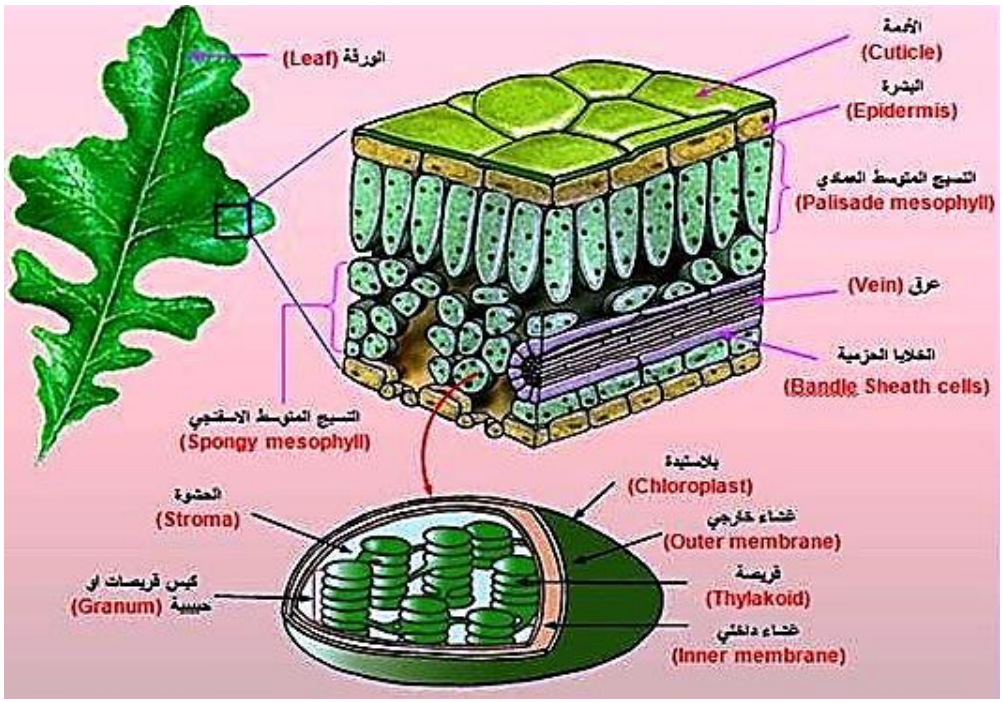
التركيب الضوئي (أو التمثيل الضوئي أو التخليق الضوئي):-

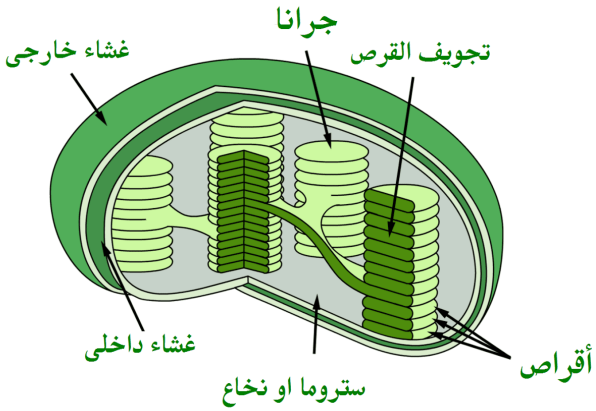
عملية كيميائية معقدة تحدث في خلايا النباتات الخضراء ، و البكتيريا الزرقاء وفي صانعات اليخضور أو الكلوروبلاست في كل من الطحالب والنباتات العليا ، حيث يتم فيها تحويل الطاقة الضوئية الشمسية من طاقة كهرومغناطيسية على شكل فوتونات أشعة الشمس إلى طاقة كيميائية تخزن في روابط سكر الكلوكوز وفق المعادلة التالية:

$$CO2 + 6H2O + light + chloroplasts \longrightarrow C6H12O6 + 6O2$$

جهاز البناء الضوئي

أن معظم عملية التمثيل الضوئي تتم في الأوراق الخضراء والتي يلائمها تركيبها التشريحي للقيام بهذة العملية بكفاءة تامة. ويحتوي على اعداد كبيرة من البلاستيدات الخضراء أو الكلوربلاست (100 بكل خلية) وتعتبر كل بلاستيدة خضراء (كلوروبلاست) جهاز أنه يحتوي على كل الانزيمات والمركبات اللازمة للقيام بهذه العملية الحيوية.





صبغات التركيب الضوئي

مركبات عضوية متعلقة بامتصاص الطاقة الضوئية وتحويلها الى طاقة كيمياوية.

اولا : Chlorophylls :

1. chl a / في جميع النباتات القائمة بالتركيب الضوئي باستثناء البكتريا القائمة به .
2. chl b / في النباتات الراقية والاشنات الخضراء .
3. chl c / الاشنات السمراء .
4. chl d / الاشنات الحمراء .
5. chl e / في بعض النباتات .
6. Bacteriochlorophyll a, b / البكتريا القائمة بالتركيب الضوئي .

	الصفة	Chlorophyll a	Chlorophyll b
1	طول موجة الضوء التي يمتصها بشدة(mu)	660,430	645,453
2	الصيغ التركيبية	$C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$	$C_{55}H_{70}O_5N_4Mg$
3	القطبية	اقل قطبية ويذوب في الاثير	اكثر قطبية ويذوب في مثيل الكحول
4	اللون	اخضر مزرق غامق	اخضر فاتح
5	التركيز	النسبة chl a/chl b تعادل ثلاثة	

ثانيا:- الصبغات الثانوية Accessory Pigments وتشمل

أ. الكاروتينات Carotenoids Pigments

وهي مركبات دهنية الوانها الصفراء والحمراء والبرتقالية والسمراء توجد في البلاستيدات الخضراء والملونة (في البكتريا) وهي تقسم الى مجموعتين :

1. مجموعة Carotene ومنها عدة انواع.
   a. β-Carotene وهي الشائعة الوانها صفراء او برتقالية .
   b. α-Carotene اقل انتشارا وبنفس الالوان .
   c. Lycopene لونها احمر.
2. مجموعة xanthophylls

سمراء اوبنية اللون وانواع تحوي 40 ذرة كاربون وتحمل اوكسجين .

ب. صبغات Biliproteins

توجد في الاشنات الزرقاء الخضراء الاشنات الحمراء

الجانب العملي

الكشف عن النشأ في الأوراق

في الضوء تقوم البلاستيدات الخضراء بعملية البناء الضوئي التي ينتج عنها تكوين النشأ ويتم الكشف عنه باستخدام اليود.

تعتبر عملية البناء الضوئي اهم العمليات الفسيولوجية في حياة النبات , فالنباتات الخضراء لها القدره على امتصاص الطاقه الضوئي من ضوء الشمس وتحويلها الى طاقة كيميائية في مركبات عضوية يستخدمها النبات في بناء الكربوهيدرات وذلك بربط واختزال ثاني اكسيد الكربون بالسكر الخماسي في دورة كالفن.

طريقة العمل:

1. خذ ورقة نبات سبق وأن تعرض للضوء لمدة كافية , ضع الورقة في كأس به ماء مغلي وذلك لقتل الخلايا الحية.
2. انقل ورقة النبات إلى كحول 95% لأستخلاص الكلوروفيل من الخلايا حتى يختفي اللون الأخضر تماماً.
3. اغمس الورقة في محلول اليود المخفف. نلاحظ تلون الورقة باللون الأزرق الغامق .

أهمية الضوء لعملية البناء الضوئي

الغرض من التجربة: إثبات أهمية الضوء لعملية البناء الضوئي

اساس التجربة: يتم الكشف عن تكوين النشأ خلال عملية البناء الضوئي بوجود الضوء في الورقة النباتية من خلال تغير لونها من الاخضر الى الازرق الداكن باستخدام اليود.

المواد والأدوات : أوراق نبات , قصدير , كحول 95% , حمام مائي ولهب , دوارق زجاجية , يود .

طريقة العمل:

غطي جزء من ورقة النبات بالقصدير قبل طلوع الشمس لمنع وصول الضوء إليها . بعد فترة زمنية أقطف هذه الأوراق وأزيل منها القصدير . اغمر الورقة المعاملة باليود المخفف وذلك للكشف عن وجود النشأ ستلاحظ ان ورقة النبات تصطبغ باللون الأزرق عند المناطق المعرضة لضوء الشمس (غير المغطاة بالقصدير)اما المناطق الغير معرضة الشمس (المغطاة) يصبح لونها باهت.

أهمية ثاني أكسيد الكربون لعملية البناء الضوئي

الغرض من التجربة: إثبات أهمية ثاني أكسيد الكربون لعملية البناء الضوئي

اساس التجربة : الصودا الكاوية (هيدروكسيد صوديوم) لها خاصية امتصاص ثاني أكسيد الكربون, فالنباتات التي وضعت معها الصودا الكاوية لا تستطيع القيام بعملية البناء الضوئي واختزال CO_2 بسبب امتصاص الصودا الكاوية لها وبالتالي لا يحدث بناء ضوئي أو تكون النشأ. أما النبات الذي لا يحتوي على صودا كاوية فإنه يتلون باللون الأزرق دليل على حدوث عملية البناء الضوئي واختزال CO_2 في تفاعلات الظلام (دورة كالفن)

المواد والأدوات: نبات , بلورات هيدروكسيد الصوديوم, نواقيس زجاجية

طريقة العمل:

1. ضع أصيص يحتوي على النبات تحت ناقوس محكم الغلق لمنع دخول أي هواء من الخارج
2. ضع بلورات هيدروكسيد الصوديوم في كأس زجاجي تحت الناقوس واترك الآخر بدون وضع هيدروكسيد الصوديوم
3. اترك النباتات تحت النواقيس لفترة من الزمن ثم يتم الكشف عن النشأ وذلك باستخدام اليود.
4. نجد ان الاوراق التي وضع معها هيدروكسيد صوديوم لم تتلون بالأزرق بينما تأخذ أوراق النباتات التي لم يوضع معها هيدروكسيد صوديوم اللون الأزرق.

اثبات اهمية الكلوروفيل في البناء الضوئي

اساس التجربة: يدل اصطباغ المناطق الخضراء باللون الازرق باستخدام كاشف اليود على تكون النشأ اثناء عملية البناء الضوئي نظرا لاحتواء خلاياها على الكلوروفيل, اما المناطق البيضاء الخالية من الكلوروفيل فلا يمكنها القيام بعملية البناء الضوئي وتخزين النشأ .وهذا يثبت اهمية الكلوروفيل في عملية البناء الضوئي .

الادوات والمواد: دوارق زجاجية . كحول . محلول يود . اوراق مبرقش لاي نبات.

طريقة العمل :

1. ارسم الورقة المبرقشة بعد تعرضها لضوء الشمس مدة كافية رسما تخطيطيا مبينا عليها المساحات الخضراء والمساحات البيضاء.
2. اغمر الورقة لمدة دقيقة واحده في ماء يغلي لقتل الخلايا.
3. اغمر الورقة في كحول الى ان يختفي الكلوروفيل منها.
4. انقل الورقة الى محلول اليود المخفف وقارن الوانها بالرسم السابق.
5. بمقارنة ورقة النبات المرسوم تخطيطيا بورقة النبات المعاملة تجد ان المناطق الخضراء فقط قد اصطبغت باللون الازرق .

استخلاص الصبغات وتقديرها

من اهم الصبغات الموجودة في النبات والتي لها دور مهم في عملية البناء الضوئي هي :

1. الكلوروفيلات
2. الكاروتينات

وتشمل:

أ – الكاروتينويدات مثل بيتا كاروتين .(مركبات كربونيه مهدرجه نقيه$C_{40}H_{56}$)

ب – الزانثوفيلات (مركبات كربونيه مهدرجه تحتوي على الاوكسجين $C_{40}H_{56}O_2$)

هذه الصبغات جميعا تمتص في مناطق مختلفة من طاقة الطيف الضوئي وبالتالي تساهم في عملية البناء الضوئي بدرجات متفاوته.

استخلاص الاصباغ وتقديرها بجهاز قياس الطيف Spectrophotometer

المواد والأدوات: أوراق خضراء , اسيتون 80% , هاون خزفي , دورق معياري ,ميزان حساس.

يتم الاستخلاص بأحد الطريقتين :-

طريقة العمل (الاولى) :

1. ضع 3 غرام ورق طازج أخضر مقطع إلى قطع صغيرة في الهاون.
2. أضيف إليها 4 مل أسيتون 80% ثم اطحن النسيج النباتي.
3. رشح المحلول الناتج باحتراس واجمعه في الدورق ثم أعيد الطحن مرة أخرى مستخدم 3 مل أسيتون ثم انقل الراشح لنفس الدورق السابق.
4. إذا كان النسيج المتبقي في الهاون محتوي على الكلوروفيل أعيد استخلاصه كالسابق مستخدم3 مل اسيتون.
5. يغسل الهاون وذلك باستخدام 2 مل اسيتون ثم ينقل الى الدورق المعياري وبذلك نكون حصلنا على مستخلص 12 مل من النسيج النباتي (الكلوروفيل)

6. ضع المستخلص في الأنابيب الخاصة لجهاز الطرد المركزي ويتم تسجيل قراءة الكثافة الضوئية التي رمزها للمستخلص بعد وضعه في الخلايا الزجاجية الخاصة لجهاز السبكتروفوتوميتر ويتم استخدام مقاييس الطيف الضوئي على الموجات التالية:

1 – 440 الكاروتين C

2 – 663 كلوروفيل A

3 – 645 كلوروفيل B

طريقة العمل الثانية :.

استخلاص الكلوروفيل بطريقة الغمر في المذيب

1. ضع 3 غرام ورق طازج في بيكر (سجل الوزن بالضبط).
2. اضيف اليها 30 مل اسيتون 80% ثم اقفل البيكر بأحكام مستخدمه ورق الالمونيون او البلاستيك حتى يمنع فقد الاسيتون بالتطاير.
3. اترك النسيج منقوع ومغمورا في الاسيتون لمدة 15 دقيقه مع الهز اليدوي البسيط مره كل 5 دقائق
4. انقل المستخلص الاسيتوني فقط الى انبوبة اختبار جديدة.

ضع المستخلص في الأنابيب الخاصة لجهاز الطرد المركزي ويتم تسجيل قراءة الكثافة الضوئية التى رمزها O.D للمستخلص بعد وضعه في الخلايا الزجاجية الخاصة لجهاز السبكتروفوتوميتر ويتم استخدام مقاييس الطيف الضوئي على الموجات السابقة الذكر.

المصادر :-

1. الدسوقي ، حشمت سليمان و عبير حمدي الحكيم (2013) اساسيات فسيولوجيا النبات العملية – مكتبة الرشيد (252 صفحة).
2. السعدي ، حسين علي و عبدالله حمد الموسوي (1980) فسلجة النبات العملي – جامعة البصرة – كلية العلوم – مطبعة جامعة البصرة (350 صفحة).
3. مسلط ، موفق مزبان وحمود غربي المرسومي (2014) فسلجة النبات العملي – جامعة الانبار – كلية الزراعة (138 صفحة).