ثانوية:..... الأستاذة: ب. نورة

المجال 2: تحويل المادة و تدفق الطاقة في نظام بيئي

وضعية الإنطلاق:

في النظام البيئي، يتم انتقال المادة العضوية و ما تخزنه من طاقة، من المنتج الأوّل المتمثل في النباتات اليخضورية (التي تقوم بالتركيب الضوئي) إلى بقية الكائنات المستهلكة.

الإشكالية:

- كيف يتم دخول الطاقة الضوئية في العالم الحي؟
- كيف يتم تحويل المادة و الطاقة في نظام بيئي؟

الوحدة 1: دخول الطاقة الضوئية في العالم الحي

وضعية الإنطلاق:

للنباتات اليخضورية القدرة على تركيب المادة العضوية انطلاقا من مواد معدنية بسيطة، و ذلك باستعمال الطاقة الضوئية الممتصة من طرف اليخضور.

الإشكالية:

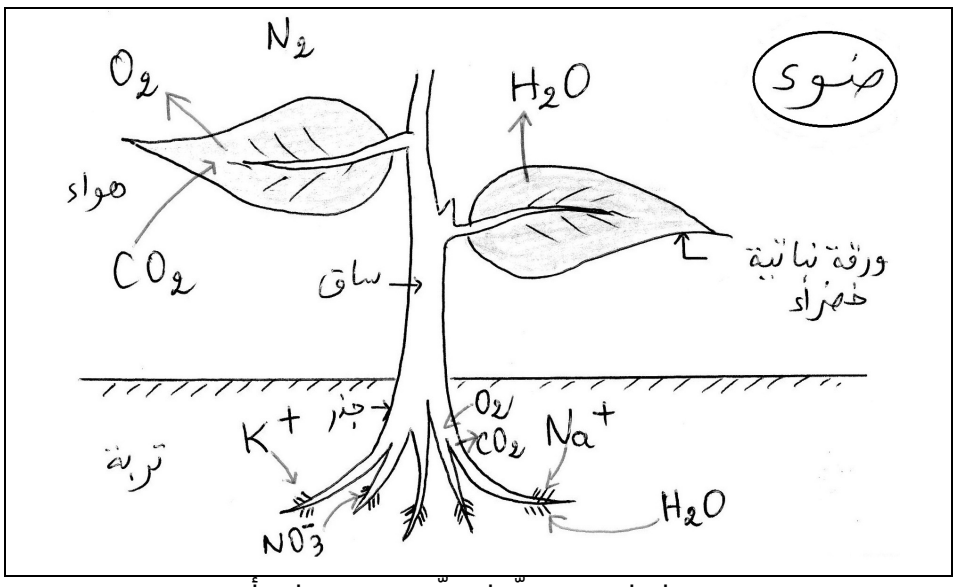
من أين تستمدّ النباتات الخضراء المواد الأوّلية اللازمة لتركيب المادة العضوية، و ما هي العناصر النسيجية التي تنقلها؟

1- التغذية عند النبات الأخضر

تذكير بالمكتسبات القبلية:

س1: مثّل على رسم تخطيطي، بواسطة أسهم، تغذية نبات أخضر.

ج1:



رسم تخطيطي مبسّط يبيّن تغذية نبات أخضر

س2: من أين تستمدّ النباتات الخضراء المواد الأوّلية التي تحتاجها؟

ج2: تستمدّها من الوسط الخارجي.

س3: ماذا يمثّل الماء و الأملاح المعدنية التي يمتصها النبات من التربة؟

ج3: يمثّل النسغ الخام (النسغ الناقص).

النشاط 1: العناصر النسيجية لنقل النسغ الخام

وضعية الإنطلاق:

تمتص معظم النباتات الخضراء النسغ الخام (الماء و الأملاح المعدنية) عن طريق الجذور، بفضل الأوبار الماصّة.ثمّ ينتقل النسغ الخام إلى الأجزاء الهوائية من النبات، عبر الأوعية الخشبية.

الإشكالية:

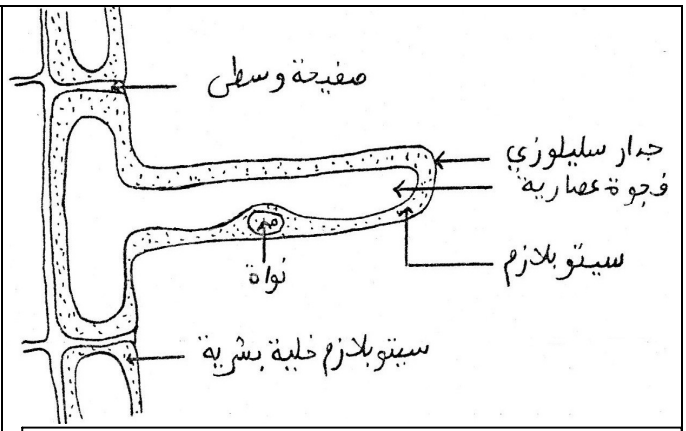
ما هي بنية كلّ من الأوبار الماصة و الأوعية الخشبية؟

التقصي:

استغلال الوثيقة 1 ص 68:

البيانات: 1- وبرة ماصة 2- وعاء خشبي 3- غاز O_2 4- غاز CO_2 5- ضوء 6- وعاء لحائي

استغلال الوثيقة 2 ص 68:

إنجاز رسم تخطيطي لوبرة ماصّة	وصف بنية الوبرة الماصة
 ر. ت. يبيّن بنية الوبرة الماصة (بالمجهر الضوئي)	يبيّن الفحص المجهري أنّ الوبرة الماصة عبارة عن خلية بشرية متطاولة، تتكوّن من سيتوبلازم تسبح فيه نواة و فجوة عصارية كبيرة.يحدّ السيتوبلازم من الخارج غشاء سيتوبلازمي و جدار سليلوزي. تلتصق الوبرة الماصة بالخلايا المجاورة لها عن طريق صفيحة وسطى (مكوّنة من مادة البكتين).

استغلال الوثيقة 4 ص 69:

الملاحظة: نلاحظ تلوّن أوعية الخشب بالأحمر.

الإستخلاص: مقر انتقال الماء و الأملاح المعدنية (النسغ الخام) عموديا باتجاه الأجزاء الهوائية من النبات، هي أوعية الخشب.

استغلال الوثيقة 5 ص 69:

- تحديد موقع الأوعية الخشبية في الجذر: تقع الأوعية الخشبية في الأسطوانة المركزية للجذر.
- تعليل اختلاف قطر الأوعية الخشبية:

كلما زاد عمر النبات زاد قطر الأوعية الخشبية المتشكلة، مما يسمح بانتقال كمية أكبر من النسغ الخام.

وصف الوعاء الخشبي: رسم ص 80

يتكوّن الوعاء الخشبي من خلايا متطاولة، متوضعة فوق بعضها البعض، و قد زالت جدرانها العرضية و السيتوبلازم و النواة، فلا تبقى سوى الجدران السليلوزية الجانبية التي تترسب عليها مادة "الخشبين" (اللغنين Lignine) فتصبح سميكة.

خلاصة:

الأوبار الماصة هي مقر امتصاص النسغ الخام، و هي متواجدة عند معظم النباتات الترابية في نهاية الجذر، في منطقة تدعى "المنطقة الوبرية".

بعد الإمتصاص، ينتقل النسغ الخام أفقيا إلى غاية الأسطوانة المركزية، حيث توجد الأوعية الخشبية التي ستقوم بنقله عموديا نحو مختلف أجزاء النبات (الساق، الأوراق).

الأستاذة ب. نورة

النشاط 2: مصدر الكربون في المادّة العضوية

وضعية الإنطلاق:

يوجد الكربون في الطبيعة (في التربة، الهواء، الماء، جسم الكائنات الحية..) في شكلين: عضوي و معدني.

الإشكالية:

ما هو مصدر الكربون الموجود في المادة العضوية التي يركّبها النبات الأخضر؟

التقصي:

استغلال الوثيقة 1 ص 70

- يعتمد التركيب التجريبي على تزويد جزء من النبات بهواء غني بـ CO_2 المعدني، و تزويد جزء آخر بهواء خالي من CO_2.

-تمّ استعمال محلول البوتاس لتخليص الهواء من CO_2 حيث يمتص هذا المحلول كلّ CO_2 الموجود في الهواء.

-تمّ استعمال ماء الجير للتأكد من أنّ الهواء قد أصبح خاليا من CO_2. في هذه التجربة يبقى ماء الجير صافيا (لا يتعكر) دليل على أنّ الهواء خالي من CO_2 الذي امتصّ كليّا من طرف البوتاس).

استغلال الوثيقتين 2 و 3 ص 70:

تفسير النتيجتين:

-الورقة المهوّاة بهواء خالي من CO_2: عدم تلوّن الورقة بالأزرق البنفسجي عند معاملتها بماء اليود، دليل على غياب النشاء فيها. لم تقم هذه الورقة بتركيب النشاء (مادة عضوية) نظرا لغياب CO_2 في الهواء .

-الورقة المهوّاة بهواء غني بـ CO_2: تلوّن الورقة بالأزرق البنفسجي عند معاملتها بماء اليود، دليل على احتوائها على نشاء. قامت هذه الورقة بتركيب النشاء (مادة عضوية) نظرا لتوفر CO_2 في الهواء .

استنتاج: CO_2 ضروري لتركيب المواد العضوية (لا يتمّ تركيب مواد عضوية إلاّ بوجود CO_2).

استغلال الوثيقتين 4 و 5 ص 71:

* شرح التجربة:

- تعريض و رقة نبات أخضر لهواء غني بـ CO_2 مشع (به C^{14}).
- إجراء تصوير إشعاعي ذاتي.

* تعليل ظهور الإشعاع على مستوى الورقة و باقي أجزاء النبات:

تدلّ هذه النتائج على إدماج CO_2* ضمن المادة العضوية، أي تمّ استعمال CO_2* في تركيب المادة العضوية، التي انتقلت بعد ذلك مع النسغ الكامل إلى مختلف أجزاء النبات.

خلاصة:

مصدر الكربون الداخل في تركيب المادة العضوية هو الكربون الموجود في CO_2 المعدني المتوفر في الوسط

تنبيه: تمتص النباتات الهوائية CO_2 من الهواء، بينما تمتصه النباتات المائية من الماء.

الأستاذة ب. نورة

النشاط 3: دراسة الثغور الورقية

وضعية الإنطلاق:

رأينا أنّ CO_2 هو مصدر الكربون الداخل في تركيب المادة العضوية التي تركّبها أنسجة يخضورية داخلية موجودة في النبات الأخضر.

الإشكالية:

ما هو هو المدخل الذي يعبر منه CO_2 إلى داخل الأنسجة عند النبات الأخضر؟

التقصي:

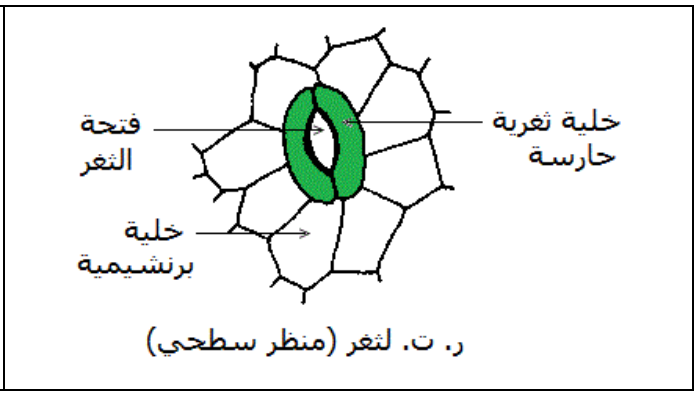
* الملاحظة المجهرية للثغور:

تجربة: ننزع قطعة صغيرة من بشرة ورقة نباتية خضراء، و نضعها في قطرة ماء بين صفيحة و ساترة، و نفحصها بالمجهر الضوئي.

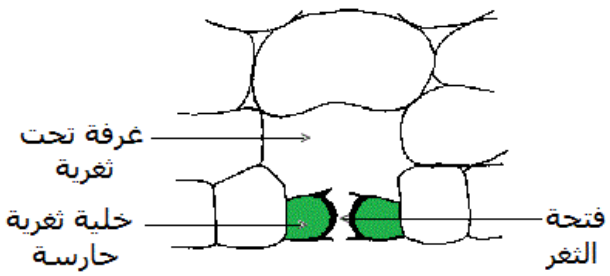
الملاحظة: أنظر الوثيقة 1 ص 72

نلاحظ ثغر مفتوح، مكوّن من خليتين كلويتي الشكل هما "الخليتان الثغريتان الحارستان"، و اللتان تحصران بينهما فتحة هي "فتحة الثغر".

تحتوي الخليتان الثغريتان الحارستان على عدد كبير من الصانعات الخضراء.



ر. ت. لثغر (منظر سطحي)



ر. ت. لمقطع في ثغر

* استغلال الوثيقتان 2 و 3 ص 72- 73:

- تحديد مكونات الثغر:يبيّن المقطع في الثغر أنه يتكوّن من: خليتين ثغريتين حارستين، فتحة الثغر و غرفة تحت ثغرية.
- المقارنة بين الشكلين (أ) و (ب):

الشكل (أ): يبيّن ثغر مفتوح، يقوم بالمبادلات الغازية اليخضورية.

الشكل (ب): يبيّن ثغر مغلق، لا يقوم بالمبادلات الغازية اليخضورية.

* استغلال الوثيقتان 4 و 5 ص 73:

- تنفتح الثغور خلال ساعات النهار (8 سا إلى 16 سا) لقيامها بالمبادلات الغازية اليخضورية.أمّا قبل الثامنة صباحا و بعد الرابعة مساءا، فإنّ الثغور تكون مغلقة فلا تقوم بالمبادلات الغازية اليخضورية.
- دمج CO_2في المادة العضوية يتمّ عندما تكون الثغور مفتوحة، و يتوقف دمج CO_2 عندما تكون الثغور مغلقة

استنتاج: تسمح الثغور بدخول CO_2 إلى الأنسجة الداخلية للنبات لكي يدمج بعد ذلك في المادة العضوية المركبة أثناء التركيب الضوئي.

خلاصة:

يتمّ نفوذ CO_2 إلى الأنسجة الداخلية للنبات عبر الثغور، التي تكون مفتوحة في النهار و مغلقة في الليل.
يتكوّن الثغر من خليتين ثغريتين حارستين، فتحة الثغر و غرفة تحت ثغرية.

الأستاذة ب. نورة

النشاط 4: التركيب الضوئي

وضعية الإنطلاق:

أثناء التركيب الضوئي، تقوم النباتات اليخضورية بتركيب مواد عضوية (نشاء، سكروز ...) انطلاقا من مواد معدنية، و هذا باستعمال الطاقة الضوئية.

الإشكالية:

كيف يمكن إثبات أنّ النبات اليخضوري المعرّض للضوء يركّب مواد عضوية أثناء التركيب الضوئي؟

التقصي:

1- الإظهار التجريبي لتركيب النشاء عند النباتات اليخضورية:

تجربة: ص 74

- نحضر نبات أخضر (جيرانيوم مثلا) مغروس في أصيص، و نغطي إحدى أوراقه بورق أسود لمنع وصول الضوء إليها، بينما نترك الأوراق الباقية معرّضة للضوء لعدّة ساعات.
- بعد ذلك، ننزع الورقة المغطاة و إحدى الأوراق التي كانت معرّضة للضوء و نضعهما في ماء يغلي لمدّة 5 دقائق (لقتل الخلايا و توقيف جميع نشاطاتها الحيوية).
- ثمّ ننقل الورقتين إلى كحول (°90) يغلي و نتركهما فيه لمدّة 15 دقيقة (لإزالة الأصبغة اليخضورية).
- و أخيرا، نغسل الورقتين بالماء البارد ثمّ نضع كلّ منهما في علبة بتري بها ماء يودي (كاشف النشاء).



رسم تخطيطي لتجربة الكشف عن النشاء في ورقة نباتية خضراء

الملاحظة:

- نلاحظ تلوّن الورقة التي كانت معرّضة للضوء باللون الأزرق البنفسجي، دليل على احتوائها على نشاء.
- أمّا الورقة التي كانت مغطاة بورق أسود، فلا تتلوّن بالأزرق البنفسجي، دليل على عدم احتوائها على نشاء.

استنتاج:

تقوم الأوراق النباتية الخضراء المعرّضة للضوء بتركيب النشاء (بالتركيب الضوئي) على عكس الأوراق غير المعرضة للضوء.

2- الكشف عن السكروز:

تجربة: ص 75

تحديد نوع السكر الذي تمّ الكشف عنه: هو السكروز.

خلاصة:

تحوّل النباتات الخضراء المواد المعدنية المستمدّة من وسط معيشتها إلى مادة عضوية، و هذا باستعمال الطاقة الضوئية. تدعى هذه الظاهرة بـ"التركيب الضوئي".

الأستاذة ب. نورة

النشاط 5: دور التخضور في عملية التركيب الضوئي

وضعية الإنطلاق:

لا يتمّ تركيب مواد عضوية انطلاقا من CO_2 و H_2O إلاّ بوجود طاقة ضوئية يمتصها اليخضور.

الإشكالية:

ما هو دور اليخضور في تركيب المادة العضوية؟

التقصي:

1- الإظهار التجريبي لطيف امتصاص اليخضور الخام: ص 76

عندما تمرّ حزمة ضوئية بيضاء عبر موشور زجاجي فإنها تتحلّل إلى مجموعة من الإشعاعات ذات أطوال موجات مختلفة (تتراوح ما بين 400 و 700 نانومتر) تكوّن بمجموعها "طيف الضوء الأبيض" (طيف الضوء المرئي)، و الذي يتكوّن من الإشعاعات البنفسجية، النيلية، الزرقاء، الخضراء، الصفراء، البرتقالية و الحمراء.

أ)- تجربة: الوثيقة 1 ص 76

نجعل حزمة ضوئية بيضاء تخترق إناءا زجاجيا به محلول اليخضور الخام، ثمّ موشور زجاجي، و نستقبل الإشعاعات الخارجة من الموشور على شاشة.

الملاحظة: نلاحظ اختفاء قسم من الإشعاعات، و تظهر مكانها مناطق سوداء على الشاشة. لكن الإشعاعات الخضراء تظهر تقريبا كاملة على الشاشة.

- الإشعاعات الممتصة بكثرة هي الإشعاعات الحمراء و الإشعاعات الزرقاء- البنفسجية.

-الإشعاعات الممتصة بصورة أقلّ هي الإشعاعات البرتقالية- الصفراء.

-أمّا الإشعاعات التي يكون امتصاصها شبه منعدم (ضعيف جدا)، فهي الإشعاعات الخضراء.

ب)- تحليل منحنى طيف امتصاص اليخضور الخام: الوثيقة 4 ص 76

يبيّن المنحنى تغيّر شدة إمتصاص اليخضور للإشعاعات الضوئية بدلالة طول موجة هذه الإشعاعات.

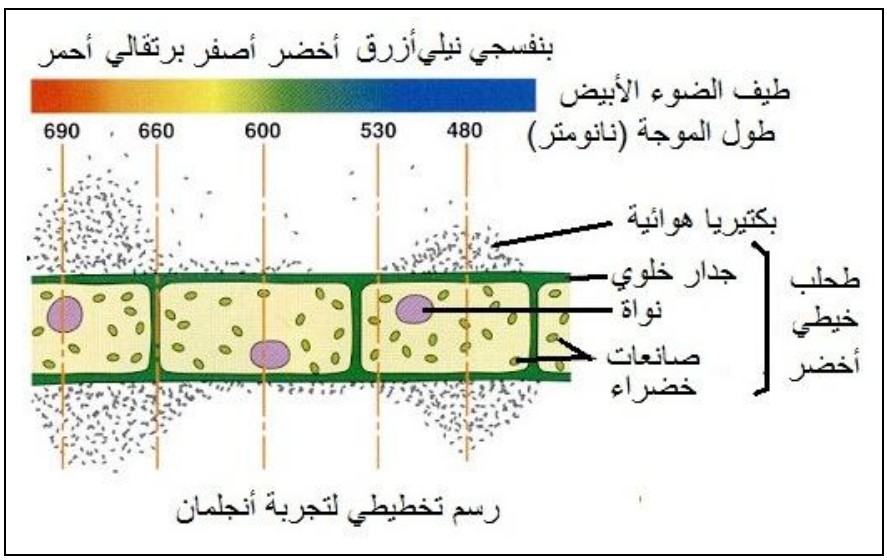
نلاحظ أنّ اليخضور يمتصّ بكثرة الإشعاعات الزرقاء- البنفسجية و الإشعاعات الحمراء،بينما يمتصّ الإشعاعات البرتقالية-الصفراء بصورة قليلة، أمّا الإشعاعات الخضراء فلا يمتصها تقريبا (امتصاص مهمل).

استنتاج: تتغيّر شدة امتصاص اليخضور للإشعاعات الضوئية بتغير طول موجة هذه الإشعاعات.

2- طيف نشاط التركيب الضوئي: ص 77

أ)- تجربة أنجلمان: Engelman (1884 م)

وضع بين صفيحة و ساترة، طحلب أخضر Algue verte مكوّن من صفّ واحد من الخلايا، في وجود بكتيريا هوائية (شرهة لغاز O_2)، و أضاء الطحلب بطيف الضوء الأبيض و فحصه مجهريا.

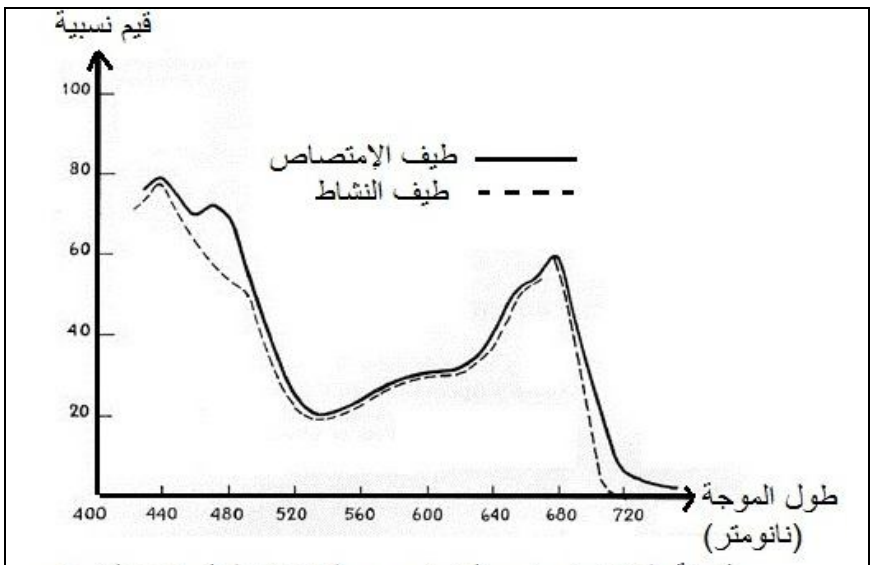


رسم تخطيطي لتجربة أنجلمان

الملاحظة: لاحظ توزع البكتيريا الهوائية بكثرة حول قطعة الطحلب المضاءة بالإشعاعات الحمراء، و توزع أقل حول قطعة الطحلب المضاءة بالإشعاعات الزرقاء- البنفسجية. أما عند قطعة الطحلب المضاءة بالإشعاعات الخضراء، فيكون تواجد البكتريا شبه منعدم.
تحليل نتائج تجربة أنجلمان:
بما أنّ البكتيريا هوائية، فإنّها تتوزع في المنطقة التي يتواجد فيها غاز O_2، و كلما كثر O_2 في منطقة ما زاد عدد البكتيريا المتواجد فيها.
تدلّ كميّة O_2 المنطلقة من الطحلب الأخضر على شدة التركيب الضوئي، حيث يوجد تناسب طردي بينهما.
إذن، يدلّ التوزع السابق للبكتيريا على أنّ شدة التركيب الضوئي كبيرة عند الإضاءة بالإشعاعات الحمراء، و متوسطة عند الإشعاعات الزرقاء- البنفسجية، و شبه منعدمة عند الإشعاعات الخضراء.
استنتاج: الإشعاعات الضوئية الأكثر فعالية في التركيب الضوئي هي الإشعاعات الحمراء، ثمّ الإشعاعات الزرقاء- البنفسجية، أي الإشعاعات الطرفية لطيف الضوء الأبيض.

ب)- تحليل منحنى طيف نشاط التركيب الضوئي: الوثيقة 6 ص 77
يبيّن المنحنى تغيّر شدة التركيب الضوئي بدلالة طول موجة الإشعاعات الضوئية.
نلاحظ أنّ شدة التركيب الضوئي كبيرة عند الإشعاعات الزرقاء- البنفسجية و الإشعاعات الحمراء، بينما هي متوسطة عند الإشعاعات البرتقالية- الصفراء، و ضعيفة جدا عند الإشعاعات الخضراء.
استنتاج: تتغيّر شدة التركيب الضوئي بتغير طول موجة الإشعاعات الضوئية.

ج)- مقارنة طيف امتصاص اليخضور الخام و طيف نشاط التركيب الضوئي:



مقارنة طيف امتصاص اليخضور و طيف نشاط التركيب الضوئي

عند المقارنة نلاحظ أنهما متماثلان، حيث أنّ الإشعاعات الأكثر امتصاصا من طرف اليخضور هي الأكثر فعالية في التركيب الضوئي (و العكس صحيح).

3)- دور اليخضور في عملية التركيب الضوئي:
دوره هو امتصاص الطاقة الضوئية لكي يتمّ تحويلها إلى طاقة كيميائية كامنة في المادة العضوية المصنّعة أثناء التركيب الضوئي.

4)- تحديد موقع الصبغة الخضراء: الوثيقة 7 ص 77
يوجد اليخضور في عضيات تدعى "الصانعات الخضراء"، و التي تظهر في الخلية النباتية اليخضورية على شكل أقراص خضراءصغيرة و عديدة، و هي مقرّ الظواهر الكيميائية للتركيب الضوئي.

الأستاذة ب. نورة

النشاط 6: تأثير الإضاءة على شدة التركيب الضوئي

وضعية الإنطلاق:

تتوقف حياة النباتات اليخضورية على وجود الضوء، الذي يعتبر ضروريا لحدوث عملية التركيب الضوئي.

الإشكالية:

ما هو دور الضوء في عملية التركيب الضوئي؟

التقصي:

1)- إظهار تأثير الإضاءة على انطلاق O_2: الوثيقة 1 ص 78

الهدف من تغيير المسافة بين التركيب التجريبي و المنبع الضوئي:

الهدف من ذلك هو تغيير شدة الإضاءة، حيث كلما زادت المسافة قلّت شدة الإضاءة (و العكس صحيح)، و عليه يمكن تتبّع تأثير تغيّر شدة الإضاءة على انطلاق غاز O_2.

تجربة: نقوم بحساب عدد فقاعات غاز O_2 المنطلقة في الدقيقة من قطعة من غصن الإيلوديا (نبات أخضر مائي)، مع تغيير المسافة بين التركيب التجريبي و المنبع الضوئي (أي تغيير شدة الإضاءة).

خلال التجربة نحافظ على ثبات درجة الحرارة و تركيز CO_2.

النتائج مبيّنة في الجدول التالي:

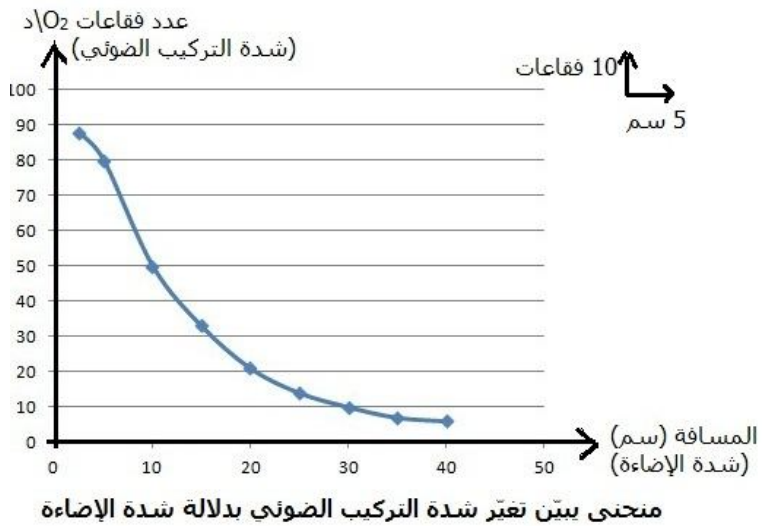
المسافة (سم)	2,5	5	10	15	20	25	30	35	40
عدد فقاعات O_2\د	88	80	50	33	21	14	10	7	6

أ-أرسم المنحنى الذي يبيّن تغيّر شدة التركيب الضوئي (عدد فقاعات O_2 المنطلقة في الدقيقة) بدلالة البعد عن المنبع الضوئي (شدة الإضاءة).

ب- حلّل المنحنى و ماذا تستنتج؟

الإجابة:

أ- رسم المنحنى:



منحنى يبيّن تغيّر شدة التركيب الضوئي بدلالة شدة الإضاءة

ب- تحليل المنحنى:

يمثّل المنحنى تغيّر شدة التركيب الضوئي بدلالة شدة الإضاءة.

نلاحظ أنه كلما زادت المسافة بين التركيب التجريبي و المنبع الضوئي نقص عدد فقاعات O_2 المنطلقة من غصن الإيلوديا، أي كلما نقصت شدة الإضاءة نقصت شدة التركيب الضوئي (تناسب طردي).

استنتاج: تتأثر شدة التركيب الضوئي بشدة الإضاءة، حيث يوجد تناسب طردي بينهما.

2)- العلاقة بين شدة الإضاءة و شدة التركيب الضوئي عند النباتات اليخضورية الشمسية و الظلية:
التحليل المقارن لمنحنيي الوثيقة 4 ص 79:
يبيّن المنحنيان تغيّر كمية O_2 المنطلقة (أي شدة التركيب الضوئي) بدلالة شدة الإضاءة، عند نباتات يخضورية شمسية و ظلية.
- في البداية، نلاحظ عند كل من النباتات الشمسية و النباتات الظلية، تزايد كمية O_2 المنطلقة (أي تزايد شدة التركيب الضوئي) بزيادة شدة الإضاءة (تناسب طردي)، حتّى تبلغ كمية O_2 المنطلقة (أي شدة التركيب الضوئي) قيمة أعظمية، فتثبت عندها بعد ذلك، مهما زادت شدة الإضاءة.
- لكن نلاحظ أنّ شدة الإضاءة اللازمة لوصول شدة التركيب الضوئي إلى قيمتها الأعظمية عند النباتات الشمسية (50 %) هي ضعف الشدة اللازمة للنباتات الظلية (25 %).
- كما نلاحظ أنّ شدة التركيب الضوئي (كمية O_2 المنطلقة) الأعظمية عند النباتات الشمسية هي ضعف ما هي عليه عند النباتات الظلية.
استنتاج:
تحتاج النباتات الشمسية (مثل عباد الشمس، الطماطم، السبانخ...) إلى إضاءة شديدة لنموها، بينما تحتاج النباتات الظلية (مثل السراخس، الحميضة...) إلى إضاءة ضعيفة لنموها.

3)- العلاقة بين الطاقة الضوئية و الـ O_2 المنطلق، عند النباتات اليخضورية المائية: الوثيقة 5 ص 79
تبيّن الوثيقة تغيّر كلّ من تركيز O_2 و الطاقة الضوئية بدلالة ساعات اليوم، على مستوى بركة.
- قبل الساعة السابعة صباحا (أي في الليل): نلاحظ انعدام الطاقة الضوئية و بقاء تركيز O_2 ثابتا عند قيمة ضعيفة جدا (مهملة)، دليل على عدم طرح النباتات المائية لـ O_2 (عدم قيامها بالتركيب الضوئي).
- بعد الساعة السابعة صباحا: في الصباح و الظهيرة، تزداد الطاقة الضوئية فيزداد انطلاق O_2 (أي تزداد شدة التركيب الضوئي)، و عندما تبلغ الطاقة الضوئية قيمتها الأعظمية تبلغ كمية O_2 المنطلقة (أي شدة التركيب الضوئي) قيمتها الأعظمية أيضا.
- في آخر النهار، تنخفض الطاقة الضوئية حتى تنعدم، فينخفض انطلاق O_2 حتى يعود تركيزه إلى قيمته الإبتدائية الضعيفة جدّا.
استنتاج:
توجد علاقة طردية بين الطاقة الضوئية و كمية O_2 المنطلقة من النباتات اليخضورية المائية، فكلما زادت الطاقة الضوئية زاد انطلاق O_2 (و العكس صحيح).
استنتاج عام:
الإضاءة عامل أساسي لإنطلاق O_2 أثناء التركيب الضوئي، حيث يوجد تناسب طردي بينهما.
تختلف النباتات اليخضورية من حيث احتياجاتها لشدة الإضاءة.

خلاصة:

التركيب الضوئي عملية حيوية تسمح بتركيب مواد عضوية انطلاقا من مواد معدنية و باستعمال الطاقة الضوئية الممتصة من طرف اليخضور. فالتركيب الضوئي هو نقطة انطلاق عمليات التركيب الحيوي عند النبات الأخضر تتراكم السكريات المصنّعة أثناء التركيب الضوئي في البرنشيم الورقي على شكل جزيئات ضخمة (مثل النشاء)، ثمّ تتفكك هذه الجزيئات الضخمة إلى جزيئات بسيطة تسري في النسغ الكامل الذي يوزعها على مختلف أجزاء النبات.
يسمح التركيب الضوئي بتحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة في روابط جزيئات المواد العضوية المركّبة.

المعادلة الإجماليّة للتركيب الضوئي:

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

غاز الفحم — ماء — غلوكوز — غاز الأوكسجين — ماء

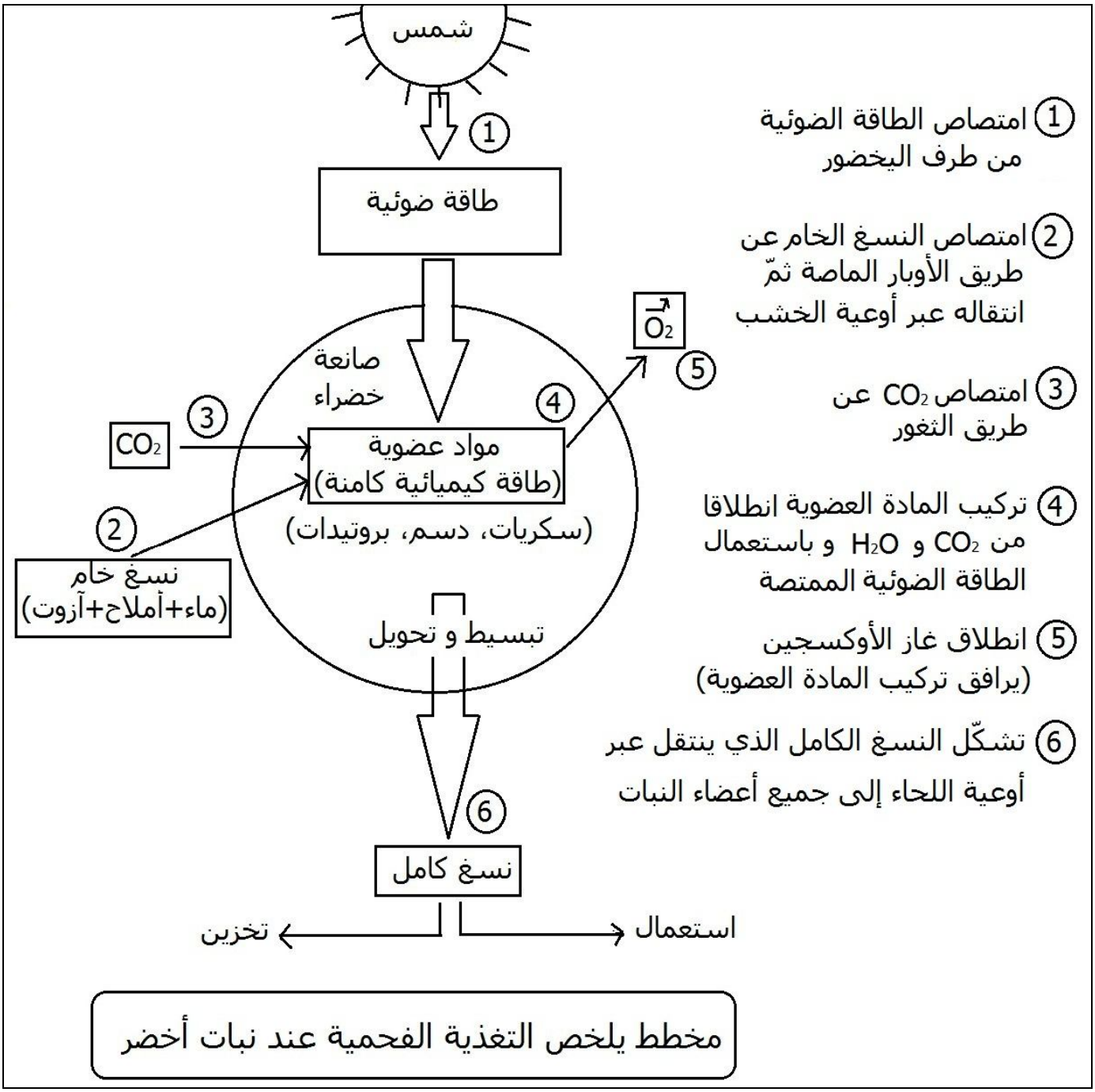
معادلة تركيب النشاء:

أنزيم التكثيف

$n\ C_6H_{12}O_6 \longrightarrow (C_6H_{10}O_5)_n + (n-1)\ H_2O$

غلوكوز — نشاء — ماء

الحوصلة:

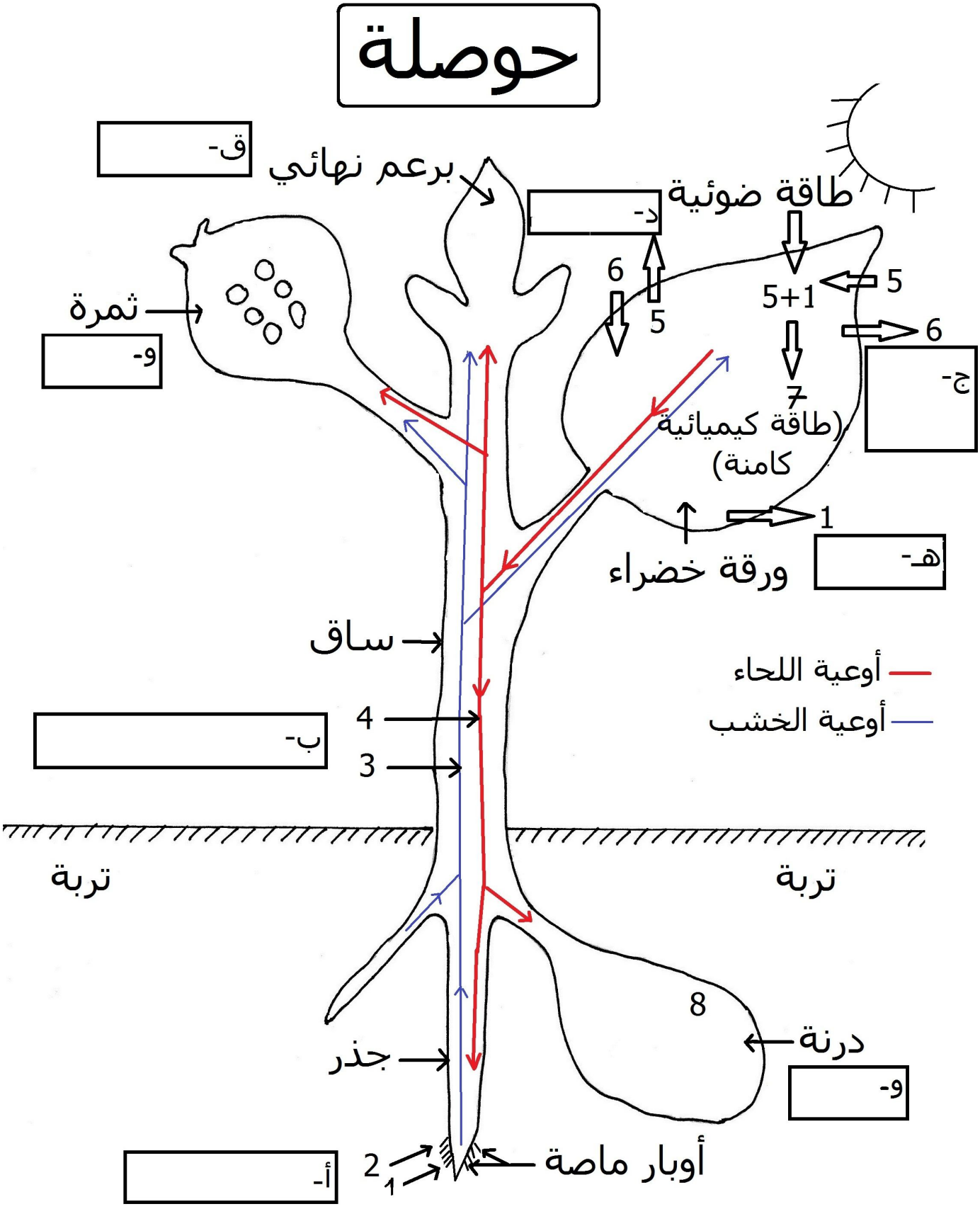


مخطط يلخص التغذية الفحمية عند نبات أخضر

التقويم: التمرين 5 ص 86 و التمرينين 6 و 8 ص 87

الأستاذة: ب. نورة

حوصلة



العنوان:

الأستاذة: ب. نورة