دولة ليبيا
وزارة التعليم
مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية

الأحياء

للسنة الأولى من مرحلة التعليم الثانوي

الدرس الحادي عشر

المدرسة الليبية بفرنسا ـ تور

العام الدراسي:
1441 / 1442 هجري
2020 / 2021 ميلادي

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الوحدة 7

التغذية في النباتات

Nutrition in Plants

أهداف التعلم

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة سوف تكون قادرًا على أن:

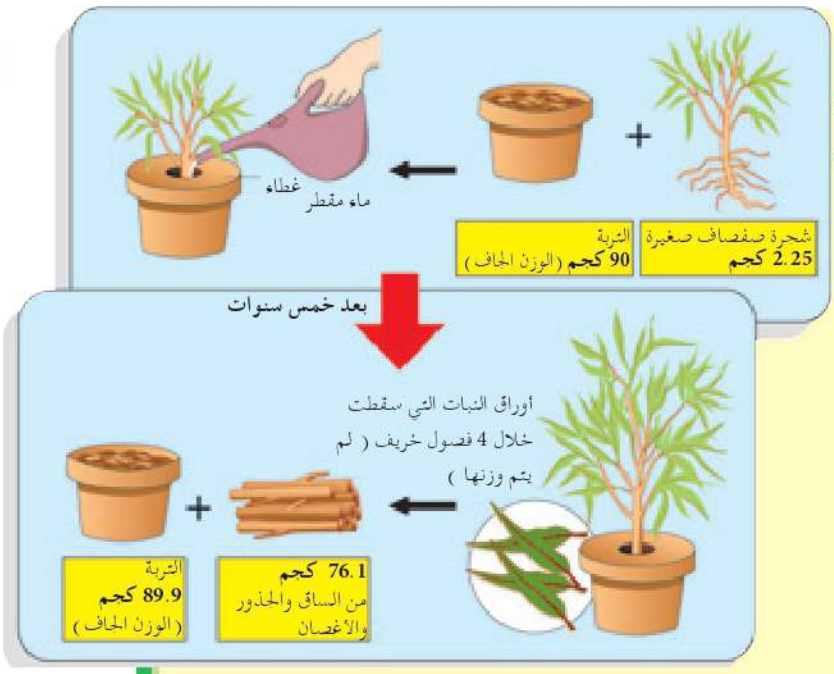
- تلخص عملية البناء الضوئي وتشرح ضرورة الماء، وثاني أكسيد الكربون، وضوء الشمس، واليخضور (الكلوروفيل)، وإنتاج الأكسجين.
- تستقصى العوامل المختلفة اللازمة للبناء الضوئي وقانون العوامل المُحَدِّدَة.
- تفهم ضرورة البناء الضوئي للحياة على الأرض.
- تتعرف على وتسمى التراكيب الخلوية والنسيجية المختلفة في ورقة النبات وتدونها.
- تربط تكيفات تركيب ورقة النبات بعملية البناء الضوئي.
- تستقصى أهمية المعادن في تغذية النبات وبصفة خاصة النيتروجين والماغنسيوم، مع شرح الحاجة إلى مثل هذه المعادن، والأمراض الناشئة عن نقص وجودها في النباتات.

تُعتبر النباتات عنصرًا حيويًّا للإنسان. فنحن نأكلها، ونستخدمها في صنع أشياء مثل الورق والثياب، كما نستمد منها عددًا هائلًا من العقاقير. ويعتبر فهم أكبر قدر من المعلومات عن النباتات أمرًا ضروريًّا إذا أردنا على سبيل المثال توفير الغذاء لجميع السكان في العقود القادمة. وأنت على علم بالفعل بالخلايا النباتية، وسوف تكتشف في هذه الوحدة كيفية تغذي النباتات. لقد بدأ علماء الأحياء مؤخرًا فهم تلك الأمور.

كيف تتغذى النباتات؟

من أي مصدر تحصل النباتات على غذائها؟ لاحظ قدماء اليونانيين أن تسميد التربة يزيد من نمو النبات، وأن حياة الحيوانات التي يربونها تعتمد على الطعام (أي هذه النباتات) الذي تتناوله، ولذلك خلصوا إلى أن النباتات "تأكل التربة". كيف نتحقق من تلك المقولة بأن النباتات "آكلات للتربة"؟ ما نوع التجربة التي يمكن القيام بها؟ طرح الطبيب الهولندي جان بابتيستا فان هيلمونت هذا السؤال، وأجرى تجربة غاية في الإبداع للتحقق من صدق مقولة أن النبات يستمد طعامه من التربة.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا



التجربة التي أجراها جان بابتستا فان هيلمونت على شجرة الصفصاف

- تنبؤ
- عمل استنتاجات

يبين هذا الشكل تفاصيل التجربة التي قام بها بابتيست. لاحظ بعناية الأرقام التي تدل على الكتلة.

1. ما مقدار الزيادة التي طرأت على كتلة شجرة الصفصاف على مدار السنوات الخمس التي أجريت خلالها التجربة؟
2. ما مقدار النقصان في كتلة التربة؟
3. هل تحصل النباتات على طعامها عن طريق "أكل التربة"؟
4. اقترح فرضًا آخر لتفسير نمو الشجرة بهذه الدرجة الكبيرة رغم تناقص كتلة التربة بنسبة محدودة جدًا.

7 - 1 البناء الضوئي

يحتاج الكائن الحي طاقة كافية لبقائه ولأداء وظائف الجسم الحيوية المختلفة. ويحصل الكائن الحي على تلك الطاقة من الأطعمة المنتجة للطاقة. فالحيوانات تسعى بصفة مستمرة للحصول على طعامها في صراع لا ينتهي من أجل البقاء. وإذا ما تتبعنا سلسلة الغذاء (الوحدة 2 من كتاب الصف الثالث من مرحلة التعليم الثانوي) فسوف نصل دائمًا في نهاية المطاف إلى النباتات الخضراء. فمن أين إذن تحصل تلك النباتات الخضراء على الطاقة والمواد الخام اللازمة لبناء مادة النبات؟

يمكن طرح السؤال بطريقة مختلفة بعض الشيء. كيف تُكوِّن النباتات الجزيئات العضوية؟ ومن أين تحصل تلك النباتات على الطاقة التي تحتاج إليها لتكوين تلك الجزيئات العضوية؟ ومن أين تحصل النباتات بصفة خاصة على الكربون اللازم لتكوين الجزيئات العضوية؟ أظهرت التجارب نمو النباتات بصورة جيدة عند غمر جذورها في محاليل أملاح معدنية خالية من الكربون. والماء والأملاح المعدنية التي يستمدها النبات من التربة تكون غير غنية بالطاقة، على عكس المركبات الغنية بالطاقة مثل الكربوهيدرات الموجودة في جسم النبات. علاوة على ذلك، من الواضح أن النباتات لا تحصل على الكربون من الماء الذي تحتاج إليه لصنع الجزيئات العضوية الغنية بالكربون مثل السليولوز الموجود في أجسامها.

وبناءً على ما سبق، فإن كلًّا من الكربون والطاقة الموجودان في جسم النبات يأتيان من دون شك من مصادر أخرى خلاف التربة. ونحن نعلم احتواء الهواء على ثاني أكسيد الكربون.

- هل يكون الهواء هو مصدر الكربون في النباتات الخضراء؟

الأفكار الدليلية

أنواع التغذية

يُكوِّن الكائن العضوي في حالة التغذية الذاتية الجزيئات العضوية التي يحتاج إليها من الجزيئات غير العضوية البسيطة مثل ثاني أكسيد الكربون والماء، وهي العملية التي تتطلب مصدرًا للطاقة. وبالنسبة للعديد من **الكائنات الحية ذاتية التغذية**، يكون الضوء هو مصدر الطاقة، ويسمى نوع التغذية في تلك الحالة **التغذية الذاتية المعتمدة على الضوء**: وتوصف النباتات بأنها ذاتية التغذية الضوئية. وبالنسبة لبعض الكائنات الأخرى يكون مصدر الطاقة هو التفاعلات الكيميائية التي تتم داخل الكائن ويطلق عليها **الكائنات ذاتية التغذية الكيميائية**.

والتغذية المتباينة (على عكس التغذية الذاتية) هي العملية التي يستخدم فيها الكائن العضوي المركبات العضوية للحصول على معظم أو كل احتياجاته من الكربون. وأحد أنواع تلك التغذية هو التغذية الحيوانية (الوحدة 6).

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

تتعرض النباتات الخضراء لضوء الشمس أثناء النهار.

- هل يكون ضوء الشمس هو مصدر الطاقة للنباتات الخضراء؟

قد نجد ما نبحث عنه في إجابة السؤالين السابقين. إذا كان ثاني أكسيد الكربون وضوء الشمس هما المصدران اللذان يحصل منهما النبات على الكربون والطاقة لصنع الكربوهيدرات،

- كيف تتحول الطاقة في ضوء الشمس إلى طاقة كيميائية تخزن في جزيئات الكربوهيدرات؟ و
- كيف يتحول ثاني أكسيد الكربون غير العضوي الموجود في الهواء إلى جزيئات الكربوهيدرات العضوية الكبيرة تلك؟

تكمن الإجابة في العملية المذهلة التي نطلق عليها **البناء الضوئي**، وهي كلمة تتكون في اللغة اليونانية من مقطعين (*photo* ضوء + بناء *synthesis*)، وهي العملية التي تعتمد عليها الحياة على ظهر الأرض في النهاية.

وللتحقق من ضرورة وجود الكربون وضوء الشمس لتكوين الكربوهيدرات، ما علينا إلا تصميم تجارب للتأكد من ذلك. ونحتاج قبل الشروع في إجراء تلك التجارب إلى بعض المعلومات الأساسية عن عملية البناء الضوئي.

للسهولة يكشف الناس غالبًا عن وجود النشا في الأوراق النباتية لبيان إنتاج السكريات الزائدة أثناء عملية البناء الضوئي. ويمكن التعرف على وجود النشا باختبار اليود.
وقد تحتاج عند إجرائك للتجارب على البناء الضوئي التأكد من عدم وجود النشا في بداية إجراء التجربة في أوراق النبات، وعند تكون النشا في الأوراق في نهاية التجربة فإن ذلك يعني أن البناء الضوئي قد حدث بالفعل.

المعلومات الأساسية اللازمة لإجراء تجارب البناء الضوئي

1. تعتبر السكريات أبسط أنواع الكربوهيدرات. وعند حدوث عملية البناء الضوئي يجب أن **تتكون السكريات أولًا من ثاني أكسيد الكربون**.
2. إذا تكونت السكريات بمعدلات أسرع من المعدلات التي تستهلك بها، تتحول السكريات الزائدة إلى نشا يُخزن. لا يعتبر تكوين النشا بناءً ضوئيًا، فقد يحدث ذلك في الجذور أو أعضاء التخزين في باطن التربة.
3. وعند توقف عملية البناء الضوئي أثناء الليل أو في الظلام، تحول الأنزيمات في الأوراق النشا إلى سكريات تُنقل إلى أجزاء النبات الأخرى. وللتخلص من النشا في الأوراق يمكنك وضع النبات في مكان مظلم لمدة يومين.

تحليل

تكوين الكربوهيدرات

لقد درسنا الكربوهيدرات في الوحدة الخامسة. والمادة الكربوهيدراتية البسيطة مثل الجلوكوز لها الصيغة الكيميائية $C_6H_{12}O_6$، بينما الصيغة الكيميائية لثاني أكسيد الكربون هي CO_2.

1 كم عدد ذرات الكربون التي يحتويها جزيء الجلوكوز؟ كم عدد جزيئات ثاني أكسيد الكربون التي يتطلبها تكوين جزيء جلوكوز واحد بدلالة عدد ذرات الكربون؟

2 ما العنصر الكيميائي الذي يحتوي عليه جزيء الكربوهيدرات ولا يوجدفي ثاني أكسيد الكربون؟

3 هذا العنصر غير موجود في الهواء. اقترح مصدرًا يمكن أن يحصل منه النبات على ذلك العنصر.
(**لمحة**: أمعن النظر في اسم الكربوهيدرات)

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الشروط الضرورية لحدوث البناء الضوئي

من الضروري وجود ضوء الشمس، وثاني أكسيد الكربون، واليخضور (الكلوروفيل) لعملية البناء الضوئي .

يبقى عامل آخر يؤثر على البناء الضوئي هو درجة الحرارة . وتعتمد عملية البناء الضوئي على تفاعل الأنزيمات في البلاستيدات الخضراء . ولقد درسنا تأثير درجة الحرارة على نشاط الأنزيم في الوحدة الرابعة . ولذلك تعتبر درجة الحرارة المناسبة ضرورية لحدوث البناء الضوئي .

يعتبر الماء أيضًا عنصرًا ضروريًا لعملية البناء الضوئي، و لكن ذلك الموضوع خارج عن نطاق هذا الكتاب .

تحدث عملية البناء الضوئي على مرحلتين

يحدث البناء الضوئي على مرحلتين هما **مرحلة الاعتماد على الضوء**، ومرحلة **الاستقلال عن الضوء** أو **مرحلة الظلام** .

في مرحلة وجود الضوء، يمتص اليخضور (الكلوروفيل) الطاقة الضوئية ويحولها إلى طاقة كيميائية . وتعتبر الطاقة الضوئية لازمة أيضًا لكسر جزيئات الماء إلى أكسجين وهيدروجين أي **التحليل الضوئي** للماء . لاحظ أن كل الأكسجين يؤخذ من الماء .

ويستخدم الهيدروجين الناتج لاختزال ثاني أكسيد الكربون إلى مادة كربوهيدراتية (جلوكوز) . وتستمد الطاقة الكيميائية اللازمة لحدوث تلك العملية من المرحلة الضوئية . و بما أن تكوين الجلوكوز من ثاني أكسيد الكربون لا يتطلب وجود الضوء بشكل مباشر فيطلق على هذه المرحلة مرحلة الظلام أو بتعبير أدق **مرحلة الاستقلال عن الضوء** . وتلعب الأنزيمات دورًا مهمًا في مرحلة الظلام .

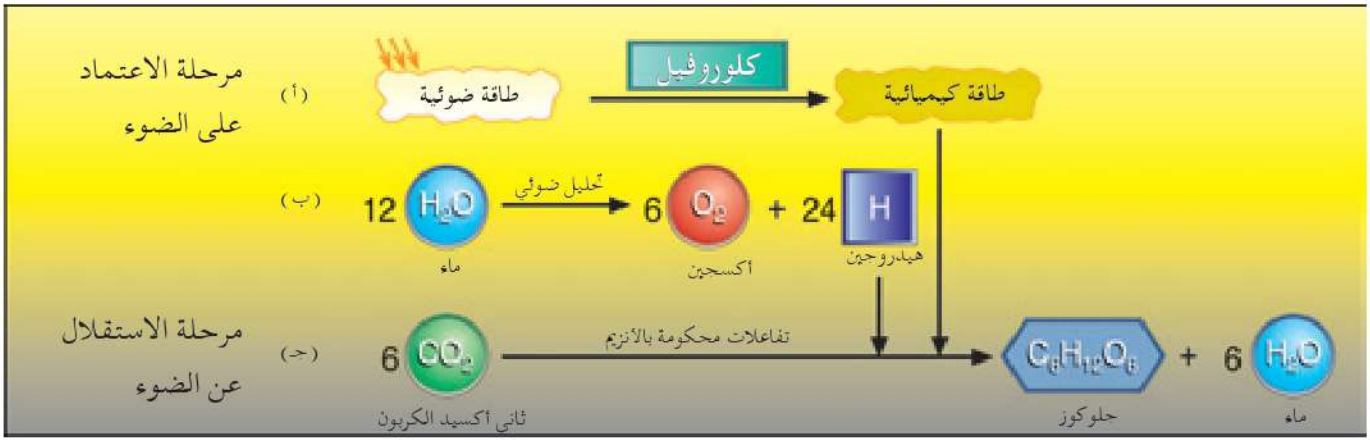
تعريف البناء الضوئي هو العملية التي يمتص فيها اليخضور (الكلوروفيل) طاقة ضوئية ثم تُحوَّل إلى طاقة كيميائية تستخدم في تكوين الكربوهيدرات من الماء وثاني أكسيد الكربون . ويتم تحرير الأكسجين أثناء تلك العملية . والماء وثاني أكسيد الكربون هما المادتان الخام المستخدمتان في عملية البناء الضوئي .

الأفكار الدليلية

البناء الضوئي

درس علماء الأحياء البناء الضوئي في النبات منذ مئات السنين . واكتشفوا الآتي :

- البناء الضوئي يستخدم ثاني أكسيد الكربون .
- تتطلب عملية البناء الضوئي الضوء والماء وينطلق الأكسجين .
- تمتص صبغة خضراء تسمى اليخضور (الكلوروفيل) الضوء أثناء عملية البناء الضوئي .
- يأتي الأكسجين الذي يتحرر أثناء عملية البناء الضوئي من الماء .

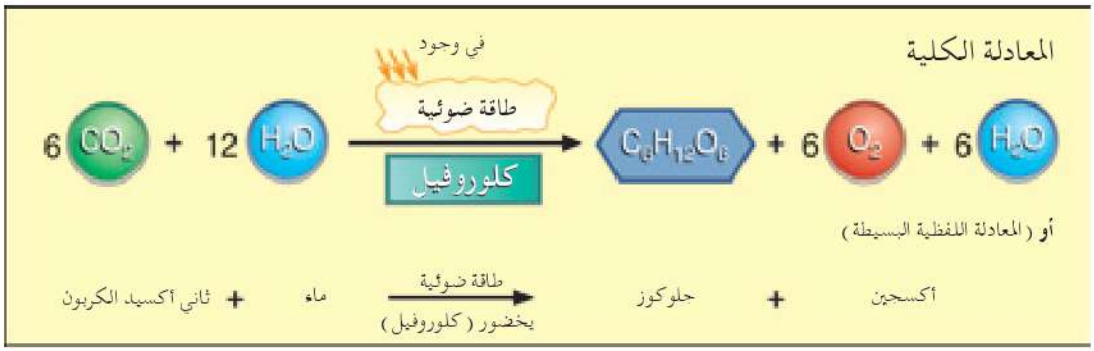


لذلك، تتحول أثناء عملية البناء الضوئي الطاقة الضوئية النشطة، وتخزن في جزيئات المادة الكربوهيدراتية . والشكل الأول المستقر للكربوهيدرات المتكونة أثناء عملية البناء الضوئي هو الجلوكوز .

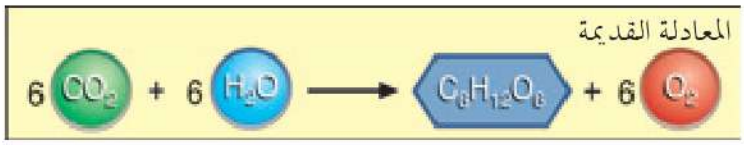
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

يخرج كل الأكسجين الصادر أثناء عملية البناء الضوئي من الماء كما هو مبين في المعادلة (ب) . ولتكوين جزيء واحد من الجلوكوز ينشطر 12 جزيئًا من الماء ليعطي 6 جزيئات من الأكسجين و24 ذرة هيدروجين . ويستخدم الهيدروجين في اختزال 6 جزيئات من ثاني أكسيد الكربون لتكوين جزيء واحد من الجلوكوز و6 جزيئات من الماء كما هو مبين في المعادلة (جـ) . وتنتج المعادلة الكلية لتلك العملية عن دمج المعادلة (ب) والمعادلة (جـ) .

انظر ص 89 للمعادلات (أ) ، (ب) ، (جـ) .

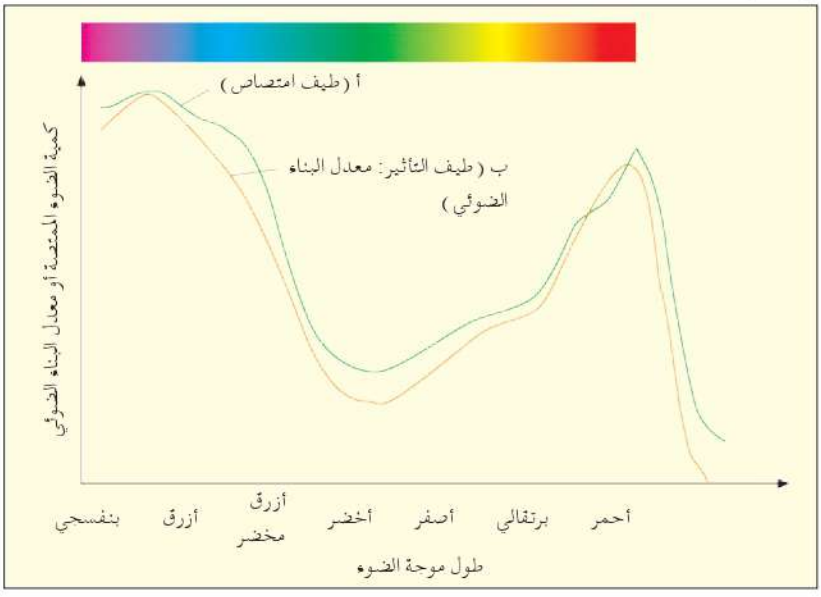


والعملية الفعلية أكثر تعقيدًا من المعادلة السابقة، فهي تشتمل على الكثير من الخطوات البينية قبل تكون الجلوكوز . وعلى أساس المعلومات المتوفرة لدينا حاليًا، ما الخطأ من وجهة نظرك في المعادلة القديمة التالية؟



هل تُستخدم جميع الأطوال الموجية للضوء في عملية البناء الضوئي؟

نلاحظ عند مرور طيف الضوء خلال مستخلص يخضور (كلوروفيل) عدم امتصاص جميع ألوان الضوء بدرجة واحدة . ويُمتص معظم الضوء في مناطق الطيف الزرقاء والحمراء .



شكل 7 - 1 مقارنة بين طيف امتصاص وطيف تأثير اليخضور (الكلوروفيل)

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا