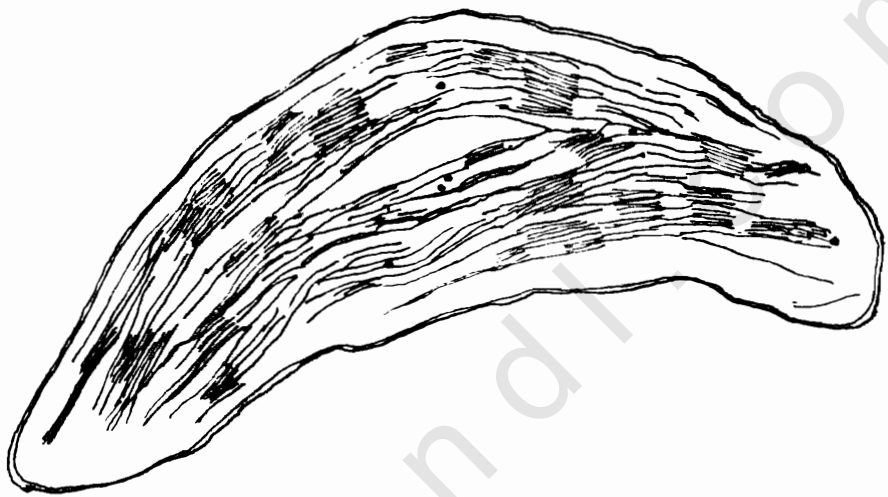
مصانع للغذاء طاقتها من الشمس

يحتوى الهواء الجوى على 23.1 % من وزنه أكسوجين ، كما يحتوى على نسبة ضئيلة من غاز ثانى أكسيد الكربون تقدر بحوالى 0.03 % ٠ هذان الغازان يعتبران أهم مكونين للهواء الجوى بالنسبة لأحياء الأرض ، فالأكسوجين ضرورى للتنفس ، أما ثانى أكسيد الكربون فرغم ضآلة كميته فى الهواء إلا أنه شديد الأهمية فهو المكون الأول لغذائنا ولولاه ما كانت الأرض صالحة لسكنانا ولا كانت صالحة لأحيائها المختلفة من نباتات وحيوانات وكائنات دقيقة ، فكافة مكونات أجسامنا العضوية وكذلك أجسام مختلف الأحياء يدخل فى تكوينها عنصرى الكربون والأكسوجين المكونين لغاز ثانى أكسيد الكربون٠

سؤال يطرح نفسه ! هل نحن نتغذى على ثانى أكسيد الكربون ؟ الإجابة على ذلك ، نعم نتغذى على غاز ثانى أكسيد الكربون ، ولكن بطريقة غير مباشرة٠ ذلك أن النباتات الخضراء والتى تتغذى على ما تمتصه جذورها من بعض أملاح التربة الذائبة فى الماء ، لا تستطيع تكوين المادة العضوية المكونة لأجسامها إلا بعد حدوث تفاعل كيميائى ضوئى ، فى أجزائها الخضراء المحتوية على مادة الكلوروفيل والذى يحمل داخل تركيبات عضوية تعرف بالبلاستيدات الخضراء٠ يحدث هذا التفاعل بين غاز ثانى أكسيد الكربون الذى يدخل إلى أنسجة النبات الخضراء وبخاصة الأوراق عن طريق مسامها التى تعرف بالثغور ، والماء الذى يمتصه النبات من الأرض عادة ، ويعتبر الكلوروفيل مصيدة للضوء الضرورى لإتمام التفاعل٠ يشبه الكلوروفيل الضرورى لنجاح هذا التفاعل الكيموضوئى لحد كبير فى تركيبه هيموجلوبين الدم الذى يحمل فى كرات الدم الحمراء ، إلا أن الكلوروفيل الذى يحمل فى البلاستيدات الخضراء يدخل فى تركيبه عنصر المغنسيوم فى حين أن الحديد يدخل فى تركيب الهيموجلوبين ، حيث ينتمى كل من الكلوروفيل والهيموجلوبين إلى تركيبات عضوية تعرف بالبورفيرينات porphyrins التى تتكون جزيئاتها من أربعة حلقات خماسية تتكون كل حلقة منها من أربعة

روابط من الكربون والإيدروجين CH والخامسة من النتروجين ، وترتبط الحلقات الأربعة عن طريق ذرات النتروجين بذرة مغنسيوم فى حالة الكلوروفيل وبذرة حديد فى حالة الهيموجلوبين ٠

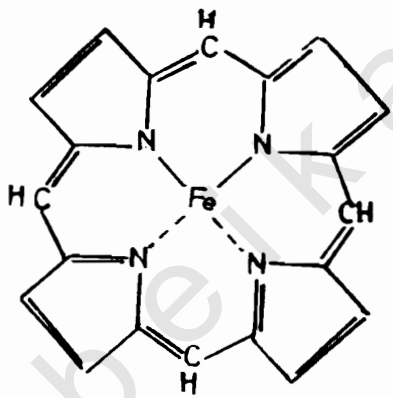


شكل 6 : رسم مكبر 29 ألف مرة لبلاستيدة فى ورقة نبات فول ، وبمركزها حبة نشا ٠ البلاستيدة هى وحدة مصانع الغذاء بأوراق النبات

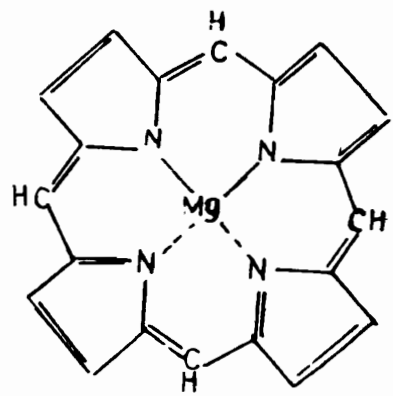
أوراق النبات

فى أوراق النبات ، والتى تعتبر مصانع غذاء النبات تتم معظم حالات التفاعل بين غاز ثانى أكسيد الكربون والماء ، ويحتاج هذا التفاعل بالإضافة إلى وجود الكلوروفيل إلى طاقة ضوئية تستمد طبيعيا من ضوء الشمس ، ولهذا فيعرف هذا التفاعل بالتمثيل الضوئى وأحيانا بالتمثيل الكلوروفيلى ٠ يجذب الكلوروفيل الضوء محولا إياه إلى طاقة كهربائية ثم إلى طاقة كيميائية تدخل فى تركيب المادة العضوية المتكونة ٠ ينتج عن هذا التفاعل ، الذى يتم داخل البلاستيدات الخضراء ، تكوين

أول مركب عضوى يحتوى على الثلاثة عناصر التى تدخل فى تركيب كافة المواد العضوية لكافة أحياء الأرض ، وهى عناصر الكربون والأكسوجين ومصدرهما غاز ثانى أكسيد الكربون والأيدروجين ومصدره الماء ، وحيث تتحول الطاقة المستمدة من الشمس إلى روابط بين الذرات غنية بالطاقة ، تتكون فى جزىء صغير ينشأ داخل البلاستيدات الخضراء يعرف بثلاثى فوسفات الأدينوسين والذى يرمز له ATP. هذا ويعتبر الجلوكوز أول المركبات العضوية التى تتكون فى النبات. الجلوكوز عبارة عن سكر أحادى يتكون جزيئه من ستة ذرات كربون وستة ذرات أكسوجين وإثنى عشر ذرة ايدروجين بالإضافة إلى طاقة مكتسبة من الشمس ومخزنة بجزئ الجلوكوز. قد يعتقد البعض أن الكربون الممكن جمعه بعملية التمثيل الضوئى قليل نسبياً ، إلا أنه قد قدر بحوالى عشرين بليون طن سنوياً. وقد وجد أن معظم الطاقة الشمسية تصل إلى سطح الأرض كضوء ، وأن غالبيتها ترد



هيموجلوبين

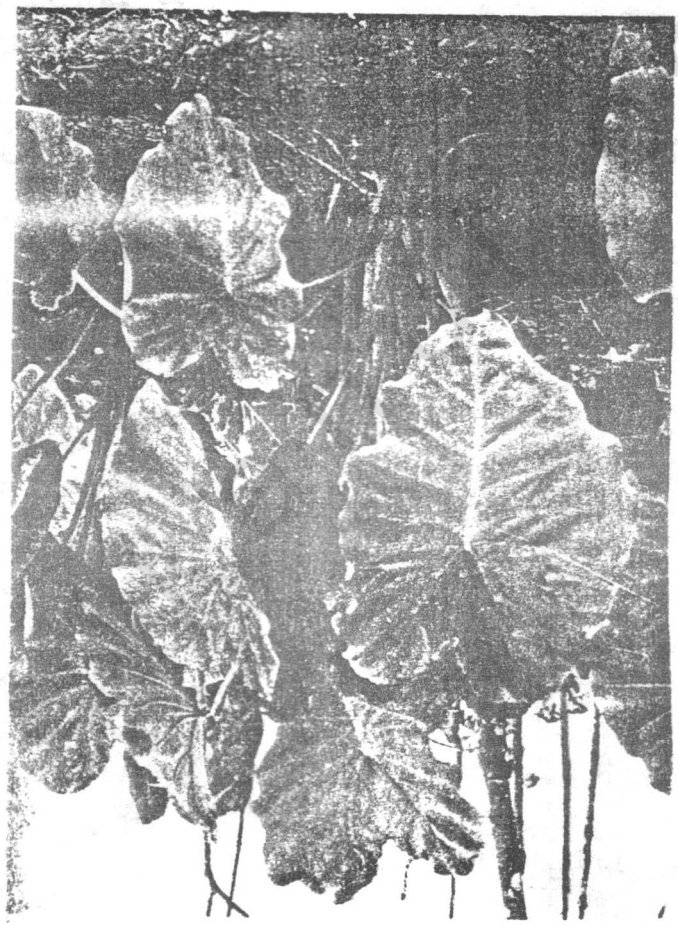


كلوروفيل

شكل 7 : التشابه بين التركيب الجزيئى لكل من الكلوروفيل والهيموجلوبين

ثانية إلى الفضاء كحرارة ، وأن 1 % فقط منها يستخدم فى تكوين مادة خضراء. وفى تقدير آخر وجد أن ما تنتجه نباتات الأرض من مواد كربوإيدراتية بفعل الطاقة المستمدة من أشعة الشمس تصل إلى حوالى 50 بليون طن سنوياً.

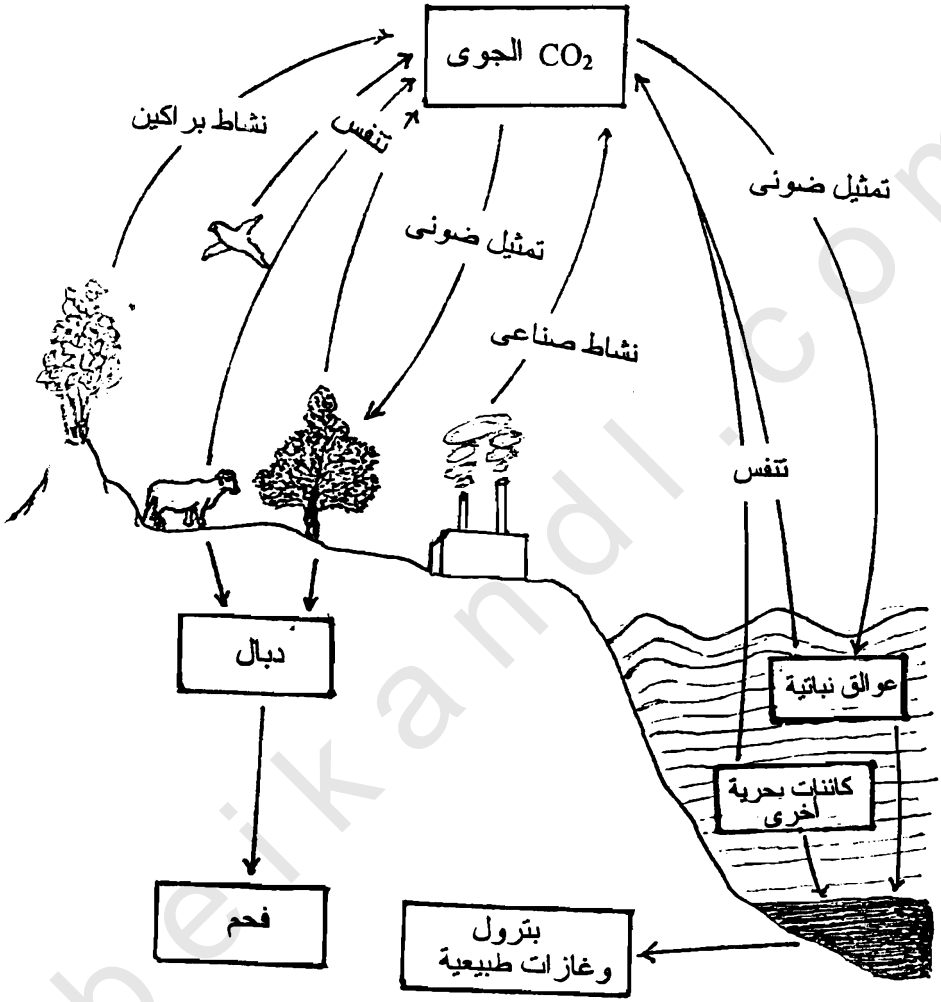
قد يخزن سكر الجلوكوز الناتج عن التفاعل الضوئى مباشرة فى ثمار النبات كما فى العنب وبعض الفواكه الأخرى ، وقد يقوم النبات بتحويله إلى سكريات أخرى



شكل 8 أوراق النباتات الخضراء مصانع للغذاء

مثل السكروز وهو سكر ثنائى ويوجد فى سيقان قصب السكر وفى جذور بنجر السكر وفى ثمار كثير من الفاكهة ، وقد يتحول السكر إلى نشا وهو من المركبات عديدة التسكر وذلك كما فى حبوب القمح والأرز والذرة ودرنات البطاطس الساقية ودرنات البطاطا الجذرية. يتحول الجلوكوز فى كافة النباتات إلى سليلوز ، وهو مركب عديد التسكر ، يتكون منه جدر خلايا النبات. الجلوكوز والسكروز والنشا والسليلوز وغيرها من المواد السكرية تسمى بالمواد الكربوايدراتية وذلك لإحتوائها على كربون ، ومعه الإيدروجين والأكسوجين بنسبة وجودها فى الماء. وتعتبر المواد الكربوايدراتية لما تحويه من طاقة الشمس ، مواد مولدة للطاقة.

لا يحدث تفاعل التمثيل الضوئى بالنباتات إلا فى وجود الضوء وتنتج عنه بجانب الجلوكوز المصنع من ثانى أكسيد الكربون والماء ، تصاعد غاز الأكسوجين، وتقوم النباتات فى نفس الوقت بتفاعل عكسى هو التنفس وخلاله يأخذ النبات غاز الأكسوجين ويطرد غاز ثانى أكسيد الكربون. تقوم النباتات بعملية التنفس ليلاً ونهاراً ، فهى عملية مستمرة ، غير قاصرة على النباتات بل تقوم بها أيضاً غيرها من أحياء الأرض. الغرض من التنفس إطلاق بعض الطاقات المخزنة فى مواد عضوية وإستخدامها فى تفاعلات ونشاطات أخرى ، وكما أن البلاستيدات الخضراء هى أماكن جذب الطاقة الشمسية وتخزينها فى جزيئات ATP، فإن عضيات أخرى تعرف بالميتوكوندريات تحرق فيها السكريات ويتنتقل جزء من هذه الطاقة الناتجة إلى جزيئات ATP جديدة. بالرغم من أن أوراق النباتات الخضراء وأجزاء النبات الخضرية الأخرى تمارس فى وجود ضوء الشمس عمليتى التمثيل الضوئى والتنفسى معاً وفى نفس الوقت ، إلا أن تفاعل التمثيل الضوئى ، أى تفاعل البناء ، يتفوق على تفاعل التنفس ؛ أى تفاعل الهدم ، ومحصلة ذلك هو زيادة فى الوزن الكلى للنبات ، أى زيادة فى وزن المحتوى النباتى من المادة العضوية المحتوية على طاقة مخزنة مستمدة من طاقة الشمس ، ويصحب ذلك زيادة فى المسحوب من الجو من غاز ثانى أكسيد الكربون وزيادة فى المنطلق إلى الجو من غاز الأكسوجين. لهذا فقد لوحظ عدم ثبات نسبة غاز ثانى أكسيد الكربون فى الجو



شكل 9 : دورة الكربون على الأرض

obeikandl.com

فى الليل والنهار ، حيث تزداد نسبته ليلاً وتقل نسبته نهاراً ، وكذلك فإنه قد نوحظ عدم ثبات نسبة هذا الغاز بالجو فى فصول السنة المختلفة وخاصة فى المناطق المنزرعة ومناطق الغابات فتزداد نسبة هذا الغاز فى الشتاء حيث تقل معدلات التمثيل الضوئى وتقل نسبة الغاز فى الربيع عندما تنشط عمليات نمو النباتات.

قدر بعض العلماء ما تستهلكه نباتات الأرض من غاز ثانى أكسيد الكربون الموجود فى الغلاف الجوى بحوالى 650 ألف مليون طن ، وفى نفس الوقت فقد قدر ما تضيفه نباتات الأرض من أكسوجين إلى هواء الأرض بحوالى 350 ألف مليون طن. يتضح من ذلك أن النباتات إضافة إلى قيامها بتصنيع الغذاء وتخزين الطاقة المستمدة من الشمس فإنها تحافظ أيضاً على تركيب جو الهواء بتعويضها للفقد العام المستمر فى أكسوجين الجو والزيادة فى ثانى أكسيد الكربون الناتجين عن تنفس كافة أحياء الأرض. لهذا فقد اعتبر بعض العلماء أن عملية التمثيل الضوئى هى أهم عملية حيوية تتم على الأرض ، ذلك أنها الأساس فى غذاء كافة الأحياء ، كما أنها تعتبر المصدر المتجدد للأكسوجين اللازم للتنفس ، كما أنها المصدر الأساسى لحصول الإنسان والحيوان على الطاقة الضرورية لاستمرار الحياة.

لا تستفيد النباتات من كل ما يصلها من طاقة الشمس ولكنها تستفيد فقط من الأشعة الضوئية التى تقع أطوال موجاتها ما بين 3500 – 8000 أنجستروم ، وهذه تمثل حوالى 45 % من طاقة الشمس الواصلة إلى الأرض. ونظرياً فإن كفاءة النباتات فى استخلاص ما يصلها من طاقة ضوئية تقدر بحوالى 18 – 20 %. تختلف النباتات فى كفاءتها فى الاستفادة من طاقة الشمس ، فبعض النباتات تصل إلى حد الإكتفاء عند وصول كثافة الإضاءة إلى ربعها أو ثلثها مقارنة بإضاءة منتصف النهار ، ولا يحدث زيادة فى الإستفادة بزيادة شدة الإضاءة كما فى نباتات البطاطس والقمح ، بينما البعض الآخر من النباتات كالذرة وقصب السكر تزداد إستفادة النباتات من طاقة الشمس كلما زادت شدة الإضاءة. يساعد على زيادة كفاءة التمثيل الضوئى إزدياد تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون فى الجو المحيط

بالنباتات ويلاحظ ذلك فى زراعات الصوب حيث يـزداد بداخلـها تركيز غـاز ثـانى أكسيد الكربون أثناء الليل. يتوقف مـدى استفادة النباتـات مـن طاقـة الشـمس علـى كميـة المجمـوع الخضـرى المعـرض لضـوء الشـمس ، فعندمـا لا تتعـارض أوراق النبات مع بعضها فى حجب الضوء فإن كفاءة عملية التمثيل الضوئى تزداد.

طـاقة الشمس التى لا تستفيـد منـه النباتات مباشـرة فى عمليـة التمثيـل الضوئـى لا تعتبر فقدا فى الطاقة ، بـل تستفيد منـه النباتـات بطـرق أخرى ، فـهى ترفـع مـن حـرارة أوراق النباتـات ممـا يكـون عـاملا فـى تحريـك الـهواء الجـوى حـول ثغـور النباتات فيتجدد وجود غازى ثانى أكسيد الكربون والأكسوجين عند الثغور. كذلك فإن إرتفاع درجات الحرارة يؤدى إلى تبخر بعض ماء الأوراق ، وهذا يساعد علـى صعود الماء والأملاح الممتصة مـن الجـذور إلـى الأوراق خـلال الأوعيـة الخشـبية للنباتـات. أيضـا فـإن ارتفـاع حـرارة سـطح الأرض ومـا عليـها مـن ميـاه البحـار والمحيطات يساعد على بخر بعض مائها وتكوين السحب وتساقط الأمطـار بمياهـها العذبة التى تساعد النباتات على النمو والاستفادة من طاقة الشمس فى تكوين الغذاء.

﴿ هو الذي أنزل من السماء ماء فأخرجنا به نبات كل شيء
فأخرجنا منه خضرا نخرج منه حبا متراكبا ومن النخل من
طلعها قنوان دانية وجنات من أعناب ﴾*

لا تتوقف إستفادة النباتات من طاقة الشمس على تكوين المـواد الكربوإيدراتيـة ، بل تتعداها إلى تكوين مركبات عضويـة أخـرى تعتمـد فـى تكوينـها علـى المركبـات العـضوية الأولى التـى تكونـت أثنـاء عمليـة التمثيـل الضوئـى بفعل طاقـة الشـمس. بعض المركبات غير الكربوإيدارتية قد تحتـاج لتكوينـها إلـى بعـض عنـاصر التربـة الممتصـة بواسـطة جـذور النباتـات ، كعنصـر النـتروجين الضـرورى لتكويـن البروتينـات ، وعنصـر المغنسيوم الـذى يدخـل فـى تكويـن الكلوروفيل ، وعنصـر

* الأنعام 99

الفسفور الذى يدخل فى تركيب الأحماض النووية وبعض الأنزيمات وبعض الدهون، وعنصر الكالسيوم الذى يدخل فى تركيب الصفائح الوسطية التى تربط خلايا النبات ببعضها ، وعنصر الكبريت الذى يعتبر من مكونات بعض الأحماض الأمينية. بعض النباتات تستفيد من النتروجين الجوى وذلك عن طريق أنواع خاصة من البكتريا تقوم بتثبيت النتروجين وإمداد النبات به.

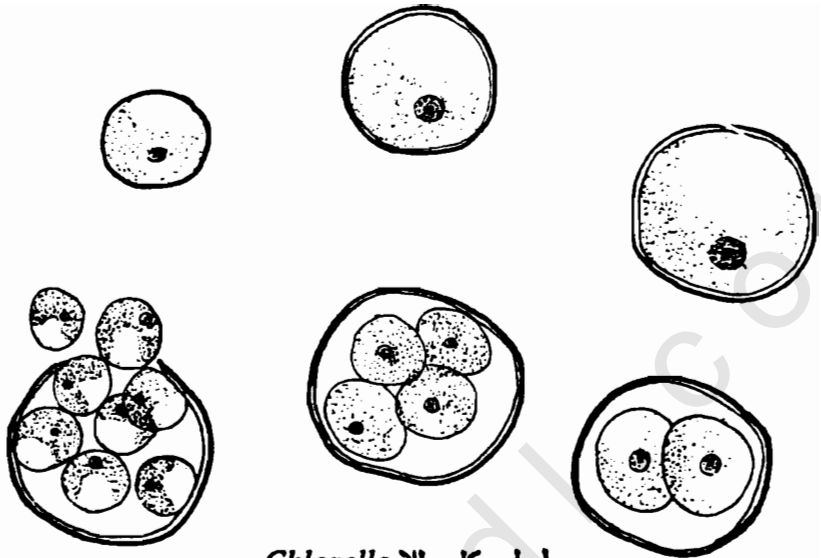
لو أجرينا تحليلاً كيميائياً لأى من النباتات ، فإننا سنجد أن معظم مكوناته مصدره الأساسى الماء وغاز ثانى أكسيد الكربون ، والقليل الباقى مصدره التربة ، فنبات ذرة شامية ناضج يتكون من 44.6 % كربون و 43.8 % أكسوجين و 6.3 % ايدروجين وجميعها عناصر يحصل عليها النبات من الماء والهواء وتمثل 94.7 % من وزن النبات ، أما باقى العناصر فهى النتروجين ونسبته 1.4% ويحصل النبات عليه من التربة غالباً ، والباقى البوتاسيوم ونسبته 1.6 % والكالسيوم 0.6 % والسليكون 0.5 % والمغنسيوم 0.45 % والفوسفور 0.25 % والكلور 0.2 % والصوديوم 0.15 % والحديد 0.1 % والكبريت 0.05 % وغيرها من عناصر نادرة مثل النحاس والبورون والزنك والمنجنيز والكوبالت فى حدود 0.2 % . وبذلك نتضح أن ما يحصل عليه نبات الذرة من عناصر التربة ويستفيد به فى تكوين جسمه يمثل 5.3 % فقط من مكونات النبات.

الطحالب والأعشاب البحرية

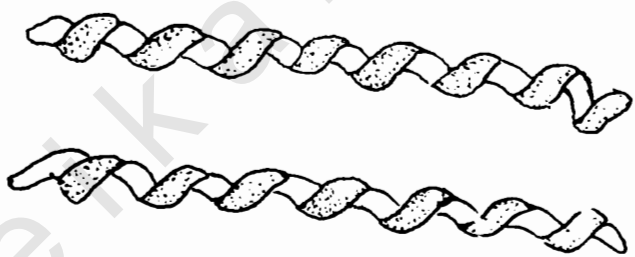
الاستفادة من طاقة الشمس فى التغذية الذاتية ليست قاصرة على النباتات البرية ، بل تتعداها إلى قاطنى البحار من طحالب وأعشاب بحرية. كفاءة الطحالب البحرية وخاصة الوحيدة الخلية منها أعلى بكثير من كفاءة النباتات الكبيرة فى قدرتها على التمثيل الضوئى والاستفادة من الطاقة الشمسية فى تصنيع الغذاء ، فتحتاج الطحالب الوحيدة الخلية إلى 12 – 24 ساعة لمضاعفة وزنها ، فى حين أن نباتات المحاصيل تحتاج فى فترة نموها السريع ، إلى حوالى أسبوع للوصول إلى ضعف وزنها ، وذلك إذا ما توفرت ظروف النمو الملائمة.

تستخدم بعض الطحالب ، فى بعض الدول ، كغذاء للإنسان ، من ذلك الطحلب الأزرق المخضر سبيريولينا *Spirulina* الذى ينمو فى بعض بحيرات تشاد حيث يجمع ويعمل منه كعك يعرف هناك باسم ديهة dihe ، ويدخل فى عمل شوربة. كما يجمع هذا الطحلب تجارياً من البحيرات القلوية القريبة من مدينة مكسيكو Mexico بالمكسيك ، وهى تنتج أكثر من طن محصول جاف من هذا الطحلب يومياً ويصنع منه خبز له طعم الجبن.

من الطحالب وحيدة الخلية والتى يتنبأ لها بمستقبل كبير ، الطحلب الأخضر كلوريللا *Chlorella* ، والذى إهتمت بدراسته كثير من معاهد البحوث فى العالم ، وذلك لكفاءته المرتفعة فى الاستفادة من طاقة الشمس فى صنع غذائه وسرعة نموه وتكاثره. يمكن تنمية طحلب كلوريللا على ضوء صناعى شبيه بضوء الشمس بحيث يستمر فى عملية التمثيل الضوئى ليل نهار على مدى الأربع وعشرين ساعة، وذلك لإمكان إستخدامه كغذاء ولتنقية الجو فى الأماكن المغلقة كالغواصات وسفن الفضاء. الكلوريللا المجففة لها طعم ورق الشاى الأخضر وكذلك بعض الخضروات مثل فاصوليا الليما والقرع المستدير. تحتوى خلايا هذا الطحلب المجففة على ما يزيد عن 50 % بروتين ، وقد قدر محصوله الجاف السنوى بحوالى 50 طن/ هكتار (20 طن / فدان).



طحلب كلوريللا *Chlorella*



طحلب سبيريولينا *Spirulina*

شكل 10 : طحالب وحيدة الخلية تستخدم كغذاء

ويمكن لطحلب كلوريللا وغيرها من الطحالب السريعة النمو الصالحة لغذاء الإنسان أن تنمى داخل سفن الفضاء أو الغواصات فى رحلاتها الطويلة ، وذلك تحت إضاءة صناعية شبيهة بضوء الشمس تستمد منها طاقتها فى تصنيع الغذاء والنمو ، مؤدية أربعة أغراض هامة مثل مثيلاتها من النباتات المختلفة النامية على سطح الأرض أو فى البحار وذلك كالآتى :

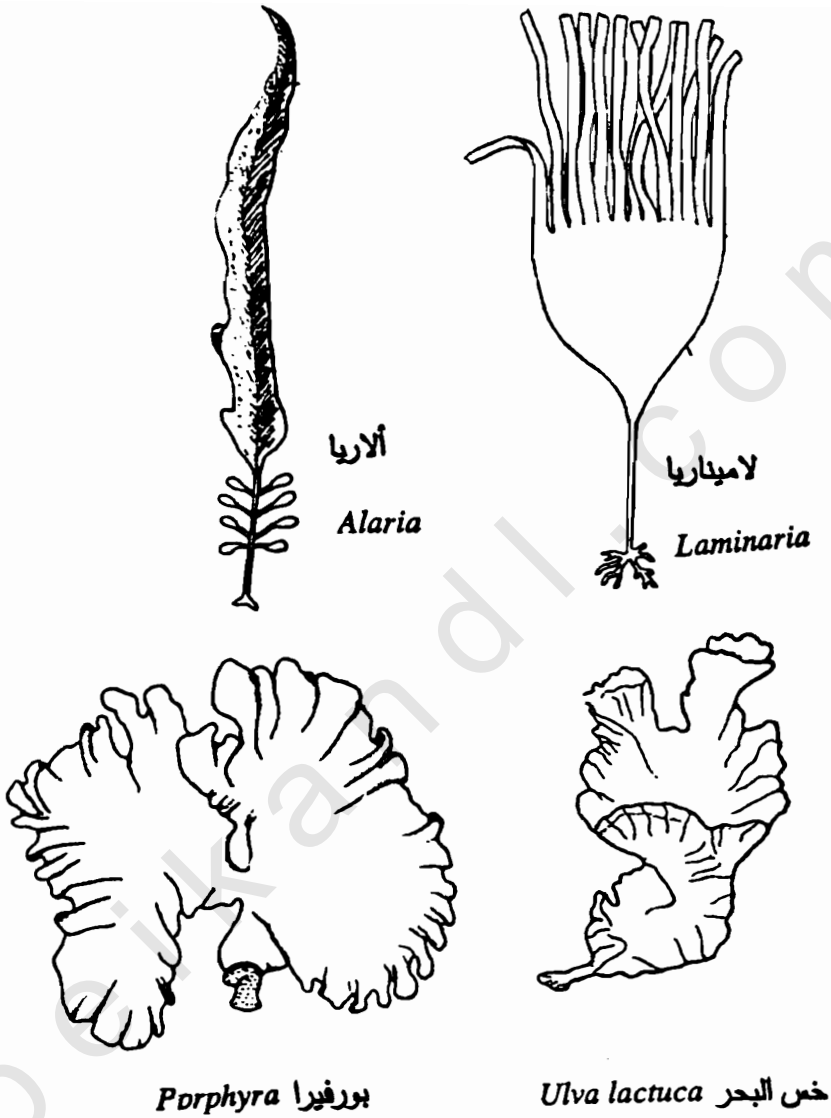
1 - القيام بعملية التمثيل الضوئى فتسحب من جو المركبة المغلقة غاز ثانى أكسيد الكربون الناتج عن تنفس ركاب المركبة ، وفى نفس الوقت تعيد إلى جو المركبة غاز الأكسوجين الذى سحب منها بفعل تنفس الركاب ، فتحافظ الطحالب بذلك على ثبات الجو داخل المركبة.

2 - تزويد ركاب المركبة المغلقة بمصدر مستمر للطاقة والبروتين وذلك بالتغذية على محصول الطحلب بالإضافة إلى ما يحملونه معهم من أغذية أخرى.

3 - التخلص من فضلات الركاب وذلك بتحليلها أولاً بكائنات دقيقة رمية ثم إستخدامها بعد ذلك كبيئة صالحة لنمو الطحلب.

4 - الإقلال من الوزن الكلى لحمولة المركبة بالاستغناء عما تحمله المركبة من أكسوجين مضغوط وتقليل حمولتها من الأغذية ، ولهذا العمل أهمية كبيرة فى تقليل الوقود اللازم لعمليات إطلاق سفن الفضاء.

تنمو فى مياه البحار بعض الأعشاب البحرية التى قد تستخدم كغذاء للإنسان أو أعلاف للحيوانات ، وتعتمد الأعشاب البحرية فى نموها على الطاقة التى تحصل عليها من ضوء الشمس كما فى النباتات البرية ، وقد أمكن تنمية بعضها فى مزارع بحرية. بعض تلك الأعشاب البحرية سريعة النمو مثل الطحلب البنى العملاق المعروف باسم الكِلْب العملاق gaint kelb الذى يزيد فى طوله يومياً بمعدل 45 سم، وقد أنتج بعضها عند زراعتها على رفوف القارات فى المناطق الدافئة محصولاً منها قدر بحوالى 47 طن / هكتار سنوياً. يستخدم هذا الطحلب فى اليابان كغذاء يعرف باسم كومبى kombu ، ويطهى الطحلب مع اللحوم ويقدم كخضار ، وقد يضاف إلى الأرز ، وقد يستعمل مشروباً بديلاً عن الشاى.



شكل 11 : بعض الأعشاب البحرية التى تستعمل كغذاء
لاميناريا و ألاريا من نباتات الكلب العملاقة تنتمى للطحالب البنية ،
خس البحر من الطحالب الخضراء ، بورفيرا من الطحالب الحمراء

obeikandl.com

عموما ، فإن أعشاب البحر تؤكل على نطاق واسع فى الصين واليابان وكوريا وغيرها من الدول المطلة على الساحل الغربى للمحيط الهادى. من تلك النباتات الطحلب الأحمر بورفيرا *Porphyra* الذى يعرف فى اليابان باسم أمورى amori والذى يؤكل طازجا ومجففا ، ويعرف فى إنجلترا باسم لافر laver حيث يؤكل مسلوقا بعد إضافة عصير الليمون عليه. ومن الطحالب التى تؤكل كسلاطة طحلب الفا *Ulva* المعروف بخس البحر ، والذى يجمع بكثرة من شواطئ أوروبا الغربية وجزر الهند الغربية.

إنتقال الطاقة الشمسية إلى باقى الأحياء

تستفيد كافة النباتات الخضراء ، البسيطة والراقية ، البرية منها والبحرية ، من طاقة الشمس التى تجمعها فى مادة الكلوروفيل وتستخدمها فى تكوين كافة المواد العضوية المكونة للنباتات ، أما الكائنات الحية الأخرى التى لا تحتوى خلاياها على مادة الكلوروفيل فإنها لا تستطيع تكوين المواد العضوية من مواد بسيطة ، أى أنها لا تستطيع الاستفادة المباشرة من الطاقة الشمسية فى تصنيع غذائها العضوى. لهذا كان على الكائنات التى لا تحتوى على الكلوروفيل الإعتماد على النباتات فى الحصول على الغذاء العضوى ، أى أنه يجب على تلك الكائنات لكى تعيش أن تتغذى على المادة العضوية التى كونتها النباتات بفعل الطاقة الشمسية ، أو أن تعيش مترممة أو متطفلة على كائنات أخرى. الحيوانات آكلة الأعشاب كالحيوانات المزرعية من أغنام وماشية وجمال تحصل على طاقتها وتبنى أجسامها مما تتغذى عليه من نباتات ، والطيور الداجنة والأرانب تتغذى أساسا على نباتات ، بذلك فإن تلك الحيوانات والطيور تستفيد من طاقة الشمس المختزنة فى داخل المواد العضوية التى كونتها النباتات. الحيوانات المترممة والتى تعيش على مواد عضوية متحللة نباتية أو حيوانية وكذلك الحيوانات المفترسة والتى تعيش على حيوانات أخرى هى أيضا قد استفادت فى تغذيتها من طاقة الشمس التى دخلت فى المواد العضوية

النباتية ، ثم انتقلت منها إلى الحيوانات آكلة الأعشاب ثم إنتقلت من الثانية إلى الحيوانات آكلة اللحوم.

وإذا نظرنا إلى الإنسان الذى يجمع فى غذائه بين المنتجات النباتية والحيوانية فنجد أنه يحصل على الطاقة الضرورية من الطاقة الشمسية المخزنة مباشرة فى المواد النباتية أو يحصل عليها من طاقة الشمس التى انتقلت إلى الأنسجة الحيوانية. وعموماً فإن الطاقات الموجودة فى كافة المواد العضوية سواء كربوايدراتية أو دهنية أو بروتينية ، نباتية أو حيوانية فمرجعها الأول إلى الطاقة الشمسية التى خزنت بالنباتات عند قيامها بعملية التمثيل الضوئى.

عموما فإن سلسلة الغذاء food chain النموذجية يمكن تشبيهها بشكل هرمى ، قاعدته النباتات الخضراء التى تستفيد من معادن التربة وضوء الشمس وغاز ثانى أكسيد الكربون والماء لتكوين أنسجتها ، ويعلو القاعدة النباتية الحيوانات آكلة الأعشاب herbivorous animals والتى يعلوها عدة طبقات من الحيوانات آكلة اللحوم carnivores ، وفى قمة الهرم يجلس الإنسان. من ذلك يتضح أن الطاقة الشمسية تنتقل من النباتات إلى سائر الأحياء ، فغذائنا يحتوى على طاقة استمدت من الشمس ، فعندما نسير أو نمارس رياضة أو نفكر فإننا نطلق معها بعض الطاقة الشمسية المخزنة فى أجسامنا ، وجميع نشاطات أجسامنا الإرادية واللا إرادية كدقات قلوبنا وحركة رئاتنا وأمعائنا وقودها ما تحمله أغذيتنا وما خزناه فى أجسامنا من الطاقة الشمسية. وخلاصة القول أنه بدون الشمس التى ندور فى فلكها لا تكون الأرض مظلمة فحسب ، بل تكون أيضا ميتة لا حياة فيها.

مما سبق يتضح لنا الدور الكبير الذى تلعبه الشمس فى تكوين مختلف الأغذية فبدون الشمس التى سخرها الله لنا لا تنمو النباتات الخضراء ، وبدون النباتات الخضراء يستحيل على الأغنام والماشية وغيرها من حيوانات الأرض أن تعيش ، وبدون النباتات والحيوانات ما كان للإنسان أن يقطن الأرض ويعمرها. شكرا لله

الخالق البارئ المصور الذى خلق الشمس والأرض وما على الأرض من أحياء وسخر لنا كل ذلك.

﴿ وسخر لكم ما فى السموات وما فى الأرض جميعاً منه
إن فى ذلك لآيات لقوم يتفكرون ﴾ *

نظراً لأن النباتات هى الأساس فى تغذية باقى أحياء الأرض وتزويدها بالطاقة الشمسية فإننا نجد أن غالبية كتلة الأنسجة الحية على الأرض تتكون من أنسجة نباتية ، وتقدر كتلة الأنسجة الحية على الأرض بحوالى 20 مليون مليون طن ، 90 % من هذه الكتلة أنسجة نباتية و 10 % منها فقط أنسجة حيوانية. ويجب أن لا نجحد أهمية الكائنات الحيوانية فى استمرار الحياة النباتية ، فكما أن النباتات تمد الحيوانات باحتياجاتها من المادة العضوية والأكسوجين ، فإن الحيوانات تمد النباتات بمتطلباتها من ثانى أكسيد الكربون سواء مباشرة عن طريق التنفس أو عند تحللها بعد موتها بفعل الكائنات الدقيقة microconsumers والتى تشمل البكتيريات والفطريات وكذلك بفعل الحيوانات الدنيئة macroconsumers والتى تشمل الحشرات والديدان والقواقع.

فى ختام هذا الموضوع يمكن تلخيص وإبراز الدور الذى تقوم به الشمس فى نشأة واستمرار الحياة على الأرض فى النقاط الآتية :

1 - تدفئ الأشعة الشمسية سطح الأرض وتمنحها حرارة تتلاءم ومعيشة أحياء الأرض من نباتات وحيوانات وكائنات دقيقة ، وتصبح بذلك ملائمة لظهور الإنسان. وقد وجد أن 46 % من الطاقة الشمسية التى تصل إلى الأرض هى من الأشعة تحت الحمراء الحرارية ، والتى تلعب دورا رئيسيا فى تدفئة سطح الأرض وفى تحريك الرياح وفقا للإختلافات فى معدلات التسخين والتى تعتمد على ميل الأشعة الشمسية بالنسبة لسطح الأرض.

---

* الجاثية 13

2 - الأشعة المرئية التى تصل إلى سطح الأرض تضيئها نهاراً ، كما أنها تضيء القمر الذى يضيئنا ليلاً فى معظم الأيام. يقدر ما يصلنا من أشعة ضوئية من الشمس بحوالى 45 % من مجمل الطاقة الشمسية الواصلة إلى الأرض. ومن الملاحظ أن ضوء الشمس يظهر على سطح الأرض والجزء السفلى من الغلاف الجوى بسمك 200 كيلومتر تقريباً حيث تتأثر أشعة الشمس فيها بغزارة ، ويعرف هذا الجزء من الغلاف الجوى بالقبة الزرقاء.

3 - تساعد الطاقة الشمسية المسلطة على مياه البحار والمحيطات المالحة على تبخر بعض مائها. يتجمع بخار الماء ويتكثف فى طبقات الجو ومنه تتكون السحب التى تحركها الرياح وتتساقط أمطاراً ، خالية من الأملاح ، تجرى أنهاراً ذات مياه عذبة صالحة للشرب ولنمو ورى النباتات.

﴿ هو الذى أنزل من السماء ماءً لكم منه شراب ومنه شجر فيه تسيمون ﴾ *

4 - يساعد تبخر الماء من أسطح النباتات ، بفعل طاقة الشمس الحرارية على صعود الماء والأملاح الممتصة من التربة خلال الجذور إلى السيقان فالأوراق حيث يتم تصنيع الغذاء.

5 - تساهم طاقة الشمس فى تصنيع الغذاء العضوى المكون لأنسجة النباتات ، وبالتالى فإن طاقة الشمس تنتقل بالتغذية إلى كافة أحياء الأرض ، كما أوضحنا تفصيلياً.

6 - تستخدم بقايا النباتات من أحطاب وأخشاب وكذلك مخلفات الحيوانات ، والتى ساهمت طاقة الشمس فى تكوينها ، وقوداً نستخدمه مباشرة. كما نستخدم كوقود ما خزن فى باطن الأرض من نباتات وحيوانات لعدة ملايين من السنين بعد أن تحول إلى وقود حفرى فصار فحماً أو بترولاً أو غازاً طبيعياً ، والذى سنوضحه تفصيلاً فى الفصل التالى.

---

* النحل 10