محاضرات فسيولوجيا النبات

مدرس المادة : م. د. عبد الأمير رحيم عبيد

كلية الزراعة- جامعة البصرة

المحاضرة الثامنة

البناء الضوئي Photosynthesis

تعتمد الحياة على وجه الارض بدرجة اساسية على الطاقة المستمدة من الشمس وعملية البناء الضوئي هي العملية الوحيدة ذات الاهمية الاحيائية التي بمقدورها الاستفادة من هذه الطاقة . وان الجز الاعظم من مصادر الطاقة على الارض قد نتجت من نشاط عملية البناء الضوئي ويعني مصطلح photosynthesis بناء باستعمال الضوء ان الكائنات بنائية الضوء تستخدم الطاقة لبناء مركبات عضوية والتي يمكن ان تكون بدون استخدام طاقة وان الطاقة المخزونة في تلك الجزيئات يمكن ان تستغل فيما بعد لتسهيل العمليات الحيوية في النبات كما انها تفيد كمصدر طاقة لكافة اشكال الحياة . ان عناصر عملية البناء الضوئي معروفة وهي الماء وثاني اوكسيد الكاربون بوجود الضوء والكلوروفيل

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{الضوء Light}]{} C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + O_2$$

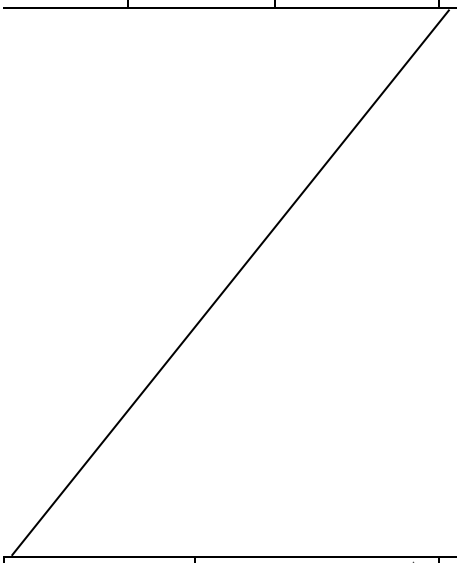
الضوء في عملية التركيب الضوئي هو ضوء الشمس وهو مصدر الطاقة على الارض حيث ان مجمل الطاقة متاتية من عملية البناء الضوئي التي تستمد الطاقة الضوئية وتحولها الى طاقة كيميائية ضمن مركبات عضوية معقدة مثل الكربوهيدرات وغيرها . والضوء في الحقيقة موجات كهرومغناطيسية Eletromignetic والتي تتالف من جسيمات تسمى ضوئيات او فوتونات او كوانات وتختلق طاقة هذه الجسيمات باختلاف طول الموجة الضوئية وهذه الطاقة هي التي تحدد لون الضوء

ان الاشعاع الشمسي هو جزء من الطيف الكهرو مغناطيسي يقسم حسب الطول الموجي الى مناطق منها الاشعة الكونية واشعة كاماوالاشعة السينية والشعة فوق البنفسجية والضوء المرئي وتحت الحمراء والموجات الدقيقة وموجات الراديو

. وان محتوى محتوى الطاقة من الفوتونات يتناسب عكسيا مع الطول الموجي لمعنى اشعاع الطول الموجي القصير تكون فوتوناته ذات محتوى عالي من الطاقة مثلاً الاشعة فوق البنفسجية خطرة على الخلية يمكن ان تكسر جزيئات عضوي في الخلية . بينما الفوتونات منخفضة الطاقة ذات الموجات الطويلة مثل الاشعة تحت الحمراء فانها لا تضر الخلايا لانه فقط تزيد من الطاقة التذبذبية او الدورانية للجزيئات ولا تكسر الروابط وان عملية البناء الضوئي يمكنه

ان تستمد جزء من الطيف الكهرومغناطيسي في منطقة الضوء المرئي . وتمتلك فوتونات الضوء المرئي الكمية الكافية الطاقة لتحفيز وتهيج الاليكترونات الى مدار اليكتروني اعلى دون الاضرار بالخلية ز وتقوم صبغات البناء الضوئي بامتصاص جزء من الطيف الضوئي حيث تتبلين اطياف المتصاص لتلك الصبغات بين 400-800 نانومتر تقريباً

وجات الرديو	الموجات الدقيقة	تحت الحمراء	الاشعة المرئية	الشعة فوق البنفسجية	الاشعة السينية	اشعة كاما



الحمراء	البرتقالي	الصفراء	الخضراء	الزرقاء	البنفسجية
750 450	620 380	590	570		490

صبغات البناء لضوئي تقوم صبغات البناء الضوئي لدور اساسي في عملية البناء الضوئي حيث تمتص هذه الصبغات الطاقة الشمسية وفي الحقيقة وفي الحقيقة بلن كافة الصبغات تكون نشطة في تلك العملية و هي صبغات موجودة في البلاستيدات الخضر وتحتوي الكائنات الحية الحاوية على صبعات البناء الضوئي على اكثر من تلك الصبغات وكل منها يقوق بوضيفة مخصصة

الكلوروفيلات

الكلوروفيلات صبغات خضر موجودة في النباتات والطحالب ةالبكتريا ويمكن تمييز تسعة انواع على الاقل من تلك الصبغات واكثر هذه الكلوروفيلات شيوعاً هي كلوروفيل Aو B وتوجد في معظم الكائنات ذاتية التغذية عدا البكتريا الحاوية على الصبغات البنائبة الضوء حيث انها تحتوي على كلوروفيلات خاصة اما كلوروفيلا Cو D فانها توجد بشكل خاص في الطحالب مع كلوروفيل A مثل الطحالب البنية والذهبية والحمراء . يقوم الكلوروفيل AوB بامتصاص الضوء في المنطقة ازرق بنفسجي ومنطقة برتقالي – احمر من الطيف المرئي كما انهما يبديان امتصاصاً ادنى عند الموجات الخضر والصفر (500-600نانومتر)

الصبغات المساعدة الاخرى

هناك صبغات اخري تقوم ندور مهم في امتصاص الطاقة الشمسية وتسهيل عملية البناء الضوئي وتوجد هذه الصبغات في مختلف الكائنات الحية التي تبني غذائها بالاستفادة من الطاقة الشمسية مثل البكتريا الزرقاء والطحالب والنباتات وتشمل تلك الصبعات

أ - الفايكوبلينات phytorchombilin وتوجد هذه الصبغات في الطحالب الحمراء والبكتريا الزرقاء

ب-اشباه الكاروتين (الكاروتنويدات) Carotenoids

تشكل اشباه الكاروتين مجمزعة من صبغات برتقالية وصفر توجد في معظم الكائنات البنائية الضوء وتوجد بكميات كبيرة في جذور وثمار الطماطة كما انها توجد في الاوراق الخضراء غير ان صبغة الكلوروفيل تحجب رؤيتها وفي موسم الخريف فان صلغات الكلوروفيل تتحلل وتظهر صبغات اشباه الكاروتين تقوم هذه الصبغات بامتصاص الضوء الازرق الى مدى معيين يمكنها من امرار الطاقة الى مدى معين للكلوروفيل لاستعمالها في عملية البناء الضوئي كما تقوم صبغات اشباه الكاروتينات بحماية الكلوروفيل من الاكسدة الضوئية وذلك بامتصاص الفائض من الضوء الازرق .

تفاعلات البناء الضوئي

تقسم تفاعلات البناء الضوئي الى قسمين رئيسيين

ا – تفاعلات الضوء Light reaction

ب-تفاعلات الظلام Dark reaction

تفاعلات الضوء

وهي المرحلة الاولى منتفاعلات البناء الضوئي وتحدث هذه التفاعلات في اغشية الثايلوكويد حيث توجد صبغات الكلوروفيل . وسميت كذلك لانها لا تحدث الا بوجود الطاقة الشمسية ونواتج هذه التفاعلات هو ان الماء ينشطر ليتحرر الاوكسجين كما يتكون NADPH و ATP

تحلل ضوئي

$$2H_2O \xrightarrow{\text{Photolysis}} 4H^+ + 4e^- + O_2$$

$$NADP^+ + 2e^- + 2H \longrightarrow NADPH + H^+$$

ومادة الطاقة ATP الناتجة من خلال هذه العملية انما تنتج خلال مرور الاليكترونات عالية الطاقة في نطام السايتوكروم الموجود في اغشية الثايلوكويد وعندما تغادر تلك الاليكترونات ذلك النطام فاتها تكون قد فقدت جزء كبير من طاقتها وان تلك الطاقة المفقودة يمكن الاستفادة منها لتكوين ATP

طاقة + pi + ADP _____ ATP