Plant Organs & Functions الأعضاء النباتية والوظائف

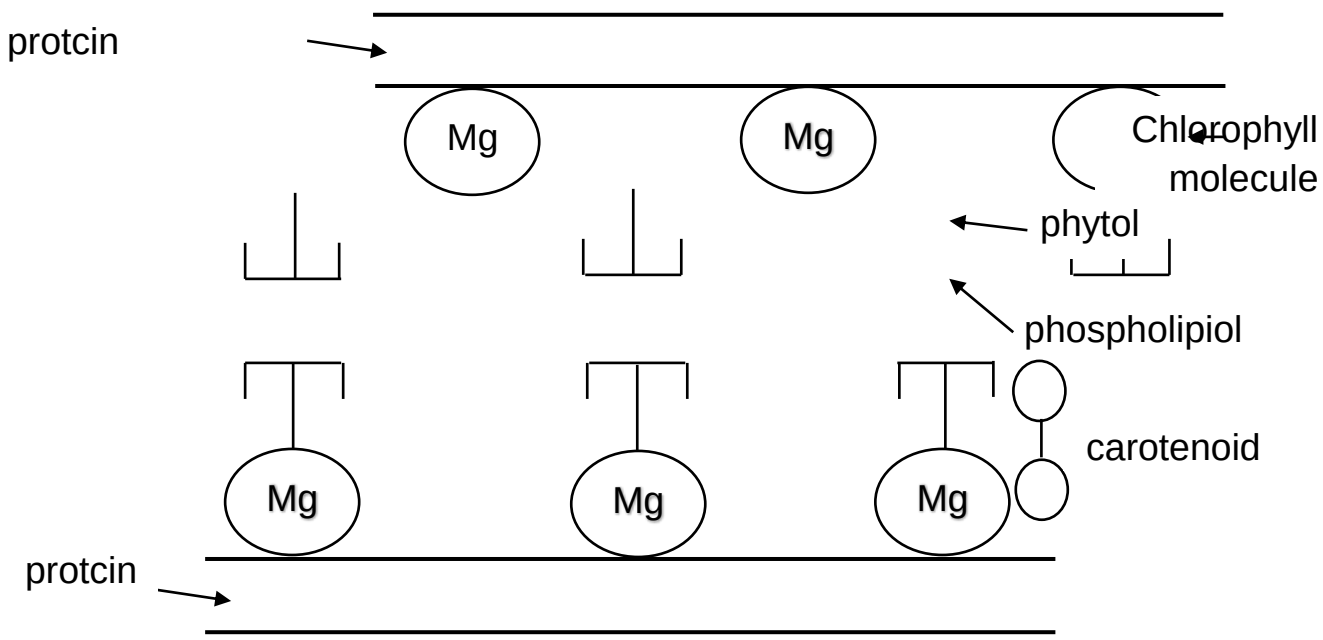
الخلية النباتية حجيرة مايكروسكوبية تمثل وحدة بناء الكائن الحي . تضم الخلية بداخلها العضيات (organelles) تقوم كل منها بوظائف معينة . من بين تلك العضيات النواة والنوية والمايتوكوندريا والشبكة الاندوبلازمية التي تقع عليها الرايبوسومات ، والبلاستيدات . يتكون جدار الخلية النباتية من مادة غير حية بعكس الخلية الحيوانية ويحيط الجدار بغلاف حي حول السايتوبلازم Plasma membrane وهو نفاذ للايونات والمركبات الذائبة . يطلق تعبير proto plast على السايتوبلازم ومحتوياته ، فيما يسمى السايتوبلازم وحده cytosol توجد الكروموسومات في النواة ، فيما تمتلك العضيات الأخرى جينات أخرى لها وظائف ، كما توجد جينات داخل السايتوسول . تتكون الكروموسومات من مادة DNA ومواد هستونية (بروتينات) .

انقسام الخلايا :

هنالك نوعان من انقسام الخلايا ، الاعتيادية mitosis والاختزالي meiosis ، يشمل الأول الخلايا الجسمية والثاني الخلايا الجنسية . تعطي كل خلية (2n) في الانقسام الاعتيادي خليتين مماثلتين للام كل منها 2n ، بينما تعطي الخلية الجنسية (n) ابرع خلايا كل منها (n) مختلفة عن الأصل بسبب حدوث العبور - cross over)) خلال عمليات الانقسام في مرحلة الازدواج synapsis ، ومن هذا الاختلاف الوراثي تظهر التوليفات الجينية الجديدة gene tecombinations التي تعد ابرز سمة في الانقسام الاختزالي والذي يسبب ظهور التغايرات الوراثية في كل مرة . تقوم نواة الخلية بالسيطرة على معظم وظائفها بالشفرات الوراثية من جيناتها فيما تتخصص الرايبوسومات بتخليق البروتينات ، والمايتوكوندريا بعمليات الاكسدة والاختزال. اما البلاستيدات فتحوي اثنتين من الاجسام المشبعة بالكلوروفيل هما التمثيل الكاربوني photosynthesis اذا يمثل فيها كاربون الجو (CO_2) .و مركبات عضوية ومركبات طاقة الضوء .

المايتوكوندريا والبلاستيدات :

تختلف خلايا الأصناف والانواع والاجناس في عدد اجسام المايتوكوندريا والبلاستيدات التي تحتويها . تحوي الخلية النباتية معدل ٥٠٠ – ٢٠٠٠ مايتوكوندريا وعدد بلاستيدات ٥٠ – ٢٠٠ ، وبذا فأنه كلما زاد عدد المايتوكوندريا كلما توقعنا نشاطاً اكثر لعمليات البناء والهدم وتحرير الطاقة (ATP) الأساسية في حياة الكائن الحي . تشبه جزيئات grana جزيئات stroma في التكوين داخل البلاستيداة الا ان الكَرانا تحوي تركيزاً اعلى من الكلوروفيل ، وكلاهما يتكون من صفائح متراصة يطلق عليها Lamellae . تتكون جزيئة الكَرانا من طبقتين بروتينية تضمان فيما بينها وحدات الكلوروفيل .

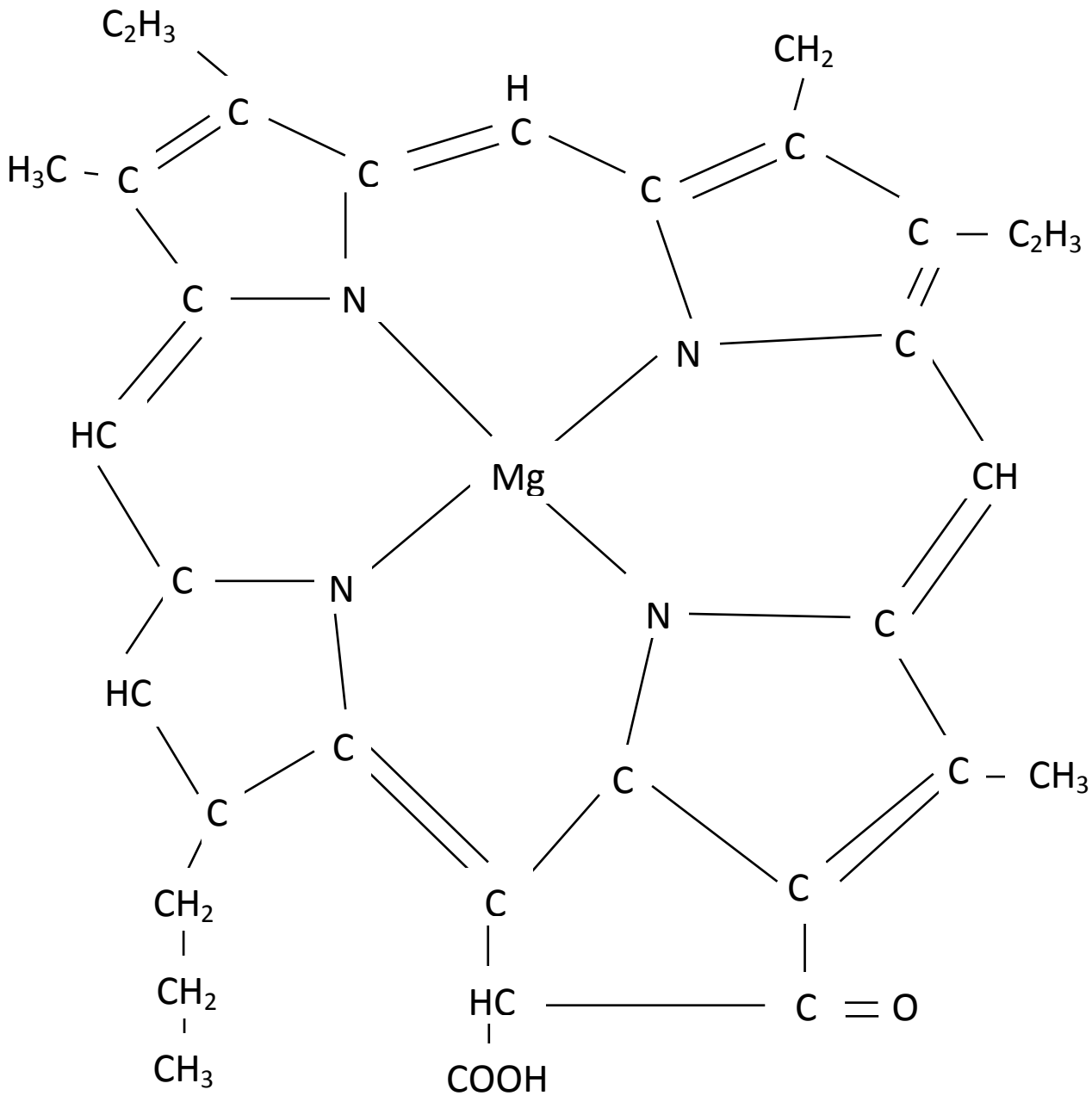


Grana unit

وحدات الكلوروفيل :

تتخصص وحدات الكلوروفيل باقتناص الضوء اللازم لعملية التمثيل الكاربوني . تتكون جزيئة الكلوروفيل من ذرة mg تحيط بها اربع حلقات من pyrrole وتنتهي بطرف كحولي يسمى phytol ، والصيغة الكيمياوية للفاينول هي $(C_{20}H_{39})$. يوجد في النباتات ١٦ نوعاً من الكلوروفيل أهمها وأكثرها شيوعاً هي كلوروفيل a وكلوروفيل b ، والصيغة الكيمياوية للأول : $C_{55}H_{72}MgN_4O_5$ وللثاني : $C_{55}H_{70}MgN_4O_6$.

انظر الشكل :


C2H3
CH2
H
C
C
C
H3C
C
C
C
C
C2H3
C
N
N
C
HC
Mg
CH
C
N
N
C
HC
C
C
C
C
CH3
C
CH2
C
C
CH2
HC
C
O
CH3
COOH

البلاستيدات والكاروتينات :

البلاستيدات بنوعيها (grana و stroma) يحدث على سطوحها اقتناص الضوء وعملية التمثيل الكاربوني . تتكون البلاستيدات (على أساس الوزن الجاف) من بروتين ٣٠% وبروتين (stroma) ١٧% وفسفولبيد ٢١% و RNA ٥% وكلوروفيل ٥ – ١٠ % وكاروتينات بين ١ – ٢ % مع مركبات ثانوية أخرى . تتخصص الكاروتينات باقتناص ونقل وحدات الضوء الى جزيئة الكلوروفيل ، وكذلك امتصاص طاقة الضوء العالية عن تحمل الكلوروفيل لان الضوء العالي يحطم الكلوروفيل ، كما انه يختفي في الظلام ان حجب الضوء تماماً لاربعة أيام يؤدي الى اختفاء الكلوروفيل في تلك الأجزاء . تأخذ الخلية النباتية O_2 في التنفس وتطرح CO_2 وذلك بتحطيم جزيئات السكر التي تتحول الى CO_2 بعد اكسدة الكاربون من السكر . ان اهم ما ينتج من التنفس هو انتاج الطاقة adenosine triphosphate (ATP) والتي يحتاجها الكائن الحي لوظائفه المختلفة . ان الصورة المختزلة للطاقة هي ATP وكذلك nicotine amide adenine dinucleotide ($NADPH_2$) . يقوم المركب الأخير ($NADPH_2$) بنقل الهايدروجين التي تحتاجه الخلايا من خلال عملية الاختزال ، والتي هي اهم عملية اختزال تحدث في الاحياء . تحتاج الخلية الى طاقة الضوء وطاقة الغذاء لاتحاد جزيئة طاقة P مع جزيئة ADP لأنتاج جزيئة طاقة واحدة (ATP) . تحدث عمليات تحول الطاقة في النبات بمعادلات ضوئية وأخرى ظلامية وبالاتي :

1 - Light Rxns .

a) $H_2O \xrightarrow[\text{Chl.+ mg}]{\text{Light}} NADP$

b) $H_2O \xrightarrow[\text{NADP}]{\text{Light}} NADPH + ½O + H$ {Hill Rxn.}

تفاعل Hill بانشطار الماء الى طاقة واوكسجين وهايدروجين

2 – Dark Ranx

a) C – 3 Plants {Hatch & slack pathway}

$$CO_2 \xrightarrow[\text{Chl.+ R4DP}]{\text{H+NADPH}} \underset{(3-C)}{PAG} \rightarrow \underset{(3-C)}{3-PGA} \rightarrow \underset{(6-C)}{Hexose}$$

R4DP = Ribolose 1.5 diphosphate carboxylase (enzyme)

PGA = phospho glyceric acid

3 – PGA = phospho glycer aldehyde

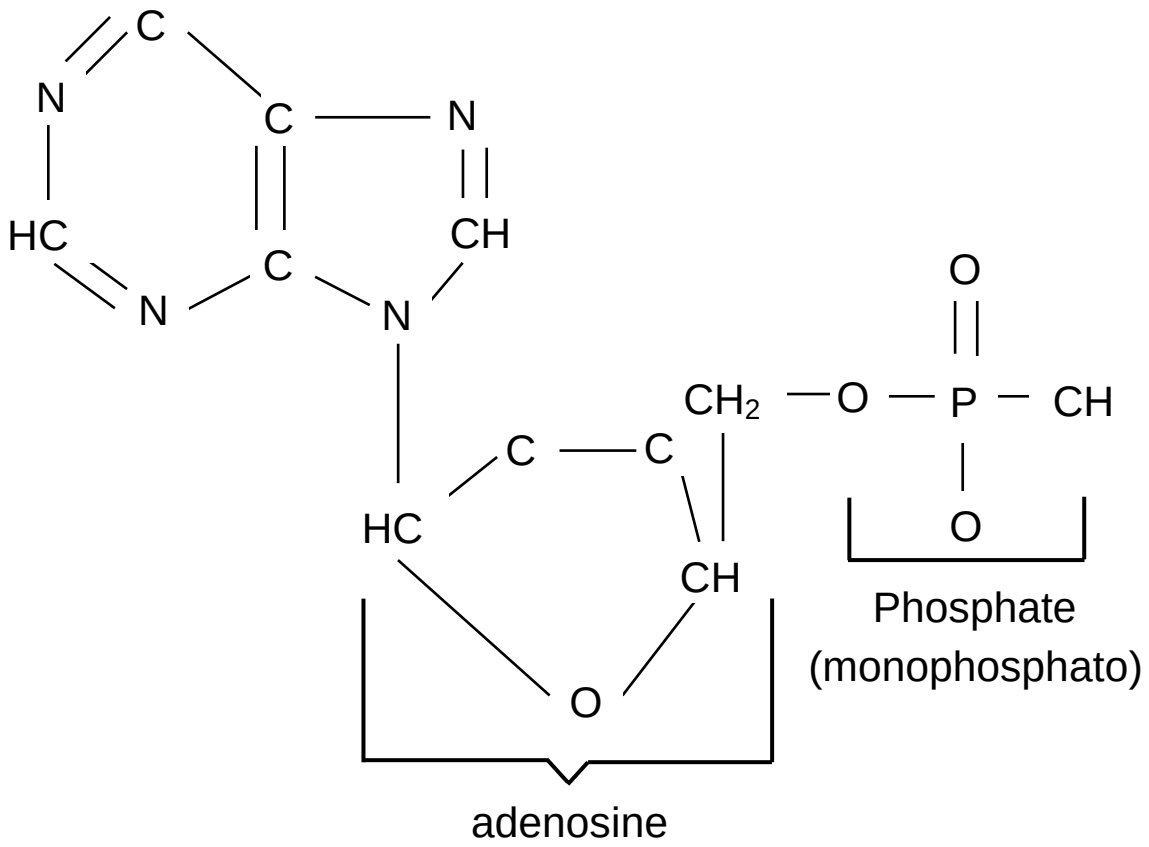
b) C – 4 Plant {Calvin Cycle}

$$CO_2 \xrightarrow[\text{CHl. + PEP}]{\text{H+NADPH}} \text{Oxaloacetic} \rightleftharpoons \text{Aspantic acid} \rightleftharpoons \text{Malic acid (4 – c)}$$

PEP = Phosphoenol pyruvate carboxylase (enzyme)

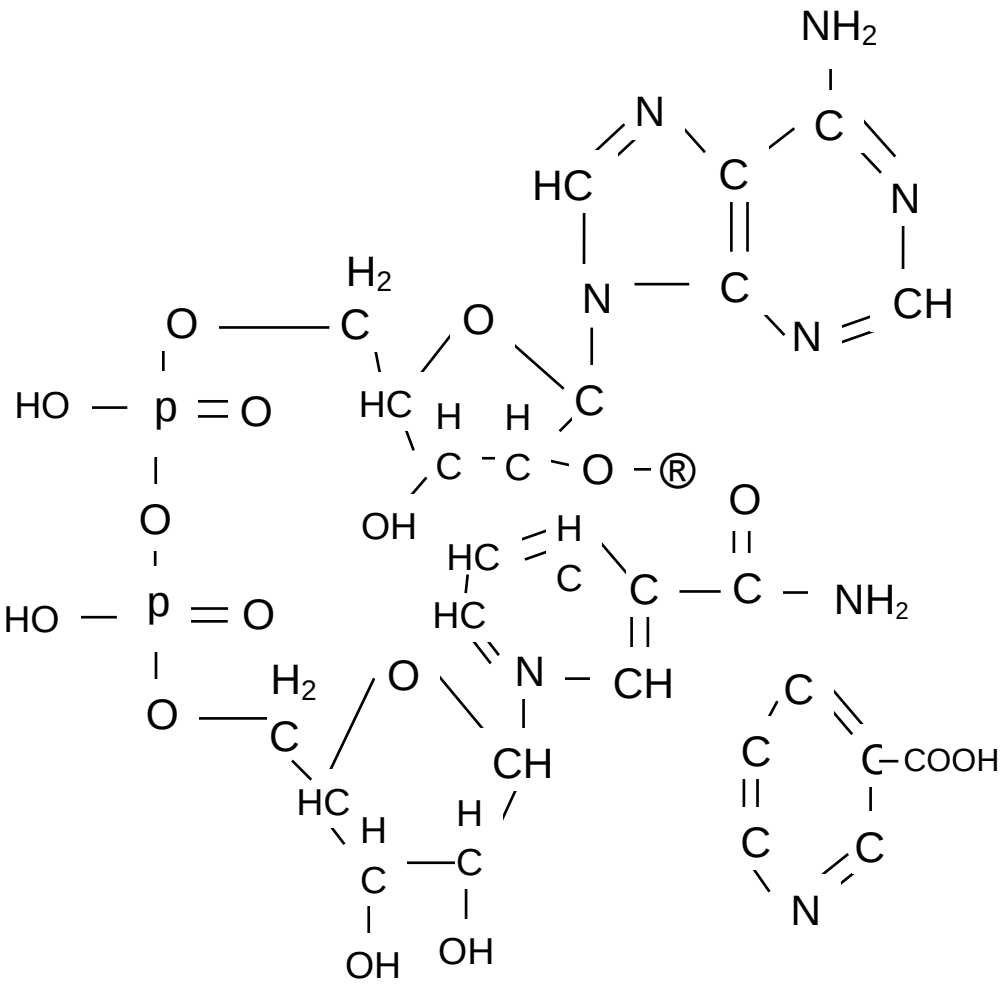
* في حالة نباتات C – 3 كل جزيئتين PGA تتحدان لتكوين جزيئة واحدة من السكر (سداسي الكاربون) .

* في حالة نباتات c – 4 كل جزيئة من حامض الماليك او الاسبرتيك تتحد مع جزيئة من CO_2 من الهواء لتكوين جزيئة واحدة من السكر ، وبذا نجد ان كفاءة c – 4 هي ضعف كفاءة C – 3 . انظر إيضاحات الصيغ الكيمياوية لبعض المركبات الهامة .



ADP = adenosine diphosphato

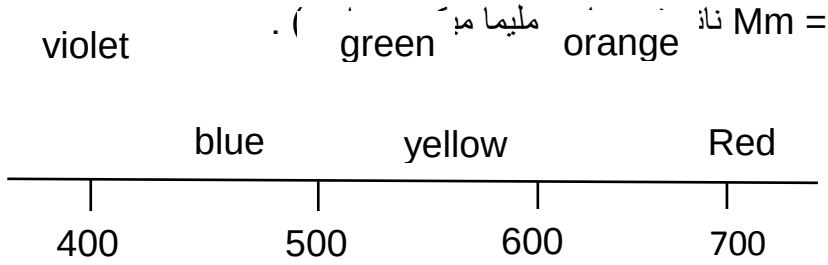
ATP = adenosine triphosphato



اذا كانت H محل R فالمركب NAD واذا كانت PO_3 فالمركب NADP *

الضوء والتمثيل الكاربوني :

الضوء هو احد الأسس الخمسة للحياة على كوكب الأرض . ان مقدار الطاقة الشمسية التي تسقط خلال اليوم بمساحة ٣.٧٥ كم٢ تعادل طاقة قنبلة هيروشيما ! غير ان سعة المساحة وطول الزمن يخففان من ضرر هذه الطاقة على الاحياء . يتكون الضوء من نوعين من الطول الموجي مرئي (visible) وغير مرئي (invisible) وهما بحدود ٥٠% لكل منهما . فالمرئي هو الضوء الفعال وغير المرئي هو الذي يصلنا بصورة حرارة فقط . ان اعلى طاقة ضوئية للشمس هي عند منتصف النهار عند مستوى سطح البحر وفي يوم صحو (Ms^{-1} Cm^2 2000) مايكرو انشتاين في الثانية للسم٢ . يستخدم النبات معدل ١% - ٢% من الضوء المرئي فقط – هناك ما يسمى بالثابت الشمسي (solar constant) وهو يعادل ٣.٣ سعرة \ سم٢ \دقيقة في الغلاف الجوي atmosphere ان الطول الموجي للضوء المرئي بقع بين ٣٩٠ – ٧٠٠ nm (Mm = nm نا[illegible] مليما م[illegible]) .



Light spectrum

هذا ولأجل سهولة حفظ تسلسل الوان الموشور الضوئي فانه يكتب من الشمال الى اليمين الاتي : – VBG

YOR . يستخدم النبات الضوء الأزرق للتمثيل الكاربوني ، فيما يستخدم الأحمر للانبات . تعد كفاءة التمثيل الكاربوني اعلى عملية تحويل للطاقة وهي بنسبة ٦٨% وبذا فأنها اعلى من كفاءة المحركات التي تحول الطاقة الكيمياوية الى حركية (٣٥%). يتم اقتناص الضوء بصبغة السايتوكروم (Cytochrome) وهي مركب من البوروفين (porphyrin) من اربع حلقات بايرول تحيط بذرة Fe ، وهي المسؤولة عن الاكسدة والاختزال في النبات ، وبذا فأن هذه الجزيئة تختلف عن جزيئة الكلوروفيل بذرة الحديد بدلاً من Mg. يصرف النبات معدل ٣٠% - ٤٠% من الطاقة التي ولدها بالتمثيل الكاربوني في عملية التنفس الضوئي اما التنفس الظلامي فهو لايستهلك طاقة عالية بالمقارنة مع التنفس الضوئي ، وبذا فأنه كلما قل التنفس الضوئي للصنف كلما توقعنا إنتاجية اعلى منه .

Transpiration :

النتح هو فقد الماء من النبات الى الجو على شكل بخار الماء سواء خلال النهار او الليل . يؤدي النتح الى استمرار سريان الماء الى النبات والحفاظ على الازموزية داخل الخلايا ويلطف درجة حرارة النبات . يحدث النتح من خلال الثغور (stomata) لاسيما ثغور الأوراق بأعتبارها السطوح الأكبر مساحة في النبات . اذا ارتفعت حرارة الجو والتربة وقل الماء في التربة ، يكون معدل النتح اعلى من معدل امتصاص النبات للماء ، فيذبل النبات بتأثير النتح بعدد وحجم الثغور وسرعة الرياح ودرجة الحرارة والرطوبة النسبية وشدة الإضاءة وسعة المساحة الورقية ووجود او عدم وجود الكيوتكل والشعيرات trichomes على سطح النبات . يحتاج النبات عموماً معدل ٨٠٠ – ١٠٠٠ كغم (لتر) ماء لانتاج كغم واحد من المادة الجافة (TDM) . تختلف كفاءة المحاصيل في حاجتها الى الماء لانتاج المادة الجافة ، فقد يكون المعدل ٢٠٠ لتر ماء لكل كغم مادة جافة او يصل الى ١٢٠٠ لتر ماء لكل كغم حبوب كما في الحنطة . يبلغ معدل النتح اليومي في الشتاء بحدود ملم واحد ، بينما يرتفع في الصيف في العراق الى ما بين ٨ – ١٤ ملم يومياً !!