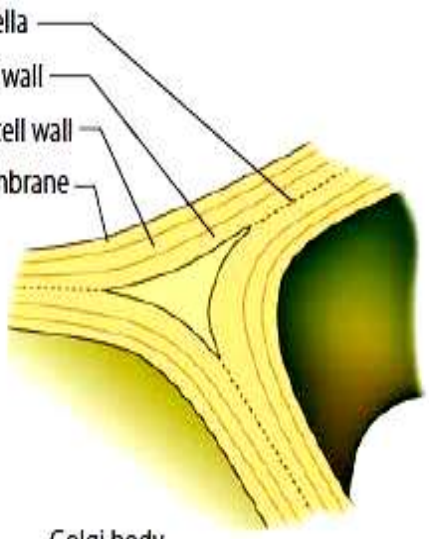
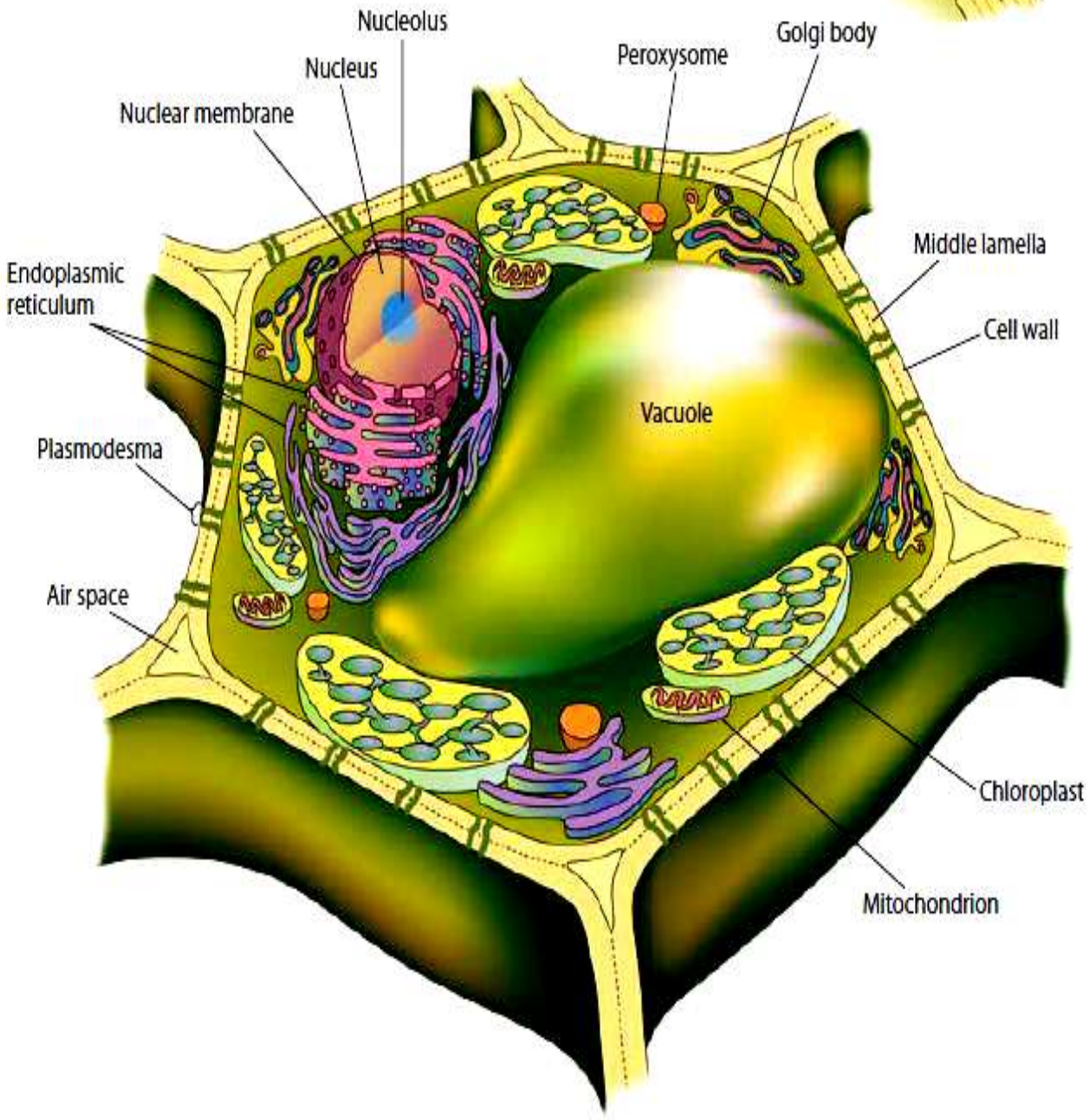
علم فسيولوجيا النبات

PLANT PHYSIOLOGY





DR. MAHMOOD AL SHAHEEN

2019 – 2020

المصدر :- كتاب علم فسيولوجيا النبات تأليف : د. فيصل عبد القادر السكري 1982

المحاضرة ألعاشرة

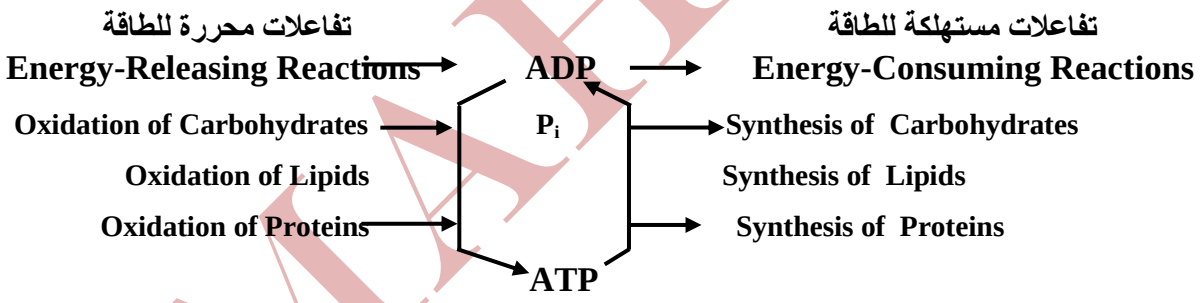
التنفس والتحولات الكيميائية الداخلية :-

التنفس Respiration :- هو سلسلة من تفاعلات ألأكسدة البايوكيميائية للأغذية التي تجري داخل الخلايا محررة الطاقة لكي تخزن في مركبات غنية بالطاقة مثل**ATP** لتكون جاهزة للتحويل عند الحاجة إليها .

في الخلايا الحية تحدث التفاعلات المختلفة المنتجة والمستهلكة للطاقة ، فالطاقة الكامنة المخزونة في جزيئات سكر الكلوكوز مثلا قد تتحرر وتستغل في تكوين مركبات أخرى كالبروتينات والدهون ، كما ان البروتينات أو الدهون تعد ذات طاقة كامنة وقد تفيد هذه الطاقة في انجاز بعض التفاعلات ألأخرى مستقبلا ، أي حدوث ارتباط بين التفاعلات المستهلكة والمنتجة للطاقة ، الكائنات الحية مجهزة بميكانيكية لخزن قسم من الطاقة بشكل مركبات تسمى بالمركبات الغنية بالطاقة **Energy Rich Compounds** مثل **ATP , UTP , GTP , CTP , TTP** فالطاقة الناتجة من أكسدة الكربوهيدرات أو البروتينات أو الدهون تخزن بشكل مركبات غنية بالطاقة تستعمل في مختلف العمليات الحيوية كما مبين أدناه :-

$$ATP \longrightarrow ADP + p_i \ (H_3PO_4)$$

$$ADP^{-2} + P_i \ (H_3PO_4) \longrightarrow ATP$$



مخطط يبين تحولات الطاقة داخل الخلايا الحية

يقسم التنفس الى مرحلتين : -

1- المرحلة ألأولى غير الهوائية Anaerobic carbohydrate metabolism

تجري تفاعلات هذه المرحلة في معظم ألأنسجة الحية وتتكون من عدة خطوات لهدم النشأ والسكريات الى مركب ثلاثي الكاربون هو حامض البايروفيت **Pyruvic acid** ولا تحتاج هذه المرحلة الى ألأوكسجين ، وتحدث في السايتوبلازم عادة وليس في عضيات الخلية ، بيد أن بعض ألأدلة تشير الى حدوث هذه المرحلة من هدم الكربوهيدرات في غشاء الخلية كما تحدث في كريات الدم الحمراء والخميرة .

ويمكن ملاحظة نوعين من الاصطلاحات في المرحلة غير الهوائية هما التحلل السكري **Glycolysis** الذي يشير الى الهدم اللاهوائي للكربوهيدرات في الخلايا الحية ويتكون من عدة تفاعلات تنتهي بتكوين حامض البايروفك أو أللاكتك **Lactic acid** .

DR.MAHMOOD

أما ألاصطلاح الثاني فهو التخمر الكحولي **Alcoholic Fermentation** الذي يشير الى الهدم اللاهوائي للكربوهيدرات ويحدث في الخميرة **yeast** وتنتهي بتكوين الكحول ألأثيلي **Ethanol** و CO_2 .

تفاعلات التحلل السكري أو التخمر الكحولي قد تحدث بغياب الأوكسجين (الهواء) ولذلك أستعمل مصطلح التنفس اللاهوائي لوصف هذه التفاعلات ، كما انه في ظروف خاصة عندما لا يستطيع ألأوكسجين دخول الخلايا النباتية أو في حالة قلة ألأوكسجين فان الخلايا قد تتنفس لاهوائيا ، ومن هذه الحالات :

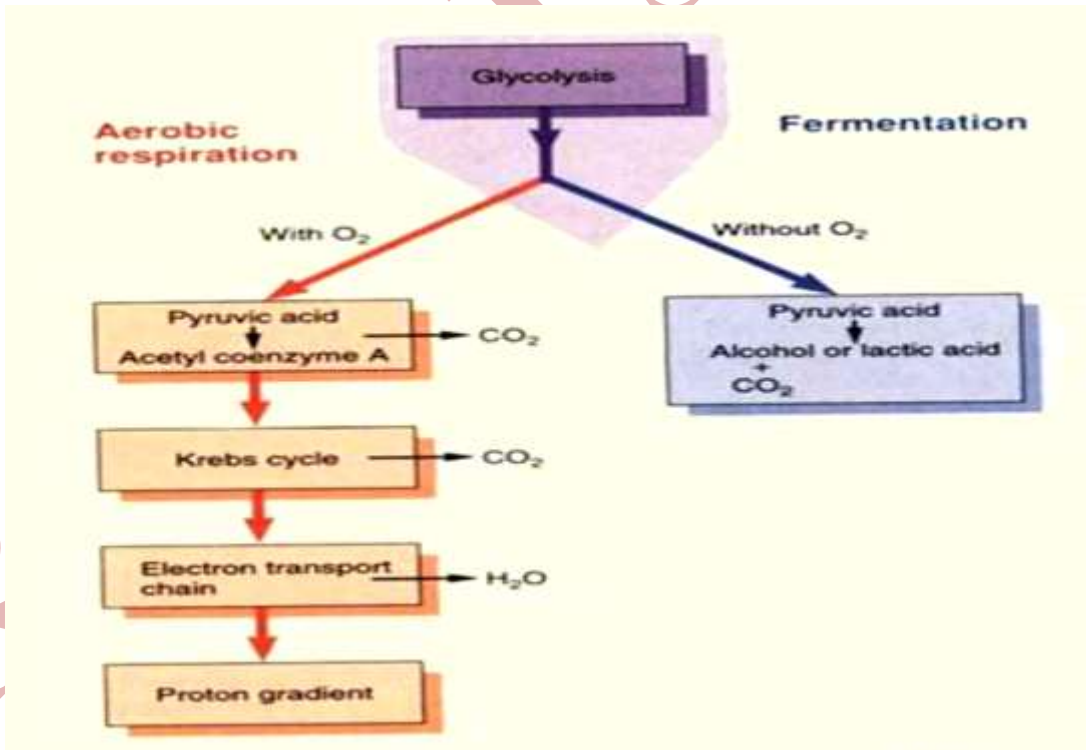
أ- قلة دخول الO_2 أثناء إنبات البذور ذات الغلاف الصلب مثل البزاليا والذرة .

ب- عندما تكون التربة غدقة بالماء ولا تستطيع الجذور التنفس هوائيا .

تحت هذه الظروف فان حامض البايروفيت المتكون لا يتأكسد بل تنفصل منه جزيئة CO_2 أولا ثم يتحول الى أستيلدهايد **Acetaldehyde** والذي يختزل مباشرة الى الكحول ألأثيلي **Ethanol** .

أكتشف التحلل السكري **Glycolysis** بداية في النسيج العضلي الحيواني ، حيث يتحول النشأ الحيواني **Glycogen** الى حامض اللاكتك **Lactic acid** ، أما التخمر اللاهوائي للكربوهيدرات فيحدث في الخمائر Yeasts وهو ألأكثر شيوعا وتقوم به الخمائر ومختلف الفطريات وبعض البكتريا وبعض النباتات الخضراء :

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2CH_3CH_2OH + 2CO$$



2- المرحلة الثانية- التنفس الهوائي Aerobic respiration :-

أ- دورة كريبس Krebs cycle

او تسمى دورة الحامض ثلاثي الكاربوكسيل **TCA (Tri Carboxylic Acid)** بسبب احتواء أحماض هذه الدورة على ثلاثة مجاميع كاربوكسيل (**COOH--**) في تركيبها الكيميائي مثل حامض الستريك والأوكزاليك ، وأطلق عليها دورة كريبس نسبة لمكتشفها العالم ألإنكليزي هانز ادولف كريبس Hans Adolf Krebs الذي أطلق عليها دورة حامض الستريك لان هذا الحامض هو أحد المركبات الوسطية المهمة فيها ، يتحطم حامض البايروفيت كليا

داخل المايتوكوندريا (في الحشوة الداخلية **Matrix**) الى H^+ و CO_2 ويجب توفر ألأوكسجين لاستمرار هذه المرحلة التي تأتي مباشرة بعد المرحلة ألأولى .

ب- سلسلة نقل ألإلكترونات (ETC) Electron - Transport Chain :-

1- تحدث بطريقة منظمة في الغشاء الداخلي للمايتوكوندريا وفي أجزاء دقيقة منها .

2- ألإنزيمات مخصصة لكل تفاعل ولذلك تجري الخطوات بانتظام .

3- ذرات الهيدروجين في $NADH_2$ الناتجة من التحلل السكري ودورة كريب لا تستطيع الاتحاد مباشرة مع ألأوكسجين لتكوين الماء بل يجب ان تمر بسلسلة من التفاعلات قبل ان يتكون الماء تسمى بسلسلة نقل الالكترونات (**ETC**) .

ان التحول يبتدئ من المواد ذات الطاقة الاختزالية الواطئة الى المواد ذات الطاقة الاختزالية العالية (ذات ألألفة لكسب الالكترونات) ومن المعلوم ان ألأوكسجين يمتلك ألفة عالية لكسب الالكترونات .

DR.MAHMOOD