جامعة تكريت
كلية الزراعة
قسم المحاصيل الحقلية
المرحلة الرابعة

فسلجة نبات
Plant Physiology

التنفس Respiration

المحاضرة السادسة

د. فراس احمد درج

ما هو التنفس؟

- هو عبارة عن سيل من التفاعلات التأكسدية - الاختزالية والتي يتم فيها تأكسد مادة التفاعل – الى ثاني اوكسيد الكربون بينما يختزل الاوكسجين ليدخل في تركيب السكريات والنشأ والحوامض الشحمية والعضوية والبروتينات.

$$C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 \text{ ----------} \geq 6CO_2 + 6H_2O + \text{ Energy}$$

ماذا يحدث عند اكسدة السكريات؟

عند اكسدة الجزيئات الكبيرة مثل السكريات بفعل عملية التنفس تنتج عدد من المركبات الوسطية التي تتحول الى المواد الاساسية في بناء الخلايا و يمكن تلخيص التحولات في هذه المركبات الوسطية بما يلي:

- بعض المركبات الوسطية تتحول الى الاحماض الامينية التي تدخل في بناء البروتينات.

- مركبات وسطية اخرى تتحول الى نيوكلوتيدات Nucleotides والتي بدورها تدخل في تركيب الاحماض النووية.

ماذا يحدث عند اكسدة السكريات؟

- مركبات وسطية تعتبر مصدر كاربون للعديد من الصبغات مثل البورفرين Porphyrin والسيتوكرومات Cytochromes والستيرولات Sterols.

- مركبات وسطية تتحول الى حوامض شحمية تدخل في تركيب الشحوم والزيوت.

معامل التنفس

معامل التنفس يعرف بـــ Respiration Quotient ويرمز له بالرمز (RQ) وهو عبارة عن نسبة CO_2 الناتج من عملية التنفس الى O_2 الداخل في العملية، اي ان :

$$RQ=CO_2/O_2$$

حالات معامل التنفس

1- معامل التنفس يساوى واحد : **RQ= 1**

يكون معامل التنفس مساويا الى واحد (1) عندما يكون كمية ثاني اوكسيد الكربون الناتج من عملية التنفس يساوي كمية الاوكسجين الداخل في العملية او المستهلك فيها ، وتحدث هذه الحالة في الخلايا النباتية التي تستخدم السكريات او النشويات كمادة للتنفس .

$$C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 \text{ ----------} \geq 6CO_2 + 6H_2O + \text{ Energy}$$

$$RQ = \frac{CO2}{O2} = \frac{6}{6} = 1$$

حالات معامل التنفس

2- معامل التنفس اقل من واحد : **RQ < 1**

تحدث هذه الحالة في الخلايا النباتية التي تستخدم مركبات زيتية كمادة لعملية التأكسد في عملية التنفس ، كما في المحاصيل الزيتية مثل زهرة الشمس والسمسم ، اذ ان كمية ثاني اوكسيد الكربون الناتج يكون اقل من الاوكسجين المستهلك في التفاعل وبحسب المعادلة :

$$C_{18}H_{34}O_2 + 25\ O_2 \text{ ----------} \geq 18C0_2 + 17H_2O$$

$$RQ = \frac{CO2}{O2} = \frac{18}{25} = 0.7$$

حالات معامل التنفس

3- معامل التنفس اكثر من واحد : **RQ > 1**

يكون معامل التنفس اكبر من (1) في النباتات التي تستخدم مواد عضوية شبه مؤكسدة كمادة لعملية التنفس ، لانه عند اكسدة هذه المركبات الى CO_2 وماء فان التفاعل خلال عملية التنفس يحتاج الى كمية قليلة من الاوكسجين لاتمام عملية التنفس وانتاج ثاني اوكسيد الكربون اكثر من كمية الاوكسجين المستهلك . ويعود السبب في ذلك لكون المواد العضوية الشبه مؤكسدة التي تستخدم في عملية التنفس تحتوي اصلا على كمية من الاوكسجين لذلك فان الحاجة للاوكسجين تكون اقل لاتمام عملية التنفس .

مراحل عملية التنفس

1- **المرحلة الاولى** : وتسمى بالتنفس اللاهوائي وتحدث هذه المرحلة عبر سلسلة من التفاعلات الكيميائية في السايتوبلازم بدون وجود الاوكسجين ، اي انها تفاعلات غير هوائية يتم فيها تجزئة مادة التفاعل الى حامض البيروفيك Pyrovic acid الثلاثي الكربون وتسمى هذه التفاعلات بالكلايكولايسس Glycolysis او التحلل السكري يتم في هذه التفاعلات استهلاك جزيئتين من الطاقة ATP مقابل تكوين اربع جزيئات من ATP وجزيئتين من NADPH لكل جزيئة من جزيئات مادة التفاعل دون تكوين CO_2 .

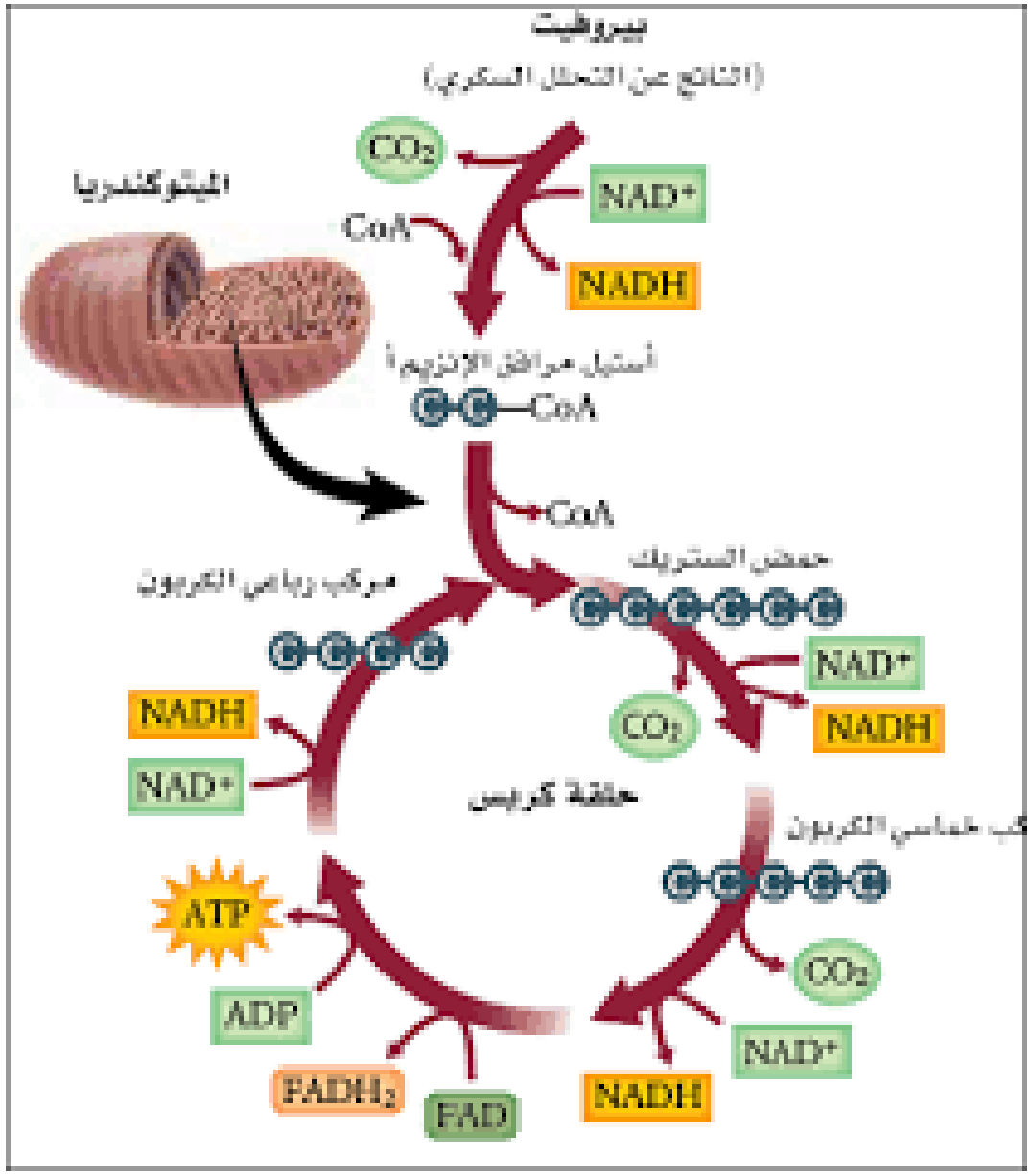
مراحل عملية التنفس

.

2- المرحلة الثانية : يحدث في هذه المرحلة سلسلة من التفاعلات في المايتوكوندريا بوجود الاوكسجين الذي يشترك بصورة غير مباشرة ومع ذلك فتعتبر هذه المرحلة من التنفس مرحلة ذات تفاعلات هوائية ، يتم في هذه المرحلة تجزئة حامض البيروفيك في سلسلة من التفاعلات حتى انتاج الهيدروجين و تسمى دورة كربس Kribs Cycle وينتج في هذه المرحلة اربع جزيئات من NADPH الاولى تتكون من تأكسد حامض البيروفك الى Acetyl CoA والثانية تتحرر اثناء تأكسد isocitric acid الى α-ketoglutaric acid بينما تتحرر الجزيئة الثالثة من تأكسد Succinic acid الى Fumaric acid والرابعة تتحرر من أكسدة Malic acid الى Oxaloacetic acid مع تحرر ثلاث جزيئات من CO_2 ..

مراحل عملية التنفس

3- المرحلة الثالثة : تسمى نظام نقل الالكترون وامتصاص الطاقة تضم سلسلة تفاعلات تأكسدية – اختزالية تحدث في المايتوكوندريا ايضا وتتم فيها اتحاد الهيدروجين الناتج من المرحلة الثانية مع عدة وكونات لانتاج الطاقة قبل ان يتحد مع الاوكسجين لتكوين الماء وتشترك في هذه العملية العديد من الانزيمات. تتحرر في هذه المرحلة كمية كبيرة من الطاقة الحرارية التي تحولها الخلية الى طاقة كيميائية تستخدم في العمليات الحيوية في الخلية وتبلغ كمية الطاقة التي تنتج من التنفس اللاهوائي 2 ATP ومن التنفس الهوائي36 ATP اي بمجموع 38 ATP .


بيروفيت
(الناتج عن التحلل السكري)
الميتوكندريا
CO_2
NAD+
CoA
NADH
أسيتيل مرافق الإنزيم أ
CoA
CoA
حمض الستريك
مركب رباعي الكربون
NAD+
NADH
CO_2
NADH
NAD+
حلقة كريبس
ATP
ADP
$FADH_2$
FAD
CO_2
NAD+
NADH

العوامل المؤثرة في عملية التنفس

1- **توفر مادة التفاعل** : ان اي عملية تنفس تعتمد على وجود مادة التفاعل وخاصة السكريات والنشويات ، فاذا انخفضت هذه المواد بالنبات تنخفض معدلات التنفس وبسببها يقوم النبات بتجزئة وأكسدة المواد البروتينية والمركبات النتروجينية في النبات لاستخدامها كمادة تفاعل في التنفس وهذه الحالة تسمى بالتجويع لذلك تظهر على النبات علامات الاصفرار بسبب حالة التجويع هذه واعتماد النبات على المخزون من المواد الغذائية لتوفير مادة التفاعل للتنفس.

2- **الاوكسجين المتوفر** : ان انخفاض معدلات الاوكسجين في الجو خاصة في البيئات ذات معدلات التلوث العالي ونقص الاوكسجين وزيادة ثاني اوكسيد الكربون تؤدي الى خفض معدلات التنفس في النبات

العوامل المؤثرة في عملية التنفس

3- **درجة الحرارة Temperature** : في مدى درجة الحرارة مابين صفر – 30 درجة مئوية فانه كلما ارتفعت درجة الحرارة (10) درجة مئوية فان معدل التنفس يتضاعف . اما اذا ارتفعت درجة الحرارة اكثر من ال 30 درجة مئوية فان الزيادة في الحرارة تكون حينئذ ذات تأثيرات سلبية ومؤذية على الخلية والنبات بسبب تحول الانزيمات الى حالة غير فعالة مما يؤدي الى خفض معدل التنفس وذلك لان الانزيمات تلعب دورا مهما بعملية التنفس وان تعطيلها يؤدي الى خفض التنفس .

4- **الجروح والتأثيرات الميكانيكية والامراض : Injuries, Mechanical effects and Diseases** : ان الجروح تسبب زيادة سرعة التنفس بنسبة تتراوح مابين 20-80 % بحسب شدة التأثير . كما ان التأثيرات الميكانيكية وحدوث الذبول الشديد والاصابة بالامراض تسبب زيادة سرعة التنفس .

جامعة الحرية

العوامل المؤثرة في عملية التنفس

5- **الضوء Light** : يسبب الضوء زيادة في التنفس بسبب تأثيره غير المباشر في هذه العملية ، لكون الضوء يزيد من عملية التمثيل الكربوني مما يسبب زيادة في السكريات المصنعة بالتمثيل الكربوني والتي تستخدم كمادة للتفاعل في التنفس ، بالاضافة الى ان الضوء يساعد في تكوين حامض الكلايكول Glycolic acid في البلاستيدات الخضراء وان التأكسد السريع لهذا الحامض يؤدي الى تحرر CO_2 واستهلاك O_2 بعملية التنفس مما يؤدي الى ارتفاع معدلات هذه العملية .

6- **المحتوى المائي للخلية Cell water content** : في الخلايا ذات المحتوى المائي المنخفض وخاصة في البذور الجافة فان عملية التنفس تستمر ولكن بمعدلات منخفضة مما يؤدي الى استهلاك قليل للاوكسجين وبزيادة المحتوى المائي ترتفع معدل وسرعة عملية التنفس .

جامعة الحرية