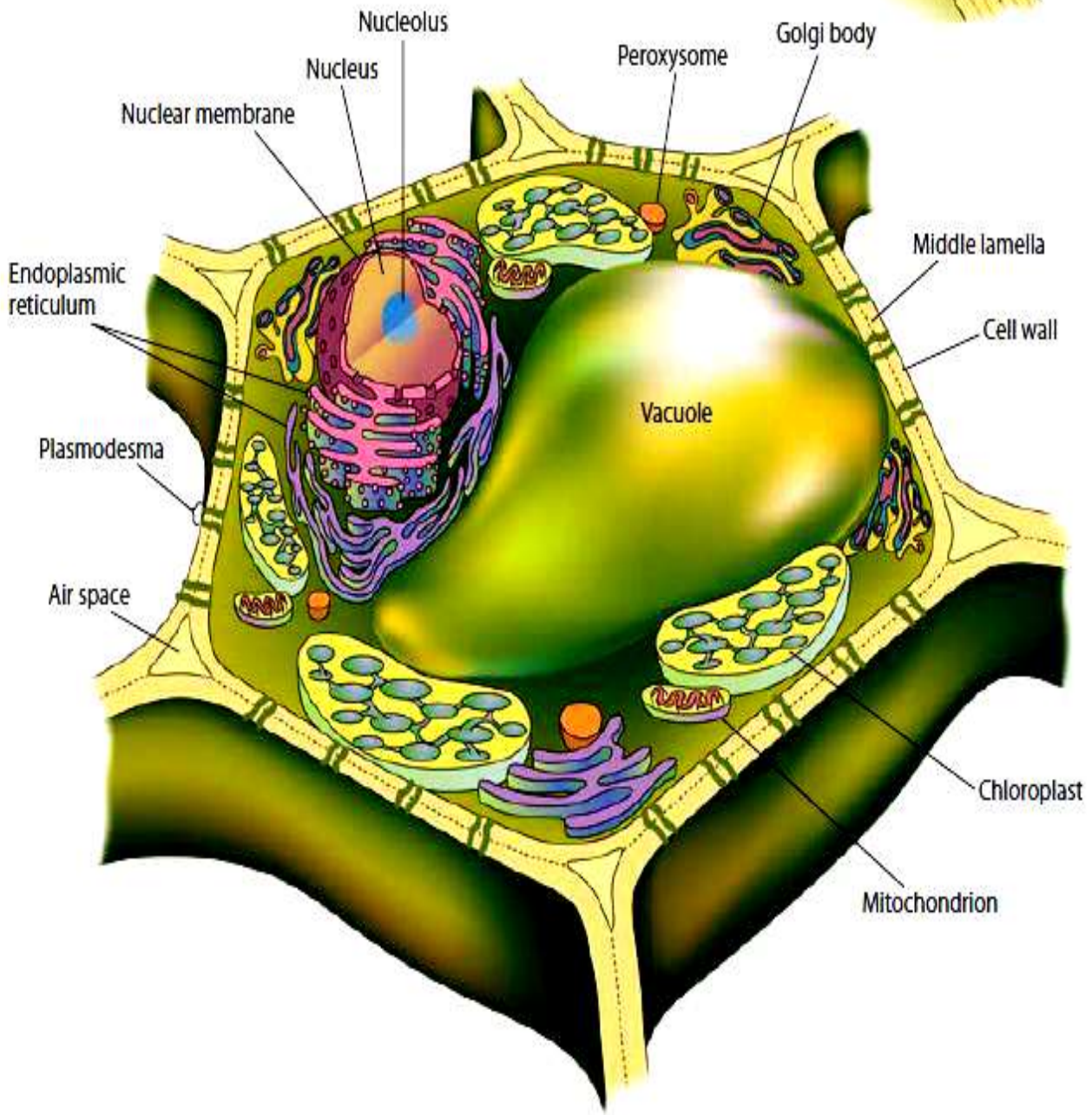
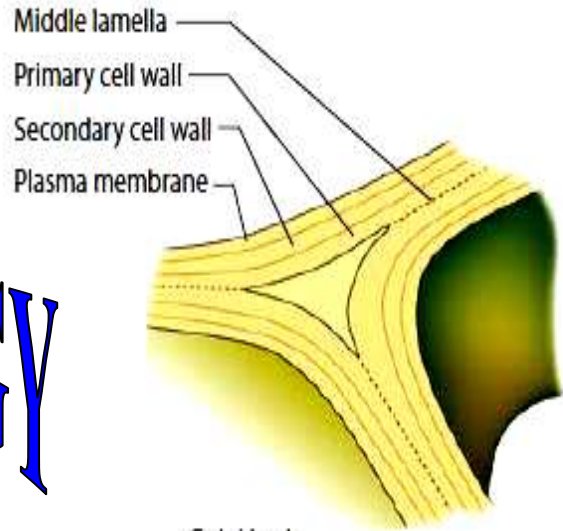


علم فسيولوجيا النبات

PLANT PHYSIOLOGY



DR. MAHMOOD AL SHAHEEN

2019 – 2020

1982

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

المحاضرة الأولى**علم فسيولوجيا النبات Plant physiology**

هو العلم الذي يبحث كيفية تأدية النباتات لوظائفها الحيوية المختلفة المتعلقة بنموها وتطورها. كما يتعلق هذا العلم بباقي العلوم الزراعية في تفسير تأثيرات البيئة والوراثة على وظائف وتركيب الخلايا والأنسجة. وهو ذلك العلم الذي يدرس طبيعة النباتات ككائنات حية، وكيف تقوم هذه الكائنات بوظائفها الحيوية المختلفة، من تنفس وامتصاص وتصنيع وكيف تتعامل مع الوسط المحيط بها للحصول على غذائها وعلى كل مقومات حياتها.

أهمية الماء للنبات :

قال الله عز وجل (**وجعلنا من الماء كل شيء حي**) صدق الله العظيم

ان توزيع النباتات في أي منطقة من مناطق العالم يعتمد بشكل مباشر على توفر الماء، إضافة إلى ذلك فإن الماء يؤثر على سرعة نمو النبات وتكاثره، ورغم ان نسبة الماء تختلف من نبات إلى آخر ومن نسيج إلى آخر، فإنه يشكل 80 - 90 % من وزن النبات الطبيعي ويقل في البذور حيث يشكل من 5 - 12 % .. أي إن وزن الماء في البذور من 5 - 12 % من وزنها.

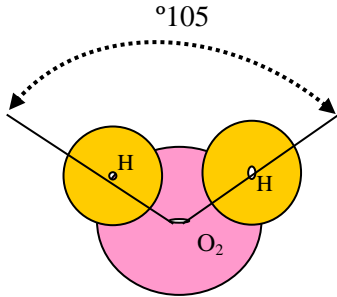
يحتاج النبات إلى الماء خلال جميع اطوار نموه، فالبذور لا تنبت إلا بوجود الماء وانقسام الخلايا واستطالتها تحتاج إلى الماء، وعملية التركيب الضوئي تحتاج إلى الماء كما ان الإنزيمات المختلفة لا تكون فعالة إلا في المحيط المائي، والماء يبقي الأوراق طرية ومعرضة لضوء الشمس كما يبقي النبات منتصباً، يمكن تلخيص أهمية وجود الماء في حياة النبات بما يلي :

- 1- يكون الماء جزءاً كبيراً من بروتوبلازم خلايا النبات وعندما يقل الماء تتوقف معظم العمليات الحيوية في الخلية .
- 2- الماء مذيب عام لأغلب المواد الموجودة في الخلية .
- 3- الهيدروجين الناتج من تحلل الماء يعتبر مصدراً للألكترونات خلال عملية التركيب الضوئي .
- 4- الهيدروجين الموجود في الكربوهيدرات والبروتينات والمركبات العضوية الأخرى مصدره الماء .
- 5- بدون الماء يصعب توزيع الكربوهيدرات والهرمونات والمواد الأخرى في النبات .
- 6- يمثل الماء سلسلة متصلة تبدأ من التربة وتنتهي بالهواء وبواسطة هذه السلسلة يحصل النبات على الأيونات المهمة التي يحتاجها .
- 7- بدون الماء ينهدم هيكل النبات، فالضغط الانتفاخي في الخلايا هو الذي يعطي للخلايا شكلها وبالتالي للنبات شكله الخاص .
- 8- يعتبر الماء عاملاً مهماً في تبريد النبات والمحافظة عليه من ارتفاع درجات الحرارة .

التركيب الجزيئي للماء

ان إحدى الخصائص المهمة للماء هي تركيب جزيئاته حيث ان الأواصر الموصلة بين منتصف ذرات الهيدروجين بالأوكسجين (الأواصر التساهمية) لا تشكل خطاً مستقيماً بل تكون اقرب إلى الزاوية القائمة (105) ، كما ان الإلكترونين اللذين يشغلان المدار الأول في ذرة الهيدروجين (احد الإلكترونات من ذرة الهيدروجين والآخر من ذرة الأوكسجين) لا يكونان موزعين بانتظام حول نواة الهيدروجين بل يميلان إلى ان يقتريا من نواة الأوكسجين ولهذا يتكون نوع من الشحنة الموجبة على جهة نواة الهيدروجين وتتعاقد بما يقابلها

من الشحنة السالبة على جهة نواة الاوكسجين ولهذا تدعى جزيئة الماء بالجزيئة القطبية polar molecule ونتيجة لتوزيع الشحنات غير المتعادل في جزيئات الماء يلاحظ ان الشحنات الموجبة لجزيئة معينة تتجذب للشحنات السالبة في جزيئة مجاورة لها مؤلفة نوعا من الاواصر المسماة بالاواصر الهيدروجينية . Hydrogen-bonds



خواص الماء:

- 1- الماء عامل مثبت للحرارة بسبب حرارته النوعية العالية فلأجل زيادة
- 2- درجة حرارة غرام واحد من الماء درجة مئوية واحدة يحتاج الى سرعة
- 3- حرارية واحدة ، وهذه الحرارة النوعية هي عالية جدا اذا ما قيست ببقية المواد .
- 4- الماء سائل في درجة حرارة الغرفة ووزنه الجزيئي (18) بينما الأمونيا ، ثاني أكسيد الكربون والميثان (أوزانها الجزيئية هي 17، 44 و 16 على التوالي) هي غازات في درجة حرارة الغرفة .
- 5- الحرارة الكامنة للغليان عالية أي يتطلب 540 سعرة حرارية لتحويل غرام واحد من الماء بدرجة حرارية معينة إلى بخار ماء بنفس الدرجة الحرارية . كما ان الحرارة الكامنة لأنصهاره عالية إذ يتطلب 80 سعرة حرارية لتحويل غرام واحد من الجليد (الحالة الصلبة) الى الماء (الحالة السائلة) وبدرجة الصفر المئوي نفسها وهذه الكمية من الحرارة تكون عالية إذا ما قورنت بالنسبة للمواد الأخرى . السبب في ارتفاع الحرارة النوعية والحرارة الكامنة للغليان والانصهار للماء هو وجود الاواصر الهيدروجينية في تركيبه الجزيئي .

6- قوة التلاصق والتماسك : بسبب الطبيعة القطبية لجزيئات الماء Polar Nature فان جزيئات الماء تتجذب الى عدة مواد أخرى كالسيليلوز والنشا والبروتينات (قوة التلاصق) وكذلك بسبب الاواصر الهيدروجينية فان جزيئات الماء تجذب بعضها البعض (قوة تماسك) . ويرجع ارتفاع الماء في جذور وسيقان النباتات الى قوة التلاصق والتماسك المذكورة .

7- امتصاص الماء للضوء : يعد الماء شفافا للضوء العادي المرئي (300-750 مليمايكرون) والأواصر الهيدروجينية تمتص بكفاءة الضوء تحت الأحمر Sub red light ولهذا يمتص الماء كثيرا من حرارة الأشعة الشمسية الساقطة على الأرض .

8- قابلية الماء لإذابة المواد : يستطيع الماء إذابة كثير من الأملاح والمواد العضوية التي توجد بحالة أيونية ولهذا يطلق عليه بالمذيب العام Universal solvent ، تعود قابلية الماء على إذابة كثير من المواد الى الاواصر الهيدروجينية وكذلك توزيع شحناته بصورة غير متجانسة ، فمحاليل السكر والكحولات والأحماض الامينية تذوب في الماء بسبب احتوائها على مجاميع الهيدروكسيل OH والأمين -NH₂ وذرات الاوكسجين التي ترتبط بأواصر هيدروجينية مع جزيئات الماء ، كما ان طبيعة جزيئات الماء القطبية تسبب تأين الايونات الى ايونات موجبة او سالبة الشحنة.

العلاقات المائية :

تشمل دراسة (العلاقات المائية) دراسة النظم التي تحكم دخول الماء الى الخلايا النباتية وخروجه منها وحركة الماء من خلية لأخرى داخل النبات نفسه ، كما تشمل كيفية صعود العصارة الخشبية في انسجة النباتات الى الأوراق وكذلك كيفية حركة وتوزيع المواد الغذائية بعد تصنيعها ، فضلا عن ذلك تشمل دراسة النتح او فقدان النبات للماء . ولفهم علاقة الخلية النباتية او علاقة النبات عموما بالماء يجب معرفة بعض الظواهر الطبيعية وهي :-

1- الانتشار Diffusion .

2- الازموزية Osmosis .

3- الطاقة الكيماوية الكامنة للماء او جهد الماء Water potential .

4- التشرب Imbibition .

الانتشار Diffusion :

هو حركة وانتقال ايونات او جزيئات المادة المذابة في حجم معين من المذيب بصورة متساوية في وقت محدد من منطقة ذات ضغط انتشاري عالي الى منطقة ذات ضغط انتشاري واطئ . أي ان جزيئات المذاب تنتشر بين جزيئات المذيب حتى يحدث التوازن .

العوامل المؤثرة على الانتشار :

1- معدل الانتشار يتناسب عكسيا مع مقاومة الاحتكاك أي ان :

$$\text{Diffusion rate (معدل الانتشار)} \propto \frac{1}{\text{مقاومة الاحتكاك (F)}}$$

معدل انتشار بخار الماء أكثر بحوالي 1500 مرة من معدل انتشار الماء السائل بسبب انخفاض مقاومة الاحتكاك لجزيئات بخار الماء ولهذا لا توجد مقاومة ميكانيكية في جسم النبات لتقليل سرعة حركة الغازات بينما تنتشر السوائل ببطء داخل جسم النبات ولهذا طورت النباتات طرقاً ميكانيكية لتسريع حركة السوائل وتقليل سرعة بخار الماء.

2- تنتقل الذرات أو الجزيئات أو الأيونات من الجهة التي يكون فيها تركيز الذرات أو الجزيئات أو الأيونات عالياً إلى الجهة التي يقل فيها التركيز. حركة الجزيئات تتجه من الجهة ذات الطاقة الحرة العالية إلى الجهة ذات الطاقة الحرة الواطئة وبهذا يعتمد الانتشار على معدل حركة الجزيئات وكذلك عدد الجزيئات في وحدة الحجم ويطلق على الطاقة الحرة للمادة التي تعتمد على هذين العاملين اصطلاحاً الطاقة الكيميائية أو الجهد الكيميائي $Chemical\ potential$ والتي تحتسب من المعادلة الآتية:

$$U = R T \ln A$$

U : الطاقة الكيميائية للمادة المنتشرة بوحدة (Joule/Gram)

R : معامل الغاز الثابت ويساوي ($8.3 \times 10^7 \text{ erg / mole / degree}$)

T : درجة الحرارة المطلقة

A : التركيز الفعال للمادة المنتشرة

In : اللوغاريتم الطبيعي ويساوي $3.2 \log_{10}$

3- ان معدل الانتشار يعتمد على المساحة التي تمر عبرها المادة المنتشرة وكذلك المسافة الواقعة بين المنطقتين ذات التركيز المختلف ، وقد ادمج عاملاً فرق التركيز والمسافة باصطلاح منحدر التركيز $Concentration\ gradient$ ، وان العلاقة الكمية يوضحها قانون Fick الأول للانتشار:

$$\frac{S}{T} = Da \times \frac{C1 - C2}{X}$$

T : الوقت بالثواني

S : كمية المادة المنتشرة بالمول

D : معامل الانتشار $Diffusion\ constant$

S/T : معدل الانتشار

C1 : التركيز العالي بالم $mole / liter$

a : مساحة المقطع بالسنتيمتر المربع

X : سمك المقطع أو المسافة بين $C2, C1$ بالسنتيمتر

C2 : التركيز الواطئ بالم $mole / liter$

$\frac{C1 - C2}{X}$: هو منحدر التركيز $Concentration\ gradient$

هذه المعادلة تصح للنقل للمسافات القليلة (مثلاً عبر الأغشية الخلوية) . اما في حالة المسافات الاكثر بعداً فقد يستعمل قانون (Fick) الثاني الذي تكون فيه المعادلة من نوع معادلة تفاضلية $Differential$

: equation

$$\frac{ds}{dt} = Da \times \frac{dC}{dX}$$

ويلاحظ ان $\left(\frac{dC}{dX}\right)$ هي منحدر التركيز وان D هي معامل ثابت لكل مادة منتشرة في وسط معين وفي ظروف درجة الحرارة القياسية.

4- سرعة الانتشار تتناسب عكسيا مع حجم الذرات او الجزيئات او الوزن الجزيئي او الوزن الذري أي ان الجزيئات الصغيرة تنتشر بصورة أسرع من انتشار الجزيئات الكبيرة .

بالنسبة لجزيئات الغازات وضع كراهام قانونه الذي ينص على إن ((معدل انتشار الغازات يتناسب عكسيا مع الجذر التربيعي لكثافة جزيئات الغاز)) وحسب المعادلة التالية:

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{\sqrt{d_2}}{\sqrt{d_1}}$$

r_1 و r_2 : معدل انتشار جزيئات الغازين d_1 و d_2 : كثافة جزيئات الغازين

بما ان كثافة الاوكسجين تعادل 16 مرة كثافة الهيدروجين لذا فان معدل انتشار جزيئات الهيدروجين تكون اربعة اضعاف معدل انتشار جزيئات الاوكسجين .

$$\frac{r_h}{r_o} = \frac{\sqrt{d_o}}{\sqrt{d_h}} = \frac{\sqrt{16}}{\sqrt{1}} = \frac{4}{1} = 4$$

r_h و r_o معدل انتشار جزيئات غازي الأوكسجين والهيدروجين على التوالي

d_h و d_o كثافة جزيئات غازي الأوكسجين والهيدروجين على التوالي

5- درجة الحرارة : معدل الانتشار يزداد بازدياد درجة الحرارة ، حيث ان زيادة درجة الحرارة تؤدي الى زيادة الطاقة الحركية لجزيئات المادة وبالتالي زيادة سرعة حركة جزيئات الدقائق كما في

$$U = RT \ln A \quad \text{المعادلة التالية:}$$

اما المعادلة التالية فهي تنطبق خصيصا على انتشار جزيئات الغازات :

$$V_{ave} = \frac{\sqrt{8RT}}{\pi M}$$

V_{ave} : معدل سرعة جزيئات الغاز (سم/ثا)

R : معامل الغاز الثابت ويساوي $\{8.3 \times 10^7 \text{ erg / mole / degree}\}$

M : الوزن الجزيئي للغاز T : درجة الحرارة المطلقة π : النسبة الثابتة 22/7 .

6- وسط الانتشار : كلما ازداد تركيز وسط الانتشار قلت سرعة انتشار جزيئات المادة وخصوصا الغاز .

7- قابلية ذوبان الدقائق المنتشرة : ان هذا العامل يتعلق كثيرا بانتشار الجسم المذاب الصلب في المذيب السائل او الجسم المذاب السائل في المذيب السائل او الجسم المذاب الغاز في المذيب السائل .