الفسلجة النباتية النظري / المحاضرة الاول

اقسام علم النبات Botany

1. علم الشكل الخارجي للنبات Plant Morphology
2. علم تشريح النبات Plant Anatomy
3. علم الخلية النبات Plant Cytology
4. علم تصنيف النبات Plant Taxonomy
5. **علم وظائف اعضاء النبات Plant Physiology**
6. علم بيئة النبات Plant Ecology
7. علم امراض النبات Plant Pathology
8. علم وراثة النبات Plant Genetics
9. علم الطحالب Phycology
10. علم النباتات المتحجرة Paleobotony

علم وظائف اعضاء النبات Plant Physiology

ويقصد به العلم الذي يتناول دراسة وظائف الاعضاء النباتية والعمليات الحيوية التي تقوم بها تلك الاعضاء وعلاقته بالعلوم الاخرى. وان اهمية دراسة هذا العلم تكمن في اعتبار النباتات القاعدة الاساسية لادامة الحياة على الارض وذلك للاسباب الاتية:

1. تعد النباتات الكائنات الحية التي بامكانها ان تستثمر المواد البسيطة غير العضوية المتواجدة في محيطها مكونة منها مواد عضوية معقدة.
2. تعد النباتات الكائنات الحية التي تستطيع امتصاص ضوء الشمس لتحوله الى طاقة كيميائية مخزنه بشكل ATP.
3. تعد النباتات المصدر الاساسي للغذاء لمعظم الكائنات الحية.

العلاقات المائية للنبات Plant Water relationships

نظرة عامة عن الطاقة:

الطاقة هي المحرك والمسؤول عن العمليات الفسلجية والتي بدورها تؤدي الى استمرار حياة النبات.

مثال علاقة الطاقة بظاهرة انتشار الغازات او الماء والمغذيات وبالتالي تدخل في جميع الفعاليات الكيموحيوية في النبات مسببة استمرار حياة النبات.

في الفعاليات الفسلجية للنبات يكون الاهتمام بالقيم النسبية (وليس القيم المطلقة) للطاقة في بداية ونهاية التفاعل الكيميائي او الفيزيائي.

الطاقة الحرة Free Energy

هي مقدار الطاقة المتاحة لانجاز شغل معين، وتسمى ايضا Gibb's Free Energy ويرمز لها (G).

ان ما يحدد التفاعلات التلقائية وغير التلقائية هو التغيير النسبي في الطاقة الحرة (ΔG).

$\Delta G = G_2 - G_1$ حيث ان G_2: الطاقة الحرة في نهاية التفاعل

G_1: الطاقة الحرة في بداية التفاعل

فاذا ΔG = سالبة اي تلقائية (تحرر طاقة) وتسمى Exergonic reaction

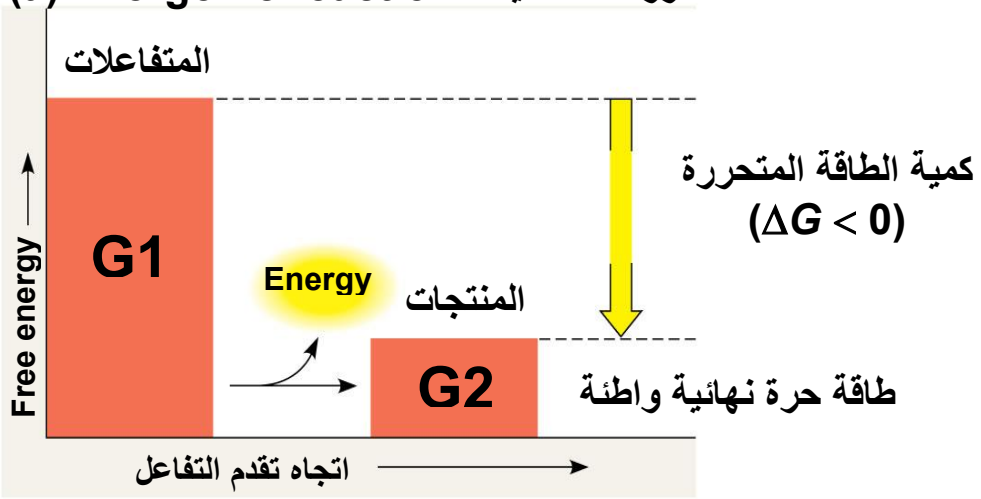
واذا ΔG = موجبة اي غير تلقائية (تحتاج الى طاقة خارجية) وتسمى Endergonic reaction

اما اذا ΔG = صفر اي توازن (فلا تحرر طاقة ولا تحتاج الى طاقة خارجية)

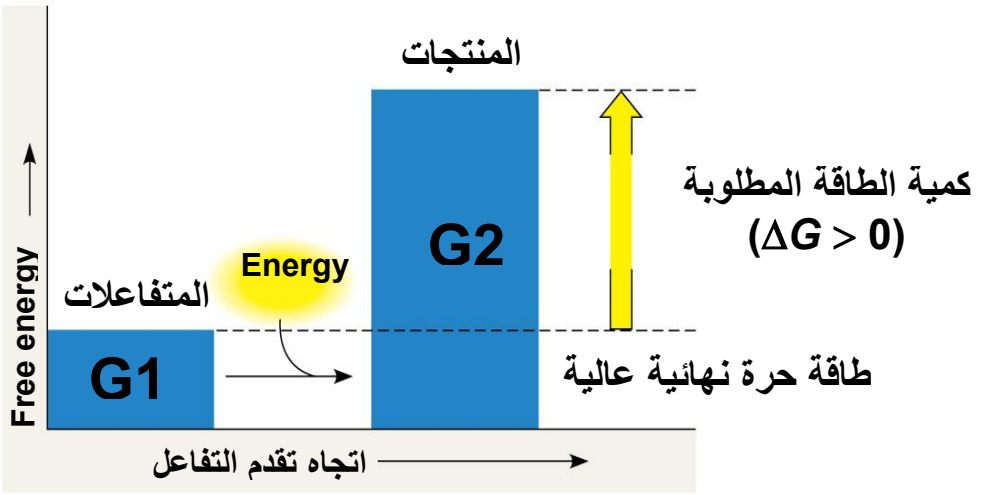
مخطط يوضح التغير في الطاقة الحرة

حيث $\Delta G = G_2 - G_1$

(a) Exergonic reaction: طاقة متحررة – تلقائية



(b) Endergonic reaction: طاقة مطلوبة – غير تلقائية



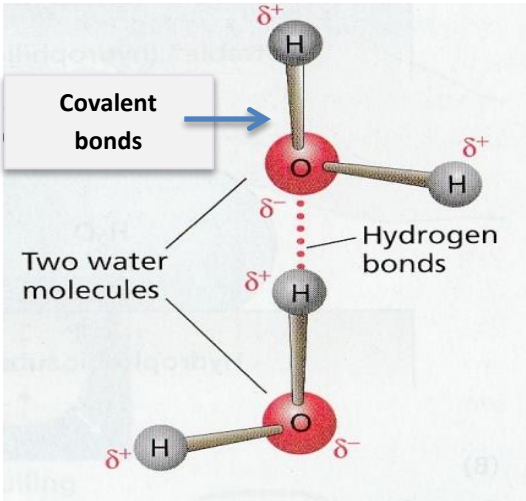
© 2011 Pearson Education, Inc.

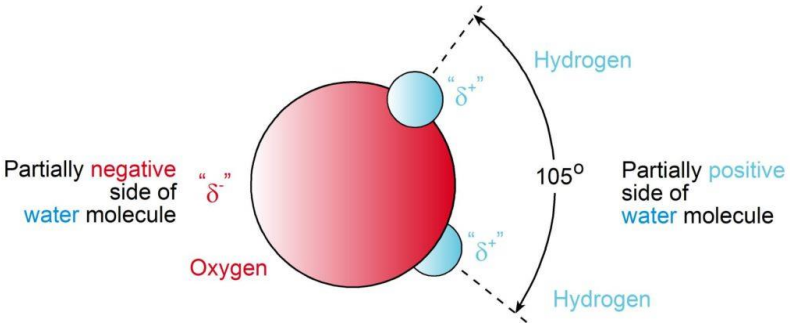
الماء واهميته للنبات:

الماء هو احد مكونات البروتوبلازم (المادة الحية في الخلية) ومكون اساسي لجسم النبات حيث يشكل نسبة (70- 90 %) من الوزن الطري للنبات و(50 %) من الوزن الطري للاشجار، وتقل هذه النسبة في البذور الى (6-12 %) من الوزن اذ يؤدي انخفاض هذه النسبة الى موت البذور. كما انه يعمل كمذيب حيث يشترك في جميع العمليات الحيوية (كونه وسط للتفاعلات)، فهو مذيب لبعض الغازات مثل الاوكسجين (O_2) وثنائي اوكسيد الكاربون (CO_2) المهمة في العمليات الفسلجية للنبات، اضافة الى كونه وسط ناقل للمواد المعدنية والمواد العضوية الغذائية والمركبات الضرورية لنقل وخزن الطاقة داخل الخلايا التي تكون في حالة ذائبة.

ويقوم الماء ايضا بتنظيم درجات حرارة النبات حيث يمتص الحرارة المتولدة من العمليات الكيموحيوية، كما ان تبخر الماء من اسطح البنات يعمل على تقليل التاثير الناتج من الارتفاع الشديد في حرارة الجو. وبالاضافة الى ما ذكر فان الماء يعد مادة خام اساسية لعملية البناء الضوئي (بناء المواد الكربوهيدراتية) ويحافظ للخلايا على ضغط الانتفاخ / الامتلاء Turgor Pressure.

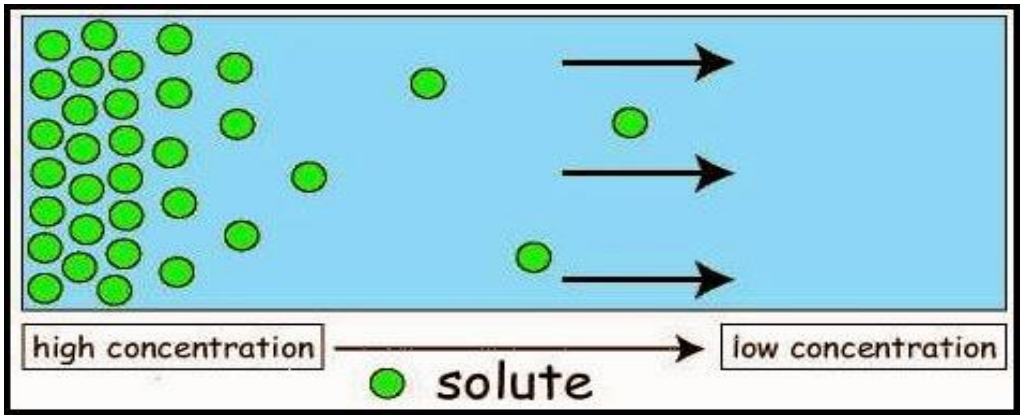
لاجل فهم مختلف العمليات الفسلجية الحاصلة داخل الاعضاء النباتية لابد من دراسة الخواص الفيزيائية والكيميائية الاساسية للماء وتفاعلاته المهمة مع المواد الاخرى، فالماء يعد سائل الحياة اذ يشارك في جميع التفاعلات الايضية اما بصورة مباشرة او غير مباشرة وذلك لامتلاكه الخواص الكيميائية والفيزيائية الفريدة والناتجة عن التركيب الجزيئي له والاواصر الهيدروجينية (Hydrogen bonds) فيه والشكل الاتي يوضح تركيب جزيئة الماء، وهي جزيئة قطبية (polar)، الاواصر بين H و O اقرب للزاوية القائمة (105^o)، ويمثل الهيدروجين فيها الجزء الموجب والاوكسجين الجزء السالب (اي لها سطح مشحون)، وان الاواصر التساهمية تربط H مع O في جزيئة واحدة في حين ان الاواصر الهيدروجينية تربط H في جزيئة ماء مع O لجزيئة ماء اخرى وتحدث نتيجة التوزيع غير المتكافيء للشحنات (الجانب الموجب في جزيئة ينجذب الى الجانب السالب لجزيئة اخرى).





الخواص الكيمائية والفيزيائية الفريدة للماء:

1. للماء حرارة نوعية عالية High specific heat بسبب وجود الاواصر الهيدروجينية وهذه الخاصية تساعد النبات على اكتساب او فقدان كميات من الحرارة دون تغيير في درجة حرارة النبات (منظم جيد للتبادل الحراري مع البيئة). سعرة واحدة لكل درجة سيليزية.
2. للماء حرارة تبخير عالية High heat of evaporation بسبب وجود الاواصر الهيدروجينية وهذه الخاصية تساعد النبات في عملية التبريد. 540 سعرة / غم.
3. للماء حرارة عالية للانصهار 80 سعرة / غم. بسبب وجود الاواصر الهيدروجينية
4. كثافة الماء في الحالة الصلبة اقل من من كثافته في حالته السائلة.
5. للماء خاصية التماسك والتلاصق Cohesion & Adhesion اذ ان لجزيئات الماء صفة مهمة وهي انها ترتبط مع بعضها البعض بخاصية التماسك Cohesion بسبب وجود الاواصر الهيدروجينية ومع السطوح الاخرى بخاصية التلاصق Adhesion ولهذه الخاصية اهمية في رفع الماء داخل جسم النبات.
6. يعد الماء مذيب عام Universal solvent بسبب قابليته على تكوين عدد كبير من المحاليل كنتيجة للاواصر الهديروجينية والتوزيع غير المتكافيء للشحنات او قطبية جزيئة الماء.
7. الماء سائل متعادل كيميائيا، اذ ان درجة الحموضة او القاعدية فيه هي 7، وهذا يعني انه لا يمكن اعتبار الماء مادة حامضية او قاعدية لانه متعادل كيميائيا.



طاقة حرة واطئة ⟵ **طاقة حرة عالية**

الانتشار باتجاه تناقص الطاقة الحرة

لكي نفهم علاقة الخلايا النباتية ببعضها البعض او علاقة النبات عموما مع الماء لابد من معرفة بعض العمليات والظواهر منها:

- النظم التي تتحكم بدخول الماء الى الخلايا النباتية وخروجه منها، او حركة الماء من خلية الى اخرى داخل النبات نفسه.
- كيفية صعود العصارة الخشبية من انسجة النبات الى الاوراق.
- كيفية حركة وتوزيع المواد الغذائية بعد تصنيعها.
- النتح او دراسة فقدان الماء من النبات.

جميع هذه العمليات لها علاقة وثيقة ببعض الظواهر الطبيعية الانتشار والتشرب والازموزية وغيرها.

الانتشار Diffusion

محصلة انتقال جزيئات مادة ما من منطقة ذات طاقة حرة او جهد كيميائي عالي الى منطقة ذات طاقة حرة او جهد كيميائي اقل.

هو انتقال المواد (غاز، سائل او صلب) من المنطقة ذات التركيز العالي (طاقة حركية عالية لجزيئات المذاب) إلى المنطقة ذات التركيز الواطيء، فإذا وضِع السكر أو الملح في قدح ماء فانه ينتشر إلى جهة معينة أكثر من الجهة الأخرى حتى يحدث التوازن.

وتعرف القوة الدافعة لانتشار جزيئات المواد بضغط الانتشار Diffusion pressure وهو صفة من صفات المادة ناشئة عن الطاقة الحركية لجزيئات المادة (وتنطبق على كل من الجزء المذاب والمذيب).

لتوضيح عملية الانتشار يؤخذ المثل التالي: عند فتح سدادة قنينة عطر في غرفة مغلقة ستنتشر جزيئات العطر من السطح السائل إلى جو الغرفة وتتوزع هذه الجزيئات بصورة متجانسة في هواء الغرفة بعد مدة من الزمن، وسبب الانتشار هو حركة جزيئات العطر في الهواء بجميع الاتجاهات، وكذلك لو وضعت بلورة من مادة كيماوية ملونة في إناء يحتوي ماء دون أن يُرج الإناء فسرعان ما يُرى طبقة غامقة تحيط بالبلورة ثم يبدأ المذيب بالتلون بصورة تدريجية حتى يتجانس لون المذيب كله.

أهمية الانتشار للنبات

تأتي الأهمية من خلال انتقال بعض المواد الموجودة في محيط النبات إلى داخل النبات حيث يدخل قسم من هذه المواد عن طريق ثغور الأوراق (CO_2, O_2) والقسم الآخر عن طريق الجذور (الماء والايونات) وكذلك النبات يفقد قسم من هذه المواد إلى المحيط الخارجي (بخار الماء، CO_2, O_2 والمواد المتطايرة) من الجزء الخضري و(O_2 وبعض المواد العضوية أو اللاعضوية) من الجذور.

وينتقل غاز CO_2 من الهواء الجوي (ذات التركيز العالي) إلى داخل النبات (ذات التركيز الواطيء) لاستخدامه في عملية التركيب الضوئي بواسطة عملية الانتشار، وينطبق نفس الشيء على غاز O_2 حيث يستخدمه النبات في عملية التنفس، وعندما يزداد تركيز O_2 وبخار الماء داخل النبات (باعتبار O_2 احد نواتج التركيب الضوئي) يخرج O_2 من الثغور بعملية الانتشار وتستمر العملية إلى أن يصل التركيز إلى حالة التوازن.

العوامل المؤثرة في عملية الانتشار:

1- مقاومة الاحتكاك:

إن معدل الانتشار يتناسب عكسياً مع مقاومة الاحتكاك وهذا ما يفسر معدل انتشار بخار الماء بأكثر من 1500 مرة من معدل انتشار الماء السائل؟ وذلك بسبب انخفاض مقاومة الاحتكاك لجزيئات بخار الماء، وتعتبر الغازات اقل مقاومة من المواد السائلة والصلبة بالنسبة للانتشار؟ بسبب إن جزيئات الغاز تبتعد عن بعضها البعض بمسافة كبيرة اكبر من المسافة بين جزيئات السائل أو الصلب، ولذا ستقل فيها احتمالات تصادم الذرات مع بعضها البعض، وكذلك تنطبق على سرعة انتشار الذائبات في الماء مثلاً محلول السكروز ذات التركيز العالي يحتاج إلى وقت أطول للانتشار مقارنة بنفس التركيز من ($CaCl_2$) بسبب زيادة لزوجة محلول السكروز.

2- كثافة المادة المنتشرة:

حسب قانون كراهام (معدل الانتشار يتناسب عكسياً مع الجذر التربيعي لكثافة المادة).

م أ 1 ∝ √ كث 2 م أ H ∝ √ 16

م أ 2 ∝ √ كث 1 م أ O_2 ∝ √ 1

م أ H = 4 أضعاف م أ O_2

حيث إن (م أ) تعني معدل الانتشار

3- حجم المادة المنتشرة:

سرعة الانتشار تتناسب عكسياً مع حجم الذرات أو الجزيئات، فالجزيئات الصغيرة تنتشر أسرع من الجزيئات الكبيرة.

4- درجة الحرارة:

تزداد سرعة الانتشار كلما زادت درجة الحرارة ؟ لان زيادة درجة الحرارة ستؤدي إلى زيادة الطاقة الحركية للجزيئات وبالتالي ستزيد من سرعة حركة الجزيئات.

5- وسط الانتشار:

كلما ازداد تركيز وسط الانتشار كلما قلت سرعة انتشار جزيئات المادة. فمثلاً (كأس البروم تحت الناقوس الزجاجي المفرغ من الهواء ينتشر أسرع من كأس البروم تحت الناقوس غير المفرغ من الهواء) ؟ لان تركيز ذرات الهواء تلعب دوراً مهماً في منع انتشار البروم بسرعة.

6- منحدر (ممال) ضغط الانتشار:

تزداد سرعة الانتشار كلما زاد الفرق في منحدر ضغط الانتشار بين منطقتين (معدل الانتشار يتناسب طردياً مع فرق التركيز للمادة المنتشرة بين هاتين المنطقتين) ويتناسب عكسياً مع المسافة بينهما. لان الجزيئات تنتقل من الجهة التي يكون تركيزها عالي إلى الجهة التي ينخفض تركيزها.

العوامل المؤثرة في سرعة انتشار الغازات هي نفسها تحدد سرعة انتشار السوائل والمواد الصلبة في المذيبات السائلة.

نفاذية الخلية Cell Permeability : هي صفة الغشاء وليس المواد المارة من خلاله

- يختلف تركيب جدار الخلية عن الغشاء الخلوي
- الغشاء يسمح لجزيئات الماء بالمرور اسرع من دقائق المذاب.
- جدار الخلية ذو نفاذية عالية للمذاب والمذيب.
- غشاء الخلية يجعل الازموزية ممكنة الحدوث لكن الجدار يوفر الصلابة المناسبة لتكوين الضغط.
- الخلايا الحيوانية ليس فيها جدار (عند تكوين ضغط غالباً ما تنفجر او تتمزق).

أنواع الأغشية حسب درجة نفاذيتها للمواد المختلفة:

الأغشية النفاذة Permeable Membrane

وهي الأغشية التي تسمح لجزيئات المادة المذابة والمذيبة بالنفاذ من خلالها مثل الجدار الخلوي وأوراق الترشيح.

الأغشية نصف النفاذة Semi permeable Membrane

وهي الأغشية التي تسمح لجزيئات المذيب بالمرور من خلالها ولا تسمح لجزيئات المذاب بالمرور من خلالها مثل ورق السيلوفان.

الأغشية الاختيارية النفاذية Differential permeable or Selective permeable

وهي الأغشية التي تسمح بمرور بعض جزيئات المذاب فضلاً عن جزيئات المذيب بالمرور من خلالها مثل الغشاء البلازمي وغشاء الفجوة.