المحاضرات النظرية

المحاضرة الاولى:مدخل لدراسة علم فسيولوجيا النبات

فسيولوجيا النبات Plant Physiology:-

هو العلم الذي يدرس كيفية قيام النبات بوظائفه الحيوية، ويشمل فهم عمليات النمو والأيض والتكاثر. يعود تاريخ هذا العلم الى تاريخ اكتشاف الخلية النباتية الذي يعود للباحث Robert Hooke عام 1665، وفي القرن التاسع عشر درست عملية امتصاص وانتقال المواد الأولية والماء في النبات، وفي عام 1894 بين Dixon وJoly نظرية الشد المتماسك ودور النتح في صعود الماء والمذابات الى قمة النبات، ووصف Hartig عام 1837 الأنسجة اللحائية من الناحية التشريحية والفسيولوجية، وشخص Wilhelm عام 1880 الخلايا المرافقة و دورها الفسيولوجي في النقل اللحائي، واكتشف العالم Kreb تفاعلات التنفس الهوائي داخل المايتوكوندريا عام 1947، اما عملية البناء الضوئي ودور الضوء والصبغات فقد ابتدأ البحث منذُ بدايات القرن الثامن عشر ولازال مستمراً لحد اليوم، لاحظ Priestly عام 1771 تحرر الأوكسجين من النباتات، و درس Engelmann عام 1888 دور اليخضور Chlorophyll في عملية البناء الضوئي، واكتشف Blackman عام 1905 تفاعلات الضوء والظلام، وغيرهم من الباحثين الذين اسهموا في كشف الكثير من الحقائق العلمية في مجال علم فسيولوجيا النبات لحد الأن.

العلاقات المائية للنباتات Plant water Relations

تجري داخل البروتوبلازم التفاعلات الحيوية في وسط مائي بنسبة 80% إلى أكثر من 90% وهي نسبة الماء في البروتوبلازم، والمعروف أن الحياة لا يمكن أن توجد دون وجود الماء.

الخواص الفيزيائية للماء

1-سائل في درجات الحرارة الأعتيادية الملائمة للحياة على العكس من المركبات ذات الأوزان الجزيئية المقاربة.

2- الحرارة الكامنة للتبخر(هي الطاقة اللازمة لتحويل وزن جزيئي غرامي من الماء السائل إلى وزن جزيئي غرامي من بخار الماء والتي تبلغ 44 كيلو جول عند 25°س)عالية والتوصيل الحراري العالي تساعد على تبديد الحرارة العالية والحفاظ على النبات. ودرجة الانصهار(6 جول\وزن جزيئي غرامي) عالية وهي تحمي النبات من خطر الانجماد لحدود معينة.

3- قوة التماسك والتلاصق عاليتان، مثلاً نجد أن قوة التماسك بين جزيئات الماء هي اكبر من تلاصقها مع الهواء وهذا يسبب مقاومة الشد العالي للماء الذي يفسر صعود الماء في عناصر الخشب ومقاومتها للقطع، كذلك تلعب ظاهرة التلاصق دور في صعود الماء.

4-يمتص الضوء بكميات طفيفة عند منطقة الضوء الأحمر ويشتت الأزرق، وهذا يساعد في ثبات واستقرار الحرارة للنبات ولسطح الكرة الأرضية.

5- اللزوجة العالية (مقاومة السائل لاحتكاك التدفق)و هي تزداد وتنخفض بارتفاع وانخفاض درجة الحرارة بالتتابع.

6-الماء مذيب عام وهو قطبي وذو قابلية على معادلة الجذب الكهربائي بين الجزيئات الذائبة أو الأيونات عن طريق إحاطة الأيون أو الجزيء بطبقة أو اكثر من جزيئات الماء تسمى غلاف التميؤ الذي يقلل فرصة ارتباط الأيونات لتشكل التركيب البلوري.

بعض الظواهر الفيزيائية المرتبطة بالماء

1-الانسياب(التدفق)الاجمالي أو الكتلي Mass Flow or Bulk Flow

ينتج عن قوة الضغط في النظام الفيزيائي مثلاً تحرك الماء الى اسفل منحدر بسبب الجاذبية يحول الطاقة الكامنة الى حركية ثم تتبدد بشكل حرارة وتنخفض طاقة جزيئات الماء. ومن الطبيعي أن تتحرك المذابات في الماء مع حركته.

معدل انسياب الماء=فرق الضغط\المقاومة

2-الانتشار Diffusion

وهو يمثل الحركة العشوائية غير المنتظمة للدقائق، ويحدث بوجود فرق في الطاقة الحرة(كمية الطاقة الممكنة لأداء شغل) بين نظامين. كمية الطاقة الحرة في الوزن الجزيئي الغرامي للمادة تعرف بمفهوم الجهد الكيميائي الذي يقاس بوحدات الطاقة مثل جول\مول. ويمكن تحويلها الى وحدات الضغط مثل باسكال، ويعتمد الجهد الكيميائي لمادة ما تحت ظروف ثابتة من ضغط وحرارة على الأوزان الجزيئية الغرامية من تلك المادة. وتنتقل المواد المذابة من منطقة الجهد الكيميائي العالي الى المنخفض، وهو صحيح بالنسبة للمذيب الماء مثلاً.

العوامل المؤثرة في الانتشار تشمل مقاومة الاحتكاك و التركيز ومساحة المنطقة التي تمر عبرها المادة المنتشرة و الوزن الجزيئي و حجم الذرات المنتشرة ودرجة الحرارة والضغط و نوع وسط الانتشار وقابلية الدقائق المنتشرة للذوبان فيه.

ما اهمية الانتشار لحياة النبات؟

3-الأزموزية Osmosis

هي عملية انتشار الماء عبر اغشية شبة منفذة Semi-permeable membranes أو الأغشية ذات النفاذية الاختيارية Differentially permeable membranes ، الغشاء شبه المنفذ هو الذي

يسمح بمرور دقائق المذيب ولا يسمح بمرور دقائق المذاب مثل ورق السيلوفان، لا توجد اغشية تمنع دقائق المذاب من المرور كلها لكن يبقى هناك بعض الدقائق التي تعبر وهذا الحال ينطبق على الأغشية البلازمية الحية مع خصوصية هذه الأغشية في السيطرة على مرور المواد المذابة. عند فصل الماء المقطر عن محلول سكري او ملحي بغشاء شبه منفذ مثل السيلوفان فأن فرق الجهد الكيميائي للمذاب والمذيب سوف يلعب دوراً في التوازن الا ان المذاب لا يستطيع المرور عبر الغشاء سبه المنفذ أي انه محتجز داخله وعليه يبقى الماء النقي من يملك حرية الحركة وينتقل الى منطقة المحلول لأن جهدة الكيميائي منخفض فيها على العكس من منطقة الماء المقطر وعند دخوله يعلق في المحلول بسبب جهد الذائبات مما يسبب ضغط ازموزي داخل الغشاء يعمل على رفع مستوى الماء لحد معين يساوي الضغط الناشئ عن عمود الماء.

مفهوم الجهد المائي ومكوناته في الخلية

لتعريف الجهد المائي يجب ان نعرف اولاً الجهد الكيميائي الذي يمثل مقدار الطاقة الحرة في جزيء غرامي من المادة واذا كانت هذة المادة ماء فانه يعرف بالجهد المائي، وبما أن الطاقة الحرة للماء متغيرة حسب محتوى الماء من الذائبات بثبات العوامل الاخرى فإن الجهد المائي يمثل الفرق بين الجهد الكيميائي للماء في محلول ما والجهد الكيميائي للماء النقي عند درجة الحرارة والضغط نفسهما.

لاحظ الارتباط بين مفهوم الطاقة الحرة والجهد الكيميائي والجهد المائي، فهم الجهد المائي يعتمد على اساس أن لكل مادة طاقة كامنة في جزيئاتها وتسمى بالطاقة الحرة وتكون أعلى ما يمكن عندما تكون المادة نقية، وهي تتأثر بالعوامل:

1-الذائبات 2-الضغط المسلط 3-درجة الحرارة 4-المواد الغروية

اما الجهد المائي للخلية النباتية فهو يمثل محصلة القوى المؤثرة في الجهد الكيميائي للماء في الخلية. الخلية النباتية محاطة بجدار صلب نسبياً تام النفاذية يليه غشاء بلازمي اختياري النفاذية وهذا الأخير يحيط بالفجوة كذلك. وصف هذه القوى:

1- الجهد الأزموزي Osmotic potential ψ_s وهو سالب القيمة دائماً، ناتج عن تأثير الذائبات مثل الأملاح والمواد العضوية مثل السكريات والأحماض الأمينية والأحماض العضوية التي تشكل ايونات وجزيئات بشكل محاليل تخفض الجهد المائي(تجعله أكثر سالبية).

2-جهد الغرويات اوالجهد الهيكلي او جهد المادة Matric potential ψ_m وهو سالب القيمة دائماً، وناتج عن الغرويات المحبة للماء التي تقيد الماء وبالتالي تنخفض طاقته.

3-جهد الضغط Pressure potential أو الضغط الانتفاخي Turgor pressure ψ_p ، ينتج عن ضغط مكونات الخلية على الغشاء الخلوي ومن ثم الجدار الخلوي ضغط اذا استمر في الزيادة فانه يفجر الخلية ويظهر دور جهد الضغط في كبح هذه القوى والحفاظ على خلايا ممتلئة، وهو موجب القيمة عادةً ويكون سالب القيمة في اوعية الخشب اثناء عملية النتح.

الجهد المائي=الجهد الأزموزي +جهد الغرويات +جهد الضغط

$$\Psi w = \Psi s + \Psi m + \Psi p$$

في الكثير من الحالات تهمل قيمة Ψm لان قيمتها منخفضة جداً خصوصا في الخلايا المتقدمة بالعمر ذات الفجوات، كما يصعب التفريق بين المكونات الغروية والأزموزية، لذلك تصبح المعادلة:

$$\Psi w = \Psi s + \Psi p$$

مثال:

الازموزيــة بــين الخلايــا:لــو تخيلنــا خليتــين ملتصــقتين ومحميتــين مــن اي تبخرالاولــى(A)لهــا جهــد ازموزي(14)وضغط انتفاخي او امتلاء(4)والاخرى (B)ولها جهد ازموزي(24)وضغط جداري(8)فما هو مقدارجهد الماءالذي عنده سوف تحصل حالة التوازن

B		A
$\psi_S = -24$	←	$\psi=-14$
$\psi_P = 8$	←	$\psi_P=4$
$\psi_W=-16$	←	$\psi_W=-10$

$$\frac{-16 + (-10)}{2} = \frac{-26}{2} = -13 \text{ bar}$$

بما ان محلولي الخليتين متصلان فأن الجهودالمائية لكل منهما سوف تميل للوصول الى حالة التوازن -2/26=-13جو ولذلك سوف يتحرك الماء من الخلية(A)التي تمتلك جهدماءاكبر(اقل سالبية)والذي يساوي (-10)جوالى الخلية(B)التي تمتلك جهدماءاقل(اكبرسالبية)والذي يساوي(-16)جو.

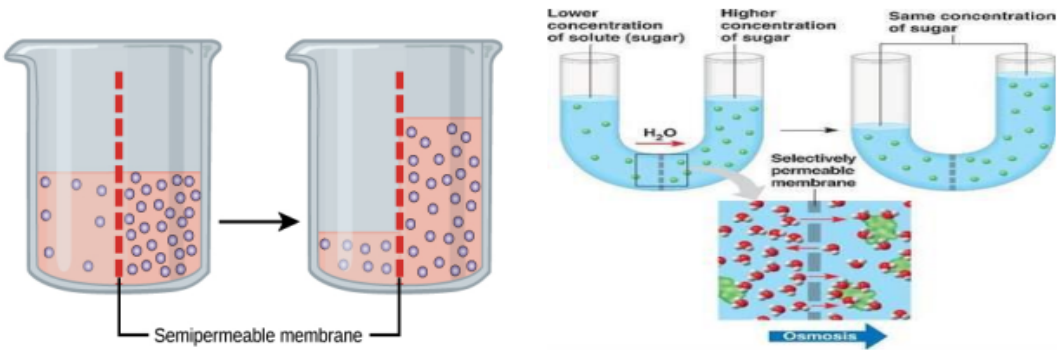
اهمية الازموزية للنبات:

1.حفظ الانسجة النباتية بحالة ممتلئة ونشطة.
2.تسبب دخول الماء الى داخل النبات ومن ثم نقله وتوزيعه في جسم النبات.
3.اكساب الخلايا النباتية الغضة والحديثة النمو كالقمم النامية قوة وصلابة.
4.تسهل انبات البذورحيث تساعدعلى خروج الجزء الخضري فوق سطح التربة وتعمل على انتشارالمجموع الجذري تحت سطح التربة.

العوامل التي تؤثرعلى الازموزية في النبات:-

1-تركيزمحلول التربة:كلما زادت كمية الماء في التربة قلة سالبية الجهدالازموزي للتربة مقارنة مع النبات مما يؤدي الى انتقال الماءمن التربة الى النبات.
2-تركيز العصير الخلوي:ان الجهدالازموزي لخلايا النباتات الملحية يكون اكثرسالبية بسبب عيشها في بيئة ملحية(وقد يصل الى-60جو)مقارنة مع النباتات المائيةحيث يتراوح مابين-2الى-3جو.
3-الرطوبة الجوية:ان فقدان الماء من اوراق النبات بعملية النتح بسبب قلة الرطوبة الجوية يؤدي الى زيادة سالبية الجهد الازموزي لانسجة الورقة وبالتالي يؤدي الى انتقال الماءاليها من باقي اجزاء النبات .
4-الضوء:الضوء من العوامل الاساسية التي تؤثر على عملية التركيب الضوئي وتساهم في صناعة السكريات التي تذوب في المحاليل الخلوية وبالتالي تؤدي الى زيادة سالبية الجهدالمائي للعصير الخلوي.
5-درجة الحرارة:تلعب نفس الدورالذي يلعبه الضوءفي عملية التركيب
الضوئي بالاضافة الى تأثيرهاعلى النتح ونفاذية الغشاء الخلوي.

ملاحظة:1-ناقش علاقة العوامل اعلاه مع سالبية الجهدالازموزي.
2-الفرق مابين(مقارنة)التشرب والازموزية.



التشرب Imbibition

هو صورة من صور الانتشار ويمثل حركة الماء أو المذيب عند وجود فرق في الجهد المائي بين المادة المشرِبة(الماء) والمادة المتشربة Imbibant دون وجود أغشية. ويحدث التشرب بفعل قوة الادمصاص Adsorption للمذيبات على اسطح الدقائق الغروية ويسبب التشرب ضغطا كبيراً عند وضع المادة المتشربة في حيز محدود. لحدوث التشرب يجب توفر شرطان اساسيان:

1-وجود تدرج في الجهد المائي بين المادة المشربة والمادة المتشربة.

2-وجود الفة او تجاذب بين النظامين، مثلاً تتشرب قطعة الخشب بالماء ولا تتشرب قطعة المطاط ويمكن ان يتشرب المطاط مذيب عضوي مثل الايثر.

في قطعت الخشب الجافة أو البذور لاتوجد محاليل سكرية أو ملحية بل مواد ذات طبيعة غروية مثل السليلوز وحبيبات النشأ، وجهد الضغط غير مهم بسبب عدم عزل المواد المشربة عن المواد المتشربة بأغشية اختيارية النفاذية. تصبح معادلة الجهد المائي للبذور الجافة هي:

$$\Psi w = \Psi m$$

اين نجد ظاهرة التشرب في النبات؟

1-عملية تشرب البذور بالماء هي اهم و أول مراحل الإنبات وهي تعطي ضغط يسمى بالضغط التشربي Imbibition pressure وهو اعلى ضغط كامن يمكن أن ينشأ في المادة المتشربة عند وضعها في مذيب نقي(الماء مثلاً) وهذا ضروري لتمزيق قصرة البذرة اثناء الإنبات. يمكن ان تصل قوة الضغط التشربي إلى 30 ميكا باسكال. ترتفع درجة حرارة الماء عند التشرب. لماذا ؟

2-نقل الماء من الجذر الى الورقة، جزء كبير من العملية يكون عبر تشرب الجدر الخلوية نتيجة للفرق في الجهد المائي بين انسجة الورقة والساق والجذر نتيجة تأثير عملية النتح.

قياس جهد الغرويات للبذور الجافة

توضع بذور جافة معلومة الوزن في تركيزات متصاعدة من محلول سكري أو ملحي وبعد مدة تستخرج وتجفف سطحياً ويعاد وزنها، فالبذور التي استجرجت من تركيز معين ولم تلاحظ زيادة في وزنها يكون ذلك التركيز مناظراً للجهد المائي للبذور وبالتالي جهد الغرويات.

العوامل المؤثرة في التشرب هي:

1-درجة الحرارة تاثير طردي في معدل التشرب من دون التأثير في الكمية الكلية المتشربة.

2-الجهد الأزموزي للمحلول تأثير عكسي أذ يقل التشرب بزيادة الجهد الأزموزي للمحلول.

س) ماهو الفرق بين الازموزية والتشرب؟

الازموزية	التشرب
1-تتطلب غشاء اختياري النفاذية.	1- تتطلب جسم متشرب.
2- لايتطلب .	2- يتطلب وجود الفة مابين الجسم والسائل المحيط به.
3- يعتمد على وجود ذائبات على طرفي الغشاء.	3- لايتطلب وجود ذائبات .
4- تسبب جهد يسمى الجهد الازموزي وهوعبارة عن اقصى جهد تنشا في محلول عند فصله عن المذيب النقي بغشاء اختياري النفونية مسببا جذب جزيئات المذيب النقي تجاهه أي باتجاه المحلول.	4- يسبب ضغط يعرف بضغط التشرب يتجه من داخل الجسم المدمص نحو الخارج .
5-تحدث الازموزية الاختيارية في الخلايا الحية فقط.	5- يحدث في الخلايا الحية والميتة .