العلاقات المائية Plant Water Relationship

Plasmolysis البلزمة

إذا حدث ان انتقل الماء من الخلية الى منطقة ذات تركيز مائي (ماء) اقل ولم يكن هناك تعويض للماء المفقود فسوف يحدث تقلص ونقص في حجم البروتوبلاست يؤدي الى انكماش البروتوبلازم وانفصاله عن الجدار الخلوي وبالتالي فقدان الامتلاء للخلية والانسجة وهذا مايسمى بالبلزمه. وإذا استمرت البلزمة لفترة طويلة فأنها تؤدي الى موت الخلايا المتبلزمة. اما إذا نقلت الخلايا او الانسجة المبلزمة بعد وقت قصير الى محيط يحوي تركيز مائي أكبر مما هو موجود فيها فسوف يتحرك الماء الى الخلايا او الانسجة المبلزمة وتعود الى حالتها الطبيعية.

التشرب Imibibition

يعتبر التشرب احد صور انتشار الماء في النبات حيث يحدث تحرك الماء من التركيز العالي الى التركيز الواطئ لكن حركة الماء في هذه الحالة تتطلب وجود الجسم المتشرب الذي يمتاز بامتلاكه لقدرة امتصاصية (اي قابلية على سحب الماء تجاهه وتشربه به) ولا يوجد اي حاجة لوجود غشاء يفصل الجسم المتشرب عن الماء، اذ ان التشرب هو عبارة عن امتصاص سائل ما من قبل الجسم المتشرب او المادة المدمصة ودخوله فيها وعلى اسطحها مما يؤدي الى زيادة حجمه وتوليده لضغط يتجه من داخل الجسم المدمص نحو الخارج يعرف بضغط التشرب Imbibition pressure فمثلا عند ملامسة قطعة خشب اوجلاتين جاف للماء يحدث امدصاص لجزيئات الماء على اسطح هذه المواد وفي مساماتها مما يؤدي الى زيادة حجمها وتوليد ضغط تشرب هائل يتجه من الجسم المتشرب نحو الخارج وهذا ما استفاد منه قدماء المصريين عند بناء معابدهم ومنشاتهم حيث كانوا يضعون مادة مدمصة للماء وخاصة الخشب في حيز مغلق بين الصخور ومن ثم يسمحون لها بالتشرب بالماء مما يؤدي الى توليد ضغط هائل جدا يعمل على تكسر الصخور الكبيرة. عموما الغرويات الجافة تنتج ما مقداره(3000-) ضغط جو من ضغط التشرب في حالة وضعها بالماء اما الغرويات المشبعة بالماء فيكون ضغط التشرب فيها صفر. لحدوث التشرب يجب توفر عاملين:

أ- وجود فرق في جهد الماء بين الجسم المتشرب والسائل المحيط به فمثلا تظهر بعض مواد النبات الجافة ســـالبية كبيرة جدا في جهودها المائية. ففي بعض البذور الجافة لوحظ ان لها جهد مائي يساوي -900 جو وبالتالي عند وضع هذه البذور في ماء نقي يتحرك الماء تجاهها حتى يتساوى تركيزه مع الماء الخارجي وعند هذه النقطة ينشأ الاتزان ويتوقف التشرب.

ب- وجود الفة بين الجسم المتشرب والسائل المحيط به: حيث ان المادة الادمصاصية الميتة لا تتشـــرب بكل انواع الســـوائل فمثلا البذور الجافة التي تنقع بالايثر لا تنتفخ بدرجة ملحوظة الا ان المطاط يتشرب بالايثر وينتفخ بدرجة ملحوظة لكن المطاط لا يتشرب بالماء.

من الغرويات المحبة للماء والموجودة في الخلية النباتية البروتينات، اللبيدات المتعددة، الكربوهيدرات التي توجد بصورة (سليلوز او نشأ).

العوامل المؤثرة على معدل ومدى التشرب

1-درجة الحرارة: زيادتها تسبب زيادة معدل التشرب لانها تؤدي الى تمدد المواد المدمصة وزيادة مساميتها وزيادة الطاقة الحركية للمادة المدمصة.

2الجهد الازموزي للمادة المتشربة: كلما زادت سالبية الجهد الازموزي للمادة المتشربة زاد معدل التشرب.

التغيرات التي تحدث عند التشرب

عند التشرب يحدث فقدان في الطاقة وزيادة في حجم المادة الادمصاصية على الرغم من ان الحجم الكلي للنظام المتشرب (المادة الادمصاصية +السائل المحيط بها) في العادة يكون اقل بعد التشرب عنه قبل ان يبدأ التشرب والسبب في اختلاف الحجم يعود الى ان جزيئات المادة تدمص على أسطح المادة الادمصاصية بشدة وبالتالي فانهما يلتصقان مع بعضهما بشدة مما يؤدي الى نقص في حجم النظام.

الفرق بين الازموزية والتشرب؟

الازموزية	التشرب
1.تتطلب غشاء اختياري النفاذية	1-تتطلب جسم متشرب.

2. لايتطلب وجود الفة مابين الجسم والسائل المحيط به 2.يتطلب ذلك

3- يعتمد على وجود ذائبات على طرفي الغشاء 3. لا يتطلب وجود ذائبات

4-تسبب جهد يسمى الجهد الازموزي وهو عبارة عن أقصى جهد تنشا في محلول عند فصله عن المذيب النقي بغشاء اختياري النفاذية 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 التشرب في الخلايا الحية والميتة

التفاذية Permeability

ان حركة الماء على جانبي الاغشـية الخلوية او البلازمية لا يعتمد فقط على فرق الجهد المائي بين طرفي الغشـاء بل ايضـا وبشـكل اسـاسـي على حالة مرور الذائبات على جانبي الغشـاء وذلك لان الاغشـية الخلوية من النوع الاختياري النفاذية فهي تسـمح لمرور بعض الذائبات من خلالها دون اخرى ولهذا فان التوازن النهائي على جانبي الغشـاء الخلوي لايعتمد على الجهد المائي (او الطاقة الكيمياوية الكامنة للماء) فقط بل على حالة مرور الذائبات من والى الخلية.

تقسيم الاغشية حسب قابلية نفاذيتها

الغشاء النفاذ: يسمح لجزيئات كل من المذيب والمذاب بالمرور خلاله مثل ورق الترشيح.

الغشاء غير النفاذ: لايسمح لجزيئات كل من المذيب والمذاب بالمرور خلاله مثل الزجاج.

الغشـاء النصـف الناضـح: هو الغشـاء الذي يسـمح لجزيئات المذيب بان تمر خلاله فقط ومن أمثلته غشاء المثانة، ورق السيلوفان، البارشمنا، الكلوديون

غشاء الخلية النباتية يسمح بمرور بعض المواد المذابة بالإضافة للمذيب ويسمى بالغشاء اختياري النفاذية Differentially permeable membrane

العوامل المؤثرة على نفاذية الغشاء البلازمي

1.النشاط الفسيولوجي للخلية. الخلايا الفعالة او النشطة تمتص او تستهلك كميات كبيرة من المواد

الغذائية (الذائبات) مقارنة مع الخلايا غير النشـطة وبذلك يحدث اختلاف في التركيز للذائبات مابين داخل وخارج الخلية مما يؤدي الى دخول الماء الى الخلي

2.المواد المخدرة او السـامة حيث تؤثر هذه المواد كالكلوروفورم سـلبا على حسـاسـية الخلية وتنفسـها وكلما كان ذوبانها في الدهون كبير كان تاثيرها على نفاذية الغشـاء كبير كون الغشـاء الخلوي يتكون من الدهن والبروتين

3.تأثير الاشـعاع: بصـورة عامة الاشـعاعات تقلل من نفاذية الاغشـية ولايعرف بالضـبط هل ان الاشـعاع يغير حجم فتحات الغشـاء البلازمي ام يغير النظم الانزيمية التي تسـيطر على نقل الدقائق خلال الغشاء.

4-درجة الحرارة: وجد بان ازدياد درجة الحرارة يسـبب زيادة النفاذية حتى حدود معينة وعندما ترتفع الحرارة اعلى من هذا الحد يحصل فقدان النفاذية بسبب فقدان الخصائص البيولوجية للغشاء. وتسمى مثل هذه الدرجة الحرارية بالدرجة المميتة lethal temperature

5-تأثير الـ pH: ارتفاع او انخفاض الـ pH يؤثر على تأين المواد المارة خلال الغشاء وكذلك على هيئة وتركيب بروتوبلازم الغشاء البلازمي وبالتالي على نفاذيته.

6-ظاهرة التضـاد اوتأثير الايونات: يعتقد بان الغشـاء البلازمي يتحول من حالة غروية معينة الى حالة غروية اخرى تحت تأثير الايونات التي تدخل من البيئة المحيطة بالخلية فمثلا عند وجود الايونات الاحادية الموجبة الشحنة يحدث تضرر للغشاء البلازمي وتنفذ الايونات من خلاله بسرعة في حين وجود الايونات الاخرى تجعل نفاذية الغشـاء البلازمي طبيعية ومن هنا يتبين بان الايونات المختلفة تغير من التركيب الكيمياوي للغشاء وبالتالي نفاذيته.

قواعد النفاذية العامة

1.وجد بان نفاذية المواد تزداد بزيادة قابلية ذوبانها بالدهون وذلك لسـهولة اختراقها للاغشـية الخلوية الحاوية على المواد الدهنية. 2. زيادة القطبية تسـبب قلة الذوبان في الدهون وبالتالي قلة النفاذية والمقصود بالقطبية ان يتركب جزيء المادة بطريقة تجعل فيه طرفان احدهما له شحنات

موجبة والاخر شحنه سالبة والمركبات القطبية هي التي تحتوي على مجاميع قطبية مثل الهيدروكسيل OH ، الالديهايد CHO، الكاربونيل CO ، الكاربوكسيل COOH ، الامينNH2 ، الاميد CONH2 والسلفات المهدرجة SH حيث ان وجود المجاميع السالفة الذكر في المركبات تؤدي الى زيادة القطبية Polarity وبالتالي قلة القابلية على الذوبان بالدهون مما يؤدي الى انخفاض نفاذية الاغشية الخلوية وسبب ذلك يعود الى تكوين هذه المجاميع لاواصر هيدروجينية مع الماء مما يؤدي الى احاطتها باغشية مائية تزيد من حجمها وتقلل من سرعة نفاذيتها وهذا هو سبب بطيء نفوذ السكريات والاحماض الامينية (بسبب احتوائها على مجاميع NH2 وOH و COOH وغيرها)

3-زيادة طول السلاسل الكاربونية للمركبات يسبب قلة القطبية وبالتالي زيادة قابلية الذوبان في الدهون ومن ثم النفاذية (السلاسل الطويلة لها مجموعة قطبية واحدة، السلاسل الاقصر لكي تكون بنفس الطول يجب ان تمتلك أكثر من مجموعة قطبية).

4-المواد المتأينة لا تنفذ عبر الاغشية الخلوية بسهولة بسبب كونها مواد قطبية ولما كانت درجة التأين تعتمد على الـ PH للمحاليل الموجودة في بيئة الخلية لذلك فان اي تغيير في الـ PH والذي تؤدي نتيجته

الى قلة التأين سوف يؤدي الى زيادة قابلية الذوبان في الدهون وبالتالي الى زيادة النفاذية وهذا الكلام ينطبق على كل من الاحماض العضوية والهرمونات النباتية.

-5 المواد الالكتروليتية (كالحوامض والقواعد والاملاح) لاتنفذ خلال الاغشية الخلوية بسهولة بسبب تأينها الى ايونات حاملة لشحنات كهربائية وان وجود هذه الشحنة يعرقل نفوذ الايونات وكلما كانت شحنة الايون قوية او تكافؤه عالي تقل احتمالية دخوله الى الخلية عبر الغشاء وعلى هذا الاساس ايونات الصوديوم والبوتاسيوم (K+ , Na+) تنفذ اسرع من ايونات المغنيسيوم والكالسيوم (Mg++ , Ca+) والاخيرة اسرع من الحديديك (Fe+3) وكذلك الحال بالنسبة للايونات السالبة فالكلور (Cl-) والنترات (No3-) تدخل اسرع من الكبريتات(So4-2). السبب الاخر لبطؤ نفوذ الالكتروليتات الى الخلية هو تميؤ الايون اي احاطته بغلاف مائي بسبب قابلية

ارتباطه مع جزيئات الماء بأواصـــر هيدروجينية وينتج عن هذا تكون دقائق أكبر من الايونات نفسها.

6.توجد علاقة عكســية ما بين معدل النفاذية وحجم الجزيئات المارة ضــمن حدود معينة حيث كلما زادت حجم الجزيئات قلت نفاذيتها عبر الاغشية الخلوية.

Absorption of Water

علاقة النبات بالبيئة المحيطة ومايتعلق منها بالماء من حيث الحركة والنقل تشمل:

(1) Absorption (2) Translocation (3) Transpiration (4) Elimination (العزل)

تعد منطقة الشــعيرات الجذرية المســؤولة عن امتصــاص الماء كونها خالية من المواد الشــمعية والكيوتين والسوبرين. معدل امتصاص المغذيات يقل كلما ابتعدنا عن طرف الجذر وان الماء يدخل الجذر نتيجه لمنحدر الـــ Water Potential ويحدث المنحدر بسبب ازدياد الذائبات في الخلية. ويظهر ان اكثرية الماء ياخذه النبات عن طريق الخاصية الازموزية أي انها ظاهرة حرة Passive absorption

الامتصاص السالب او الحر للماء

يطلق على القوة المسببة لامتصاص الماء بصورة حرة بالقوة السالبة Passive Force لان دخول الماء الى الجذر يتسبب عن ظروف تحدث خارج الجذر (او في الغصن النباتي). اما فعل القوة السالبة او الشد السالب فيرجع لعملية سحب النتح وذلك بتبخر الماء من الورقة وزيادة الضغط الازموزي وقلة الضغط الانتفاخي وبهذا اصبح الـــ W.P لخلايا الورقة اكثر سالبية وعندها تسحب خلايا الورقة الماء من الخلايا المجاورة وهكذا حتى محلول التربه.

- اغلب الابحاث اظهرت ان معدل الامتصاص يقارب معدل النتح

الامتصاص النشط Active Absorption

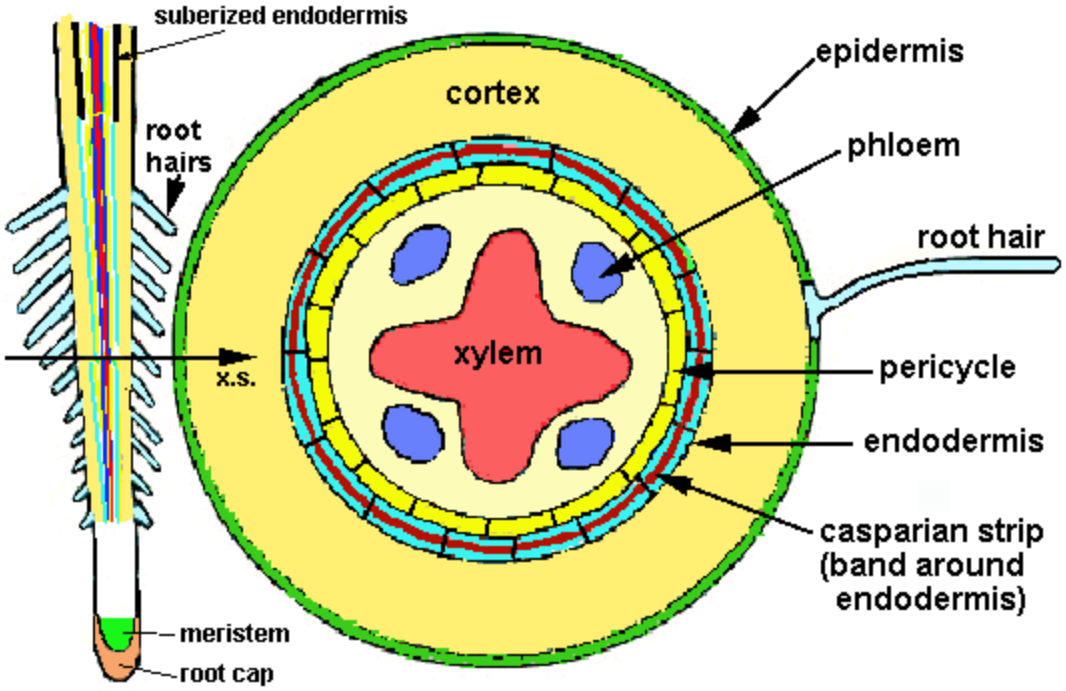
ويقصــد به امتصــاص الماء بصــورة نشــطة او فعالة أي صــرف طاقة لاجل امتصــاص الماء. امتصاص الماء النشط يتعلق بميكانيكية ازموزية للجذر واخرى غير ازموزية.

1.امتصاص الماء النشط بالميكانيكية الازموزية. بهذه الطريقة لايحتاج الى صرف طاقة حيوية بل تحرك الماء يتم بفعل وجود منحدر W.P باتجاه الخلية حيث يجري الماء باتجاه البشرة ثم القشرة

ثم القنوات الخشبية بسبب ازدياد تركيز الذائبات كلما اتجهنا الى الخلايا الداخلية للجذر .

الماء يمر من البشـــرة ثم القشـــرة ثم القشـــرة الداخلية ثم الدائرة المحيطة ثم الاوعية الخشـــبية.

ولايعرف بالضبط كيف يمر الماء بصورة عرضية من البشرة حتى الانسجة الخشبية فهل يسير خلال المسافات البينية اوجدران الخلايا او خلال السايتوبلازم او الفجوات.



الحركة خلال المسافات البينية قليلة الاحتمال بسبب احتوائها على الهواء لذلك يعتقد ان طريقة مرور الماء عرضياً من البشرة حتى الخشب قد يكون باحدى الطرق :-

1- خلال الجدار السليلوزي فقط .
2- خلال الجدار السليلوزي والسايتوبلازم دون المرور بالفجوة .
3- خلال القشرة (اي يمر بجدار الخلية) ثم السايتوبلازم ثم الفجوة.

مفهوم الفراغ الحر Free Space or Outer Space Concept

الفراغ الحر هو الفراغ الموجود في الخلايا والذي تنتقل اليه المواد بطريقة حرة وتشـــتمل جدران الخلايا والمسافات البينية بين الخلايا والأوعية والقصيبات الخشبية.

مفهوم الـ Apoplast – Symlast

اقترح Munch (1932) بان النظام المتصـــل بين جدران الخلايا والمســـافات البينية والاوعية القصبية اسم apoplsat ويمكن القول ان الـــ free space يشابه الـــ apoplast كما ان الســـايتوبلازم يرتبط من خلية الى اخرى بواســطة البلازمودوزماتا التي تشــكل نظاما متواصــلاً مترابطاً يسمى symplast.

الاستنتاجات المبنية على قوانين Fick تؤكد فكرة حركة الماء خلال الـــ apoplast بانها الممر المهم لحركة الماء في النبات. اماحركة الماء خلال القشرة الداخلية فان وجود شريط كاسبر (مكون من اللكنين و السـوبرين في جدار الخلايا) يجعل من الصـعب حركة الماء خلال الجدار الخلوي. كما انه ايضـا تصـعب الحركة خلال السـايتوبلازم بسـبب مقاومة السـايتوبلازم بسـبب نشـاط الحركة الانسـيابية للسـايتوبلازم وكثرة العضـيات. عليه افترض حدوث حركة الماء خلال السـايتوبلازم والفجوة.

2. امتصاص الماء المعتمد على الطاقة وليس على الازموزية

يرى البعض ان الماء يدخل الى الخلايا ضد منحدر الطاقة الكامنة للماء وان ذلك يتطلب ضخا حيويا وصرف طاقة قد تأتي من التنفس. اما ادلة امتصاص الماء حيويا فهي:

a. القيم الازموزية المتحصل عليها من الانسجة الحية اقل من تلك للانسجة الميتة.

b. يمكن تثبيط امتصاص الماء بمثبطات التنفس.

يرى البعض ان امتصاص الماء حيوياً لايحدث في النباتات العالية جداً.

الضـغط الجذري Root Pressure. تجمع الاملاح حيويا في القنوات الخشـبية في خلايا الجذور ينتج عنه الضـغط الجذري والذي يترتب عنه حالتان هما النزف Bleeding او Exudation وكذلك الادماع Guttation.

العوامل المؤثرة في امتصاص الماء

1. كمية الماء القابلة للامتصـاص في التربه. النبات يمتص الماء من التربة اذا كان محتوى الماء من التربه يقع بين نقطة الذبول الدائمي والسعة الحقلية.

السـعة الحقلية Field Capacity (F.C) هي المحتوى المائي للتربه بعدما تصـبح مشـبعة بالرطوبة ويترشح الماء الزائد منها.

نقطة الذبول الدائمي Permanent Wilting Point (P.W.P) نسـبة ماء التربه الباقية عندما تكون اوراق النبات النامي في التربه قد ظهرت عليها علامات الذبول الدائمية.

قابلية تجهيز الماء Water Supply Capacity (W.S.C) الفرق في المحتوى المائي بين السعة الحقلية ونقطة الذبول الدائمي.

2. درجة الحرارة. معدل الامتصاص ينخفض بانخفاض الحرارة وهذا يفسر ان امتصاص الماء هو عملية نشـطة معتمدة على توفر الطاقة. انخفاض الحرارة يؤثر على امتصـاص الماء بسـبب (a) انخفاض معدل انتشار الماء (b) قلة نفاذية البروتوبلازم والاغشية (c) قلة العمليات الحيوية

3. تركيز محلول التربه. كلما قل تركيز محلول التربه انخفض الضغط الازموزي(II) وازداد الـ Ψ لمحلول التربه وبذلك يزيد الفرق في الـ Ψ ويزداد الامتصاص.

4. تهوية التربه (توفر O2). التربه فقيرة التهوية تعيق امتصاص الماء من قبل النبات ذلك ان قلة O2 يؤدي الى اعاقة نمو الجذور والعمليات الحيوية الجارية كما ان تراكم CO2 في التربه قليلة التهوية يؤدي الى زيادة لزوجة البروتوبلازم وقلة النفاذية كما يقلل من امتصاص الماء.

5. ارتفاع معدل النتح يزيد الامتصاص.

6. خصائص المجموع الجذري من حيث انتشار المجموعة الجذرية في التربه.

ظاهرة العزل Elimination

هو احدى عمليات انتقال المواد من النبات الى البيئة المحيطة. يعتبر النتح اهم عمليات العزل كما توجد عمليات اخرى هي :

1. Recretion. التخلص من المواد الممتصة من الجذور.

2. Secretion. التخلص من المواد الممثلة مثل فرز الجذور لبعض المواد الممثلة حيويا كالسكريات والاحماض العضوية والفيتامينات والقلويات العضوية والمركبات الفينولية.

3. Excretion. التخلص من المواد المحللة(المهدمة) حيوياًdissimilated

النباتات قد تفرز بعض المواد الفينولية لتمنع منافسة النباتات الاخرى ويطلق على هذة العملية اسم Allelopathy اما اهم المواد المفرزة Chlorogenic acid و Scopolin.