جامعة تكريت
كلية التربية للبنات
علوم الحياة

فسلجة النبات
المحاضرة الرابعة
المرحلة الرابعة

ا.م.د.ايوب جمعه عبدالرحمن

Dr_ayyub_Bio@tu.edu.iq

2024

علاقة النبات بالماء:Plant water relationship

تشمل دراسة علاقة النبات بالماء النظم التي تحكم دخول الماء الى الخلايا النباتية وخروجه منها او حركة الماء من خلية لاخرى داخل التبات نفسه.كما تشمل كيفية صعود العصارة الخشبية في انسجة النبات الى الاوراق وكذلك كيفية حركة وتوزيع المواد الغذائية بعد تصنيعها،فضلاً عن ذلك تشمل دراسة النتح او فقدان النبات للماء.ولفهم علاقة الخلية النباتية او علاقة النبات عموماً يجب معرفة بعض الظواهر الطبيعية التالية:

1–الانتشار: Diffusion

2–الازموزية:Osmosis

3–الطاقة الكيمياوية الكامنة للماء او جهد الماء:Water potential

4–التشرب:Imbibition

*الانتشار:Diffution

عند وضع كمية من السكر في الشاي او الملح في الماء فأن كثيراً من جزيئات السكر او الملح يتحرك او ينتشر الى جهة معينة اكثر من الجهة الاخرى ويطلق على حاصل الحركة او الانتقال بالانتشار.ويستملر الانتشار او الانتقال حتى يحدث التوازن.وعليه فان الانتشار يعني انتقال الجزيئات من التركيز العالي الى التركيز الواطئ.

***العوامل المؤثرة على الانتشار.**

1–مقاومة الاحتكاك:معدل الانتشار يتناسب عكسياً مع مقاومة الاحتكاك اي:

$$\text{Diffution Rate} \quad \frac{1}{F}$$

حيث ان F هي مقاومة الاحتكاك.

اذ ان معدل الانتشار لبخار الماء اكثر بحوالي 1500 مرةمن معدل انتشار الماء السائل بسبب انخفاض مقاومة الاحتكاك لجزيئات بخار الماء ولهذا لاتوجد مقاومة ميكانيكية في جسم النبات لتقليل سرعة حركة الغازات وعلى العكس تنتشر السوائل ببطء. ان المحاليل المائية في النباتات تكون مخففة جداً لدرجة تشابه لزوجتها مع لزوجة الماء ولهذا فان اغلب الذائبات تتعرض تقريباً لمقاومة الاحتكاك نفسها ويمكن اهمال مقاومة الاحتكاك لضألتها.

2–الطاقة الكيمياوية او الجهد الكيمياوي للمادة المنتشرة :Chemical potential

تنتقل الايونات او الجزيئات من الجهة التي يكون فيها تركيز الذرات او الجزيئات او الايونات عالياً الى الجهة التي يقل فيها تركيز هذه المواد.وحسب القانون الثاني للثرموديناميكية فان الحركة الجزيئية تتجه من الجهة ذات الطاقة الحرة العالية الى الجهة ذات الطاقة الحرة الواطئة وبهذا يعتمد الانتشار على معدل حركة الجزيئات وكذلك عدد الجزيئات بوحدة الحجم ويطلق على الطاقة الحرة للمادة التي يعتمد على هذين العاملين اصطلاح الطاقة الكيمياوية او الجهد الكيمياوي Chemical potential والتي تحتسب من المعادلة:

U=RT1nA

حيث ان:

U=هي الطاقة الكيمياوية للمادة النتشرة بوحدة ( )

R=هو معامل الغاز الثابت ويساوي ( )

T=هي درجة الحرارة المطلقة

A=هي الفعالية او التركيز الفعال للمادة النتشرة

1n=هو اللوغاريتم الطبيعي ويساوي

يتضح من المعادلة اعلاه انه عند ثبوت درجة الحرارة فان الطاقة الكيمياوية تتناسب مع فعالية المادة او تركيز المادة.اي عند ثبات درجة الحرارة فان المواد المنتشرة تنتشر من المنطقة ذات التركيز العالي الى المنطقة ذات التركيز الواطئ.

3–المساحة او المسافة:ان معدل الانتشار يعتمد على المساحة التي تمر عبرها المادة المنتشرة زكذلك المساحة الواقعة بين المنطقتين ذات التركيز المختلف وقد ادمج عاملا فرق التركيز والمسافة باصطلاح منحدر التركيز Concentration gradiants بوحدة المساحة. وان العلاقة الكمية يوضحها قانون Fick الاول للانتشار والذي ينصح للنقل في المسافات القليلة مثل (عبر الاغشية) وكما يلي:

$$\frac{S}{t} = Da\frac{C1-C2}{x}$$

حيث ان :

S=هي كمية المادة المنتشرة بالمول

t=هو الوقت بالثواني

D=هو معامل الانتشار

a=هي مساحة المقطع بالسم^2

C_1=هو التركيز العالي بال Mole/liter

C_2=هو لتركيز الواطئ بال Mole/liter

X=هو سمك المقطع او المسافة بين C1 او C2 بالسم

اما في حالات المسافات الاكثر بعدا فقد يستعمل قانون Fick الثاني التي تكون فيها المعادلة من نوع تفاضلية Differential Equation ويلاحظ ان:

$$\frac{ds}{dt} = Da \frac{dc}{dx}$$

حيث ان:

=هي منحدر التركيز

D=معامل ثابت لكل مادة منتشرة في وسط معين وفي ظروف درجة الحرارة القياسية.

4–ان سرعة الانتشار تتناسب عكسياً مع حجم الذرات او الجزيئات او الوزن الجزيئي او الوزن الذري اي الجزيئات الصغيرة تنتشر يسرعة اسرع من انتشار الجزيئات الكبيرة.

5–درجة الحرارة:يزداد معدل الانتشار بازدياد درجة الحرارة لزيادة الطاقة الحركية للجزيئات وبالتالي زيادة سرعة حركة جزيئات الدقائق.وانه كلما زاد تركيز وسط الانتشار قلت سرعة انتشار جزيئات المادة وخصوصاً الغاز.

6–قابلية ذوبان الدقائق المنتشرة:ان منحدر التركيز يتوقف ايضاً قابلية ذوبان المادة المنتشرة في الحاجز التركيبي n(حاجز او فاصل يسمX ،Partition وهو جسم منغمزفي المحلول) ويطلق على قابلية ذوبان المادة المنتشرة في الحاجز التركيبي بنفاذية Permeability الحاجز للمادة المنتشرة.فاذ كان الحاجز رقيقاً يسمى بالغشاء.ولهذا فان معدل انتشار المادة خلال وحدة مساحة المقطع في الغشاء تعتمد على درجة الحرارة ومنحدر التركيز وحجم الدقائق المنتشرة فضلاً عن نفاذية الغشاء لتلك المادة.

***الانتشار في النبات:**

ان بعض المواد ينقل من البيئة الى النبات عن طريق الانتشار فمثلاً غاز ثاني اوكسيد الكربون ينتشر خلال جسم النبات عن طريق الثغور وكذلك يخرج الاوكسجين وبخار الماء،ومن التربة يمر الايونات الموجبة والسالبة للاملاح غير العضوية وكذلك يمر الماء بفعل الانتشار عن طريق المجموعة الجذرية ويتم ايضاً عن طريق الانتشار فقدان الجذور لغاز ثاني اكسيد الكربون ومركبات اخرى وخروجها للتربة.

*ظواهر الانتشار(الازموزية او النفاذ) Osmosis

ان ملئ مثانة الحيوان بمحلول سكري ووضعها في الماء يؤدي الى انتقال الماء من الوسط الخارجي (الماء النقي)الى داخل المثانة وينتج عن ذلك ازدياد حجم المحلول في المثانة محدثة ضغط على الجدران الداخلية لها.وبما ان هذا الضغط ينشاء من دخول الماء الى المحلول فقد يطلق عليه الضغط الازموزي.وهي نوع خاص من الانتشار التي تشمل حركة الماء خلال غشاء نصف ناضح من المكان ذي القوة الدافعة العالية للماء Water potential الى الجهة الاقل منها.فالازموزية تحدث خلال غشاء نص ناضح.هذا وتوجد الاغشية بعدة انواع تقسم تبعاً الى قابلية نفاذيتها الى:

1–الغشاء النفاذ :Permeable memberane:وهي التي تسمح لجزيئات المادة الذائبة او المذيب بالنفاذ خلاله مثل ورقة الترشيح.

2–الغشاء غيرالنفاذ Impermeable memberane: وهي التي لاتسمح لجزيئات المواد المختلفة بالنفاذ خلاله مثل الزجاج.

3–الغشاء نصف الناضح:Semipermeable memberane: وهي التي تسمح لجزيئات المذيب بان تمر من خلاله ولم يسمح لجزيئات المذاب بالنفاذ وقد يكون طبيعياً كالمثانة او اصطناعياً كورقة السيلوفان او البارشمنت او الكلوديون.

هذا وقد وجد ان معظم اغشية الخلايا النباتية تسمح لمرور بعض المواد المذابة بالاضافة الى المذيب ولهذا يسمى الغشاء بالغشاء متمايز النفاذية Defrentious permeable memberane او ذات نفاذية اختيارية Slected permeable وهذا مايسبب بعض التعقد في موضوع النفاذية.فمن الواضح ان معدل حركة الماء الازموزية ومدى حدوث التوازن سوف يعتمد على طبيعة الغشاء.فكلمل كان الغشاء منفذاً لجزيئات الماء بسهولة ازدادت حركة الماء الازموزية.فالاغشية المبللة تنفذ الماء اسرع من الاغشية الجافة(الاغشية الجافة في البذور)اما نفاذية الغشاء للدقائق المذابة فسوف تحدد معدل التوازن المعتمد على التركيز والضغط في جهتي الغشاء ولهذا اقترح اصطلاح يتضمن العلاقة بين نفاذية الغشاء للماء والمذاب سمي Reflection Coefficient(σ) فعندما

فعندما تكون(σ)تساوي الواحد يكون الغشاء نصف ناضح ولايسمح بمرور اي مادة مذابة ويكون النظام الازموزي مثالياً.ولكن عندما تكون (σ)اقل من الواحد لبعض الذائبات فان تلك الذائبات سوف تمر خلال الغشاء.وفي حالة كون(σ)اقل من الواحد لجميع الذائبات فان التوازن النهائي سوف يعتمد على الضغط الازموزي بين طرفي النظام الازموزي.اما عندما تكون(σ)تساوي الصفر فهذا يعني ان الغشاء يكون فاقداًللحيوية ومنفذاً لجميع المواد المارة.

هذا واقترح Ray وغيره من االباحثين بان الماء لايتحرك بالانتشار خلال الاغشية(تحرك جزيئات منفردة حسب حسب طاقتها الحركية)ولكنه يتحرك بكميات هائلة وبشكل جزيئات هائلة العدد وسميت هذه الطريقة بالجريان الكبير (Bulk flow) خلال فتحات الاغشية وان هذه الحركة تحدث استجابة لمنحدر الضغط Pressure gradient ومن المرجح ان حركة الماء الازموزية عملية ثرموديناميكية معتمدة على الانتشارالمتسبب عن منحدر طاقة الماءWater potential عل الرغم ان بعض حركات الماء قد تكون من نوع Bulk flow هذا وقد اطلق على تقيد انتشار دقائق المذاب مقارنة بالمذيب ومايترتب على ذلك بما يسمى بمنحدر القوة الدافعة (او الطاقة الكامنة) للماء Potential gradiant فاذا وجد ماء نقي على جهة واحدة ومحلول على الجهة الاخرى المفصولة بغشاء نصف ناضح فان القوة الدافعة للماء في المحلول تكون اقل من الماء النقي للماء النقي تحت الضغط الجوي الواحد يعادل صفراً.وكذاك فانWater potentialووجد ان Water للمحلول يكون اقل من الصفر (او اي قيمة عددية سالبة) ولكن بعد التنافذ وحصول التوازن فانه يكون للجانبين متشابهاً.

***الضغط الازموزي:Osmotic pressure**

وهو احد مكونات جهد الماء Water potential فعند فصل محلول عن المذيب(الماء النقي) بغشاء نصف ناضح يتحرك المذيب باتجاه المحلول بسبب الطاقة الكيمياوية الكامنة للمذيب في حالته النتقية ويطلق على هذ العملية بالتنافذ او الازموزية.اما فرق الضغط الذي يجب اضافته الى المحلول لمنع حركة المذيب فتسمى بالضغط

الازموزي.لذلك فان الضغط الازموزي هو الضغط المسلط على محلول ما لمنع انتقال جزيئات الماء النقي لى المحلول عبر غشاء نصف ناضح.

***الضغط الانتفاخي:Turgor pressure**

وهو ايضاً من مكونات ال Water potential .من المعلوم ان سايتوبلازم الخلية النباتية وكذلك الجسيمات العضوية Organelles تكون محاطة باغشية حية شبه منفذة.اما جدار الخلية فهو منفذ لجميع المواد.وعند وضع الخلية النباتية في الماء وبسبب ان ال(ψ)(الطاقة الكيمياوية الكامنة للماء) في العصير الخلوي يقل كثيراً بسبب وجود الذائبات في العصير الخلوي فانه يقل كثيراً عن (ψ)للمحلول الخارجي لذلك يتحرك الماء الى داخل الخلية وبالتاي تمتلىء الخلية ويزداد حجمها ولكنها لاتنفجر ويحدث ان تضغط محتويات الخلية وخاصة الغشاء االبلازمي على الجدار الخلوي ويسمى الضغط الحقيقي والمسؤول عن دفع محتويات الخلية الى الجدار الخلوي بالضغط الانتفاخي Turgor pressure وهذا الضغط يقابله(يعاكسه) ويساويه في المقدار صغط الجدار السليلوزي Wall pressureغير المرن نسبياً من الخارج على محتويات الخلية بما فيها العصير الخلوي.ونتيجة لانتفاخ الخلية وامتلائها فان ال Water potential للعصير الخلوي يزداد الى ان يتوازن تقريباً مع (ψ) للمحلول الخارجي.

ويقال للخلية في هذه الحالة بانها منتفخة Turged وهذه الخلايا نراها عندما تزود النبات بأحتياجاتها من الماء.اما في حالة العطش فاننا نرى الخلايا تنقبض او تذبل الاوراق.ويذكر ان الخلايا الحيوانية عديمة الجدار الخلوي لاتستطيع العيش الا في المحاليل الازموزية المشابهة تقريباً لعصيرها الخلوي لان عند وضعها في الماء او في محاليل مائية مخففة تمتلىء وتنفجر.