اسم المادة: مادة فسلجة نباتات - نظري
المرحلة: الرابعة
اعداد
د.عمر عبدالموجود عبدالقادر
د.زيد محمد طلال الحبار
صدام إبراهيم يحيى

فسلجة النبات

Plant Physiology

ان علم فسلجة النبات يبحث في كيفية أداء النبات لوظائفه الحيوية المختلفة، والمتعلقة بنمو وتطور النباتات، كما يعتمد علم الفسلجة على العلوم الزراعية في تفسير تأثيرات البيئة والوراثة على وضائف وتركيب الخلايا والأنسجة والأعضاء.

لقد حاول الانسان منذ قديم الزمان معرفة تركيب اجزاء النبات والوظائف التي تقوم بها هذه الأجزاء، وكان روبت هوك من عرف الخلية على انها وحدة بناء الكائن الحية، ثم توالت الاكتشافات لأجزاء الخلية كالنواة والميتوكوندريا والبلاستيدات ... وغيرها، كما تم اكتشاف العمليات التي يقوم بها النبات وميكانيكية هذه العمليات، كالتنفس والتركيب الضوئي وامتصاص الماء والعناصر الغذائية ... الخ.

الخلية النباتية

لاحظ العالم الإنجليزي روبرت هوك Robert Hooke عام 1665 عند فحصة قطعة صغيرة من الفلين بواسطة مكروسكوبه البدائي ان هذه القطعة تتكون من وحدات صغيرة أطلق عن كل وحدة اسم الخلية (cell) والتي هي وحدة بناء الكائن الحي سواء كان نباتاً او حيواناً، أي انها أصغر تركيب منظم موجود في الطبيعة قابل للنمو والتكاثر وتختلف الخلايا في اشكالها ووظائفها واحجامها. كما تختلف الخلية النباتية عن الخلية الحيوانية بعدة فروق أهمها:

1. الخلية النباتية تحتوي على جدار الخلية بعكس الخلية الحيوانية التي لا تحتوي على هذا الجدار.
2. تمتلك الخلية النباتية البلاستيدات الخضراء حيث تقوم بعملية التركيب الضوئي.
3. تمتلك الخلية النباتية فجوة كبيرة.

والنبات مكون من خلايا يمكنها القيام بعمليات مختلفة مثل التنفس والتركيب الضوئي وتكوين البروتين وتحويل المواد من شكل الى اخر وانقسام الخلايا وتكوين خلايا جديدة، هذه الخلايا تتجمع بشكل منسق حيث يكمل بعضها البعض لتكون الكائن الحي. حيث تتجمع الخلايا المتشابه مع بعضها لتكون نسيج (نسيج البشرة)، وتتجمع الانسجة مع بعضها لتكون عضو (مثل الورقة النباتية التي تتكون من عدة انسجة)، وتتجمع الأعضاء مع بعضها لتكون الكائن الحي، وقد تكون الخلية الواحدة كائن حي كما هو الحال مع البكتريا.

وسوف نتطرق الى بعض أجزاء الخلية:

جدار الخلية: وهو جدار صلب يحيط بالخلية النباتية، وهو غير موجود بالخلية الحيوانية، ويزداد طولاً نتيجة الضغط الداخلي كما يزداد سمكاً نتيجة الإضافات المستمرة الى الداخل. ويتكون جدار الخلية بصورة رئيسية من السليلوز الذ يكون بشكل الياف موزعة توزيع غير منتظم وبعدة طبقات، كما يحتوي جدار الخلية على مواد أخرى مثل الهميسليللوز Hemicellulose، مواد بكتينيه (غروية)، Lignin (مواد فينولية)، suberin (شمعية)، Cutin (شمعية)، مواد بروتينية.

يبدأ تكوين جدار الخلية عند انقسام الخلايا، حيث تتجمع الشبكة الاندوبلازمية في المنطقة التي تفصل بين الخليتين، وتتكون الصفيحة الوسطى middle lamella التي تتكون بصورة رئيسية من مواد بكتينيه، يبدأ بعدها بروتوبلازم الخليتين المتجاورتين بإفراز السليلوز والبكتين الى جانبي الصفيحة الوسطى وهذا يكون الجدار الاولي Primary cell wall، ويكون الجدار الاولي غير سميك ومرن ويكون من السليلوز والبكتين، وبعد بلوغ الخلية يقوم البروتوبلازم بإحاطة جدار الخلية من الداخل بجدار ثانوي يكون بشكل رئيسي الياف سليلوزية ويختلف ترتيب الالياف السليلوزية في الجدار الاولي عن ما هو في الجدار الثانوي.

الغشاء الخلوي: من المعروف ان الخلايا النباتية تتكون او تحتوي على أجزاء عديدة منها النواة والبلاستيدات والمايتوكوندريا والفجوات إضافة للسايتوبلازم وغيرها من المكونات. هذه الأجزاء تحتاج الى غشاء بيئات صغرى لكي تؤدي وضائقها الفسيولوجية بصورة صحيحة، وعليه برزت الحاجة الى امتلاكها (احتوائها) الاغشية التي تفصلها نسبياً وتسهل سير العمليات الحيوية وتكاملها مع العمليات الحيوية الأخرى التي تجري في أجزاء الخلية، ويطلق على مجموعة الاغشية التي توجد في الخلية بالأغشية الخلوية، تمتاز الاغشية الخلوية بمرونتها والغشاء الخلوي رقيق جداً ولا يمكن تميزه عن بقية البروتوبلازم الا بالمكروسكوب الالكتروني حيث يظهر كمحيطين غامقين ويتركب الغشاء الخلوي من البروتين والدهون.

ومن اهم وضائف الغشاء الخلوي السيطرة على دخول وخروج المواد، أي نفاذية الخلية، كما تحتوي الاغشية الخلوية على العديد من الانزيمات والحوامل carriers، وهي مكان لحدوث الكثير من العمليات الحيوية.

السيتوبلازم: وهو المادة الأساسية لمحتويات البروتوبلازم ويتكون من البلازما الأساس (cytoplasmic matrix)، والذي هو عبارة عن نظام غروي معقد التركيب سائل القوام واكثر لزوجة من الماء، كما تختلف لزوجته باختلاف الخلية ونوعها وعمرها، يحتوي سيتوبلازم الخلايا النشطة فسيولوجياً على نسبة عالية من الماء يصل نسبته الى 90%، اما الخلايا غير النشطة مثل البذور المخزنة تصل نسبة الماء فيها الى 15%، وقد تصل الى اقل من ذلك (قد تصل الى 4% وعليه نلاحظ حساسية الانسياب السيتوبلازمي في خلايا البذور الجافة)، فضلا عن الماء يحتوي السيتوبلازم يحتوي عل مواد مختلفة من البروتينات والدهون وبعض الاحماض النووية والاحماض العضوية والسكريات والاملاح المعدنية بنسب مختلفة للأنسجة النباتية المختلفة، وتتأثر فعالية السيتوبلازم بالـ pH (بما ان pH معظم الخلايا النباتية يتراوح بين 7.5 الى 6.6 لذا يحمل سيتوبلازم الخلايا الشحنة السالبة)، كما ان فعالية السيتوبلازم تتأثر

بدرجات الحرارة المرتفعة والمنخفضة، والسيتوبلازم يفقد فعاليته في درجات الحرارة المرتفعة، كما ان درجات الحرارة المنخفضة تسبب اضرار للسيتوبلازم حيث تتكون بلورات ثلجية داخل المسافات البينية، ومن الجدير بالذكر ان سيتوبلازم الخلايا المتجاورة تتصل بعضها ببعض عن طريق الخيوط السيتوبلازمية ، ويحتوي السيتوبلازم على جميع الانزيمات اللازمة للقيام بالتفاعلات الحيوية تنجزها الخلية، وهو محل او مكان لحدوث جميع التفاعلات من تنفس وتركيب ضوئي وتكوين بروتين واحماض دهنية.

مميزات السيتوبلازم:

1- الانسياب السيتوبلازمي: يتحرك السيتوبلازم داخل الخلية وتسمى هذه الحركة بالحركة السيتوبلازمية، ويستدل عن هذه الحركة بملاحظة حركة البلاستيدات، وتتأثر هذه الحركة بالظروف الخارجية كدرجة الحرارة. تتخذ حركة السيتوبلازم شكلين فهي اما محيطية او دائرية، حركة السايتوبلازم محيطية عندما تكون النواة في وضع جانبي نتيجة لوجود فجوة كبيرة تحتل وسط الخلية ويتحرك السيتوبلازم بمحاذات جدار الخلية، اما الحركة الدائرية فتحدث عندما تكون النواة في وسط الخلية تقريباً، واهمية الحركة السيتوبلازميه هي تسهيل انتقال المواد داخل الخلية وتوزيعها من خلية الى أخرى.

2- وجود الاغشية السيتوبلازمية: يحد السيتوبلازم غشاء يدعى Ectoplast، ويمثل هذا الغشاء حاجز رئيسي لانتشار الذائبات من والى الخلية النباتية، كما يضم السيتوبلازم من الداخل غشاء يحيط بالفجوة من الداخل يسمى Tonoplast، والأخير يلعب نفس دور Ectoplast ولكن بين الفجوة ومحيطها ضمن نفس الخلية، ويمكن تميز اغشية السيتوبلازم بواسطة المجهر الالكتروني وتتميز هذه الاغشية بخاصيتين هما النفاذية الاختيارية والنقل الفعال.

الشبكة الاندوبلازمية Endoplasmic reticulum:

شبكة انابيب دقيقة (قطرها حوالي 400–500 انجستروم) تشبه غشاء البلازما في التركيب، يتم تجزئة السيتوبلازم الى العديد من الغرف الصغيرة (compartment) وبذلك تؤدي الى فصل الانزيمات عن بعضها البعض الامر الذي يسهل حدوث تفاعلات حيوية بصورة منتظمة، وقد تمتلك الشبكة الاندوبلازمية بجسيمات الرايبوسوم Ribosome وعند أذ تسمى الشبكة الاندوبلازمية الخشنة. ان الوظيفة الأساسية هي توفير حيز محدد للتفاعلات الانزيمية كما تسهم في تخزين البروتين في الخلية.

شبكة إندوبلازمية ملساء

وظيفتها :

- تخليق الليبيدات في الخلية.
- تحويل الكربوهيدرات إلي جليكوجين.
- تعديل طبيعة بعض المواد الكيميائية السامة للخلية لتقليل سميتها.

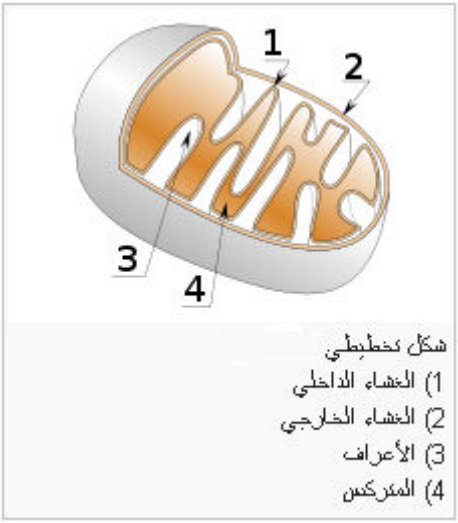
شبكة إندوبلازمية خشنة :

وظيفتها :

- تخليق البروتين في الخلية.
- إدخال التعديلات علي البروتين الذي تفرزه الريبوسومات.
- تصنيع الأغشية الجديدة بالخلية.

الميتوكوندريا (بيوت الطاقة) mitochondrion:

عبارة عن جسيمات صغيرة مبعثرة في سيتوبلازم الخلايا بيضوية الشكل (احياناً انبوبية)، وتحاط الميتوكوندريا بغشاء مزدوج خارجي وداخلي، والغشاء الداخلي يبرز الى الداخل حيث تمتد منه عدة بروزات الى الداخل. ومن اهم وضائف الميتوكوندريا هو تكوين الطاقة اللازمة لفعالية الخلايا، أي انتاج ATP.



البلاستيدات الخضراء chloroplast:

مجموعة من العضيات السايتوبلازمية التي شوهدت في الخلايا حقيقية النواة Eukaryotes ولم تشاهد في الخلايا بدائية النواة prokaryotes وهي تمثل انواع متعددة ومختلفة من العضيات السايتوبلازمية التي ترتبط ببعضها بعلاقة تطورية ويطلق على هذه الانواع جميعها في مراحل نموها الاولى بالبلاستيدات الاولية Proplastids. تكون البلاستيدات الاولية صغيرة جداً بحيث يصعب تمييزها بالمجهر الضوئي غير انها تلاحظ باستعمال المجهر الالكتروني وربما تعتبر مصدر نشوء جميع انواع البلاستيدات في النباتات الراقية اما بالنسبة للبلاستيدات الناضجة فيمكن تمييزها على اساس محتوياتها الى انواع مختلفة منها:

1- البلاستيدات الملونة Chromoplasts

وهي مجموعة البلاستيدات مختلفة الالوان مثلاً الصفراء او البرتقالية والتي تكون موجودة في تويج الازهار والفواكه بالإضافة الى بذور قسم من النباتات الراقية وبصورة عامة تحتوي هذه البلاستيدات على كمية قليلة من صبغة الكلوروفيل Chlorophyll وتكون ذا فعالية قليلة بالنسبة الى عملية التركيب الضوئي ومن الاصباغ الاخرى التي تحملها كذلك هي Lycopene في الطماطة و Phycoerythrin و Phycocyanin في الطحالب والاشنات الملونة

2- البلاستيدات الخضراء Chloroplasts

وتحتوي على صبغات خضراء من الكلوروفيل والتي تكون محجوبة بصبغات اخرى وهذا النوع يعد الاساسي في عملية التركيب الضوئي.

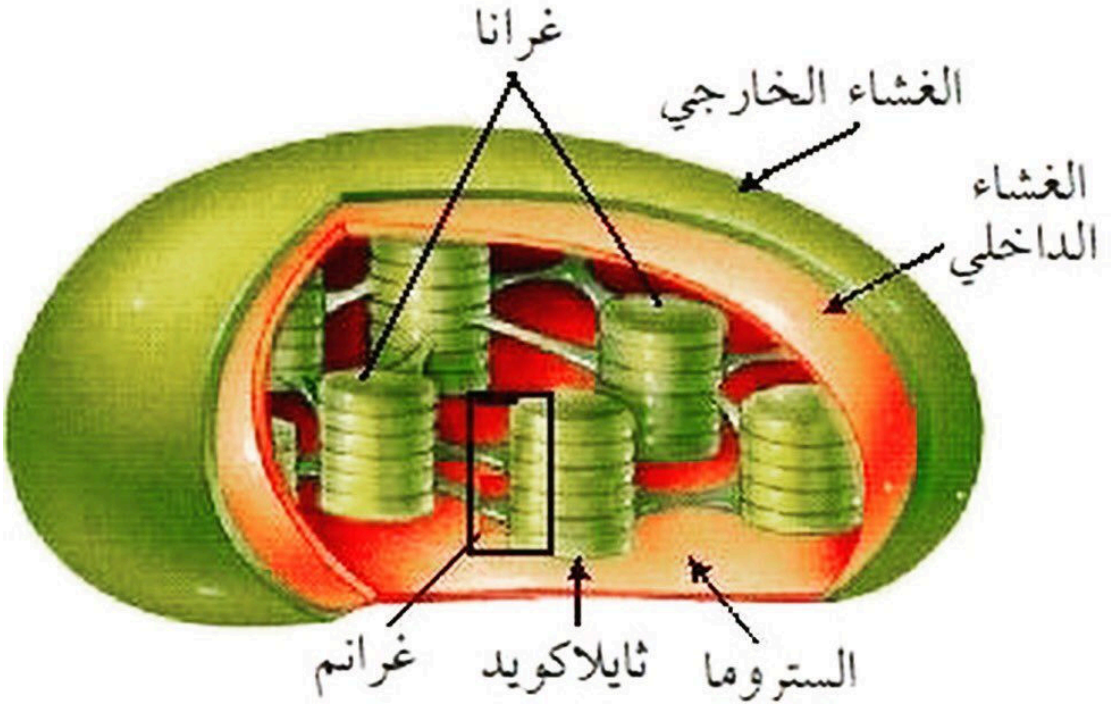
3- بلاستيدات عديمة اللون Leukoplasts

وهذه البلاستيدات موجودة في الخلايا الخازنة وغير المعرضة للضوء او في فلق البذور وتكون عصوية الشكل او كروية وتشمل انواع مختلفة منها:

1- Amyloplasts بلاستيدات عديمة اللون تخزن حبيبات نشوية.

2- Elaioplasts بلاستيدات عديمة اللون تخزن الشحوم.

3- Proteinoplasts بلاستيدات عديمة اللون تخزن بلورات بروتينية.



اجسام جولجي Golgi apparatus:

اول من لاحظ وجود هذه الاجسام هو العالم Golgi (توجد في النباتات العليا فقط) عندما كان يدرس الخلية الحيوانية، وقد سميت بجهاز جولجي نسبة الى هذا العالم،

وكان الاعتقاد السائد ان هذه الاجسام موجوده فقط في الخلايا الحيوانية حتى تم اختراع الميكروسكوب الالكتروني الذي اثبت وجودها في النباتات، حيث يمكن مشاهدتها في هذا الميكروسكوب منتشرة في السيتوبلازم، وهي مجموعة غير منتظمة من الاوعية تتركب من الدهون والبروتين، اما وضيفة اجسام جولجي فيعتقد انها تساعد في بناء الغشاء الخلوي وجدار الخلية بإضافة مواد بروتينية مما يزيد من مساحتها، وهذا يحدث بشكل خاص في الخلايا المنقسمة، كما انها تفرز بعض الانزيمات المهمة في بناء الخلية.

الرايبوسومات Ribosomes:

جسيمات كروية صغيرة جداً توجد حول الشكية الاندوبلازمية او مصاحبه لها بصورة حره في السيتوبلازم، ويعتقد انها تساهم في تصنيع وإنتاج انزيمات التحلل (انزيم تحليل البروتينات Protase، انزيم تحليل الدهون lipase، انزيم تحليل الكربوهيدرات amylase)، ان الخلايا المرستيمية والنشطة فسيولوجيا تكون غنية بالرايبوسومات.

النواة Cell nucleus:

توجد النواة في اغلب الخلايا، والنواة عبارة عما يشبه الكرة مطمورة في السيتوبلازم، ويختلف حجمها تبعاً لنوع الخلية، ويبلغ وزنها 8% الى 10% من وزن الخلية.

تحاط النواة بغشائيين فيهما بعض الثقوب وسائل داخلي كثيف ويتصل الخارجي للنواة بالشبكة الاندوبلازمية، ويحتوي السائل الداخلي للنواة على الكروموسومات، وفي داخل النواة توجد النوية وقد يكون هنالك اكثر من نوية (تحتوي خلايا البصل 4 نويات)، من وضائف النواة الرئيسية انها تتحكم في جميع العمليات الحيوية التي تحدث في السيتوبلازم، ونقل المعلومات الوراثية من جيل لأخر.

الخيوط السيتوبلازمية Plasmodesmata:

وضيفتها الربط بين الخلايا، حيث تنتقل المواد الحيوية والايونات والمواد الغذائية بين الخلايا، وبذلك تسهل حدوث العمليات الفسيولوجية، بما ان الشبكة الاندوبلازمية تخترقها الخيوط السيتوبلازمية فأن سيتوبلازم الخلايا المتجاورة متواصلاً.

الفجوات vacuole:

الفجوات تجويف في السيتوبلازم مملوء بسائل يسمى بالعصير الخلوي، والفجوات تختلف باختلاف الخلايا، فالخلايا المرستيمية والغير ناضجة تكون مملوءه بالسيتوبلازم كثيف يشكل حوالي 90% من حجم الخلية. هنالك العديد من الفجوات الصغيرة تتحد مع بعضها لتكون فجوة واحدة كبيرة تشكل 90% من حجم الخلية الناضجة.

والفجوة محاطة بغشاء رقيق يعرف بالـ Tonoplast وهو يفصل بين السيتوبلازم والفجوة، هذا ويعد الماء المكون الرئيسي لعصير الفجوة حيث توجد فيه مواد عديدة كالبروتينات والاحماض العضوية (oleic, oxalic acid) كذلك السكريات والمواد الدهنية والصبغات والمواد المعدنية (كلوريدات، نترات).

ومن اهم وضائف الفجوة هو انها تعتبر المكان الرئيسي لتجمع نواتج التفاعلات الحيوية كالسكريات والاملاح والاحماض العضوية وبعض المركبات السامة (المركبات الفينولية)، كذلك تتجمع في الفجوة المواد الغير قابلة للذوبان بشكل رواسب او بلورات مثل اوكزالات الكالسيوم وبذلك تستطيع الفجوة جمع هذه المواد الضارة وتفصلها عن السيتوبلازم.

كما ان الفجوة تحافظ على الضغط الانتفاخي للخلايا، حيث ان المواد الذائبة في عصير الفجوة تسبب زيادة الضغط الاسموزي في الخلية، وبالتالي امتصاص الخلية للماء وانتفاخها، ولهذه الظاهرة أهمية كبرى في التحكم بصلابة النبات، واذا خرج الماء

من الفجوة بكثرة فان الخلية تتبلزم وينكمش بروتوبلازم الخلية، ويبتعد عن جدار الخلية ويحدث شد (توتر) كبير على الخيوط السيتوبلازمية بحيث قد يؤدي الى تقطعها عند ذلك يفقد البروتوبلازم حيويته. (ماهي البلزمة؟)

المحتويات غير الحية Non-living content

وهي مكونات غير حية توجد بشكل ذائب او غير ذائب في عصير الفجوات او في السيتوبلازم على هيئة بلورات، وهذه المواد نواتج العمليات الحيوية، كما ان وجودها يكون غير مرغوب به في السيتوبلازم لتأثيره الضار عليه.

المحاليل

في دراستنا لفسلجة النبات قلما يتم التعامل مع المادة بشكلها النقي، فلماء يحمل معه مواد كثيرة ذائبه، كما ان الماء يوجد بداخل الخلية بشكل محلول، والذي هو عبارة عن سائل يحتوي على اكثر من مادة، والمحلول يتكون من مذيب ويمثل الوسط الذي تذوب به مادة أخرى، ومذاب وهو الجزء الذائب في المادة الأخرى (أي المذيب). وجميع التفاعلات تحدث في وسط مائي وعليه من الضروري دراسة أنواع المحاليل.

تقسيم المحاليل حسب عدة اعتبارات:

أ- حسب الصفات الكيمياوية، وهذه تقسم بدورها الى:

1. محاليل متأينة: وهي المحاليل التي تكون فيها المادة المذابة بشكل ايوني، بمعنى اخر انقسام جزيئات المذاب الى ايونين او اكثر، ومثال على ذلك محلول ملح الطعام Nacl حيث يعطي ايونين Na وcl، وتحا هذه الايونات بجزيئات الماء التي تمنع اتحاد هاذين الايونين مع بعضهما، لكن عندما يتبخر الماء ترجع هذه الايونات الى بعضها البعض نتيجة تجاذب الشحنتين المختلفتين فيكونان ملح الطعام Nacl.
2. محاليل غير متأينة: وهي المحاليل التي تبقى فيها جزيئات المذاب متحدة دون انفصال، بمعنى اخر ذوبان دون تأين وإعطاء ايونات كما هو الحال في المحاليل المتأينة، ومثال على ذلك محول السكر.

   لا يمكن توصيل التيار الكهربائي في محلول السكر، والكحول والنفط في الماء لأنها لا تتأين أي لا تكون ايونات داخل المحلول.

ب- حسب الحالة الفيزيائية: حيث هنالك تسعة أنواع من المحاليل، وهي:

1. محاليل المادة الغازية في السائلة، مثل Co_2 في الماء.
2. محاليل المادة السائلة في السائلة، مثل كحول في الماء.

3. محاليل المادة الصلبة في السائلة، مثل ملح الطعام في الماء.
4. محاليل المادة الغازية في الغاز، مثل o_2 وCo_2 في الهواء.
5. محاليل المادة السائلة في الغاز، مثلا الضباب (قطرات الماء الدقيقة في الهواء).
6. محاليل المادة الصلبة في الغاز، مثلا دخان المصانع في الهواء.
7. محاليل المادة السائلة في الصلبة، مثلا تشرب الماء بالخشب.
8. محاليل المادة الغازية في الصلبة، مثلا الهواء في قطعة الطباشير.
9. محاليل المادة الصلبة في الصلبة، مثلا السبائك.

ج- حسب تركيز المحلول: ويقسم الى:

1. محلول مخفف: تكون فيه المادة المذابة اقل من الكمية المطلوبة لإشباع المذيب.
2. محلول مشبع: وهو المحلول الذي يحتوي على كمية من المادة المذابة قادرة على اشباع المذيب.
3. محلول فوق الاشباع: وهو المحلول الذي يحتوي على عدد من جزيئات المادة المذابة اكثر من قدرة المذيب على حمل هذه الجزيئات تحت الظروف القياسية.

اسم المادة: مادة فسلجة نباتات - نظري
المرحلة: الرابعة
اعداد
د.عمر عبدالموجود عبدالقادر
د.زيد محمد طلال الحبار
صدام إبراهيم يحيى

الغرويّات colloidal system

عند إضافة تربة الى أسطوانة تحتوي على الماء ورجها جيدا وتركها نلاحظ ترسب حبيبات التربة الثقيلة وبقاء الحبيبات الصغيرة الحجم عالقة في المحلول، حيث يسمى المحلول حين اذ بالمحلول الغروي.

خواص المحاليل الغرويّة: تتميز المحاليل الغرويّة بعدة خواص منها: -

1- ظاهرة تندالTyndall Phenomenon : وهي ظاهرة ضوئية تتميز بها المحاليل الغرويّة عن المحاليل الحقيقية (المحاليل الحقيقية: مواد تذوب اذابة كاملة بالماء لصغر حجمها) فعند مرور شعاع ضوئي محصور قرب محلول حقيقي مثل محلول ملح الطعام Nacl محضر في قنينة زجاجية فأننا لا نلاحظ مسار الاشعة الضوئية، لكن في المحاليل الغرويّة من الممكن ملاحظة سير الاشعاع الضوئي بكل سهولة، والسبب في ذلك ان جزيئات المحلول الحقيقي لا تنشر الاشعة الضوئية بعكس الحال مع المحاليل الغروية ذات الجزيئات الأكبر، وتستعمل هذه الظاهرة للتميز بين المحلول الحقيقي عن المحلول الغروي.

2- الحركة البراونية Brownian Movement: - سميت بالحركة البراونية نسبة الى العالم روبرت براون الذي لاحظ ان جزيئات المحلول الغروي تتحرك بشكل عشوائي وفي جميع الاتجاهات، وسبب الحركة البراونية هوا اصطدام جزيئات المذيب (وسط الانتشار) بسطح المواد الغروية العالقة، ولا نلاحظ هذه الحركة في المحاليل الحقيقية. تزداد درجة حرارة المحلول الغروي بزيادة الحركة البراونية للدقائق بسبب ازدياد الطاقة الحركية لجزيئة المحلول الغروي.

3- الترشيح Filtration: - يمكن عزل المذاب والمذيب في المحلول الغروي باستعمال ورق ترشيح خاص (Ultra-Filters) اما المحاليل الحقيقية فلا يمكن فصلها لصغر حجمها. كما ان الدقائق الغروية تترسب بعملية الطرد المركزي Centrifuge.

4- الادمصاص او التجمع السطحي Adsorption:- تدعى ظاهرة التصاق الايونات على سطح الاجسام او المواد بالادمصاص. وتعتمد قوة الجذب على المساحة السطحية والتركيب الكيمائي للمادة ومن المعروف ان الغرويات تمتلك قابلية ادمصاص كبيرة نظراً لكبر مساحتها السطحية (قياساً الى الحجم).

5- الترسيب precipitation:- ان إزالة الشحنات الكهربائية السالبة او الموجبة من سطوح الغرويات يؤدي الى تجمع وترسب جزيئات الحبيبات الغروية من المحلول الغروي، ويمكن اجراء ذلك بإضافة Hcl الى المحلول الغروي لكبريتيد الزرنيخ (Hcl مواد متأيّنة). وتعتمد قابلية المواد على الترسيب من خلال إزالة شحنتها على تكافئها فالأيونات الأحادية التكافؤ اقل قابلية في إزالة الشحنة من الايونات الثنائية.

ويمكن ملاحظة ظاهرة ترسب الطين عند مناطق اتصال الأنهار بالبحار الحاوية على مواد متأيّنة (املاح مختلفة) حيث يفقد الطين شحنته فتتكون الدلتا، كما هو الحال بدلتا النيل في مصر. مياه البحر حاوية على املاح مختلفة فعند الاتقاء تتعادل شحنات دقائق الطين الغرويّة السالبة مع الشحنات الموجبة الناتجة من ايونات الاملاح ويترسب الطين ويكون الدلتا.

6- الشحنات الكهربائية:- تحمل الدقائق الكهربائية على سطحها شحنات كهربائية، وهذه الشحنات قد تكون سالبة او موجبة وان لكل نظام غروي نوعاً واحدا من الشحنات، فمثلا الدقائق الغروية لهيدروكسيد الحديديك $Fe(OH)_3$ تحمل شحنات موجبة (على سطحها) في حين المحلول الغروي للطين ولكبريتيد الزرنيخ تحمل دقائقهما شحنات سالبة. وتتكون هذه الشحنات نتيجة ادمصاص الايونات الحرة في المحلول الغروي، وتنتج هذه الشحنات احياناً من تأيّن الجزيئات المكونة للمادة الغرويّة.

7- اللزوجة Viscosity:- لزوجة السائل هي مقاومته لان يسيل، وكلما زادة لزوجة السائل قل استعداده لان يسيل، وتزداد لزوجة الغرويّات بازدياد تركيزها، حيث تؤدي زيادة تركيز الطور المنتشر (أي الذائب) الى نقص في المقدار النسبي للماء الطليق

او الحر الموجود نتيجة لاتحاد نسبة كبيرة منه بالجزيئات والتي تحد لزوجته، وتتأثر اللزوجة بدرجة الحرارة حيث كلما زادة درجة الحرارة تقل اللزوجة.

8- الضغط الأسموزي Osmatic Pressure:- تتصف المحاليل الغرويّة بقلة ضغطها الاسموزي مقارنتاً بالمحاليل الحقيقية، لان عدد الجزيئات في المحاليل الحقيقية تكون اكثر عدداً من جزيئات المادة المنتشرة في المحلول الغروي.

فعلى سبيل المثال عند مقارنة محلولين أحدهما حقيقي وهو محلول السكر تركيز 10% والأخر محلول غروي (محلول البروتين) وله نفس التركيز أي 10% فأن عدد الجزيئات المذابة في محلول السكر تكون أكثر مقارنتاً بما هو موجود في المحلول الغروي (حجم الجزيئات في المحلول الحقيقي أصغر من المحلول الغروي) وبالتالي فأن الضغط الاسموزي لمحلول السكر (المحلول الحقيقي) يكون اعلى مما هو عليه في المحلول الغروي.

العلاقات المائية في النباتات Plant Water Relationship

الانتشار، الأسموزية، التشرب

الانتشار:- وهي احدى صفات المادة وتعود الى الطاقة الحرة لجزيئات المادة، حيث ان جميع جزيئات المواد تكون في حركة مستديمة وعشوائية وتصدم بعضها مع البعض، وصفة الانتشار مهمة بالنسبة للنباتات سواء كان الانتشار للغازات او انتقال الايونات.

وبالنسبة لانتشار الغازات فأن جزيئات الغاز توجد بصورة متباعدة جداً، لذلك فان الغاز الموجود في حيز حجم الغرفة يمكن ضغطة في انبوبة اختبار صغيرة دون ان تتقارب الجزيئات كثيراً مع بعضها البعض، وعليه فأن مجال اصطدام الجزيئات مع بعضها البعض عند حركتها اقل مما هي عليه في السوائل والمواد الصلبة.

وتسلط جزيئات الغاز ضغطاً على جدار المواد وعند تساويه من كل الجهات فان المحصلة تكون (تساوي) صفراً ، وعند حصر الغاز في حيز مثل البالون فأن الضغط الناتج من اصطدام الجزيئات بالجدار سوف يكون في الداخل اكبر من الخارج.

الضغط الانتشاري (Diffusion Pressure): هو عبارة عن قابلية الغاز للانتشار من المكان الذي يكون فيه تركيزه مرتفع الى المكان الذي يكون فيه منخفض.

ان انتشار غاز ما يعتمد على الضغط الانتشاري لذلك الغاز وليس على الضغط الانتشاري للغازات الأخرى، فعلى سبيل المثال فعلى سبيل المثال لو تم ملئ بالون بغاز النتروجين وهذا البالون جدرانه لا تسمح بنفاذ جزيئات النتروجين لكنها تسمح بنفاذ جزيئات Co2، نجد ان جزيئات غاز Co2 تنتشر الى داخل البالون ليتساوى ضغطها داخل وخارج البالون، رغم ان الضغط الانتشاري لغاز النايتروجين كبير جداً بداخل البالون.

العوامل المؤثرة على انتشار الغازات:

هنالك عدة عوامل تؤثر على سرعة انتشار الغازات ومنها:-

1- درجة الحرارة: حيث تزداد سرعة انتشار الغاز مع زيادة درجة حرارة، لان زيادة درجة الحرارة تزيد من الطاقة الحركية للجزيئات.

2- كثافة الجزيئات: فكلما كانت كثافة الجزيئات كبيرة9 كلما قلت سرعة الانتشار حسب قانون كراهام (Grahams Law)، والذي ينص على ان انتشار الغازات يتناسب عكسياً مع الجذر التربيعي للكثافة.

سرعة الانتشار = r

الكثافة (Density)= d

الاوكسجين=16

الهيدروجين=1

$$\frac{r1}{r2} = \frac{\sqrt{d2}}{\sqrt{d1}}$$

$$\frac{rH}{rO} = \frac{\sqrt{16}}{\sqrt{1}}$$

=4

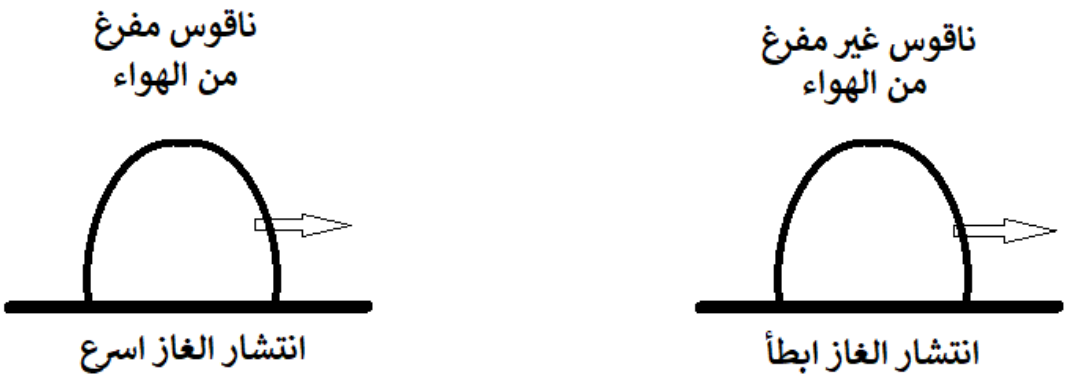
(ولو عكسنا المعادلة $\frac{rO}{rH}$ لأصبح سرعة انتشار الاوكسجين $\frac{1}{4}$ من سرعة انتشار الهيدروجين).

كذلك الحال مع Hcl والامونيا NH3 حيث ينتشران بسرعة تتناسب مع كتلة جزيئاتهما وسوف تتكون حلقة بيضاء، وهذه الحلقة قريبة من Hcl لان كثافته اكبر من الامونيا.

كثافة Hcl= 36.5 ← (H=1) + (cl =35.5)

كثافة الامونيا NH3=17 ← (N=14) + (H3=3*1=3)

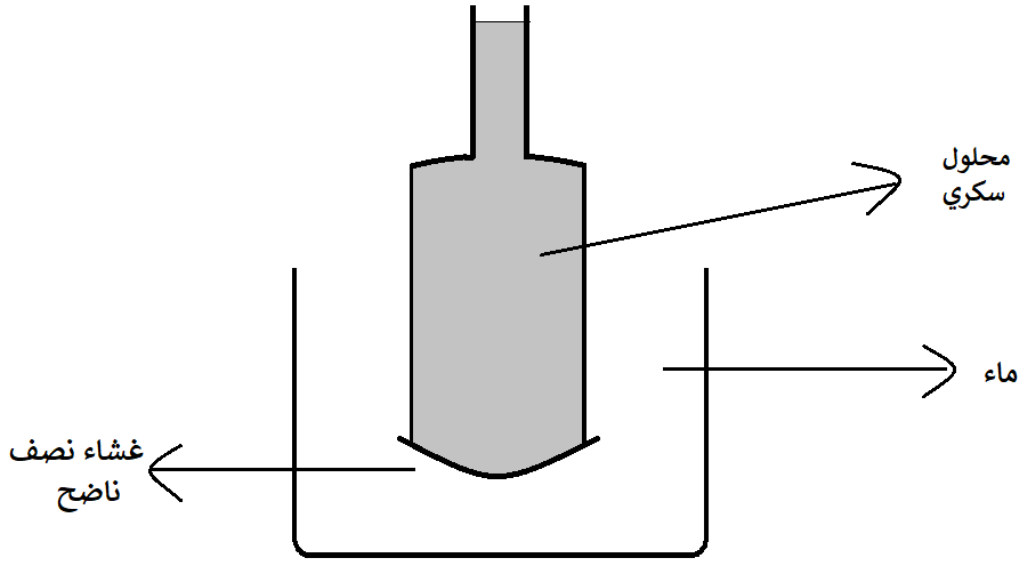
3- وسط الانتشار: كلما كان وسط الانتشار أكثر تركيزاً كلما قلت سرعة انتشار الغاز. فنلاحظ ان انتشار الغاز أسرع في الناقوس المفرغ من الهواء عن غير المفرغ، لأنه في الحيز الغير المفرغ هنالك اصطدام للجزيئات مع بعضها البعض.



4- فرق الضغط الانتشاري: تعتمد سرعة انتشار أي غاز من مكان لأخر على الفرق بين الضغط الانتشاري لهذا الغاز في المكانين، حيث تزداد سرعة انتشار الغاز كلما الفرق بين الضغط الانتشاري بينهما كبيراً.

الأسموزية: هي نوع من الانتشار (تستعمل في السوائل) وهي حركة الماء او أي سائل من المنطقة التي يكون تركيزه بها مرتفع الى المنطقة التي يكون تركيزه بها منخفض خلال غشاء نصف ناضح (يسمح لجزيئات المذيب بأن تمر من خلاله و لا يسمح لجزيئات المذاب بالنفاذ مثل ورقة السيلوفان (صناعي) الجدار الخلوي (طبيعياً).

الضغط الاسموزي: هو مقدار الضغط المتكون داخل الأسموميتر Osmometer والناتج عن وجود مواد ذائبة داخل الأسموميتر والضغط الأسموميتر يساوي الجهد الأسموموزي لكنه مخالف له في الإشارة حيث يكون موجب وينتج هذا الضغط بعد وضع الأسموميتر في الماء وتركه حتى حصول توازن بين الماء والمحلول الداخلي فيه.



الجهد المائي: وهو محصلة او مجموعة القوى المؤثرة على جهد الماء وهذه القوى هي الجهد الأسموزي والضغط الانتفاخي والجهد المائي للماء النقي هو صفر وهي اعلى طاقة للماء وجزيئاته تكون حرة الحركة وغير مقاومة بجزيئات مواد مذابة.

الجهد المائي= الجهد الأسموزي + الضغط الانتفاخي

$$\Psi w = \Psi \Pi + \Psi p$$

الجهد الأسموزي: وهو مقدار النقص الحاصل في الجهد المائي نتيجة وجود مادة او أكثر من المواد الذائبة فيه وتكون اشارته سالبة.

الضغط الانتفاخي: وهو الضغط الذي يتكون داخل الخلية والذي يدفع غشاء الخلية للخارج وعندما يصدم مع جدار الخلية ويضغط عليه يتوقف دخول الماء عند وصل الضغط الى حد معين يتناسب مع فرق التركيز بين المحلول الداخلي والخارجي للخلية.

التشرب Imbibition: ان صعوبة غلق الأبواب اثناء فصل الشتاء هو نتيجة امتصاص الماء من قبل الخشب حيث يتشرب الخشب بالماء وينتفخ، وظاهرة التشرب يصاحبها في العادة انتفاخ فعلى سبيل المثال عند وضع مجموعة من البذور في اناء

مغلق مع الماء فأن انتفاخ هذه البذور قد يؤدي الى تكسر الزجاج اذ ان القوة الناتجة من التشرب كبيرة جداً.

ومن العوامل الواجب توفرها لحدوث التشرب هي:-

1- وجود رابطة قوية بين المادة المتشربة والمحلول (البذور لا تنتفخ عند وضعها بالأيثر مثلا).

2- فرق في الجهد المائي بين المحلول والمادة المتشربة.

تحدث هذه الظاهرة (التشرب) في البذور حيث انها تحتوي على مواد غروية كثيرة منها البروتين إضافة الى للكربوهيدرات والسليلوز التي تجذب الماء بقوة، لذلك فأن البذور تمتص الماء حتى في الهواء الذي يكون جهده المائي قليل جداً.

العوامل المؤثرة على سرعة امتصاص الماء بالتشرب:-

1-الحرارة: حيث تزداد سرعة التشرب بزيادة درجة الحرارة فزيادة درجة الحرارة تزيد من سرعة التشرب لكنها لا تؤثر على كمية الماء المتشرب.

2-وجود المواد المذابة: حيث تقل سرعة تشرب البذور بالماء عند وضعها في محلول ملحي كما تقل كمية الماء الداخلة للبذور ويسبب التشرب زيادة في الحجم وإنتاج الحرارة.

س/ هل تتشرب البذور الميتة بالماء وهل يزداد حجمها وهل تزداد حرارتها؟

اسم المادة: مادة فسلجة نباتات - نظري
المرحلة: الرابعة
اعداد
د.عمر عبدالموجود عبدالقادر
د.زيد محمد طلال الحبار
صدام إبراهيم يحيى

النتح Transpiration

النتح هو عباره عمليه فقدان الماء في النبات على شكل بخار حيث تفقد كميات كبيره من الماء عن طريق الثغور، ويعتبر النتح نوع من التبخر.

يخرج معظم الماء من خلال ثقوب صغيره كثيرة العدد تعرف بالثغور (stomatal) وبالإضافة الى فقدان الماء من الثغور فان بعض الماء يفقد من خلال الكيوتيكل لكن هذا الفقد لا يشكل الا نسبه تقل عن 5% خلال ساعات النهار.

هنالك عده طرق يفقد بها الماء من النبات، وهي:

1. النتح الثغري: وهو فقدان الماء عن طريق الثغور stomatal transpiration.
2. النتح الادمي (كيوتكل): يكون فقد الماء عن طريق الكيوتيكل (cuticle transpiration).
3. النتح العديسي (lenticular Transpiration): ويكون عن طريق ثقوب موجودة في الأنسجة الفلينية التي تغلف سيقان الأشجار.

ويحتوي سطح الاوراق على عدد من الثغور يتراوح بين 1000 الى 60,000 ثغر.سم$^{-2}$، ويعتمد عدد الثغور في وحدة المساحة على نوع النبات، وتشكل الثغور حوالي 1% من المساحة السطحية للأوراق، توجد الثغور على السطح السفلي والعلوي للورقة.

الية او ميكانيكيه فتح الثغور:

تفتح الثغور نتيجة فرق الجهد المائي للثغور، حيث ان انخفاض الجهد المائي يسبب دخول الماء للخلايا الحارسة فيزداد الضغط الانتفاخي للثغور فتفتح، وتتميز خلايا الثغور عن خلايا البشرة الاخرى في انها تحتوي على البلاستيدات الخضراء.

العوامل المؤثرة على حركه الجهاز الثغري: هنالك عدة عوامل تؤثر على حركه الجهاز الثغري ومنها:

1. الضوء: تفتح ثغور النباتات خلال ساعات النهار إذا لم يتعرض النبات للجفاف، وتغلق الثغور اثناء الليل، وشدة الضوء اللازم لفتح الثغور اقل من شدة الضوء اللازم للوصول الى اعلى تركيب ضوئي.

اما عن كيفية تأثير الضوء على فتح الثغور فقد اقترح قديماً بأن الضوء يحفز عملية التركيب الضوئي والذي بدورة (عملية التركيب الضوئي) يؤدي الى تكوين السكريات التي بدورها تؤدي الى قلة الجهد الاسموزي للخلايا الحارسة الامر الذي يؤدي الى حركه الماء الى الخلايا الحارسة وبالتالي زياده الضغط الانتفاخي فتفتح الثغور.

لكن فيما بعد اقترح بأن سبب فتح الثغور وغلقها يعود الى تأثير الضوء على pH الخلايا الحارسة، حيث ان اختلاف pH تؤدي الى اختلاف الجهد الاسموزي لهذه الخلايا، فقد لوحظ بان اضاءة الخلايا الحارسة يؤدي الى زيادة pH في هذه الخلايا لكن في الظلام يقل pH وعندما يزداد pH الخلايا الحارسة يحدث تحلل للنشأ الى سكريات والذي يؤدي الى هبوط الجهد المائي للخلايا الحارسة فيتحرك الماء من الخلايا المحيطة الى الخلايا الحارسة فيزداد الضغط الانتفاخي فتفتح الثغور، اما في الظلام فيحدث العكس فتتحول السكريات الى نشأ فتغلق الثغور، الانزيم الذي يقوم بهذه العملية هو Phosphorylase.

نشأ $\xleftarrow[\text{زيادة pH}]{\text{pH 7}}$ سكر سكر $\xleftarrow[\text{قلة pH}]{\text{pH 5}}$ نشأ

2. الشد المائي: ان الشد المائي يعني الجفاف وعدم توفر الماء الكافي للنبات، ويحدث عندما يزداد فقد الماء بالنتح عن امتصاص الماء وهذا ما يحدث حتى عندما يكون الماء متوفر في التربة للنبات وعمليه النتح تكون سريعة. وعندما

يكون الماء غير كافي فأن الخلايا الحارسة تفقد الماء الى الخلايا المجاورة فيقل ضغطها الانتفاخي فتغلق الثغور.

3. تركيز CO_2: تتأثر حركة الخلايا الحارسة بشده بتركيز CO_2 خارج الورقة، فلقد لوحظ بأن الثغور يمكن فتحها حتى في ساعات الليل عندما يقل تركيز CO_2 في الهواء المحيط بالأوراق، أما زياده تركيز CO_2 في الهواء الخارجي فانه يؤدي الى غلق الثور حتى عندما يكون الضوء موجود، حيث ان زياده تركيز CO_2 يؤدي الى تقليل pH الخلايا الحارسة حيث يذوب CO_2 في الماء مكونا حامض الكربونيك.
4. درجة الحرارة: ان زيادة درجة الحرارة تؤدي الى زيادة فتح الثغور، فقد لوحظ بأن ثغور أوراق بعض النباتات تغلق عندما تصل درجة الحرارة الى الصفر او قريبة منه، لكن في نفس الوقت زيادة درجه الحرارة كثيرا يؤدي الى غلقها، ويرجع تأثير زيادة درجة الحرارة الى اختلاف تركيز CO_2، حيث ان زياده درجه الحرارة تؤدي الى زياده التنفس بشكل كبير الامر الذي يؤدي الى قلة pH الخلايا الحارسة بسبب ذوبان CO_2 عصير الخلية و تكوين حامض الكربونيك من ما يؤدي الى تقليل الـ pH وتحول السكر الى نشأ فتفح الثغور.

العوامل المؤثرة على سرعة النتح:

أ- عوامل خارجية:

يتأثر النتح بالعوامل البيئية الخارجية والتي تتداخل فيما بينها في تأثيرها على هذه العملية، ومن هذه العوامل:

1. الضوء: من اهم العوامل المؤثرة على سرعه النتح، لانه العامل الاهم في تأثيره على فتح وغلق الثغور، والثغور تفتح عادتاً في الضوء وتغلق في الظلام وعندما تفتح الثغور يخرج بخار الماء ويستمر النتح.
2. الرطوبة النسبية: هي النسبة بين كميه بخار الماء في الهواء في درجة حرارة معينه الى اقصى كمية يمكن ان يحملها الهواء عندما يكون مشبعاً عند نفس

الدرجة، ويعبر عن الرطوبة النسبية كنسبة مئوية ويختلف بخار الماء اللازم للإشباع باختلاف درجات الحرارة.

وتؤثر رطوبة الهواء بشدة على سرعة النتح، فالهواء الداخلي للورقة يكون مشبع او قريب الاشباع بينما يكون الهواء الخارجي غير مشبع على الدوام و هذا يشكل فرق كبير في الجهد المائي بين الهواء الداخلي والخارجي للورقة وعليه فأن الماء يتحرك من الورقة الى خارجها.

$$\text{الرطوبة النسبية} = \frac{\text{ضغط بخار الماء عند درجه حرارة معينه}}{\text{ضغط بخار الماء عندما يكون الهواء مشبع تحت نفس الدرجة}} \times 100$$

3. الحرارة: تزيد درجة الحرارة من قدرة التشبع البخاري للهواء اي ان درجه الحرارة تزيد من قدرة الهواء على حمل كميات كبيره من بخار الماء وزيادة درجة الحرارة تؤدي الى زيادة سرعة النتح كما ان درجة الحرارة الهواء تؤثر على حرارة الورقة، وارتفاع حرارة الورقة يؤدي الى زيادة حركه الجزيئات والتأثير على حركه الثغور اضافة الى تأثير الحرارة على سرعه الامتصاص.
4. سرعة الرياح: ان تأثير الرياح على سرعة النتح معقد ويتداخل مع عوامل أخرى، وعموما يؤدي الرياح الي زيادة سرعة النتح عندما تكون الرياح بطيئة فان بخار الماء يبقى قريبا من سطح الورقة فتزداد درجة رطوبة الهواء قرب سطح الورقة ويقل فرق الجهد المائي بين الورقة والهواء المحيط بها والنتح يعتمد على هذا الفرق، لكن عندما تكون الرياح سريعة فأنها تزيح الهواء المشبع قرب سطح الورقة ويبدله بهواء يحتوي على رطوبة اقل وبذلك تزداد سرعة النتح.

5. سرعه امتصاص الماء من التربة: تتأثر سرعة النتح بسرعة تزويد الماء الى اجزاء النباتات الخضرية، فاذا كان امتصاص الماء سريعا يتحكم بالنتح العوامل البيئية المحيطة بالجزء الخضري، اما اذا كانت سرعة الامتصاص محدودة فأن عمليه النتح تحكمها ظروف التربة، وتتأثر سرعة امتصاص الماء بالعوامل التالية: توفر ماء التربة، درجة جرارة التربة، تهوية التربة، تركيز محلول التربة (الجهد الاسموزي).

ب- عوامل داخلية:

هنالك عدد من العوامل الداخلية التي تؤثر على سرعه النتح، منها:

1. نسبة الجذر الى الجزء الخضري: حيث يمثل الجزء سطح الامتصاص وتوفير الماء للنبات، فاذا كانت كل العوامل متهيئه للنتح فأن زيادة نسبه الجذر الى الجزء الخضري تزيد من سرعه النتح.
2. المساحة السطحية للورقة: يمثل سطح الورقة سطح الفقد، وتزداد كمية الماء المفقودة من النبات بزياده المساحة السطحية، ولذلك يتم ازالة الاوراق في بعض النباتات عند نقلها من المشاتل وذلك لتقليل كميه الماء الكلية المفقودة بالنتح.

3. تركيب الورقة: تتحور الورقة في النباتات الصحراوية لتقليل فقد الماء، ومن هذه التحورات وجود الزغب على الورقة الذي يؤدي الى قلة حركه الرياح فوق سطح الورقة وبقاء الهواء الرطب دون ازاحته، لكن الزغب الحي يؤدي الى زياده سطح الفقد بعكس الزغب الميت الذي يقلل فقد الماء، اضافة الى زياده سمك الكيوتكل تقلل من النتح وايضا وجود الثغور في اخاديد عميقه واحاطتها بالشعيرات وتوزيع العروق حيث تكون النباتات الصحراوية كثيرة الأوعية الناقلة متشابكه مع بعضها والاوراق قليله المساحة السطحية.

أهمية النتح في حياة النبات:

هنالك الكثير من الاختلافات في وجهات النظر حول أهمية النتح في حياة النبات، وسوف نتطرق الى كل من سلبيات عمليه النتح و ايجابياتها، فمن سلبيات عمليه النتح فأن النبات في عملية النتح يفقد كميات كبيرة من الماء ويتعرض نتيجة لذلك للجفاف و ينتج عن الجفاف انخفاض في كفاءة النبات وحاصله، كما ان عمليه النتح تزيد من كميات الماء الواجب اضافتها في عمليه السقي وزياده عدد مرات السقي، والمشكلة في عمليه النتح هي انها تتم عبر الثغور بالدرجة الرئيسية، فاذا غلقت الثغور بواسطه بعض المواد الكيميائية فان عمليه التركيب الضوئي سوف تتأثر او تتوقف بشكل كبير.

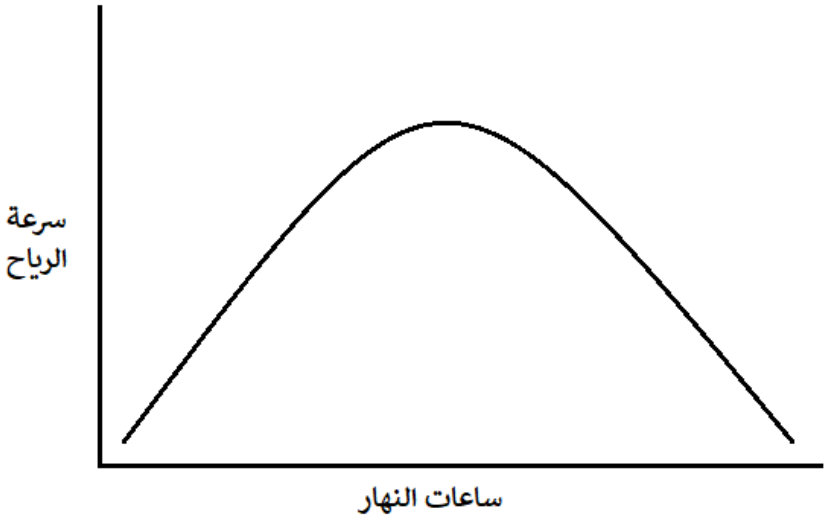
لولا عمليه النتح لاكتفى النبات بسقية او رية واحدة للتربة إذا ما استثنينا التبخر من سطح التربة.

اما بالنسبة لإيجابيات عمليه النتح فلهذه العملية عده فوائد منها:

1. التبريد: وخاصه في المناطق الشديدة الضوء حيث لوحظ بان درجه حراره الورقة تقبل بمقدار 5 درجات عن حرارة الجو المحيط بها في منتصف النهار.
2. امتصاص العناصر الغذائية: الايونات تمتص من قبل النبات بشكل نشط اي صرف طاقه و نسبه قليله منها تدخل مع الماء الداخل للنبات، وتؤثر عمليه

النتح على حركه الايونات الداخلة للنبات، اذ تمنع تراكمها في اوعيه الخشب وعندما يقل النتح تتجمع هذه الايونات وتؤثر في عمليه الامتصاص السلبي، كما ان الجذر يمتص الايونات بالامتصاص النشط لكنه غير قادر على امتصاص الايونات البعيدة وبحركة الماء الى الجذر حاملا معه الايونات من المناطق البعيدة الى مناطق الامتصاص القريبة يكون الماء قد ساهم في امتصاص الايونات و حركه الماء تكون نتيجة للنتح.

3. اهميه النتح في النمو: وهي لا زالت محط نقاش، فبعض الدراسات اوضحت ان وضع النباتات في جو رطب جدا يؤثر على سرعه نمو النباتات كثيرا مقارنه مع النبات النامي في ظروف طبيعية، بينما لم تلاحظها في نباتات اخرى تنمو في جو رطب جدا.



اسم المادة: مادة فسلجة نباتات - نظري
المرحلة: الرابعة
اعداد
د.عمر عبدالموجود عبدالقادر
د.زيد محمد طلال الحبار
صدام إبراهيم يحيى

امتصاص الماء وحركته داخل النبات

معظم الماء يمتص من قبل الجذر، ويحدث الامتصاص الاعظم في منطقه الشعيرات الجذرية، وامتصاص الماء من قبل الجذر هو نتيجة لفرق الجهد المائي بين التربة والجذر، وهنالك عند التفسيرات لميكانيكية او الية الامتصاص، أهمها:

1- الامتصاص السلبي Passive Absorption

تحدث عملية الامتصاص نتيجة فقد الماء من الورقة بعملية النتح، اي ان الماء يسحب من الاعلى ولا يدفع من الأسفل، فعندما يتبخر الماء من الثغور تفقد خلايا الورقة الماء فيقل جهد الماء بشكل كبير، وخاصة الخلايا القريبة من الخلايا الحارسة، وعندما يقل الجهد المائي في هذه الخلايا يتحرك الماء اليها من الخلايا المجاورة فيقل الجهد المائي فيها أيضا، وينتقل هذا التأثير من الخلايا القريبة من خشب الأوعية الناقلة في الورقة فيتحرك الماء منها الى الخلايا المجاورة فيقل الجهد المائي في الأوعية وينتقل التأثير الى عنق الورقة ثم خشب الساق فيسحب الماء سحباً من الساق، ونتيجة لوجود الاصرة الهيدروجينية بين جزيئات الماء فان عمود الماء يبقى متصلا رغم السحب الواقع عليه فينتقل هذا السحب من خشب الساق الى خشب الجذر، ثم ينتقل التأثير من خشب الجذر الى خلايا القشرة في بشرة الجذر، ولهذا فان القوة المحركة لعمود الماء للأعلى هو عملية النتح نتيجة تبخر الماء من الورقة.

2- الامتصاص النشط Active Absorption

ونعني بذلك امتصاص الماء نتيجة فعالية الجذر وليس الورقة، وهو اقل اهميه لمعظم النباتات وللأغلب الظروف، ويحدث نتيجة فرق الجهد المائي بين الجذر ومحلول التربة، فالماء يتحرك من المناطق التي يكون فيها جهدها مرتفعاً الى المناطق التي يكون جهدها واطئاً.

يقل الجهد المائي في الجذر نتيجة تجمع الايونات داخل الجذر، وتجمع هذه الايونات في الجذر ناتج عن صرف طاقة، لان تجميع الايونات يحدث عكس تركيزها، ويحافظ الجذر على فرق الجهد بينه وبين محلول التربة باستمرار جمع الايونات

والحصول على السكريات من الجزء الخضري، ونتيجة لفرق الجهد يدخل الماء من التربة الى الجذر بعملية الانتشار البسيط.

أذ أن عمليه الامتصاص بهذه الطريقة لا تحتاج الى طاقة بصوره مباشره لكنها تحدث بسبب امتصاص الايونات بالامتصاص النشط وبصرف طاقة.

انتقال الماء في النبات:

هنالك عدة نظريات تفسر انتقال الماء في النبات منها: -

1. الضغط الجذري Root Pressure: عند قطع بعض النباتات نلاحظ خروج قطرات من العصير من اللحاء، وهذا ناتج عما يسمى بالضغط الجذري، والذي هو عباره عن الضغط المتولد داخل الخشب نتيجة فرق الجهد بين الجذر والمحيط الخارجي الناتج من فعالية الجذر، وهي عمليه امتصاص نشطه ناتجه من قله الجهد الاسموزي للجذر بسبب تجمع الايونات. وقد فسر البعض بان الضغط الجذري هو العامل المسبب لصعود الماء في النبات، لكن هذا التفسير غير صحيح تحت كل الظروف، وذلك بسبب: ❶الضغط الجذري المتكون في معظم الحالات لا يتجاوز 4 الى 20 بار، وأحيانا 6 بار وهذا غير كافي لرفع الماء الى النباتات العالية التي يصل ارتفاعها الى 400 قدم. ❷سرعه حركة الماء الناتجة من الضغط الجذري غير كافيه او مساوية لسرعة النتح، فسرعة النتح تكون كبيره لذلك فان الضغط الجذري غير كافي. ❸ يكون الضغط الجذري فعال في حالة كون الجذر نشط والتربة دافئة والنتح بطيء.
2. نظريه التجاذب و الشد: فالماء يصعد للأعلى بفضل الخاصية الشعرية نتيجة تجاذب الجزيئات فيما بينها بسبب قوه التماسك والتلاصق، ونفس العملية تحدث للنباتات حيث ان اوعيه الخشب عباره عن انابيب شعريه دقيقه جدا.

3. الجريان الكتلي Mass Flow: حيث تتحرك الايونات مع الماء الداخل للنبات، وفي هذه الحالة يسبب النتح سرعة حركة الايونات الى الجذور فالنتح يسبب زياده امتصاص الايونات وذلك بتأثيره على ازالة الايونات من خشب الجذور بعد دخولها الى الجذر.

العوامل المؤثرة على امتصاص الماء

تؤثر على عمليه امتصاص الماء عدة عوامل، وهي:

أ- عوامل تخص التربة، ب-عوامل خارجيه، ج-عوامل داخليه

أ- عوامل تخص التربة: هذه العوامل

1-درجه حرارة التربة: يقل امتصاص الماء كل ما قلت حراره التربة، حيث نلاحظ علامات الذبول على النبات في الشتاء عندما تكون درجات الحرارة منخفضه نتيجة قله الامتصاص، و تؤثر درجات الحرارة المنخفضة على امتصاص الماء للأسباب التأليه: ❶ زياده لزوجة الماء: فلزوجة الماء تزداد كلما انخفضت درجة الحرارة، زياده اللزوجة تؤدي الى بطئ حركة الماء داخل التربة وخلايا الجذر. ❷ زياده مقاومه البروتوبلاست: فانخفاض درجة حرارة التربة يؤدي الى زيادة لزوجة البروتوبلاست، وبذلك تزداد مقاومته اتجاه حركه الماء. ❸ قله النموات الجذرية الحديثة: امتصاص الماء يحدث بصورة كبيرة خلال منطقة الشعيرات الجذرية، والتي لا تبقى على الجذر الا بضعة أيام ثم يفقدها الجذر بعد ذلك، وتنمو الشعيرات باستمرار مع نمو الجذر، وعندما يقل النمو او يتوقف نمو الجذر في درجات الحرارة المنخفضة يقل امتصاص الماء. ❹ يقل امتصاص الايونات المختلفة عندما تقل درجه الحرارة فيقل دخول الماء بفرق الجهد المائي.

2- تركيز محلول التربة: امتصاص الماء من قبل الجذور يكون نتيجة لفرق الجهد المائي بين محلول التربة و الجذر، والجهد المائي لمحلول التربة هو محصله الجهد الاسموزي لمحلول التربة و الجهد الحبيبي الناتج من جذب حبيبات التربة للماء، فزياده تركيز محلول التربة يعني ذلك قلة الجهد الاسموزي وبالتالي قلة الجهد المائي لمحلول

التربة ومن ثم قلة حركة الماء باتجاه الجذور وقلة الامتصاص، لان سرعة دخول الماء الى الجذور تعتمد على فرق الجهد المائي بين محلول التربة والجذر، وكلما كان هذا الفرق كبير زادت سرعة الامتصاص و يتوقف دخول الماء عند تساوي الجهد المائي في محلول التربة مع الجهد المائي للجذر.

من الجدير بالذكر انه في المناطق الرطبة ذات الامطار الغزيرة فان تركيز الاملاح الذائبة في محلول التربة يكون قليل ولا تشكل الاملاح عائقا امام امتصاص الماء، حيث تغسل التربة من الاملاح بصوره مستمرة كما يقل تركيز الاملاح نتيجة الماء الزائد في التربة.

وقد تتسبب اضافة الأسمدة في بعض الاحيان قلة امتصاص الماء وظهور علامات الذبول على الأوراق، وذلك لزيادة تركيز الايونات وقلة الجهد الاسموزي في محلول التربة لكن هذا نادر الحدوث في الحقل وحتى إذا حدث يكون في طبقه التربة السطحية بعد وضع السماد مباشرة، لان عناصر السماد سوف تنتشر بسرعه في محلول التربة، الا ان ظاهرة ذبول النباتات يمكن ملاحظتها في النباتات المزروعة في السنادين.

3- تهويه التربة: قد نلاحظ علامات الذبول على بعض النباتات بعد هطول الامطار بغزارة ويصحبها يوم مشمس، نتيجة لسوء تهوية التربة والناتج عن ملئ الفراغات البينية للتربة بالماء وللأسباب التالية: ❶ قلة فعالية الجذر: في البيئة التي يقل بها تركيز الاوكسجين يقل امتصاص الايونات وتجمعها في الجذر، والذي يؤدي الى تقليل الجهد الاسموزي لخلايا الجذر. ❷ تجمع co_2 يزيد من المقاومة التي يبديها بروتوبلازم خلايا الجذر تجاه حركة الماء. ❸ قلة التفرعات الجذرية إضافة الى قلة النمو الخضري.

4- توفر الماء في التربة: ليس كل الماء الموجود في التربة متوفر للنبات، وامتصاص الماء يقل كلما قل محتوى التربة من الماء، وتختلف الترب من حيث قابليتها للامساك بالماء، فالترب الطينية تمسك الماء أكثر من الترب الرملية، لذلك تسقى النباتات المزروعة في الترب الرملية باستمرار، والجهد المائي للترب عند السعة الحقلية يساوي

0.3 بار، ويقل الجهد المائي كلما قلت نسبة الماء في التربة وذلك لزيادة شد الماء والتصاقه بحبيبات التربة، حيث يقل امتصاص الماء كلما قل الماء عن السعة الحقلية.

ب- عوامل خارجيه: تتناسب كمية الماء الممتصة تناسبا طرديا مع كميه الماء المفقودة، وهذا يعني ان جميع العوامل التي تؤثر على سرعة النتح تلعب دورا مهما في سرعة امتصاص الماء، ومن العوامل الخارجية المؤثرة على سرعه امتصاص الماء هي: الضوء ودرجة الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح.

ج-عوامل داخليه: ونلاحظ هنا ان العوامل الداخلية التي تؤثر على سرعه النتح تلعب نفس الدور في قابلية النبات لامتصاص الماء، ومنها: كبر المجموع الخضري وعدد الثغور وسمك الكيوتيكل ووجود الشعيرات على سطح الورقة وتحورات الورقة.

اسم المادة: مادة فسلجة نباتات - نظري
المرحلة: الرابعة
اعداد
د.عمر عبدالموجود عبدالقادر
د.زيد محمد طلال الحبار
صدام إبراهيم يحيى

التركيب الضوئي Photosynthesis

تعتبر عملية التركيب الضوئي مصدر الطاقة على الأرض، ما عدا الطاقة المخزنة بصورة كيمائيّة في المواد المشعة، تعد عملية التركيب الضوئي من اهم العمليات الحيوية الموجدة على سطح الأرض، وكان الاعتقاد السائد من قبل بان النبات يحصل على غذائه من التربة فقط، ولكن بتقدم العلوم وبدء عصر التجارب العلمية وجد ان قسماً من تغذية النبات تأتي من الجو، ويلعب الضوء دوراً مهما في هذه العملية. ومن اهم المكونات الضرورية لعملية التركيب الضوئي:

1- الضوء: وهو عبارة عن سيل من الفوتونات، وتبلغ سرعة الضوء تقريباً 300000 كم/ث (بالضبط 299792458 م/ث).

2- الكلوروبلاست (اليخضور): والتي تحتوي على الصبغات، ومن اهم الصبغات كلورفيل (a) وكلورفيل (b) اضافة الى صبغة الكاروتين والصبغات الأخرى مثل Lycopene.

3- الماء: وهو مصدر الالكترون اللازم لتكوين العامل المختزل NADP-H.

4- ثاني أوكسيد الكاربون CO_2: نسبته في الجو 3%، يمكن تقسيم عملية التركيب الضوئي الى مرحلتين، هما:

أ- التفاعلات الضوئية Light Reaction: وتشمل هذه التفاعلات تفاعلين هما:

1. تفاعل هيل Hill Reaction: في هذا التفاعل يتم شطر جزيئة الماء بواسطة الطاقة الضوئية لإنتاج الكترون وتكوين العامل المختزل NADPH.

$$NADP+H_2O \xrightarrow[\text{Grana كرانا}]{\text{ضوء}} NADPH + H + \frac{1}{2}O_2$$

2. الفسفرة الضوئية Phosphorylation: وفي هذه العملية تتكون طاقة بيولوجية هي ATP.

$$ADP+Pi \xrightarrow[\text{Grana كرانا}]{\text{ضوء}} ATP$$

وتحدث هاتين العملتين في الكرانا Grana، Pi= inorganic phosphorus.

ب- التفاعل المظلم Dark Reaction: ويحدث في الـ Stroma، حيث يتم تثبيت ثاني أوكسيد الكربون، وتكون المعادلة على النحو الاتي:

$$NADPH+ATP+CO_2 \longrightarrow C_6H_{12}O_6+ADP+NADP$$

وتختلف النباتات في طريقة تثبيت CO_2، فهنالك النباتات الثلاثية الكربون C3-Plant وفيها يكون الناتج الأول في عملية التركيب الضوئي مكون من ثلاث ذرات كاربون وهو 3-Phosphoglyceric acid ويسمى اختصاراً 3-PGA، ففي هذه النباتات يتحد CO_2 مع مركب خماس الكربون وهو Ribulose, 1-5 diphosphate ويقوم انزيم Ribulose, 1-5 diphosphate carboxylase بالمساعدة بأحداث هذا التفاعل.

يحدث تثبيت CO_2 في دورة أطلق عليها دورة كالفن–بنسون Calvin-Benson Cycle نسبة الى مكتشفي هذه الدورة والذين حصلوا على جائزة نوبل عام 1961.

تحدث دورة كالفن–بنسون في بعض النباتات التي نشأت في المناطق المعتدلة، وتثبيت CO_2 يتم في خلايا الميزوفيل التي تحتوي على الكلوروبلاست، ونتيجة لعدم كفاءة الانزيم المثبت لـ CO_2 يحصل فقد بعض CO_2 الى الجو بعد تثبيته بعملية أطلق عليه اسم التنفس الضوئي Photorespiration وهذه العملية تقلل في كفاءة هذه النباتات، وتتراوح نسبة التنفس الضوئي أي كمية CO_2 المطروح بعد تثبيته الى معدل سرعة البناء الضوئي بحوالي 50%–30، اعتماداً على درجة الحرارة والظروف الأخرى. وهذه النسبة كبيرة وهي خسارة للنباتات، ومن النباتات الثلاثية الكاربون الحنطة والشعير وزهرة الشمس وفول الصويا والبنجر السكري.

اما بالنسبة النباتات الرباعية الكاربون C4-Plant فأنه بعد اكتشاف دورة كالفن- بنسون اعتقد العلماء في وقته ان جميع النباتات تثبت CO_2 بنفس الطريقة، ولكن تبين فيما بعد ان بعض النباتات – مثل نبات قصب السكر – تثبت CO_2

بطريقة تختلف عن طريقة كالفن–بنسون، فعندما استعمل الكاربون المشع وجد ان اول مركب ينتج يحتوي على 4 ذرات كاربون.

وقد درس العالمان Hatch و Slack كيفية تثبيت CO_2 في النباتات الرباعية الكاربون، وعلية اطلق على هذه الطريقة باسم هذين العالمين (Hatch Pathway – Slack)، اول مركب ناتج من عملية التثبيت oxaloacetic acid الذي يتحول بسرعة الى حمضين هما Aspartic acid و Malic acid، والمركب الذي يتحد مع CO_2 هو PEP: phospho enol pyruvate ويقوم الانزيم المسمى PEP Carboxylase بالمساعدة بالتفاعل.

والنباتات الرباعية الكربون تثبت CO_2 في نوعين من الخلايا هما خلايا الحزم الوعائية والنسيج المتوسط Mesophyll، ان لتركيب الورقة ووجود انزيم PEP Carboxylase يساعد في عدم حدوث التنفس الضوئي في النباتات الرباعية الكربون، يحث هذا النوع من التثبيت لـ CO_2 بصورة خاصة للنباتات التي تأقلمت في ظروف حارة مثل القصب السكري والذرة بنوعيها.

س1/ ما هو الفرق بين نباتات c3 و c4؟

س2/ ماهو Kranz Anatomy ؟ وما هي علاقته بالتركيب الضوئي؟