المحاضرة الثالثة

امتصاص الماء Water absorption

خلال دورة حياة النبات تمتص كمية كبيرة من الماء باستمرار من التربة وتنتقل خلال النبات الان معظم الماء الممتص يفقد من النبات خلال عملية النتح وهناك كمية محدودة من الماء تستخدم في العمليات الفسلجية تبقى داخل النبات.

يقصد بعملية الامتصاص دخول الماء وما به من ذائبات من محلول التربة الى النبات .في النباتات الواطئة مثل الطحالب لاتوجد أعضاء متخصصة لامتصاص الماء بل ان عملية الامتصاص تحدث من خلال بعض أو كل الأجزاء النباتية التي هي على اتصال بالماء .وفي الحزازيات توجد بعض التراكيب التي تعرف باسم أشباه الجذور تقوم بامتصاص الماء والأملاح.أما في النباتات الراقية توجد أعضاء متخصصة تسمى الجذور تقوم بامتصاص الماء من التربة.ولبعض النباتات الراقية جذور هوائية ولكن مساهمتها في امتصاص الماء قليلة مقارنة بالجذور النامية في التربة .أما النباتات المائية فيحدث فيها الامتصاص خلال الساق والأوراق والجذور وتوجد في النباتات المتسلقة جذور عرضية على السيقان تعمل على امتصاص الماء بالاضافة الى التثبيت. يمتص الماء من خلايا الجذور في منطقة معينة تعرف بمنطقة الامتصاص التي تمتاز بأنها رقيقة الجدران خالية من المواد الشمعية والفلينية التي تعيق نفاذ الماء .تمتد جدران خلايا الجذر في التربة مكونة الشعيرات الجذرية التي تزيد من سطح الامتصاص . ان منطقة الشعيرات الجذرية هي المنطقة الجذرية التي يحدث خلالها امتصاص الماء وتمتاز بأنها من أكثر مناطق الجذر نفاذية. لو عملنا مقطعا عرضيا في منطقة الامتصاص في جذر حديث لنرى الأنسجة المختلفة التي يمر بها الماء عند انتقاله من محلول التربة فسوف نجد أولا طبقة البشرة التي هي عبارة عن اسطوانة سمكها خلية واحدة تغلف الجذر وتخرج منها معظم خلايا الشعيرات الجذرية (النباتات المائية أو النباتات التي تزرع في محاليل مائية لاتتكون على جذورها شعيرات جذرية) . الشعيرات الجذرية هي عبارة عن تراكيب رقيقة وحيدة الخلية توجد بها فجوة عصارية كبيرة مملوءة بمحلول له جهد مائي معين وطولها يتراوح من 1– 8 مليمتر وتبقى حية لبضعة أيام ثم تموت وتتكون بدلها شعيرات جذرية بأستمرار نتيجة لنمو الجذر. جدران الشعيرات الجذرية تكون مغطاة بطبقة مخاطية تزيد من درجة التصاقها بحبيبات التربة. تلي طبقة البشرة طبقة القشرة التي هي خالية من اي مادة تمنع نفاذ الماء وتتكون من عدة صفوف من الخلايا واخر طبقات القشرة تسمى الاندوديرم أو القشرة الداخلية Endodermis وهي مكونة من صف واحد من الخلايا المتلاصقة تماما وتكون طبقة تفصل بين القشرة ولاسطوانة الوعائية . خلايا طبقة الاندوديرم مغلفة من الاعلى والاسفل والجوانب ولهذا يدخل الماء عن طريق الجدران الداخلية

والخارجية الخالية من شريط كاسبر (Casparian strip هو شريط مكون من مواد كايتينية وفلينية تمنع نفاذ الماء) من القشرة الداخلية الى ان يصل الى الخشب. عناصر الخشب Xylem elements تتضمن خلايا حية واخرى ميتة وتعد الأوعية والقصيبات أكثر عناصر الخشب فعالية في نقل الماء وتتميز خلاياهما باستطالتها وسمك جدرانها اذ تترسب على الجدار الثانوي مادة اللكنين ونظرا لان كل من القصيبات والأوعية تعد خلايا ميتة لذلك سوف لايلعب البروتوبلاست الموجود في الخلايا دورا يذكر في عملية امتصاص الماء. الأوعية يكون موقعها داخل النبات على شكل انبوب وعائي ، حيث تكون متصلة عن طريق نهاياتها المثقبة أما القصيبات فأنها تتراكم بعضها على بعض وحيث ان نهاياتها مسدودة فان الماء سوف ينتقل خلال النقر Pitsفقط من قصبة الى أخرى وبذلك فان حركة الماء في القصيبات تكون بطيئة لانها غير مباشرة .من عناصر الخشب الأخرى هي بارنكيما الخشب التي هي عبارة عن خلايا حية وظيفتها خزن الغذاء ، اذ تقوم بخزن النشأ في نهاية موسم النمو ثم يستعمل أثناء نشاط الكامبيوم خلال موسم النمو القادم كما يعتقد بأن خلايا بارنكيما الخشب لها دور فعال في نقل الماء .ومن عناصر الخشب الألياف ووظيفتها الاسناد وقد تلعب دورا في مرور الماء عن طريق الثقوب الموجودة فيها .

ميكانيكية امتصاص الماء

1.الامتصاص السلبيPassive absorption

عندما يتبخر الماء من خلايا النسيج الوسطي للورقة بفعل عملية النتح تقل قيمة جهدها المائي (يصبح أكثر سالبية) هذه الخلايا تسحب الماء من الخلايا المجاوره لها وهكذا الى ان يصل السحب الى الأوعية الخشبية والورقة . هنا يتعرض الماء في هذه الأوعية الى قوة سحب من الأعلى ولما كان الماء في الأوعية يكون عمود متصل من الورقة الى الجذر فان قوة السحب هذه سوف تنتقل الى أسفل خلال عمود الماء كله ، وعندما تصل قوة السحب الى الماء في القنوات الخشبية للجذور يبدأ الماء بالانتقال الى هذه القنوات من الخلايا الحية (بارنكيما الخشب الملاصقة لها) فتقل قيمة جهدها المائي وبذلك ينتقل اليها الماء من الخلايا المجاورة حتى يصل السحب الى منطقة الشعيرات الجذرية التي بدورها تسحب الماء من محلول التربة .سميت هذه الآلية بالامتصاص السلبي لان امتصاص الماء يحدث نتيجة لفعاليات في الساق (عملية النتح)، والجذر يقوم فقط بدور السطح الماص ومما يؤيد ذلك ان الساق يستطيع ان يمتص الماء خلال جذور ميته ولربما تكون عملية الامتصاص أسرع . معظم الماء الممتص من قبل النبات يحدث عن طريق هذه الآلية.

2. الامتصاص الايجابي (النشط Active absorption)

يسمى أحيانا الامتصاص المباشر وفي هذا النوع من الامتصاص يحدث انتقال الماء بوسيلة فيزياوية هي الازموزية ، اذ يعتقد بأن الماء يتحرك من التربة الى داخل الجذر نتيجة لوجود فرق في الجهد المائي وهذا يعني ان الماء يتحرك خلال الجذر وقشرته خلال قنوات الخشب بسبب زيادة تركيز الأملاح من خلايا الجذر الخارجية الى خلايا الجذر الداخلية. ان امتصاص الأملاح وتجمعها بواسطة الجذر يحتاج الى طاقة تنفسية ولقد اقترح الباحثان Broyer and Crafts نظرية مفادها ان هناك نقص في كمية الأوكسجين وزيادة في كمية ثاني أوكسيد الكاربون كلما تقدمنا من القشرة الداخلية الى الاسطوانة الوعائية وبذلك فان الفعاليات الحيوية سوف تكون منخفضة في الخلايا الداخلية في منطقة الأوعية الخشبية . وحيث ان الطاقة ضرورية لغرض تراكم الأملاح ضد منحدرات تركيزها ، فان خلايا الاسطوانة الوعائية تفضل فقد الأملاح على عكس خلايا القشرة .ونظرا لأن الانتشار الى الخلف غير ممكن بسبب وجود شريط كاسبر لذلك سوف يحدث فقد للأملاح باتجاه واحد الى فراغ الأوعية الخشبية وعلى ذلك فان الماء سوف يتبع هذا الطريق في اتجاه واحد منتشرا من المنطقة ذات الجهد الازموزي المرتفع الى المنطقة ذات الجهد الازموزي المنخفض (عصارة القنوات الخشبية في الاسطوانة الوعائية) . أحيانا يقال بأن هناك امتصاص ايجابي أو نشط أو فعال للماء لايعتمد على آلية ازموزية بل يعود بطريقة ما الى عملية التنفس ، حيث وجد ان عملية امتصاص الماء تتأثر بتوفر الأوكسجين وكذلك درجة الحرارة المنخفضة والسموم التنفسية ولكن من الظاهر ان درجة الحرارة الواطئة وقلة الاوكسجين والسموم التنفسية تزيد من مقاومة السايتوبلازم لحركة الماء ولذلك فان الملاحظات التي أظهرت تأثر عملية الامتصاص بهذه المعاملات لاتثبت بأن التنفس له دور مباشر في العملية ويعتقد بان الامتصاص الايجابي أو النشط أو الفعال للماء بوسائل غير ازموزية لايلعب دورا كبيرا في عملية امتصاص الماء.

العوامل التي تؤثر في امتصاص الجذر للماء

تتأثر قدرة الجذور على امتصاص الماء من التربة بالعوامل التالية :

1- تركيز محلول التربة : ينخفض معدل امتصاص الماء كلما زاد الضغط الأسموزي لمحلول التربة (زيادة تركيز الأملاح) وقد يتوقف الامتصاص أما إذا كان هذا الضغط الأسموزي للتربة يعادل قوة امتصاص الخلايا الجذرية للماء.

YS للتربة = YC للجذور

وعلى العموم تختلف النباتات حسب قدرتها على التغلب على هذه الاسموزية فهناك بعض النباتات عندها القدرة على مسايرة تراكيز عالية من الملوحة واستمرارية الامتصاص مثل ذلك بعض النباتات الملحية والتي تعيش في تركيزات عالية من الملوحة، تغلب على هذا الإنخفاض في الجهد المائي لمحلول التربة بخفض الجهد الأزموزي بعملية التنظيم الأزموزي Osmoregulation لأنسجة النبات بطريقتين هما:

اولاً–زيادة امتصاص وتراكم الأيونات خصوصاً في الأراضي المالحة لخفض الجهد المائي للنبات، رغم أن أغلب هذه الأيونات سامة وتقلل من انتاجية النبات فضلاً عن صرف النبات طاقة لإمتصاصها من المحيط، ولكن هي وسيلة للبقاء.

ثانياً–هدم البروتينات والكربوهيدرات للحصول على أحماض امينية وسكريات ذائبة نشطة في خفض الجهد المائي وإبقاء تدرج الجهد المائي لصالح النبات(اي دخول الماء للنبات) ويحدث هذا للنباتات المعرضة لإجهاد الجفاف أو الإجهاد الملحي.

س\لماذا تقل انتاجية المحاصيل المعرضة للإجهاد الملحي أو الجفاف؟

2- المحتوى المائي للتربة: يزداد امتصاص الجذور للماء ما دام الماء متوفر في حدود السعة الحقلية(الماء الشعري) وهي كمية الماء المتوفرة الذي يسهل عليه امتصاصه وإذا نقص الماء في هذه الحدود فإن الجذور قد يصعب عليها امتصاص فوجد عندما يصل إلى مرحلة نقطة الذبول الدائم وهذا يختلف بحسب نوعية النبات وكذلك نوعية التربة .

وقد تذبل بعض النباتات عندما يفوق معدل النتح معدل الإمتصاص اثناء الجو الحار(الذبول الأولي).

3- تهوية التربة : زيادة تشبع التربة بالماء يسبب نقص الأكسجين وتراكم CO_2 مما ينتج عنه دخول النبات فى حال ذبول ناتج عن زيادة تشبع الفراغات الهوائية بالماء ونقص الأكسجين وتسمى هذه الحالة (الجفاف الفسيولوجي) وهذا يختلف عن الذبول الناتج عن نقص الماء (الجفاف) . لذلك فإن امتصاص الماء دائماً أسرع بكثير في التربة جيدة التهوية عنها في التربة رديئة التهوية .

الجفاف الفسيولوجى : الناتج عن زيادة الماء الذي يؤدي إلى نقص في نفاذية الأغشية البلازمية داخل خلايا الشعيرات الجذرية فيسبب نقصاً في امتصاص الماء رغم توفره بكثرة حول جذور النبات ويختلف عن الذبول الناتج عن الجفاف نتيجة نقص الماء .

4- درجة حرارة التربة : يمتص النبات كمية قليلة من الماء عند درجات الحرارة المنخفضة وذلك يعود إلى أن الماء تزداد لزوجته عند درجات الحرارة المنخفضة كذلك تسبب درجات الحرارة المنخفضة زيادة لزوجة البرتوبلازم فيقل بذلك معدل إنفاذه للماء .

5- تركيز CO_2 : تراكم CO_2 في التربة ذو تأثير مثبط على امتصاص الماء كما أنه يسبب زيادة لزوجة البرتوبلازم وبتالي نقص في نفاذية الجذور للماء وبتالي تقل قابلية الجذور على امتاص الماء.

6- معدل النتح في النبات

زيادة معدل النتح تسبب انخفاض في الجهد المائي للنبات وبالتالي فأن تدرج الجهد المائي يكون في صالح دخول الماء الى النبات.

7- خصائص المجموع الجذري

يختلف المجموع الجذري بين النباتات في كونه وتدي متعمق او سطحي متفرع قرب سطح التربة وان مدى اختراقه للتربة وكثافته وخصائصه التشريحية تؤثر كثيراً في عملية الإمتصاص.

المصادر:

1- اساسيات كيموحيوية وفسيولوجيا النبات، د. محب طه صقر _ كلية الزراعة _جامعة المنصورة https://t.me/agricultural_eng

2- Kozlowski,T. T.1964. Water metabolism in plants.New York;Harper and Row.

3- Kramer,P.J. 1937. The relation between rate of transpiration and rate of absorption of water in plants. Am.J. Botany 24:10.

4- ياسين. بسام طه.2001. اساسيات فسيولوجيا النبات. كلية العلوم – جامعة قطر.

5- دلفن. م روبرت. فسيولوجية النبات . ترجمة . عبد الحميد بن حميدة ، محمد الجيلاني و حازم الالوسي. مكتبة النرجس.