

## النتح والإدماع

## Transpiration and Guttation

## أولاً – النتح Transpiration :

يفقد النبات الماء من الأوراق بشكل مستمر عبر فتحات خاصة في الأوراق تدعى بالمسام ، التي تُفتح لتسمح أيضاً بدخول ثاني أكسيد الكربون و هو المادة الضرورية لعملية التمثيل الضوئي لذلك يمكن اعتبار النتح عملية ثانوية و ضريبة لا بد أن يدفعها النبات لقاء تسهيل مرور ثاني أكسيد الكربون و الأوكسجين .

**النتح** : ظاهرة فيزيولوجية تعبر عن فقد الماء على هيئة بخار ماء من اسطح النبات المعرضة للجو خاصة الأوراق عن طريق فتحات ميكروسكوبية

أشكال النتح :

١- النتح المسامي : يقصد به خروج بخار الماء من الأوراق عن طريق الثغور السمية و يشكل القسم الأعظمي للنتح .

٢- النتح القشيري : يقصد به خروج بخار الماء عن طريق الجدر الخارجية لخلايا البشرة من أسطح الأوراق و السيقان العشبية .

٣- النتح العديسي : يقصد به خروج بخار الماء من خلال العديسات الموجودة في الأنسجة الفلينية التي تغطي أسطح السوق و الأفرع .

إن عمليتي النتح و الامتصاص متلازمتان على الدوام عندما يزيد النتح عن الامتصاص يقل محتوى خلايا النبات من الماء فيقل الضغط بداخلها و يذبل النبات ، و يحدث هذا عادة أثناء ساعات النهار التي ترتفع فيه درجات الحرارة و تقل الرطوبة النسبية فيكون النتح في أقصاه و الجهد المائي للخلايا الورقية في أدنى مستواه .

أهمية النتح :

- ١ – ينتج من النتح قوة سالبة هي العامل المهم في إمداد النبات بالماء .
- ٢- يقي النبات من أخطار الحر الشديد لأن تبخر الماء من أنسجة الورقة يقتضي استنفاد مقدار من الحرارة تعرف بحرارة التبخير و التي تستمدّها من الأوراق فيسبب البرودة،

٣ - يساهم النتح في زيادة معدل امتصاص النبات للذائبات من التربة.

### دراسة شكل و حركة الثغور التنفسية :

#### ١- مكونات السم (الخلية الحارسة) :

السم أو الثغرو فتحة صغيرة توجد في بشرة النباتات يحيط بكل منها خليتان تعرفان بالخليتان الحارستان و تتصل بغرفة هوائية تسمى بالغرفة تحت السم .

#### مزايا الخلايا الحارسة :

١ - احتوائها على كمية كبيرة من البروتوبلازم

٢- تمركز الجسيمات الصانعة الخضراء

٣- ارتفاع تركيز العصارة الخلوية

٤- تأخذ شكلاً مميزاً حيث تكون مدقية او كلوية الشكل في أحاديات الفلقة بينما تكون فقط كلوية في ثنائيات الفلقة

٥- تغلظ جدر الخلايا الحارسة المحيطة بفتحة السم و تصلبها بينما تبقى الجدر الأخرى للخلايا الحارسة مرنة و رقيقة نسبياً .

### آلية حركة الثغور :

تعتبر الخلايا الثغرية أصغر من خلايا البشرة المجاورة لها مما يساعد الخلايا الحارسة على الاستجابة لتغيرات الامتلاء بسرعة أكبر ، تتعلق درجة انفتاح الثغر بضغط الامتلاء ، وكذلك بالمحصلة الناتجة بين ضغط امتلاء الخلايا المجاورة و خلايا البشرة المجاورة و وضعت عدة نظريات لتفسير حركة الثغور أهمها :

#### أ- نظرية التمثيل الضوئي :

ان الخلايا الحارسة تحوي على الكلوروبلاست لذلك فهي قادرة على القيام بعملية التمثيل الضوئي مما يجعلها غنية بالسكريات و النشاء و بذلك يرتفع ضغطها الاسموزي مما يؤدي إلى امتلائها بالماء و من ثم انفتاحها (وجد ان الضغط الاسموزي للخلايا الحارسة قد يبلغ ٣٠-٤٥ ض. ج فيما يبلغ الضغط الاسموزي للخلايا

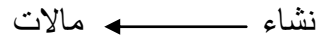
المجاورة ١٥ ض.ج ) لكن كمية التمثيل الضوئي في هذه الخلايا غير كافية لتفسير تغيرات الامتلاء فيما عدا أن الضوء ينتج طاقة ضرورية لفعاليات استقلابية اخرى.

ب- حلمة النشاء : يكون ارتفاع الضغط الاسموزي حسب هذه النظرية ناتج عن حلمة النشا بطريقة انزيمية ، يدعم هذه النظرية عدة فرضيات اهمها انه في الضوء و عندما يبدأ التمثيل الضوئي تنخفض كمية CO2 على مستوى الخلايا الحارسة : من ٠.٠٣% الى ٠.٠١% في هذه الظروف يرتفع ال PH من ٤ الى ٧ كما تختفي في الضوء حبيبات النشاء و تزداد كميات السكر المرجعة بسبب تدخل انزيمي تنظمه تغيرات ال PH ، حيث أن ارتفاع ال PH يزيد فعالية أنزيم الفوسفوبريلاز (phosphoprylase) الخاص بالخلايا الحارسة و الذي يعتبر شديد الحساسية لتغيرات ال PH، لهذا يرتفع الضغط الاسموزي في الخلايا الحارسة من ١٣ ض.ج إلى ١٩ ض.ج مع بقاء الضغط الاسموزي للخلايا المجاورة قريبا من ١٥ ض.ج.

أما في الظلام فيتراكم CO2 التنفسي مما يؤدي إلى انخفاض ال PH الخلايا الحارسة بسبب تشكل حمض الكربونيك ، و بذلك تنخفض فعالية أنزيم الفوسفوبريلاز مما يؤدي إلى تقليل تكوين السكريات فينخفض الضغط الاسموزي و يخرج الماء فينغلق الثغر.

ج - نظرية التبادل الأيوني: تعتمد على حقيقة أن تغيرات الامتلاء تعزى إلى الدخول الفعال للأيونات إلى الخلايا الثغرية خاصة البوتاسيوم  $K^+$  في هذه النظرية يترافق انفتاح الثغور بدخول البوتاسيوم فيما يترافق انغلاقها بخروج ال  $K^+$  حيث تلعب الخلايا المجاورة دور خزان لايونات ال  $K^+$  و يتم دخولها بواسطة ال ATPase الموجود على الغشاء البلازمي.

كذلك فإن مشكلة توازن الشحنة تقضي بدخول ال  $Cl^-$  نتيجة دخول ال  $K^+$  و ذلك لمعادلة الشحنة أو تتم معادلة الشحنة بواسطة حلمة النشاء و تشكل المالات وفق المعادلة :



إذا فدخول ال  $K^+$  يصبح مقترنا بخروج  $H^+$  الاتي من حمض المالك .

للهرمونات النباتية أيضا دور هنا في تنظيم المضخة الأيونية فحمض الابسيسيك يثبط عمل معقد ال ATPase مما يخفض تدفق ال  $K^+$  في حين تشجع الهرمونات الأخرى مثل السيتوكينين و الجبريلين هذه المضخات الأيونية.

العوامل المؤثرة على حركة الثغور :

١ - ارتفاع تركيز غاز CO2 الناتج عن عملية التنفس ليلاً في الغرفة تحت السمية و تشكل حمض الكربون الضعيف و تحول النشاء (ذو الضغط الاسموزي المنخفض) إلى سكر (ذو الضغط الاسموزي المرتفع) .

٢- امتصاص شوارد البوتاسيوم ( يعمل على رفع الضغط الاسموزي داخل الخلية) .

٣- زيادة تركيز حمض الابسيسك .

### حساب عدد المسام في مقطع نباتي :

مساحة حقل الرؤية  $\pi r^2 = (1 \text{ cm}^2)$  حيث  $r = 0.02 \text{ cm}$

عدد الحقول في ال سم<sup>٢</sup> الواحد = ١ سم<sup>٢</sup> / مساحة حقل الرؤية

متوسط عدد الثغور في الحقل الواحد = مجموع عدد الثغور في عدة حقول / عدد الحقول المشاهدة

عدد المسام في سم<sup>٢</sup> = متوسط عدد الثغور في الحقل الواحد × عدد الحقول في ال سم<sup>٢</sup> الواحد

### قياس معدل النتح :

يؤثر في عملية النتح العديد من العوامل أهمها :

العوامل المؤثرة على معدل النتح :

أ- العوامل الداخلية :

١ - مساحة المسطح الورقي

٢- سماكة القشرة على سطح الأوراق

٣- عدد و توزيع المسام

٤- وجود الأوبار على سطح البشرة

٥- درجة الحموضة

٦- توضع المسام غائرة تحت البشرة

٧- نسبة (الجذر / المجموع الجذري)

## العوامل الخارجية :

١ - الضوء -٢- الحرارة- ٣- الرطوبة الأرضية و الجوية - ٤- الرياح - ٥- الضغط الجوي -٦- حالة الماء في التربة -٧- تركيز غاز CO2 -٨- تركيز غاز O2 .

يقاس معدل النتح (كمية الماء المطروحة من وحدة المساحة خلال وحدة الزمن) بطرق عديدة مختلفة منها ما هو كمي و منها ما هو نوعي :

## ١ - قياس معدل النتح بالطرق الوزنية :

المبدأ : تنفذ بقياس النقص في الوزن حيث يتم وزن النبات المزروع مع الأصبغ (وزن إجمالي ) على فترات متتالية و بحسب النقص في الوزن بين كل وزنين متتاليين و منها يمكن أن تحسب كمية الماء المفقودة في واحدة الزمن / ساعة لوحدة المساحة من الأوراق .

## ٢ - قياس النتح باستخدام ورق كلوريد الكوبالت :

المبدأ : إن مبدأ استخدام أوراق كلوريد الكوبالت هو تتبع تغير لون ورقة كلور الكوبالت من اللون الأزرق إلى اللون الزهري عند تشبعها ببخار الماء مما يثبت أن النتح هو فعلاً فقد لبخار الماء و هذا يعتبر من القياسات النوعية و يمكن من خلال تقدير الزمن اللازم لتغير لون ورقة كلوريد الكوبالت إلى اللون الزهري يمكن اخذ فكرة كمية نسبياً عن معدل النتح لأنها لا تقيس كمية الماء المفقود عن طريق النتح بل الزمن اللازم لتغير لون ورقة كلوريد الكوبالت .

و يحسب معامل النتح بهذه الطريقة وفق القانون :

المعدل النسبي للنتح T1 = متوسط الزمن ثا لمعايرة ورقة كلوريدا لكوبالت (شاهد) / متوسط الزمن ثا لمعايرة ورقة كلوريد الكوبالت الملاصقة لورقة النبات .

## ٣- قياس النتح بجهاز البوتومتر :

المبدأ : تتم هذه الطريقة على فرع من نبات بينما في الطريقتين السابقتين على نبات كامل ، و أساس هذه الطريقة هو الافتراض بأن كمية المياه التي يفقدها فرع النبات بالنتح في فترة زمنية معينة تعادل كمية المياه التي يمتصها هذا الفرع في نفس الفترة الزمنية بالتالي يمكن حساب معدل النتح لكل وحدة من مساحة سطح الأوراق .

## ثانياً - الإدماغ : Guttation

هي الظاهرة الفيزيولوجية المتعلقة بالعوامل البيئية المختلفة فعندما تكون الرطوبة في الهواء و التربة عالية و بالتالي يكون معدل النتح منخفض يخرج الماء على شكل قطرات في قمة الأوراق و على حوافها و من أفتية دمعية مرتبطة مباشرة بالأوعية الخشبية و يكون عادة محملاً ببعض الأملاح المعدنية التي تترك أثراً بعد جفاف الماء و يحدث الإدماع نتيجة الضغط الجذري عندما يختل التوازن المائي لصالح امتصاص الماء .

هذه الظاهرة تختلف عن الندى : ظاهرة فيزيائية بحتة نجدها في الصباح الباكر على كل أسطح الورقة و ليس حوافها و على شكل تكاثف لبخار الماء على الأسطح الباردة .

{ نهاية الجلسة }