المحاضرة السادسة

التفسيرات الحديثة لفتح وغلق الثغور

ولتفسير وفهم هذه العملية سنتطرق إلى:

ما هي العوامل التي تؤثر في عملية الفتح والغلق؟

كيف تتم حركة الثغور للفتح والغلق؟

أولا/ العوامل المؤثرة في عملية الفتح والغلق:

نظام داخلي المنشأ أي ما يمكن تعريفة بالساعة البيولوجية – الثغور عادة تفتح اثناء النهار وتغلق اثناء الليل (بعض النباتات العصارية التي تعيش في المناطق الحارة والجافة لها نظام عكسي وذلك حتى تقتصد في فقد الماء وتحافظ عليه). رغم ذلك فإن الثغور تبقى تفتح وتغلق على مدار 24 ساعة حتى لو عرضت إلى ضوء مستمر. مرحلة الفتح والغلق ممكن أن تتحول أو تتغير في أي وقت من اليوم وذلك بالتحكم في نهاية المرحلة المظلمة.

التوازن المائي: التوازن المائي للنباتات أو مستوى المحتوى المائي يلعب دورا في عملية فتح وغلق الثغور. النباتات الذابلة تغلق ثغورها ويعتقد أن هرمون الأبسسيك (ABA) يلعب دورا وسيطا في هذه الظروف إذ يؤدي إلى الإغلاق حتى في ظروف الفتح العادية. ولوحظ أن نقص الماء الشديد في جذور النبات يمكن أن يرسل عبر أوعية الخشب تأثيره إلى الثغور في الأوراق عبر إشارة حامض الأبسسيك.

المستوى المنخفض من CO_2 يسبب فتح الثغور. وإذا كانت نسبته منخفضة (في هواء الورقة الداخلي) حول الثغور في الظلام ممكن أن يتسبب ذلك في فتح الثغور على غير العادة. والعكس ارتفاع نسبة CO_2 تسبب غلق الثغور.

الضوء: يسبب الضوء فتح الثغور. الحد الأدنى من الضوء لفتح الثغور عند معظم النباتات يتراوح بين33% إلى0.1% من مجمل الضوء وهو الحد الكافي لبدء عمل تمثيل ضوئي كامل. الموجات الزرقاء ذات الأطوال الموجية بين 430–460 nm تعد أكثر فعالية بعشر مرات من موجات الضوء الأحمر ذات الأطوال الموجية 630–680 nm.

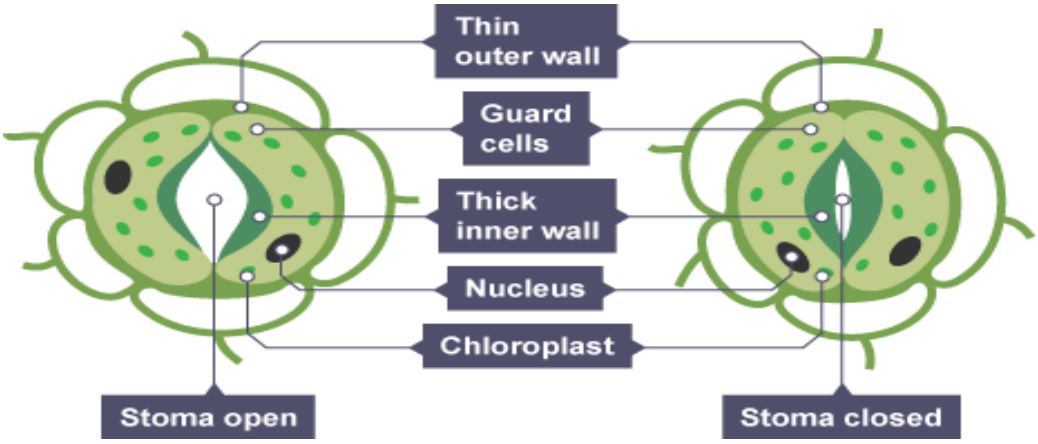
ثانيا/ كيفية حركات الفتح والغلق؟

الموجات الضوئية الزرقاء تمتص بواسطة صبغة zeaxanthin وهـي عبارة عن (a carotenoid pigment) هذا يؤدي الى تنشيط مضخة البروتونات في اغشية الخلايا الحارسة مما يعمل على ضخ البروتونات (ايون او بروتون الهيدروجين) خارج سيتوبلازم الخلايا الحارسة مولدا حركة نشطة للبروتونات أي تدرج كهروكيميائي عبر الغشاء مما يحدث تغيرات كبيرة في pH (إذ تتغير من 4–5 الى 6–7) منتجا توترا عبر الاغشية تصل احيانا الى 120 ملي فولت هذا مايؤدي الى فتح القنوات البروتينية التي تسمح بالتدفق السلبي

لايونات البوتاسيوم الموجبة الى داخل الخلايا الحارسة لكي يعادل خروج البروتونات. يتم ايضا دخول ايونات الكلوريد السالبة عن طريق تزاوجها (coupled) مع بعض البروتونات العائدة (حتى يتم معادلة واتزان الشحنات الكهربائية). هذا التراكم الايوني يعمل على خفض الجهد داخل الخلايا الحارسة مؤديا الى انتفاخ الخلايا الحارسة وبالتالي فتح الثغور. هذا التراكم الايوني وانخفاض الجهد داخل الخلايا الحارسة يزداد مع تقدم النهارعن طريق تكوين السكر الناتج من بدء نشاط عملية التمثيل الضوئي وكذلك فإن الضوء الازرق يعمل على تحلل النشا إلى سكر.

يعتقد بعض العلماء حامض الأبسسيك (ABA) في بعض النباتات يعمل على تغير ضغط الامتلاء دون أن يحدث تغير في الجهد المائي داخل وخارج الخلايا الحارسة وهذا التغير غالبا يؤدي إلى غلق الثغور حيث أن هذا الحامض يلعب دورا في الغلق.

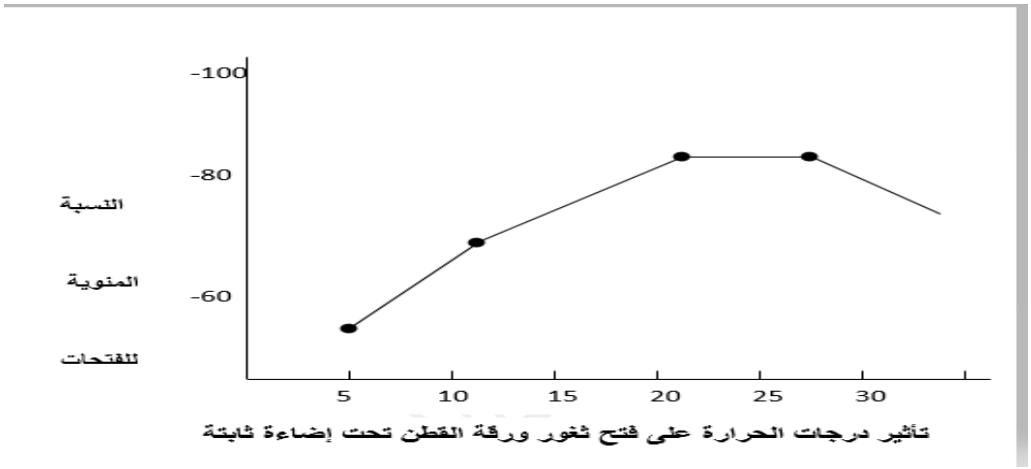
أيضا هناك العديد من المعلومات التي تشير إلى زيادة ايونات الكالسيوم في سيتوبلازم الخلايا المساعدة في حالات الغلق وهذا ربما بتأثير فتح وغلق القنوات الأيونية في الغشاء الحيوي (زيادة نفاذية بعض الايونات عبر الغشاء مثل ايونات الكالسيوم).



هناك بعض الاستثناءات الأخرى بالنسبة للضوء فعلى سبيل المثال:

نباتات مثل البطاطا، البصل، تغلق ثغورها بعد 3 ساعات من غروب الشمس ويمكن أن تغلق في النهار إن عرضت للذبول في حين أن نبات ذيل الحصان Equisetum asvense تظل مفتوحة حتى لو تعرضت للذبول. ثغور بعض النجيليات تفتح ساعة أو ساعتين في النهار. الحرارة أيضاً تلعب دوراً مهماً في عملية فتح وغلق الثغور ويرتبط هذا العامل مع عوامل أخرى مثل الضوء فبدرجة حرارة أقل من (0) حتى في الضوء فإن بعض النباتات تبقي ثغورها مغلقة وعند رفع درجة الحرارة فإن الثغور تفتح وهذا حال نبات القطن. ولكن في درجة حرارة

عالية(30س° فما فوق) فإن فتح الثغور يقل وهذا ناتج عن أن درجات الحرارة العالية تؤثر على تركيز CO_2 إذ يرتفع تركيزه في المسافات البينية وهذا ناتج عن زيادة معدل التنفس. ويعتقد ان التغيرات في الفتح والغلق والمخالفة للتنظيم البيولوجي الطبيعي للنباتات تنتج بفعل تأثير هرمونات الفتح والغلق اي السايتوكاينين وحامض الابسيسيك بالترتيب إذ ان الثغور تبدو تحت تأثير آلية تشمل الفعل المتعارض لهذين الهرمونين ويتم تشجيع الثغور على الانفتاح وذلك عند تراكيز من السايتوكاينين تتراوح بين $0.01-0.05$ μ molor بينما يؤدي حامض الابسسيك إلى إغلاق الثغور عند التراكيز نفسها ، وهذان الهرمونان يعملان على تنظيم فتح وغلق الثغور بناء على تأثيرهما في التدفق الأيوني.



تأثير درجات الحرارة على فتح ثغور ورقة القطن تحت إضاءة ثابتة

العوامل المؤثرة على معدل عملية النتح

أولا. العوامل النباتية

1. نسبة المجموع الجذري إلى المجموع الخضري عندما يزداد المجموع الجذري عن المجموع الخضري للنبات ووجود الظروف الملائمة للامتصاص والنتح تكون كمية الماء الممتص اكبر من كمية الماء المفقود بالنتح وبالتالي ينمو النبات والعكس عندما يقل المجموع الجذري عن المجموع الخضري يحدث ذبول للنباتات.
2. مساحة الورقة من المعلوم ا زيادة مساحة الورقة يتبعها زيادة الماء المفقود وغالبا ما تنتج النباتات الصغيرة بمعدل اكبر عن النباتات الكبيرة وذلك على أساس وحدة المساحة ولو أن النباتات الكبيرة تفقد كميات من الماء اكبر إلا أن الماء المفقود بالنسبة لوحدة المساحة يكون اكثر فى النباتات الصغيرة.

3. تركيب الورقة تختلف عدد الثغور الموجودة وسمك طبقة الكيوتين المغطية للأوراق وسطحية وتعمق الثغور على سطح الورقة وتعريق الأوراق باختلاف الأنواع النباتية مما يؤثر على معدل النتح.

ثانيا- العوامل البيئية

1- الرطوبة النسبية في الجو

ارتفاع الرطوبة النسبية في الجو يترتب علية زيادة الضغط البخاري لبخار الماء فى هذا الجو ،ويؤدى ذلك بالطبع إلى تقليل البخر وبالتالي تقليل النتح.

2- الرياح : يتسبب عن حركة الهواء تقليل الرطوبة النسبية بإزالة الهواء الرطب في الجو الملامس مباشرة لسطح الأوراق وبالتالي يزداد النتح . أما عند اشتداد الرياح فان الثغور تقفل ، وبالتالي يقل معدل النتح وتقفل الثغور هنا بسبب فقد النبات لكميات هائلة من الماء تؤدى الى نقص شديد فى انتفاخ البشرة والخلايا الحارسة وبالتالى تقفل الثغور.

3- درجة الحرارة

يؤدى ارتفاع درجة الحرارة الى زيادة البخر وبالتالى الى زيادة النتح وتعتبر عملية النتح عملية تلطف من حرارة النبات لان قدر كبير من الحرارة التى تتعرض لها أسطح الأوراق تستنفذ فى تبخير كميات كبيرة من الماء فى صورة نتح.

4- الضوء

يتجلى دور الضوء من خلال تأثيرة على حركة فتح وغلق الثغور كما ان الضوء الشديد يزيد من درجة الحرارة وبالتالى يزيد من معدل النتح.

5- تييسر ماء التربة

كلما كان ماء التربة محددا كلما قل امتصاص الجذور للماء ويؤثر ذلك بالطبع على التوازن المائى فى النبات وعلى النتح.

المصادر:

1- احمد، رياض عبد اللطيف (1984) الماء في حياة النبات- مديرية الكتب للطباعةوالنشر – جامعة الموصل- العراق.

2-الوهيبي- محمد وباصلاح محمد عمر(1997) – فسيولوجيا النبات العامة –الجزء الاول –جامعة الملك سعود.

3-فسيولوجية النبات، تاليف. روبرت م.دفلن – ترجمة – د. عبد الحميد بن حميدة ومحمد الجيلاني وحازم الالوسي. مكتبة نرجس.pdf

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

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