محاضرات فسيولوجيا النبات

مدرس المادة : م. د. عبد الأمير رحيم عبيد

كلية الزراعة- جامعة البصرة

المحاضرة السادسة

الفرضيات التي تفسر فتح الثغور وغلقها

وضعت عدة فرضيات لتفسير فتح الثغور وغلقها ويعود تاريخ الفرضيات المكرة الى منتصف القرن التاسع عشر الميلادي حيث فسرت تلك العملية على ان نواتج عملية البناء الضوئي التي تتراكم في الخلايا الحارسة من شانها ان تخفض من الجهد الازموزي وبالتالي سحب الماء من الخلايا المجاورة وبالرغم من ان هذه الافكار بسيطة وتضم في طياتها عدة ثغرات حيث ان بعض الثغور تفتح ليلاً كما ان الخلايا الحارسة في بعض النباتات لاتحتوي على بلاستيدات خضراء مثل نبات خف الست

1- فرضية النشأ والسكر the starch-sugar hybothesis

تتلخص هذه الفرضية على ان تحول النشا الى سكر وبالعكس في الخلايا الحارسة يعد اساساً لعملية فتح الثغور وغلقها . فتركم السكر يخفض الجهد الازموي وبالتالي يؤدي الى سحب الماء من الخلايا المجاورة وانتفاخ الخلايا الحارسة وفتح الثغور بينما لايؤثر النشا في خفض الجهد الازموزي وهذا من شأنه ان يسهل حركة الماء من الخلايا الحارسة الى الخلايا المجاورة وبالتالي انكماش الخلايا الحارسة وغلق الثغور . ان تحول النشا الى سكر وبالعكس مرتبط بضرف الضوء والظلام اولاً وبسيطرة تراكم ايون الهيدروجين (PH) ثانياً والمعادلة توضح هذه الفرضية

في النهار PH=7

نشا + فوسفات لاعضوي ---------- كلوكوز -1-فوسفات

جزيئة واحدة ---------- عدد كبير من الجزيئات

في الليل PH=5 بوجود انزيم Phosphorylase

تفتح الثغور في الضوء حيث تقوم عملية البناء الضوئي بانقاصباقاص محتوى ثاني اوكسد الكربون ورفع قيمة الرقم الهيدروجيني PH داخل الخلايا الحارسة وان ذلك يكون مشجعاً لتحويل النشأ الى سكر وتراكم السكر يؤدي الى خفض الجهد الازموزي والمائي وسحب الماء من الخلايا المجاورة الى الخلايا الحارسة وانتفاخها وبالتالي الى فتح الثغور . اما في الظلام

فيحدث العكس حيث تزداد كمية ثاني اوكسيد الكاربون وتنخفض قيمة الرقم الهيدروجيني PHويكون عمل الانزيم في هذه الحالة لصالح تحول السكر الى نشا وبالتالي رفع قيمة الجهد الازموزي والمائي وخلروج الماء من الخلة الحارسة وانكماشها وغلق الثغور وهناك بعض الادلة المؤيدة للفرضية

أ- قيمة الرقم الهيدروجيني تنخفض في الخلايا الحارسة عندما تكون الثغور مغلقة وتزداد عندما تكون الثغور مفتوحة

ب- مستوى النشا في الخلاي الحارسة يكون عموماً قليلاً بفتح الثغور ويزداد بغلق الثغور وهذا استثناء من القاعدة حيث يتراكم النشا خلال النهار في خلايا النسيج المتوسط نتيجةً لنشاط عملية البناء الضوئي بينما يتحلل النشا الى سكر في الليل نتيجةً لاحتياج تلك الخلايا الى مصدر للضوء وبالرغم من الدلة المؤيدة لهذه الفرضية وجهت عدة انتقادات تجعل صحة هذه الفرضية موضع الشك ومن تلك الانتقادات :-

1- قد لايكون الرقم الهيدروجيني حاسماً لعمل انزيم phosphorylase في تحليل وبناء النشاء حتى عند الرقم الهيدروجيني العالي (8) وهو المستوى المعروف لحشوة(الستروما) البلاستيدات الخضر المضاءة فان التفاعل يبقى لصالح تكوين النشا

2- الفوسفات نشطة ازموزياً وكذلك السكر المفسفر اي ان المعادلة لا تفسر انخفاض الجهد الازموزي بتكوين كلوكوز -1- فوسفات

3- ان تغير تركيز CO_2 هو الذي يسبب تغير الرقم الهيدروجيني وحسب هذه الفرضية فان تغير تركيز هذا الغاز من 0.03%-0.01%غير كافي لتفسير التغير في الرقم الهيدروجيني من 5 الى 7 وبالعكس هذا فضلاً عن ان التغير الملاحظ في الرقم الهيدروحيني يحدث في الفجوة وليس في السايتوبلازم او البلاستيدات الخضراء

4- لايمكن تطبيق هذه الفرضية على النباتات التي تفتقر الى النشا في الخلايا الحارسة مثل نبات البص كما ان هناك سكريات متعددة Polysuccherides اخرى قد تقوم مقام النشاء

5- ان التغير في مستويات النشا خلال عملية فتح الثغور وغلقها لا يمكن ان تفسر حركة الثغور السريعة كما ان الزيادة في السكر والمصاحبة لنقص النشا وبالعكس لم تلاحظ كثيراً لتفسير التغير في الجهد الازموزي والمائي وبالتالي فتح الثغور وغلقها

6- خلال منتصف النهار تغلق الثغور جزيئاً دون ان يكون هناك زيادة في كمية النشا في الخلايا الحارسة وانما بسبب تعرض النبات الى مايشبة الاجهاد المائي water stress

2- نظرية التراكم الايوني

تفسر هذه النظرية دور الايونات السالبة والموجبة في فتح وغلق الثغور

أ-البوتاسيوم K^+

استطاع لعض الباحثين اثبات دور البوتاسيوم في فتح وغلق الثغور لتراكمه في الخلايا الحارسة اوضحه منها.

في بداية القرن العشرين اثبت وجود العنصر في الخلايا الحارسة ولم يكن في مقدور الباختين معرفة دوره الاعندما وجد ان البوتاسيوم يتراكم في الخلايا الحارسة عندما تكون الثغور مفتوحة وقد تاكدت هذه المعلومات عام 1968 منقبل بعض العلماء الامريكان والانجليز حيث وجدوا ان تركم ايونات البوتاسيوم مع الايونات السالبة يمكن ان يؤدي الى خفض الجهد الازموزي مما يؤدي الى فتح الثغور وقد افترض بان عملية امتصاص البوتاسيوم تكون بالية خاصة تتحفز بالضوء ويشمل تراكم البوتاسيوم اثناء فتح الثغور لكافة الخلايا الحارسة في الاوراق والسيقان والكاس وغيرها كما وجد ان البوتاسيوم يتراكم في الخلايا الحارسة التي تفتح فيها الثغور ليلاً مثل النباتات المتشحمة (العصارية) CAM plans وهذا يوحي بان مستويات CO_2 المنخفضة اضافةً الى الضوء يمكنها ان تحفز تراكم البوتاسيوم في الخلابا الحارسة . وقد كدت الدراسات الحديثة بان تراكم البوتاسيوم يكون اعلى ما يمكن عندما تكون الثغور مغلقة وقد يدخل البوتاسيوم ضد التركيز مما يستدعي صرف طاقة لعملية ضخ الايونات وتعد الخلايا المساعدة مخازن للايونات حيث يتحرك البوتاسيوم الى الخلايا الحارسة من الخلايا المساعدة اثناء فتح الثغور ومن الخلايا المساعدة الى الى الخلايا المساعدة اثناء غلق الثغور

ب -الايونات الموجبة الخرى

يمكن ان تؤدي ايونات موجبة اخرى دوراً مهماً في عملية فتح الثغور وغلقها ومن اهم تلك الايونات الصزديوم وبالرغم من ان دوره اقل من دور البوتاسيوم الا ان دراسة فسيولوجيا النباتات الملحية Halophytes تبين ا ن الصوديوم يمكن ان يحل محل البوتاسيوم في كثير من الفعاليات الفسيولوجية واهمها التوازن المائي في النبات وهماك ملاحظات سجلت في النباتات الملحية حيث يتراكم الصوديوم في الخلايا الحارسة اثناء فتح الثغور كذلك لوحظ ان الكالسيو Ca^+ يقلل من يقلل او يعيق لدرجة كبيرة دور البوتاسيوم في تحفيز فتج الثغور وقد سجلت بعض النتائج في نبات الفول بخصوص قدرة الكالسيوم في تحديد انتقاء الصوديوم والبوتاسيوم في تحفيز فتح الثغور.

ج- الايونات السالبة

من البديهي ان وجود تراكيز عتاية من البوتاسيوم والصوديوم في الخلايا الحارسة لابد وان تعادل بايونات سالبة مساوية لها وبالتالي فان دخول الكلور Cl^- او خروج البروتون H^+ او تكوين ايونات سالبة عضوية يمكنها ان تعادل ايونات البوتاسيوم وعليه فان الزيادة من K^+ والتي توازن بالكلور يمكن ان تتوازن بخروج البروتونات لو امتصاص OH^- او تكوين المالات بواسطة الخلابا الحارسة ز ان مصدر البروتونات H^+هو خلال تكوين احماض عضوية من الكربوهيدرات داخل الخلايا الحارسة مثل تكوبن حتمض الماليك Malic acid وقد تاكد ذلك من دراسات عديدةالتي ربطت بين عملية فتح الثغور وتكوين المالات . كما قد يكون تكوين حامض الستريك مصدراً للبروتونات ومن الجدير بالذكر ان تكوين المالات او امتصاص الكلوريد قد

يكمل احدهم الاخر قي معادلة البوتاسيوم بمعنى ان البروتونات الناتجة من بناء المالات ستعادل اية زيادة في البوتاسيوم لاتعادل بواسطة الكلوريد .