# الفصل العاشر

# حركة النبات

# *Plant Movement*

obeikan.com

obeikan.com

**مقدمة :**

إن حركة النبات كثيرا ما يهملها الفسيولوجيون نظرا لبطئها غير أن ما ظهر من تقنيات حديثة فى التصوير وكاميرات الفيديو الرقمية الحديثة التى تلقط صورة كل عدة ثوان وتسجلها داخل الكاميرا ليتم نقلها للكمبيوتر ليتم عرضها بالسرعات التى تظهر حركة النبات بشكل جيد للوقوف على حركة الأعضاء النباتية بدقة وإظهار واقعية الحركات الذاتية للأوراق والسوق · وبتلك الطريقة أمكن ملاحظة أن أوراق الدخان تبدو وكأنها ترتفع وتنخفض وكأنها أجنحة طير أثناء الطيران ، كما يمكن رؤية الساق وهى تتحرك حركات حلزونية منتظمة ، كما يمكن إظهار الحركات التى تحدث أثناء تفتح البراعم سواء كانت براعم ورقية او الزهرية · كذلك اهتم الفسيولوجيون بدراسة إيقاع النبات الداخلى والبحث عن كيفية تنفيذ النبات لبرنامجه فى التطوير وإحساسه بالليل والنهار وبقياسه درجة الحرارة وأوضاع النبات عن مجاورته لأخرى وشن حربة للدفاع عن نفسه إذا تعرض لهجوم بكتيري او فيروسى او أصابته حشرة او حتى إذا وقع تحت وطأة الإجهاد البيئي من حر او برد او تعرض للملوحة او الجفاف ··· الخ ·

**حركات النمو :**

هى التغيرات فى وضع الأعضاء نتيجة زيادة حجم الخلايا وزيادة أعدادها وانحنائها ويحدث الانحناء نتيجة زيادة عدد وحجم الخلايا الغير متساوى فى الأجزاء التى تحدث لها النمو والانحناء ، فالحركة الانتحائية هى الحركات التى تحدث بتأثير العوامل البيئية مثل الانحناء للضوء الساقط على السوق والجذور (الانتحاء الضوئى) والانتحاء بتأثير الجاذبية الأرضية ( الانتحاء الأرضي) أو اتخاذ أوضاع حركية بتأثير اختلافات المحتوى المائى للتربة ( الانتحاء المائى) والانتحاء نتيجة التلامس الفيزيائى او التلامس الكيميائي (الانتحاء التلامسي) أو الانتحاء الكيميائي) · وتعتبر الحركة موجبة حينما ينحنى العضو فى اتجاه المؤثر وسالبا حينما ينحنى العضو فى الاتجاه المضاد ·

**الحركات الانتحائية:**

هى الحركة التى تحدث فى العضو نتيجة تساوى العامل المؤثر على العضو من جميع الاتجاهات بالتساوى ، فحركة الأوراق الحديثة أثناء النمو وحركة حراشيف البراعم وبتلات الأزهار عند التفتح أمثلة للحركات الانتحائية وتنتج من نمو السطح السفلي للعضو أسرع من السطح العلوى مما يجعلها تنحنى الى أعلا مثلا لتغليف قمة الساق أو حدوث زيادة النمو فى السطح العلوى اكبر فيحدث تفتح البراعم ، أما قمة الساق فتنمو حلزونيا رغم أن ظاهر الأمر إنها تنمو رأسيا وينتج التثني من عدم تساوى معدلات النمو فى الأجزاء الرأسية المختلفة حول محور الساق بعض الحركات الانتحائية تحفزها عوامل بيئية كالحرارة والضوء فتتهدل الأوراق ليلا فى بعض الأنواع وتتعدل أوضاعها فى أثناء النهار وهذه الحركات عادة تكون مرتبطة بتوزيع الاوكسينات فى الأنسجة المتأثرة .

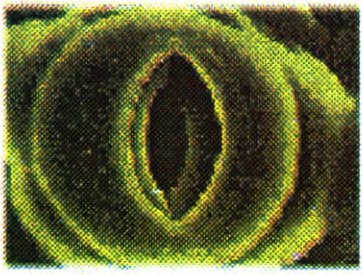
**حركات الامتلاء:**

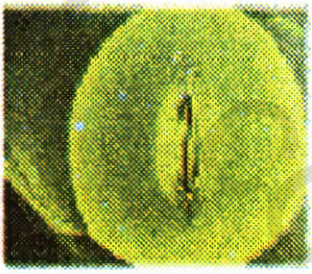
وهى التى تنتج نتيجة التغيرات والتغيرات العكسية فى امتلاء الخلايا بالماء وعادة تكون الأعضاء المتأثرة بتلك الحركات الامتلائية ذات خلايا رقيقة الجدر تسمى أعضاء الحركة أو الوسائد مثل حركة النوم للنبات ميموزا بوديكا ، وكذلك فتح وغلق الثغور وحركة الأوراق الناتجة عن الذبول والشفاء منه ، وعادة تحدث حركات الامتلاء التى تؤدى الى التفاف الأوراق من وجود خلايا كبيرة فى الحجم تسمى الخلايا البالونية توجد على السطح العلوي للورقة عند قاعدتي أخدودين فى محاذاة العرق الوسطى.

فعندما يكون الامتلاء كبيرا تكون الاوراق منبسطة وعندما يكون ينخفض ضغط الامتلاء ترتخى جدر تلك الخلايا البالونية فتنطبق الورقة ( كما فى نبات حشيشة الرمال) وعندما تعيد الخلايا المرتخية امتلائها تنبسط الورقة مرة اخرى ، وتستغرق الاوراق ما بين ٨ – ٢٠ دقيقة لاعادة امتلائها وبالتالى انبساطها .

آما عن الآليات التى تفسر الحركة الامتلائية فكلها ترجع الى إفراز مواد ذات نشاط اسموزى عالي يسمح بدخول الماء أو خروجه الى المسافات البينية من خلال الأغشية السيتوبلازمية وهى تغيرات عكسية بعضها بيوكيميائى والبعض الآخر فيزيائي مثل التعرض للغازات والصدمة الكهربية والارتجاج والانتقال من الضوء الى الظلام والعكس.

وسوف يتم مناقشة العوامل المؤثرة على الحركة الامتلائية عند التحدث عن حركة الماء والية حركة الثغور.





يسبب ضغط الامتلاء بالزيادة أو بالنقص الى انتفاخ الخلايا الحارسة الموجودة على حافتي الثغر أو الى ارتخائها فينتج عن ذلك حركة فتح وغلق الثغر.

كما تظهر حركة الامتلاء عند انتصاب الأوراق أو الورقات بعد رى النباتات وعند ارتخاء الأوراق وتهدلها عند جفاف التربة وكذلك تظهر تلك الحركة على الأوراق بوضوح فى الصباح الباكر حيث تكون الخلايا فى تمام الاختلاف ثم يقل الضغط الجدارى فترتخى الخلايا لخروج الماء الى المسافات البينية خاصة فى الخلايا السفلية لاعناق الأوراق فينتج عن ذلك حركة الارتخاء كما هو موضح بالصورة ٠

توضح الصورة حركة الامتلاء فى الخلايا العلوية والسفلية المحيطة بعنق الورقة فعند تساوى ضغط الامتلاء فى كل الخلايا ينتج عن ذلك انتصاب الأوراق وانبساطها وعند فقد انتفاخ الخلايا السفلية اكثر من الخلايا العلوية ينتج عن ذلك الارتخاء فمن المعروف أن تغير الامتلاء فى خلايا الأعناق هو الذى يسبب حركات الأوراق التى تتبع مسار الشمس أثناء النهار٠

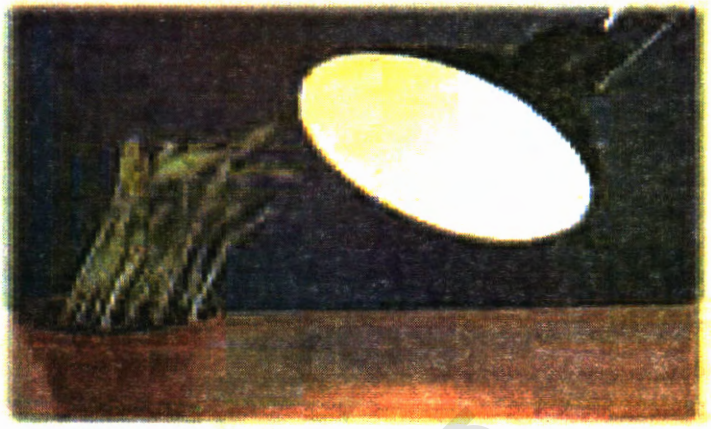
**حركات التميؤ :**

وهى الحركة التى تحدث فى الأنسجة الغير حية من النبات نتيجة تميؤ أو جفاف جدر الخلية وهى التى تسبب انشقاق القرنيات وتفتح الثمار العلبية والحركات السريعة للحوافظ الجرثومية الناضجة فى السراخس ٠

**الانتحاء الضوئى :**

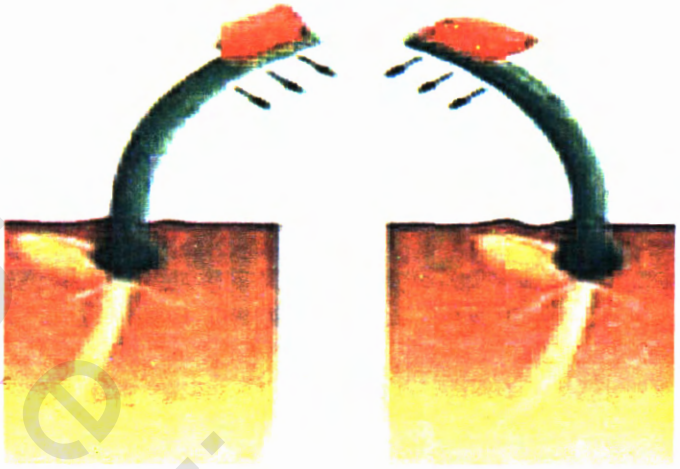
ينتج الانتحاء الضوئى نتيجة التعرض للإضاءة الغير متساوية على جانبي العضو النباتي، وعادة تنحنى السوق فى اتجاه الضوء الأقوى كما أن الأوراق تتخذ وضعا معينا بالنسبة لمصدر الضوء وكثيرا ما تتخذ أوراق بعض النباتات مثل الخس أوضاعا بحيث تواجه أنصالها الشرق والغرب حتى لا تواجه أنصال الأوراق الشدة الكاملة لشمس الظهيرة سوى حواف الأوراق فتعرف عندئذ تلك النباتات بنباتات البوصلة ، تلك الحركات التى تضع الأوراق والسوق فى مواضع معينة بالنسبة للضوء ترجع لأختلاف فى معدلات النمو فى الأجزاء المضاءة عن الأجزاء المظللة فى السوق والأعضاء ٠

فقد أشارت تلك التجارب إن قمم الغلاف الورقى للشوفان تمد البادرة بالأوكسين ونتيجة توزيعه الغير متساوى نتيجة تعرض الجزء المقابل للضوء والذى يؤثر سلبيا على الأوكسين حيث يؤدى الى أكسدته ضوئيا فيقل تركيزه فى الجزء المقابل للضوء مقارنتا بالجزء المظلل أو البعيد عن الضوء · وهناك رأى آخر يرى أن للضوء تأثير على هجرة الأوكسين من الجانب المعرض للضوء الى الجانب المظلل ونظرا لأرتفاع تركيزات الاوكسينات فى الجزء الغير مقابل للضوء ·



وقد عرفت آلية حركات الانتحاء الضوئى من دراسة سلوك الغلاف الورقى لنبات الشوفان وذلك لحساسية وبساطة تركيبة فقد عرف أن المنطقة التى تتأثر بالضوء اذا عرض من جانب واحد هى المنطقة التالية للقمة النامية لبادرات الشوفان بدليل عند ازالة القمة فان الانحناء يكون قليلا ولكن عند وضع القمة او قطعة من الجلاتين محتوية على الاوكسين سببت الانحناء بشدة·

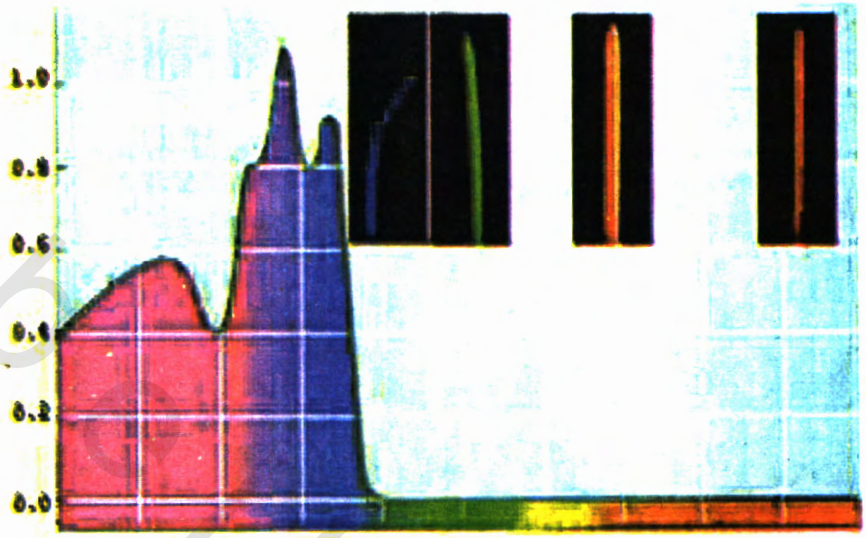
فيحدث استطالة لتلك الخلايا بمعدل أعلى من الخلايا المقابلة للضوء والأقل تركيزا للأوكسين مما يسبب انحنائها ناحية الضوء·



وعلى ما يبدو انه ليس لزيادة تركيز الأوكسين فى الجانب المظلل سببا فى زيادة الاستطالة فى الخلايا وبالتالى الانتحاء ولكن ينتج الانحناء نتيجة نقص استطالة الجانب المضى لنقص الاكسين به وهو ما أثبتته القياسات الفوتوغرافية ٠

وجد أن ليست جميع الأطوال الموجية للطيف المرئى متساوية التأثير فى إحداث الانتحاء الضوئى فالموجات الأقصر هى الأكبر تأثيرا كما نجدها فى الصورة التالية فيتأثر النبات بالأطوال الموجية الزرقاء والبنفسجية اكثر من غيرها ولا يتأثر بالموجات الطولية لألوان الطيف الأحمر والبرتقالي والأخضر وهناك صبغة ما فى الأنسجة الحساسة تمتص هذه الموجات وهى غالبا صبغة البيتا كاروتين ومن الممكن تكون الصبغة المستقبلة للإحساس بالضوء إحدى صبغات الريبوفلافين الذى يقترب طيف امتصاصه من الطيف الخاص بالبيتا كاروتين٠

ولقد أثبتت التجارب أن هناك حدا من شدة الإضاءة لكي يستجيب النبات للانتحاء الضوئى فبمجرد تعرض النبات للقيمة الدنيا من شدة الإضاءة لبادرات الشوفان فأنها تنتحى ناحية مصدر الضوء وتكون درجة الانحناء متناسبة مع مقدار الإضاءة وذلك فى حدود مجال ضيق من شدة الإضاءة ، غير أنه إذا زادت كمية




الضوء على ذلك فأن هذه العلاقة تتغير فتقل درجة الانحناء الى أن يحدث انحناء سالب ، وإذا زادت شدة الإضاءة اكثر تبدأ موجة أخرى من الانحناء .

جدول يوضح اختلاف نسب توزيع الأوكسين فى كل من جانبي بادرات الشوفان نتيجة تعرضها للضوء من جانب واحد وتأثرها بالانحناء تبعا لشدة الإضاءة.

| كمية الإضاءة شمعة / م/ ثانية | درجة الانحناء | النسبة المئوية لتوزيع الأوكسين | |
|---|---|---|---|
| | | الجانب المضيء | الجانب المظلل |
| صفر | صفر | ٤٩،٩ | ٥٠،١ |
| ٢٠ | +١٠° | ٤١ | ٥٩ |
| ١٠٠ | ++ | ٢٦ | ٧٤ |
| ١٠٠٠ | ++٤٨° | ٣٢ | ٦٨ |
| ١٠٠٠٠ | صفر | ٤٩ | ٥١ |

## الانتحاء الأرضي :

إذا وضع نبات نامى فى أصيص فى وضع أفقي بضعة أيام فأن الساق تبدأ فى الانتحاء الى أعلى بعيدا عن الجاذبية الأرضية أما قمم الجذور الابتدائية تتغير وضعها فى الاتجاه المضاد أي الى مركز الأرض ٠

ويمكن مشاهدة سلوك الجذور بسهولة اكبر فى البذور النابتة وتفشل الجذور فى الانتحاء إذا ثبتت البذور على حافة عجلة تدور فى مستوى أفقي لإلغاء قوة الجاذبية الأرضية ٠ يسمى اتجاه الجذور الى مركز الأرض بالانتحاء الموجب Positive Geotropism وإذا كان عكس ذلك سمى الانتحاء الأرضي السلبي Negative Geotropism اما اذا كان نمو الجذور مائلا دون تعامدها على الجاذبية فتعرف بالانتحاء الأرضي المائل Plagiogeotropic كما فى الجذور الثانوية أما إذا كانت نامية أفقيا عرفت بالانتحاء الأفقي . Diageotropic

ويبدو أن الجاذبية الأرضية تشبة الضوء فى تأثيرها على توزيع الأوكسين فيحدث الانتحاء الى أعلى بتأثير الجاذبية الأرضية إنما ينتج من زيادة تركيزات الهرمون على الجانب السفلى للغلاف الورقى الأفقي الوضع · ويختفى هذا التأثير بعد ٤٠ دقيقة فقط · اما عن تأثير الضوء على توزيع الأوكسين فأنه يزول المؤثر بعد ٦ ساعات ( بعد استبعاد الضوء )·

**الانتحاء التلامسي :**

هي حركات النمو التي تؤديها النباتات نتيجة ملامستها للأجسام بتأثيرات الانتحاء التلامسي مثل حركة نمو المحاليق و هي أعضاء رفيعة أسطوانية تمثل سوقا و وريقات متحورة مثل ما توجد في العنب و البازلاء حيث تنثني قمم المحاليق الحديثة نتيجة اختلاف معدلات النمو في الجانب الملامس للجسم الصلب عن الجزء المقابل والذي ينمو بمعدل أعلي مما يؤدي الي التفاف المحلاق حول الدعامة و نتيجة سرعة الالتفاف يصعب تفسير الانحناء ويعتقد إن الأمر يتعلق بضغط الامتلاء ثم بعد الالتفاف يبدأ تغليظ الجدر وثبات شكل الخلايا بعد تكون الجدر الثانوية فيتحول المحلاق الي جسم دعامي متين ·

**الانتحاء المائي :**

هو انتحاء قمم الجذور النامية الي الأماكن ذات المحتوي المائي العالي · فتظهر الجذور على أنها باحثة عن الماء وهى الخاصية التى يتبعها البستانى الماهر فى تربية مجموع جذرى قوى لنباتاته بأن يباعد فى كل عدة ريات بين فترات الرى آي يعرض الجذور الماصة لقليل من الجفاف مما يدفعها الى البحث عن الماء فى طبقات التربة الأبعد والتى ما زالت محتفظة بالرطوبة الأرضية فوق مستوى الاستنزاف ·

## الحركات في النباتات أكلة الحشرات :

وهي الحركات التي تستخدمها النباتات أكلة الحشرات في اقتناص الحشرات ففي نبات خناق الذباب (ديونيا موسكيبولا) ينطبقان سطحى الورقة كفكي فخ إذا لمست الشعيرات الزنارية (تشبة الزناد) الموجودة علي سطح الورق لمسا خفيفا و قد تستغرق عملية الإغلاق اقل من ثانية · و يرجع ذلك الي وجود توترات نتيجة اختلافات في نمو السطحين العلوي و السفلي لنصل الورق غير ان تحرر التوترات بشكل مفاجئ غير معروف علي وجه الدقة ·

## مقاومة اللمس :

تتأثر النباتات باللمس وتختلف درجة الحساسية تبعا لنوع النبات فقد تكون الحساسية عالية فى النبات صائد الحشرات حيث تصبح الاوراق بمثابة الفخاخ او قد يكون التويج فى الزهرة هو الفخ · وفى حالة ملامسة الأمطار وهجمات الرياح المتكررة للأشجار نجد أن جانبيها غير متماثلين نتيجة تعرض هما للمس الهواء أو الماء فيؤدى التلامس الى تمدد الساق وتضخم نصف قطره ويصبح أكثر صلابه فى الجزء المعرض للمس ·

ويمثل رد الفعل عند التلامس انبعاث موجات كهربية عبر الغشاء الخلوى وتتدفق أيونات داخلية وخارجية لتعديل سيولة ونفاذية الغشاء على غرار ما يحدث فى الخلايا العصبية فى الانسان فيزيد دخول أيونات الكالسيوم لداخل الخلايا وتنشط بعض الجينات ، فقد وجد خمس جينات تتأثر وتنشط عن تعرض النبات للريح او البرد او الاجهاد البيئى او الاصابة المرضية او الحشرية ٠

تسبب الظلمة أيضا إغلاقا للوريقات كما فى نبات الحميض ونبات المستحية وكذلك بعض الأزهار كزهرة شب الليل التى تتفتح قبل المغيب وبعدة ، وقد يشعر النبات بالدفء ولو لدرجة واحدة فتتفرج بتلاته كما فى التيوليب ٠ اما الزعفران فيتأثر بأرتفاع درجة او دفء الجو وبدرجة قليلة للغاية تصل الى ٠،٢ درجة مئوية للغرض نفسه وقد وجد أن النباتات المتحملة للحرارة العالية تنتج بروتينات خاصة تسمى بروتينات الصدمة الحرارية لتحميها من التأثيرات السامة للحرارة العالية ٠

**الحيل الدفاعية للنبات الحساس :**

- عند تعرض الجذور للنترات تنتج جذورا جانبية عرضية ٠
- عند تعرض النبات للإصابة تقوم الخلايا بإرسال إشارات كهربائية بعيدة عن منطقة الهجوم لتحث الخلايا الأخرى على القيام بردود للأفعال على طول الخط الدفاعي ٠
- بعض النباتات عندما تهاجمها الحشرات تقوم بإفراز ابر على الأوراق لتقلل من شهية الحشرات المهاجمة ٠
- تنتج أشجار الزان مركبات مثبطة ضد الحشرات العسلية التى تتغذى عليها ٠
- تدافع أشجار الصنوبر ضد الحشرات الحافرة للممرات داخل لحائها بإفراز الراتنج الصمغي المقاوم لانتشار الحشرات داخل الأنفاق ٠

* تنتج بعض النباتات الفينول وقلويدات لمقاومة الغزاة ·

* عندما يتدفق لعاب ديدان الفراشات أكلة العشب تفرز بعض للنباتات روائح خاصة تجذب الزنابير المتطفلة على يرقات هذه الديدان المهاجمة فتمنعها من مهاجمتها ·

كل ما سبق يدل على قدرة النبات على الإحساس والحركة والتفاعل مع البيئة المحيطة به فسبحان من قدر وهى ومنحها تلك التقنيات لليسر لها العيش فسبحان الله الخالق العظيم الذى احسن كل شئ خلقة فهو احسن الخالقين ·

obeikan.com

## مراجع مختارة :


1- Brown, F. A. (1960 ): Response to pervasive geophysical factors and the biological clock problem. Cold Spring Harbor Symp. Quant Biol. 25: 57-71.

2- Bruce, V. G.and BRUCE, N. C. (1978 ) : Diploids of clock mutants of *Chlamydomonas reinhardii*. Genetics. 89: 225-233.

3- Buder, J. (1961): Der Geotropismus der Characeenrhizoide. Ber. Deutsch. Bot. Ges.. 74, (14)-(23).

4- Bunning, E. and Stern, K. (1930): Über die tagesperiodischen Bewegungen der Primärblätter von *Phaseolus multiflorus*. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 48, 227-252 .

5- Bunning, E. (1932): Über die Erblichkeit der Tagesperiodizität bei den *Phaseolus*-Blättern. J. wiss. Bot. 77: 282-320.

6- Bunning, E. and Tazawa, M. (1957) : Über den Temperatureinfluß auf die endogene Tagesrhythmik bei *Phaseolus*. Planta (Berl.). 50: 107-121 .

7- Bunning, E. (1977) : Die Physiologische Uhr. Berlin-Heidelberg-New York: Springer Verlag .

8- Bunning, E. (1986) : Evolution der circadianen Rhythmik und ihrer Nutzung zur Tageslängenmessung. Naturwissenschaften. 73: 70-77.

9- Dubuy, H. G.and Nuernbergk, E. (1934) : Phototropismus und Wachstumder Pflanzen. Erg. Biol. 10: 207-322.

10- Detmer, W.(1909) : Das kleine physiologische Praktikum. Jena: G. Fischer.

11- Haberlandt, G. (1906) : Sinnesorgane im Pflanzenreich. Leipzig:Verlag von W. Engelmann.

12- Haberlandt,G.. Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig: W. Engelmann, 1924.

13- Haupt, W.(1977): Bewegungsphysiologie der Pflanzen. Stuttgart: G. Thieme Verlag.

14- Hejnowicz, Z. and Sievers, A. (1981) : Regulation of the position of statoliths in *Chara* rhizoids. Protoplasma. 108: 117-137.

15- Leopold, C. A.(1955): Auxins and plant growth. Berkeley, Los Angeles: Univ. Calif. Press .

16- Lorcher, L.(1958): Die Wirkung verschiedener Lichtqualitäten auf die endogene Tagesrhythmik von Phascolus. Z. Bot. 46: 209-242 .

17- Outlaw, W. H.(1983) : Current concepts on the role of potassium in stomatal movements. Physiol. Plant. 59: 302-311.

18- Overbeck, F.(1926): Turgeszenz-Schleuderbewegungen zur Verbreitung von Samen und Früchten. Naturwissenschaften. 14: 969-976 .

19- RaschkeA, K.(1975): Stomatal action. Ann. Rev. Plant Physiol. 26: 309-340.

20- Sachs, J.(1887): Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. Leipzig: Verlag von Wilhelm Engelmann.

21- Schweiger, H. G.(,1982): Interrelationship between chloroplasts and the nucleo-cytosol compartment in Acetabularia. in: "Nucleic acids and proteins in plants II" (P. PARTHIER, D. BOULTER [eds.]), S. 645-662, Berlin-Heidelberg-New York: Springer Verlag (Enzyclop. Plant Physiol. 14b).

22- Sievers, A. and Schroter, K.( 1971):Versuch einer Kausalanalyse der geotropischen Reaktionskette im Chara-Rhizoid. Planta (Berl.) 96: 339-353 .

23- Stubbs, J. M. and Slabas, A. R. (1982) : Ultrastructural and biochemical characterization of the epidermal hairs of the seeds of Cuphea procumbens. Planta (Berl.) 155, 392-399

24- Verset, J. M. and Pilet, P. E.(1986): Distribution of growth and proton efflux in gravireactive roots of maize (*Zea mays* L.). Planta (Ber.). 167: 26-29.

obeikan.com