

الأسطح النباتية

مقرر 512 نبت

**Plant surfaces**

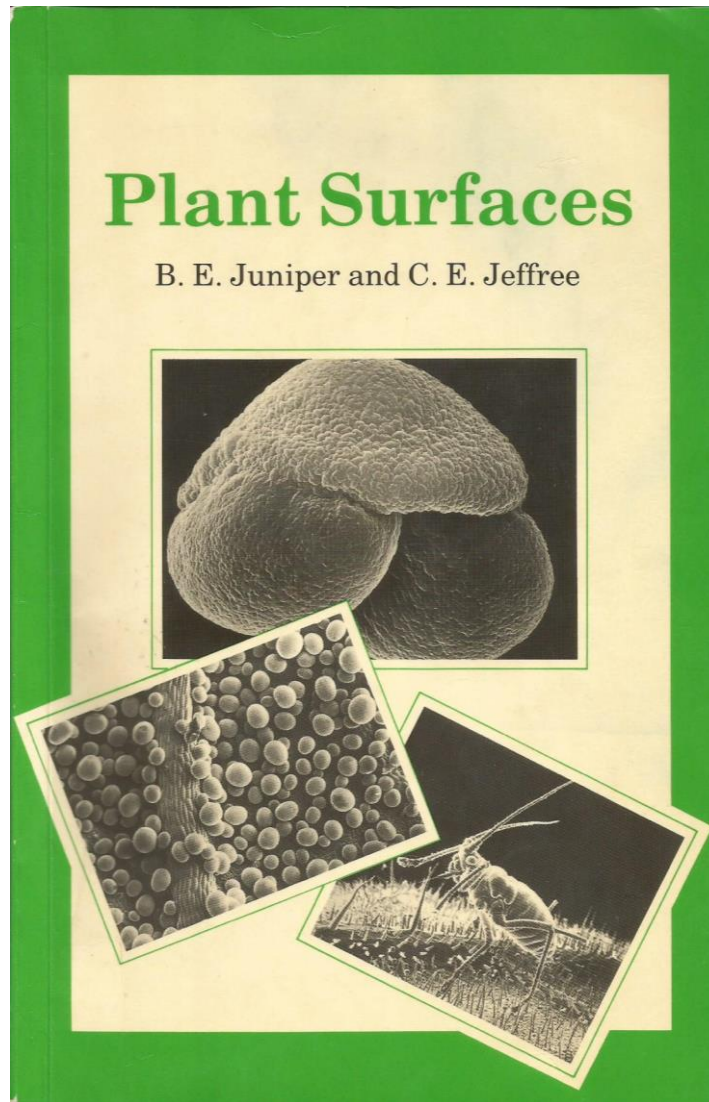
**Bot.512**

Lecturer: Prof. Abdullah Rasheed Doaigey

# محتويات المقرر Course Contents

- المقدمة **Introduction:**

- الدراسات العملية للأسطح النباتية
- التشريح (التركيب) الدقيق للسطح النباتي
- البناء الحيوي للأسطح النباتية
- وظائف الأسطح النباتية
- أسطح النبات في التكاثر والانتشار
- الأسطح النباتية للحماية والدفاع
- أسطح النبات كموطن أو مسكن
- الأسطح النباتية كمصدر للمواد
- الأسطح النباتية والتآم الجروح والتطعيم والكايميرات النباتية



## المراجع:

Plant surfaces. by: **Juniper and Jeffree** (1983). Edward Arnold.London.

The Plant Surface, Mainly Leaf by Hazel P Wilkinson(1979). page 96 in **Anatomy of the Dicotyledons: Systematic anatomy of leaf and stem. By: Metcalfe & Chalk** (1980). Clarendon Press,

## Plant surfaces

## الأسطح النباتية

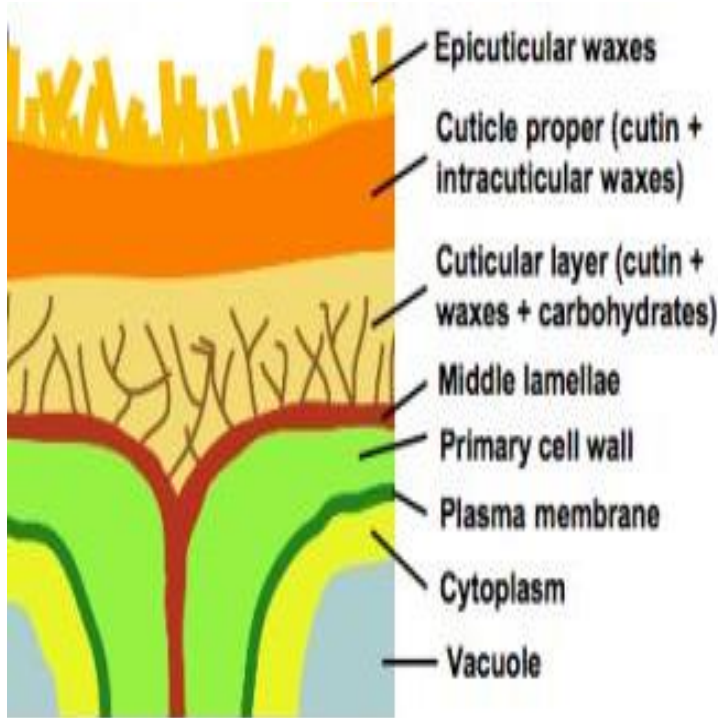
### 1 - المقدمة Introduction:

#### تعريف الأسطح النباتية

يعرف كل من جونيير وجفري 1983م **Juniper & Jeffree** السطح النباتي بأنه الجزء الخارجي من النبات الذي يلامس الهواء والذي يغطي جميع الأجزاء الهوائية للنبات وهو جزء غير خلوي يتكون من مواد مختلفة تفرز من خلال البشرة والخلايا الداخلية الأخرى للورقة والساق وأجزاء الزهرة، ثم تترسب على الجزء الخارجي لجدر خلايا البشرة، ويشتمل على **الأدمة Cuticle** والشموع

#### Waxes

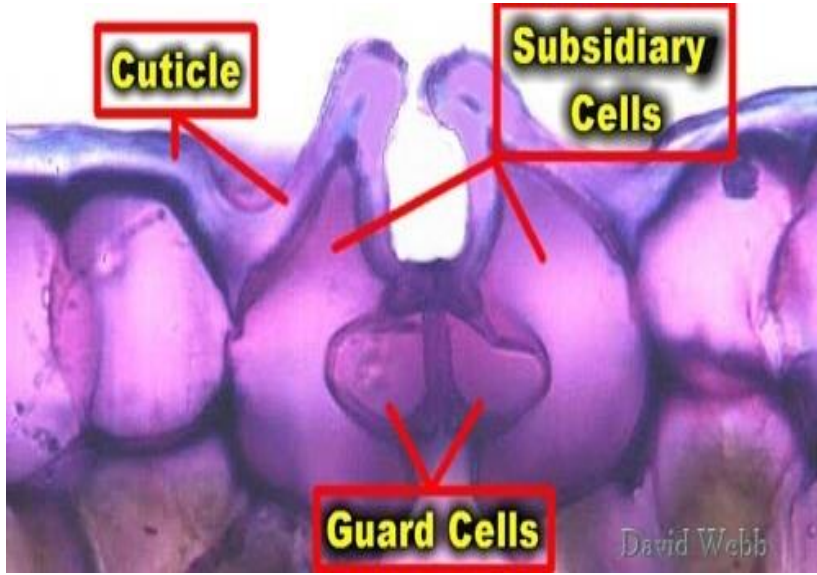
وغيرها من المواد التي تترسب خارج الجدر السليولوزية بالبشرة.





أما هيزل وويلكنسون 1979م  
Hazel and Wilkinson فقد  
عرفا السطح النباتي بأنه الجزء  
الخارجي ( أي البشرة ) من النبات  
الذي يشتمل على الثغور، والثغور  
المائية، والغدد الرحيقية التي توجد  
على الأجزاء الخضرية للنبات،  
التجاويف والجيوب والأكياس  
والشعيرات المتجمعة وغيرها  
وكذلك الأدمة، والشموع.  
والتراكيب المضاعفة.

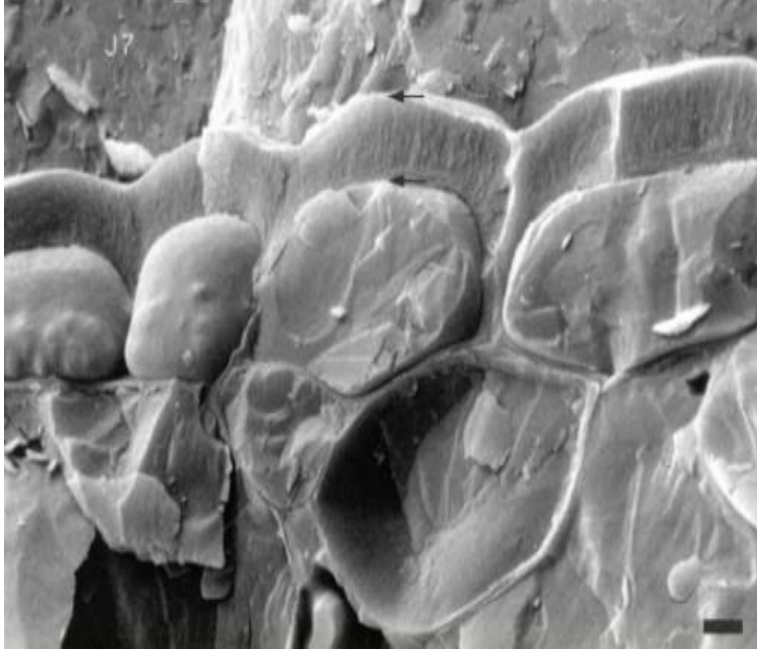
وسوف نتبع في دراستنا للأسطح النباتية  
تعريف كل من جونير وجفري فنقتصر في  
الدراسة على الجزء غير الخلوي -أي الأدمة  
وما فوقها



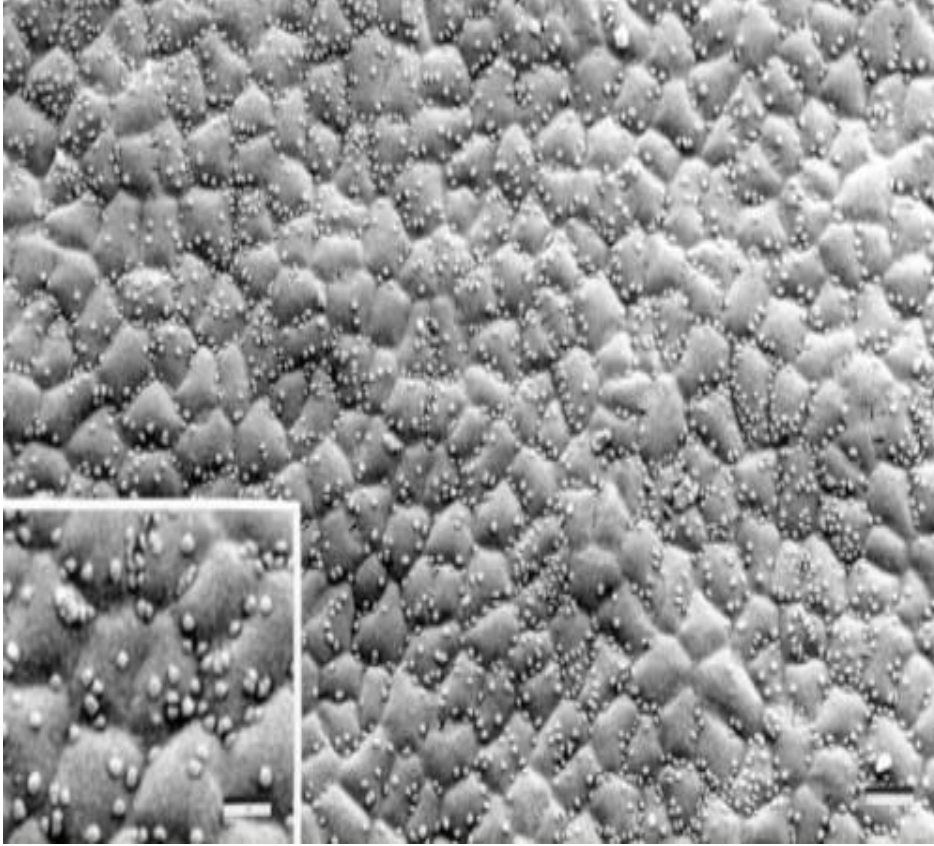
لقد شوهدت **الأدمة** التي تترسب خارج الجدر السليولوزية لخلايا البشرة قبل 200 سنة، وهي تعتبر أول سطح نباتي فحص بالتفصيل. ولكن تركيبها الكيميائي المعقد ما يزال يحتاج إلى مزيد من الدراسة، بالرغم من مساهمة المجهر الإلكتروني الماسح وجهاز الفصل اللوني ( **G.L.C** ) في الكشف عن الكثير من تركيبها. كما تم التعرف على البناء الإحيائي للبوليميرات **Polymers** التي تتكون منها الأدمة. وعرفت بعض الطرق التي تستطيع بها البيئة أن تحور هذه الأدمة أو غيرها من المواد التي تترسب على سطح النبات. بالإضافة إلى معرفة أن هذه التحورات قد تكون تحت تحكم وراثي.

ولكن بالرغم من هذه المعرفة في تركيب وتكوين **الأدمة** فإن طريقة انتقال المواد الكيميائية المكونة **للأدمة** من الخلايا الحية إلى السطح غير معروفة أو بمعنى آخر أن الأدلة المتوفرة لانتقال هذه المواد غير مؤكدة.

## الأدمة Cuticle



تترسب الأدمة على جميع الأجزاء ( الأسطح ) الهوائية للنباتات الحديثة، مغطية حتى القمم النامية ( الأنسجة الإنشائية -المرستيمية -- ). وقد تترسب في أماكن أخرى من الأجزاء النباتية مثل الغرف الثغرية والغدد الملحية والغدد المفرزة للإنزيمات الهاضمة في النباتات آكلة الحشرات. لكنها لا تتكون على جدر خلايا بشرة الجذور أو قد تكون طبقة رقيقة جداً وتختلف الأدمة في السمك من مجموعة نباتية إلى أخرى حيث تصل إلى أقصى سمك لها في نبات نخيل الشمع *Copernicia cerifera*.

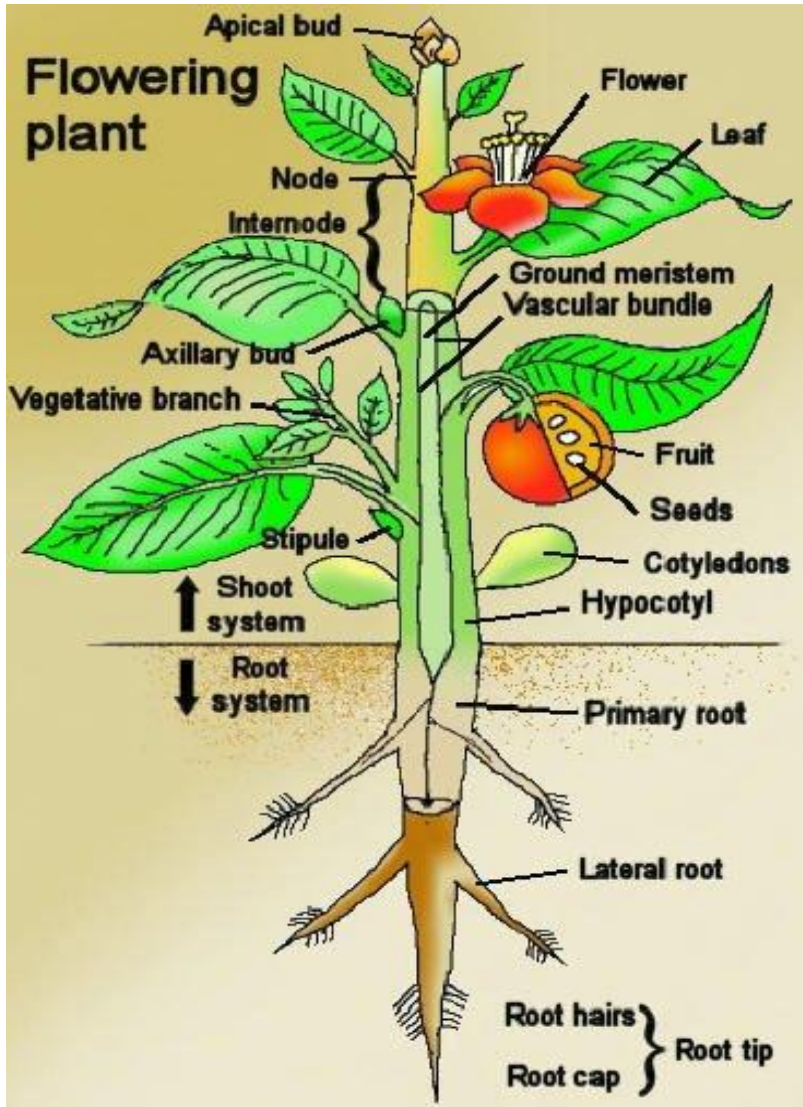


**الأدلة** تحمي النبات من التمزق وفقد الماء وكذلك من دخول الحشرات والأحياء الدقيقة إلى الأجزاء الداخلية للنبات. كما أنها تعكس أشعة الشمس إما بتجميعها أو بتشتيتها. ففي حقل الزراعة مثلاً فإن كثيراً من المواد الضارة أو النافعة ترمى أو تسقط على سطوح النبات وخاصة الأوراق كالمواد القاتلة للأعشاب ( المبيدات العشبية weed killer ).



**الأدمة** تحمي النبات من المواد  
الناتجة من المصانع والنشاط  
النووي وهذه مواد ضارة لو دخلت  
إلى البيئة الداخلية للنبات. ومن  
المواد النافعة مثلاً المبيدات  
الحشرية والمخصبات ومياه الري  
لو دخلت إلى جسم النبات فإنها  
تلق الضرر بالبيئة الداخلية  
للخلايا والأنسجة الداخلية للنبات  
وتخل بتوازنها ومن ثم تضر  
بالخلايا والأنسجة النباتية.





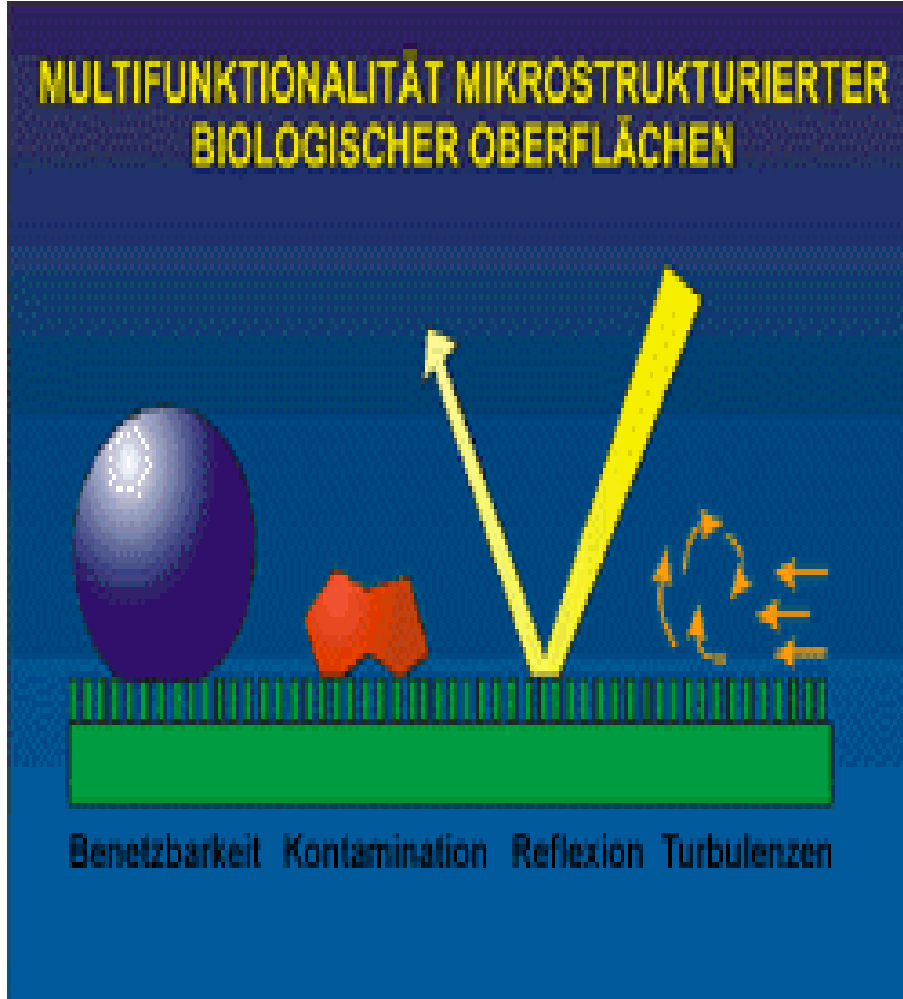
**النبات** لا يمتص المواد فقط بل أنه يفرز أو يطرح بعضاً منها إلى الخارج ولهذا فإن النبات من القمة المرستيمية للساق إلى القمة المرستيمية للجذر يعتبر جهازاً إفرازياً ومانعاً في الوقت نفسه. وهذا واضح تماماً في الجذر ولكنه خفياً ( غير واضح ) في الأوراق او المجموع الخضري بشكل عام.



إن أسطح الجذور الحديثة يمكنها إفراز أو طرح بعض السكريات المتعددة وبعض البروتينات إلى التربة كمركبات تحذيرية للطفيليات أو الكائنات المتكافلة . كما إن سطح النبات قد يكون مكاناً ملائماً أو بيتاً آمناً لبعض الطفيليات **Parasites** أو الكائنات المتكافلة **Symbionts**. فالأحياء ( النباتات ) فوق الورقية **Epiphyllus plants** مثلاً قد لا تجد مكاناً أو مأوى ملائماً سوى أسطح الأوراق. كما أن كثيراً من الأحياء الدقيقة المثبتة للنتروجين قد توجد على الأوراق أو الجذور كالعقد البكتيرية.

وتعتبر الطبقة السطحية ( **الأدمة** ) للنبات الطبقة المميزة بين **الصدىق** **والعدو** أو **الضار والنافع** من الأحياء التي تحيط بها أي بالنبات. فهي تسمح **لحبوب اللقاح** باختراقها والوصول إلى أماكن الإخصاب بينما تمنع حدوث **عملية التطعيم**، كما أنها سطح معاد **للخيوط الفطرية والممصات** في النباتات **الطفيلية**.





وبفضل الدراسات  
والتقنيات الحديثة فإن الأدمة  
قد أصبحت من غلاف جلدي  
غير فعال يحيط بالبشرة -  
ذلك في القرن الثامن عشر -  
إلى غلاف ديناميكي متكيف،  
مرن يعمل على إدخال  
وإخراج المواد من وإلى  
النبات مكوناً نظاماً بيئياً  
لنفسه، وحاجزاً أولياً بين  
البيئة الداخلية المتوازنة  
للخلية والبيئة الخارجية دائمة  
التغير.

## 2 – الدراسات العملية للأسطح النباتية

هناك العديد من الدراسات ( التقنيات ) العملية والتي تتدرج من تلك التي تكون أكثر بساطة ووضوحاً إلى تلك التي تحتوي على أجهزة أكثر تعقيداً. ومن الواضح أن الكثير من الدراسات العملية تحت المجهر الإلكتروني الماسح ، وطرق عزل الأدمة، والطرق التحليلية للمكونات الكيميائية أعطت نتائج تفصيلية، بينما الطرق الأخرى لم تعطي نتائج تفصيلية وإنما أعطت نتائج مختصرة .

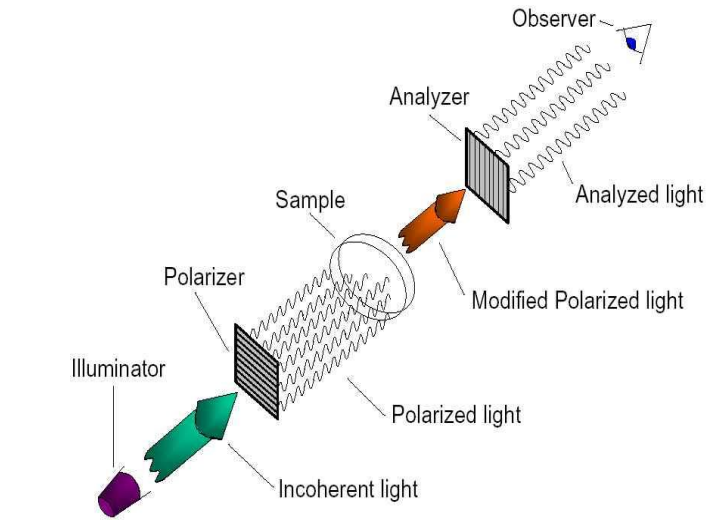
ومن هذه الدراسات (الطرق ) ما هو قديم قد لا يفضل استخدامه الآن ومنها ما هو حديث:

# أولاً : الدراسات (الطرق) المجهريّة /

## 1 - الضوء المسقط

### polarizing light :

يستطيع الضوء المستقطب الساقط على السطح النباتي أن يوضح كيف تكون الجزيئات الكبيرة مرتبة في بنية التراكييب أو المكونات الخلوية . فإذا كانت الجزيئات غير عشوائية فإن الضوء المستقطب سوف يستطيع أن يفرق بين محاور جزيئات المادة , وأن دليل انكسار المادة سوف يختلف حسب المحور الذي قيست عليه . وقد استطاع علماء التشريح الأوائل أن يفرقوا بهذه الطريقة بين الطبقات المتجانسة مثل طبقات البكتين والشمع ، والطبقات غير المتجانسة مثل الطبقات الجدارية الغنية بالسليولوز الخاصة ببشرة النبات .



## 2- صبغات المجهر الضوئي: **Light microscope stains:**

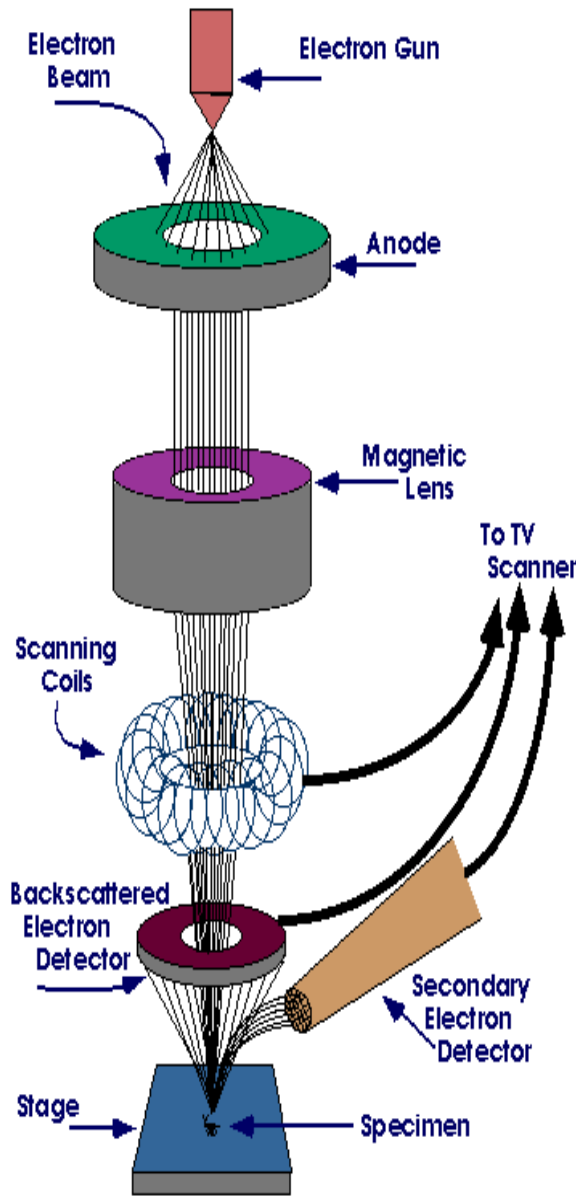
إن الصبغات المجهرية المستخدمة للفحص تحت المجهر الضوئي قد أضافت القليل لمعرفةنا عن بنية السطح النباتي. وهذا يعزى بصورة رئيسية إلى عدم وجود تفاعلات محددة بين الصبغة والمواد المكونة للسطح النباتي والتي هي عبارة عن مواد بكتية وكيوتين وسيوبرين, ومواد شمعية ومن هذه الصبغات: صبغة **روثينيم الحمراء Ruthenium red** الخاصة بمجموعة الكربوكسيل، أو **الفلوروجلوسينول Floruglycinol** مع حمض الهيدروكلوريك (**HCL**) الذي لا يفرق بصورة واضحة بين السوبرين والكيوتين . وأما الشموع النباتية التي تختلف كيميائياً اختلافاً واسعاً لذلك لا يوجد لها صبغات مجهرية تتفاعل معها لتوضيح سمكها وخصائصها .

### 3- المجهر الإلكتروني الماسح : Scanning electron microscope

المجهر الإلكتروني الماسح هو أفضل طريقة مباشرة لإعطاء أفضل النتائج المجهرية بالنسبة للأسطح النباتية ، ويعتبر الأفضل في الاستخدام، ويزود بالمعلومات الطوبوغرافية، ويظهر الصورة بالمظهر الطبيعي للأسطح النباتية. إن للمجهر الإلكتروني الماسح الحديث

#### قوة تمييز Resolving power

(Resolution) تصل إلى 10 نانوميتر فيما يتعلق بالعينات البيولوجية مقارنة بـ 2 نانوميتر بالنسبة للمجهر الإلكتروني النافذ و 250 نانوميتر بالنسبة للمجهر الضوئي. والمجهر الإلكتروني الماسح يمكن أن يستخدم لفحص أي عينة لمساح صغير ( أقل من 1سم<sup>3</sup> ) , جاف وقوي . , إن المواد غير الصلبة يحتمل أن توصل الشعاع الإلكتروني مما يؤدي إلى إنحراف شعاعي وتشويه الصورة . وهذا يمكن التغلب عليه بواسطة تغليف العينة بطبقة رقيقة من الكربون أو من الذهب أو سبيكة من الذهب و البليديوم .



Scanning Electron Microscope (SEM)



**Scanning Electron Microscope (SEM)**

## طريقة تجفيف النقطة الحرجة

**العينات النباتات الرقيقة** عادة ما يتم تجفيفها

بطريقة تجفيف **النقطة الحرجة Critical**

**point** حيث يتم أولاً تثبيت العينات وتجفيفها

في مجموعة من الماء/ الكحول ويتم استبدال الكحول بالأسيتون , أو أستيت الإميل أو فريون 113 . بعد ذلك تتم عليه إبدال المادة المذيبة

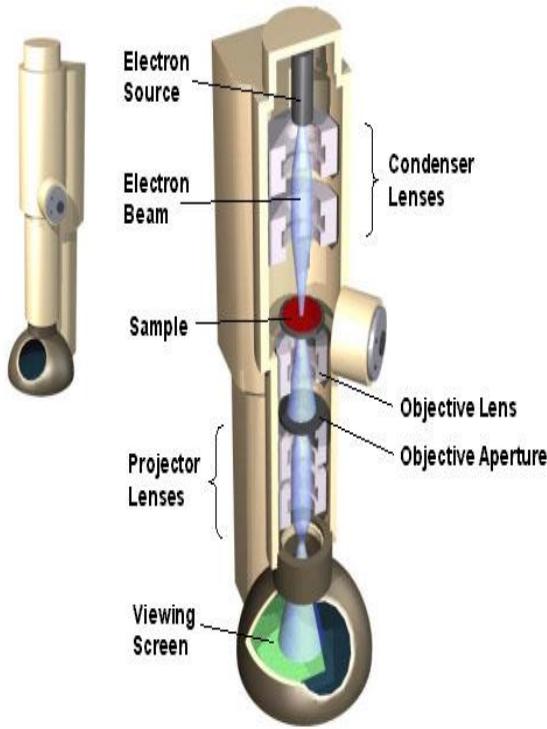
بوسائل ثاني أكسيد الكربون في قاذفة ضغطية وأخيراً يتم قفل القاذفة الضغطية ويتم رفع درجة حرارتها إلى النقطة الحرجة (**31 درجة مئوية**)

والتي تجعل ثاني أكسيد الكربون يخضع إلى تغير فيزيائي من سائل إلى غاز وبنفس الحجم ويمكن طرد ثاني أكسيد الكربون وبالتالي فإن العينة يتم تجفيفها دون أن تمر بمرحلة الحالة الغازية/السائلة . وسيلة التجفيف بالنقطة الحرجة تعطي نتائج ممتازة مع كثير من الأنسجة.

وأجزاء النباتات الجافة : البذور , وحبوب اللقاح أو الخشب والتي لا تؤدي إلى أي مشاكل خاصة في عملية التجفيف يمكن فحصها مغلفة أو بدون تغليف حسب الرغبة. قد استخدم للكشف عن ترسيب مادة السليكا في أنسجة الكثير من الأسطح النباتية مثل نبات ذيل الحصان ونبات الأرز وبعض الحبوب وكذلك بعض البذور والثمار.

ويمكن استخدام وسائل متعددة لتقديم أنواع مختلفة من المعلومات عن نفس المنطقة المعرضة والمفحوصة من العينة . ولأن صورة العينة بالمجهر الإلكتروني الماسح تعبر عن مجموعة من المعلومات تؤدي إلى معرفة الأشياء , عدها وقياسها ومن السهل تسجيل الصورة باستخدام مسجلات الفيديو وتجهيئتها للتحليل اللاحق بالحاسب الآلي .





## 4 - المجهر الإلكتروني النافذ : Transition electron microscope

لقد كان تأثير التصوير بالمجهر الإلكتروني النافذ على دراسة الأسطح النباتية في بدايته من خلال طريقة الصورة المنقولة (ريبليكا) غير المباشرة، وهي عمل فلم رقيق من المادة مشابه لطبوغرافية العينة المفحوصة. وهذه الطريقة تسمح تقريبا بأي سطح رقيق. أو سميك يمكن فحصه. وإن الكربون هو أكثر المواد المستخدمة في الصورة المنقولة (ريبليكا) حيث أن له ميزة تماسك ومستوى تباين إلكتروني منخفض..

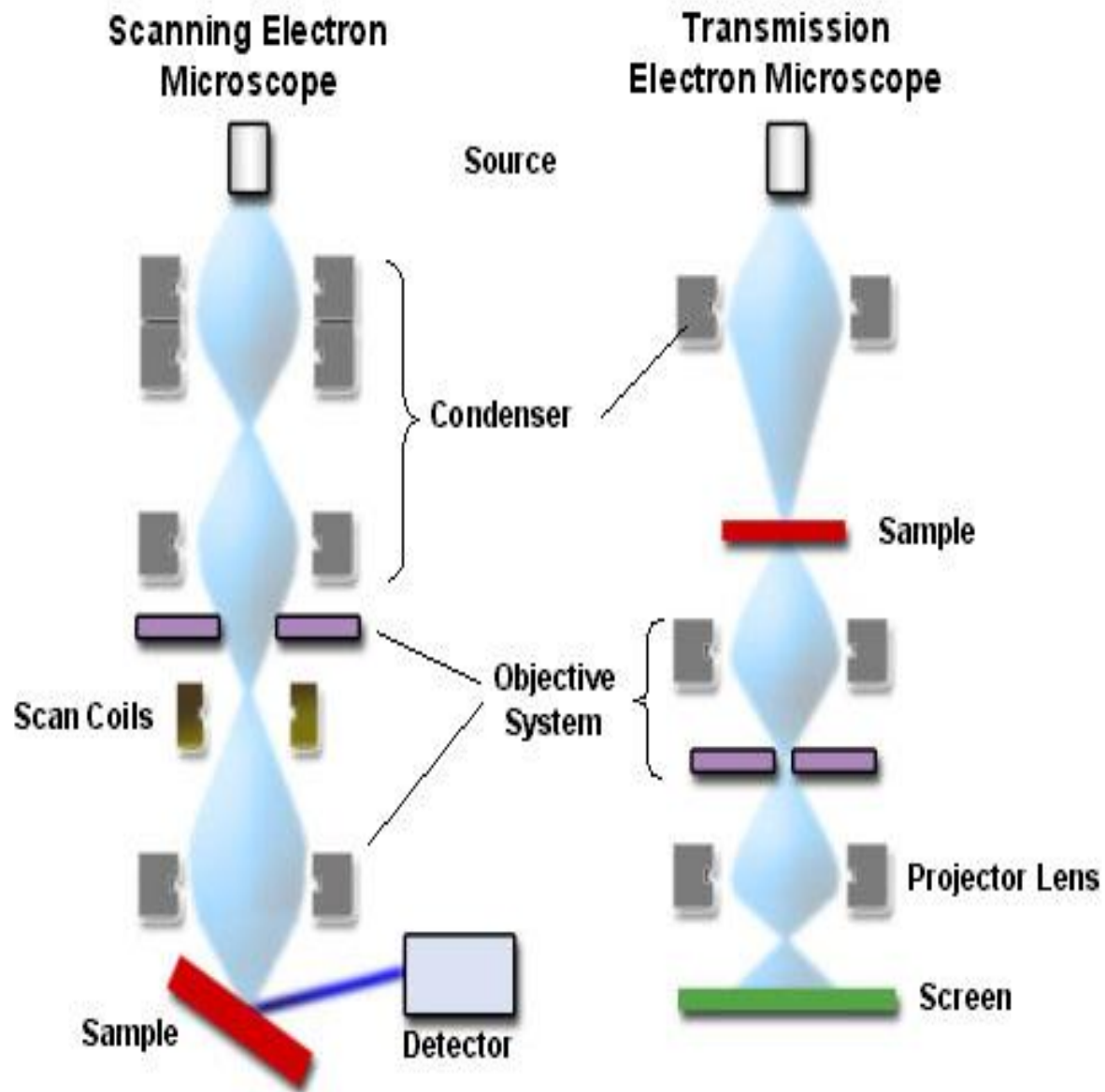
تقنية (ريبليكا) منها:

- قوالب أحادية الطور Single stage replica
- قوالب ثنائية الطور Two stage replica

Transition electron microscope



المجهر الإلكتروني النافذ : Transition electron microscope



## ثانياً : الطرق الكيميائية :

### 1-2 : عزل الشموع المتكونة على الأدمة :

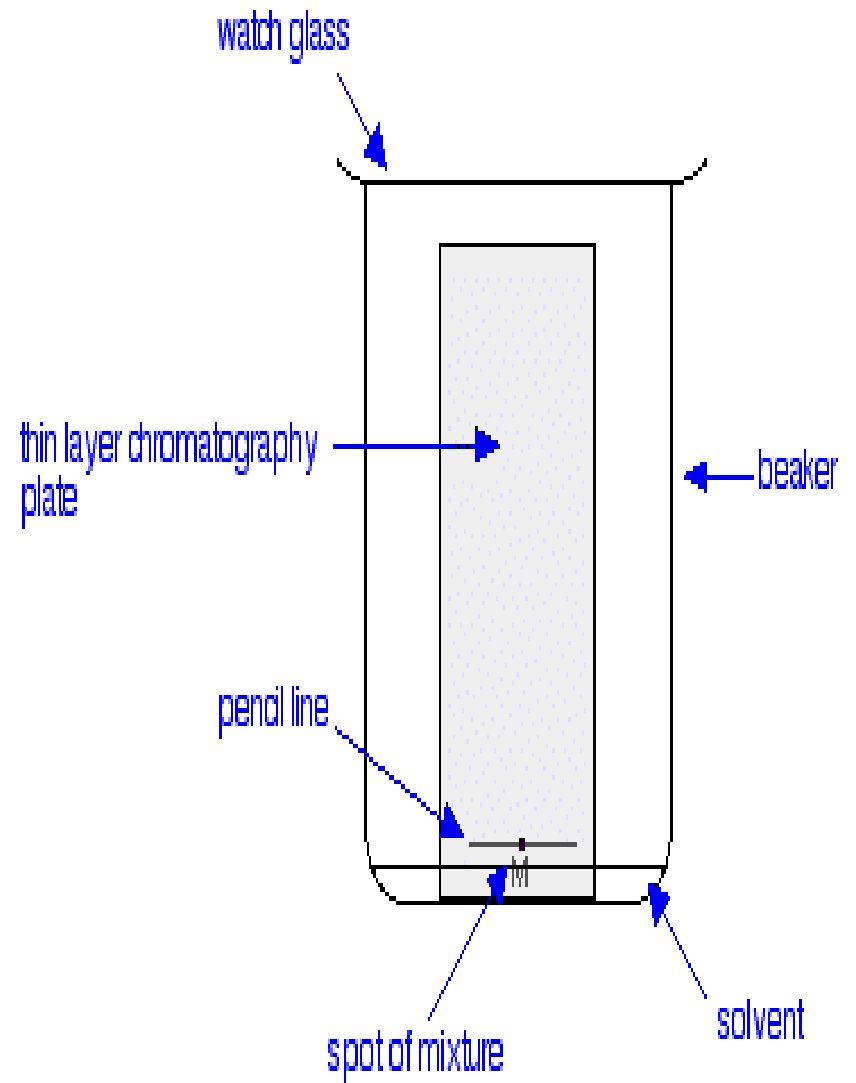
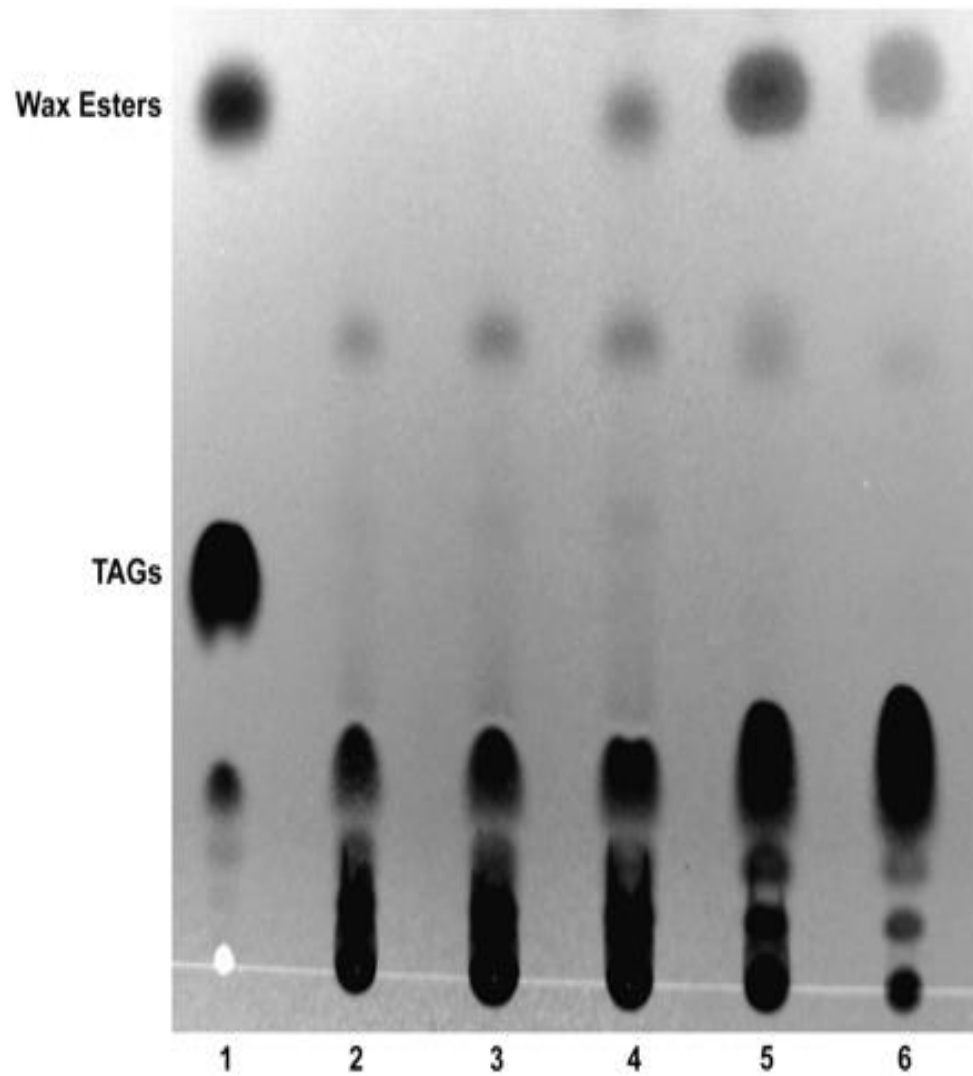
شموع السطح النباتي تتكون بصورة رئيسية من سلسلة طويلة من الهيدروكربونات حيث يكون طول السلسلة بين 25 - 35 ذرة كربون . ومعظم هذه المركبات ذات خاصية ذوبان سريعة في المذيبات العضوية . والألكينات غير القطبية تذوب بسهولة في المذيبات القطبية مثل الهكسان أو البنزين ولكنها أقل ذوباناً في المذيبات القطبية مثل الخل والكحول . والعكس هو الصحيح بالنسبة للأحماض الكربوكسيلية ذات القطبية العالية , وحيث أن الشموع النباتية تحتوي على خليط من المكونات القطبية وغير القطبية فلا بد من اختيار المذيبات بصورة دقيقة إذا كانت لإذابة عينة نموذجية من مكونات الشمع من السطح النباتي . ويبدو أن **الكلوروفورم** يشكل أكثر المذيبات استعمالاً لعزل الشموع المتكونة على الأدمة . ومعظم الشموع المتكونة على الأدمة تذوب من سطح النبات خلال 10-30 ثانية من غمرها في **الكلوروفورم** عند درجة حرارة 20 درجة مئوية . يمكن استخلاص طبقة الشمع السميكة بتبليل سطح النبات بقطع من القطن المبلل والمغمور في الكلوروفورم .

أوبوساطة الكشط أو المسح بوساطة مسحات قطنية . وفي حالات استثنائية فإن طبقة الشمع ربما تكون سميكة لدرجة أنها يمكن أن تزال بالملقط .

## التحليل الكروماتوغرافي ذو الطبقة الرقيقة :

### Thin layer chromatography

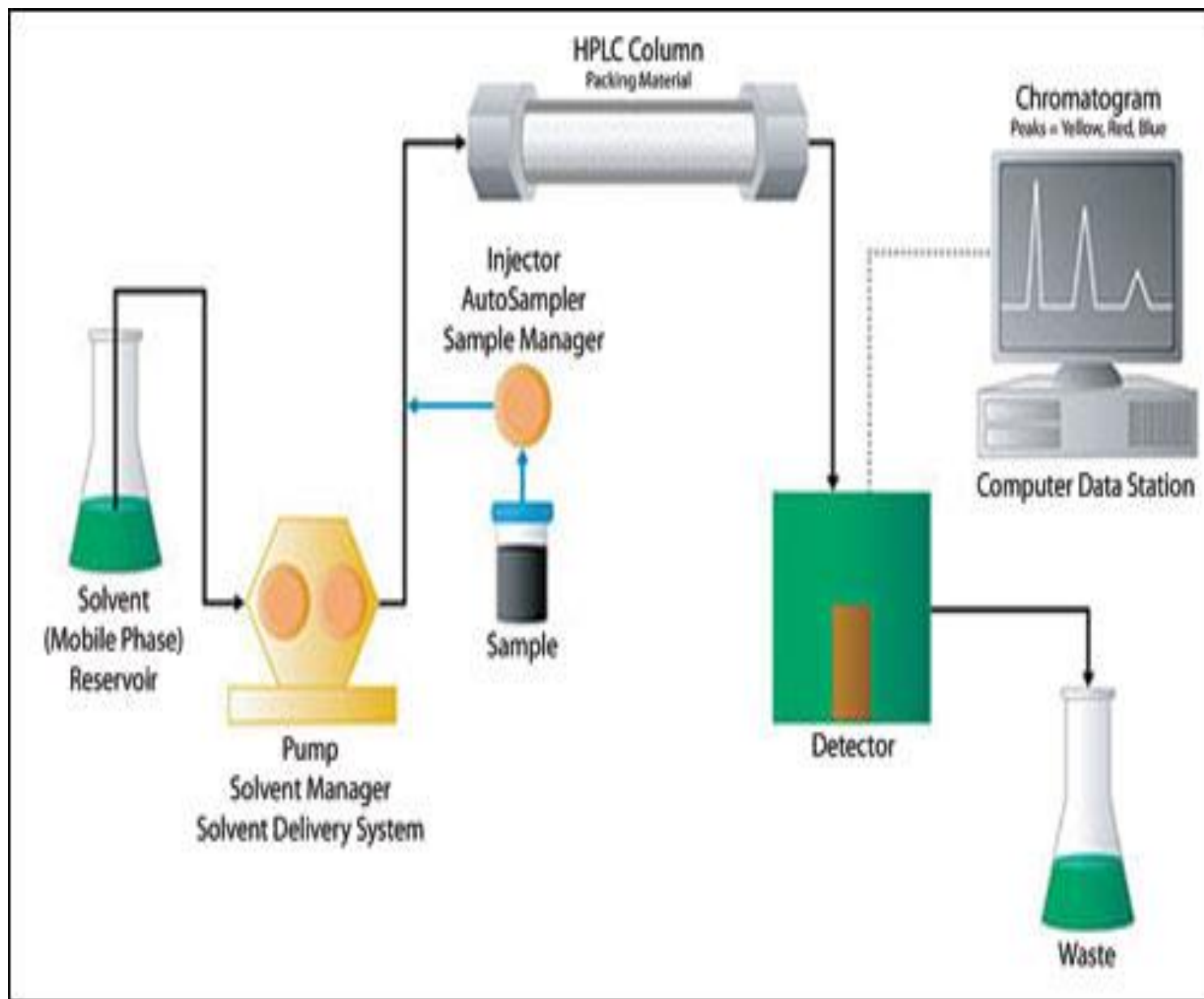
التحليل الكروماتوغرافي ذو الطبقة الرقيقة وسيلة سهلة ومبسطة وحساسة لعزل المكونات الشمعية . في هذه الطريقة فإن طبقة رقيقة (0.25مم) من المادة الممتصة عادة السليكا جل يتم نشره على لوح زجاجي ويمكن إضافة نقاط من محلول الشمع على سطح مادة السليكا بواسطة ماصة شعرية وغمرها في المذيب (الكلوروفورم) ويترك لينتشر من حافة واحدة , ليأخذ المكونات الشمعية معه . والمسافة التي يقطعها المركب تعتمد على قطبيته وقطبية المادة المذيبة . ويستطيع الكلوروفورم إذابة المكونات الشمعية بطريقة منتظمة لدرجة . والمكونات الأقل قطبية يمكن فصلها بصورة أفضل بواسطة البنزين الصافي , والمكونات الأكثر قطبية تتم إذابتها بخلط 60/40 من الكلوروفورم واستيت الأثيل .

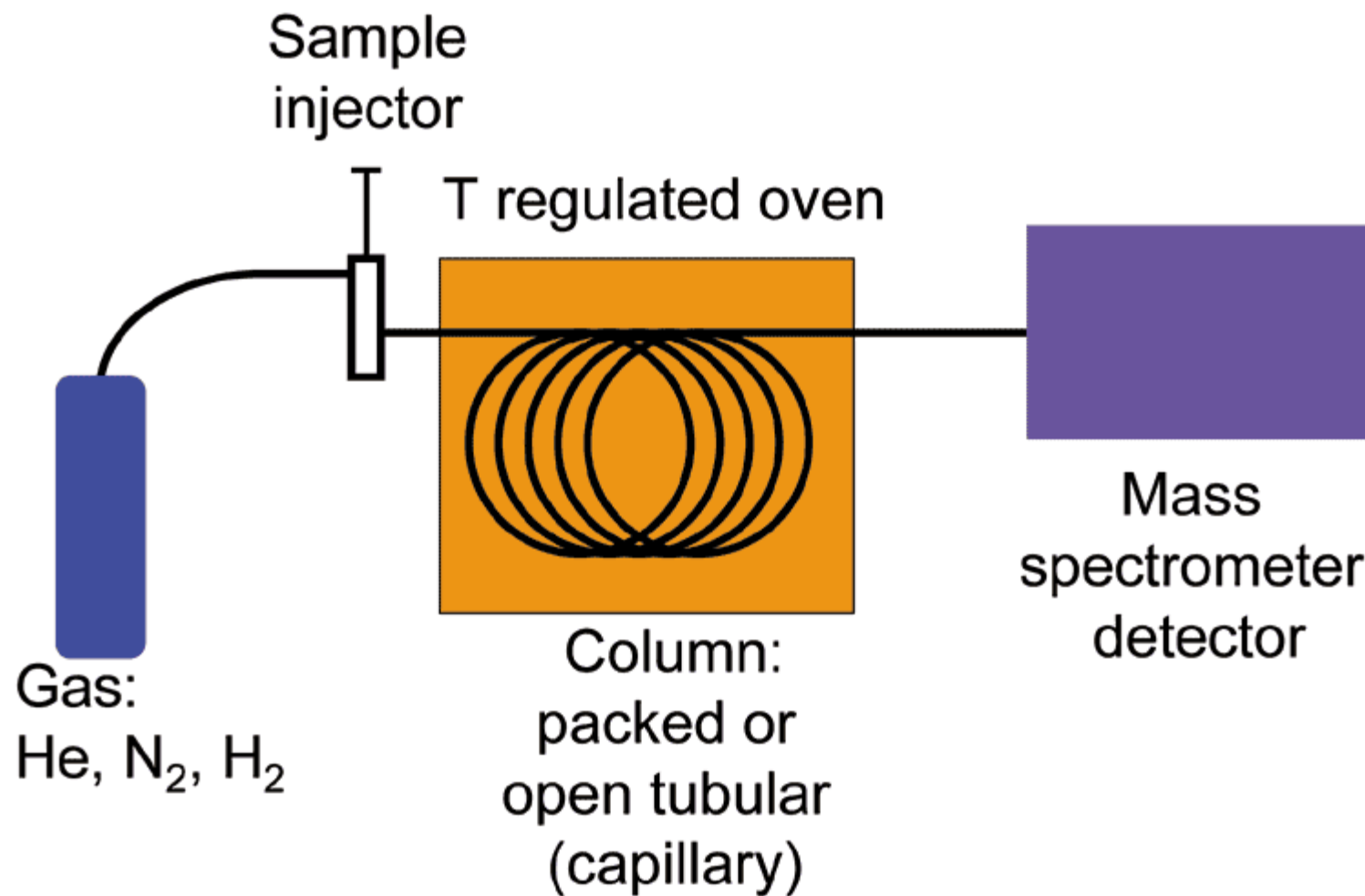


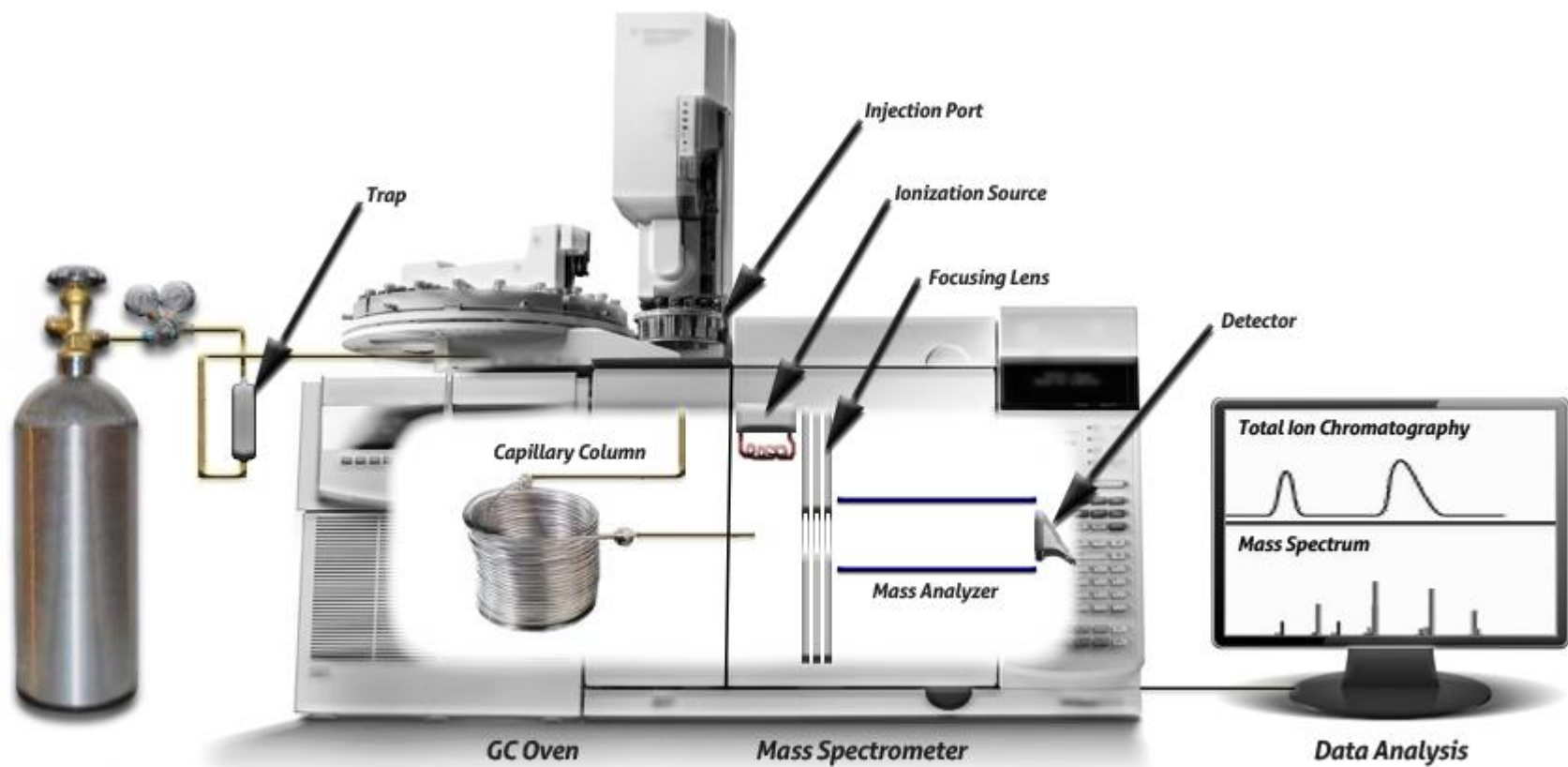
## 2-2 - الفصل بجهاز الغاز السائل : Liquid gas chromatography (LGC)

إن طريقة الفصل بجهاز الغاز السائل هي وسيلة تحليلية تمكن الأصناف العامة للشموع من تحليلها إلى درجة أبعد أي إلى نظائرها الفردية وأيضاً تتيح عملية التقدير الحسابي لهذه النظائر . وفي طريقة الفصل بجهاز الغاز السائل فإن الطور الثابت يمكن أن يكون زيت هيدروكربوني أو طبقة رقيقة من السليكون على سطح جسم صلب خاص مثل الطوب الحراري أو التراب الدياتومي والذي يتم تعبئته في أنبوب غير قابل للصدأ , والطور المتحرك عبارة عن غاز خامل عادةً ما يكون النيتروجين أو الهيليوم , وأقل كمية من مكونات المركب يمكن التوصيل إليها بوساطة هذه الطريقة 0.01ميكروجرام , والمقارنة بين سلوك المركبات غير المعروفة والمركبات القياسية المعروفة تعطي أكثر شاهد لمعرفة وجود مكونات المركب خصوصاً عندما يتم تدعيمه بمعلومات بوساطة تفاعلات الصبغات في التحليل الكروماتوغرافي للطبقة الرقيقة .









© Avomeen Analytical Services

Gas Chromatography

Mass Spectrometry (GC-MS)

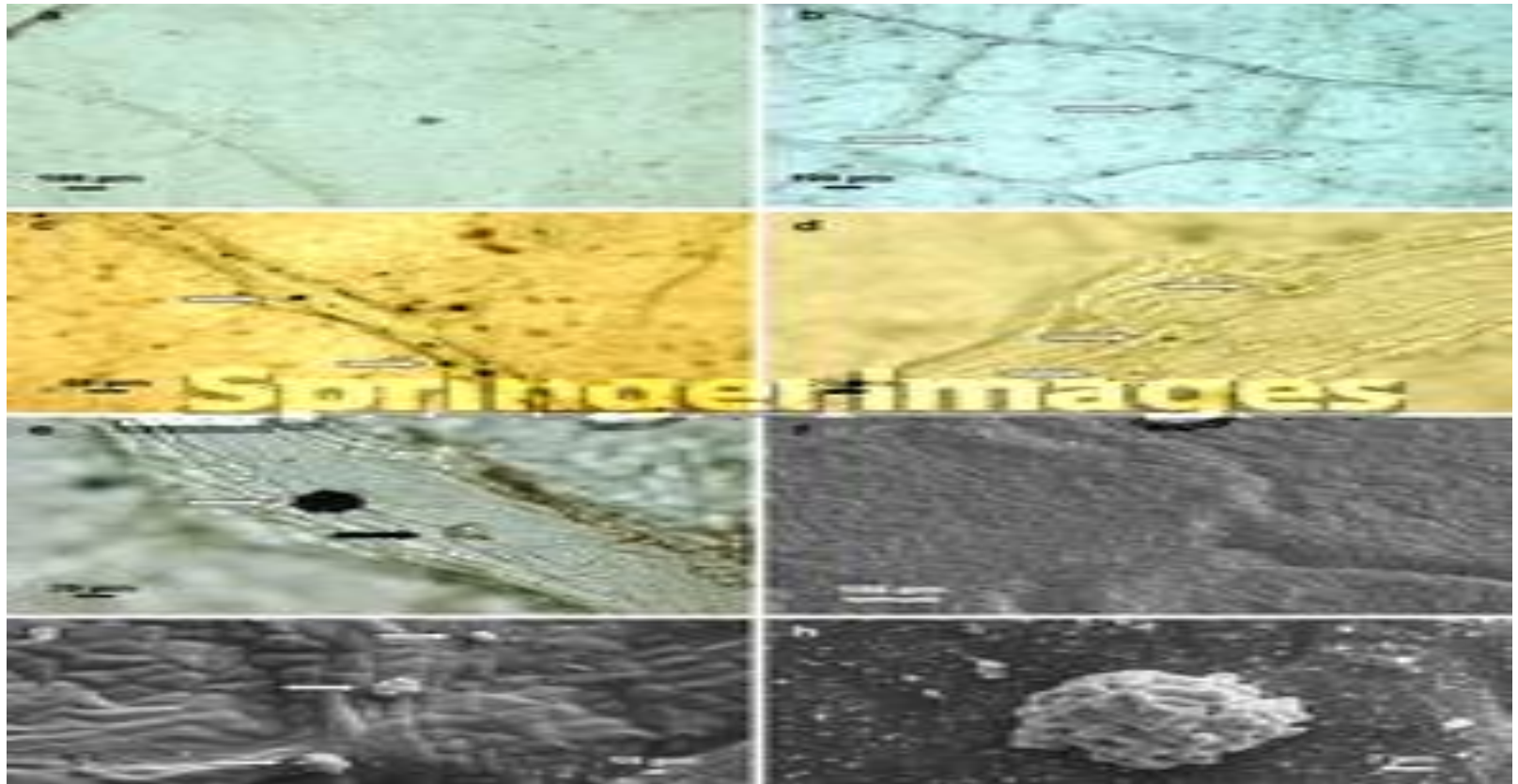
### 3 - عزل طبقة الأدمة النباتية :

تمتاز الأدمة بأنها ذات مقاومة قوية للتفاعل الكيميائي ويمكن أن تقاوم التآكل الطبيعي لفترة طويلة بعد تحليل الخلايا خصوصاً في البيئات الراقية. المفكرين الأوائل استطاعوا عزل الأدمة بوساطة معالجات عديدة مثل **عملية الهضم** في حمض النيتريك المخفف أو ترك الأوراق لتتغفن في الماء .

وحديثاً فقد تم فصل الأدمة بخليط من **حمض النيتريك وحمض الكروميك** , **أوحمض الكبريت المركز** والمحاليل **المشبعة لكلوريد الخارصين في حمض الهيدروكلوريك** .  
وخليط من اكسالات الأمونيا في 5% حمض الأكساليك .  
خليط من كلوريد الخارصين / حمض الهيدروكلوريك

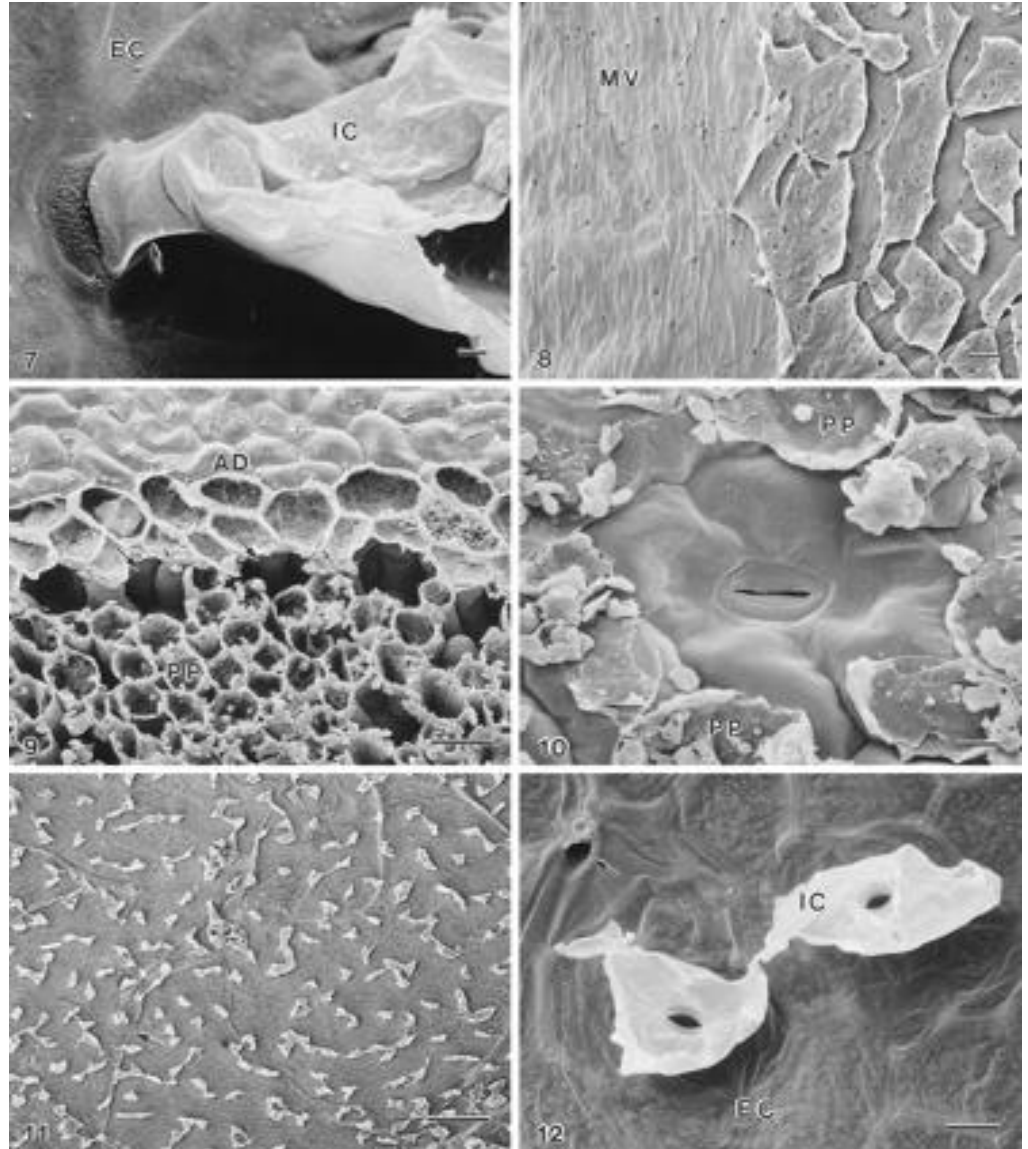
**استخدام الانزيمات** , مثل خليط من انزيم السليولوز وانزيم البكتيناز (2-  
(4%,pH4.0,37°C

استخدام انزيمات مستخلصة من لب شجرة ***Helix pomati*** .



**Fig 4**  
 a–e Light (LM) and f–h scanning electron microscopic (SEM) investigation of silver chloride (AgCl) precipitates in isolated cuticles of *Populus canescens*. a Untreated cuticle of *P. canescens*. b *P. canescens* cuticle with AgCl precipitates after treatment with  $10^{-2}$  M NaCl from the morphological inner side and  $10^{-2}$  M AgNO<sub>3</sub> from the morphological outer side of the cuticle for 24 h. White arrows indicated black AgCl precipitates. c White arrows indicated black AgCl precipitates over a vein. d Untreated cuticle of *P. canescens*. White arrows indicate the bases of shed trichomes. e AgCl precipitate (white arrow) next to the base of a shed trichome (black arrow) without an AgCl precipitate. f SEM micrograph of the surface of an untreated *P. canescens* cuticle serving as control. g Crystalline AgCl precipitates (white arrows) on an isolated *P. canescens* cuticle after treatment with  $10^{-2}$  M NaCl from the morphological inner side and  $10^{-2}$  M AgNO<sub>3</sub> from the morphological outer side of the cuticle for 24 h. h Crystalline AgCl precipitate on an isolated *P. canescens* cuticle at a higher magnification

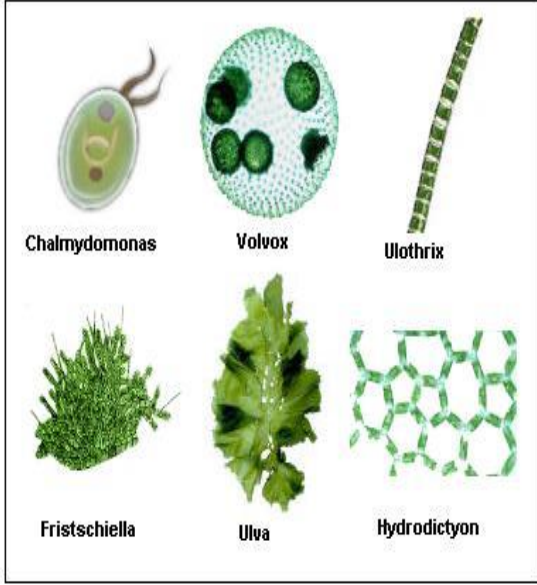
Higher magnification view of connected islets of inner adaxial cuticle after enzymatic digestion. Arrow indicates hair pore. Bar = 20





### 3 - التشرح (التركيب) الدقيق للسطح النباتي أسطح النباتات الأولية:

لو استعرضنا تكوين جدر خلايا النبات من الطحالب إلى النباتات الراقية. فالطحالب من النباتات الثالوسية ومنها الطحالب وحيدة الخلية وأنها خلافاً للحيوانات الأولية لديها جدر خلوية مكونة من مادة السليولوز والبكتين. وعندما تتكاثر الخلايا في الطحالب فإنها تكوّن مستعمرات خلوية محاطة بمادة هلامية (**mucilages**) وهي عبارة عن امتداد للمادة الكيميائية للجدر الخلوية للطحلب تعتبر حشائش البحر أو عشب البحر كتلة من الخلايا الطحلبية المتراكمة يتكون منها جسماً نباتياً بسيطاً أو ثالوسا وتحاط بالمادة الهلامية الواقية.

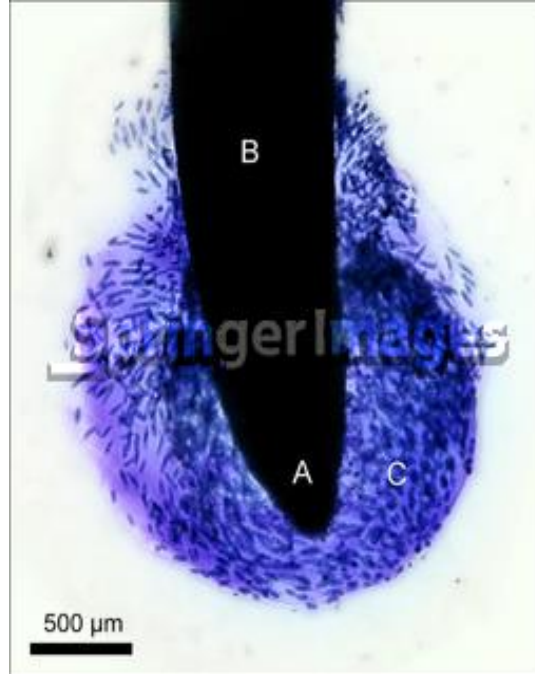




هذه الطبقة اللزجة في الطحالب تحتفظ بكميات كبيرة من الماء فتقلل من الجفاف عن طريق التبخر وتساعد الغزو الطحلي للمنطقة الفاصلة بين علامات المد والجزر، حيث تتعرض فيها النباتات مرتين يوميا لعملية فقدان الماء ، وكذلك تقلل طبقتها اللزجة من مخاطر الدمار الناتج للأنسجة النباتية عند الاحتكاك مع بعضها البعض. جميع الأعشاب البحرية **Sea weeds** باستثناء تلك التي خارج المد الأعلى فإنها لا تعاني من مشكلة الجفاف ولا تعوق من انتشار الماء خلال سطحها، ولكن النباتات الأرضية وخاصة تلك التي تنمو في البيئات الجافة عليها أن تحافظ على كمية الماء اللازمة لحياتها طول الوقت.

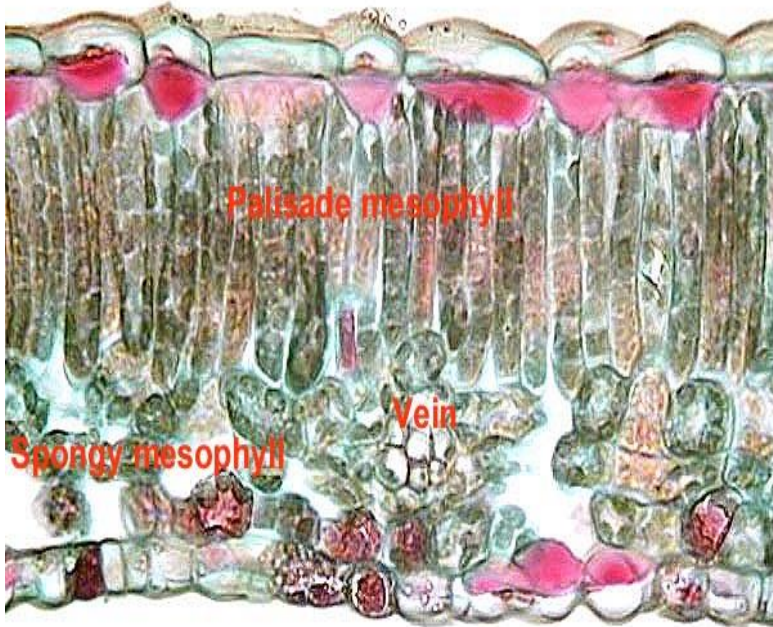
**Fig 2**

Light microscope image showing the large amount of mucilage (blue halo surrounding the root) and border cells production in a *Zea mays* L. root tip. Labels indicate the root quiescent centre (A), the main root elongation zone (B), and the mucilage halo in which the border cell are embedded (C). The mucilage is stained with aniline blue



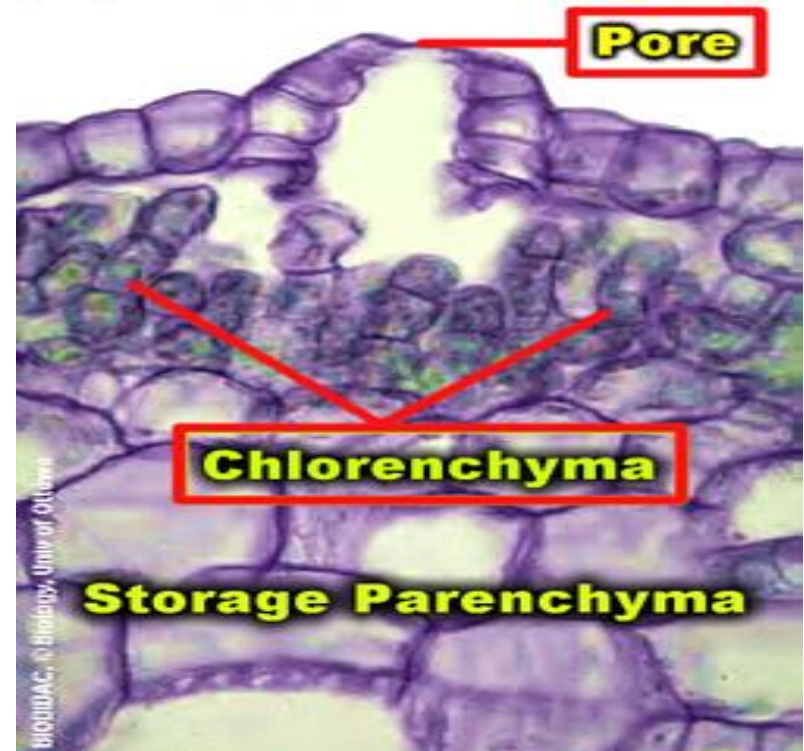
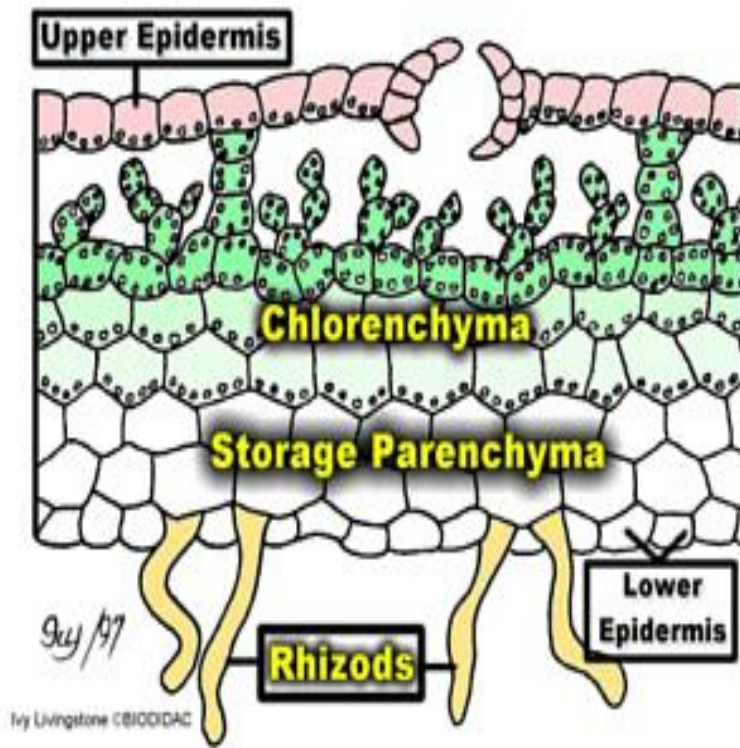
إن الطبقة المخاطية (اللزجة) الوحيدة المتميزة والدائمة في النباتات الراقية هي تلك التي تغطي قلنسوة الجذر أي الطبقة اللزجة المحيطة بقمة الجذر والتي تحتوي مادة الفيكوز (Fucose) كإحدى المواد السكرية اللزجة التي تكون الطبقة الهلامية

في النباتات الراقية سطح التبادل الغازي فيها ليس خارجيا كالموجود في الطحالب بل داخليا فأسطح خلايا النسيج الوسطي (**mesophyll**) وهي خلايا مفككة تقوم بعملية التمثيل الضوئي وبينها مسافات هوائية تساعد في انتشار الغازات بين الخلايا. والنسيج الوسطي تغطيه خلايا البشرة والتي بدورها تغطي بمادة غير منفذة للماء دهنية تسمى الأدمة (**Cuticle**) وتعمل على عزل النسيج الوسطي عن البيئة الخارجية.



إن خلايا البشرة الشفافة للضوء توجد بينها الثغور (**Stomata**) وهي تعمل على تهوية النسيج الوسطي لسماعها بدخول الغازات بالتالي تقوم خلايا النسيج الوسطي بعملية البناء الضوئي تحت ظروف مناسبة من تركيز ثاني أكسيد الكربون والماء.

إن تطور وتعقيد هذه العملية يكتنفها الغموض، ولكن في النباتات الكبدية (**Liverworts**) من النباتات الحزازية مثل الماركنتيالات (**Marchantiales**) فهناك ثغور كبيرة مفتوحة بشكل دائم وتؤدي إلى الأنسجة الداخلية التي تقوم بعملية البناء الضوئي، والتي ربما تمثل الحالة المتوسطة بين النباتات الثالوسية والنباتات الراقية، حيث توجد هذه التراكيب نفسها في النباتات المتحجرة (**Fossils**) من النباتات الوعائية البسيطة (البداية) مثل (**Spongiophyton**) .



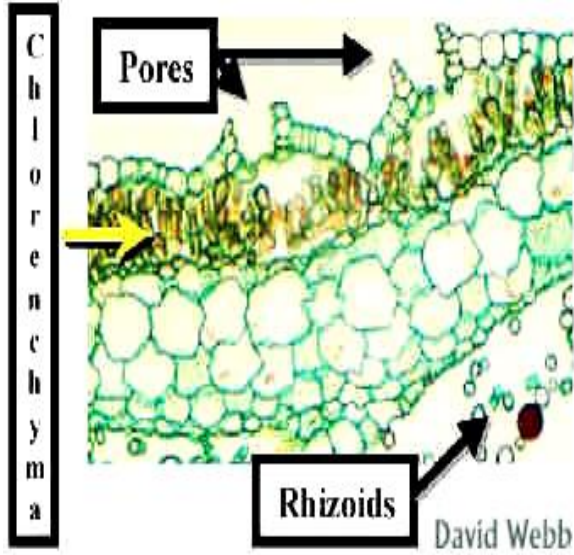


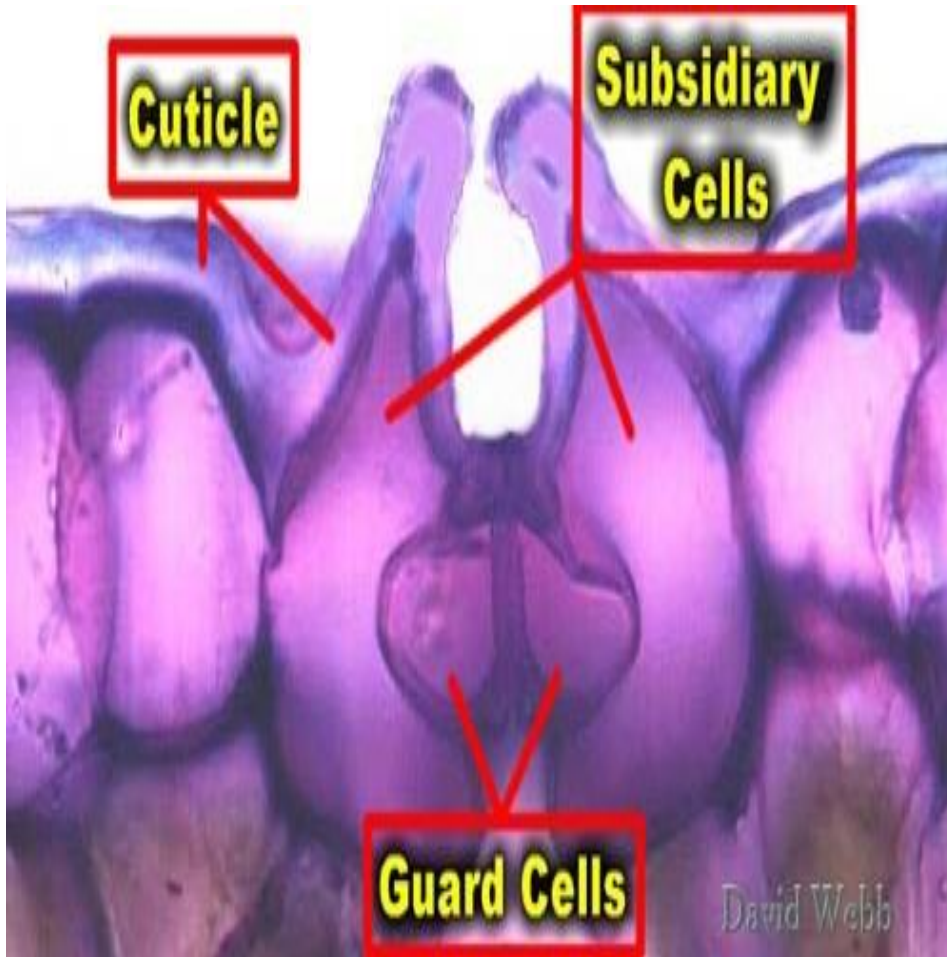
**الأدمة (Cuticle)** تلعب دوراً هاماً في تطور وتنوع النباتات الأرضية وهي الحد الفاصل والحاجز الأخير لفقدان الماء، وتكونت مبكراً في عملية تطور النباتات كطبقة ثلوسية لأشكال النباتات البدائية ومن ثم تطورت هذه الطبقة لتصبح مقاومة للرياح الجافة.

إن الأدمة (**Cuticle**) توجد دائماً في النباتات الأرضية وخاصة في الأجزاء الهوائية منها، ولكن في **النباتات الحزازية** نادراً ما توجد أدمة شمعية فأوراقها تتكون من طبقة واحدة من الخلايا تحتم عليها أن تعيش ببيئات رطبة تحميها من الجفاف والذبول. أما **النباتات السرخسية** وهي تقع بين النباتات الراقية والحزازيات، وهي في مرحلة تكيفها الأرضي فإن **الطور (الجيل) المشيجي**

**(Gametophyte)** يفتقر لكل من طبقة البشرة والأدمة وهكذا يكون وجودها محصوراً في البيئة الرطبة، أما

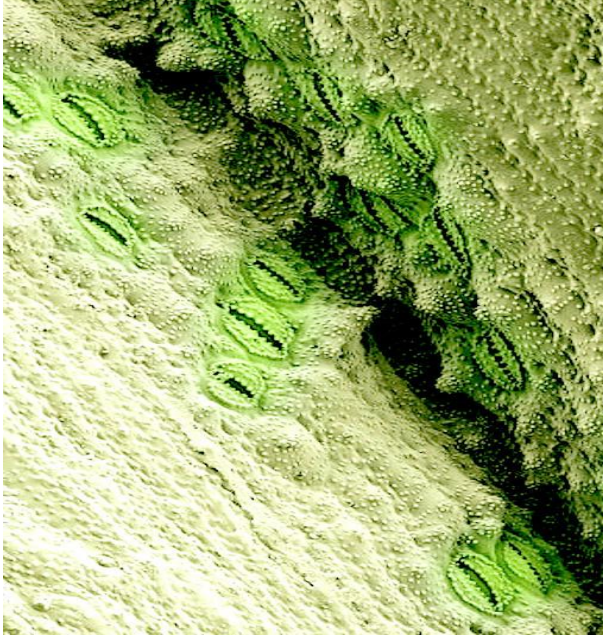
**الطور (الجيل) البوغي (Sporophyte)** فهو وعائي وله طبقة بشرة مختلفة وبها الفتحات الثغرية ومغطاة بالأدمة مما يجعلها تقاوم نوعاً ما عوامل الجفاف.





#### 4 - البشرة في النباتات الراقية :

تتكون طبقة البشرة من الطبقة الخارجية للقمة النامية (المرستيمية) في الجذر والساق ففي القمة النامية التي تحتوي على الغطاء والجسد فإن البشرة تتكون من الطبقة الخارجية للغطاء أو للغلاف، وفي الجذر تتكون طبقة البشرة من الطبقة الخارجية لمنشئ القشرة أو منشئ القلنسوة أو أن يكون لها منشئ خاص في بعض النباتات. في العديد من النباتات الموسمية تبقى طبقة البشرة مدى الحياة، وفي النباتات المعمرة الأخرى فإن طبقة البشرة في السوق والجذور تبدل أثناء النمو الثانوي بالبشرة الطباقية أو المحيطية (**Peridrm**) وأحيانا في المراحل المتقدمة من عمر النبات بالقشر (**bark**) Cutter (1978م).



Unique stomata in Equisetum



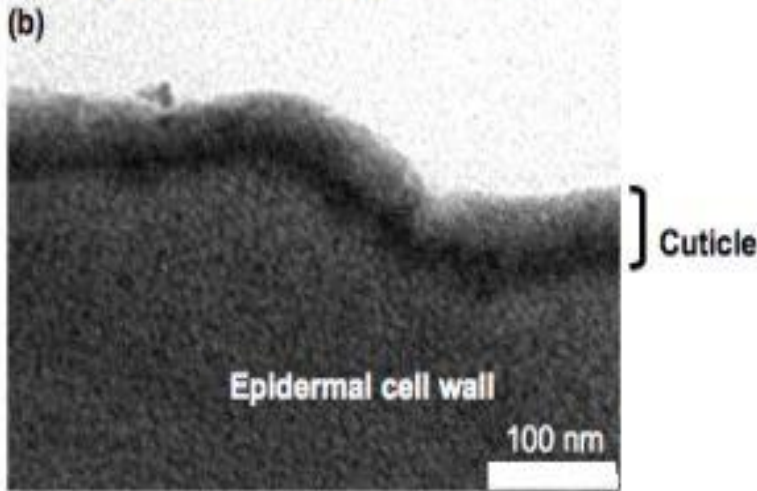
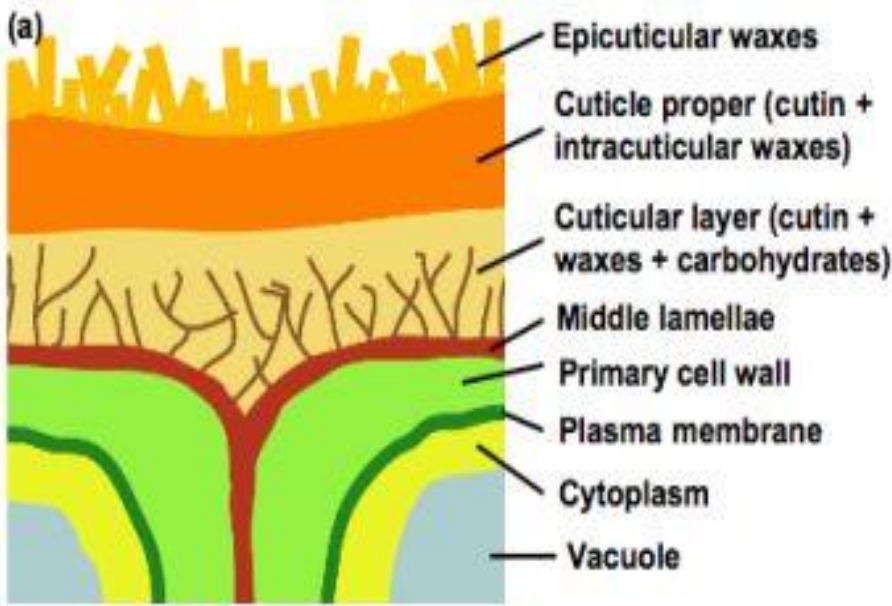
أن معظم **خلايا البشرة** متشابهة في النوع الواحد ولكنها تختلف من نوع إلى آخر وهي في الغالب مفلطحة الشكل بدرجات متنوعة من التخصص ويعزى ذلك لدورها الهام في وقاية النبات وحمايته.

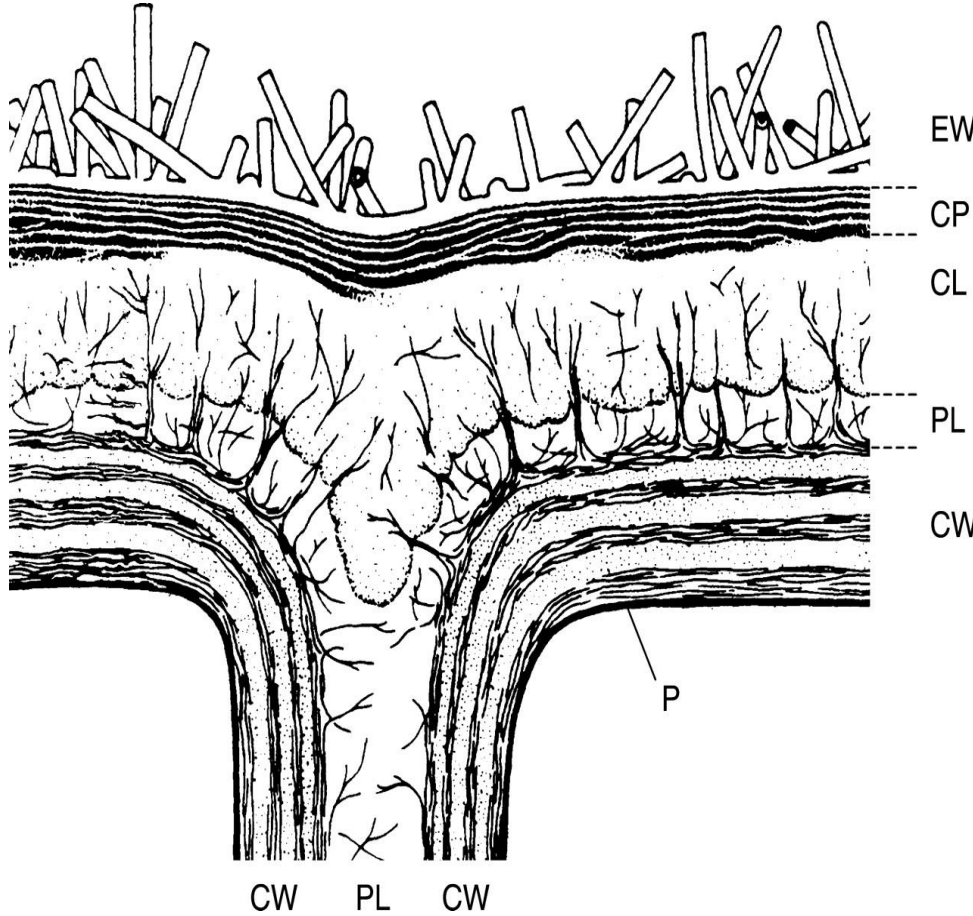
**خلايا البشرة** متراسة مع بعضها ولا توجد بينها مسافات بيئية ما عدا فتحات الثغور، ويمكن أن تكون مستطيلة الشكل كما في العديد من النباتات ذات الفلقة الواحدة، وفي بعض الصنوبريات وذات جذر متموجة ملحوظة.

تحتوي **خلايا البشرة** على **البلاستيدات عديمة اللون** وهي جسيمات صغيرة وقليلة العدد وعديمة اللون بينما **الخلايا الحارسة** تحتوي على **بلاستيدات خضر (Chloroplasts)**. كما إن خلايا البشرة في بعض النباتات المائية والسرخسية ونباتات الظل تحتوي بلاستيدات خضر.



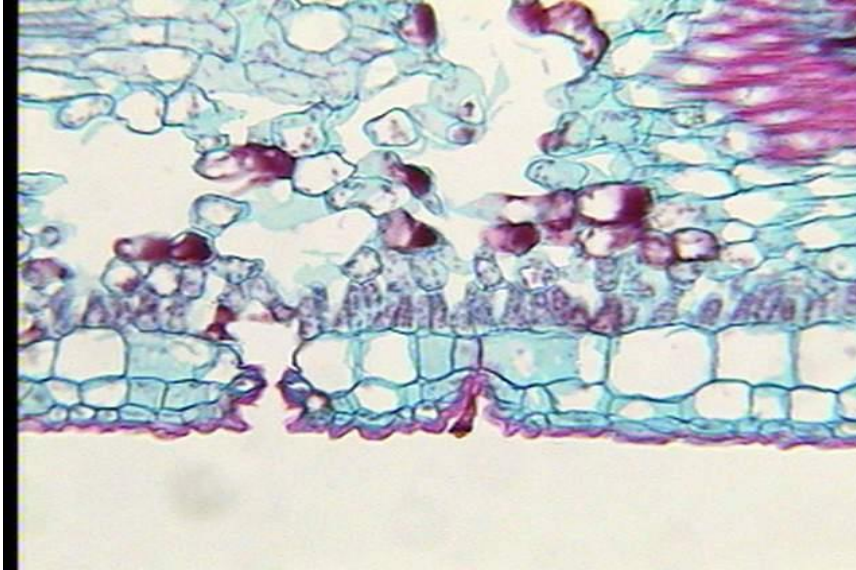
الجدر المماسية لخلايا البشرة العادية  
أسمك من الجدر القطرية وقد تتلجنن  
كما في العديد من النباتات الجفافية.  
كما تترسب على الجدر الخارجية  
كربونات الكالسيوم على شكل  
حويصلات حجرية (Cystoliths)  
وفي البعض النباتات تترسب مادة  
السيلكا مكونة أجساما سيلكية.  
هذه الأجسام السليكية تكون تراكيب  
بارزة في أوراق النباتات العشبية يمكن  
أن تساعد علماء الآثار أو الحفريات  
للتحديد وتعريف النباتات المتحجرة  
وبقايا النباتات التحلة، وفي نبات  
ذيل الحصان (Equisetum) تعتبر  
هذه الأجسام مسئولة عن خشونته  
وأستخدامه لدعك وتنظيف الأواني.





وتوجد بين هذا الجدار وطبقة الأدمة طبقة سميكة من مادة البكتين أو مادة شبيهة بالبكتين في كثير من النباتات إلا أنها عادة ما تكون غير موجودة في الأوراق القاسية مثل أوراق النباتات العصارية، وربما تعمل كوسادة واقية بين خلايا البشرة وطبقة الأدمة، أو عندما تلتوي الأوراق ربما يساعد هذا التركيب الأسفنجي الحيوي في امتصاص الصدمات والصعوبات المختلفة لهذه العملية. ثم تترسب فوق طبقة البكتين طبقة أو طبقات من مادة الكيوتين مكونة الأدمة وإلى الخارج من الأدمة تترسب المواد الشمعية.

لقد وجد ما يعرف بالإكتوديزماتا **Ectodesmata** الشبيه بالبلازموديسماتا (**Plasmodesmata**) ولكن ليس لها تركيب غشائي رابط، ولا ترتبط بسيتوبلازم خلية البشرة، ولا تعبر من خلال طبقة الأدمة، ولا يمكن رؤيتها عادة في التحضيرات غير المصبوغة، أو عن طريق عينات النحت المستخدمة للفحص تحت المجهر الإلكتروني، , وأنها قد تكون مناطق مختزلة في الجدار والتي وظيفتها غير معروفة، بل إن تكرارها يختلف من النهار إلى الليل، ومن مكان لآخر في الورقة، وفي الغالب فإنها تختلف عند أي تأثير فيزيائي أو تغير بيئي.

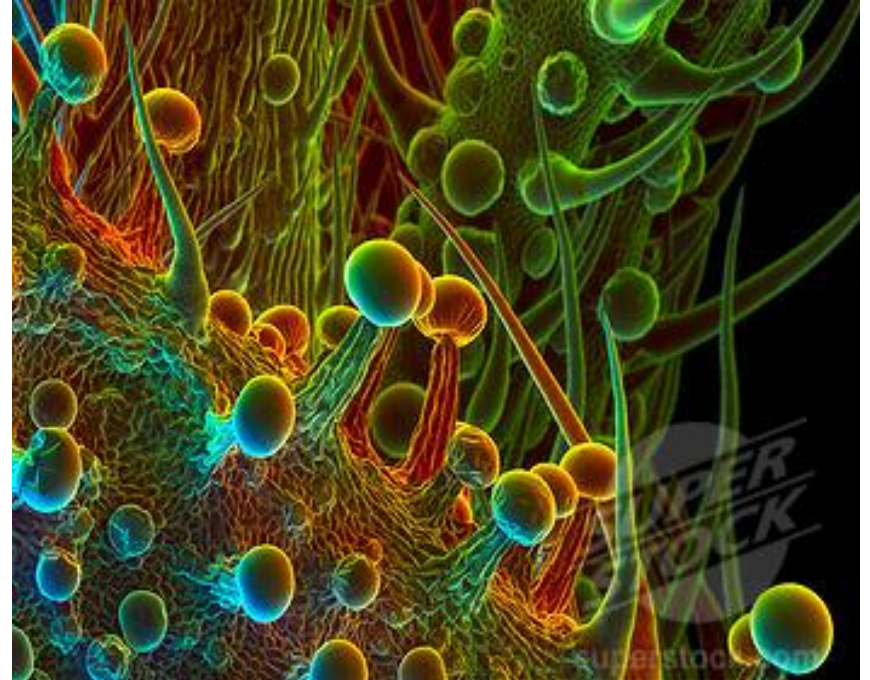
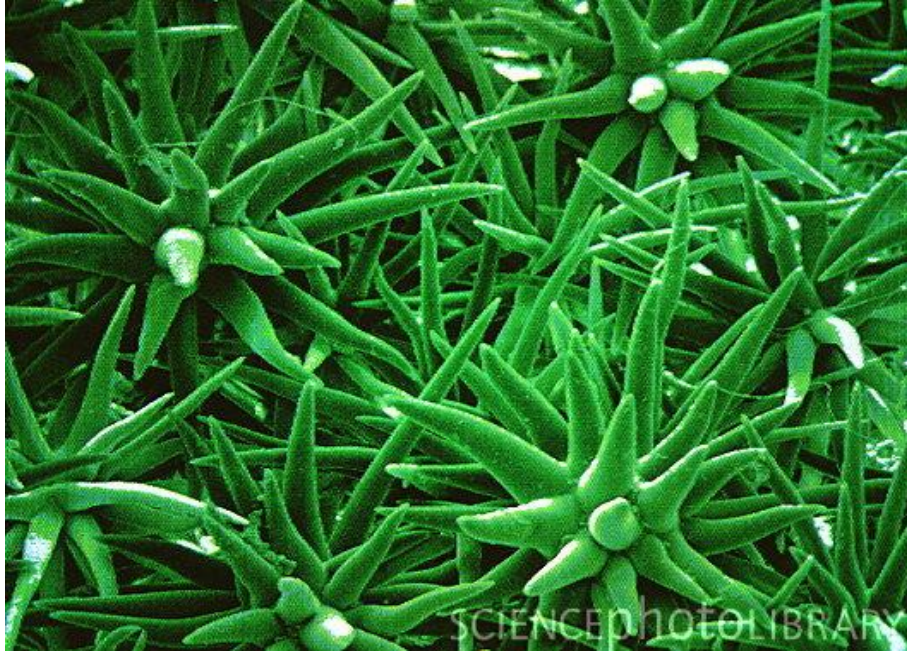


**الثغور Stomata** : هي فتحات في  
بشرة النبات، وتحاط كل فتحة بخليتين من  
خلايا البشرة متحورتين ومتجاورتين  
تُسميان **بالخليتين الحارستين Guard cells**.  
والخلايا الجانبية أو خلايا البشرة  
المتحورة والملاصقة للخليتين الحارستين  
تعرف **بالخلايا المساعدة**  
**Subsidiary cells** وهي في الغالب  
متميزة عن خلايا البشرة العادية، ويمكن  
تسمية هذه المجموعة من الخلايا بما فيها  
فتحة الثغر **بالجهاز الثغري Stomatal**  
**apparatus**. وقد ترتفع الثغور عن  
مستوى خلايا البشرة العادية أو تكون في  
نفس المستوى أو تنخفض تحت  
مستواها. وفي نبات **الدفلة Nerium** و  
**الهاكيا Hakea**، وفي بعض أنواع  
الكافور **Eucalyptus** وفي بعض  
الصنوبريات فإن الثغور تتجمع في  
تجاويف أو سرايب محمية بالشعيرات أو  
زوائد شمعية.

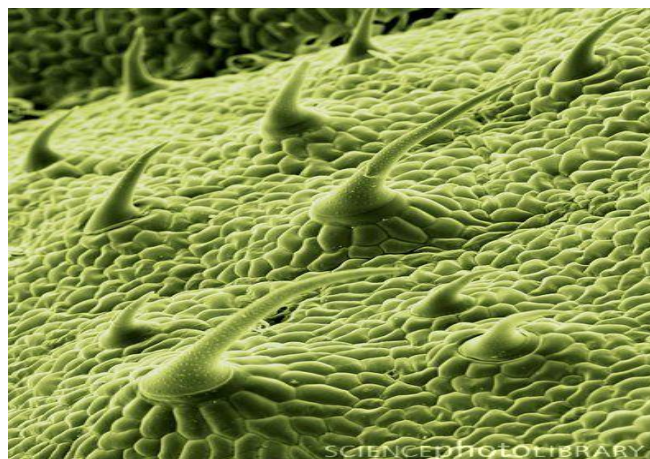




**الشعيرات: Trichomes**، هي  
تراكيب أو زوائد تتشكل فقط من  
خلايا البشرة وتتكيف لوظائف  
مختلفة في الجسم النباتي.







ولكن هناك تراكيب أوزوائد تنمو  
من البشرة والأنسجة الداخلة  
كالشعيرات

**الدفاعية Emergences**

**والحراشف Scales**

**والغدد الهاضمة Digestive**

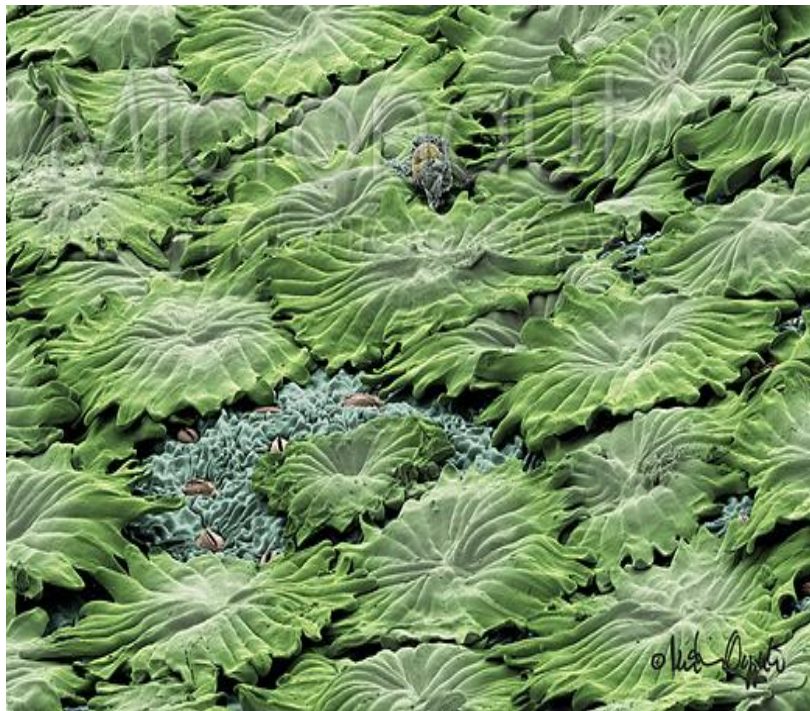
**glands** وبعض الأشواك

**Prickles** والغدد

**Stinging glands** اللاسعة

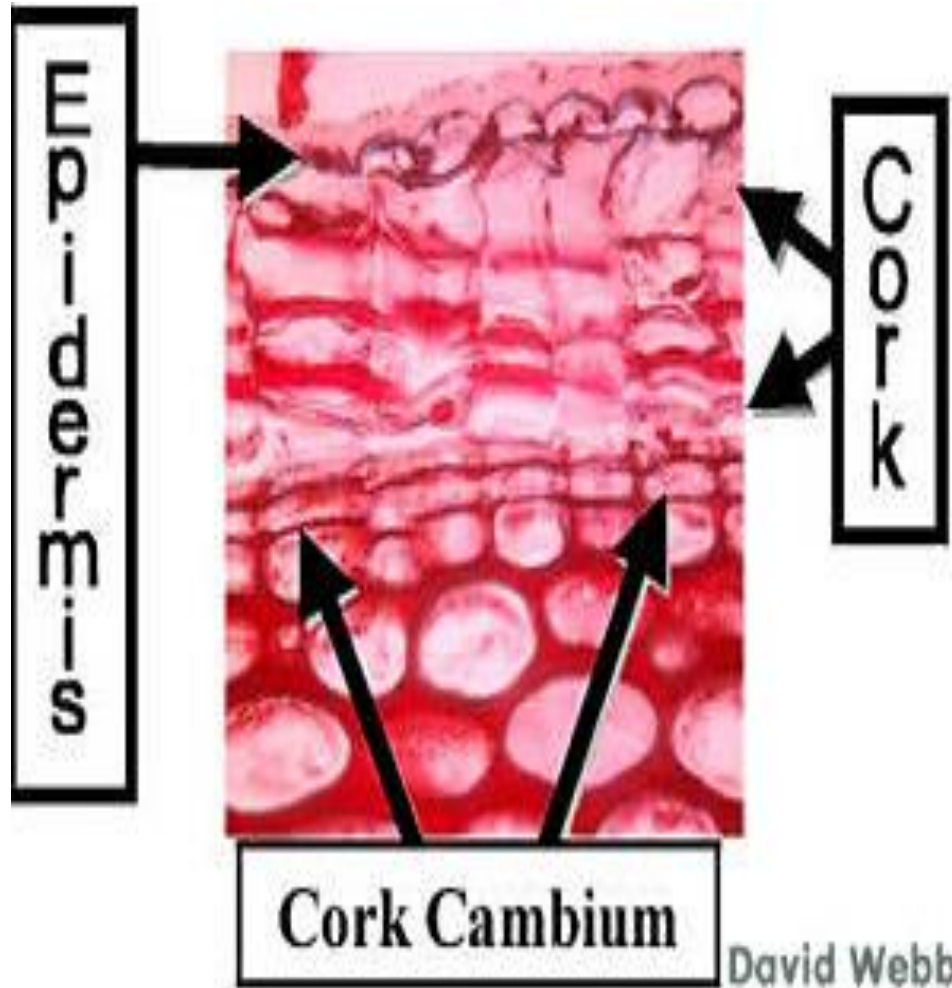
، ويمكن أن تكون الشعيرة  
النباتية وحيدة الخلية كما في  
معظم الشعيرات أو معقدة  
التركيب كما في الغدد الإفرازية  
والماصة، وقد تكون دائمة  
البقاء أو زائلة، وعادة تتكون  
جدر خلاياها من مادة السليولوز  
ومغطاة بطبقة رقيقة جدا من  
مادة الكيوتين، وأحيانا تحتوي  
جدر خلاياها على مادة اللجنين  
ونادراً ما تحتوي السليكا أو  
كربونات الكالسيوم.





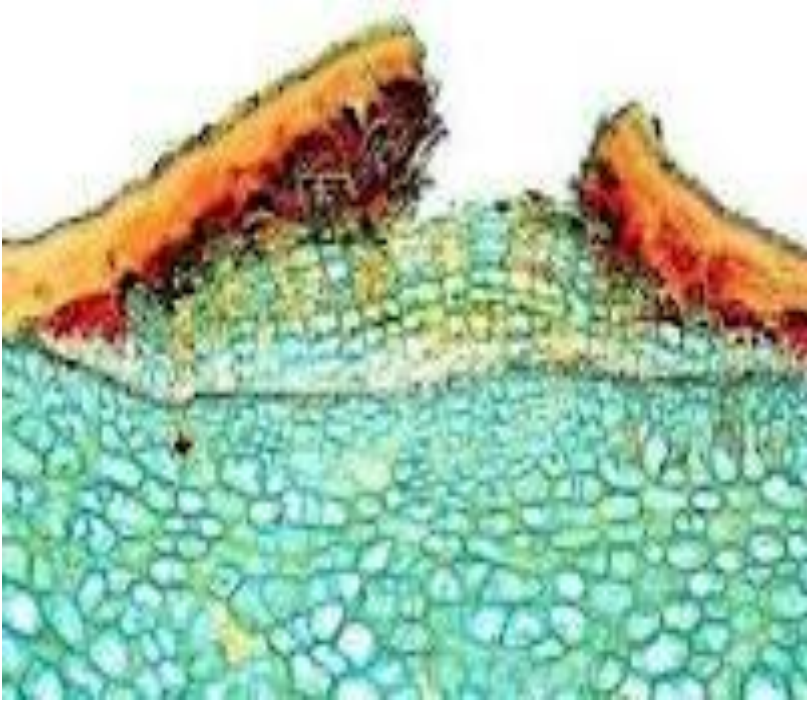
والأمثلة على ذلك الشعيرات  
القطنية الغنية بالسليوز  
التجارية والتي يبلغ طولها أكثر  
من 7 سم وكذلك شعيرات نبات  
**الديونيا Dionea** والغدد  
الهاضمة في النباتات التي  
تتغذى على الحشرات مثل نبات  
**الدروسييرا Pinguicula**  
والتي يبلغ طولها أكثر من عدة  
مليمترات وهي تفرز مادة لزجة  
والماء والإنزيمات المائية  
وتمتص بروتينات الحشرات.  
إن العديد من الشعيرات تفرز  
أنواعا متعددة من المواد مثل  
الشعيرات المنحنية لنبات  
**Salvinia** التي تفرز الماء  
من سطح الورقة، وتفرز **الغدد**  
**الرحيقية Nectaries** المحلول  
السكري (الرحيق) والشعيرات  
الأخرى تفرز **التربينات**  
**Terpenes** والزيوت الأثيرية  
والبلسم والراتينج والكافور  
والأملاح، كما تحتوي شعيرات  
أخرى على بعض الصبغيات.

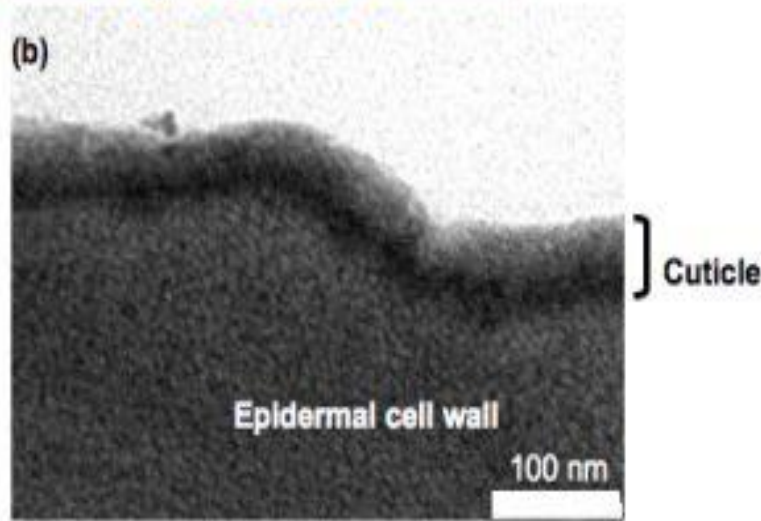
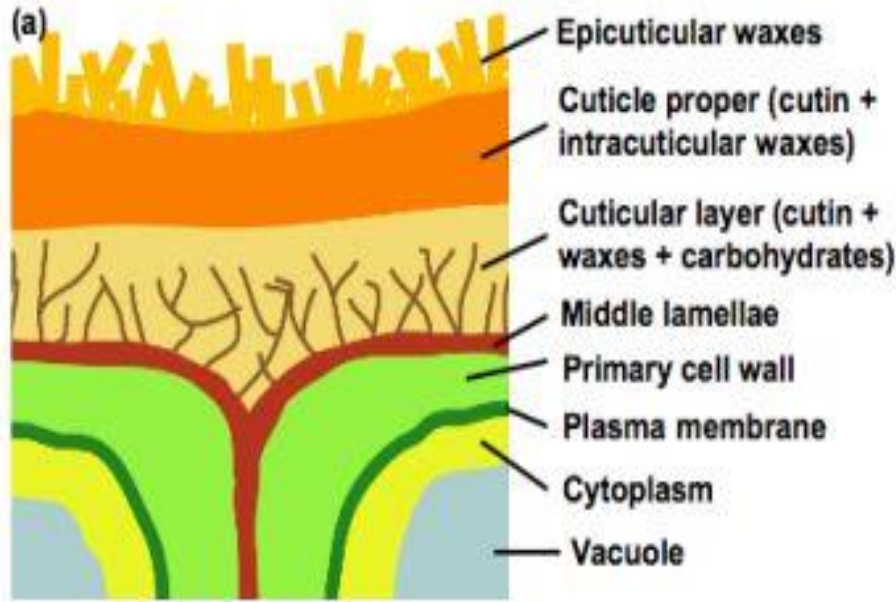




البشرة الطباقية (periderm)

وتتكون من خلايا  
غير مسوية وبها  
مسافات بينية واسعة  
تسمح بتبادل  
الغازات، هذه  
العديسات غالباً ما  
تكون غير منفذة  
للماء عندما تتكون  
طبقة أو طبقات من  
الخلايا المسوية  
تعرف **بالخلايا**  
**الغالقة Closing**  
**layers** في فترة  
معينة من نمو النبات  
ثم تتمزق هذه  
الطبقات وتعود  
العديسات إلى  
السماح بتبادل  
الغازات.





## الأدمة Cuticle :

تترسب مادة الأدمة على جميع الأجزاء الهوائية للنباتات الراقية وهي تركيب غير خلوي يكون طبقة متماسكة ومتصلة مع بعضها البعض تغطي البشرة من الخارج ما عدا فتحات الثغور وبهذا تتميز عن البشرة أوالفلين الذي يتكون من طبقة أو أكثر من الخلايا الحية أو الميتة.

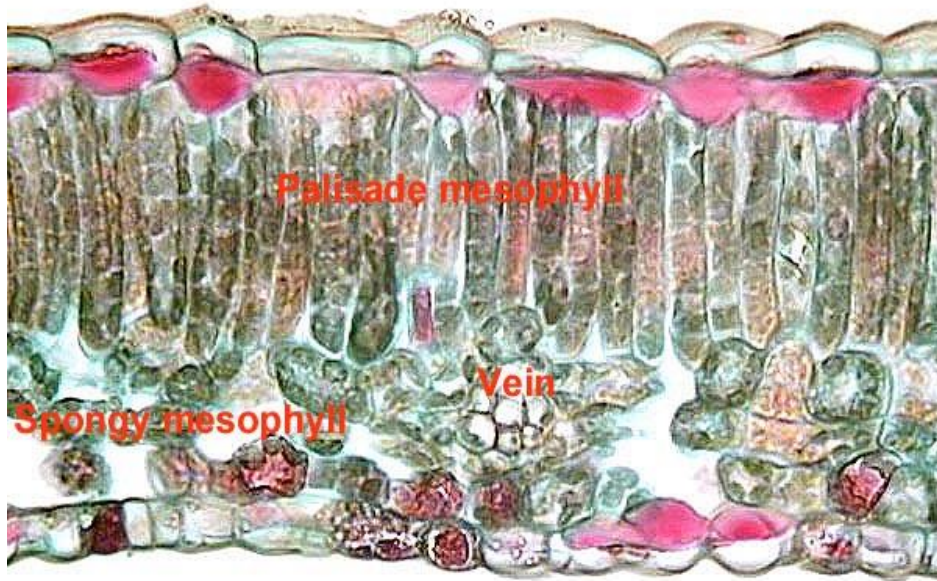
**والأدمة** متعددة الطبقات فالجزء الداخلي منها يتداخل مع سليروز جدر خلايا البشرة ونظرا لارتباطه الجزئي بخلايا البشرة للورقة والساق فإنه يمتد داخليا ويغطي حواف الفتحة الخارجية للثغر.

وكذلك يغطي السطوح الملاصقة للقنوات الداخلية في سرخسيات معنية مثل نبات

**Selaginella**. كما توجد الأدمة أيضاً

داخل أنسجة نباتية أخرى مثلاً في قواعد الغدد الملحية للورقة ، وفي قواعد غدد معينة في النباتات آكلة الحشرات، وفي داخل بعض أغلفة البذور وفي الغدد الماصة للماء لبعض البرومليدات (**Promelids**).



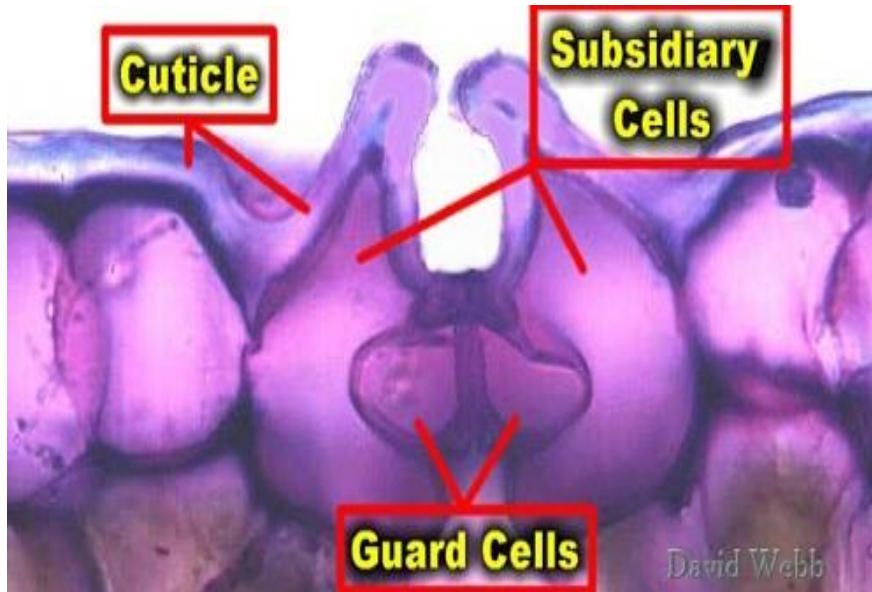


وعموماً فإن الأسطح العلوية والسفلية لنفس الورقة تغطي بالأدمة ولكنها تختلف في سمكها من نبات الى آخر، ويمكن أن يتكون أيضاً مواداً شمعية فوق الأدمة ولكنها تكون موجودة على أسطح نباتية دون الأسطح الأخرى أو تكون هناك اختلافات مكانية لمادة الشمع فوق السطح الواحد.

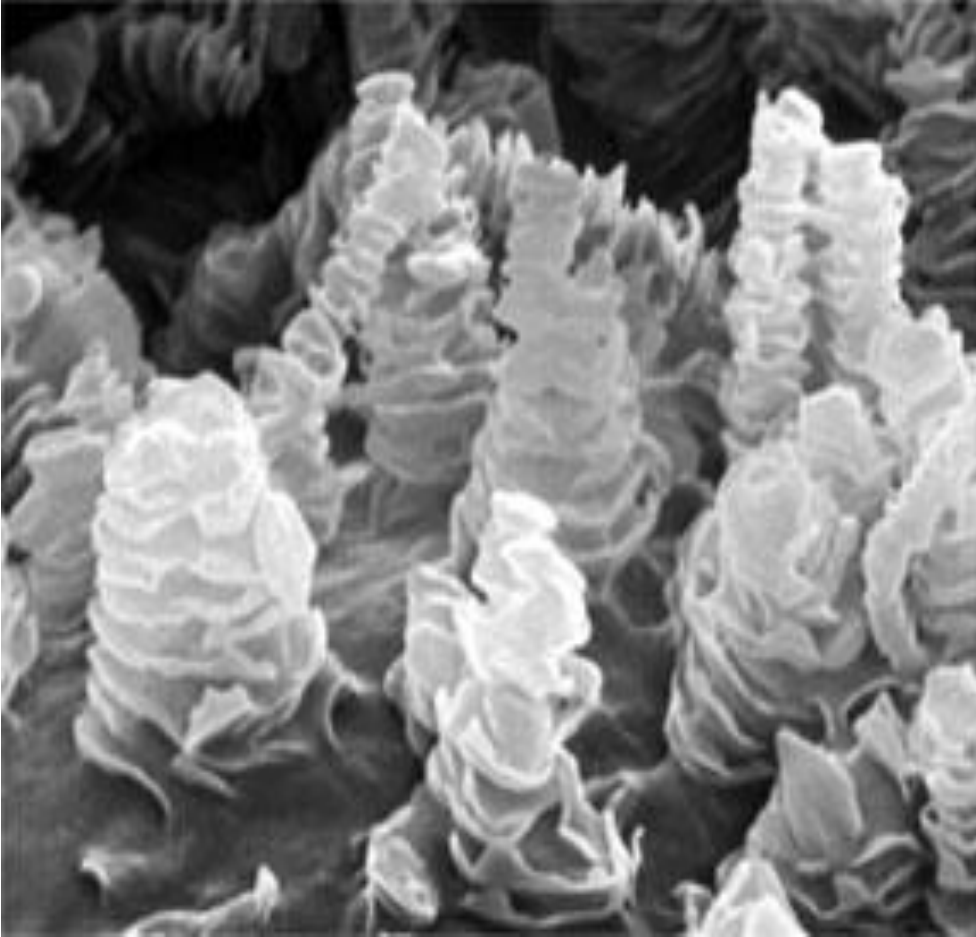
على العموم تنمو النباتات تحت ظروف قاسية مثل شدة الأضاءة المرتفعة وفقر في المادة الغذائية والتعرض للرياح وسوف تكون لهذه النباتات طبقة سميكة من الأدمة مقارنة بنفس الأنواع التي تنمو في البيوت المحمية.

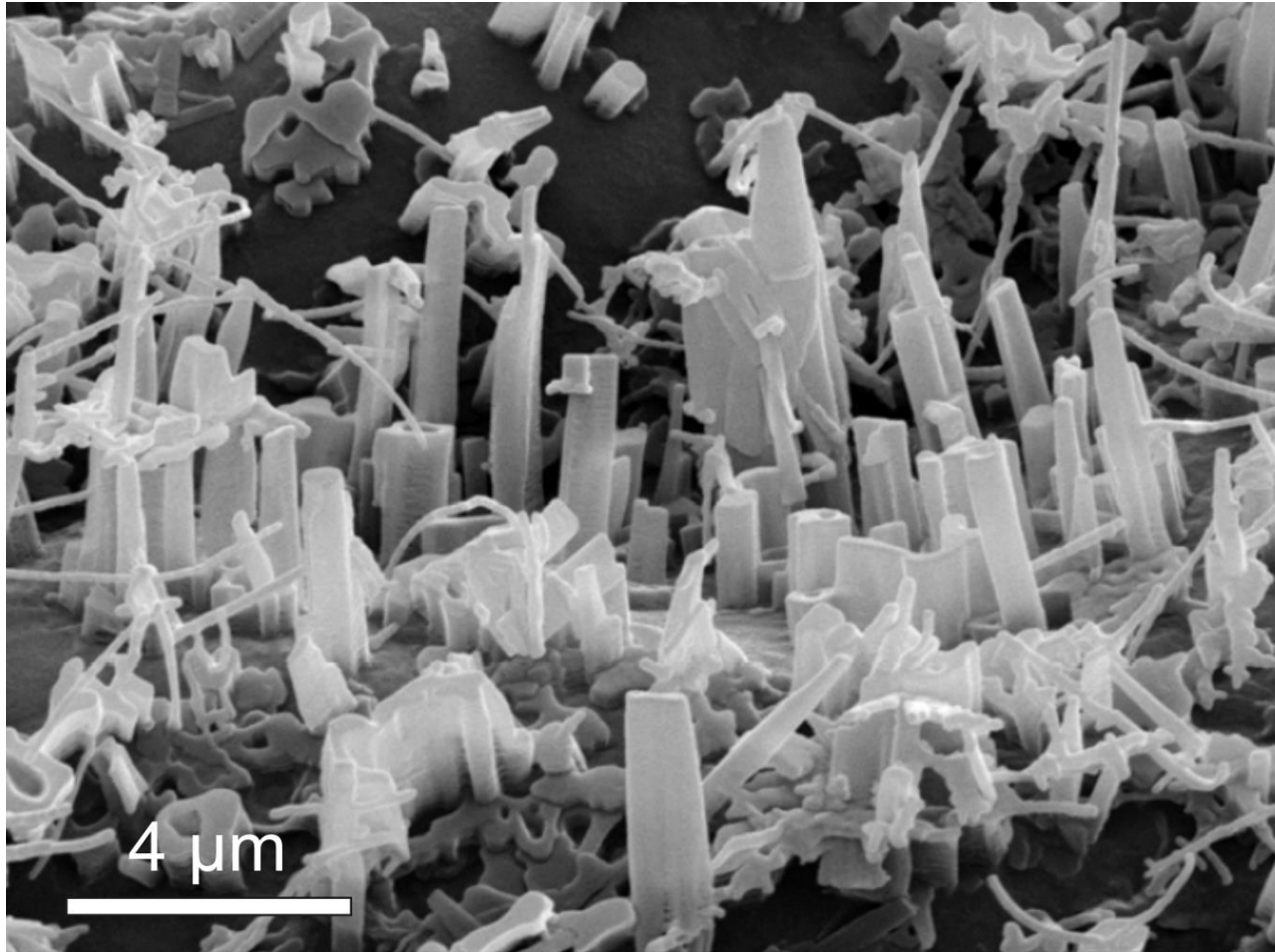
وغالباً ما تكون طبقة الأدمة موجودة ولكنها لا تعمل على منع تبخر الماء وإفراز المواد الأخرى التي تتحرك للخارج نظراً لرققتها.

الأدمة بشكل عام مرتبطة بشدة بالجدار المماسي لخلية البشرة وهناك تدرج في شدة التماسك والتي تختلف من نبات لآخر ومن جزء نباتي لآخر،



إن الشموع النباتية تتكون داخل خلايا البشرة وما يجاورها وتفرز على سطح الأدمة، ولكن ليس كل النباتات لديها مواد شمعية على أسطحها أو ما يسمى بالشموع فوق الأدمة، ولكن بعض النباتات لديها القدرة على إفراز الشموع فوق الأدمة بشكل دائم وبغزارة تجعلها ذات قيمة اقتصادية، وهذه الغزارة في إفراز المواد الشمعية تعمل على انعكاس وتشتت الضوء على السطح النباتي عن طريق **البلورات الشمعية** المتكونة بأشكال وزوايا مختلفة والتي تكون أبعادها قريبة أو أعلى قليلاً من الأطوال الموجية للضوء.

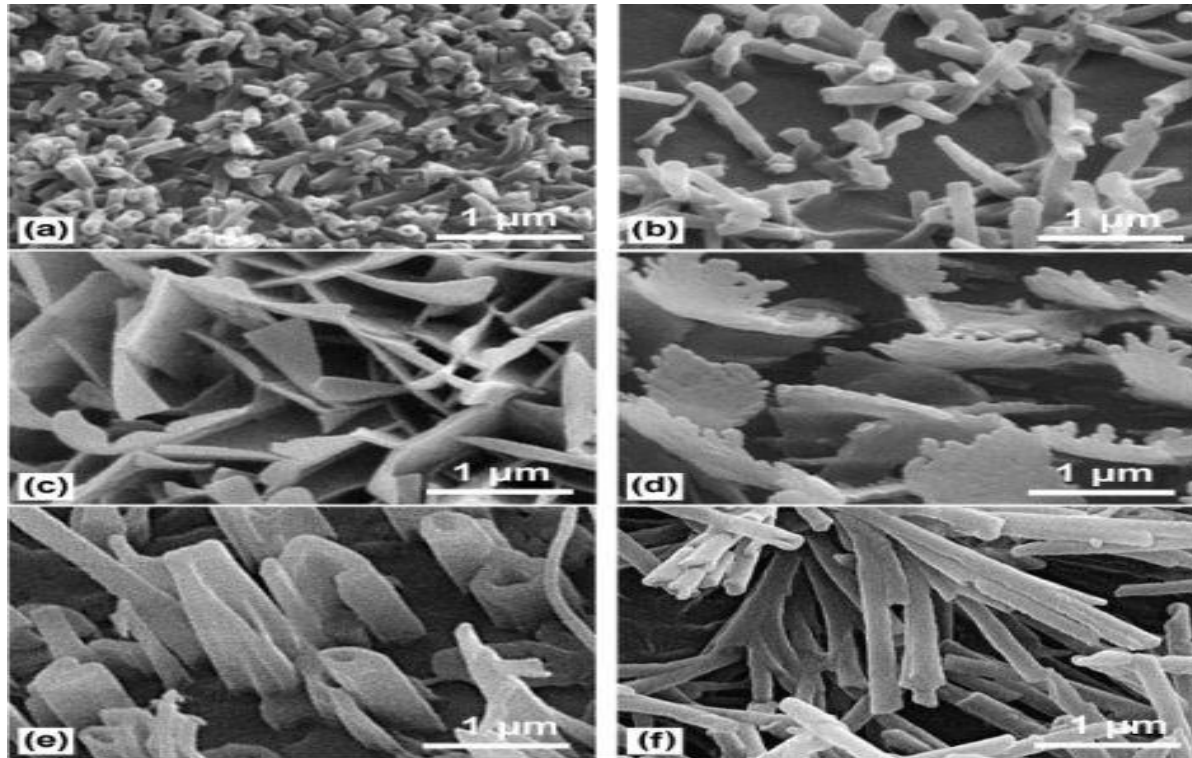




إن لمعان  
أوراق الكرنب  
يعزى إلى  
وجود بلورات  
شمعية على  
شكل أنابيب  
متموجة تعكس  
الضوء.

**Figure 1.** Scanning electron microscopy graph of epicuticular waxes on a cabbage leaf (*Brassica oleracea*) shows perpendicular orientated rodlets and interspersed some smaller wax filaments.





ويمكن أن تتكون ن  
لمعان أوراق الكرب  
يعزى إلى وجود  
الأسطح اللامعة من  
بلورات شبيهة بالإبر  
أورقائق الذرة  
أوشرايح المكرونة.

**Figure 10:** Epicuticular wax crystals in an area of  $4 \times 3 \mu\text{m}^2$ . The upper side of the lotus leaf (a) has the highest crystal density (number per area) of wax crystals and the smallest spacings between them. Lotus upper side (a) ca. 200 tubules per  $10 \mu\text{m}^2$ ; (b) Lotus underside ca. 63 tubules per  $10 \mu\text{m}^2$ ; (c) *Euphorbia myrsinites* ca. 50 platelets per  $10 \mu\text{m}^2$ ; (d) *Yucca filamentosa* ca. 17 platelets with over 80 jags per  $10 \mu\text{m}^2$ ; (e) *Brassica oleracea* ca. 22 rodlets and tubules, and (f) *Eucalyptus macrocarpa* ca. 50 tubules per  $10 \mu\text{m}^2$ . The larger spacing between the wax crystals of the other surfaces compared to the lotus upper side is obvious



وإن أسطح الفواكه الالامعة كالحمضيات والبرقوق والخوخ لا تحمل موادا شمعية زائدة على أسطحها أكثر من العديد من ثمار كالتفاح التي عندما تتضج لا يظهر عليها وكذلك أشجار الليمون صفة اللمعان. والزيتون بالرغم من أن أسطحها غنية بالمواد الشمعية إلا أنها ليس لها لمعان واضح.

إن الكثير من المواد الشمعية يمكن أن يوجد على السطح السفلي للورقة مثل أوراق الشاي التي تكون خالية من الشمع في السطح العلوي لكنها غنية بالمواد شمعية على السطح السفلي.

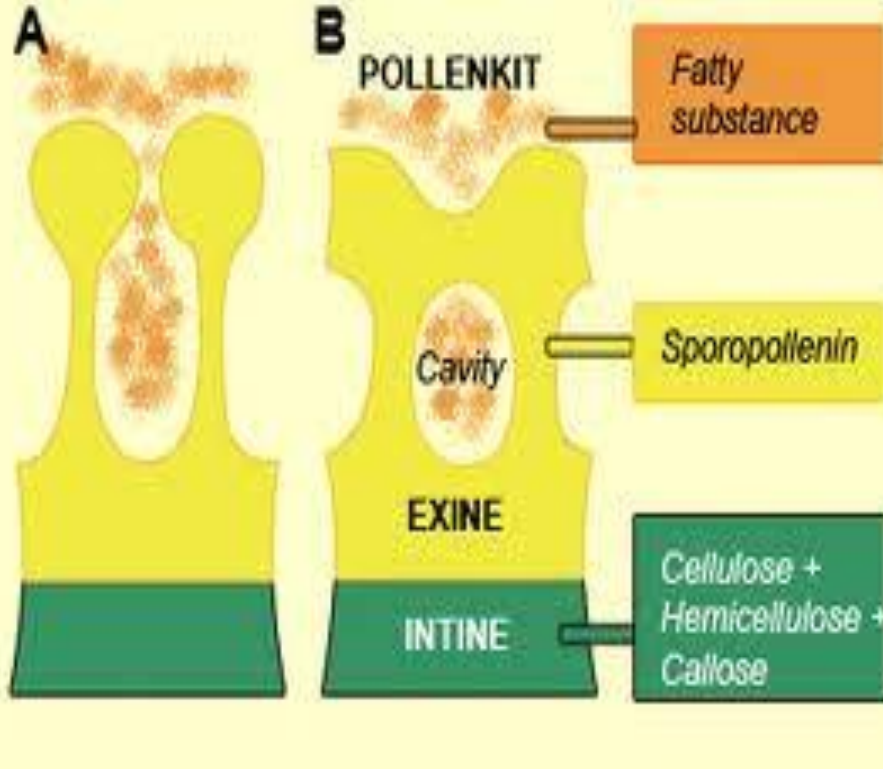


**Green Tea**

## 5 - البناء الحيوي للأسطح النباتية

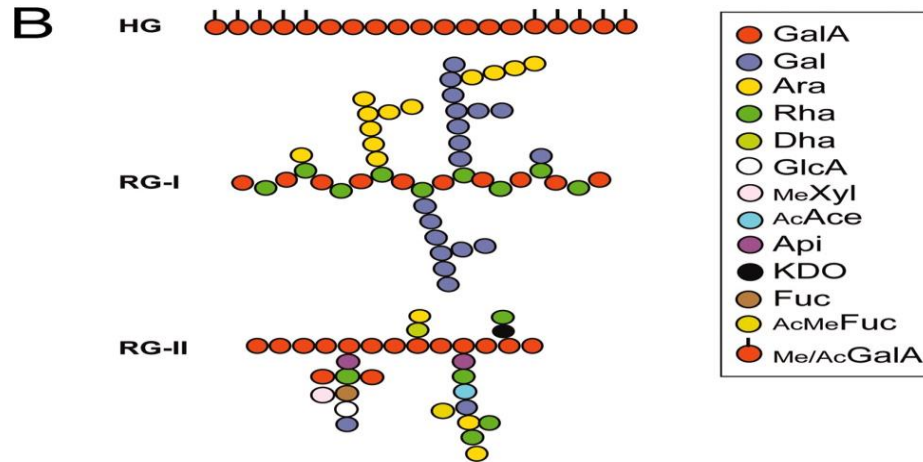
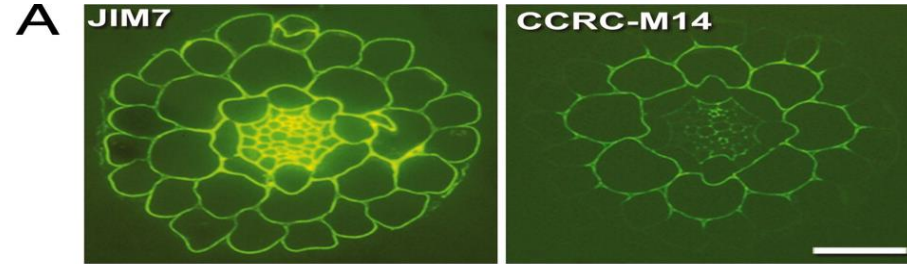
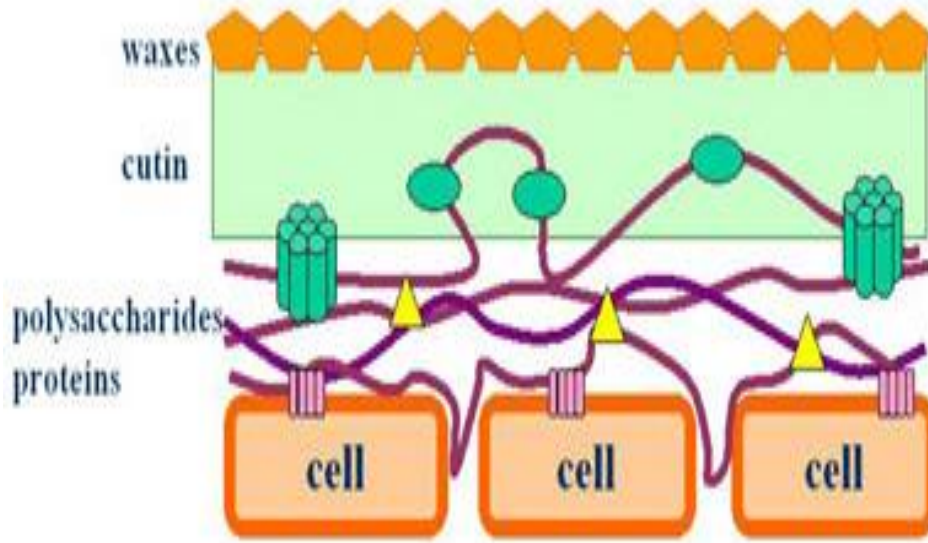
### السبوروبولينين: Sporopollenen:

هي المكون الرئيسي للجزء الخارجي من الجدار لكل من الأبواغ وحبوب اللقاح. أن الأبواغ وحبوب اللقاح هي إحدى أجزاء النباتات المقاومة للتحلل حيث وجدت في العصر ما قبل الكامبري وأن هياكل حبوب اللقاح القديمة قد مكنت علماء الأحافير من إعادة بناء التغيرات في النمو الخضري الطبيعي للنبات وعلى معرفة المحاصيل الغذائية في مواقع عاش عليها الإنسان الأول.



السبوروبولينين عبارة عن بوليمر كاروتيني وبوليستر له جزيئات متعددة وتشتهر منها مادة البيتاكاروتين ومادة ليزيزانثين. وبنائه أو تخليقه لم يتم التعرف عليه إلا مؤخرا , ولكن على الأقل عرف في جدار حبة من إندماج مواد مشتركة ناتجة من السطح الأحادي لحبة اللقاح وطبقة خلايا اللقاح يعتقد أنه يتم بناؤه والآن عرف تركيبه الكيميائي من خلال دراسة حبوب اللقاح. التبيتل المولدة (الأمية ) المحيطة بها

(C90 H130-158 O24-44)



البناء الحيوي للبكتين

## Pectin Biosynthesis

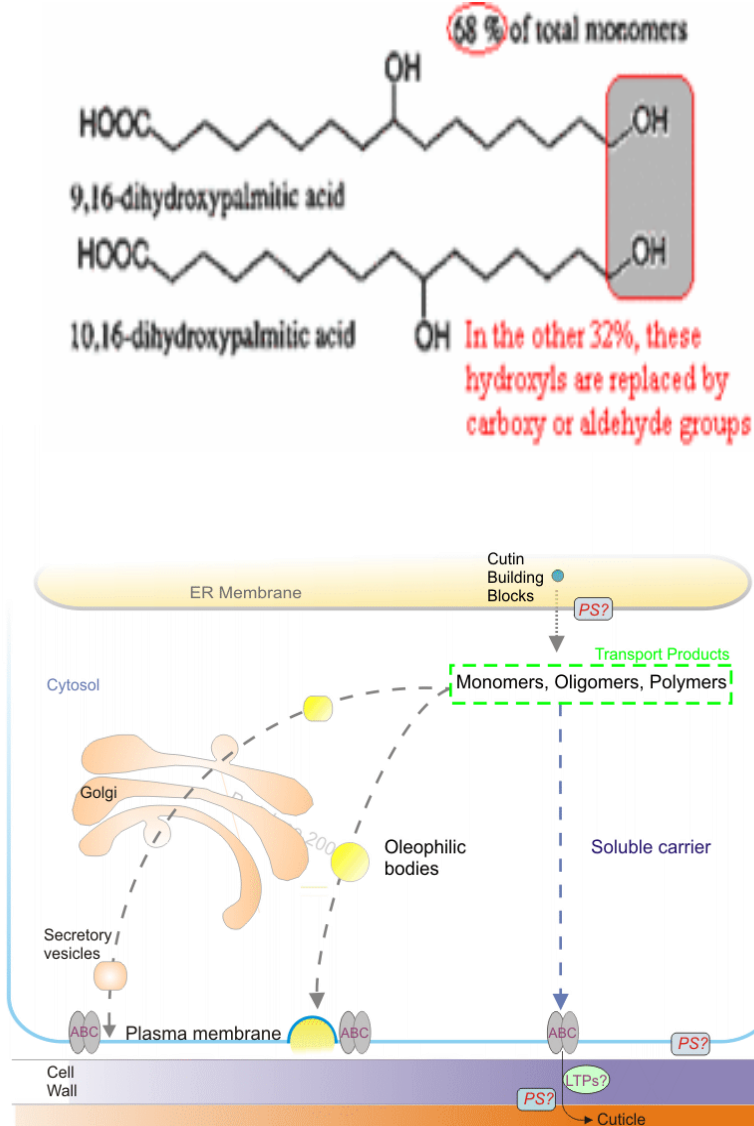
طبقة البكتين التي تقع بين الجدار السليلوزي لخلية البشرة والأدمة لم يتم عزلها وتشخيصها ولكن من الأرجح أنها غنية ببقايا حمض الجالاكتونيك المرتبط بمجموعة الكربوكسيل و في هذا البوليمر ربما تم إضافة المثل جزئياً ليتحول إلى بوليستر الكيوتين، و معروف أن الإنزيمات تستطيع أن تعمل التحولات البينية ثم العودة إلى الوحدة المركزية للكربوهيدرات في الخلية ومن غير المعروف كيفية دخول البكتين في السطح البيني للسليولوز والكيوتين إلا أن التماثل مع الخلايا المنتجة للبكتين مثل خلايا قنسوة الجذر يوضح بشدة أنه في خلايا البشرة ربما تساهم أجسام جولجي في هذه العملية.



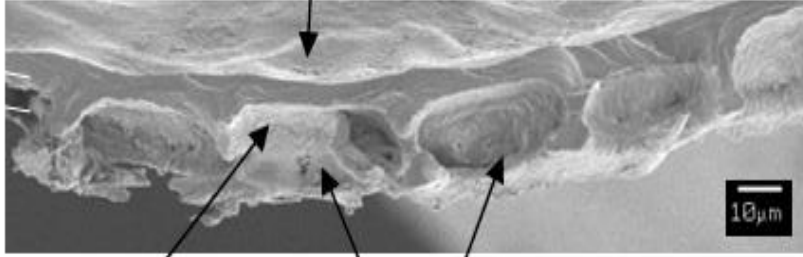
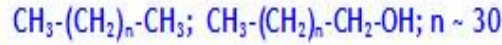
## البناء الحيوي للكيوتين Cutin

### Biosynthesis

في خلايا البشرة تم التعرف على البناء الأحيائي للكيوتين من الدراسات الحديثة لتفاعلات الكيمياء الحيوية حيث إن الأحماض الدهنية غير المشبعة مثل أحماض الأوليك Olic and Linolic acids ربما يتم بناؤها في خلايا البشرة، ثم تتحول فيها إلى أحماض هيدروكسية قبل وصولها للسطح، ثم تتحول إلى مركبات مائية بواسطة أنزيم الالايوكسيديز، ثم تتحد الهايدروبيروكسيدات بسرعة مع نفسها ومع مجموعات أخرى لتكوين الروابط البروكسيدية (O-O)، التي تنشط بواسطة الأشعة فوق البنفسجية.



Epicuticular surface (coated with thin layer of lipids for waterproofing)

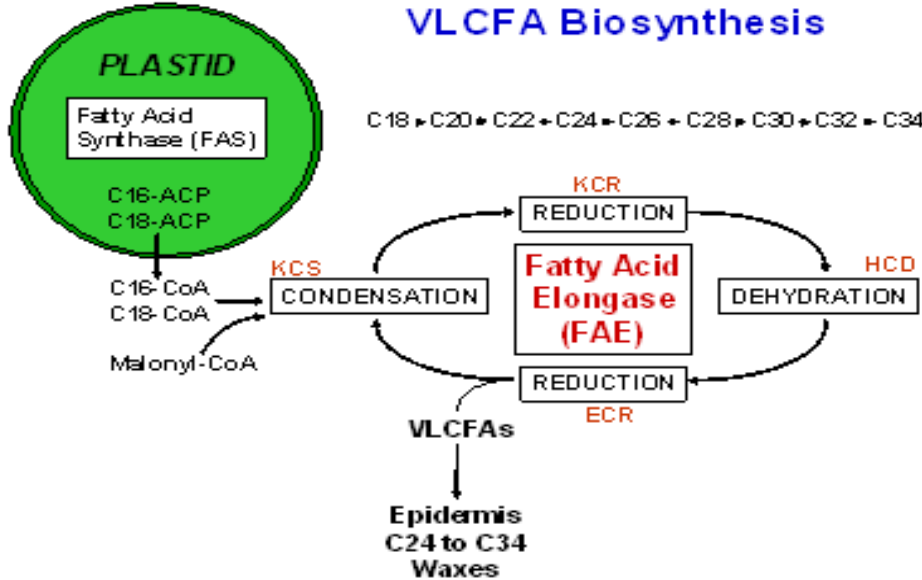


Biopolyester support (cutin)



Removed cells  
(Pectin degraded)

### VLCFA Biosynthesis



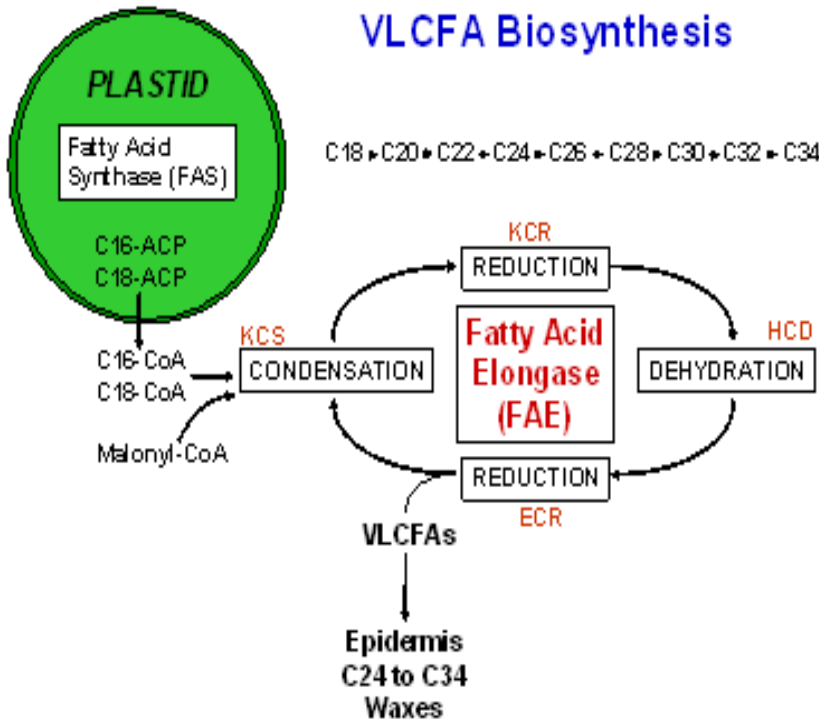
## Wax البناء الحيوي للمواد الشمعية

### Biosynthesis

بدأت دراسة البناء الحيوي للشموع في  
النبات في الثلاثينيات من القرن  
العشرين عندما اقترح  
كينال Chibnall ومساعدوه  
(1930) والذي أوضح أن  
الألكان Alkane ذو 29 ذرة كربون  
يمكن أن يتم بناؤه من الأحماض  
الكربونية وخاصة حمض C15 عن  
طريق التكثيف المباشر مع إضافة  
الكيتون، Ketone C29 الشائع  
كمركب وسطي، وبالرغم من جاذبية  
الفكرة إلا أن أحماض C15 الضرورية  
لهذا التفاعل لم يتم التعرف عليها في  
الشموع في ذلك الوقت 0



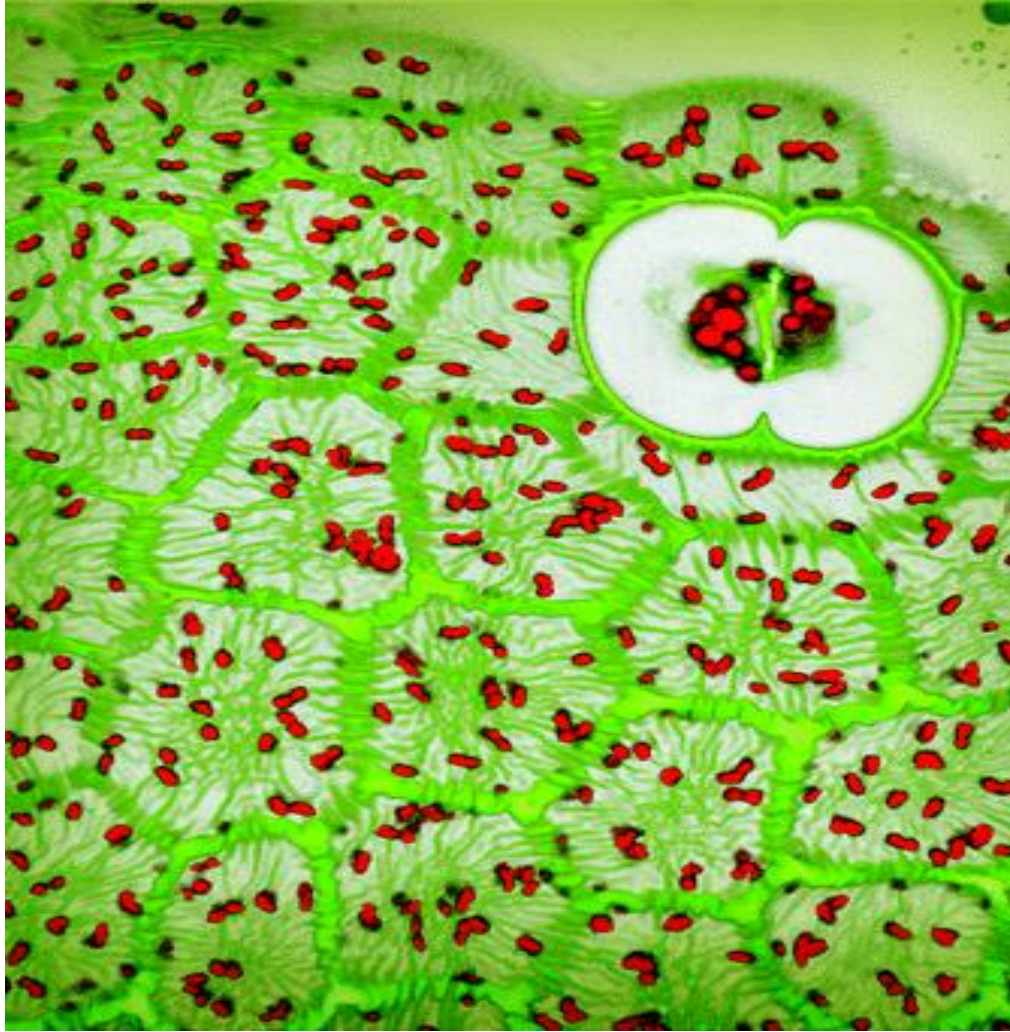
أوضح العالم كولاتوكودي Kolatukudy "1970-1976م" أن حمض C16 حمض البالمتيك Palmitic acid يتم دمجها في سلسلة طويلة من الألكانات من غير فقدان ذرة كربون الكربونيل الموجودة فيه كما يتطلب الوضع في التكثيف المباشر 0 ويوضح هذا أن السلسلة الهيدروكربونية الطويلة تتكون من الجزئيات الأقصر طولاً حيث وجد أن وحدات الخلايا المعلمة تكون سلسلة من الأحماض الكربونية التي تتحول إلى الكانات كربوكسيل عند بناء الأحماض البالمية من الخلايا C2 وهذا يعتمد على الضوء ويحدث في خلايا النسيج الوسطي ربما في البلاستيدات الخضر قبل أن يمر إلى خلايا البشرة لإتمام الاستطالة النهائية للجزئيات وفقد ذرة الكربوكسيل Decarboxylation .



إن التركيب المعقد والدقيق للشمع فوق الأدمة ينمو بشكل جيد بعيداً عن خلايا البشرة ولم يكن واضحاً لوقت قريب كيفية تطور التراكيب ذات الأشكال المميزة والمختلفة 0

أوضح العالم **دي بري** في عام 1871م أن الشموع تمر عبر فتحات في الأدمة وتكون في حالة شبه سائلة مثل معجون الأسنان عندما تخرج من الأنبوبة الخاصة به 0 وكان يعتقد أن القنوات الدقيقة للشمع تعبر طبقة الأدمة لكن لا يوجد هنا دليل أن الفتحات تصل السطح الخارجي لأدمة في أي مرحلة من مراحل نموها 0 وعلاوة على ذلك لا يوجد دليل بالنسبة للتدرج الضغط الكتلي عبر الأدمة وما إذا كان الإفراز يستطيع أن يبين الأنابيب الشمعية أو بلورات الشمع في القطاعات العرضية المختلفة 0

أن المواد التي تتكون منها الأدمة تفرز عبر جدران الخلايا وربما تتجمع تحت التحكم الأنزيمي عند السطح 0 ويتم إفراز الشموع عبر هذا الغشاء) من مكونات الشمع من العبور الأدمة )، وقد تبين أن سمك الأدمة يمنع خلالها 0 وينتج عنها سد الفتحات التي من خلالها يخرج الشمع 0 أن سد طريق الشمع بهذه الوسيلة ينتج عنه بالضرورة زيادة كمية الشمع الموجودة تحت الأدمة 0 ومثل هذه التراكمات للشمع لا تحدث، ولهذا ربما من خلالها تعتبر الأدمة في هذه الحالة كشبكة من الجزيئات التي تستطيع أن تنفذ أو تعبر جزيئات الشمع ربما في سائل أو في مذيبات 0 عضوية أو في أغلفة بروتينية من خلال المسافات بين جزيئات الأدمة طبقة الشمع إلا عندما يتوقف بناء مادة ولذا لا يتوقف نمو وتكوين الشمع نفسها داخل خلايا النبات وكما سنرى يبدأ تكوين الشمع مرة أخرى بعد إصابة النبات أو إزالة الطبقة الشمعية من سطح النبات



يتغير الشكل الظاهري وتكوين الشموع النباتية أثناء النمو، ففي ثمار التفاح يفقد سطح الثمرة خاصيته البلورية اللامعة ويصبح شمعي من إسترات ذات سلسلة قصيرة وذلك أثناء النمو والتخزين وكذلك تنتج الأوراق المبكرة للقمح والشعير الكحوليات الأولية بينما الأوراق المتأخرة النمو

تكون شمعا غنيا بمادة بيتادكتونات B-diketones، ولكن عادة ما يبقى التركيب والشكل الظاهري للشمع ثابتين ومن الممكن وجود علاقة ما بينهما. إن العديد من الشموع التجارية مثل ورنيش الأحذية، وشمع النحل، وشمع الكربون 00 الخ إذا تم تركها من غير تحريكها أو إعاقتها تكوّن ببطء السطوح البلورية للشموع النباتية، كما أنها تستطيع أيضا أن تمر بالمرحلة الانتقالية البلورية إذا تم صهرها وتبريدها في المعمل وأن البلورات المكوّنة بهذه الطريقة تشبه تلك الأصلية 0 وبنفس هذه الطريقة فإن الشموع النباتية يتم بلوراتها من محاليلها المذيبات العضوية

المواد الشمعية باللون الاخضر- البلاستيديات باللون الاحمر

علية فإن الشموع النباتية تستطيع أن تنظم نفسها في تركيبات بلورية مستقلة عن الخلايا أو الأدمة, وأن تركيبها البلوري له علاقة وثيقة بتركيبها الكيميائي 0

إن شموع بعض الأنواع النباتية يمكن تعويضها إلى حد ما عندما تتلف لكن عادة أثناء إمتداد الأوراق ونموها وليس بعد وصولها مرحلة النضج 0

إن كمية الشمع المتجددة لا تستطيع أن تستعيد عموماً طبقة الشمع إلى مستوى السماكة للمناطق غير التالفة , أي التلف الناتج لا يسرع عملية تكوين الشمع مرة أخرى 0 بل أنه بالتحديد يمثل ببساطة الشمع المتبقي والذي تكوّن أثناء حدوث التلف 0

النباتات التي تنمو في بيئات ذات رطوبة عالية تنتج كمية أكبر من الشمع ولكن لديها طبقة أدمة أرق من تلك التي تنمو في الظروف العادية 0 ويبدو أن درجة الحرارة العالية تحت على إفراز المزيد من الشموع في أغلب النباتات 0

وبالرغم من أن أنواع معينة من السطح النباتية ذات المواد الشمعية يصبح لونها أخضراً شاحباً إذا تعرضت فقط إلى برودة معتدلة فإن العامل المحدد والأكثر تأثيراً في إنتاج الشمع هو الضوء 0

فنباتات البازلاء التي تنمو في الظلام تنتج شمع قليل على أوراقها ولكنها تنتج الشمع بكمية أكثر عندما تنقل إلى بيئات ذات إضاءة كاملة 0

معظم النباتات يبدو أنها تحتاج لشدة إضاءة بنسبة (20%) عشرون في المائة على الأقل من ضوء النهار لإنتاج وبناء المواد الشمعية في الحالات العادية

إن عملية التطويل النهائي للأحماض الدهنية في خلايا البشرة تعتمد فقط على الضوء بمقدار ما يحدد بواسطة البالميتات Palmitate. ولهذه الآلية دور تكيفي بارز طالما أن شدة الاستضاءة للأشعة البنفسجية وفوق البنفسجية لها تأثيرها التدميري ربما للطبقة الشمعية وظيفية وقائية للضوء



## التحكم الجيني للسطح النباتي ونموه:-

إن سطح الورقة المكتمل النضج لكل من طبقة الأدمة والمواد الشمعية التي فوقها هو نتاج لتفاعل بين البيئة والتركيب الجيني للنبات 0 وبصرف النظر عن عامل الضوء فإن العوامل العديدة الأخرى مثل سرعة الرياح والمواد الكيميائية في التربة مثل حمض الترايكلوروأستيك 39 في كل من المعمل والحقل يمكن أن تشوه الأشكال النموذجية للأسطح النباتية بطرق مختلفة 0 يجب أن نفترض أن طبيعة الأدمة وسمكها وخصائصها السطحية هي تحت السيطرة الجينية , لكن الشموع فوق الأدمة تظل العامل الوحيد الذي يزودنا كمعلومات جينية سهلة **Genetic markers**.

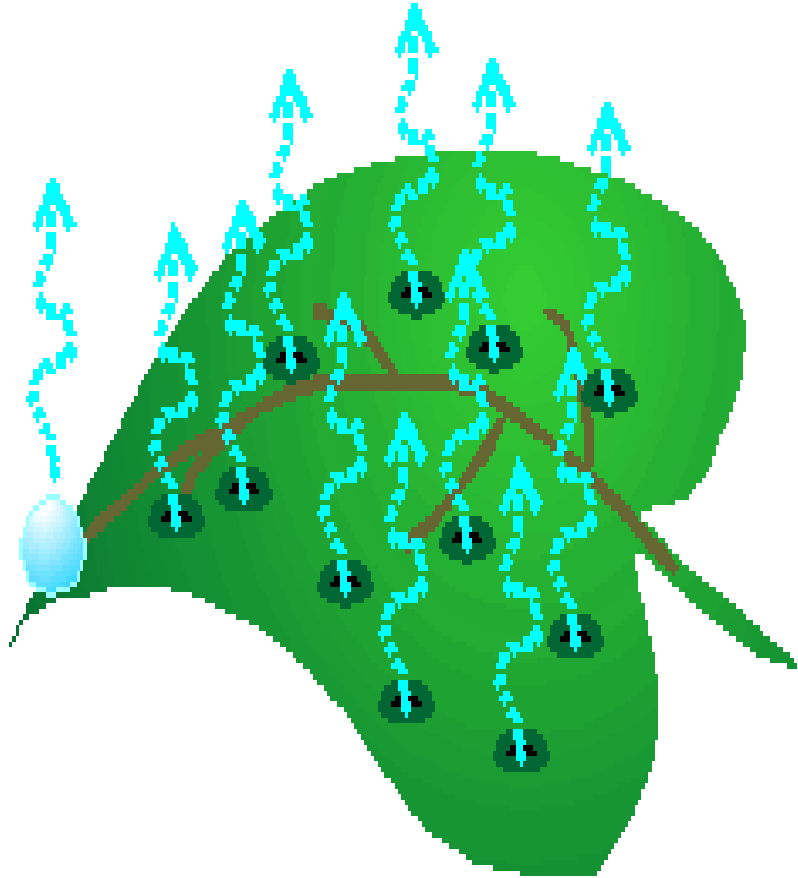
إن غياب أو وجود الشمع وتحول الشكل الإبري أو التحول في نسبة الألكانات يتم كشفها بسهولة وأحياناً حتى بالعين المجردة 0 كما إن العلامات الشاذة في الشمع يمكن تحديدها بسهولة في النباتات في الحقل وكذلك برشها بالماء 0 وللحصول على نتائج أكثر دقة لمثل هذه الإختبارات ملاحظة زاوية التصاق الماء على أسطح الأوراق والتغيرات في أشكال التركيب البلوري للشمع والذي عادة ما يصاحب هذه التحولات ويمكن كشفها بواسطة العين المجردة كدليل واضح على التحكم الجيني.

## 5 - وظائف الأسطح النباتية

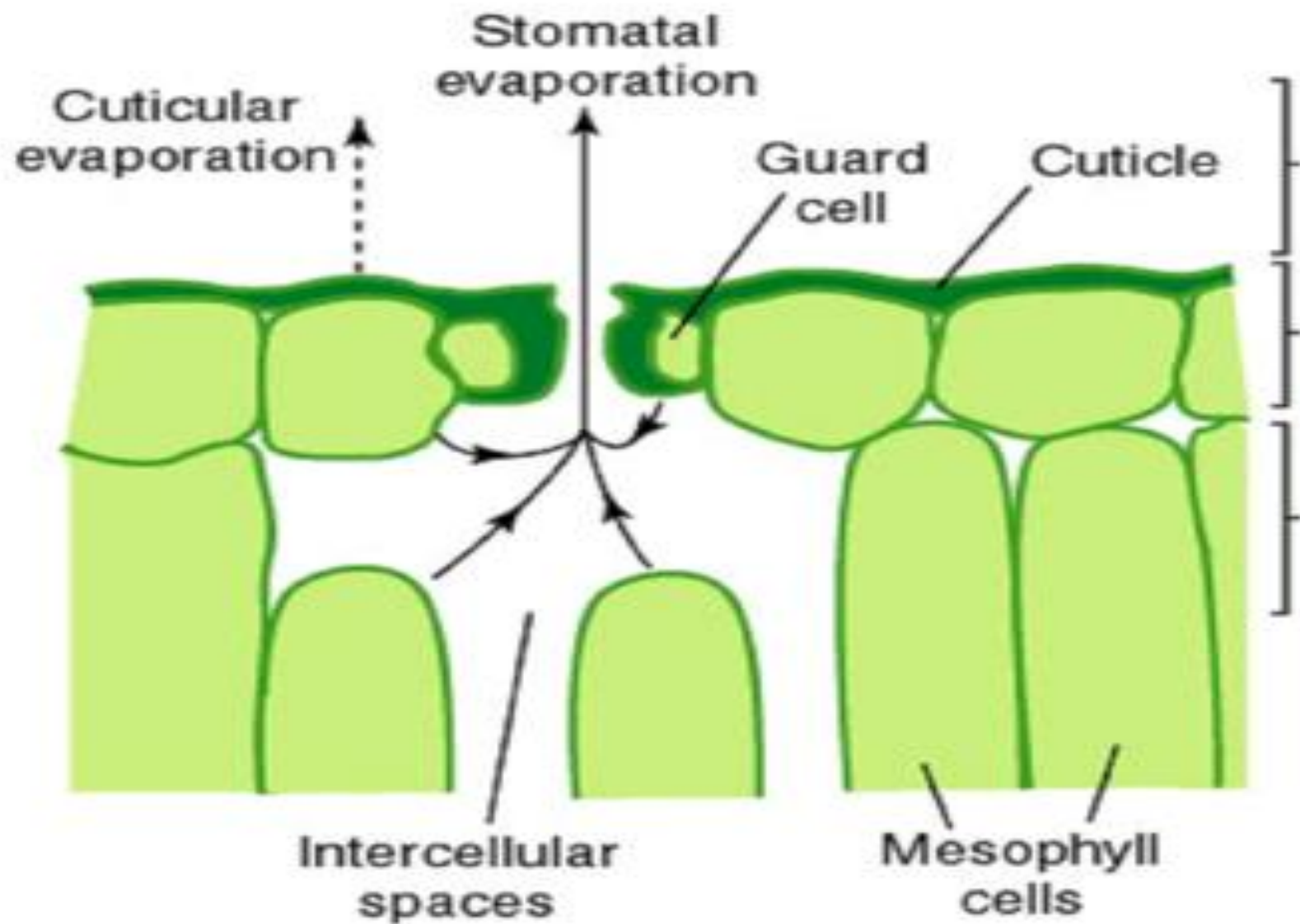
تقوم الأسطح النباتية بالنشاطات التالية:

### • النتح العام / مشكلة تبادل الغاز

إن النباتات الأرضية لديها احتياجات متضاربة. فيجب أن تُعرض مساحة كبيرة من أسطحها للشمس والجو لكي تواجه الضوء وتمتص ثاني أكسيد الكربون, ولكن في الوقت نفسه تحافظ على أن تظل مساحة السطح المعرض للضوء صغيرة لتقليل فقد الماء. وكانت عملية إحاطة الوسط الفاصل بين البيئة الخارجية والبيئة الداخلية للنبات بالأدمة وما فوقها من المواد الشمعية خطوة مهمة في تأقلم النبات للبيئة الهوائية واحتلالها. وأن تحديد تبادل الغازات بفتحات محددة (الثغور) في السطح النباتي . وإن الثغور المزودة بالخلايا الحارسة التي هي الأخرى تتحكم بفتح وغلق فتحات الثغور استجابة للبيئة جاعلة تبادل الغازات تحت سيطرتها.

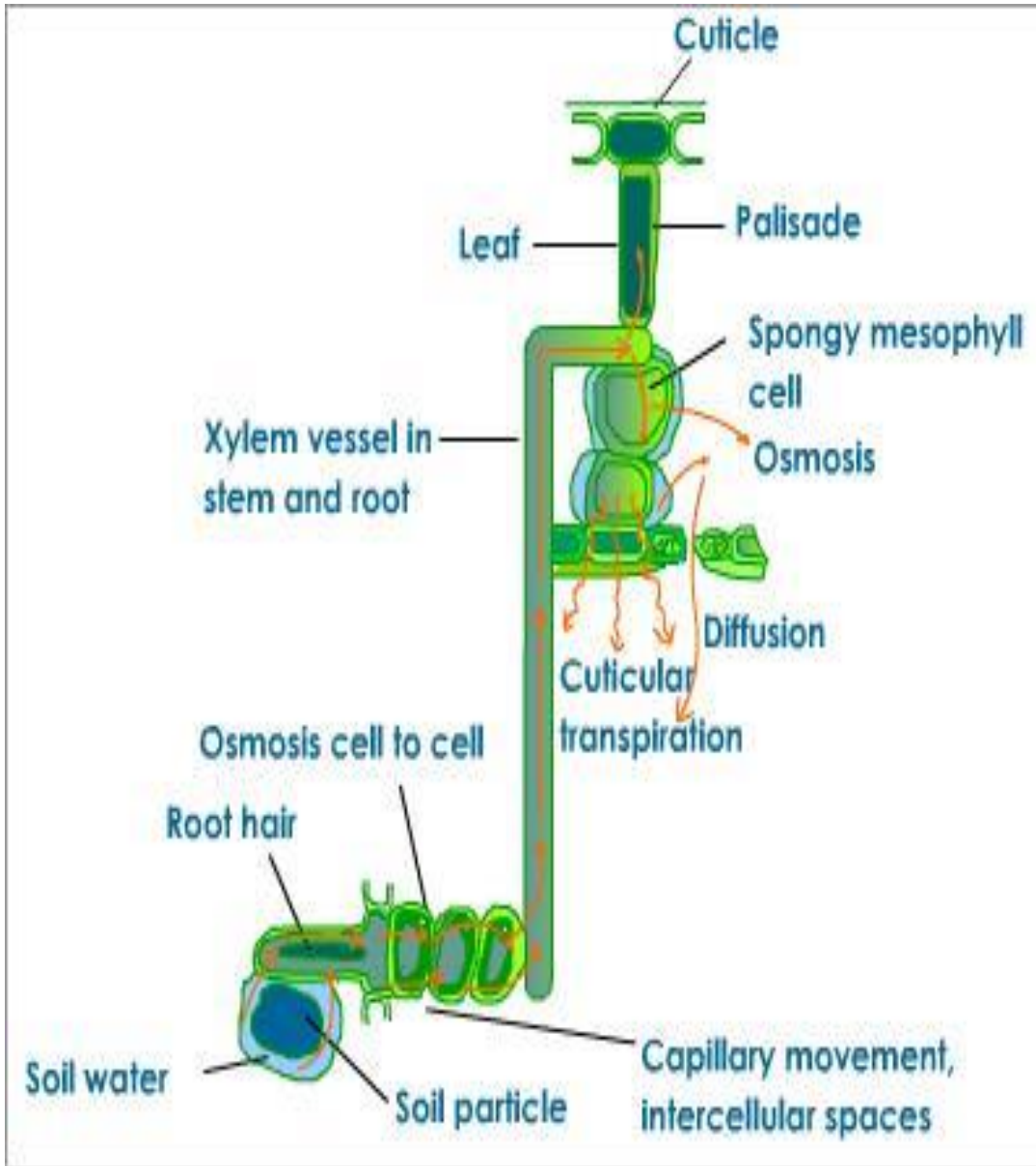


إن النباتات تفقد الماء باستمرار بواسطة عملية التبخر. ومن الطبيعي أن يتم عمل توازن لعملية فقد الماء بواسطة امتصاصه من التربة، ويتم التحكم في معدله بواسطة خصائص سطح النبات ( الأدمة وما فوقها )، مثل: **تكوينها الكيميائي، وسمكها، والبنية الدقيقة والشكل الظاهري**. وإن سطح النبات هو أيضاً سطح بيني مع البيئة الحرارية والتي معها يتم تبادل الطاقة. فيتم الحصول على الحرارة من البيئة، ويفقدها سطح النبات بواسطة الإشعاع، والحمل الحراري والتوصيل. ومن الجدير بالذكر أن الماء يعمل على توازن وثبات درجة حرارة النباتات، وذلك بقدرته على امتصاص الطاقة عند تبخرها من النبات ( حرارة التبخر الكامنة ) أو إطلاقها عند تكثفها أو تكثفها دون تغيير في درجة حرارة النبات. إن توازن الطاقة في النباتات من خلال النتج إنما هو مرتبط بالمنطقة المعرضة للضوء، وبمساحة السطح بالنسبة للحجم، ومرتبط كذلك بمدى انعكاس الأشعة الضوئية على السطح وشكله وتركيبه.



## 2 - النتج الثغري والأدمي

النباتات الأرضية غير الوعائية تنتج سواء كان نتحاً كثيراً أو قليلاً عبر أسطحها دون تحديد ، بينما يوجد في النباتات الراقية ذات الثغور والأدمة طريقتين للنتج: هما النتج الثغري ولكنه تحت السيطرة والتحكم ، ونتج أدمي لا يمكن التحكم فيه بالكامل، ولكنه أقل بنسبة قد تصل إلى 10 - 40 مرة. ويختلف مقدارهما النسبي بشكل كبير بين الأنواع النباتية، بسبب الاختلافات التشريحية للأدمة (ميدنر و مانسفيلد، 1968). وعلى الرغم من خصائص الأدمة الكارهة للماء ، إلا أنها تعتبر شبه منفذة للماء وتحتوي على محتوى معين من الماء، حيث أن الماء يعبر من خلالها. وعلى أية حال، فإن كل من طريق نقل الماء الأدمي و موقع أو مواقع التبخر من السطح غير معروفة، ويبدو أنه من المحتمل أن نفاذية الأدمة للماء هي نفاذية جزيئية وليست من خلال ثغوب أو قنوات كبيرة منفصلة.

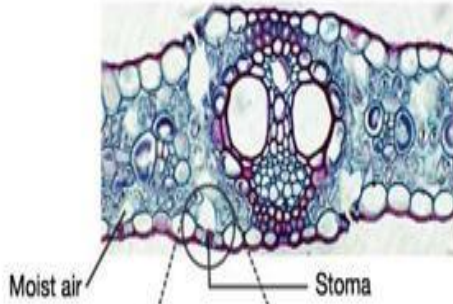




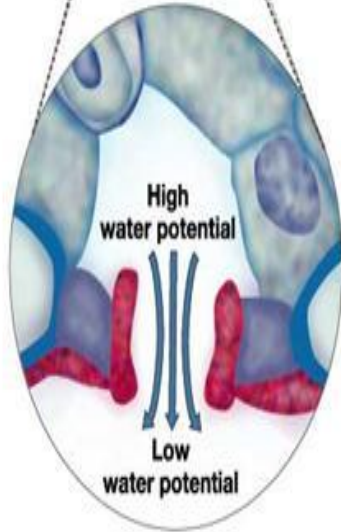
تقوم الخلايا الحارسة حول الثغور بتغيير حجم الفتحات الثغرية استجابةً لأي تغير بيئي، وتؤثر على فقد الماء من الورقة. وإن هذه التغيرات هي بشكل رئيسي تغيرات في الرطوبة الجوية (قصور التشبع) وفي درجة حرارة الورقة، والتي تعتبر تعبيراً على توازن طاقتها. ولكن الثغور تتفاعل أيضاً مع تركيز الضوء وثاني أكسيد الكربون في المسافات البينية الهوائية للنسيج الوسطي. وتقوم الخلايا الحارسة بتغيير الشكل من خلال تغيرات الامتلاء الانتفاخ)، وتعتمد الاستجابات المؤقتة غالباً على النمط المحدد الأيضي. على سبيل المثال، إن ثغور معظم الأنواع النباتية ذات الأدمة المتوسطة السمك ( النباتات المتوسطة ) لديها نمو باطني أو دورة يومية (Circadian cycle)، تفتح في وقت الفجر (النهار) وتغلق وقت الليل، حتى لو تم مقاطعة الدورة العادية للضوء أو الظلام.

Inside a leaf, the area not occupied by cells is filled with moist air.

LEAF CROSS-SECTION

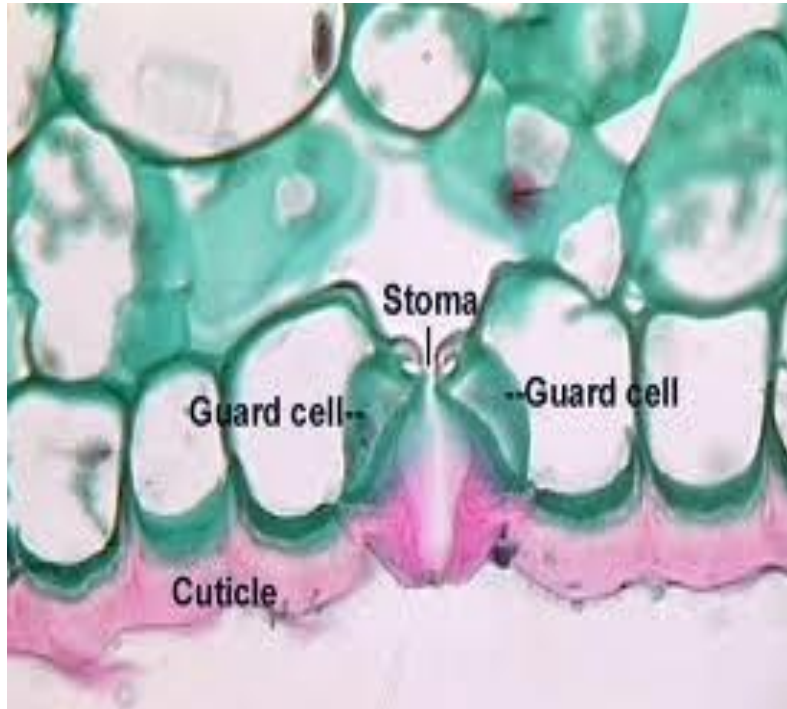
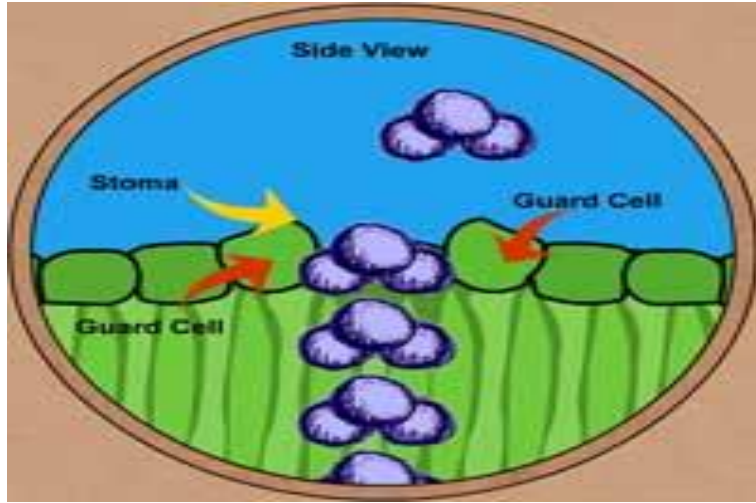


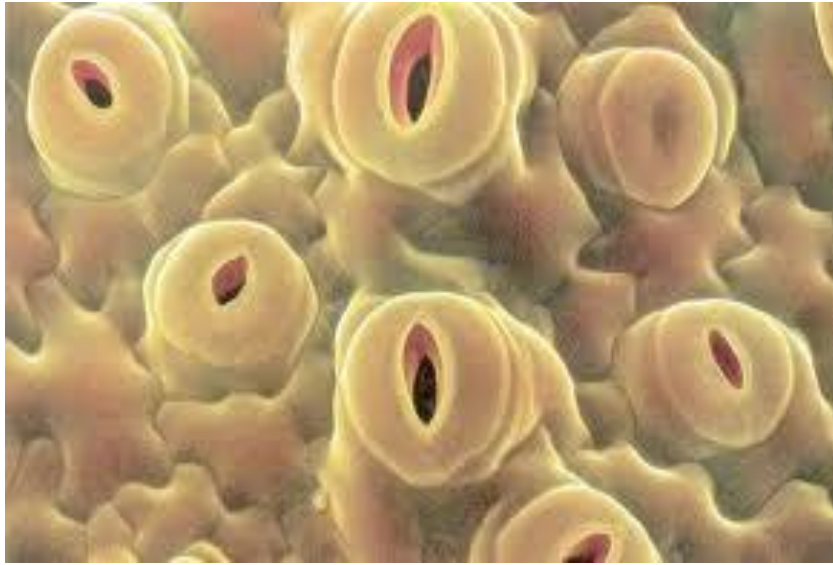
Water moves from the inside of the leaf to the atmosphere, down a water potential gradient.



وحيث أن وظيفة الثغور هي السماح لنسبة كبيرة من ثاني أكسيد الكربون للانتشار في النسيج الوسطي والحفاظ على الانتفاخ الأمثل للنسيج الوسطي إلا أن الخلايا الحارسة يجب أن تفقد الماء قبل خلايا النسيج الوسطي. حيث تقوم الخلايا الحارسة بسحب الماء مباشرة من خلايا النسيج الوسطي وجدران خلايا البشرة. وإنها علاوة على ذلك معزولة عند البلوغ ما عدى حزم من الروابط البلازمية. وهذا الانعزال يقيد خط الإمداد المائي، ولذلك فإن الخلايا الحارسة سوف تغلق الثغور قبل أن تتأثر خلايا النسيج الوسطي بالإجهاد المائي. وبالنسبة للبشرة في الأشجار الصنوبرية وفي العديد من الأنواع النباتية ذات التراكيب الجافة مثل: الهاكيا والدفلة، تكون البشرة متعددة الطبقات وذات خلايا ملجننة الجدر، وهذه الخاصية تزيد المقاومة المائية (حركة الماء).

ويحدث النتح الثغري بواسطة الانتشار الجزيئي لبخار المياه. ويكون معدله نسبي أمام حجم سلسلة المقاومات للانتشار الذي يحدث بين جدران خلايا النسيج الوسطي المبللة والتي فيها يحدث التبخر، وبين الغلاف الجوي. إن مقاومة الانتشار تختلف مع أبعاد والتواءات نظام الحيز الهوائي الداخلي، على سبيل المثال؛ الحيز الموجود بين خلايا النسيج الوسطي وحيز الهواء للغرف تحت الثغرية ولفتحات الثغور الداخلية والفتحات الثغرية الخارجية، و الطبقة الحدودية للهواء الرطب الذي يلامس سطح النبات . ويمثل حجم حيز الهواء الداخلي من 5 إلى 40% من الحجم الداخلي للأوراق. وينقص بنسبة 10 أو 20% في النباتات الذابلة، وتزداد المقاومة ضد انتشار بخار الماء. و تزداد في نفس الوقت؛ المقاومة المائية لتدفق الماء في جدران خلايا النسيج الوسطي , ويحدد تدفق المياه إلى أماكن التبخر، والتي تسير مرة أخرى بعمق أكثر إلى بنية الجدار. وتكون هذه الآليات كما في الحزازيات المنبطحة مثل كونوسيفاليوم هي الوسائل الرئيسية للتحكم في النتح. وتزداد المقاومة ضد انتشار الماء للنباتات الذابلة حوالي أربعة أضعاف. ففي النباتات الراقية تكون مقاومة النسيج الوسطي لبخار الماء صغيرة جداً، ربما 0.1 إلى 1.0 سم<sup>-1</sup>، بينما تكون مقاومة الثغور المغلقة أكبر بكثير من 40 إلى 120 سم<sup>-1</sup>، ولذا فإن التغيرات في مقاومة النسيج الوسطي ليست ذات قيمة معنوية كبيرة بالنسبة للتحكم بالنتح مقارنة بالثغور.





إن مقاومة الغرف تحت الثغرية غالباً قليلة, وهي أماكن التقاء المسافات البينية الهوائية للنسيج الوسطي المختلفة. وتتقابل الخلايا الحارسة لنباتات البيئة الرطبة عند مستوى الالتقاء بحافة حادة كما في نبات عدس الماء *Lemna* الطافية عديمة الجذور, وعندما تنفتح تعطي أصغر مقاومة تجاه فتحة القطر. أما في العديد من النباتات الصحراوية أو المتوسطة وخاصة في النباتات المتأقلمة للبيئة الجافة, فإنه يزداد عمق الفتحات الثغرية بواسطة الحلقات الدائرية من الأدمة التي تتكون فوق أو تحت الخلايا الحارسة, أو بواسطة زيادة تقوس الخلايا المساعدة لتكوين تجاويف ثغرية خارجية. وهذه التراكيب تزيد من المقاومة ضد الانتشار عبر الثغور, وقد تكون أحد أشكال التأقلم الجفافي للسيطرة أو التحكم بفقد الماء. إن مقاومة الثغور المغلقة كبيرة جداً, بينما النتج من البشرة مع وجود ثغور مفتوحة بالكامل من الممكن بشكل مدهش أن يقترب من ذلك من خلال سطح الماء الحر لنفس المنطقة. وعلى الرغم من الحقيقة القائلة أن حوالي 2% فقط من السطح النباتي هو المتاح فقط للنتج وبناءً عليه فإن الثغور تعتبر منظمات فعالة لعملية فقد الماء وناتج عكسي لإبقاء الثغور مفتوحة, وفي الوقت نفسه تقلل من مواصلة بالإعاقات.



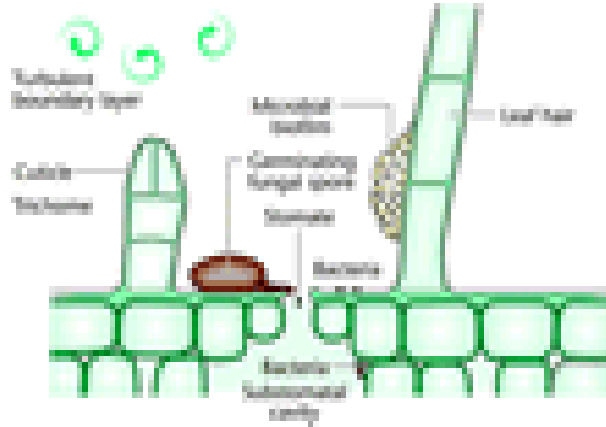




إن مقاومة ممر ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي أكبر من مقاومة ممر الماء من أسطح النسيج الوسطي إلى الغلاف الجوي. هذا لأن خلايا النسيج الوسطي تعطي مقاومة كبيرة لانتشار ثاني أكسيد الكربون في مرحلته السائلة. وإن أي مقاومة قليلة بشأن الثغور فإنها تقلل النتح بشكل ملحوظ, ولا تقلل امتصاص ثاني أكسيد الكربون, والذي يكون محدد بالفعل بواسطة مقاومة النسيج الوسطي. فمثلاً في شجرة التنوب فإن الغرف الثغرية الخارجية الممتلئة بالشمع تقلل النتح بنسبة الثلثين ولكنها تقلل امتصاص ثاني أكسيد الكربون بنسبة الثلث فقط. وفي أمثلة أخرى للثغور الممتلئة بالشمع, أن هذا قد يكون أداة لمنع امتلاء الغرف الثغرية بالماء التي تبلل فيها الأوراق بواسطة المطر أو الندى, أو لمنع دخول الخيوط الفطرية.

Douglas fir Leaf epidermis ورقة نبات التنوب

## طبقة الهواء الساكن ( حاجز الانتشار )



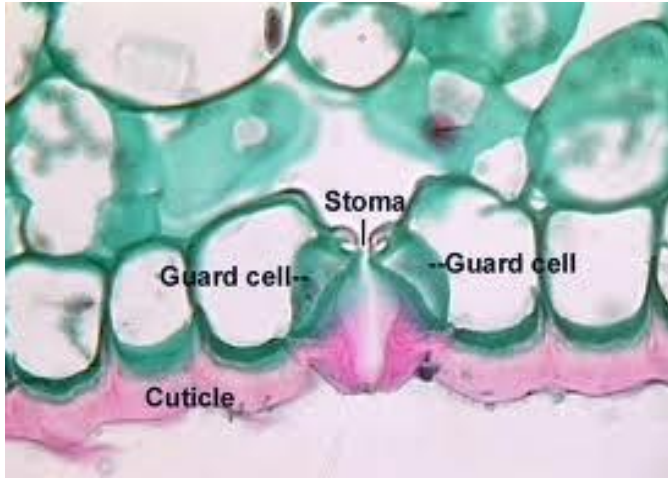
The phyllosphere is the microbial habitat extending from the surface of the cuticle covering the leaf epidermis to the outer edge of the boundary layer surrounding the leaf and inward into the leaf tissues.

إن المقاومة الاحتكاكية تقلل من حركة الهواء على أسطح النبات, مكونة طبقة حدية من الهواء الساكن تصل إلى عدة مليمترات. ويكون لها مقاومة ضد الانتشار ولذا تنتقل الغازات عبر هذه الطبقة بواسطة الانتشار الجزيئي. وعندها فإن طبقة الهواء الساكن, قد تستطيع التقليل من أعلى معدل للنتح في الثغور المفتوحة كلياً. إن مورفولوجية العديد من النباتات تؤثر على أهمية طبقة الهواء الساكن, ونادراً ما يستقر الهواء, وعندما تبلغ سرعة الهواء حوالي 1-3 م/ث تكون طبقة الهواء الساكن رقيقة تسمح بالتحكم الثغري كما هي الحال في الأوراق الضيقة والإبرة والأوراق العريضة ذات الحواف المسننة التي تزيد من عدم استقرار الهواء, وعندها تكون طبقة الهواء الساكن رقيقة. وعند سرعة رياح محددة ومعينة سوف تزداد سماكة طبقة الهواء الساكن في الأوراق الكبيرة ذات الحواف الكاملة, أو في الأوراق ذات السطح الخشن كثير الشعيرات والحلمات التي تزيد المقاومة الاحتكاكية

# أسطح النباتات الصحراوية

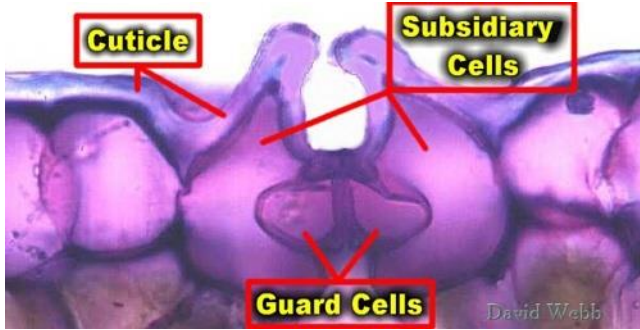
أن العديد من النباتات الدنيا مثل الطحالب والحزازيات وبعض الأشنات التي تنمو من خلال تجزئة أجسامها وامتصاص الماء عبر أسطحها, ولكن القليل من النباتات الوعائية تستطيع عمل ذلك، فالنباتات الوعائية تنمو (تعيش) في بيئات نادرة الماء التي لا تستطيع النباتات غير الوعائية العيش فيها. إن هذا التمكن من النمو والعيش في البيئة الجافة يرجع بشكل كبير إلى تطور النظام النسيجي الوعائي الذي ينقل الماء من أماكن عميقة في التربة عبر المجموع الجذري، وإن يتم إعادة توزيعها بين أجزاء النباتات الهوائية. و يرجع أيضاً إلى نمو الأدمة المضادة لفقد الماء ووجود الثغور التي تتحكم في فقد الماء.

يعتبر الشمع فوق الأدمة المتكون على أسطح النبات مضاداً للماء. حيث إن هذا الشمع يقي النبات من فقد الماء بكفاءة عالية جداً, ما عدا كمية قليلة من الماء تصل نسبتها إلى أقل من 10% من خلال الأدمة. ولقد وجد أنه ليس هناك علاقة أو ارتباط واضح بين تكوين الشمع فوق الأدمة وبين مقدرة النباتات الصحراوية في العيش والنمو في البيئة الجافة, وقد فسر ذلك كمؤشر يفيد أن أهمية الشمع السطحي في هذا المجال قليلة أولاً تذكر، وعلى أية حال, لو تم منع تكوين الشمع أو تمت إزالته من على سطح النبات فإن معدلات النتج ستزداد لأضعاف عديدة.



تُعرف النباتات المتأقلمة للنمو في المناطق الجافة بالنباتات الصحراوية **Xerophytes**, وقد اشتقت من الكلمة اليونانية **xeros** = جاف , و **phyton** = نبات. وتعتمد النباتات الصحراوية على تحورات تشريحية منها:

- 1- سمك الأدمة وطبقات الشمع .
- 2 - خلايا البشرة ذات جدر خارجية سميكة ملجننة أو مكونة
- 3 - البشرة قد تتكون من طبقة واحدة من الخلايا ذات الجدر الملجننة أو المكونة للتقليل من نفاذية الماء إلى الخارج. ففي شجر الصنوبر الأسكتلندي فإن جدران خلايا البشرة سميكة وملجننة تملأ تجاويفها, ولذا فهي تقلل من عملية فقد الماء. وبالمثل طبقات البشرة ذات الخلايا السميكة الجدر تحدث في نبات الدفلة, ونبات الهاكيا.
- 4 - الثغور في معظم النباتات الأرضية تظهر بعض درجات التأقلم الصحراوي, ففي النباتات الأرضية تكون جدر الخلايا الحارسة المواجهة بفتحة الثغر سميكة دائماً, وقد تكون الفتحات الثغرية مسدودة بواسطة نتوءات الأدمة. ففي الصنوبر الأسكتلندي والهاكيا تمتد الخلايا المساعدة مكونة غرفة ثغرية تكون مملوءة بالشمع في نبات الصنوبر, تزيد من مقاومتها لانتشار. وفي نبات الدفلة تتجمع الثغور معاً في تجاويف في سطح الورقة مزودة بعدد من الشعيرات تجعل هذه التجاويف مشبعة ببخار الماء حول الثغور مما يقلل من عملية النتح

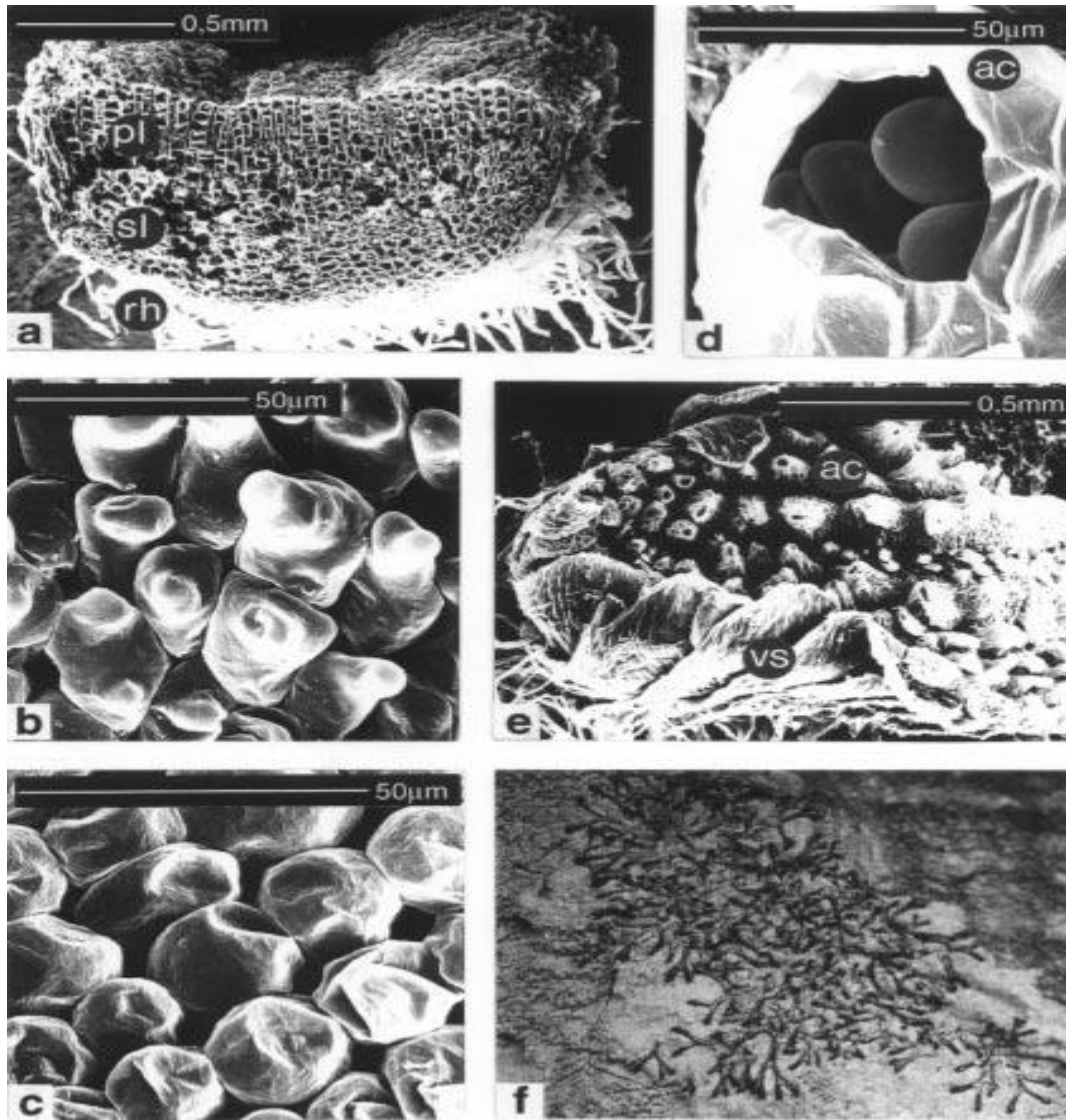






## 5 - الأدمة غير منفذة للماء بشكل كامل,

6 - تقل مساحة سطحها المعرضة للهواء تبعاً لمساحة الأنسجة الداخلية في معظم النباتات الصحراوية. وتختلف النباتات الصحراوية في مساحة السطح المعرضة للجو. وتستطيع النباتات مثل **فيستوكا جلوكا**, ونبات **قصب الرمال** أن تلتف الورقة حول الثغور مكونة أنبوبية مزودة بشعيرات كثيفة لتقلل السطح المعرض للجو بنسبة أكبر من 50%. ويظهر النقص الكبير في مساحة السطح المعرض للجو في النباتات الصبارية ذات الأوراق السمكية العصيرية أو الشوكية ، وإن السطح المعرض للجو والذي يقوم بالبناء الضوئي هو الساق. وأن الشكل النموذجي الذي تكون فيه أقل نسبة مساحة للسطح إلى الحجم هي الأجسام الكروية والنباتات الصبارية خير مثال على ذلك مثل نبات ماميلاريا التي تقترب من هذا الشكل الكروي على نحو كبير. إن النباتات ذات الأوراق عديمة الأشواك تغطي غالباً ببساط كثيف من الشعيرات يعكس أشعة الضوء. ويعمل على تقليل الحمل الحراري ويمنع الحرارة الزائدة وفي نفس الوقت يقيد حركة الهواء على سطح النبات ويعمل طبقات من الهواء الساكن مشبعة ببخار الماء حول السطح النباتي.



7- بعض النباتات في جنوب إفريقيا تكون طبقة الأدمة رفيعة على الرغم من أنها تعيش في بيئة صحراوية جافة، ولكن في هذه الأنواع النباتية تبرز خلايا البشرة المتضخمة بشكل كبير من سطح الورقة تشبه البالونات. ففي النباتات التي تنمو تحت إجهاد مائي تكون هذه "الخلايا البالونية" أكبر حجماً وأكثر عدداً. وتقوم هذه الخلايا بامتصاص الماء من الهواء الجوي الرطب، وتستطيع أيضاً أن تغير أشكالها عند نقص الماء لتغطي معظم سطح البشرة وتصبح أكثر استقامة وعمادية الشكل عند امتلاءها لتقلل من المقاومة لتبادل الغازات مكونة البديل الثاني للثغور متحركة بمقاومات طريق تبادل الغازات حسب حالة الماء.

Figure 6. Xerothalloid life syndrome. a, *Riccia crenatodentata*, cross-section of thallus (pl, photosynthetic pillars; sl, storage layer; rh, rhizoids); b, *Riccia atromarginata*, balloon-like epithelial cells (end-cells of photosynthetic pillars) with papillae and



8 - بعض النباتات  
الصحراوية تعيش أو  
تنمو في البيئات  
الرطبة, ولكنها تحتل  
بيئات يكون الماء  
فيها متقطعاً أو غير  
ثابت كما في نباتات  
المناطق الباردة ولذا  
فأن أسطحها مغطاة  
بشعيرات كثيفة تقلل  
من عملية النتح  
وتساعد في الحفاظ  
على درجة الحرارة  
أثناء الليل.



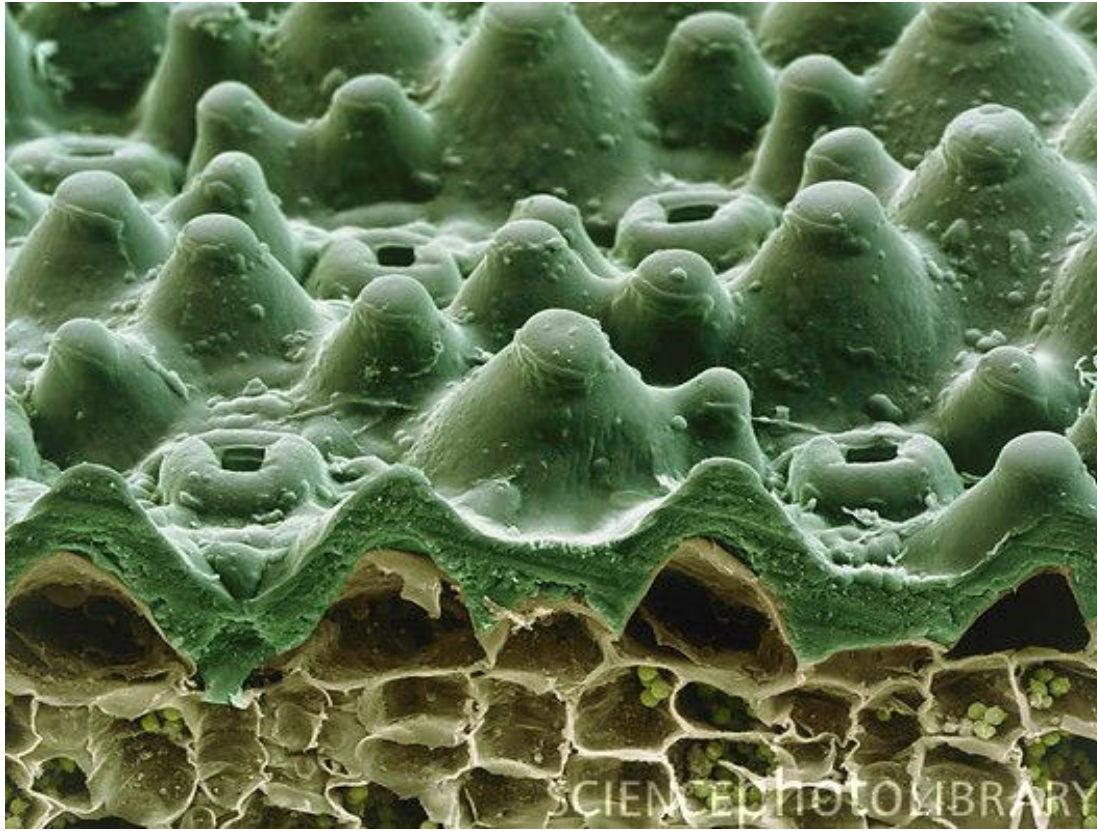
# البصريات وأسطح الورقة و البتلات

## 1 - امتصاص الضوء



معظم الأعضاء النباتية ذات انتحاء ضوئي **Phototropic**؛ أي تتحرك بأي اتجاه حسب تأثير الضوء , فمثلاً تتحرك في اتجاه محدد كاستجابة لمحفز الضوء, أو الفوتون, مغيرة وضعها بدون علاقة اتجاهية محددة حسب تأثير مصدر الضوء المتغير أو لكثافته . إن أعناق أوراق النبات وقواعد البتلات تستجيب تكراراً بهذه الطريقة, ولكن لا يبدو أنها تحتوي على أعضاء خاصة لاستقبال الضوء. ويبدو أن المحفز الضوئي الذي تم استقباله ينتقل بآلية غير معروفة. لكي يبعد مناطق الخلايا الحسية التي تستجيب لذلك، فإن نصل ورقة نبات البيجونيا ذات انتحاء شمسي ثابت حتى لو كان العنق مظللاً بالكامل. وبالمقابل تتوجه الأوراق الأولية في نبات الفاصوليا بشكل صحيح ناحية الضوء, حتى لو تم تغطيتها, بشرط أن يتم تعريض عنقها للضوء مبرهنة على وجود انتحاء ضوئي.





إن العديد من جدر خلايا البشرة العليا لورقة نباتات الغابات تكون على شكل حلمات, بينما تكون الجدر المماسية الداخلية مستوية على وجه التقريب وموازية لسطح الورقة, وهنا سوف تعمل كل خلية بشرة طبيعية كعدسات تكثيف. وتعتبر هذه الأوراق المخملية مميزات عامة لنباتات الغابات الاستوائية الممطرة, ولوجود حلمة واحدة في كل خلية فإنها تستطيع أن تواصل عملها كعدسات حتى لو غطيت بكمية كثيرة أو قليلة من الماء.

**معظم خلايا البشرة في بعض الأنواع النباتية ذات خلايا كبيرة من نوع خاص, أسطحها ناعمة وشفافة بشكل واضح, وإن ما يزيد عن 200 من هذه الخلايا المتخصصة توجد في كل 1 مم مربع من الورقة. إن هذه الأسطح تستطيع أن تكتشف الفروق في كثافة الضوء الذي يصل 1%, بمعنى أنها قد تشبه العين البشرية, ولكن لا يعرف عن الآلية التي يتم فيها ذلك إلا القليل جداً, ماعدا أن الصبغات النباتية أو البروتينات الملونة الموجودة في النبات قد تكون هي المسؤولة في المراحل الأولية المبكرة.**

## 2 - انعكاس الضوء

بعض النباتات في البيئات الشديدة الإضاءة، لا تمتص جميع الأشعة الضوئية ولكنها تعكس جزءا منه. إن الإفراز الأبيض القابل للانحلال الذي يتكون في الضوء العالي على سيقان نبات **كلينيا أرتيكولاتا** قد يكون مسؤولا عن القيام بانعكاس جزءا من الضوء وتكوين طبقة عازلة، ويحافظ على الماء فيها. إن بعض الأنواع مثل نباتات **الصبار واليوكا** ذات الطبقة الشمعية السمكية تساعد كسطح عاكس للضوء. لقد وجد أنه يتشتت الضوء نتيجة لتخزين الماء لفترة قصيرة في خلايا البشرة الخازنة للماء في بعض النباتات الصحراوية، وكما إن سيقان وأوراق نباتات معينة تتجمع على أسطحها قطع من الثلج لتعكس أشعة الضوء.

إن وجود الشعيرات البيضاء اللون الكثيفة يعتبر خاصية من خصائص العديد من النباتات التي تعيش في المناطق الحارة الجافة، مثل التين الشوكي و **Stachys**، وعند إزالة هذا الغطاء الكثيف من الشعيرات يزيد النتح كما هو متوقع، ولكن دورها في تشتيت الضوء يصب قياسه، وبالمقابل فإن الشعيرات الدرعية الشكل التي تغطي أسطح بعض النباتات تكون أقل فعالية في تشتيت الضوء ولكنها أكثر حفاظا على عدم فقد الماء (أي التقليل من النتح).



## انعكاس الضوء وتركيب السطح في البتلات التوجيهية

إن البتلات التوجيهية غير قابلة للبلل كما هي الحال في بقية الأجزاء الخضرية للنبات، وأن وظيفتها في النبات جذب الحشرات لإتمام عملية التلقيح، وامتصاص حزم أشعة محددة من الطيف الضوئي، ولكنها نادراً ما تكون مماثلة للأوراق في تشتيت الضوء والحفاظ على الماء ( التقليل من النتح ) باستخدام خصائص الأوراق كالشمع فوق الأدمة والشعيرات، ولكن تعتمد بشكل كبير على شكل خلية البشرة (كاي, داود و ستيرتون, 1981). ففي دراسته لأكثر من 200 نوع لستين فصيلة من كاسيات البذور، وجد ستة أنواع أساسية لتشريح بشرة البتلة.

• الخلايا حلمية الشكل ذات نتوءات صغيرة علي السطح.

• الخلايا حلمية غائرة عكسية.

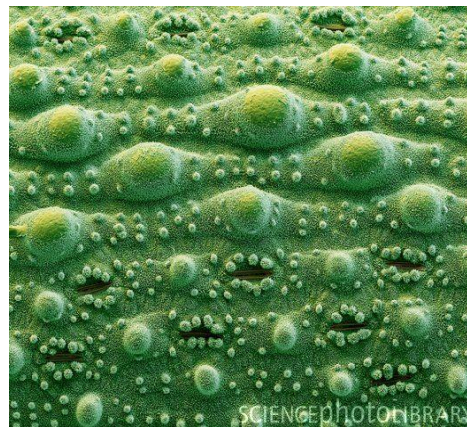
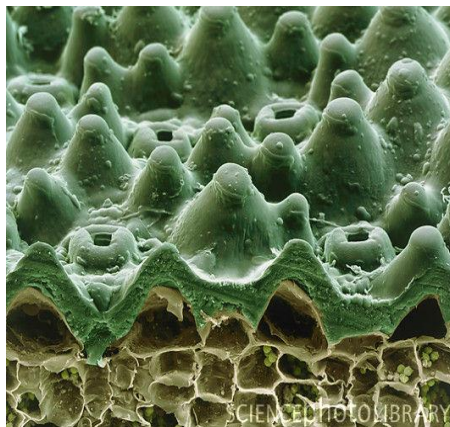
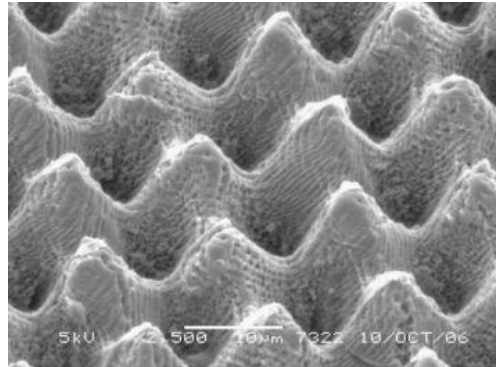
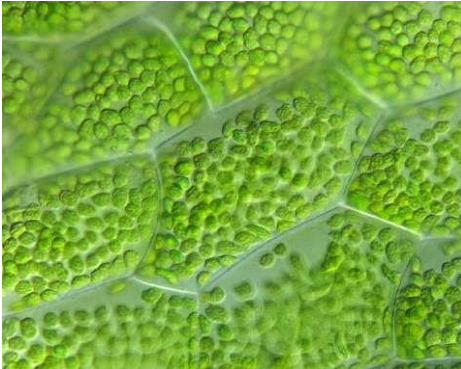
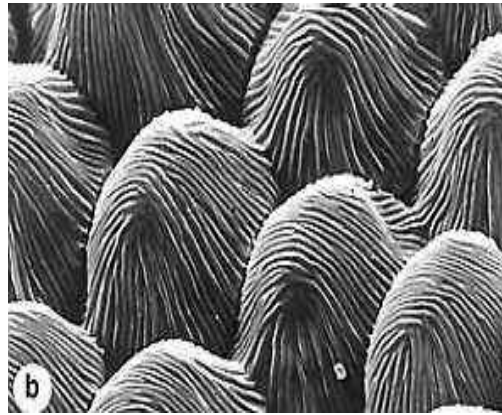
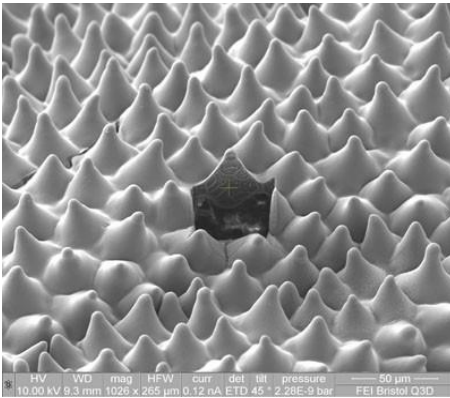
• الخلايا حلمية غائرة عكسية متعددة.

• الخلايا عدسية الشكل .

• الخلايا مستوية ومنبسطة.

• الخلايا متعددة الحليمات مع وجود خطوط على السطح.

• وجود الصبغات مثل الأنثوسيانات وأشباه الفلافونيات في الفجوات العصارية لخلايا بشرة البتلات تساعد على امتصاص الضوء.

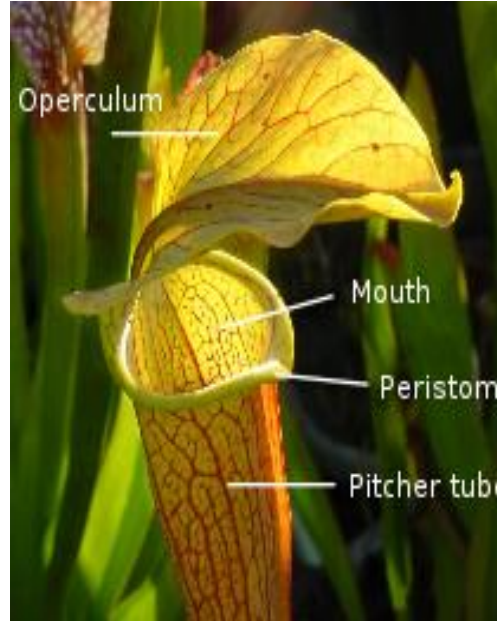






## الاستجابات للأنحاء اللمسي Thigmotropic Responses

قد تستطيع خلايا البشرة أيضاً أن تستقبل وترسل إشارات خارجية غير الضوء. إن العديد من أعضاء النباتات تستجيب للمس، مُمينةً كلا من الانتحاء اللمسي الموجه وغير الموجه. سوف تقوم السداة (العضو الذكري في الزهرة) بدفع نفسها ضد الحشرات الملقحة كما في نبات بورتولاكا جرانديفلورا.



النباتات آكلة الحشرات  
Insectivorous Plants



pollination



common rose-mallow *Hibiscus moscheutos* (Malvaceae)



اعتقد هابرلاندت (1914)  
أن نتوءات ( حلمات ) البشرة المتخصصة  
في السداة, هي مواقع استقبال المحفز.  
ولكن الأبحاث الحديثة أوضحت أنه ليس  
من الضروري أن تلمس هذه النتوءات من  
أجل أن تحدث الاستجابة في السداة.  
والدليل على صحة هذا الاقتراح أن  
المحاليق في نبات ( البسلة ) البازلاء وهو  
جزء لولبي صغير من النبتة يساعدها على  
التعلق على الدعامة، وأنابيب حبوب اللقاح  
التي تخترق سطح الميسم لا يوجد فيها  
نتوءات أو حلمات على الإطلاق لحدوث  
الاستجابة. وفيما عدا أن الخلايا الحركية  
في البشرة تستجيب لتغيرات ضغط الامتلاء  
إلا أنه لا يُعرف إلا القدر القليل جدا عن  
استقبال البشرة, أو نقل أو توصيل رسالة  
معنوية.

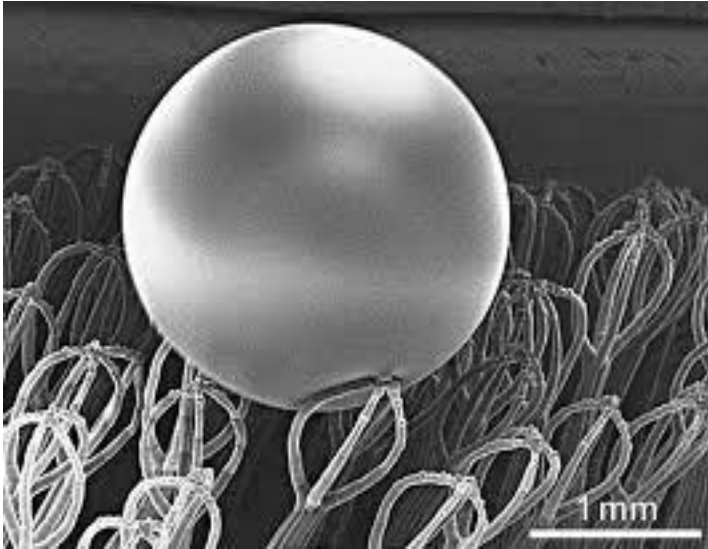
# بلل أسطح الأوراق بالماء

## 1 - مقاومة ( منع ) الماء.

يختلف مدى مقاومة الماء في الأسطح النباتية من المانع تماماً إلى الماص للماء السائل أو بخار الماء. فمثلاً معظم أسطح الأبواغ وحبوب اللقاح كارهة ومانعة للماء وقد يكون هذا عاملاً مساعداً على انتشارها وبقائها مدة طويلة دون أن تتحلل عبر آلاف السنين، بينما تكون أسطح البذور ماصة للرطوبة، أما معظم الأوراق فهي غير قابلة لتبلل وخاصة على السطح العلوي منها. إن القياس المناسب لإمكانية تبلل أسطح الأوراق هي زاوية الاتصال، حيث تسقط القطرات المائية على أسطح النباتات وقد تجف بسرعة، ويتم تمثيلها بشكل جيد بواسطة القياسات الحركية، مثل الزوايا المتكونة للقطرات المنحدرة عبر السطح أو القطرات الجافة كحجم شلال من القطرات . على أية حال، فإنه من الصعب قياس هذه الزوايا الحركية.

إن الاحتكاك الثابت بأسطح مستوية من الشمع هو حوالي 107 درجة - 108 درجة للألكانات، 103 درجة - 105 درجة للاسترات، والكيونوات والكحولات الثانوية تتراوح بين 89 درجة - 95 درجة. إن المواد (بوليتترافلورثيلين) لديها زوايا بما يعادل 108 درجة. PTFE الغريبة مثل وعلى أية حال، فإن العديد من أسطح الأوراق لديها زوايا احتكاك حتى 150 درجة (هولواي، 1968).

تظل القطرات المائية بأعداد كبيرة بعيداً عن السطح النباتي في حال وجود بروتات إبرية من الشمع فوق الأدمة وإن قطرة قطرها 50 ميكرومتر سوف تحدث احتكاكاً ، على هذا السطح بما يزيد عن 1000 نقطة منفصلة.







## 2 - امتصاص الماء

يمتص السطح النباتي الماء بطرق مختلفة منها:

1 - أن النباتات الفوقية **Epiphytes** مثل جنس **Dischidia** من جنوب شرق آسيا، ذات أوراق تشبه الأبواق أو الجرار والتي تتعقب الأمطار، والقطرات المنحدرة، ومادة النبات المتحلل. وهي نباتات لا يوجد لها مجموع جذري تقليدي يعمل على امتصاص الماء والأملاح المعدنية، ولكن لها جذور عرضية تنمو في الأبواق وأنها تمتص الماء مباشرة مما تتعقبه عرضيا أو تصطاده. وعلى عكس النباتات البوقية نباتات آكلة الحشرات، فإن ما بداخل الأبواق لا يظهر أنه يمتص أي شيء مباشرة من خلال الأدمة. لأن أسطحها شمعية والثغور غائرة في فجوات عميقة والتي تمنعها من أن يغمرها الماء.



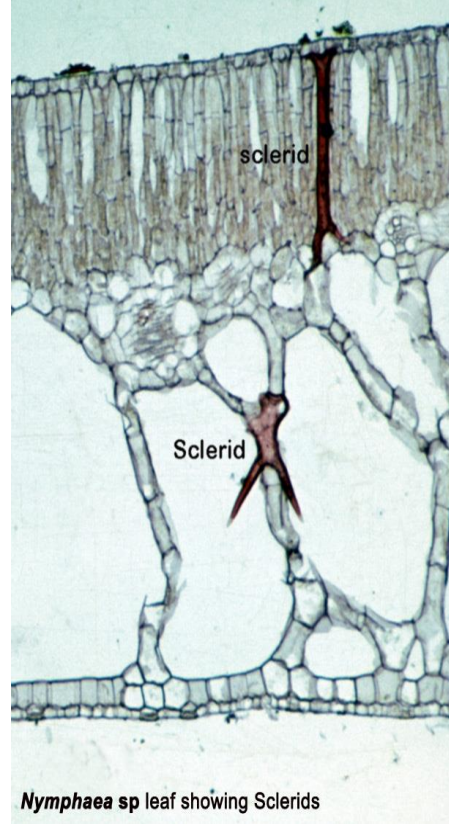
2 - في نبات الصنوبر الذي تكون أوراقه إبرية ثنائية تحاط قاعدة الورقة بغلاف الورقة غير المنفذ للماء. ولكن المطر والرطوبة التي تتراكم في الفجوات الضيقة بين الورقتين تندمج في شكل قطرات صغيرة وتجري لأسفل إلى قاعدة الإبرة داخل الغلاف حيث تكون الأدمة رقيقة ولا يوجد شمع فوق الأدمة وهنا يتم امتصاص الماء بسرعة.

ويعمل نبات الذرة بنفس الطريقة، فالأوراق شمعية وغير قابلة للبلل، وكذلك الساق، ويفقد المطر الخفيف في ظل الظروف العادية عن طريق التبخر، وأما إذا تكثف الماء على الأوراق بشكل كبير فإنه ينحدر من الأوراق إلى الساق، حتى يصل إلى الجذور العرضية عند قاعدة الساق حيث يتم امتصاص الماء من قبل هذه الجذور.





3 - إن العديد من أنواع النباتات مثل؛  
نباتات الحرة *Deplotaxis harra*,  
والهليوتروبيم *Heliotropium*  
وكونفولفولاس *Convolvulus*, لديها  
أنواع من الشعيرات الماصة الماء وتكون عادة  
في البشرة السفلى للورقة وتأخذ هذه الشعيرات  
العديد من الأشكال معرضة بشكل رئيسي بعض  
أسطحها لامتصاص الماء عندما يكون الهواء  
رطباً. ومن ثم ينتقل الماء بشكل كثير أو قليل  
إلى جسم الورقة، وعندما يكون الهواء جافاً  
فإن الشعيرات تتصل مع بعضها مقللة منطقة  
التعرض للنتح. وفي النباتات آكلة الحشرات  
ليس فيها غدد لامتصاص الماء، ولا مجموع  
جذري أساسي أو تخزيني، فإن الأدمة تكون  
رقيقة في كثير من النباتات ولكن الساق تنمو  
كاملة، فهي تصطاد الحشرات على صمغها  
المغطى بالغدد على مدار فترات الصيف  
الحار، وتمتص الماء من الضباب الرقيق الذي  
يتكون كل صباح.



### 3 - شرب الماء

بعض النباتات ذات البشرة متعددة الطبقات, تقوم البشرة بامتصاص الماء والأملاح المعدنية. وتوجد بشكل أساسي في بشرة الأوراق الطافية للنباتات ذات الفلقتين, خاصة صغيرة العمر, مثل نبات البشنين **Nupher** وكذلك النباتات المائية المغمورة التي تمتص الماء عن طريق خلايا البشرة حيث تكون الأدمة رقيقة.





www.shutterstock.com · 65764186

## 4 - الأسطح النباتية والحماية من الصقيع

في النباتات التي تعيش في المناطق الباردة وخاصة التي تتأثر بالصقيع فالأوراق تعاني من تجمد الماء في المساحات البينية للأنسجة الداخلية ومن ثم تموت هذه الأنسجة عندما يذوب الماء المتجمد وتتأثر الأوراق بشكل حاد. ويبدو أن هناك طريقتان تحمي فيهما النباتات التي تتعرض للصقيع الحاد نفسها من هذا التلف. الأولى التخلص من الماء الحر من فوق سطح الورقة بتكوين نظام كاره للماء , والثانية هو بإضافة مضادات للتجمد للسائل داخل المسافات البينية لوظل فيها.

إن بادرات نبات الكافور النامية في رطوبة عالية تموت بتأثير الصقيع , وإن بادرات الظل تتأثر أكثر من بادرات ضوء الشمس الكامل. إن هناك بعض الأدلة تفيد أن الجلوكوز في بعض أنواع الكافور قد يكون المسؤول عن قدرة هذه النباتات على النمو في المناطق المتجمدة.

في النباتات الأفروألبية مثل: **Lobelia** تحتجز الماء تحت قواعد الأوراق الذي يفرز ويظل أو تبقى في الطقس الجاف. وتطرد المواد المائية الذائبة مع الماء المضاد للتجمد حتى في الطقس البارد, ولذلك يتم حماية الجزء المركزي الحديث من الأوراق الوردية. إن أسطح القمم النامية في الجذور تغطيها طبقة من المواد المخاطية تقيها من الصقيع.

I always plant with blue & white lobelia



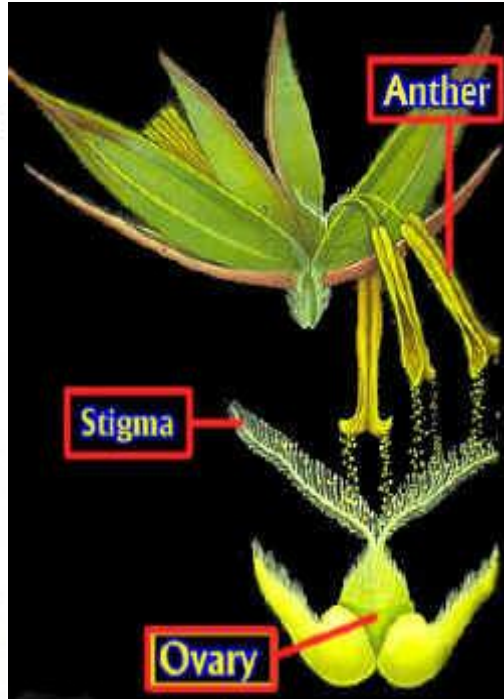
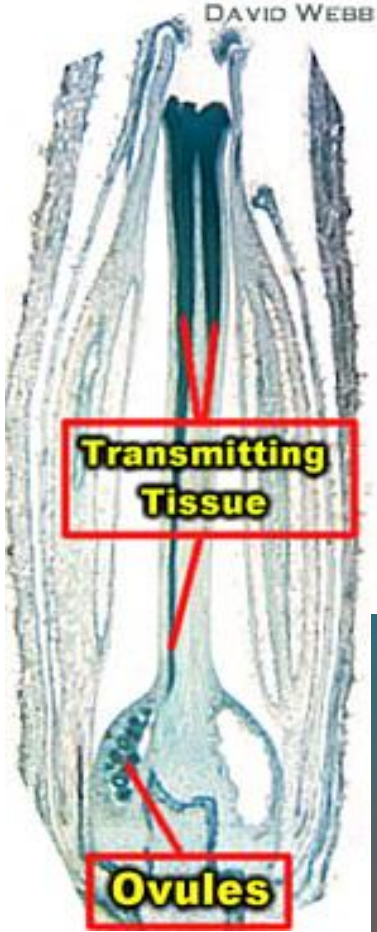
مما سبق نرى أن الورقة بالإضافة إلى أنها مجمعة للطاقة الشمسية لإمداد النبات باحتياجاته كالبناء الضوئي إلا أنها تحتفظ بالمرونة في استجابتها للبيئة التي تعيش فيها بامتصاص أو تشتيت أطوال موجات معينة من الضوء. ويستخدم الضوء كمصدر لتوجيه الورقة أو حتى كدليل للحشرات. كما أن الأدمة تعتبر كالبيت الزجاجي لها عدة أدوار ايجابية كثيرة مثل: مقاومة الصقيع خلال الجفاف وحماية التلف الميكانيكي لتبادل الغاز. وسوف نستعرض أدواره الأكثر إيجابية وعدوانية في الفصل القادم.

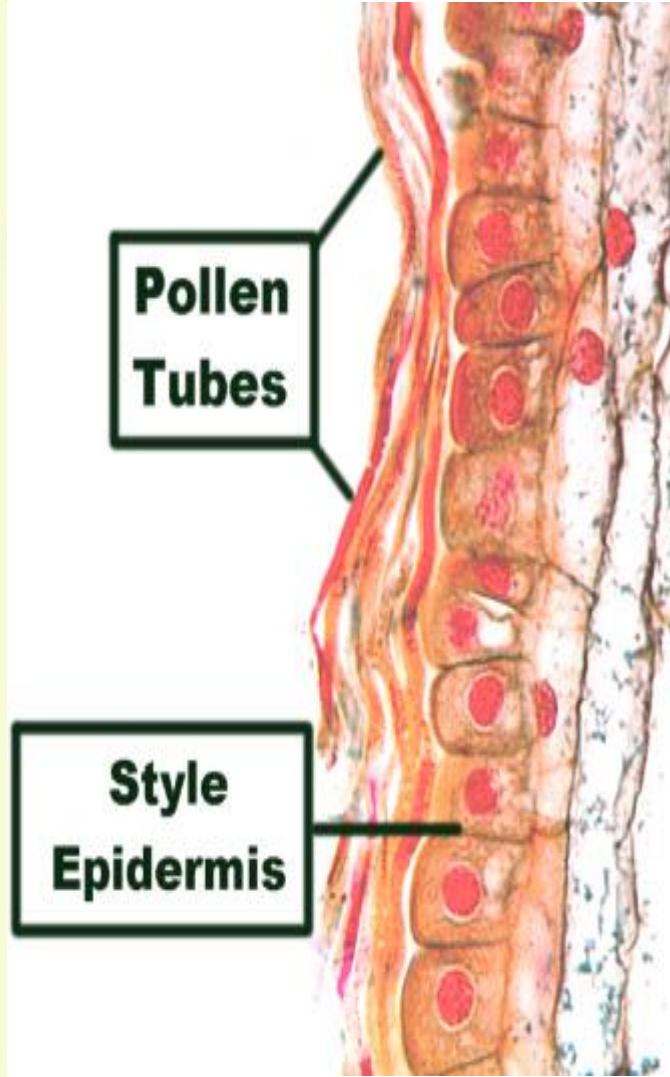


# أسطح النباتات في التكاثر والانتشار

## أسطح المياسم الزهرية:

إن أسطح المياسم الزهرية ذات بشرة مغطاة بطبقة رقيقة من الأدمة تسمح لأنابيب اللقاح باختراقها، خاصة قبل التلقيح، كما أن طبقة المواد الشمعية رقيقة ولكنها تساعد في التصاق حبوب اللقاح على المياسم. تفرز خلايا بشرة المياسم مادة لزجة تحتوي على سكر وأحماض أمينية وأحماض دهنية تحلل الأدمة. ولهذه المواد المفرزة العديد من الوظائف. فهي تحلل جدر خلايا البشرة للسماح لأنابيب حبوب اللقاح بالمرور عبرها، وتوفر طبقة واقية مؤقتة قبل عملية التلقيح تقلل نسبة فقد الماء من النسيج الحساس الداخلي للميسم. إنها مادة هلامية صمغية تلتصق عليها حبوب اللقاح المتطايرة، وقد تغذي أنبوبة اللقاح عندما تبدأ في النمو، كما أنها قد تحتوي على إشارات التعريف بأنابيب حبوب اللقاح عندما تبدأ عملية الاختراق لبشرة المياسم.



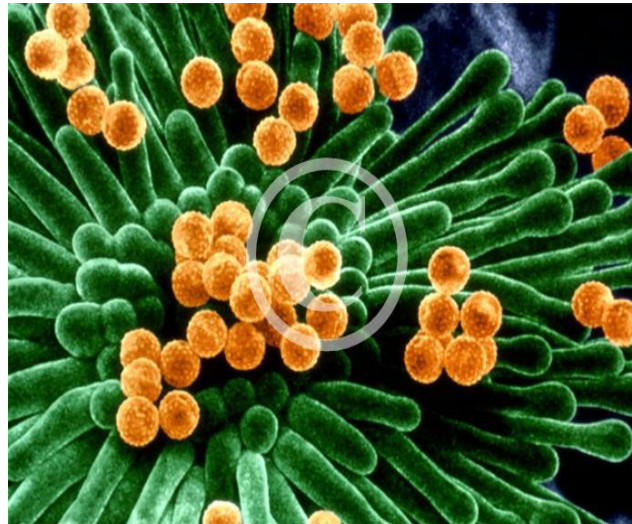
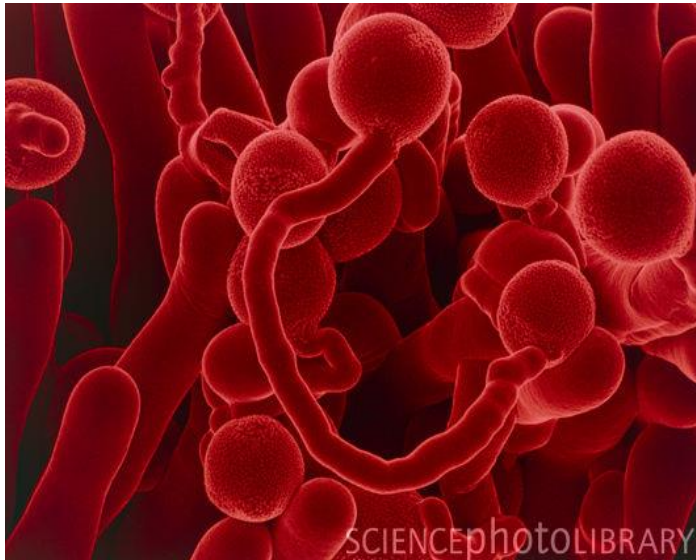
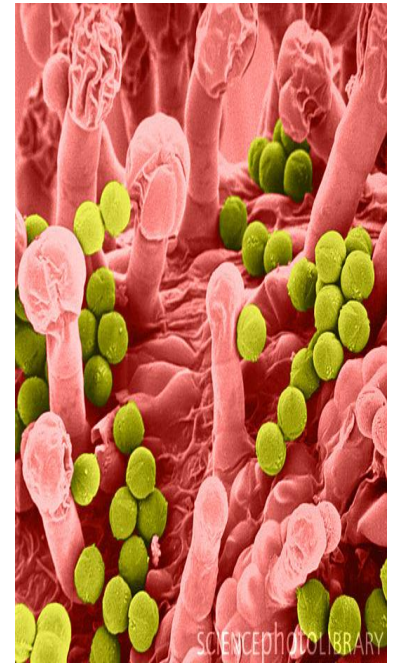


وعند التلقيح الملائم تلتصق  
حبوب اللقاح بطبقة الشمع  
والمواد البروتينية المفرزة  
ويلامس الجدار الخارجي  
exine لحبة اللقاح بشرة  
الميسم بشكل مناسب. فإذا  
كان التلقيح متوافق فإن  
النتوءات (الحلمات) الميسمية  
تذبل وتنكمش, ولكن لو كان  
التلقيح متعارض فإن النتوءات  
تبقى منتفخة, وتخرق أنبوبة  
اللقاح البشرة وتنمو داخل  
أنسجة الميسم حتى تصل إلى  
المبيض. وبناء عليه فهناك  
العديد من مراحل الالتحام  
الفيزيائية الكيميائية الطبيعية:  
الالتصاق, إزالة الشمع, ترابط  
جدار حبة اللقاح الخارجي  
exine مع البشرة, واستتبات  
انبوبة حبة اللقاح واختراق  
البشرة.





b786642 [RM] © www.visualphotos.com



P4588 [RM] © www.visualphotos.com





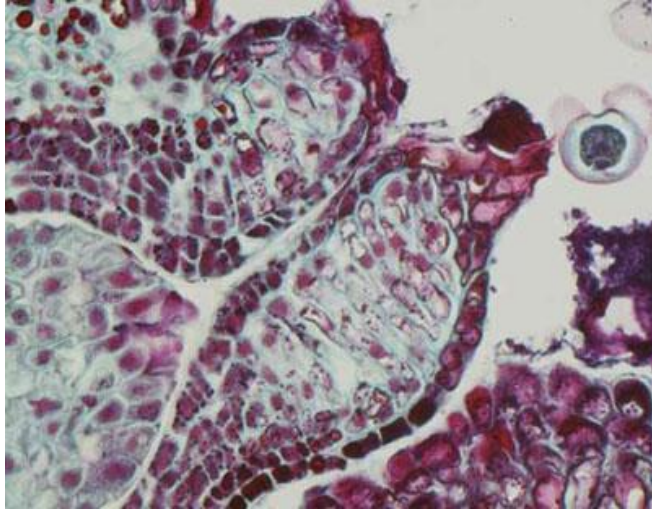


**Cycas ovule**



إن التلقيح في عاريات  
البذور مختلف قليلاً  
عن كاسياتها. فحبوب  
اللقاح المناسبة  
والخفيفة, تنقلها الرياح  
إلى فتحة النقيير في  
البويضة ويستقر في  
قطرة من سائل تفرزه  
البويضة وعندما يجف  
السائل يتم سحب  
حبوب اللقاح للداخل  
تجاه النيوسيلة التي  
تتصل بأنبوبة اللقاح  
القصيرة.

**male pollen**





## أسطح حبوب اللقاح

إن أسطح معظم حبوب اللقاح مغطاة على الأقل بنوعين من البروتينات. بروتينات قابلة للانحلال بالماء والتي تتحلل لحظة اتصال حبوب اللقاح بالسطح المبلل للميسم (والتي تسبب حمى القش أو الحساسية للربو) والبروتينات الثانية تكون ملتصقة **exine** بشكل محكم بالجدار الخارجي لحبة اللقاح وهي تساعد في التصاق وتثبيت حبة اللقاح وإنباتها، ومن ثم سوف تثبت حبوب اللقاح بشكل طبيعي لو سببت بروتينات التعريف والتي توجد بكثرة على سطح كل حبة لقاح توافقاً صحيحاً بين حبة اللقاح وسطح الميسم مع بعض الإنزيمات ومن ضمنها إنزيم الكيوتينيز الذي يستعمل لاحتراق سطح (أدمة) الميسم، فإن أنبوبة حبة اللقاح سوف تبرز وتنمو إلى أسفل القلم باتجاه جدار المبيض حتى تصل إلى البويضة وعن طريق فتحة النقيير تصل إلى **Egg** البيضة.

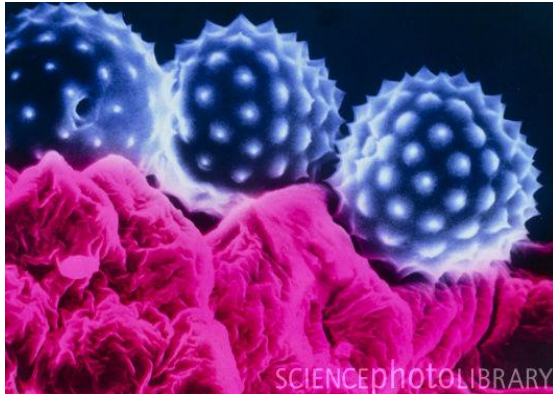


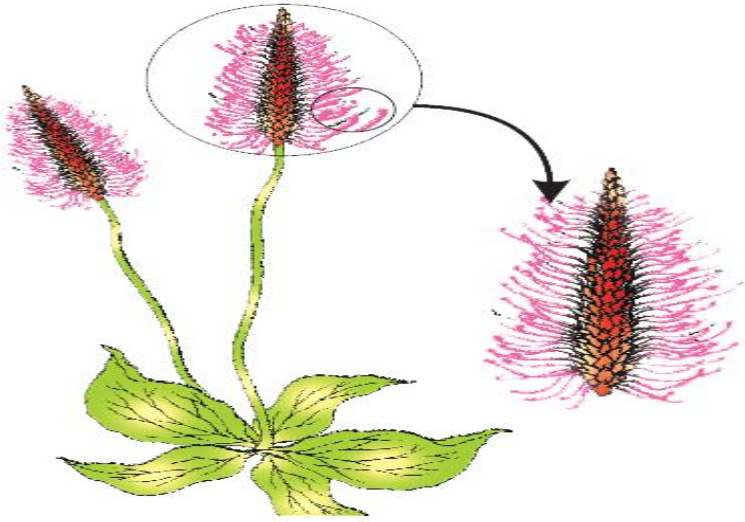
## • التلقيح الحشري: Insect pollination

إن حبوب اللقاح مهيأة بشكل عام للالتصاق بسطح ناقل التلقيح (الملقح). وإن الزيت اللاصق، أو ما يطلق عليه مجمع حبوب اللقاح "pollenkitt" يلتصق بأمان حتى في كيتين الحشرات الملساء. وفي العديد من نباتات Orchidaceae الفصيلة اللأراشيدية حبوب اللقاح معاً على هيئة كتل قد ترى بالعين المجردة، تضعها على عيون أو على أنف الحشرة الملقحة، كالحشرات زوجية الأجنحة والحشرات غشائية الأجنحة. بعض النباتات مثل تجمع لقاحها *Salvia* أحد أنواع السلفيا اللزج وتلتصقه في نقطة واحدة على مؤخرة زائرها الملقح. والمظهر الآخر من هذه الآلية عندما تُجمع حبوب اللقاح الجاف بواسطة الميسم اللزج. وأحياناً يتم نقل المادة اللزجة (الصمغية) من الميسم إلى الحشرة الناقلة والتي تجمع بشكل ثانوي حبوب اللقاح المناسبة على المادة اللزجة ثم تنقلها إلى الميسم المناسب. وتكون حبوب اللقاح الحشرية التلقيح زيتية بشكل كبير وتلتصق بجسم الحشرة الناقلة، كما أنها تلتصق مع بعضها البعض.



Figure 2.11 (b) Insect pollination



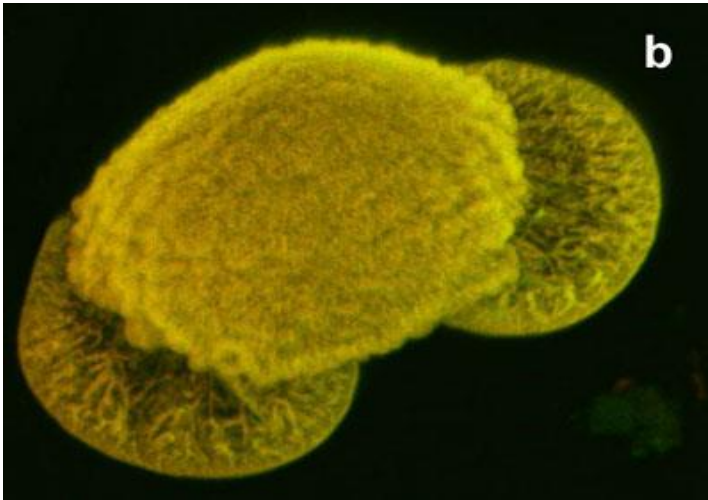


**Figure 2.10** A wind-pollinated plant showing compact inflorescence and well-exposed stamens

## 2 - التلقيح الريحي

### Wind pollination (anemophily):

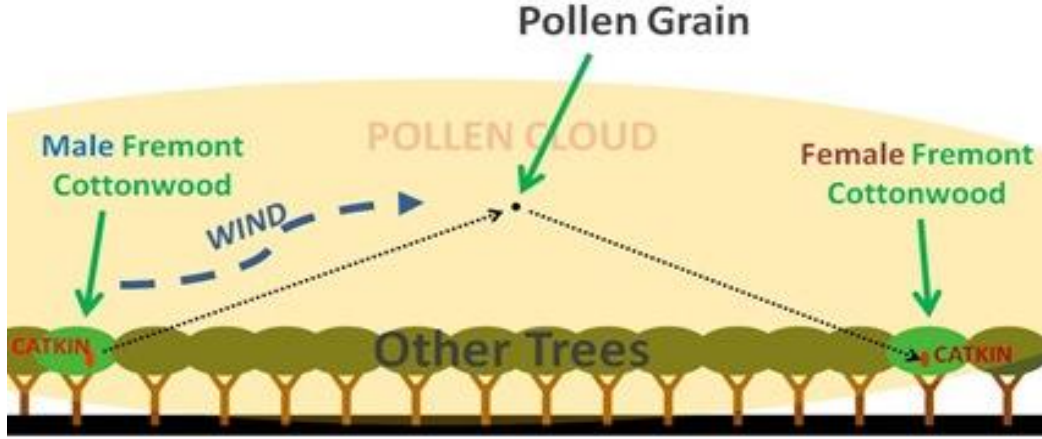
أساسي في عاريات البذور، هو بوضوح صفة ثانوية في كاسيات البذور. وإن التلقيح في بعض الفصائل من كاسيات البذور يتم انتشار حبوب اللقاح بالتعاون بين الحشرات والتلقيح الريحي. ففي نبات الحريق *Urtica* على سبيل المثال يتم انتشار حبوب اللقاح بالرياح ولكن لها بقايا غدد رحيقية. إن حبوب اللقاح الريحي تتراوح أقطارها ما بين 20 - 30 ميكرومتراً وهي أصغر حجماً من حبوب اللقاح الحشري وخفيفة الوزن. أما في حبوب اللقاح الكبيرة للصنوبريات فيوجد تجاويف مملوءة بالهواء ، داخل حبوب اللقاح تعطيها خفة بدون زيادة كبيرة في الوزن نظراً لكبر حجمها، فتحملها الرياح إلى مسافات بعيدة.





# Wind Pollination

Pollen grain carried by wind from male Fremont Cottonwood catkin to female Fremont Cottonwood catkin



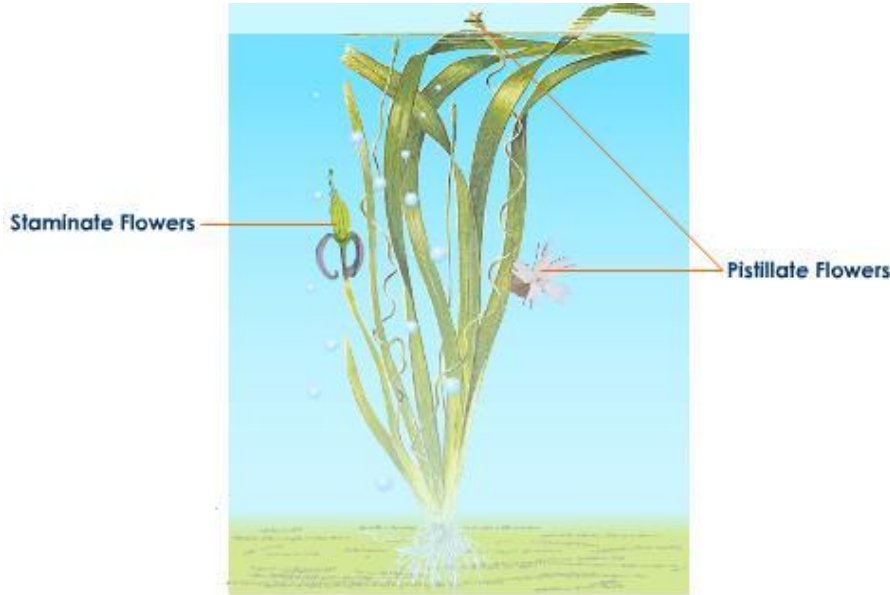
How can this possibly work?

لقد تم العثور على حبوب لقاح الصنوبريات الذي يصل حجمها إلى 150 ميكرومتر من على بعد 400 كيلومتر من النبات مصدر. بالإضافة إلى أن بعض حبوب اللقاح الكروية تصبح قرصية الشكل عند ما تجف معطية شكلاً أفضلًا وملائماً للريح أثناء انتشاره بسرعة (قذفه) بالريح Frisbee. وعلى العموم فإن أسطح حبوب اللقاح ذات الانتشار الريحي تكون جافة جداً لا تتيح لها الالتصاق مع نفسها أو أجسام أخرى. وإن الكميات الصغيرة المتبقية من الزيت (pollinkett) على سطح لقاح العديد من الأنواع الريحية، مثل، نباتات الربلة وبعض الحشائش تُلْمَح إلى وجود نظام تلقيح حشري سابق. إن الصنوبريات الريحية التلقيح من المحتمل أن تخلو حبوب لقاحها بشكل أساسي من الزيت اللاصق.



### 3 - التلقيح المائي: Water pollination

إن الطبقة الزيتية على بعض حبوب اللقاح للنباتات المائية تُمكنها من الطفو فوق سطح الماء باتجاه المياسم الزهرية المكشوفة فوق سطح الماء. ولكن حبوب اللقاح الأخرى تكون قابلة للبلل بالماء وتغرق للأسفل ببطء إلى المياسم الكبيرة المغمورة بالماء مثل المياسم البوقية.

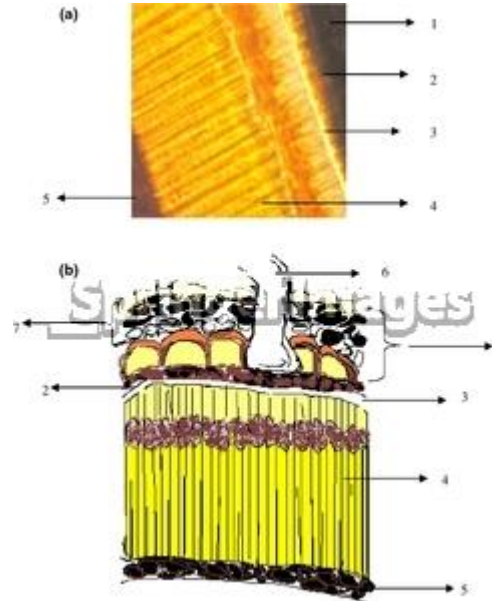




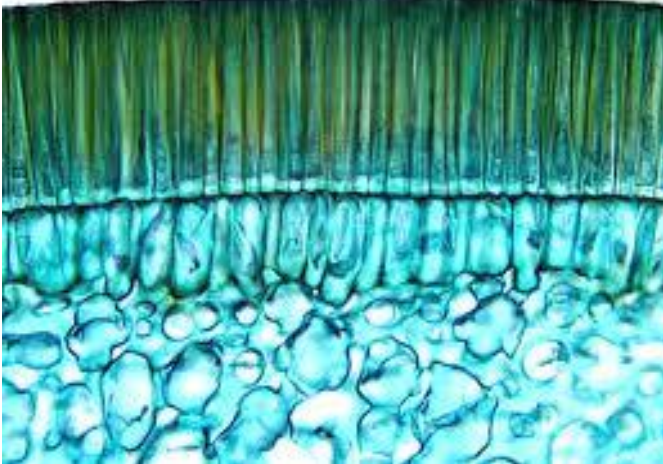
## Seed أسطح البذور surfaces

### آلية الانتشار

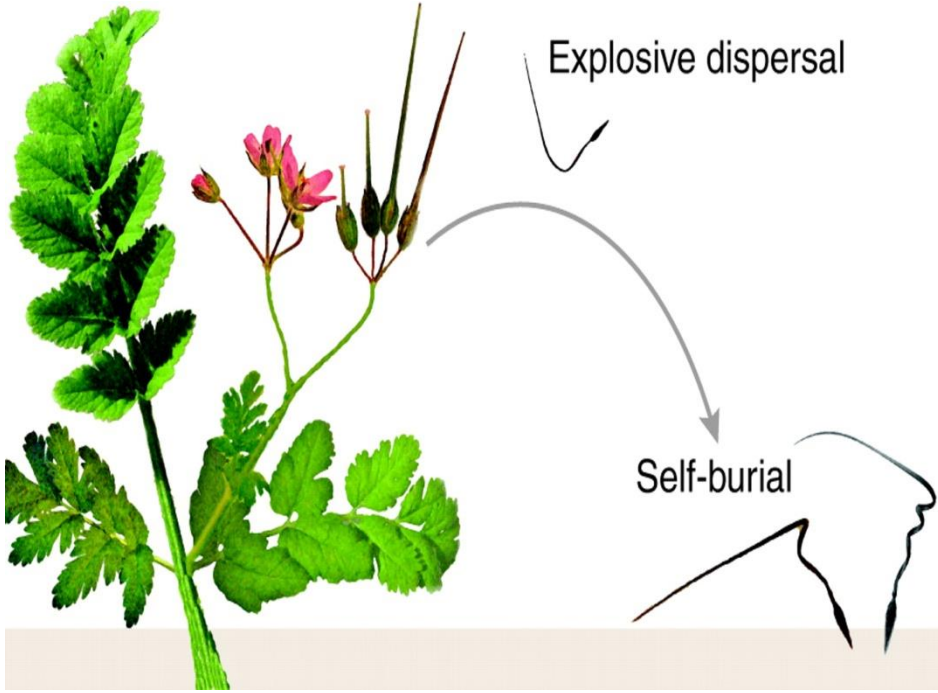
تتكون قصرة معظم البذور من خلايا ذات جدران ثنائية مغلظة وصلبة وصادة للماء بواسطة المواد الدباغية (التانينات) ولا تتأثر بتغيرات الرطوبة.



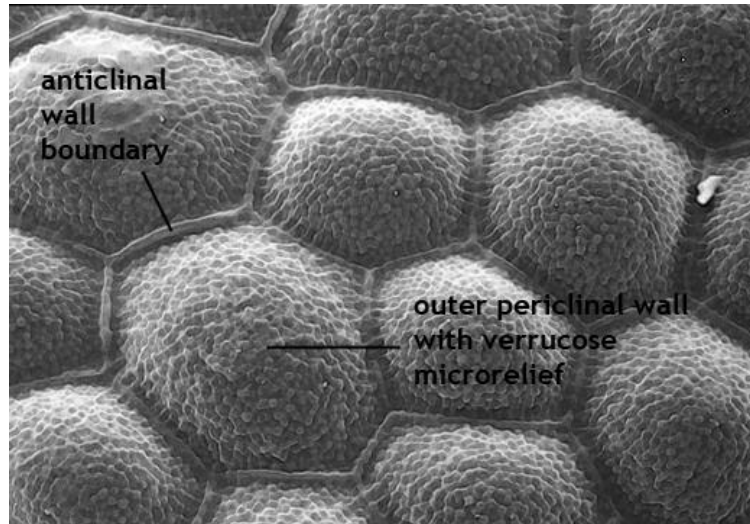
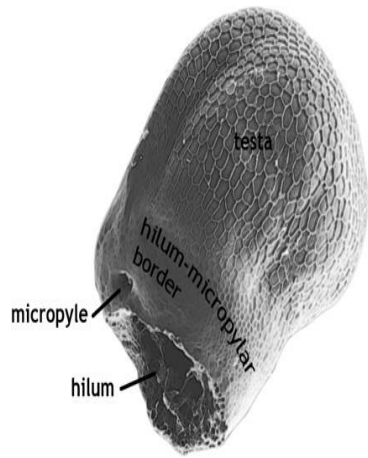
كما أن بعض البذور الصلبة الأخرى مثل بذور الفول والبسلة ذات القصرة الملساء الناعمة الخالية من المواد المخاطية فإنها تحت ظروف اصطناعية نادراً ما تنبت جميعها عند توترات مائية فوق 50 سنتيمتر.







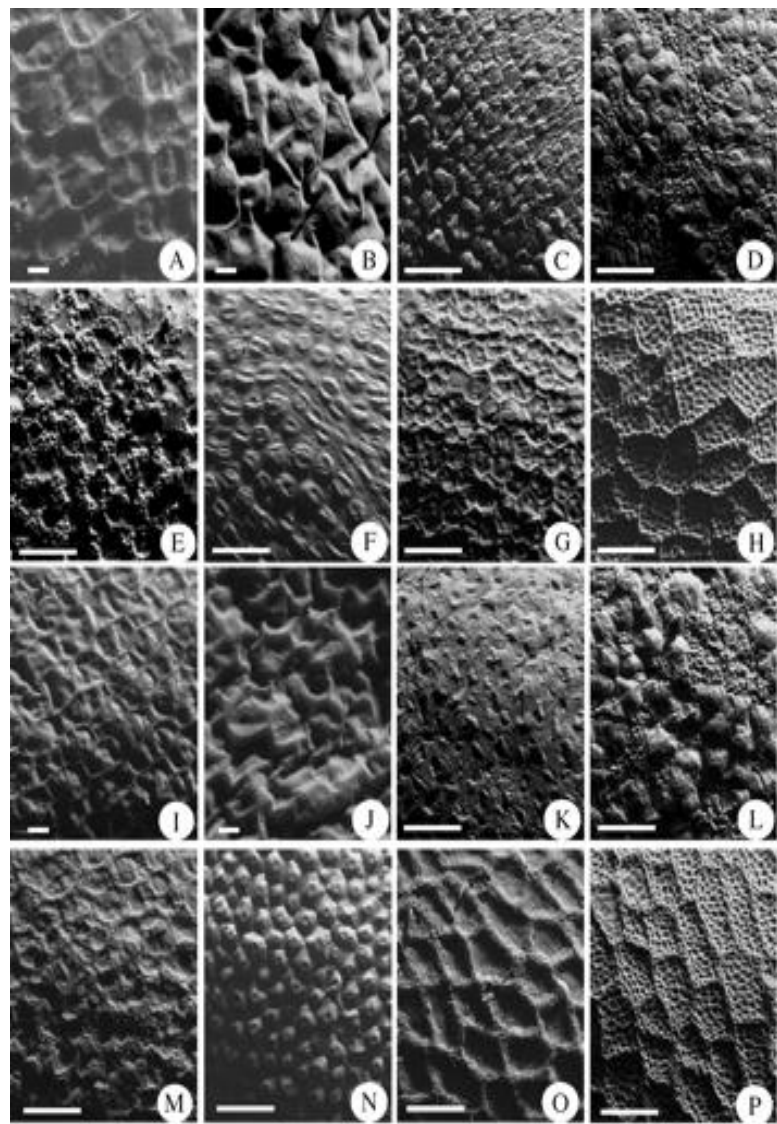
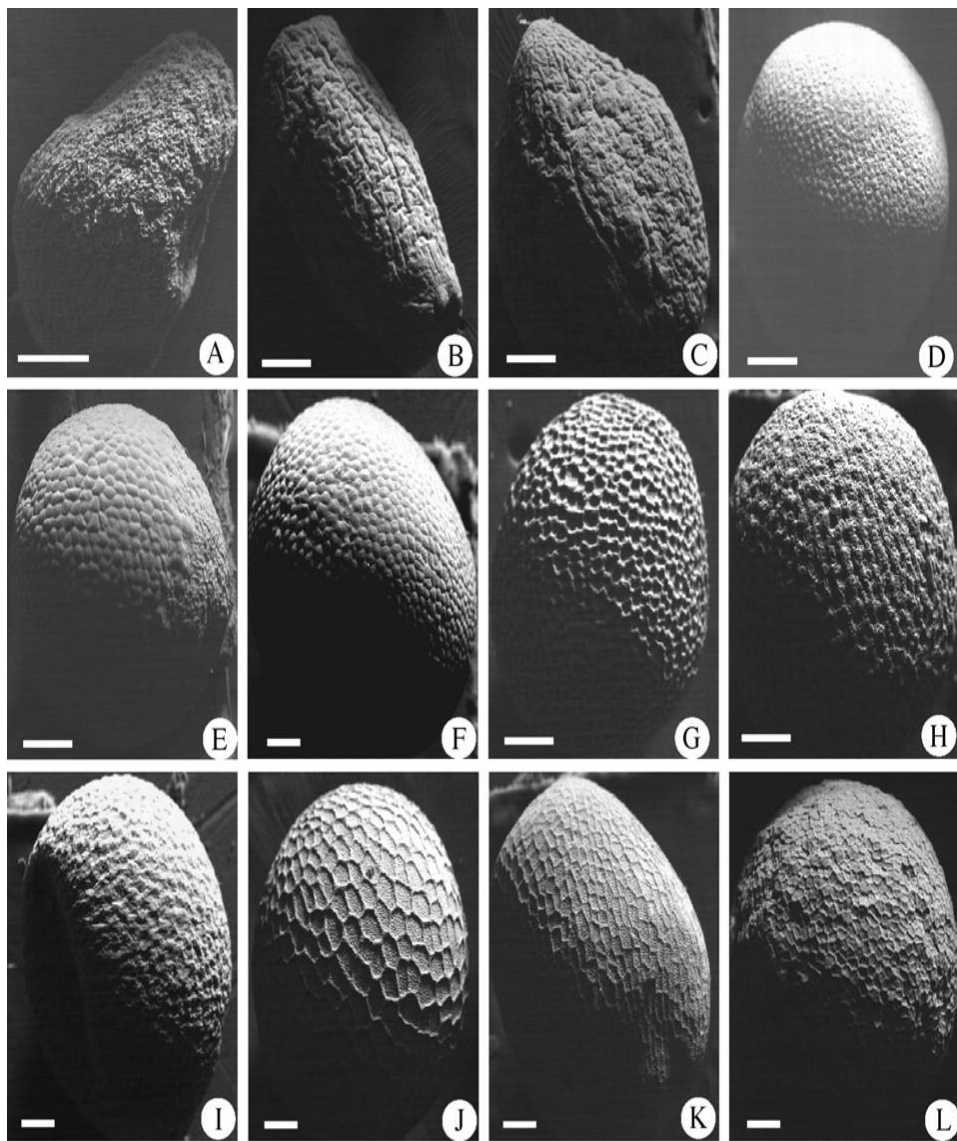
2 - بعض بذور النباتات مثل حبوب نبات إيروديام (*Erudium*), ونبات الشوفان (*Avena*) Oats, تستخدم التغيرات في البيئة الرطبة لدفن البذور ذاتياً. فلبذورها لها منقار من طرف ونهاية مستدقة من الطرف الآخر تبرز منها شعيرات لتعمل كدعامة. وعندما يتبلل وسط المنقار يكون تقريباً مستقيماً وعندما يجف يلتف التفافاً محكماً حول البذرة إلى لفة محكمة. وهذا التغير بين فترات الرطوبة والجفاف يجعل الجزء الأوسط من المنقار يلتف ولا يلتف، مثل المتسلق لأعلى بين الصخور المنحدرة، ويغرز البذرة لعمق أكثر بشكل متزايد في التربة. وإن العمق الذي يتم الوصول إليه يتلاءم مع النقطة التي فيها التآرجحات اليومية للرطوبة لم تعد مهمة لقصره البذرة.



*Thelocactus* seeds are medium-sized to large, with the longest axis of 1,5-2,3 mm and a diameter of 1,1-1,7 mm. The hilum-micropylar border is expanded around and constricted above the hilum. Testa cells are smaller near the hilum. Anticlinal boundaries are raised, straight to irregularly curved. Outer periclinal walls are tabular, domed or conical with a smooth or verrucose surface sculpture



*Silene vulgaris* - seed with a coarse surface





## Wind Dispersal



Rambutan Fruits

*The edible, pearlish white, juicy, crispy, sweet and subacid flavored flesh (sarcotesta) conceals a single seed with a thin, fibrous seed coat (testa) dispersal .*



## Travel dispersal





Seed Dispersal by animals



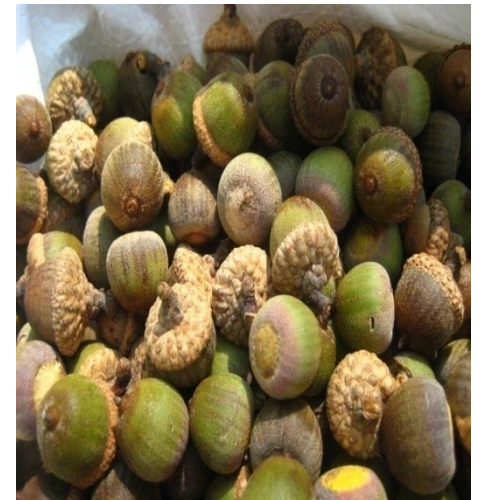
Seed Dispersal by ingestion



Birch (*Betula*) seed .



orchid seeds



*Quercus palustris*)





*Quercus palustris* (left) and the Southern Red Oak (*Quercus falcata*) (right)

• تتكثل بذور البلوط والكستناء بشكل قوي وتثبت عندما تسقط، أو يتم حملها بواسطة الحيوانات. وتنتشر بذور الأعشاب بتعلقها بفراء الحيوانات نظرا لأن قصرة البذور مزودة بأشواك. وهناك بعض البذور اللزجة والتي تلتصق بمناقير الطيور ومخالبها.

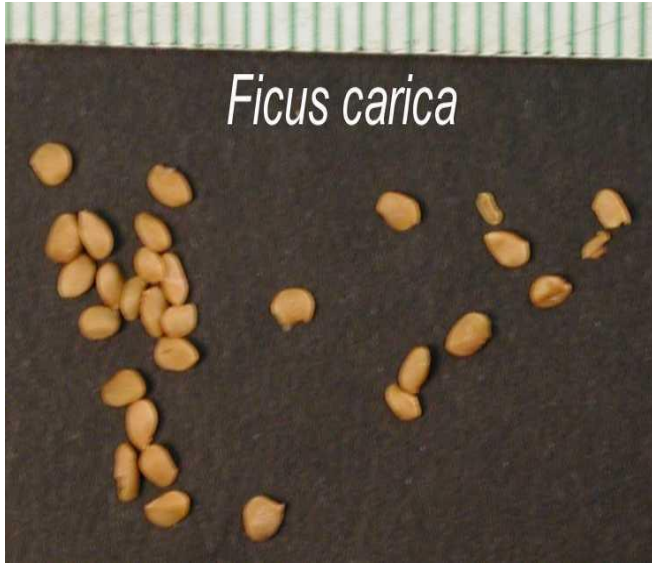
3 - أما بذور البتولا *Betula* فلها قصرة ذات أشواك أو شعيرات تحملها الريح للأرض، ولكن بذور السحلبيات (الأوركيديات) تكون خفيفة مثل حبوب اللقاح، وتستطيع أن تتجرف مع الرياح وتأوي في تشققات قلف الأشجار لتبدأ جيل جديد من النباتات العالقة، ولكن عندما تبتل بالماء، فإن سطح القصرة يقذف للخارج خيوط حلزونية طولها 4 ملليمتر والتي تتشابك وتلتصق بالبذرة بقلف الأشجار الرطبة.



Birch (*Betula*) seed - 368 × 400

Birch (*Betula*) seed - 368 × 400





*Ficus carica*

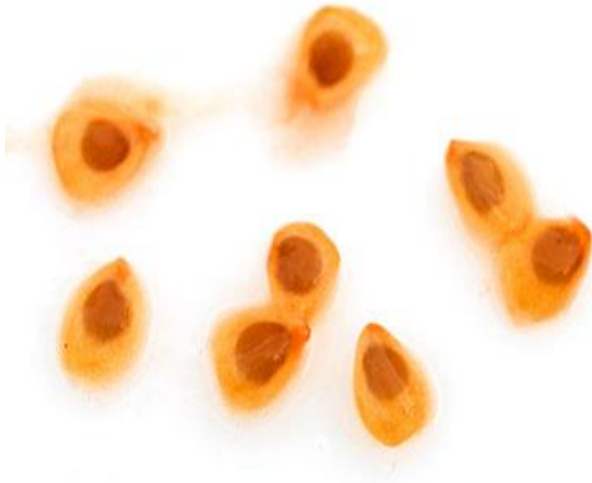


4 - إن البذور التي تنتشر بالماء هي بذور قصرتها صادة للماء وغير قابلة لبلل ويمكنها أن تطفو على سطح الماء، أو أن تنتشر بدون ضرر يلحق بها من خلال معدة الحيوانات وقد تحتاج بالفعل إلى عمل ذلك قبل أن تتمكن من الإنبات مثل بذور **أشجار**

**التين وبذور الطماطم.**

5 - وهناك بذور أخرى ذات قصرة لزجة صمغية تلتصقها بحبيبات التربة وتمنع

حركتها وتثبتها في التربة.



5 - وهناك بذور  
أخرى ذات قصرة  
لزجة صمغية تلتصقها  
بحبيبات التربة  
وتمنع حركتها  
وتثبتها في التربة.



والبذور ذات القصرة المخاطية تكون أكثر تحملاً لتغيرات الرطوبة  
وتبدأ في الإنبات. وقد بين هاربر (1977) أن البذور ذات القصرة  
المخاطية مثل بذور نبات الحلبه *Lepidium sativum* لا  
يتأثر إنباتها بتوتر مياه البيئة.



*Salvia pratensis* - Dry seeds are  
not mucilaginous (left) whereas wetted  
seeds develop a mucilaginous coat within  
some minutes

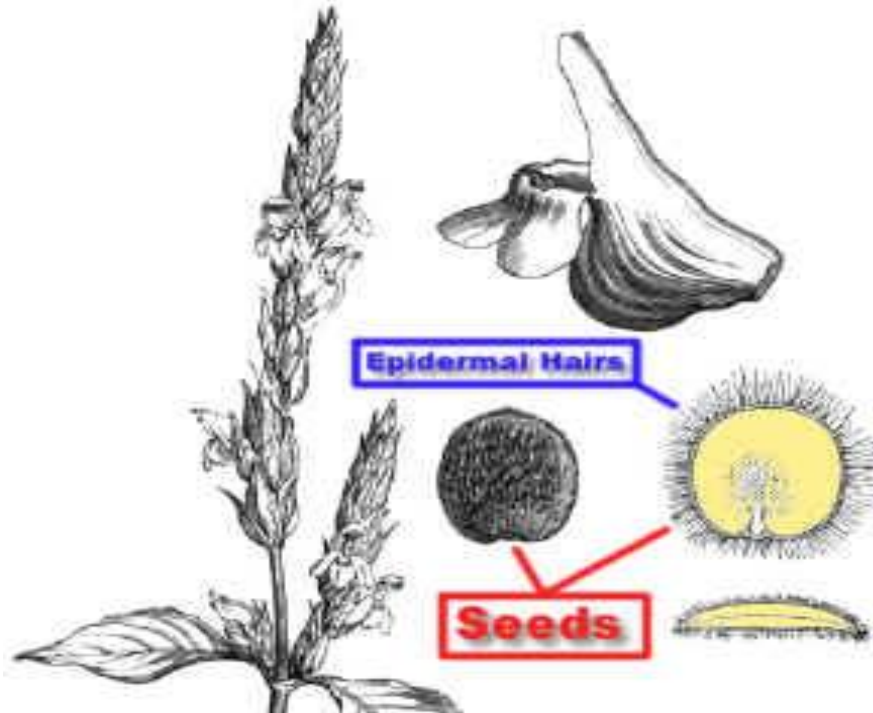
## ب - أسطح البذور ودورها في الإنبات



1 - إن بذور بعض أنواع النباتات المتطفلة على الجذور, تتعرف على مواد مفرزة من الجذور. وفي غياب هذه المواد أو عدم الإحساس بها فإنها لن تنبت.

2 - كما إن بذور بعض نباتات شوكة الضب **Blepharis** لها شعيرات

وحيدة الخلية على القصرة، وفي الأرض الرطبة تنتفخ هذه الشعيرات, وترفع البذرة من طرف واحد بزاوية 30-45 درجة عن سطح التربة بحيث تجعل فتحة النقيير قريبة من سطح التربة الرطبة، تدوم هذه العملية دقائق قليلة؛ وعندها تصبح أطراف الشعيرات مخاطية صمغية وجافة تعمل على تثبيت البذرة في سطح التربة, وكذلك تساعد على اختراق الجذور للتربة. وإن البذور غير الثابتة حتى لو وجهت عكس الطريقة الصحيحة فإنها ستنمو بشكل ضعيف.







## ج - أسطح الأبواغ:

### Spore surfaces

1 - إن أبواغ معظم الحزازيات

القائمة **Mosses** تنتشر

بالرياح ولكن في بعض منها تكون الأبواغ صمغية وتنتشر بواسطة مخلفات الذباب.

2 - أما بعض نباتات ما تشبه

الحزازيات ( نباتات عديمة

الأوراق والجذور ) التي تعتبر

أول نباتات تحتل اليابسة، فإن

لديها بعض المشاكل في

الانتشار، فانتشار أبواغها قد

يكون أقرب إلى الكيمياء

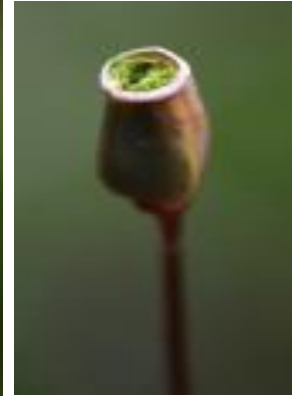
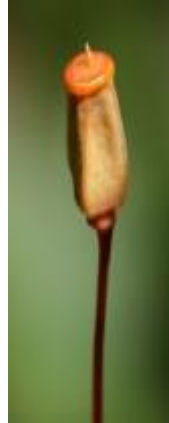
الحيوي يكون هناك علاقة مع

بروتيناتها الصادرة والتعريفية

والمواد الأخرى في النبات.



*Sphagnum*

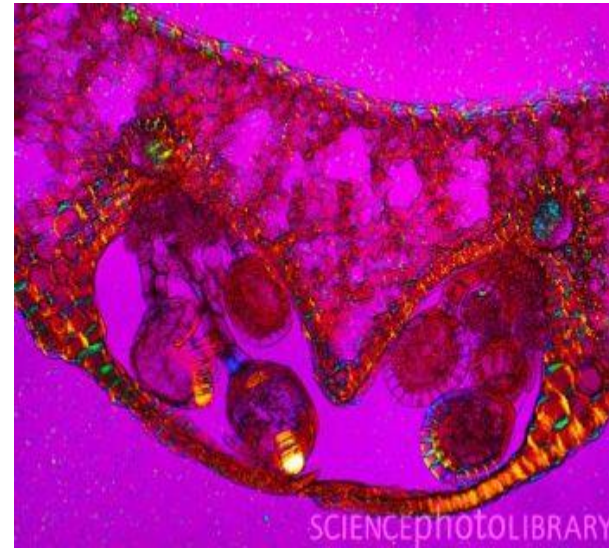


The green spores of Hairy (some say “Hair”) Cap Moss (*Polytrichum commune*) are maturing now, and can be seen by removing the “hairy cap” and prying the top off.



**Sporangia and spores of the male fern**

*Dryopteris filix-mas*



**Fern spore capsule, light micrograph**



وأما أبواغ  
السراخس  
**Ferns**  
فهي صغيرة  
جداً تحملها  
الرياح  
بسرعة إلى  
مسافات  
بعيدة، وتعتبر  
أول النباتات  
التي احتلت  
الصخور  
النارية  
العارية حيث  
انتقلت  
أبواغها  
بالرياح.

Each spore is less than a hundredth of a millimetre in diameter and can be carried vast distances on air currents. Ferns are often the first plants to colonise bare volcanic lava flows, carried there as spores on the wind.



# الأسطح النباتية للحماية والدفاع

## الأسطح النباتية والدفاع :

### (1) أضرار الرياح على الأسطح النباتية:

تؤثر الرياح الشديدة تأثيراً بالغاً على النباتات حيث أنها تعمل على احتكاك الأوراق بعضها ببعض بقوة عالية مما يؤدي إلى إضعاف الأدمة وخلايا البشرة وإزالة الشموع وهذه الأضرار بدورها تفتح المجال إلى دخول الكائنات الحية والتي تلحق الضرر بالنبات. ولذا فإن الأدمة وما فوقها من مواد شمعية تعمل على حماية النبات.

وتختلف الطبقة الشمعية في مقاومتها للاحتكاك حيث نجد في نبات الكافور

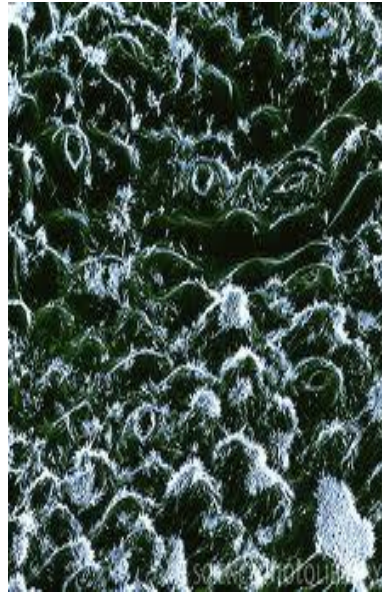
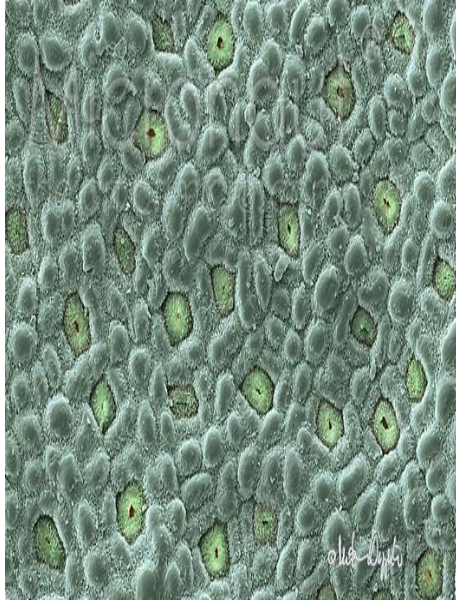
طرازين للطبقة الشمعية: *Eucalyptus*.

1 - الشمع الأنوبي : حيث أن مقاومته ضعيفة.

2 - الشمع الصفائحي القرصي : وهو أكثر مقاومة.

من خلال التجارب وجد أن

الطبقة الشمعية تساعد على التقليل من فقد الماء حيث أن الأوراق والثمار التي أزيلت طبقتها الشمعية تفقد الماء بسرعة مقارنة مع الأوراق والثمار التي تحتوي على الطبقة الشمعية.



SCIENCEPHOTOLIBRARY



نباتات تمتص الملوثات



نباتات تتأثر بالملوثات



## (2) تأثير الملوثات على الأسطح النباتية:

تؤثر الملوثات  
تأثيراً بالغاً بالأسطح النباتية  
حيث تؤدي إلى تغير معدل  
البناء الضوئي في النبات،  
وتصل الملوثات الجوية إلى  
النبات على هيئة ( صلبة أو  
سائلة أو غازية ) والملوثات  
الصلبة قد تكون خاملة مثل  
السليكا أو تكون أكثر فاعلية

كالغبار الأسمنتي والمخصبات وكبريتات الأمونيوم وحمض الكبريتيك وهذه المواد تؤثر على الأسطح النباتية حيث أنها :

( أ ) تكون مناطق تآكل في الأوراق النباتية.

( ب ) تغير من فقد الماء.

( ج ) تقلل من تبادل الغازات.

( د ) تغير من النفاذية.

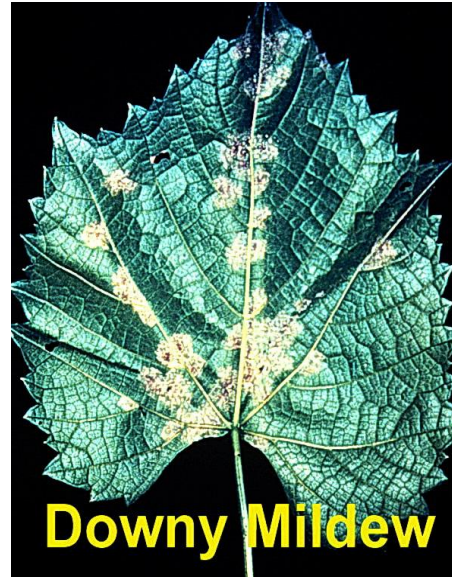
( هـ ) تغير من السطح العاكس.

والغبار الأسمنتي يعتبر ذو خاصية قلوية عالية. حيث أن له القدرة على تحليل الأدمة مما يؤدي إلى نفاذيتها مما له الأثر في زيادة معدل النتح، وهناك بعض الغازات التي تؤثر على المحاصيل الزراعية مثل غاز الأوزون وغاز الكبريت، وغاز النيتروجين، وغاز الفلوريد، ومركب ( PAN ) وتمتص النبات الغازات القابلة للذوبان مثل غاز الكبريت وغاز النيتروجين وذلك عن طريق الثغور مباشرة ومعظم الغازات تمتص عن طريق الأسطح النباتية المبللة بالماء، وإذا كانت تراكيز هذه الغازات عالية فإنها تعيق الإنبات وتؤثر على الأنسجة النباتية. ولكن الأدمة تقلل من فعالية هذه المواد وتحمي الأنسجة الداخلية من تأثيرها.

# الكائنات الممرضة وسطح النبات :

## 1 - تراكم واختراق الفطريات لسطح النبات:

إن للتركيب الفيزيائي والكيميائي لسطح النبات تأثير في تحديد موقع نزول الكائن الممرض على سطح النبات فالأبواغ الفطرية الجافة تجد صعوبة في الهبوط على سطح النبات غير المائي ( أي الرطب )، أما الأبواغ الفطرية اللزجة فإنها لا تواجه أي مشكلة في النزول إلى سطح النبات، ولكنها تحتاج إلى جو رطب حوالي 80% لكي تستطيع أن تنمو وتخترق سطح النبات، وتقوم بعض الفطريات بإفراز مضادات حيوية تمنع الفطريات الأخرى والبكتيريا من النمو في الأسطح النباتية من أجل المنافسة على احتلال السطح النباتي واتخاذ كمسكن أو بيئة للنمو



Mildew فطر العفن

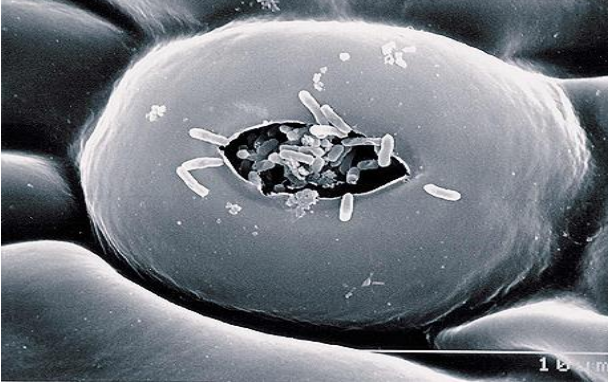
**Powdery mildew. (Powdery mildew. The mildew has germinated on the underside of an apple tree leaf.**



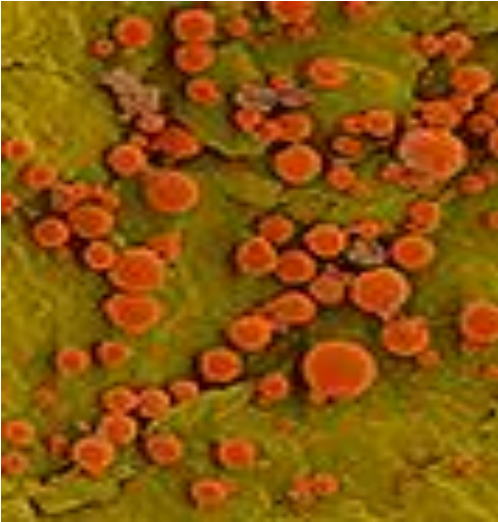
## 2 - تراكم البكتيريا واختراق السطح النباتي:

تعتمد البكتيريا في وجودها على سطح النبات على رطوبة البيئة النباتية وهي تختلف عن الفطريات في هذه الناحية حيث قد تحتاج إلى رطوبة 90 - 100 % ، وتفضل البكتيريا الدخول عن طريق الثغور وذلك لأن الرطوبة في هذه المناطق

عالية ويمكن أن تدخل البكتيريا إلى النبات عن طريق الإصابات والجروح في النبات، وقد يسبب احتكاك الأوراق بعضها ببعض الجروح التي تستطيع البكتيريا الدخول من خلالها إلى النبات.



بكتيريا اللفة الورقية  
Bacterial leaf blight

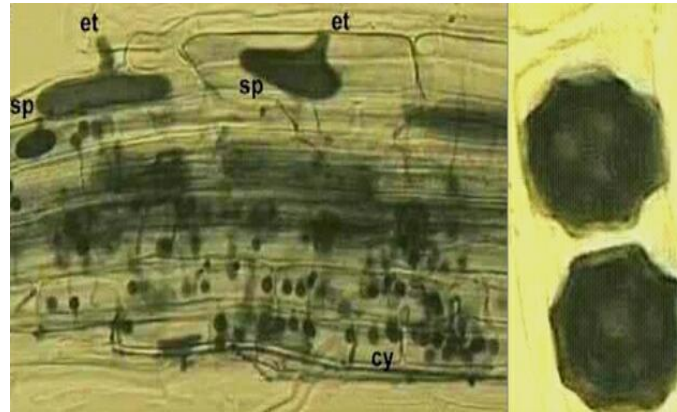


### 3- تراكم الفيرسومات واختراق السطح النباتي :

إن الفيروسات النباتية لا  
تنتقل بالحركة ولكي تدخل  
إلى الأسطح النباتية فإنها  
تحتاج إلى نواقل لنقلها إلى  
داخل النبات، فهناك فطر  
نوع *Olpidium*  
*brassicae* ينقل  
الفيروس من خلال جذور  
نبات الملفوف



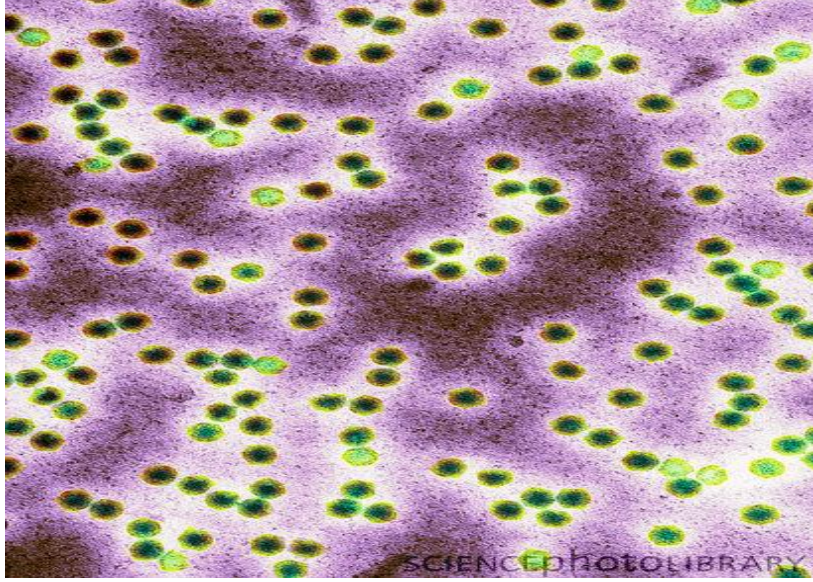
الملفوف Cabbage



*Olpidium brassicae*, a biotrophic (obligate) parasite commonly found in cabbage roots. The root cell contents were destroyed by treatment with hot KOH, then rinsed, acidified and stained with trypan blue to reveal fungal structures within the roots. **Left:** Two sporangia (sp) about 30  $\mu$ m long, with exit tubes (et) and many germinating zoospore cysts (cy). **Right:** Two thick-walled resting spores of *O. brassicae* about 25  $\mu$ m diameter, within a root cell. [♦ Jim Deacon]







وهناك بعض الحشرات الماصة مثل  
حشرة السوس أثناء بحثها عن  
الأنابيب الغربالية الغنية بالسكريات  
فإنها تحمل الفيروسات داخل  
خرابطيمها وأثناء البحث تقوم  
بإنزالها داخل النبات. ويبقى  
الفيروس في سطح النبات لمدة  
أربعة أشهر في الظروف الطبيعية  
للجو، وهناك بعض الفيروسات التي  
تغسل بسهولة من الأسطح النباتية.

بعض الأنواع النباتية مثل  
*Nicotiana glutinosa* و  
*N. Tabacum* إذا رشّت بالماء أو  
وضعت في مكان ظليل فإنها أكثر  
قابلية للإصابة الفيروسية الشديدة  
من أسطح النباتات الجافة.







Picture of a milkweed plant in the spring



Picture of a Cabbage White caterpillar



Picture of a monarch caterpillar and milkweed beetles feeding on a milkweed plant



Picture of a parasitoid wasp laying her eggs on a caterpillar.

## 4 - الوقاية والحماية ضد الحشرات :

١ - الوقاية بالوسائل الكيميائية:

تفرز أسطح النباتات مواد كيميائية تقاوم بها الحشرات فبراعم أوراق وأزهار نبات *Rupus pheonicolasius* تكون مغطاة بالشموع الكثيفة وهذا الشمع غني بالمواد الحمضية وبالتالي فإنها تكون غير جذابة لخنافس التوت العليق *Byturus tomentosus* وتفرز الشعيرات الغدية من المواد الكيميائية (المحالييل) ذات الطعم المر ومثال على ذلك ميثانول Methanol والفينولات Phenolices وغيرها، وهناك بعض المواد الكيميائية مثل النيكوتين السامة لحشرات عسل الخوخ.



Close-up of *A. vanillae* egg on *Passiflora suberosa*. Note the textured sides.



وهناك بعض النباتات يوجد بها شعيرات كثيفة مثل نبات فول الصويا *Glycine max* حيث أن هذه الشعيرات تقلل من وجود الحشرات على النبات وقد تكون هذه الشعيرات خطافية لا تستطيع الحشرات التخلص منها وبالتالي تشل حركتها ثم تموت.

وهناك بعض النباتات تستخدم التنكر البيئي Mimicry مثل أنواع *Passiflora cyanea* حيث تضع بيض وهمي على أوراقها بأشكال وألوان وأحجام مماثلة لبيض بعض الحشرات فتوهم إناثها بأن هذا البيض لحشرة أخرى وبالتالي فإن الأنثى تترك هذه الأسطح النباتية.

**Fascinating Plant Fakes Sickness to Avoid Predators**





Potato leaf (*Solanum tuberosum*) surface, coloured scanning electron micrograph (SEM). It is covered in hair-like growths called trichomes. The long spiky trichomes protect the plant against predators and water loss through evaporation. The rounded trichomes secrete oils that are irritating to predatory insects. Magnification: x75 when printed at 10 centimetres wide.

# الأسطح النباتية والهجوم:

( 1 ) الإفراز وتغير المواد الكيميائية على الأسطح النباتية:

هناك بعض الأسطح النباتية التي تفرز بعض المواد، فعندما تسقط مواد كيميائية على السطح النباتي فإن هذه المواد من النادر أن تبقى دون تغير بواسطة الأسطح النباتية وبهذا تقلل من تراكيزها وضربها على النبات. حيث أن المبيدات الفطرية قد تتغير بإفراز من النباتات نفسها وذلك إذا غطيت هذه الأوراق بكبريتات النحاس الجافة فإن سطح النبات يذوبها بإفراز مواد معينة ويثبط فعالية الفطريات.

( 2 ) أسطح النباتية تقوم بالقتل للوقاية والحماية: فهناك بعض الشعيرات السطحية في بعض النباتات مثل *Solanum tuberosum* فهي تمسك بحشرة المن عن طريق إفراز مواد صمغية لزجة والنبات صائد الذباب والأوربي *Silene sp.* تكون مصيدته الحشرية ذات شعيرات لزجة.





Plants can also produce special odors that attract predatory insects.



( 3 ) الأسطح النباتية تقوم بالقتل تمهيداً للأكل ( جذب الفريسة ) تتخذ الأسطح النباتية لجذب الفريسة أزهار مميزة لها ألوان جذابة ورائحة تغري وتجذب الحشرات ويكون لها رحيق.

( 4 ) الأسطح النباتية تقوم بالقتل تمهيداً للأكل ( باستحواذ على انتباه الفريسة ) إن النباتات من العائلة Sarraceniaceae لها مصيدة بسيطة التركيب لا صطياد الذباب ومفصليات الأرجل والتي تأتي إلى المصيدة فهي تعيق خروجها من هذه المصيدة بمساعدة الشعيرات الداخلية للتجويف الزهري والذي يكون لزجاً وهذه النباتات قادرة على امتصاص المواد المتبقية من تحلل الفريسة في التجويف الزهري.



نباتات من العائلة Sarraceniaceae



( 5 ) الأسطح النباتية  
التي تقوم بالقتل تمهيداً  
للأكل ( اعتقال الفريسة  
) يحتوي نيات  
*Drosera* على غدد  
محيطية حيث أن هذه  
الغدد تشكل فخ لإسقاط  
الحشرات الكبيرة  
بالسائل الصمغي وبهذه  
الطريقة تغمر الحشرة  
في إنزيمات عالية  
التركيز تحلل الحشرة.



# أسطح النبات كموطن



أسطح أوراق النباتات البرية (النباتات الخضراء)  
النباتات العالقة (الفوقية) **Epiphytes** هي نباتات  
تنمو في الجزاء العلوية من الأشجار المتشابكة من الغابة,  
وتلتصق بها وتُدعم بالكامل من النباتات الأخرى. وتنمو  
النباتات الهوائية في الغابات الرطبة, من المناطق الاستوائية  
حتى سهل التندرا, ولكنها تحقق تنوعها الكبير في الغابات  
الاستوائية المطيرة.

وتفضل النباتات العالقة (الفوقية) كثافة الضوء  
العالية عن الأرضية الخفيفة, حيث أن التربة في هذه البيئة  
نادرة أو غائبة بالإضافة إلى قلة إمداد المياه والغذاء. ويجب  
أن تتحمل النباتات العالقة الجفاف الكامل أو الجزئي الناتج  
من تعرضها المباشر للظروف البيئية, ولكنها تتجنب فترات  
نقص الماء من خلال تخزينه أو المحافظة عليه, كما أن  
لديها طرقاً مختلفة ومتميزة لامتصاصه من الهواء المحيط  
بها, وإن العديد من النباتات العالقة (الفوقية) الوعائية  
للفصيلة البروميلية **Promeliaceae** ولفصيلة  
الصبارية هي مشتقة من سلالات نباتات شبه جافة أو  
سلالات النباتات الصحراوية.







تكثر النباتات السرخسية

## Pteridophytes

والنباتات الوعائية

## Angiosperms البذرية

ضمن النباتات العالقة (

الفوقية) في الغابات

الاستوائية, ولكن ليست في

الغابات المعتدلة. وتوجد

الحزازيات الكبدية والأشنات

في كل مكان من البيئات

المختلفة. وفي معظم

المناطق الاستوائية تتمتع

النباتات العالقة بفصل نمو

غير متقطع, بينما النباتات

الموجودة في المناطق

المعتدلة تواجه أثناء الشتاء

فترات طويلة من الجفاف

الфизиولوجي, وأثناء الصيف

تواجه اختلافا كبيرا في

الرطوبة وإمداد الماء.



تنمو النباتات العالقة ( الفوقية ) بانتقال أو انتشار بذورها وأبواغها الغبارية, مباشرة في الفتحات المناسبة في أسطح النباتات المستضيئة أو التشققات في القلف واللحاء أو الأغشية المتراكمة من المخلفات العضوية على أسطح النباتات. على أية حال, فإن العديد من هذه النباتات تحصل على تربتها بواسطة ترتيب الأوراق على هيئة أقواس أو أشكال الأكواب لكي تجمع الفضلات العضوية والتربة. ويتم تزويد سلات التربة هذه بشبكة من الجذور, كما هي الحال في نباتات جنس *Dischidia*. ويرتبط العديد من أنواع النمل بالنظام الجذري لهذه النباتات العالقة ( الفوقية ), وهي تلعب دوراً مهماً في إمدادها بالمواد المغذية من خلال جمع جزيئات التربة والمواد الغذائية . ونظراً لغسيل هذه التربة باستمرار تساقط المطر فقد يكون لها دور في تخزين الماء أكثر منه كمصدر للتغذية.









تعيش العديد من أنواع السحلبيات ( الأوركيدات ) على فروع الجزاء العلوية المتهدلة من نباتات الغابات والذي فيها تكون إمدادات الغذاء ضئيلة جداً. والبعض منها يكون قادرا على العيش على أسلاك التليفون أو حتى في الأماكن المفتوحة والتي لا توجد فيها إمكانية للحصول على الغذاء، وقد تحصل النباتات في هذه الأماكن على الغذاء من النمل أو من اللافقاريات والكائنات الدقيقة التي تموت على أسطحها, ومن فضلاتها.



تتميز النباتات العالقة التي تعيش بشكل أساسي على أسطح أوراق النباتات , بالغابات الاستوائية المطيرة وتحت الاستوائية والجبلية. بأنها تعتمد على إنشاء نفسها على أوراق النباتات المعمرة دائمة الخضرة وعلى بيئة ذات رطوبة عالية ثابتة, وذات مطر وسحب منتظمة ودرجة حرارة عالية. وقد تكون الأسطح السفلية لأوراق النباتات الوعائية الطافية عائلا لنطاق واسع من النباتات العالقة.

وحيث أن أسطح الأوراق ناعمة بوجه عام فإنها لا تتيح فرصة لعمل جذور أو لتراكم التربة إلا نادرا, فإن النباتات الوعائية العالقة نادراً ما تستطيع الإنبات على هذه الأسطح, ولكنها قد تكون قادرة على عمل ذلك عندما تنمو كمية كثيفة من النباتات العالقة (الفوقية ) الأخرى.

**Epiphytes Orchid**

**نباتات أراشيدية عالقة**

**قمة تقطير Drip tip**



إن أوراق أشجار الغابات الاستوائية المطيرة لديها ما يعرف بقمة تجفيف ضيقة أو قمة تقطير **Drip tip** في قمم الأوراق هي ميزة نادرة ما تكون موجودة في نباتات المناطق المعتدلة أو في المناطق الاستوائية الجافة. وتم اعتبارها كتأقلم لزيادة معدل تصريف الماء من سطح الورقة، لكي يبقى سطح الورقة خاليا من النباتات العالقة (الفوقية) *epiphyllae*, أو يمنع استنبات الأبواغ وبيض الحشرات. وعلى أية حال، ليس هناك أي دليل قاطع على أن النباتات الخالية من نقاط التجفيف القمية أو النباتات التي أُزيلت منها تكون أقل ميلاً لاحتلالها من قبل النباتات العالقة ولكن C.T. Ivey and N. DeSilva (2001) في تجربة أجراها للتأكد من وظيفة هذه القمم أو نقاط التجفيف فوجد أنها تقلل من نمو الفطريات ولا تقلل من نمو الحزازيات القائمة والأشنات.

191-188 : (1)33 *Biotropica* .spiT pirD fo noitcnuF

Flower of *Victoria cruziana* or [Victoria regia](#), giant water Lilly of the [Amazon basin](#).





Typical symptoms of **Phytophthora** blight on cucurbits



: Black stem rust (*Puccinia graminis*) on bearded (awned) wheat

## فلورا الأسطح النباتية (الفطريات والبكتيريا)

دائماً ما تلعب أسطح النباتات دور العائل للفطريات والبكتيريا مثل الخميرة التي تخمر النبيذ وتعطيها النكهة، والصدأ المسبب للمرض والعفن الفطري مثل بوكسينيا **Puccinia** و **Phytophthora** وفيتوفثورا وغيرها.

فقد تحتل الفطريات ما يقارب 10% من مساحة الورقة، ولكن نادراً ما تكون النسبة يحتل أقل من 2% ماعدا في ظل الظروف المفضلة جداً فإنها قد تزيد. وقد تتراكم الفطريات على أسطح الصنوبريات والنباتات الدائمة الخضرة بشكل كبير لدرجة أن تقوم بالتغيير المادي لخصائص أسطح الأوراق وتغير في وظائفها الفسيولوجية. وقد توجد طبقات الكائنات الدقيقة حتى سماكة 22 ميكرومترا في النباتات الاستوائية.



إن معرفة أسطح الأوراق النباتية وموادها كموطن تحتله جماعات خاصة من الميكروبات غير المسببة للأمراض كان منذ وقت قريب. ويعتمد حجم هذه الجماعات على توافر الرطوبة والمغذيات. وإن مصادر المغذيات تشمل المواد المفرزة, وجزيئات التربة وحبوب اللقاح والأبواغ الميتة وغير النشطة واليرقات والأيونات والمواد الذائبة في مياه الأمطار. وإن أسطح النبات تتميز بالسماح لإفراز مواد مختلفة من داخل النبات إلى خارجه. فالندى والجزء الأعلى من أوراق الأشجار المتشابكة **Canopy** في الغابة يحتوي على أحماض أمينية, وكربوهيدرات, وفينولات, وأحماض عضوية, ومضادات حيوية ومركبات منتظمات النمو وأيونات غير عضوية. وإن الأوراق الحديثة والمسنة تفرز مواد أكثر, وربما يعكس هذا وجود كميات كبيرة من المحاليل المختلفة في أنسجتها.

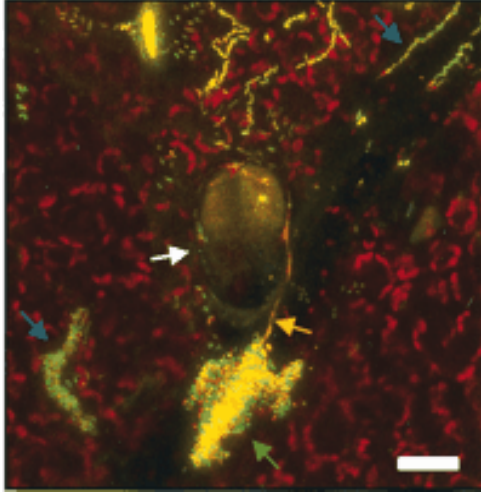


إن الفلورا الفطرية واسعة النطاق. ففي الظروف الرطبة المستمرة للفطريات الاستوائية الرطبة مثل فطر العفن السخامي **Sooty moulds** يستطيع أن ينمو نمواً خضرياً متواصلًا. ومن ناحية أخرى فإن المحيط الورقي **Phyllosphere** هو بيئة متأرجحة وقاسية يتخللها فترات غير ملائمة للنمو. وإن بعض الفطريات لديها تراكيب خضرية مقاومة , أو أنها قد ترتد إلى العيش كالخميرة عندما تكون الظروف غير ملائمة للنمو. وبعض الفطريات التي تقوم بالاجتياح العيش في أسطح النباتات تكون غير قادرة على النمو بنجاح في الأوراق الصحيحة, ولكنها تزداد أعدادها بسرعة عندما تتلف الأوراق أو تصبح مُسنة. وإن أنواع من الفطريات تغزو الأوراق بواسطة وسائل الأبواغ المتحركة القادرة على التواجد والتكيس فوق فتحات الثغور, وبالتالي تخترق الفتحة أو الفتحات الثغرية المغلقة من خلال نمو الخيوط الفطرية. وتبعاً لذلك النمو فإن هذه الأبواغ الفطرية المتحركة تعرقل عملية تبادل الغازات.

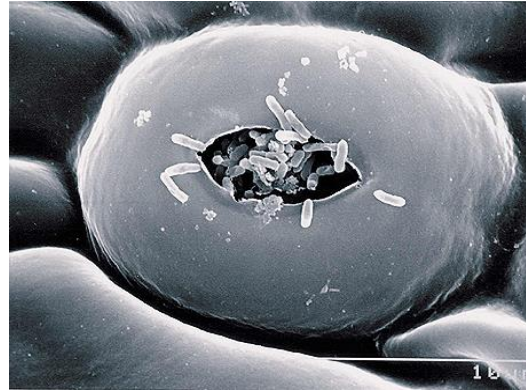
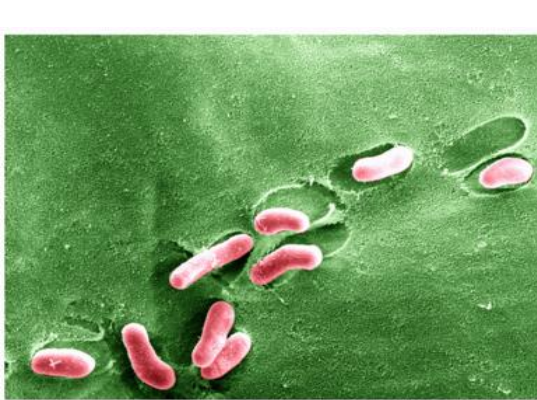
**Sooty mould** is caused by several genera of saprophytic

## البكتريا:

تسكن العديد من أنواع البكتيريا محيط الورقة و بسبب سرعة نموها وتكاثرها تعتبر المحتل الأول لسطح النبات، وإن العديد من مواد أسطح الأوراق تحتوي على الأصباغ الكاروتينية والتي وظيفتها الدفاع ضد التأثيرات المميتة لكثافة الضوء العالية. وهي مثل الأبواغ الفطرية، تنتشر بواسطة الرياح وقطرات الأمطار. والقليل من البكتيريا يتطور إلى أبواغ مقاومة، على الرغم من أن خلاياها تعيش غالباً فترات طويلة في تنوع. وإن البكتيريا تخترق السطح النباتي بشكل أساسي من خلال الجروح أو الفتحات الطبيعية مثل فتحات الثغور والغدد الرحيقية. ولهذا السبب تعتبر الأمطار المندفعة بالرياح عامل مهم في علم الأوبئة **Epidemiology** حيث تحمل الخلايا البكتيرية إلى الفتحات الثغرية عندما يصبح السطح مغمور بالماء.

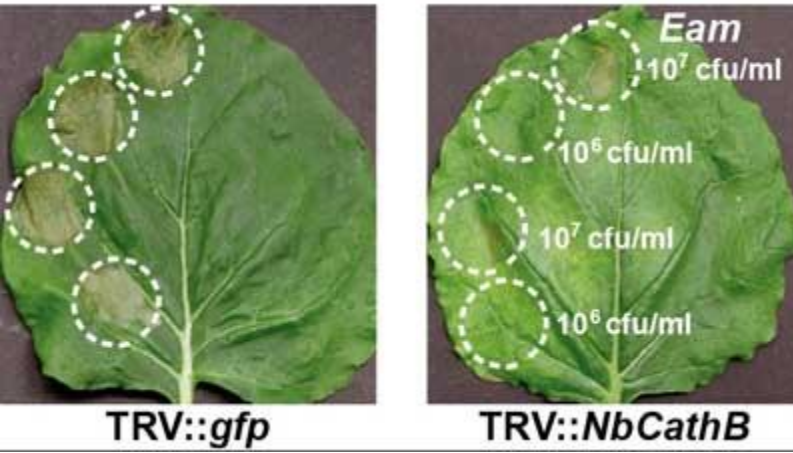


Fluorescence micrograph of the natural microbial flora colonizing the bean phyllosphere. A large mixed bacterial aggregate (green arrow), which also includes a fungal hypha (orange arrow), has



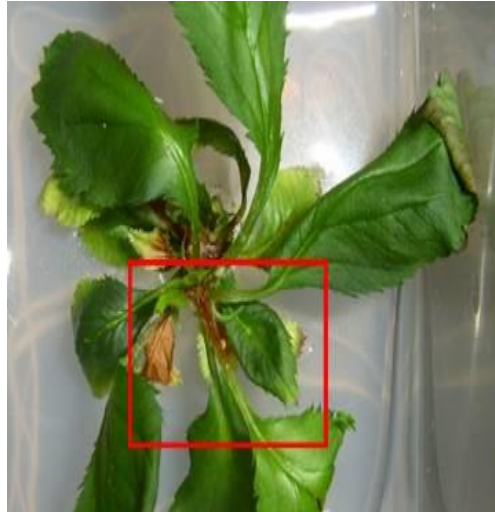
B) Electron micrograph showing bacteria on the surface of an Arabidopsis leaf. Picture: G. Innerebner and R. Wepf (EMEZ). Coloring by G. Innerebner (Vorholt lab).





**Figure3**

Virus induced gene silencing of *NbCathB* in *Nicotiana benthamiana* abolishes the non-host hypersensitive response to *Erwinia amylovora*



*Erwinia amylovora*

تستطيع ميكروبات أسطح الأوراق النباتية **Phylloplane microbes** استخدام الشمع والكيوتين كمصادر للكربون، وعادة تترك مسارات أو بقع خالية من الشمع في المكان المجاور لها، وأحياناً يكشف عن تفاصيل تركيب الأدمة الكائنة تحت الشمع. وإن أنظمة الأنزيمات الموجودة غير مفهومة، بالرغم من أنها توحي بأنها تُفرز بواسطة الرأس الرفيع للخيوط الفطري. وإن نشاط الكيوتين غير مفهوم أيضاً. وعلى الرغم من أن ثقب الاختراق ذات الحافة الناعمة التي تنتجها مسببات الأمراض يفيد أن هناك تحلل إنزيمي للكيوتين، فمن المفترض على وجه العموم أن الآلية هي ميكانيكية صرفة. وبغض النظر عن أن البشرة هي حاجز فعال للاختراق، خاصة من البكتيريا والتي كما رأينا تغزو بشكل رئيسي من خلال الفتحات الطبيعية. فإن نوع البكتيريا إروينيا أميلوفورا **Erwinia amylovora**، مسؤولة عن نكبة الحريق **Fire blight** للتفاح والكمثرى، حيث تصيبها من خلال الغدد الرحيقية وأسطح المياسم والمناطق الأخرى للأزهار غير المغطاة بالأدمة والمنقولة بواسطة النحل.

استغلال المجتمعات والأنواع المكونة لفلورا ( الحياة النباتية ) محيط الورقة يقدم احتمال مكافحة أمراض نباتات المحاصيل دون حدوث التأثيرات الجانبية للمقاومة غير المرغوبة، وللتلوث البيئي المرتبط باستخدام المبيدات الحشرية لنباتات المحاصيل. إن تقنية مكافحة البيولوجية للميكروبات الممرضة يكون في مراحله الأولى ويجب التغلب على الصعوبات العملية الكبيرة؟ وقد يكون لاستخدام تغطية أسطح نباتات المحاصيل في المبيدات الفطرية عواقب غير مرغوبة نتيجة لإزالة فلورا الكائنات الرمية الطبيعية, مزودا الكائنات الممرضة بـأماكن نظيفة خالية من أسطح الأوراق . وإن انتظام إمداد فلورا محيط الورقة بالمغذيات قد يكون كافياً لتأمين مجتمعا صحيا من الكائنات الرمية (التي تعيش على الأشياء الميتة) المعادية للكائنات الممرضة , وقد يكون أحيانا عدم غسل الأسطح النباتية نوعاً من استراتيجيات الدفاع عند النبات.

## تثبيت النتروجين على وفي سطح الورقة

إن تثبيت النتروجين البيولوجي

هو خاص بقليل من البكتيريا وبالطحالب الخضراء المزرقمة (البكتيريا المزرقمة) وبعض من الأحياء المجهرية بدائية النواة، والفطريات الشعاعية. وإن الطحالب الخضراء المزرقمة القادرة على تثبيت النتروجين تكون موجودة على نطاق واسع على أسطح النباتات وأحياناً داخلها (رينين 1975 Ruinen) وفي

والمجموعات التكافلية. ومن المعروف جيداً أن أنواع نوستك *Nostoc species* توجد في خلايا الغدد الإفرازية وأحياناً خارجها، وفي بعض الخلايا الأخرى في قواعد الأوراق لأنواع معينة من النباتات مثل أوراق نباتات جنس جونيرا *Gunnera*. وعلى أوراق السراخس مثل أوراق نبات أزولا *Azolla* وغيرها. والطحالب الخضراء المزرقمة توجد على جذور نباتات السيكادات *Cycads* من عاريات البذور مثل نباتات جنس إنسيفالارتوس *Encephalartos* و *Macrozamia* ماكروزاميا.



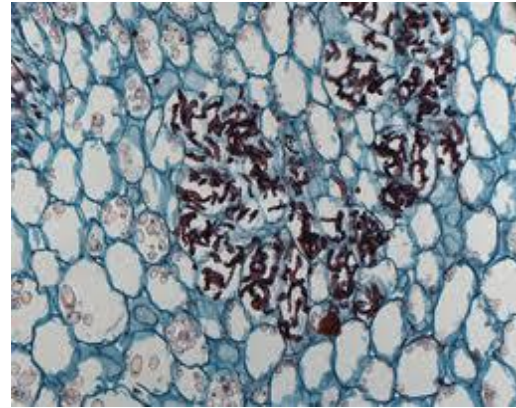
**Nostoc species**



ورقة نبات جونيرا single leaf of *Gunnera*



The *Geosiphon* symbiosis

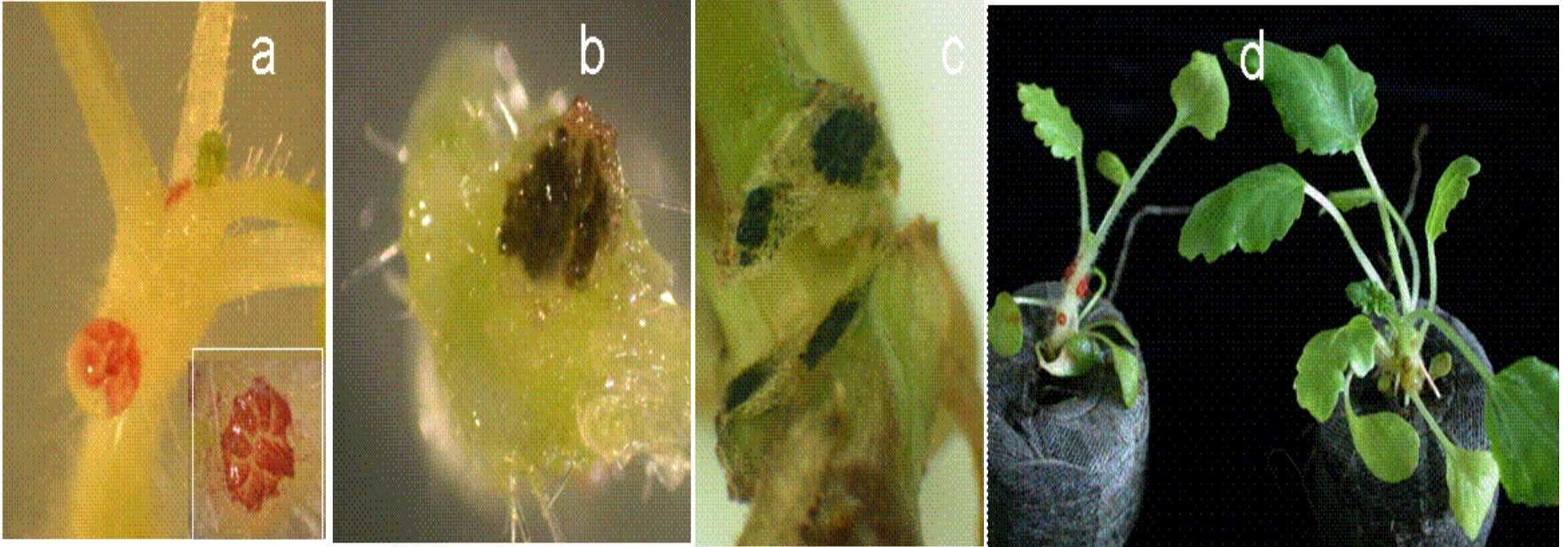


*Gunnera* leaf XS showing *Nostoc* (cyanobacteria) inside cells. Material fixed in FAA and stained with Saf O and FG.

The *Geosiphon* fungus is coenocytic and forms unicellular, multinucleated cells ('bladders') of 1-2 mm in length (Fig. 1), containing the endosymbiotic filamentous cyanobacteria of the genus



ويعتقد أن البكتريا المزرقة (الطحالب الخضراء المزرقة) *Cyanobacteria* دخلت كمجموعات تكافلية مع الخلايا حقيقية النواة لتتطور في النهاية إلى بلاستيدات خضراء. لقد تم الحصول على أول الدلائل على تثبيت النتروجين في الطحالب الخضراء المزرقة التي تخترق الخلايا الحية حقيقية النواة (سلفستر, 1976).



**Figure 1.** *Gunnera-Nostoc* symbioses. (a) Mature glands on *Gunnera manicata* stem. (b) Cross section of a *Nostoc*-colonized stem of *G. manicata*. (c) Cyanobacteria colonies at the base of a leaf from *Gunnera monoica* (d) Growth of *G. manicata* seedlings with (right) or without (left) symbiotic *Nostoc*.



## فلورا فطريات الجذور Mycorrhiza Flora

إن العديد من الفطريات تعيش على أسطح جذور العائل مثل أوفيوبوليس جرامينس (قاتل القمح) *Ophiobolus graminis*, و فومس أنوسس (التعفن العقبي للصنوبريات) *Fomes annosus*, ولكنها قد تسبب مرضا حقيقيا عندما تكون الظروف البيئية مناسبة لذلك، وتتغلب على مقاومة العائل. إن الفطريات الجذرية تكون مقيدة بنباتات عائل معين. وهي لا تسبب في العادة أعراض مرضية ظاهرة، ولكنها تعيش مع عائلها طول العمر في تبادل المنفعة المشتركة.

**Annosum root rot (*Heterobasidion annosum*):** not common in the U.P. but can be a deadly disease in poorly managed red pine plantations, Annosum is a problem in parts of Wisconsin, small dead pockets in stands appear and expand, recently cut stumps and tree wounds vulnerable to wind-borne spores, can spread through root grafts, formerly known as *Fomes annosus*

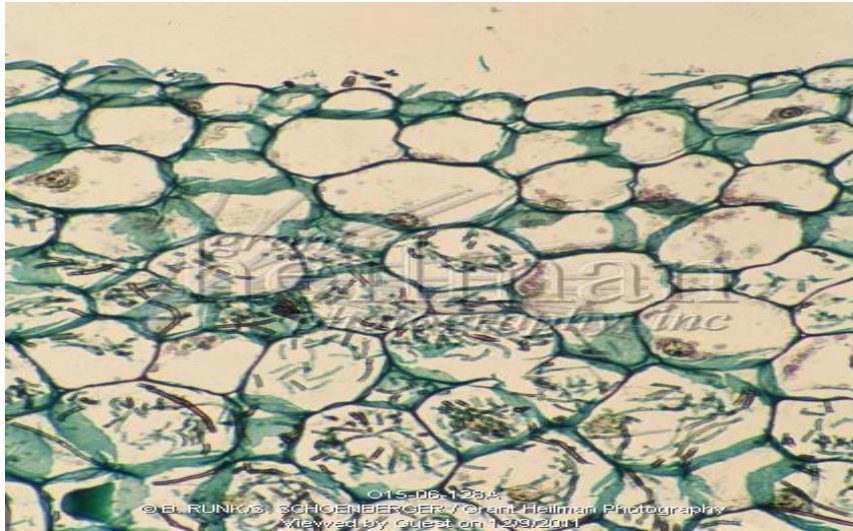
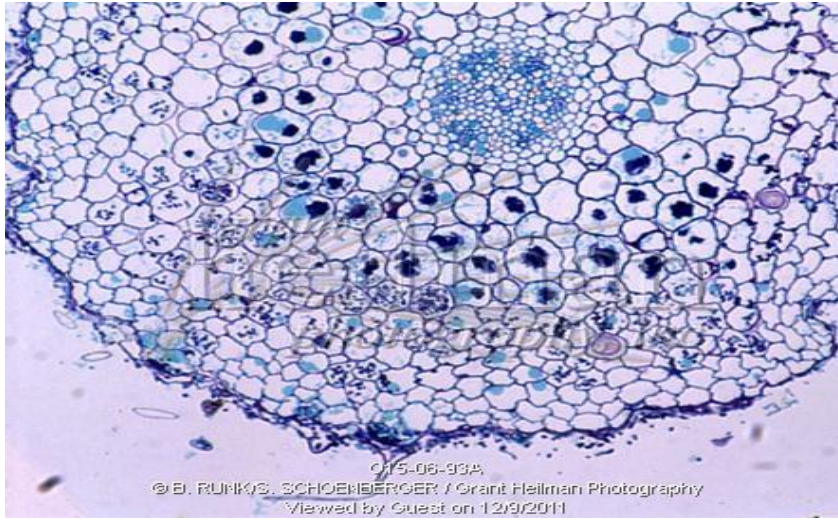
**Hosts:** most conifers but especially pines





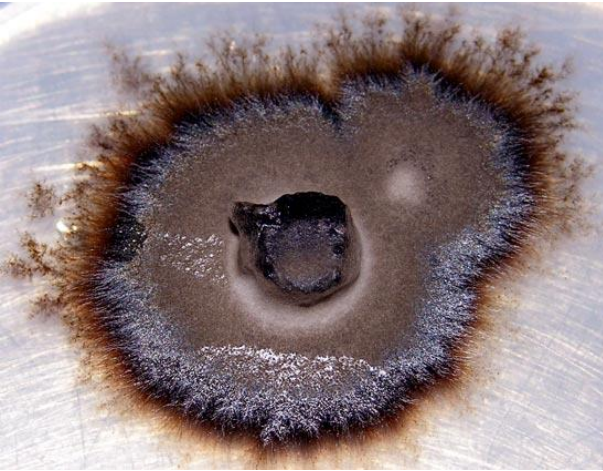
Roots of wheat plants displaying symptoms of take-all root disease (originally described as *Ophiobolus graminis* var. *tritici*). *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* (Previously *Ophiobolus graminis*)





وإن فطريات الجذور نوعين؛ فطريات جذور داخلية **Endotrophic mycorrhizas** مثل جذور السحلبيات (الأوركيدات) التي تعيش بشكل أساسي داخل أنسجة العائل وهذه لا تعيننا هنا إلا أنها كيف تخترق السطح النباتي؟ . وفطريات جذور خارجية **Ectotrophic mycorrhizas** تكون أغلفة فطرية كاملة كثيرة أو قليلة من حول الجذور الابتدائية والجانبية و تتخلل فقط بين خلايا قشرة الجذور. وهي توجد على معظم أشجار الغابات في المناطق المعتدلة, مثل الصنوبريات, والبلوط , والزان (*Fagus*), والبتولا والكستناء الحلوة وشجرة النير (*Carpinus*) والكافور. وسوف ينمو العديد من هذه الأشجار بشكل جيد وكامل في التربة الغنية بالمغذيات إذا لم تكن مصابة, ولكن الآن يبدو أن معظم أنواع أشجار المناطق المعتدلة تنمو بشكل جيد في التربة الفقيرة بالمغذيات إذا أصيبت بالفطريات الجذرية.

MYCORRHIZA (ENDOTROPIC MYCROHIZA) AN ORCHID ROOT CROSS SECTION; A SYMBOLIC RELATIONSHIP SLIDE SHOWS NUMEROUS FUNGAL HYPHAE INSIDE THE CELLS OF THE CORTEX / 50X STUDIO



تُكون الفطريات الجذرية الخارجية غلافاً  
حول أنسجة جذر العائل بالكامل ولهذا يبدو  
أن كل المغذيات التي تمتصها جذور العائل  
يجب أن تعبر من خلالها. وإن عدداً قليلاً  
من الخيوط الفطرية في نبات الزان تخرج  
من الغلاف الفطري لتعمل اتصالات مع  
كتلة من الخيوط الفطرية الموجودة في  
التربة, بينما في خشب الأرز (*Larix*)  
يخرج من الغلاف الفطري خيوط فطرية  
عديدة متفرعة ومتشابكة تتصل مع الخيوط  
الفطرية الموجودة بالتربة.

MYCORRHIZA, SYMBIOTIC; MYCORHIZA, ECTOTROPHIC SHOWING FUNGAL HYPHAE  
EXTENDING OUTSIDE THE ROOT CELLS / 200X STUDIO



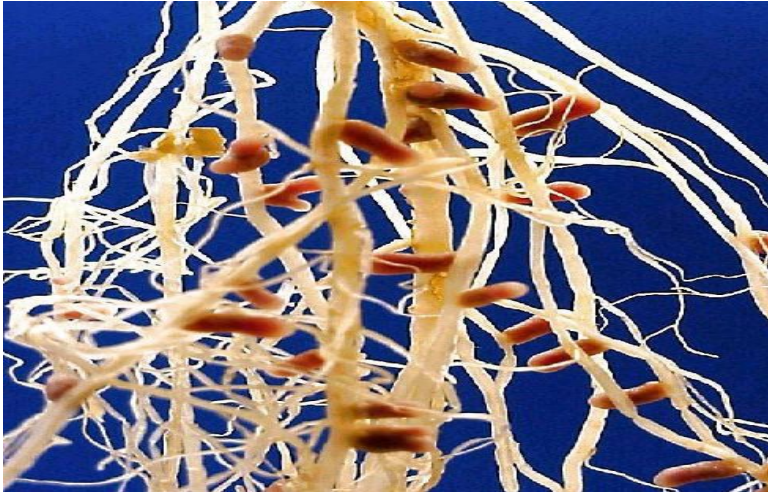


Nitrogen fixing **bacteria nodules** on  
koa roots

الفلورا البكتيرية المثبتة للنيتروجين في الجذور  
إن البكتيريا أيضاً لديها القدرة على تثبيت  
النيتروجين, ولكن البكتيريا التي تعيش حرة على أسطح التربة  
أو على بقايا الأوراق هي مهمة , خاصة في تربة الغابة التي لا  
يصلها إلا قليل من ضوء, ولكنها ليست جزءاً من فلورا سطح  
النبات.

كيف تعرف بكتيريا الرايزوبيم المتكافلة مع جذور  
النباتات البقولية الجذر الذي سوف تقوم بإصابته؟ لقد أقترح أن  
أنواع معينة من اللاكتينات **lectins** مثل الهيماتوجلوتينين  
النباتية **Phytohaemagglutinin** قد تكون هي المسؤولة  
عن التصاق وتغليف بكتيريا العقد الجذرية للشعيرات الجذرية.  
وتتفاعل اللاكتينات **lectins** من عائل معين فقط مع بكتيريا  
العقد الجذرية القادرة على تكوين عقداً جذرية. إن الشعيرات  
الجذرية في النباتات البقولية وعقدها البكتيرية قد يكون  
لأسطحها عوامل محددة مضادة مشتركة, وقد تعمل اللاكتينات  
كجسر يربط بين البكتيريا والعائل؛ والرأي الآخر يقترح أن  
تكوين اللييفات السيليلوزية الدقيقة لجدار الخلية من السكريات  
المتعددة الدهنية وليست السكريات المتعددة الخارجية مكون  
بكتيري يتفاعل مع اللاكتينات، كما هي الحال مع حبوب اللقاح  
والتصاقها على أسطح المياسم, هو الخطوة الأولى لغزو  
الشعيرات الجذرية.





أن تثبت النيتروجين ليس  
مقتصراً على أسطح الجذور  
ولا على البكتيريا أو على  
فصيلة البقوليات, ولكن يمكن  
القول أن مثبتات النيتروجين  
في سطح النبات, وأنواع  
بكتيريا العقد الجذرية على  
جذور فصيلة البقوليات هي  
الأهم في الزراعة, وهناك  
أنواع من البكتيريا مثل

### ***Spirillum lipoforum***

تثبت النيتروجين في جذور  
بعض أنواع الفصيلة النجيلية  
مثل الذرة الصفراء, وغيرها  
من حشائش الأعلاف  
والحبوب.

Rhizobium Nodules

Rhizobium leguminosarum nitrogen fixing bacteria Science Image



فلورا البكتيريا الجذرية غير المثبتة للنيتروجين  
بعيداً عن البكتيريا المثبتة لنيتروجين, هناك مجموعة  
أخرى من البكتيريا مثل مجموعة سيودوموناس فلوريسنس –  
بوتيدا *Pseudomonas fluorescens-putida*, والتي  
تحتل بشكل سريع أسطح جذور البطاطس و سكر البنجر والفجل,  
وقد تسبب أيضاً تزايداً في نواتج المحاصيل. لقد بينت اختبارات  
الحقول أن المحاصيل المُلقحة صناعياً قد تزيد من إنتاجها حتى  
144%. وإن البكتيريا العصوية المحفزة لنمو النبات (PGPR)  
قد تزيد من إنتاجية.



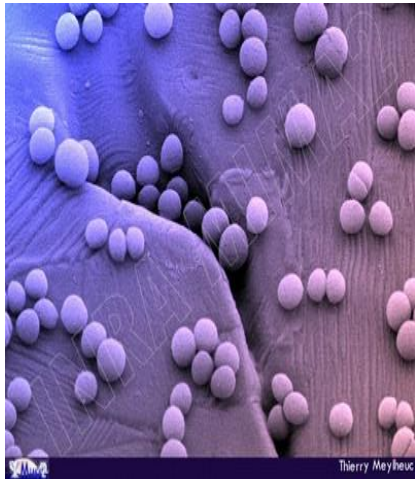
Description/ Specification of Biofungicide - *Pseudomonas fluorescens*

*Pseudomonas fluorescens* as non-pathogenic saprophytes that colonize soil, water and plant surface environments. *Pseudomonas fluorescens* suppress plant diseases by production of number of secondary metabolites including antibiotics, siderophores and hydrogen cyanide. This microbe has the unique ability to enter the plant vascular system, reach the various parts of the plant system and act as a systemic bio-control agent against various fungal and bacterial diseases. Competitive exclusion of pathogens as the result of rapid colonization of the rhizosphere by *Pseudomonas fluorescens* may also be an important factor in disease control





*Bacillus subtilis* / *pumilus* is spore forming bacteria which, when applied to the seeds or plants, it colonize the developing root system of the plants. The bacteria compete with and thereby suppress plant disease fungal organisms such as *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Aspergillus*, and others. *Bacillus subtilis* / *pumilus* continue to live on the root system and provide protection throughout the growing season. Therefore, even if treated seeds are stored for prolonged periods, the bacteria stay alive, and then grow and multiply after the seeds are planted.



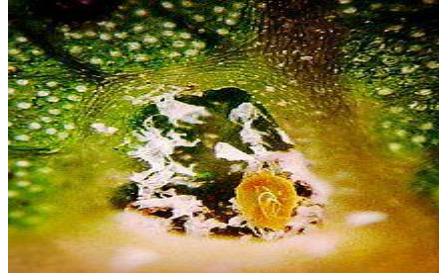
## **Pseudomonas Fluorescens**





## Psychotria mariniana leaf with domatia

This underside view shows the prominent domatia, which are the brown spots that facilitate beneficial insects that help protect the plant. Poamoho trail, May 25th 2011, image I11-7546.



[Mite](#) inside domatium of

[Cinnamomum camphora](#)



الطفيليات الحيوانية (حيوان  
يعيش على حيوان آخر)  
إن كلمة

"Domatia" (البيوت الصغيرة)

وتعني هنا تراكيب مختلفة على  
أسطح النبات مهيئة للطفيليات ,  
لكل من النباتات والحيوانات التي  
تخدم العائل. وقد تكون هذه البيوت  
ضعيفة, كيسية, أو جرابية صغيرة  
أو خصلات من الشعر, توجد بوجه  
عام في العرق الوسطي للورقة,  
ولكنها قد توجد في معظم الأجزاء  
الخضرية من النبات. وقد تأخذ  
شكل المحور المنتفخ, أو السيقان  
أو الأشواك مزودة بثقوب. إن هذه  
البيوت الصغيرة منتشرة في  
النباتات الخشبية في المناطق  
الاستوائية الرطبة, ونادرة في  
المناطق الباردة, وغير موجودة في  
النباتات الصحراوية الجافة.

The swellings at the leaf bases of this  
Tococa bush are **domatia**

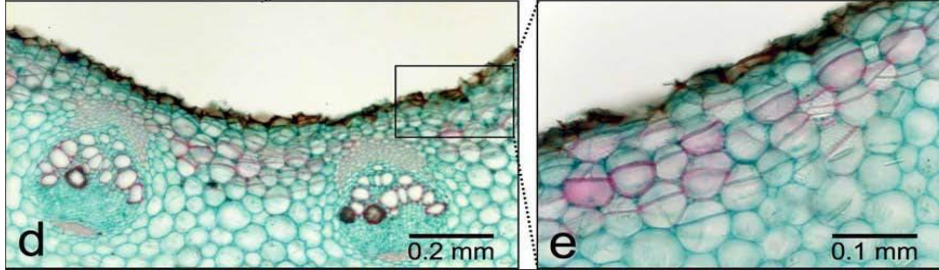
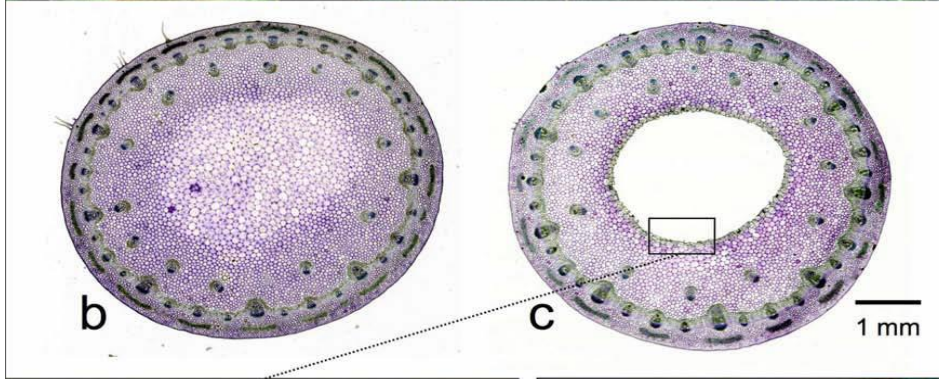
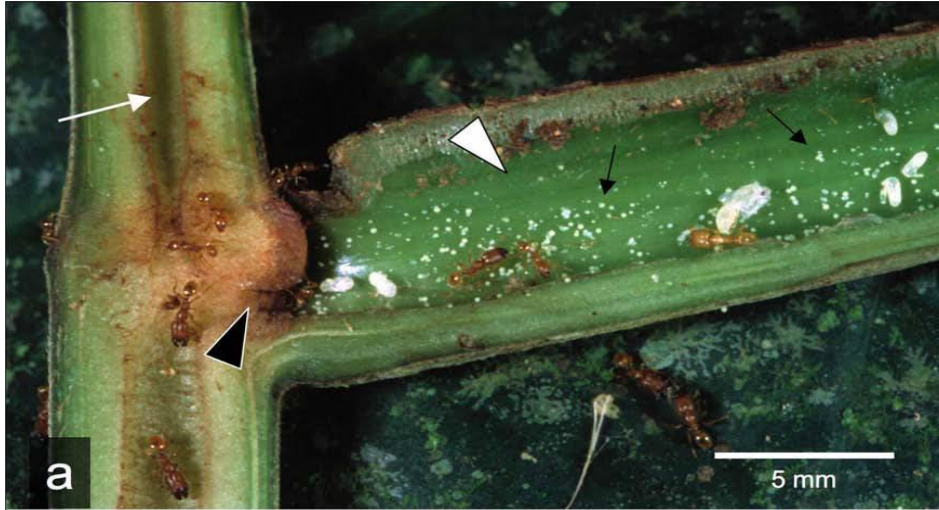
[Eriophyoid](#) inside domatium

[Cinnamomum camphora](#)

يفسر وجود هذه البيوت الصغيرة من سطح النبات على أنها تطورات تركيبية طبيعية في استخدام النبات كمساكن للتعايش السلمي. إن نباتات من الفصيلة الربيية Rubiaceae ذات سويقات تحت فلقية منتفخة hypocotyls وسيقان ويتم اختراقها بشبكة من الغرف والممرات المأهولة بالعديد من أجناس النمل. إن العلاقة بين مجموعات النمل والنباتات العالقة (الفوقية) منتشرة على نطاق واسع في المملكة النباتية وهناك أكثر من 200 نوع, في الفصيلة الربيية , ولكنها توجد ضمن الفصائل الأسكليبيادية, والبروميلياسية, والأراشيدية, وكذلك توجد ضمن السرخسيات.







***Piper cenocladum***

ليس هناك شك من أن وجود النمل في هذه التراكيب الصغيرة للأسطح النباتية يساعد على تغذية النبات. إن مخلفات النمل والمواد الغذائية والأجسام المتحللة سوف تساهم في إمداد النباتات العالقة (الهوائية) محدودة الأيون بالنيتروجين والفسفور والبوتاسيوم. وهناك اقتراحا يقول بأنه قد يحسن وجود النمل من جنس فيدول *Pheidole*, الذي يسكن أعناق الأوراق المنحنية في نبات الفلفل *Piper cenocladum*, حيث يعمل على تحفيز النبات لكي ينتج ثماراً ولكن لا يمكن إنتاجها في غياب النمل.





*Dischidia pectinoides*

These vining ant plants from the jungles of the Philippines are best grown in bright indirect light. Treat them like an orchid, and these tiny red buds will open into tiny red flowers, overwhelmed in size by the giant balloon-like leaves that are colonized by ants (in the wild, not in your home.)

إن الشيء المدهش في نباتات  
النمل العالقة ما يوجد في نباتات  
جنس ديسكيديا *Dischidia* من  
الفصيلة المرخية

(Asclepiadaceae) ذات  
الأزهار الخاص تغمر  
بأوراق باللونية الشكل مشابهه  
للقدور أو الأباريق . وتُسكن هذه  
القدور بواسطة الجذور العرضية  
من النبات الأصل والنمل  
والفطريات والكائنات الدقيقة وكمية  
من حطام النمل. أن اختراق الجذور  
العرضية يُحفز بواسطة وجود  
البقايا التي في الإبريق. وإن النمو  
لهذه الأباريق التي لا تصطاد  
الحشرات مهم في مقارنتها مع  
الأجناس المختلفة من نباتات  
الأباريق ( آكلة الحشرات ) التي  
تصطاد وتقتل الحشرات  
لاستخدامها الخاص. أما نباتات  
الديسكيديا العالقة التي تعتمد على  
نفسها، فهي توفر الماء لنفسها  
وتؤمن بيتاً مؤقتاً لأنواع مختلفة  
من المملكة الحيوانية.

• الأسطح النباتية كمصدر  
للمواد

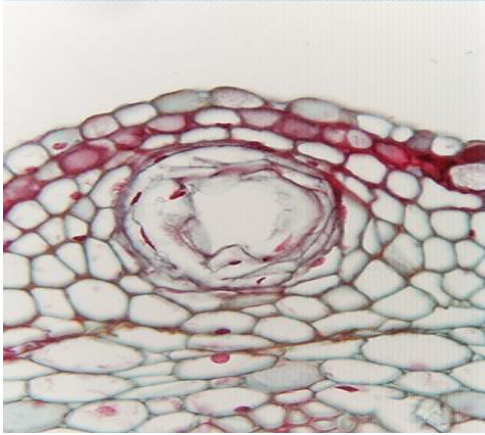
تعتبر الأسطح النباتية  
مصدراً للمواد حيث يقوم النبات  
بنوعين من الإفراز:

1 - الإفراز الداخلي:-

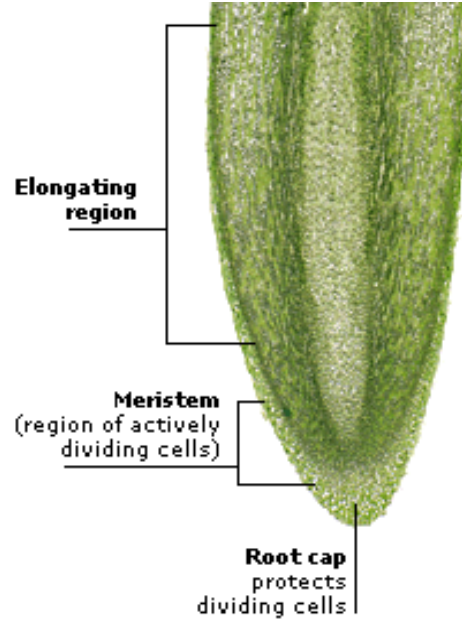
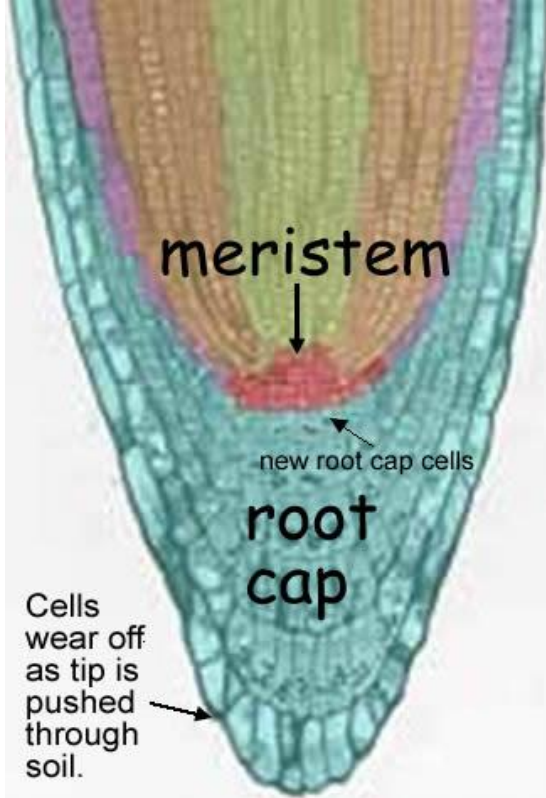
ومثال على الإفراز الداخلي  
انتقال المادة الزيتية إلى قشرة  
الحمضيات .

2- الإفراز الخارجي :-

ومثال ذلك إفراز مادة  
الشمع والكيوتين حيث يتم بناؤها  
في البشرة والخلايا الداخلية



1---- Secretory structures are more common than many of us suspect. This is in the **stem of a cotton plant**,  
2 = Mucilage secreting cell of the *cactus Acanthocereus columbianus*.



الإفراز من الجذور  
تفرز خلايا الجذور  
ومنها القلنسوة مواد مخاطية  
ولهذه المواد المخاطية فوائد  
منها أنها تمنع تهتك الخلايا  
وتحافظ عليها ولقد وجد أن  
بعض القمم النامية تفقد  
حوالي 7000 خلية يوميًا من  
القمة المرستيمية مع أن  
المادة المخاطية موجودة .  
وهذا يرجع إلى اندفاع الجذر  
إلى الأمام وذلك بسبب تطاول  
الخلايا خلال التربة ، وهذه  
المادة التي يفرزها الجذر (   
المادة المخاطية ) نجد أن لها  
فوائد للجذر ويستفيد منها في  
الحماية أثناء النمو.





## 1 - الإفراز من الأجزاء الهوائية في النبات :-

تفرز الغدد الرحيقية الموجودة في الأزهار مواد سكرية والغرض من إفراز هذه المواد السكرية جذب الحشرات لغرض نقل حبوب اللقاح من نبات لآخر. ويضمن الرحيق وصول عدد كبير من الحشرات إلى الزهرة وبالتالي انتقال أكبر عدد من حبوب اللقاح إلى المياسم .

وليس إفراز السكر مقتصرًا على الأزهار فقط بل هناك النباتات آكلة الحشرات حيث أنها تفرز سكر من الشعيرات الغذائية لها وهذا النوع يمكن بواسطته جذب الحشرات وعمل الفخ لها، والغدد التي تفرز الرحيق لها أنواع متعددة حيث أنه يكون لها مكونات تحت البشرة ومكونات فوق سطح البشرة وقد يفرز السكر مباشرة على السطح أو في قنوات تحت السطح كما في الخلايا الرحيقية في النوع *Ipomea* .

٣ . . . الله . مدد الرحيق .

Nectararies

تأخذ هذه الغدد أشكالاً متعددة، فقد تكون على هيئة خلايا عمادية م من البشرة أو حلقات أو قنوات بس جطة أو جيوب عميقة أو أقراص. وتوجد ه هذه التراكيب على أج زاء الأزهار بار مة على السبلات، البتلات، الأسدية والمغقات ويأتي الرحيق ( محلول السكر ) الملكون من سكروز وجلوكوز وفركتوز ( ف نان Fahn ١٩٧٩، ٢٠٠٠ ) عن طر ق اللحاء. ولهذا فالجهاز التوض يلي له هذه التراكيب هو عناصر اللحاء. وله أهمية كبيرة في اتمام عملية التلقيح حيث يجذب الحشرات والحيوانات الأخرى لإمتصاص هذا الرحيق ومن ثم نقل حبوب اللقاح إلى المياسم من زهرة إلى أخرى أو من نبات إلى آخر ( ريفن وآخرون Raven, et.al ٢٠٠٥ ) ( ش .كل ١١٧ ).





## 2 - إفراز الإنزيمات :-

تفرز النباتات آكلة الحشرات الإنزيمات الهاضمة للبروتين ( *Darlingtonia* ) فقط ولم يتأكد بأن هذه الإنزيمات تفرز من النبات نفسه بل يعتقد إنها تتم عن طريق عضيات دقيقة تكون موجودة في نهاية الورقة التي تكون مغلقة في النباتات آكلة الحشرات، أو يفرز على الفريسة بعد اصطيادها، ومن الملاحظ أن عدد هذه النباتات تستطيع أن تمتص ناتج الحشرة التي تم اصطيادها .

ولقد أكتشف داروين من خلال تجاربه على نبات ( *Venus* ) صائد الحشرات حيث استخدم في التجربة قطع صغيرة من اللحم، ولاحظ بأن الأكثر فعالية من بين مثيلات الإفراز هذه هي حامض اليوريك والذي تفرزه بعض الحشرات نفسها عندما تقع في مصيدة نبات آكل الحشرات ولا تستطيع الهروب.





### 3 - إفراز الأملاح:-



هناك أجزاء هوائية تحتوي على غدد متخصصة تقوم بإفراز كلوريد الصوديوم كما في نبات *Tamarix* و *Limonium* . وفي النباتات كاسيات البذور البحرية الملحية فإنه يتم التخلص من الملح على كامل بشرة النبات ومثال نبات *Zostera* و *Thalassia* . وتشكل غدد الملح المتخصصة نوعين من الخلايا.

- (1) الخلايا المتجمعة المتحوصة الداخلية *Vacuolate* .
- (2) خلايا الإفراز الخارجية .

غدد ملحية في نبات *Limonium*      غدد ملحية في نبات الأثل *Tamarix*

Sickle seagrass (*Thalassia hemprichii*) flower

*Zostera marina*





ويغطي الغدة الملحية من الخارج أدمة مثقبة Cuticle. قد تساعد الغدد الموجودة على سطح القطن في تحلل بعض الأنواع من الفيروسات وهي شبيهة بغدد نبات ( *Avecenia* ) والذي يفرز كلوريد الصوديوم.



غدد ملحية في نبات الشورا *Avecenia*



*Pisum sativum* الفاصوليا

4 - إفراز المعادن :-  
هناك بعض النباتات مثل البقوليات ( *Pisum sativum* ) و ( *Penusyl vestris* ) تمتص المعادن من التربة حيث أنه يلاحظ عند إضافة بعض المعادن مثل الزنك أو الرصاص إلى التربة التي تنمو فيها هذه النباتات فإن هذا المعدن يظهر على هذا النبات على شكل حبيبات صغيرة تطرد إلى الجو. ويعتقد بأن انتشار مثل هذه المواد سببه هو نمو نباتات في بيئات مشبعة بهذه العناصر .



**5 - إفراز الماء :-**  
إن إفراز الماء على  
هيئة سائل قليل مقارنة مع  
النتح في النبات ولكنه في  
بعض الأحيان يكون أكثر  
وخاصة عندما يكون الجو  
مشبعًا ببخار الماء. ويمكن  
أن نشاهد بعد ليلة حارة  
ورطوبة قطرات من الماء على  
أطراف النبات ( الإدماع ).

**GUTTATION** الإدماع







*Copernica cerifera*

### الشمع النباتي :-

تم في أواخر القرن التاسع عشر تعريف المركبات الشمعية كهيدروكربونات طويلة السلسلة كحول أولي وأحماض دهنية، واسترا لكيل ، وبعض المركبات التي تحوي الفلافونات والتي تعطي الغطاء لأطراف الأوراق في ( *Primulaceae* ) وفي نوع ( *Eukalyptus* ) يوجد نوعين من الشمع المركب وهو بيتا دايكيتونات أو كحول أولي، أما في شمع الصنوبر فيه كحول ثانوي كمركب رئيسي، ويعتبر الشمع الكوبرنيكي ( *Camauba* ) ملك الشمع والذي ينتج من شجر أو نخيل الشمع ( *Copernica cerifera* ) وهو شمع صلب ذو درجة انصهار عالية وله استخدامات كثيرة ومنها أنه يستخدم في صنع مواد التلميع للسيارات وهو غالي الثمن بسبب أن حوالي 200 ورقة تنتج فقط كيلو جرام واحد.

*Copernica cerifera*

## 7 - ترسب الكيوتين :-

يعتبر الكيوتين من المواد الموجودة على سطح النبات. وتم الحصول على الكيوتين عند عزله من خلايا البشرة ومن ثم ينظف من الشمع، ويتكون الكيوتين من البوليمر وتدخل المواد الكيوتينية في تكوين الصبغات المستخدمة في صناعة النسيج.

## 8 - الراتينجات التربينات - الزيوت :-

يوجد في سطح النبات تراكيب تسمى شعيرات غدية. وتعتبر الشعيرات الغدية مصدر للراتينج والتربين والزيوت، وبعض هذه المركبات له أهمية كبيرة اقتصادياً حيث أن الغدد المفرزة للتربين كما في نبات الطماطم هي التي تعطي الطماطم حديث القطف النكهة المميزة وأيضاً فإن الشعيرات الغدية هي التي تعطي النكهات العطرية في بعض النباتات فهناك نكهة النعناع من (*Mentha Piperita*) وهناك "الصمغ الراتنجي" فيمكن الحصول عليه من مسح بعض أوراق النباتات مثل نبات (*Cistus Landaniter*) وفي فصوص نبات (*Eugenia caryophyllata*) وفي أوراق نبات الاوكالبتوس *Eucalyptus* يتم إفراز الراتينج أو الزيت العطري.



## 9 - منتجات سطح النبات والاستخدامات الصناعية :

- ألياف شعيرات النبات:
- هناك نوعان من الألياف لهما قيمة اقتصادية وهما:
- (1) - الألياف السليولوزية التي تغطي بذور القطن. ويتراوح طول ألياف القطن من 2 - 6 سم وهذا يجعلها صالحة لصنع الخيوط وبالتالي الأقمشة.
- (2) - والألياف التي تلف بذور شجرة السيبا. Kapok . وتستخدم في دعم مواد الأثاث.



Kapok( Ceiba)Tree showing branch and seed pods)





## 10 - القلف: Bark

للقلق استخدامات تجارية قديمة حيث كان يصنع من القلف الورق والذي كان يؤخذ من شجرة البتولا *Betula* . واستخدم الهنود الحمر القلف لصناعة أقمشة غير منسوجة، أما في الوقت الحديث فقد استخدم القلف في إنتاج مواد لدباغة الجلود كما في نبات شجرة السنديان ويستخدم الفلين في صناعة العوازل الكهربائية. وهناك استخدامات طبية للقلق حيث يستخرج من قلف شجر الكينا مضاد الملاريا المعروف بالكينين كما أنه يستخرج منه أدوية أخرى.

Paper Birch Tree **Betula**



## 11 - أصول البترول:

يفترض أن الأكسجين المنبعث من النباتات له الأثر الأكبر في تكوين الرسوبيات التي كونت البترول، فهناك نوع من الألكينات الموجودة في الشمع الذي ينتجه النبات ويتربسبوجد أن نفس النوع من الألكينات موجود في تركيبة البترول الخام، وعند انعدام الأكسجين تتحول الأوراق إلى فحم حجري ومثال ذلك فحم روسيا والأنواع الأخرى الدنيا من الفحم قد تكونت أيضاً بسبب انعدام الأكسجين في باطن الأرض.

## إفراز المواد الأيضية من الأسطح النباتية:

إن المواد الموجودة على سطح النبات القابلة للذوبان في الماء تزال عند سقوط المطر أو الندى وعندما يتم الترشيح ويلاحظ بأن الإفراز يحدث عادة بعد فترة جفاف ويحدث في الأوراق الفتية أكثر من الأوراق الكبيرة والمواد التي يتم رشها متنوعة ومهمة ومثال على ذلك نبات التفاح حيث أوراقه تفقد حوالي 25 : 30 كجم بوتاسيوم، 9 كيلوجرام صوديوم ، 10 كيلوجرام كالسيوم للهكتار الواحد في السنة. إضافة إلى السكر والأحماض الأمينية والمواد التي تم ترشيحها لها تأثير فعال على الكائنات الدقيقة على سطح النبات حيث أن السكر والأحماض الأمينية تشجع تخليق الأبواغ وتستخدمها للنمو.

وأحياناً تكون مواد الرش ذات خصائص سامة لبعض النباتات مما يمنع الشجيرات والأعشاب من النمو تحت هذه الأشجار حيث لاحظ مولر عام ( 1966م ) أن قطرات الماء والتي تتساقط من أوراق نبات ( *Eucalyptus gbbulus* ) تحوي تراكيز من أحماض كلوروجينية وأحماض جنتستيكية والتي تمنع نمو أي نبات تحت الشجرة.



وهناك أيضاً شجرة ( *Adenostoma* ) حيث وجد في المواد التي ترشح منها عدد السموم المضادة لنمو النباتات والتي أساسها مركبات الراتنج الفينولي كما أن شجر الكينا ترشح حمض الساليسلك.

### أسطح النباتات كمصدر للنتروجين:

تنمو الطحالب والبكتيريا المثبتة للنتروجين بشكل متحد وبشكل انفرادي نلاحظ بأن العقد الموجودة في جذور البقوليات وفي نبات ( *Alnus* ) لها علاقة تكافلية مع البكتيريا المثبتة للنتروجين مما يبرز دورها الكبير في الأراضي الفقيرة ونلاحظ بأن نقص هذه البكتيريا له نتائج خطيرة على هذه الأنواع من النباتات حيث أنه قد يسبب لها التقزم وتشوه الأوراق وعدم نمو الأزهار.

### صمود الكيوتين:

إن بقاء الكيوتين يعود إلى قدرته على الصمود للأحماض، وأيضاً فإن خلاياه تقاوم الهضم في معدة الحيوانات آكلة النبات ومن الملاحظ أن الكيوتين يبقى في أحافير النباتات لملايين السنين دون أن يتغير وهذا يجعله سجلاً مهماً للنباتات. وغالباً فإن أحافير النباتات التي تحتوي على الكيوتين هي نباتات برية. أما التي تحتوي على كيوتين فهي غالباً طحالب أو أشنات.

**THE END**