

الأوراق

تنشأ الأوراق كطليعة لتشكل البراعم بغض النظر عن الحجم الكلي أو الشكل. في بعض النباتات مثل اليوكالبتوس *Eucalyptus* تظهر الأوراق الأولى بشكل مختلف عن الأوراق التي تظهر لاحقاً.

وظائف الأوراق

1. التركيب الضوئي: تلتقط الأوراق الخضراء ضوء الشمس عن طرق العملية الأكثر أهمية على سطح الأرض وهي عملية التركيب الضوئي. تتضمن هذه العملية التقاط وتخزين الطاقة في جزيئات السكر التي تشكلت من الماء وثنائي أكسيد الكربون. تعتمد كل الطاقة اللازمة للكائن الحي على التركيب الضوئي منذ بدء حياته حتى نهايتها.

2. تحتوي الأسطح السفلية للورقة (والعلوية أيضاً في بعض النباتات) ثغور صغيرة والتي تسمح بدخول غاز ثنائي أكسيد الكربون اللازم لعملية التركيب الضوئي، كما وتلعب دوراً أساسياً في إطلاق الأوكسيجين من الورقة خلال عملية التركيب الضوئي. يمكن أن ينفذ بخار الماء من الداخل الرطب لسطح الخلية عن طريق الثغور. يبرد هذا التبخر الورقة ولكن فقدان الماء بشكل كبير قد يؤدي إلى حدوث أضرار في النبات.

3. التنفس والتخلص من الفضلات: تقوم الأوراق بمهام أخرى كالتنفس. تنتج خلال عملية التنفس وخلال عمليات استقلابية أخرى فضلات. تتجمع هذه الفضلات في الأوراق ويتم التخلص منها عند سقوط الورقة. قبل سقوط الورقة من النبات تكون الأوراق مرتبطة إلى النبات في قاعدتها عند الابط. وفي الفصل القادم تستبدل الأوراق القديمة بأوراق جديدة.

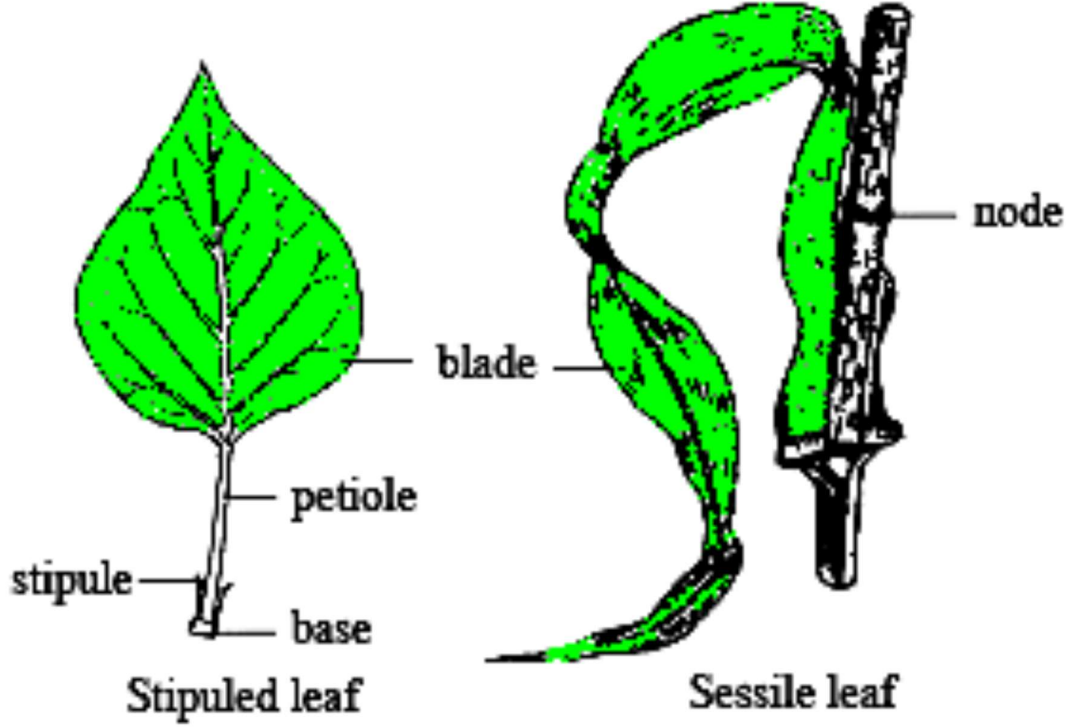
4. النتح والادماغ: تلعب الأوراق دوراً رئيسياً في حركة الماء الممتص من قبل الجذور والمنقول عبر النبات. يتبخر معظم الماء الواصل إلى الأوراق في الجو عبر عملية النتح.

توجد فتحات خاصة في بعض النباتات تدعى بالفتحات المائية وتقع في أطراف العروق في الورقة. تقوم الجذور بضغط الماء السائل خارج الفتحات المائية، ويكون ذلك عادة في الليل حيث لا يوجد عملية نتح. ويدعى فقدان الماء عبر الفتحات المائية بالإدماغ.

أجزاء الورقة

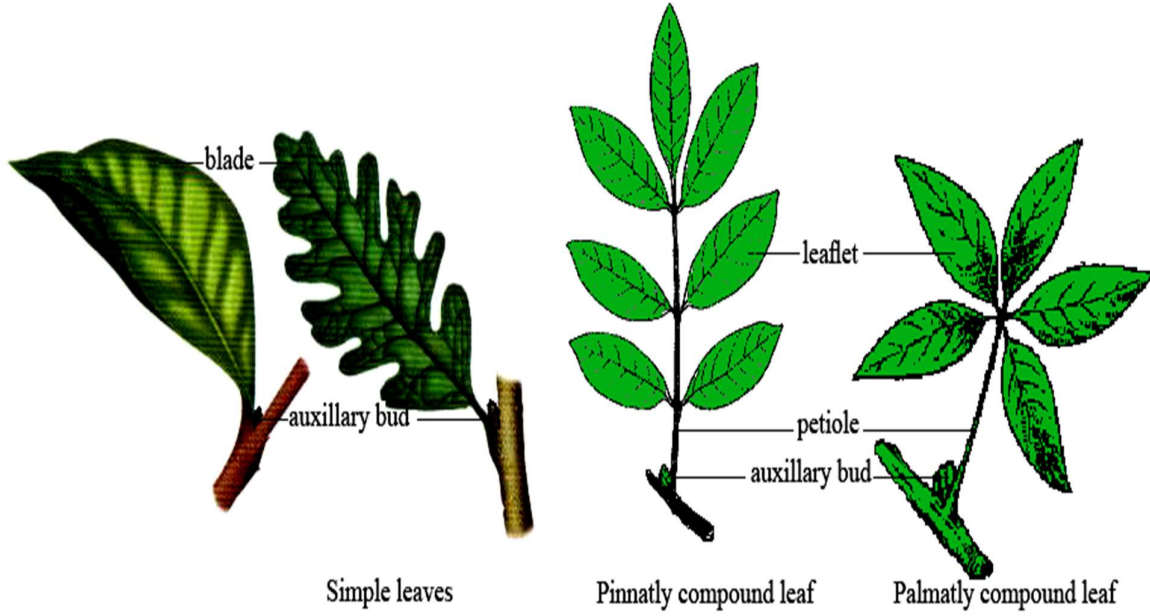
تمتلك معظم أوراق النباتات عنق ونصل مسطح ونصل تنتشر فيه شبكة من العروق. يظهر زوج من الزوائد التي تأخذ شكل الورقة أو الحراشف وتدعى بالأذينات عند قاعدة العنق. تفتقر الأوراق في بعض

الأحيان للعنق وعندما يطلق عليها اسم أوراق لاطئة. تعيش أوراق الأشجار الغير دائمة الخضرة لفصل واحد فقط وحتى تلك دائمة الخضرة من النادر أن تعمل لأكثر من سنتين أو سبع .
تمتلك كل أوراق النباتات الزهرية برعما ابطيا عند قاعدة الورقة.



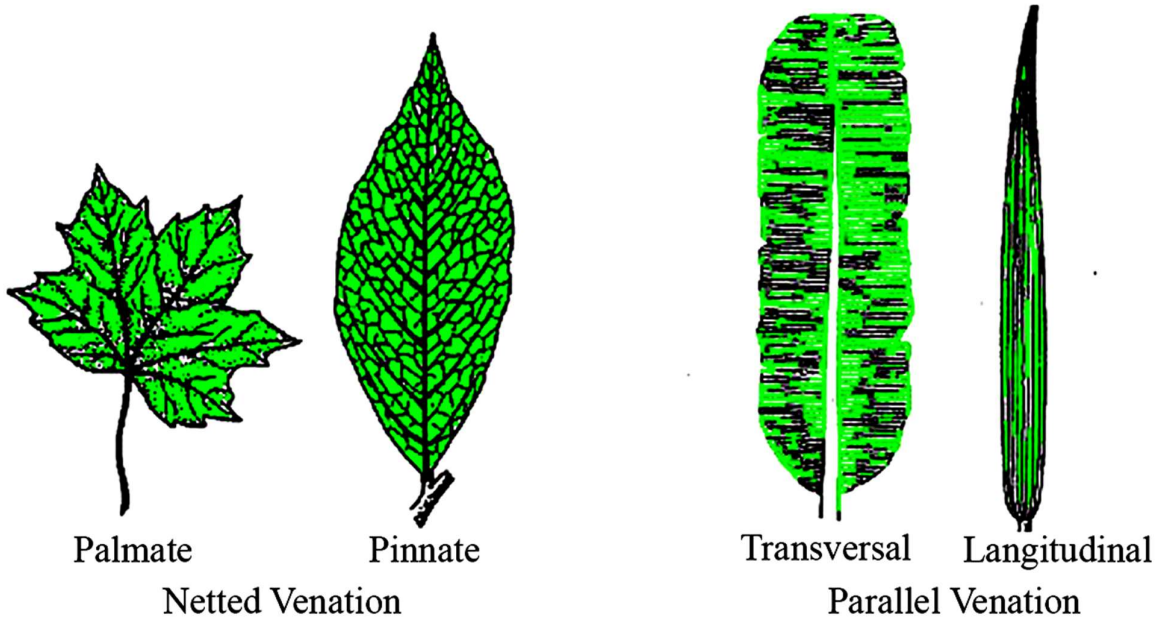
أنواع الأوراق

يمكن أن تكون الأوراق بسيطة أو مركبة. تمتلك الورقة البسيطة نصلا واحدا بينما يكون نصل الورقة المركبة مقسوما بعدة طرق إلى وريقات. وبغض النظر عن عدد الوريقات فإن الورقة المركبة تملك برعما ابطيا واحدا عند القاعدة، بينما لا تحتوي الوريقات على مثل هذه البراعم. تحتوي الأوراق المركبة ريشية الشكل على الوريقات بأزواج على طول عنق الورقة، بينما تحتوي الأوراق المركبة الخوصية الشكل على وريقات متصلة في نفس النقطة عند نهاية العنق. تقسم أحيانا وريقات الورقة المركبة ريشية الشكل بتقسيمات فرعية إلى وريقات أصغر.



تعرق الأوراق

تدعى تفرعات العروق في نصل الورقة لثنائيات الفلقة بالتفرعات الشبكية. والتي يمكن أن تكون اما ريشية أو خوصيه. في التفرعات الريشية يوجد عرق واحد أساسي يدعى العرق الوسطي وعروق ثانوية تتفرع عنه. في الأوراق الخوصية العروق تتفرع العديد من العروق الرئيسية من قاعدة النصل. تكون العروق الرئيسية متوازية في النباتات أحاديات الفلقة .

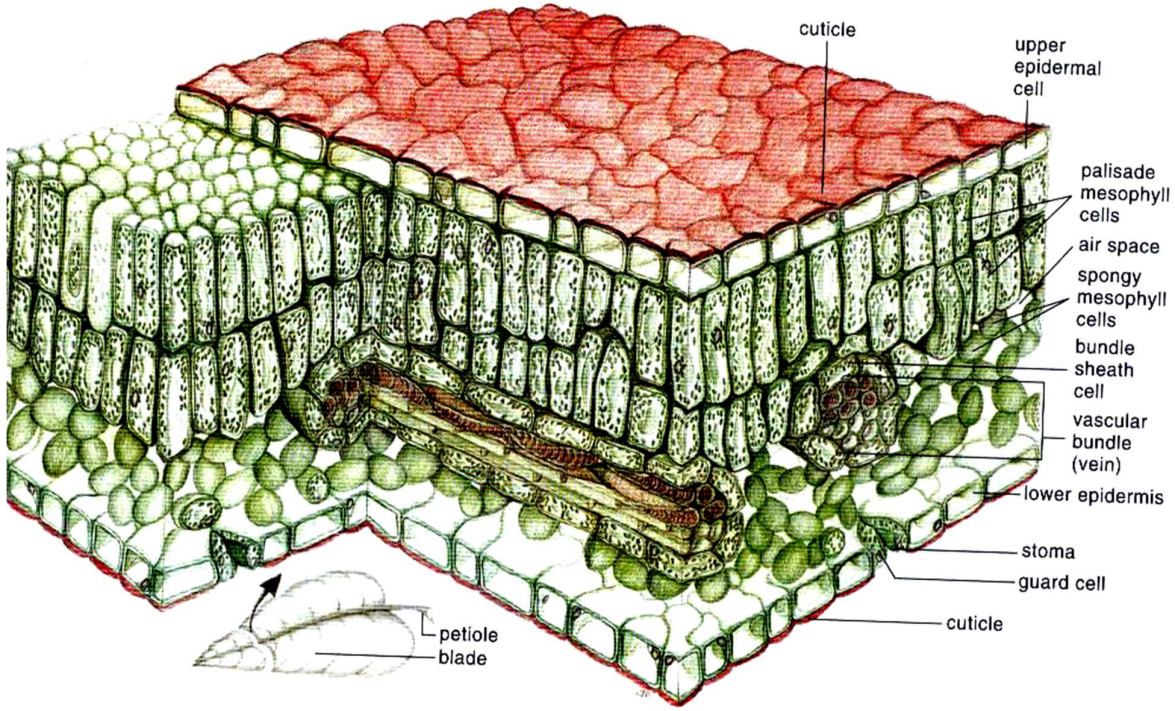


البنية الداخلية للأوراق

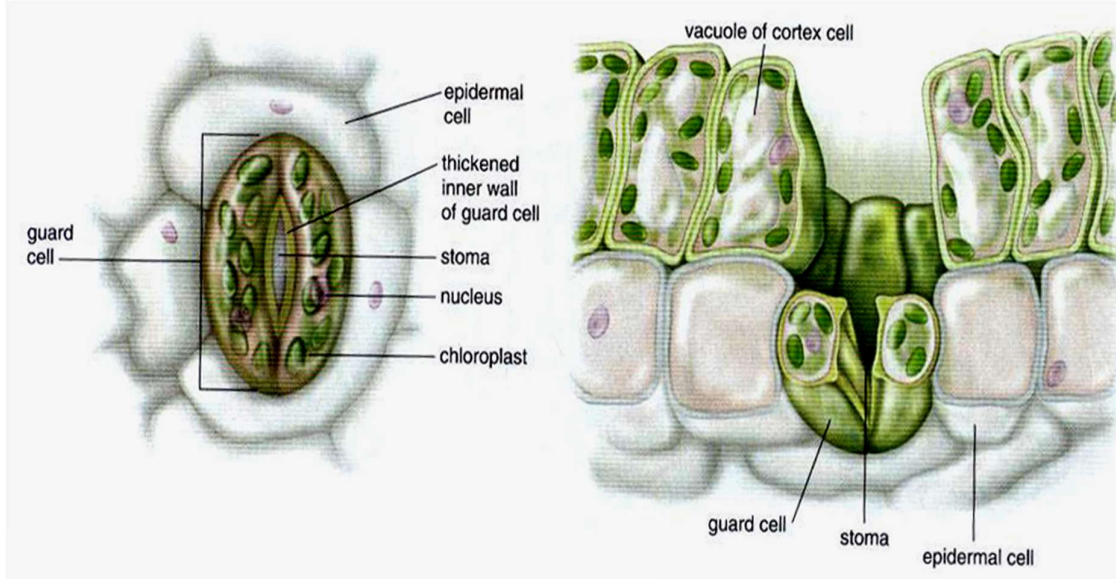
إذا تم قطع ورقة نمطية بشكل عرضي وفحصها بالمجهر سنجد 3 مناطق وهي البشرة والنسيج الوسطي، والعروق.

البشرة: وهي طبقة خلوية مفردة تغطي سطح الورقة بشكل كامل. يمكن تميز البشرة على السطح السفلي للنصل من البشرة العلوية من خلال احتوائها على عدد كبير من الثغور.

ما عدا الخلايا الحارسة لا تحتوي خلايا البشرة العلوية على الكلوروبلاست بشكل عام على اعتبار أن وظيفتها هي بشكل رئيسي حماية الأنسجة الداخلية. ويوجد غلاف شمعي للبشرة عادة.



الثغور: تشبه البشرة السفلية لمعظم النباتات البشرة العلوية بشكل عام ولكن تتميز السفلية باحتوائها على الثغور. تمتلك بعض النباتات هذه الثغور على سطحي الورقة العلوي والسفلي. يتراوح عددها من 1000 إلى 1.2 مليون ثقب بالسنتيمتر المربع على سطح الورقة. يحاط كل ثقب بخليتين حارستين للحماية على شكل حبة الفاصولياء وعادة تكون أصغر من خلايا البشرة المحيطة بها. تعد هذه الخلايا الحارسة جزء من خلايا البشرة ولكنها على خلاف باقي خلايا البشرة فهي تحوي الكلوروبلاست.



تتضمن الوظائف الرئيسية للخلايا الحارسة عملية تنظيم دخول وخروج الغازات من وإلى الورقة، وتنظيم تبخر الماء الموجود الذي امتصه الجذر. تكون جدران الخلايا الحارسة سميكة ولكنها مرنة على الجهة المجاورة للمثقب. تساعد بنية الخلايا الحارسة الفريدة على فتح وإغلاق الثغور، وذلك عند انتباجها وعدم انتباجها بسبب كميات الماء الموجودة ضمنها. عندما تنتبج الخلايا تفتح الثغور. وعندما تقل كمية الماء في الخلية يتقلص حجمها وبالتالي يغلق الثغر.

النسيج الوسطي: تحدث معظم عملية التركيب الضوئي في نسيج الورقة الوسطي بين طبقتي البشرة حيث يمكن تمييز منطقتين فيه. تتألف الطبقة المتوسطة العلوية من خلايا النسيج الوسطي بحيث تكون مرصوفة على شكل براميل عادة في صفين. تدعى هذه الطبقة بالنسيج العمادي palisade mesophyll. ويمكن أن تحوي على 80% من كلوروبلاست الورقة. وتتألف المنطقة السفلية من خلايا بارانشيمية مصفوفة بشكل غير متراص مع فسحات هوائية وفيرة بينها وتدعى بنسيج الورقة الاسفنجي وتحوي خلاياها أيضاً الكلوروبلاست.

العروق (الحزم الوعائية): تكون للعروق أحجام متفاوتة وهي موجودة بشكل عشوائي في نسيج الورقة الوسطي. تتألف الحزمة من نسيج الخشب واللحاء محاطة بستر من خلايا جدارية أكثر سماكة تدعى غمد الحزمة تعطي العروق للورقة "هيكلها العظمي". ينقل اللحاء الكربوهيدرات المصنعة في نسيج الورقة الوسطي إلى كل النبات. يتم إحضار الماء الذي يبعد عادة أكثر من 100 متر في الأرض إلى النبات عن طريق النسيج الخشبي.

لا يمكن عادة تمييز خلايا النسيج العمادي والنسيج الاسفنجي في خلايا النباتات أحادية الفلقة.

تحورات الأوراق:

تكون بعض الأوراق أو أجزاء الأوراق مختصة بوظائف جانبية، ومتغيرة في الشكل عن الأصل لدرجة انه يصعب أحياناً تمييزها على أنها أوراق عن طريق الفحص العادي.

1. الأوراق المخزنة:

للنباتات الصحراوية أوراق عسارية (وهي الأوراق المتكيفة لحفظ الماء). يتضمن التكيف من أجل حفظ الماء وجود طبقة رقيقة وضخمة من خلايا النسيج البارانشيمي الخالي من الكلوروبلاست تحت البشرة مباشرة. لا تقوم هذه الخلايا بالتركيب الضوئي وتحوي فجوات كبيرة، وتستطيع تخزين كميات كبيرة من الماء.

أن الأوراق اللحمية للبصل والزنبق ونباتات أخرى تخزن كميات كبيرة من الكربوهيدرات ويستخدمها النبات في الفصول التي لا ينمو فيها.

2. البراعم الحشفية:

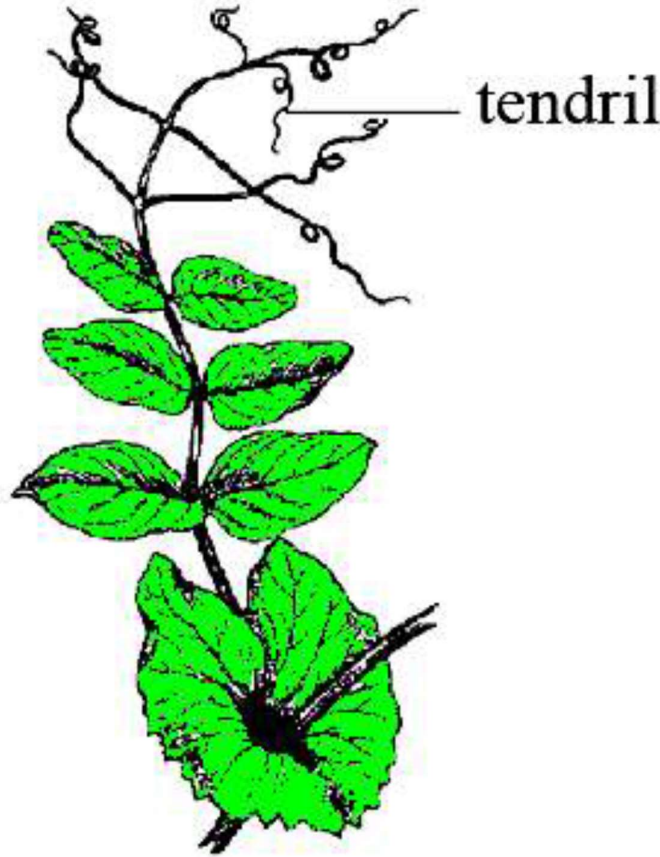
توجد أوراق أو أجزاء من الأوراق على شكل حراشف برعميه تحمي البراعم في العديد من النباتات الخشبية المعمرة. وتكون هذه الأوراق صغيرة وسميكة وفلينية البنية. وهي تتشا عادة من نصل الورقة.

3. الأشواك:

تختزل أوراق الصبار والعديد من نباتات الصحراء على شكل اشواك. وتعرف هذه الأشواك بالأوراق بسبب تموضعها على الساق ووجود براعم إبطية. يقلل تناقص سطح الأوراق وتحولها إلى أشواك من معدلات فقد المائي من قبل النبات وحمايته من الحيوانات العاشبة. تحدث عملية التركيب الضوئي في هذه النباتات الصحراوية في السيقان الخضراء.

4. المحاليق:

توجد العديد من النباتات التي تأخذ أوراقها شكل المحاليق. تساعد هذه الأوراق المعدلة على هيئة محاليق في التفاف النباتات على سطح قاس يساعد في التسلق ويدعم السوق الضعيفة. تكون أوراق البازلاء مركبة وأطراف الوريقات تتقلص لتصبح على هيئة محاليق حساسة للمس



5. الأوراق صائدة الحشرات:

تمتلك حوالي 200 نوع من النباتات الزهرية أوراقاً صائدة للحشرات عالية التخصص. تنمو هذه النباتات في المستنقعات في المناطق الاستوائية والمناطق المعتدلة. ينقص في هذه البيئات النتروجين من التربة، وقد يوجد بأشكال لا تتوفر للنباتات. يتوفر النتروجين عندما يتم التقاط الجزء الطري من الحشرة أو الكائنات الصغيرة وهضمه من خلال أوراق متخصصة تقوم بتفكيكها. تمتلك جميع هذه النباتات الكلوروفيل وتستطيع أن تصنع غذائها بنفسها. وقد تم اثبات أن هذه النباتات تستطيع أن تنمو بشكل طبيعي بدون الحشرات إذا تم اعطاؤهم الغذاء الكافي. تمتلك هذه النباتات ثلاث آليات لاصطياد الحشرات.

نبات الجرة: تمتلك هذه النباتات أنصلاً عادية. تأخذ أوراق النباتات أشكالاً تشبه المظلة أو الجرة عند أطراف الأوراق.

وتمتلك هذه النباتات غددا تفرز للرحيق. يجذب العطر الخاص الذي تفرزه هذه الغدد الحشرات والتي تقع في السائل المائي أثناء بحثها عن الطعام. عندما تحاول الحشرة التسلق للخارج فأنها تجد جدران النبات مصقولة وتسبب التزحلق. لا تستطيع معظم الحشرات التسلق إلى الخارج وحتى إذا استطاعت فأنها تواجه حاجزا من الأشواك قرب الحافة العلوية. تغرق الحشرات وتقوم النباتات بهضم الجزء الطري منها من خلال انزيمات تفرزها الغدد الموجودة في نهاية الأوراق.



نبات الندى الشمسي (الدروسيरा): يتراوح قطر هذه النباتات ما بين 2.5 إلى 5.0 سم. تغطي الأوراق البيضوية بأكثر من 200 شعيرة غديه والتي تبدو كعصا مصغرة. يوجد سائل لامع وصاف ولزج يحتوي على الانزيمات الهاضمة في طرف كل شعيرة.

عندما تلمع قطرات السائل في الشمس فإنها تجذب الحشرات حيث تلتصق هذه الحشرات. تكون هذه الشعيرات عالية الحساسية للاحتكاك وتنطوي للداخل لتحيط بأي حشرة موجودة خلال بضع دقائق. تفكك الانزيمات الهاضمة الجزء الطري من الحشرة، وبعد إتمام عملية الهضم في بضع أيام تقوم الشعيرات الغدية بالعودة إلى وضعها الطبيعي. إذا تم التقاط كتل غير حية في هذا السائل اللزج فإن الشعيرات تستجيب بشكل ضعيف لأنها تستطيع التمييز بين البروتين والأجسام القابلة للأكل. يطعم بعض مالكي زهرة ندى الشمس أزهارهم قطع هامبرغر صغيرة بشكل منتظم وبياض البيض. وتستخدم هذه الزهرة في البرتغال للتخلص من الحشرات في المنزل.



نبات الزهرة صائدة الحشرات (الديونيا): تقسم ورقة هذا النبات إلى نصفين يبدوان معلقان على العرق الأوسط بواسطة نتوءات شعرية قاسية على طول الحواف. يوجد ثلاث شعيرات صغيرة على السطح الداخلي لكل نصف. إذا لمست الحشرة إحدى الشعيرات فإن نصفي الورقة تطبقان على بعضهما بشكل مفاجئ محتجزة الحشرة. إذا حاولت الحشرة المقاومة ازدادت قوة إطباق نصفي الورقة. تقوم الورقة بإفراز انزيمات هاضمة تحلل جسم الحشرة، ثم تقوم الورقة بامتصاصها. بعد إكمال عملية الهضم يفتح الفخ مرة ثانية جاهزاً لإعادة العملية. لا تغلق أوراق هذا النبات إذا وضعت عليها فتات من التراب التي يمكن أن تسقط عليها بالخطأ لأن المواد غير الحية لا تنبث الشعيرات.



التغير السنوي في لون الأوراق

تأخذ النباتات غير دائمة الخضرة في الخريف ألوان عديدة قبل أن تفقد أوراقها في فصل الخريف. تحتوي الصانعات الخضراء في الأوراق المعمرة على مجموعة أنواع من الصبغات مثل اليخضور والكاروتينات والتي تعطي اللون الأصفر الشاحب وصبغات الزانثوفيلات. يلعب كل من هذه الصبغات دوراً هاماً في عملية التركيب الضوئي. تكون عادة كمية الكلوروفيل أكثر من باقي الصبغات، ويطغى عادة اللون الأخضر للكلوروفيل على صبغات الكاروتين والزانثوفيل. يتفكك الكلوروفيل في الربيع وتظهر ألوان أخرى معطية الأوراق ألوانها الصفراء.

الأهمية الاقتصادية للأوراق:

الغذاء: يستخدم الإنسان أوراق النباتات للغذاء مثل الملفوف والخس والسبانخ. كما يتم الحصول على العديد من التوابل من أوراق بعض النباتات مثل الزعتر والطرخون والنعناع والريحان والغار. كما تستخدم أوراق مختلفة للحصول على أنواع كثيرة من الشاي.

الصناعة: يمكن استخراج العديد من الصبغات من النباتات مثل الصباغ الأصفر من عنب الدب والصباغ الأحمر من الحنة والأزرق الفاتح من الرماد. كما يتم صناعة العديد من ألياف الحبال ويستخرج من نبات الأغاف حوالي 80% من خيوط الحبال عالمياً.

تستخرج أنواع عديدة من المبيدات الحشرية من النباتات أيضاً مثل مادة الروتينون ومادة مشتقة من النيكوتين من نباتات استوائية. يمتلك نبات الصرصور المكسيكي أوراقاً لديها فعالية عالية في قتل الصراصير والبراغيث والقمل إذا تم تجفيفها. وجدت الدراسات بأن مستخلصات أوراق شجرة النيم تقضي على حوالي 100 نوع من الحشرات.

المنتجات الصيدلانية: يتم استخراج عقار الاتروبين حالياً من نبات أوروبى سام يدعى بيلادونا. يستخدم هذا العقار في علاج الصدمات والتخدير الموضعي ولإبطاء الإفرازات أثناء الجراحة. يستخدم عقار السكوبولامين المستخلص أيضاً من نبات البيلادونا في صناعة المهدئات والعقاقير المنومة.

يستخرج عقار ديجيتال من نبات كف الثعلب الأوروبى حيث لازال يستخدم منذ قرون في تنظيم دوران الدم وضربات القلب.

تستخدم عصارة الصبار Aloe vera في علاج الحروق ومن ضمنها الحروق بأجهزة أشعة اكس. يعد التبغ أحد أكثر الأوراق النباتية استخداماً حيث يصنع منه السجائر. أظهر التدخين ومضغ التبغ زيادة في حالات الأمراض القلبية والفموية وسرطان البلعوم عند كثير من الأشخاص.

