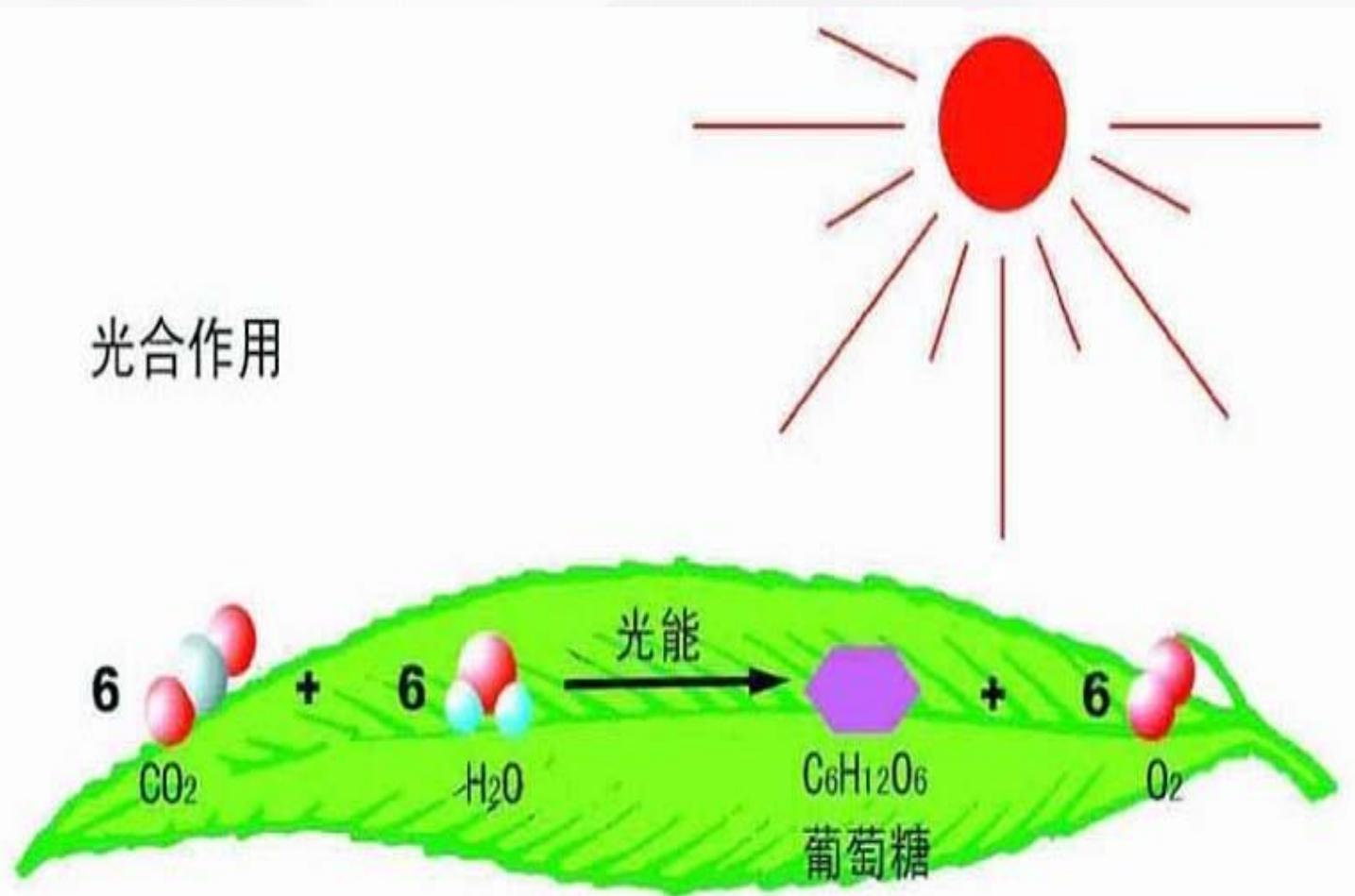


植物形态建成——叶

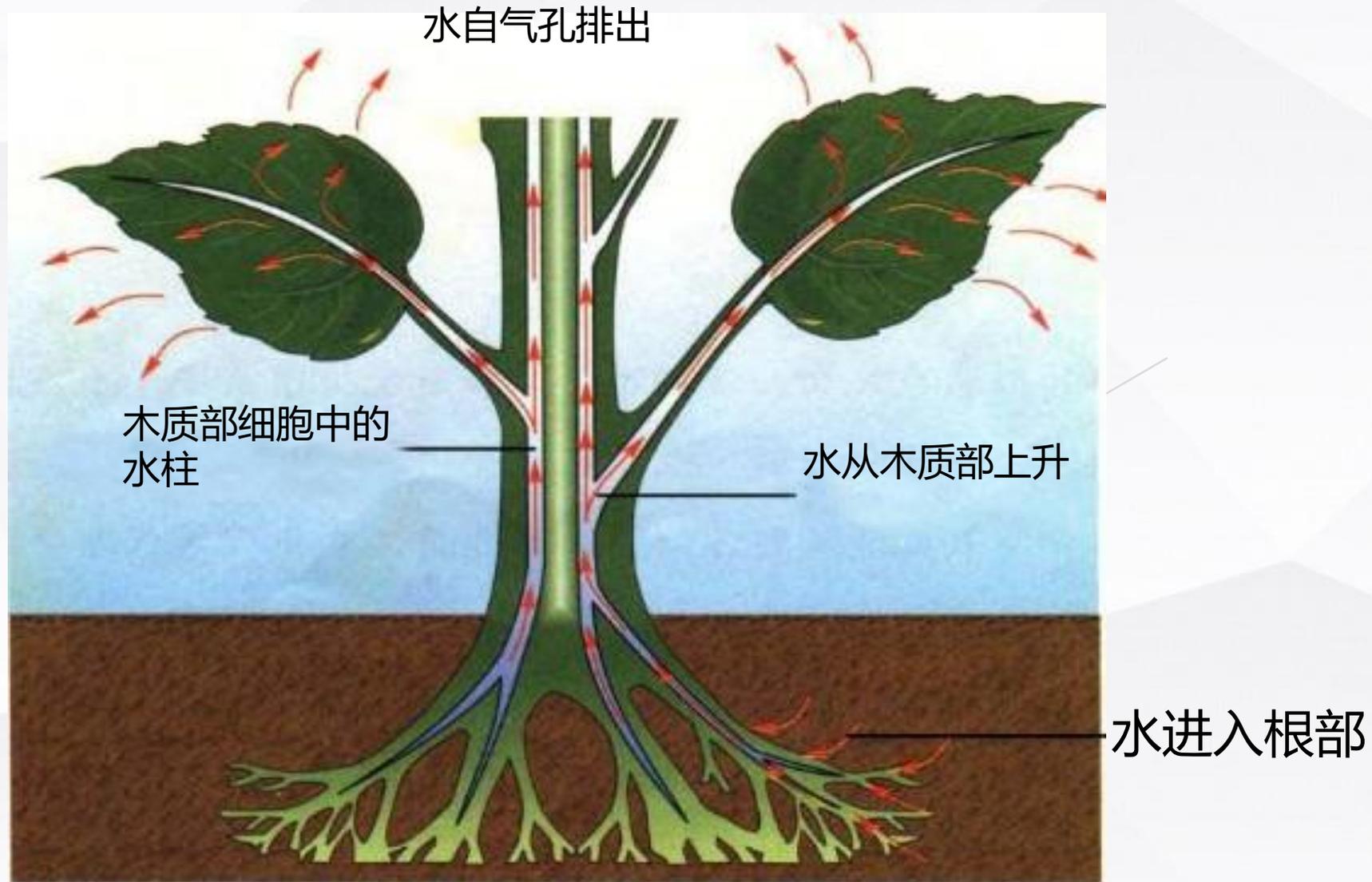
光合作用

光合作用



人工树叶

蒸腾作用



3.1 叶的生理功能

- 1、光合作用、
- 2、蒸腾作用
- 3、吸收能力、
- 4、特殊功能（特化）

繁殖能力：少数植物，如落地生根、秋海棠等的叶有繁殖能力，叶表面产生芽体或叶本身可摘取进行繁殖

攀缘能力：豌豆小叶变为卷须，有攀缘能力

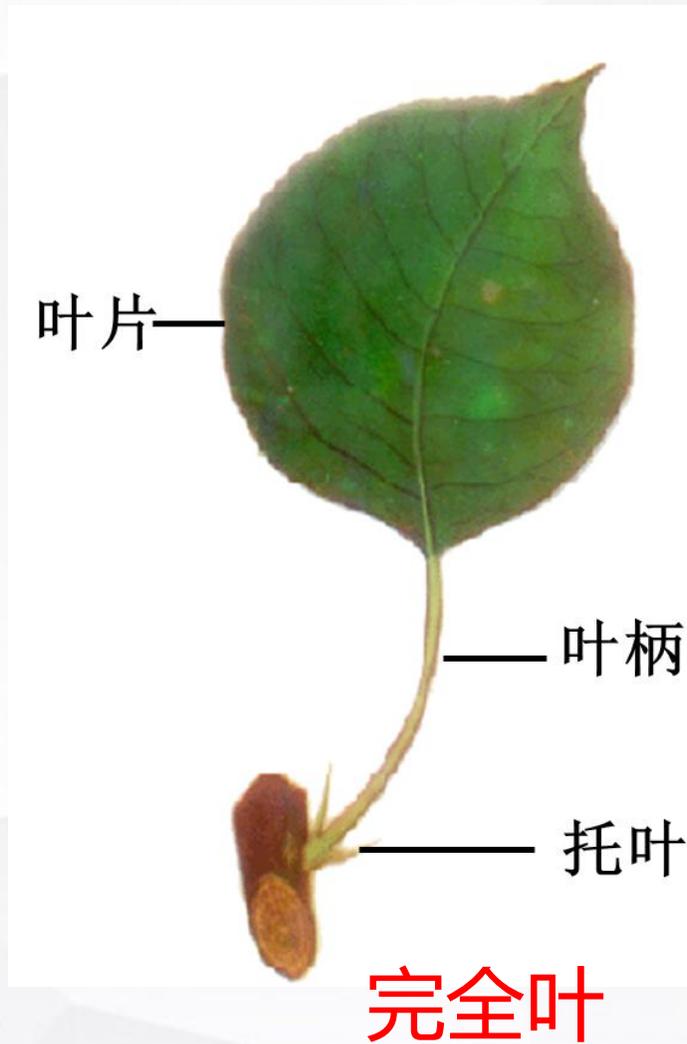
贮藏作用：洋葱、百合的鳞叶肥厚，成为贮藏器官

保护结构：有的植物的叶变为保护结构，如鳞叶、叶刺等

捕捉器官：食虫植物的叶变成适宜捕捉与消化昆虫的捕捉器

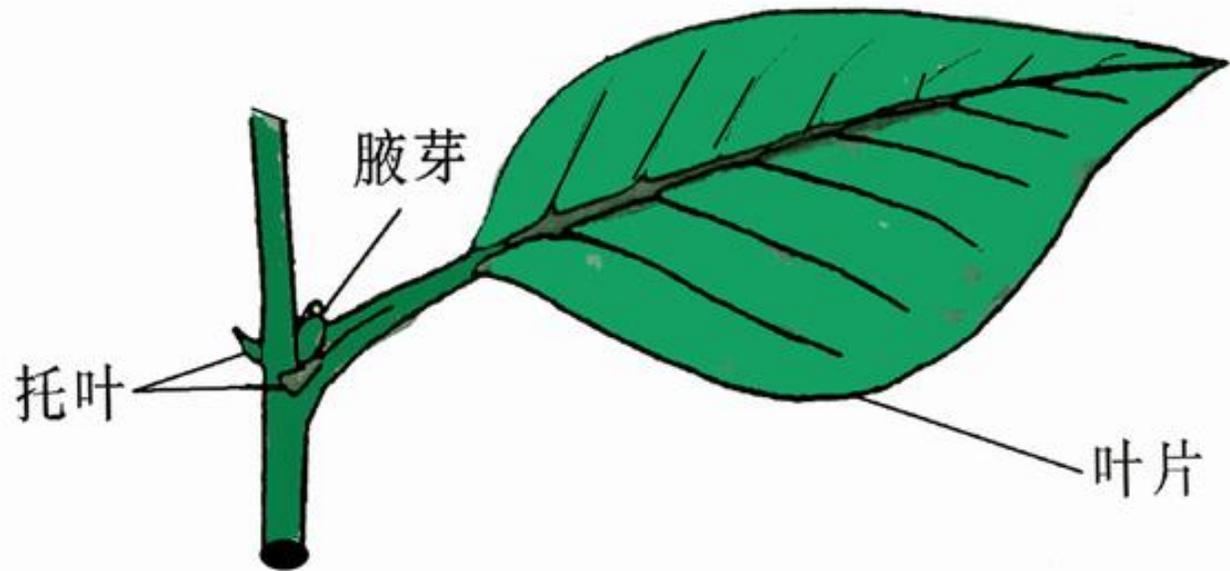
3.2 叶的组成和形态

□ 叶的组成



植物的叶一般由**叶片**、**叶柄**和**托叶**三部分组成：

- **叶片**：是叶的**主要部分**，典型的叶片是绿色扁平体。
- **叶柄**：连接叶片着生于茎上。
- **托叶**：生于叶柄的两侧，形状、大小随植物种类而不同。



完全叶： 由叶片、叶柄和托叶三部分组成的叶

不完全叶： 缺少任何一部分或两部分的叶





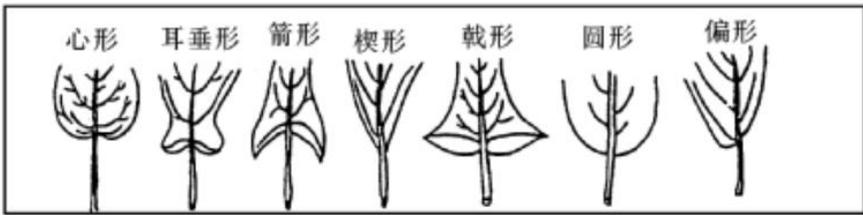
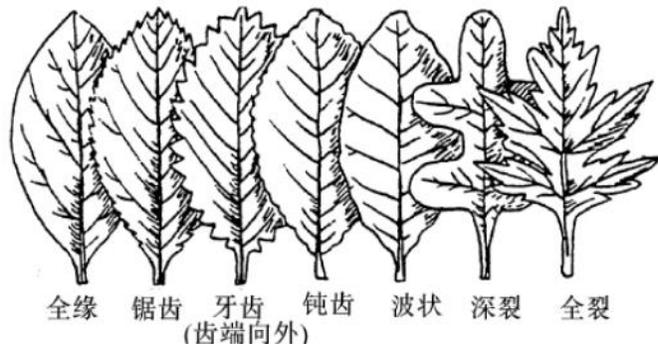
植物中缺叶片的叶较少见，但如**台湾相思** (*Acacia confusa*), 除**幼苗期**外，全树的叶不具叶片，只有扩展成叶片状的**叶柄**，这种叶柄称为**叶状柄**(phyllode)。

叶的形态



叶片

- 叶形
- 叶缘
- 叶尖
- 叶基



	长宽相等 (或长比宽 大得很少)	长是宽的 $1\frac{1}{2}$ -2倍	长是宽的 3-4倍	长是宽的 5倍以上
最宽处 近叶的 基部	阔卵形 	卵形 	披针形 	线形
	圆形 	阔椭圆形 	长椭圆形 	剑形
最宽处 在叶的 中部	倒阔卵形 	倒卵形 	倒披针形 	
最宽处 在叶的 先端	倒阔卵形 	倒卵形 	倒披针形 	

	掌状	羽状
全裂的 达基部	 木薯	 马铃薯
深裂的 深于半 个叶片 的一半	 蓖麻	 蒲公英
浅裂的 不到半 个叶片 的一半	 梅花	 油菜

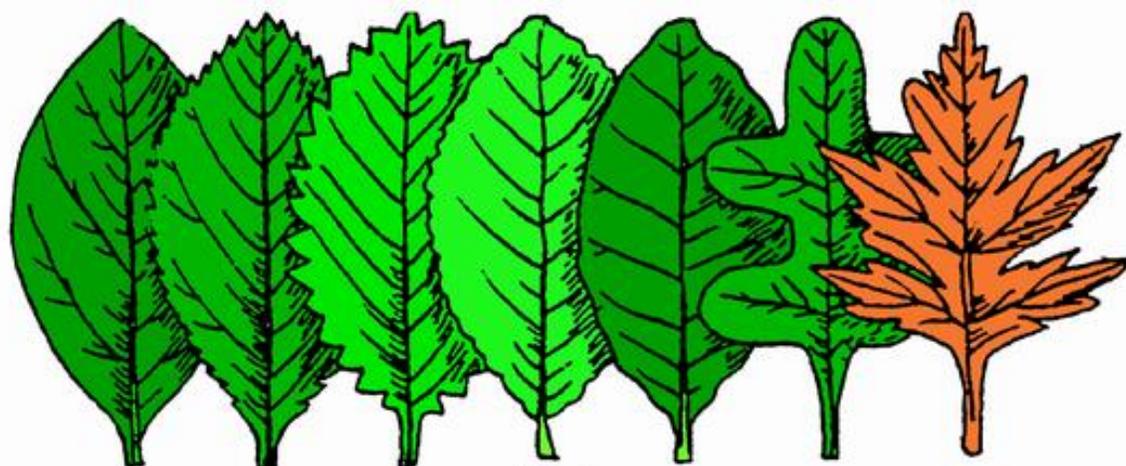
(1) 叶形:

线形、披针形、椭圆形、卵形、菱形、
心形、肾形等。还常用“长”、“广”、
“倒”加以形容。

其他形状如圆形、扇形、三角形、剑形
等。

凡叶柄着生在叶片背面的中央或边缘内，
均称其为盾形叶 (peltate leaf)。

		长宽相等 (或长比宽 大得很少)	长是宽的 $1\frac{1}{2}$ ~2倍	长是宽的 3~4倍	长是宽的 5倍以上
叶全形分	最宽处 近叶的 基部	阔卵形 	卵形 	披针形 	线形 
	最宽处 在叶的 中部	圆形 	阔椭圆形 	长椭圆形 	剑形 
	最宽处 在叶的 先端	倒阔卵形 	倒卵形 	倒披针形 	



全缘 锯齿 牙齿 (齿端向外) 钝齿 波状 深裂 全裂

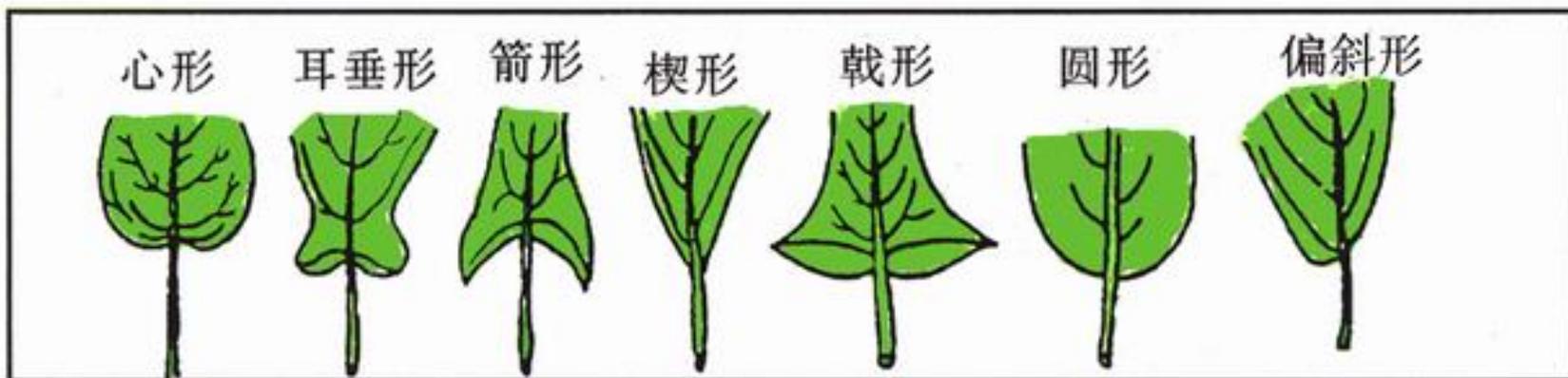
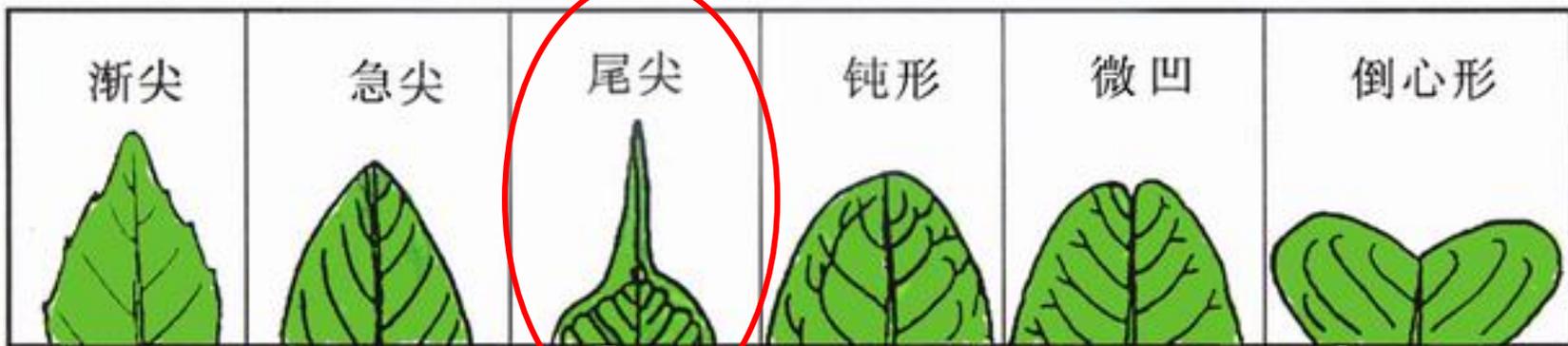
(2) 叶缘:

全缘; 波状; 齿状

缺刻: 羽状缺刻和掌状缺刻

依裂入的深浅可分浅裂、深裂、全裂三种。

	掌状	羽状
全裂的 达基部	<p>全裂的 木薯</p>	<p>马铃薯</p>
深裂的 深于半 个叶片 宽度 的一半	<p>深裂的 蓖麻</p>	<p>蒲公英</p>
浅裂的 不到半 个叶片 宽度 的一半	<p>浅裂的 棉花</p>	<p>油菜</p>



(3) **叶尖:**

渐尖; 急尖; 钝形; 骤尖; 截形; 短尖; 微凹; 微缺; 倒心形等。

(4) **叶基:**

心形; 耳垂形; 箭形; 楔形; 戟形; 偏斜形等。

□ 脉序

叶脉在叶片上的分布规律称为**脉序** (venation)。

脉序主要有三种类型：

● 平行脉

- 直出脉或直出平行脉
- 侧出脉或侧出平行脉
- 射出脉或辐射平行脉
- 弧形脉或弧状平行脉

● 网状脉

- 羽状网脉
- 掌状网脉

单子叶植物无论是平行脉序或网状脉序，其叶脉末梢都是连结在一起的，**没有自由的末梢**。

● 叉状脉



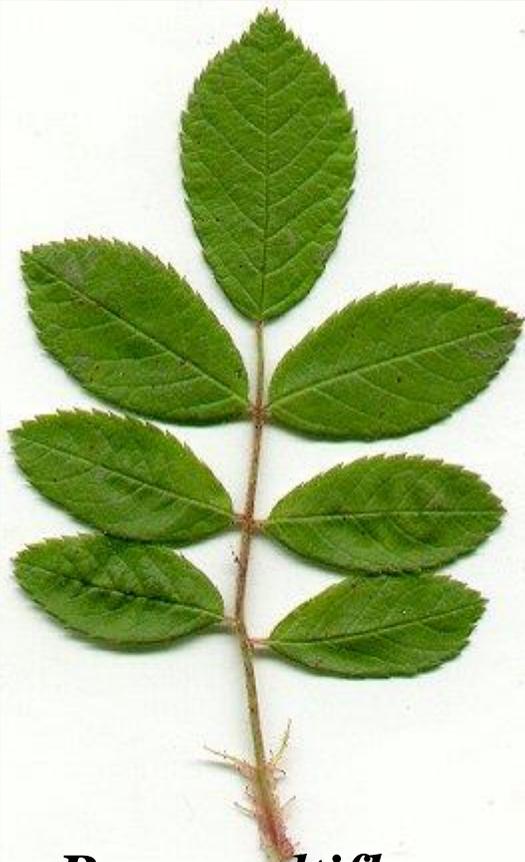
□ 单叶与复叶



Viola striata 堇菜 *Rosa rugosa* 玫瑰

复叶的叶柄称为**叶轴** (rachis)或**总叶柄** (common petiole), 叶轴上着生的许多叶称为**小叶**(leaflet) 小叶的叶柄称为**小叶柄** (petiolule)。

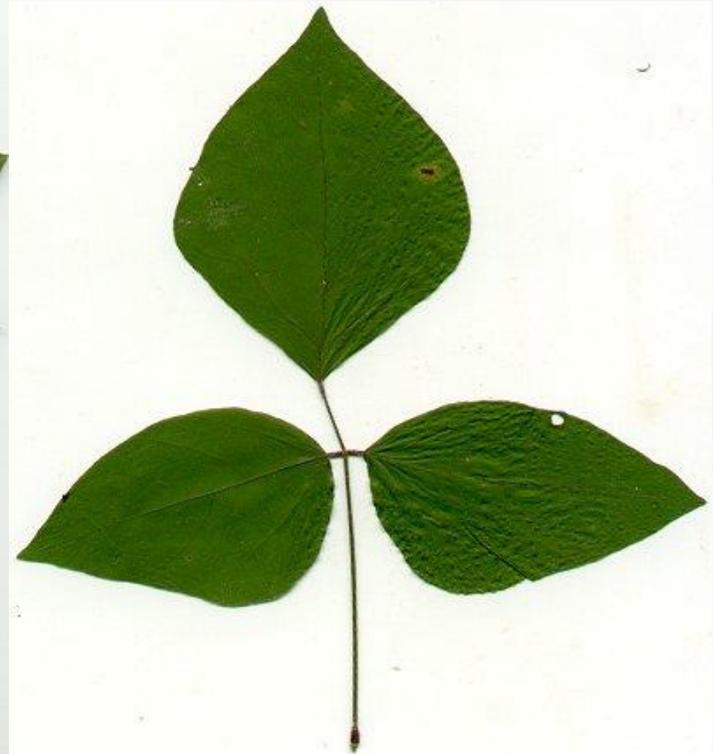
在一个叶柄上生有一个叶片的叶称为**单叶** (simple leaf)
生有多个小叶片的叶称为**复叶** (compound leaf)。



Rosa multiflora
野蔷薇



Lupinus 羽扇豆属



Desmodium pauciflorum
山蚂蝗

根据小叶排列方式的不同，复叶又分为：
羽状复叶 (pinnately compound leaf)
掌状复叶 (palmately compound leaf)
三出复叶 (ternately compound leaf)



Mahonia aquifolium
十大功劳



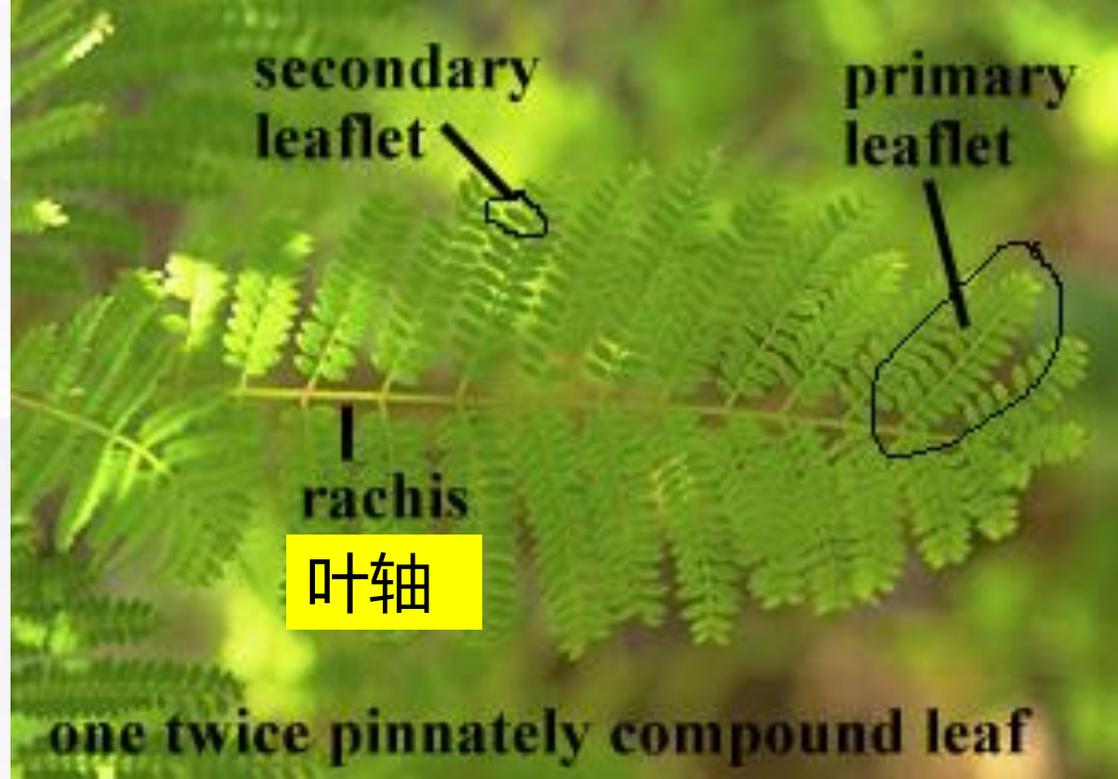
Vicia sativa
救荒野豌豆

羽状复叶：是小叶排列于叶轴的两侧成羽毛状。

依小叶数目不同，羽状复叶又分为：

奇数羽状复叶 (odd pinnately compound leaf)

偶数羽状复叶 (even pinnately compound leaf)



羽状复叶因叶轴分枝

与否，再分为

一回羽状复叶

二回羽状复叶

三回羽状复叶

多回羽状复叶

一回羽状复叶 (simple pinnate leaf)，即叶轴不分枝，小叶直接生在叶轴两侧，如花生、刺槐；

二回羽状复叶 (bipinnate leaf)，是叶轴分枝一次，再生小叶，如合欢、云实；

三回羽状复叶 (tripinnate leaf)，是叶轴分枝二次，再生小叶，如南天竹；

多回羽状复叶是叶轴多次分枝，再生小叶。

单身复叶



单身复叶 (unifoliate compound leaf): 还有一种形态特殊的复叶，外形像单叶，是三出复叶两个侧生小叶退化。

总叶轴与顶生小叶连接处有**关节**，如**柑桔**、**橙**的叶。

单叶与复叶的区别

单叶与复叶**不易区分**，可从几个方面来鉴别：

- ①单叶的**叶腋处有腋芽**，复叶的小叶叶腋处无腋芽；
- ②单叶所着生的**小枝顶端具芽**，复叶的叶轴顶端没有芽；
- ③单叶在小枝上排成各种**叶序**，复叶叶轴上的小叶与叶轴成一平面；
- ④**落叶时**，单叶**叶片与叶柄同时脱落**，而复叶常为小叶先落，叶轴后落；
- ⑤单叶**叶柄基部有托叶**(有托叶的类型)，复叶的小叶柄处常无托叶。

□ 叶序与叶镶嵌

(1) 叶序 (phyllotaxy)

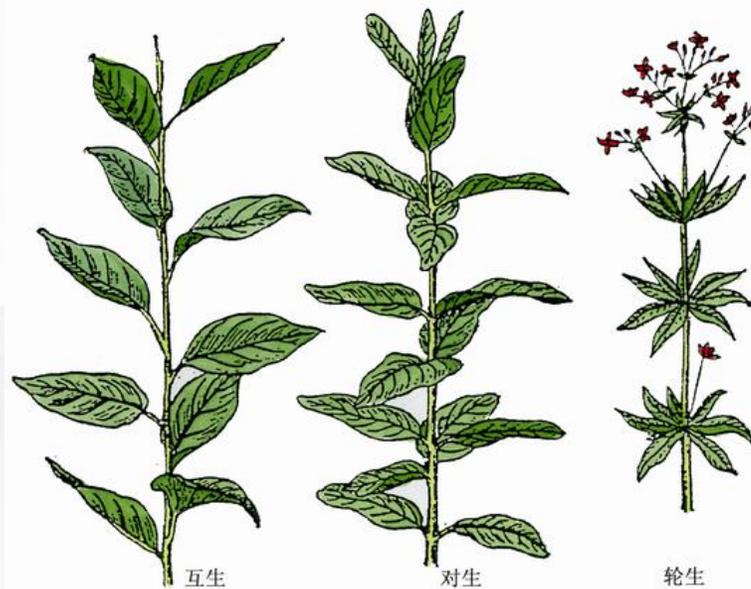
叶在茎上的排列方式称为叶序。

叶序有三种基本类型：

- ◆ 互生 (alternate)
- ◆ 对生 (opposite)
- ◆ 轮生 (whorled)

簇生叶序 (fascicled phyllotaxy)

叶基生



互生叶序



白杨

互生叶序：每节上只生一叶，交互而生，叶成**螺旋状**排列在茎上。

如果任意取一个节上的叶为起点，螺旋而上，直到上方另一叶(即终点叶)与起点叶相遇为止，也就是在同一垂直线上，上下两个叶的着生点相互重合，这时两叶间的螺旋距离叫做**叶序周** (cycle)。

对生叶序



茜草科：钩藤

对生叶序：每节上**生两叶**，**相对排列**，如丁香、薄荷、石竹等。

在对生叶序中，下一节的对生叶与上一节的对生叶交叉成**垂直方向**的，称为**交互对生** (decussate)，如茜草。

轮生叶序



夹竹桃科：海芒果

轮生叶序：每节上生
三叶或三叶以上，排
成轮状。

如夹竹桃、百合、梓
树等。

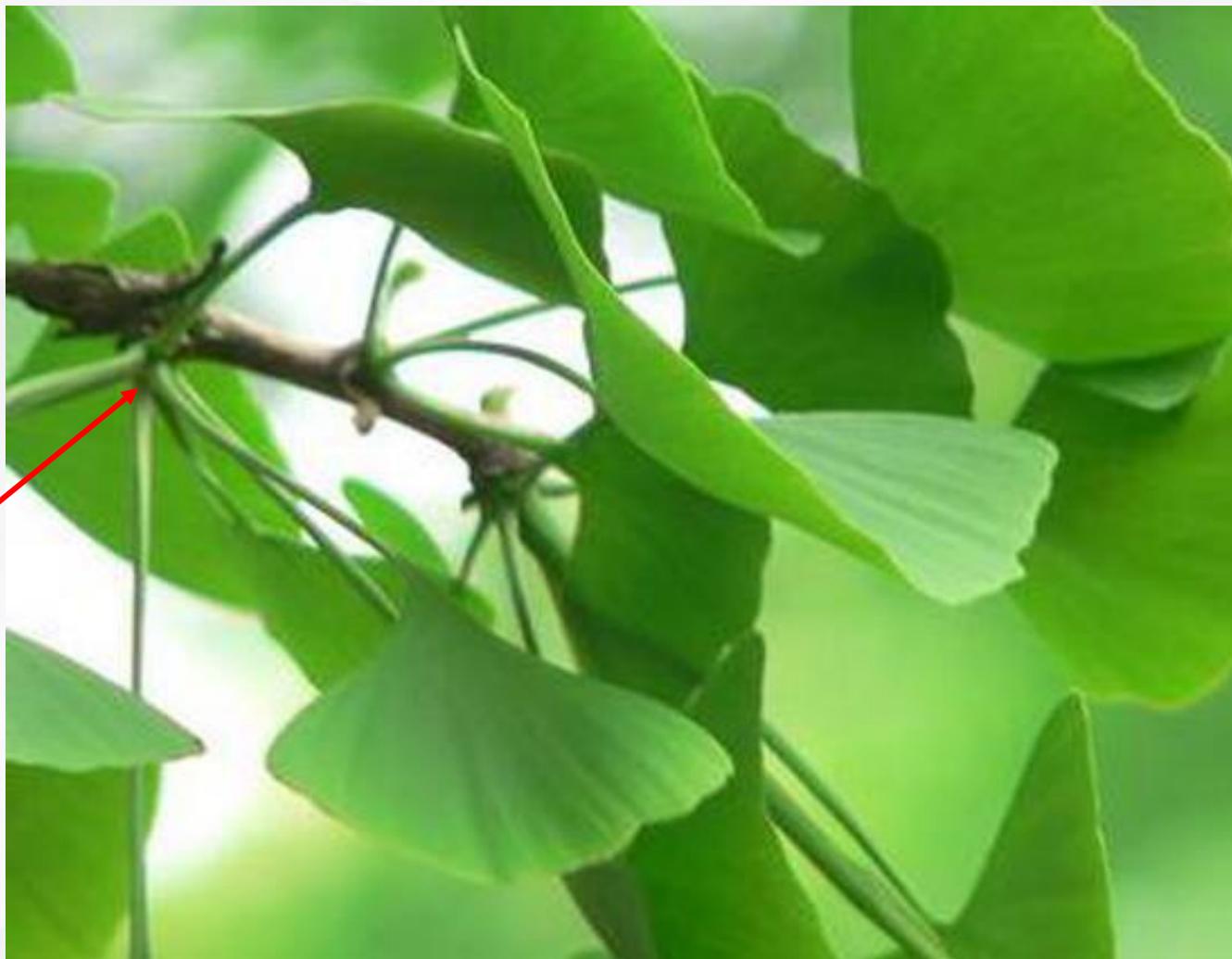
簇生叶序



落叶松属

簇生叶序：尚有枝的节间短缩密接，叶在短枝上成簇生出。

如银杏、枸杞、落叶松等。



Ginkgo biloba L.

银杏

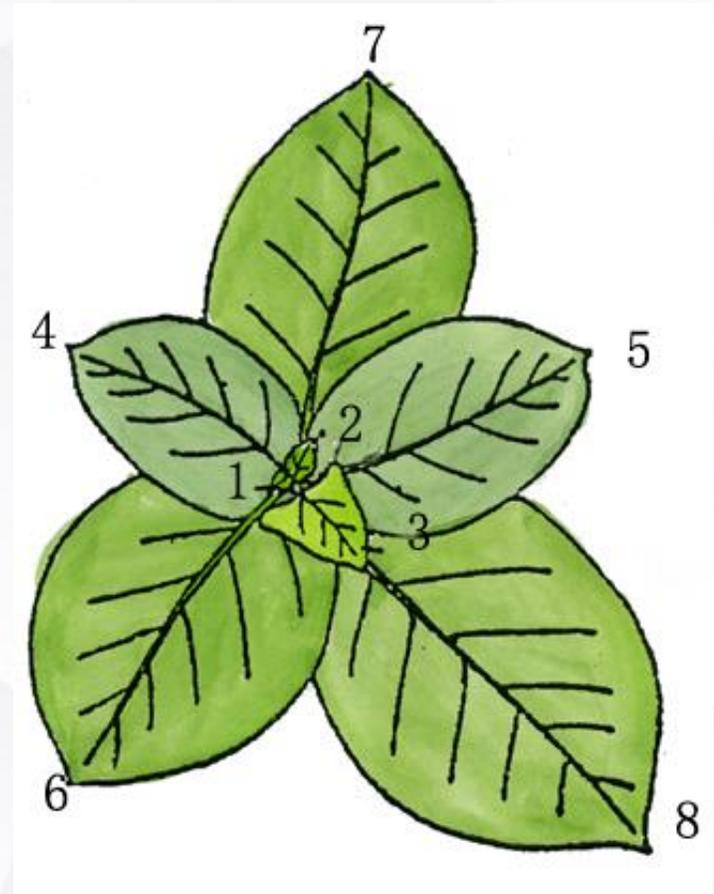
(2) 叶镶嵌

叶镶嵌 (leaf mosaic):

叶在茎上的排列，不论是互生、对生还是轮生，相邻两节的叶总是**不相重叠而成镶嵌态**。

枝条**上部叶的叶柄较短，下部叶的叶柄较长**，同时各节叶着生的**方向不同**，使同一枝条上的叶**不致互相遮盖**，称为叶镶嵌。

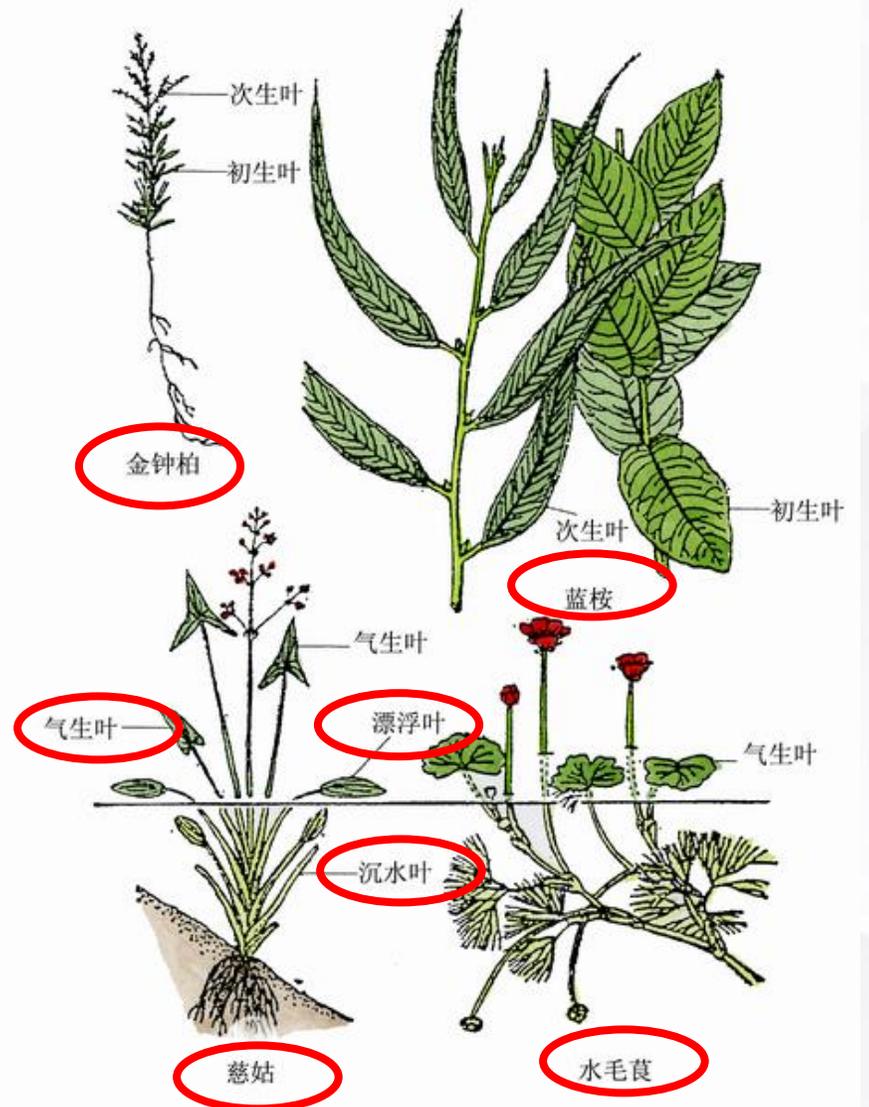
如爬山虎、常春藤、车前的叶片。



□ 异形叶性

一种植物具有一定形状的叶，但有些植物在一个植株上具有**明显不同**形状的叶，称为**异形叶性** (heterophylly)。

- **进化的**异形叶性：与**发育年龄**有关
- **生态的**异形叶性：由**生态环境**引起



□ 叶质与叶色

□ 叶质

厚革质、革质、薄革质；
厚纸质、纸质、薄纸质；
肉质。

□ 叶色

上表面亮绿、深绿、淡绿；
背面褐色、灰色、红色、紫色、蓝色等。

□ 禾本科植物的叶的组成和形态

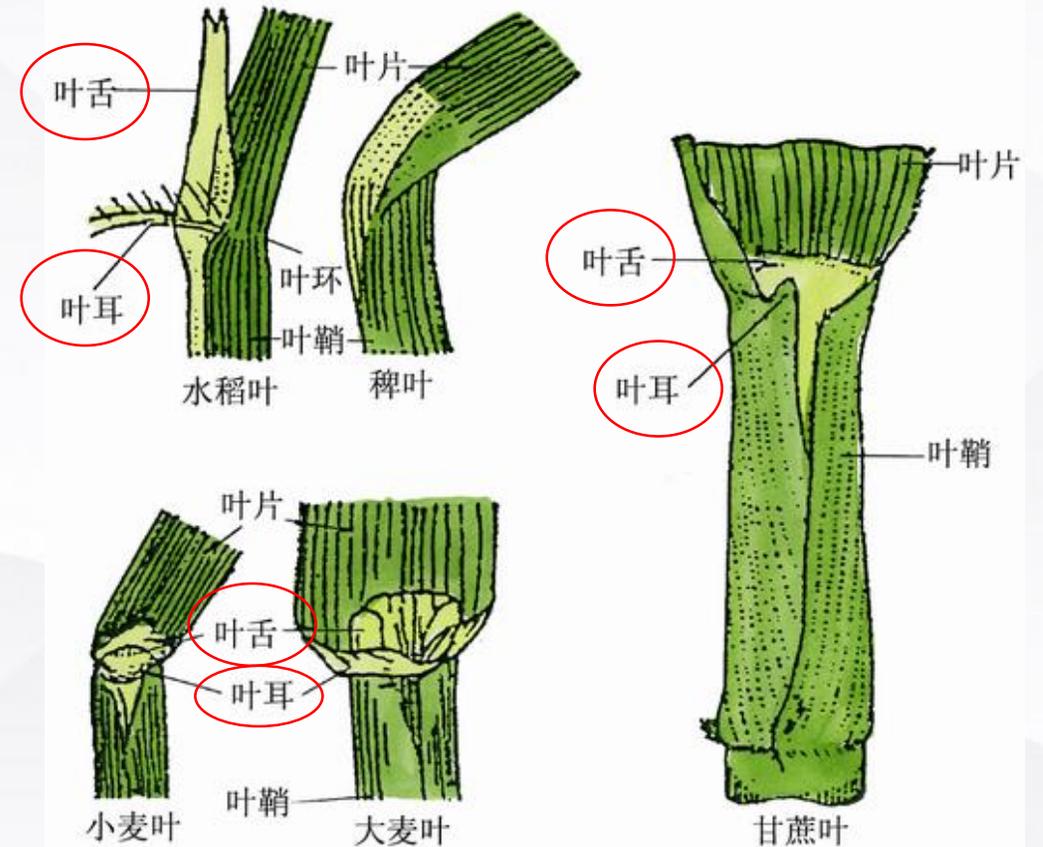
禾本科植物的叶片由叶片和叶鞘组成。

叶片条形，具平行脉，叶鞘抱茎，一侧开裂。



叶片与叶鞘交界处的外侧呈环状的部分称为**叶环**，交界处的内侧常有**叶舌**和**叶耳**。

叶片和叶鞘相接处有**叶舌** (ligule)。
有的种类叶鞘上端的两侧与叶片相接处，**突出成叶耳** (auricle)。



3.3 叶的起源和发育 (了解)



叶由**叶原基**发育形成。

叶原基发生于**茎尖生长锥的侧面**，一般由表面的几层细胞分裂形成最初的**突起**，接着向长、宽、厚三个方向生长。这种起源方式称为**外起源**。

3.2 叶的发生与叶片的发育（了解）

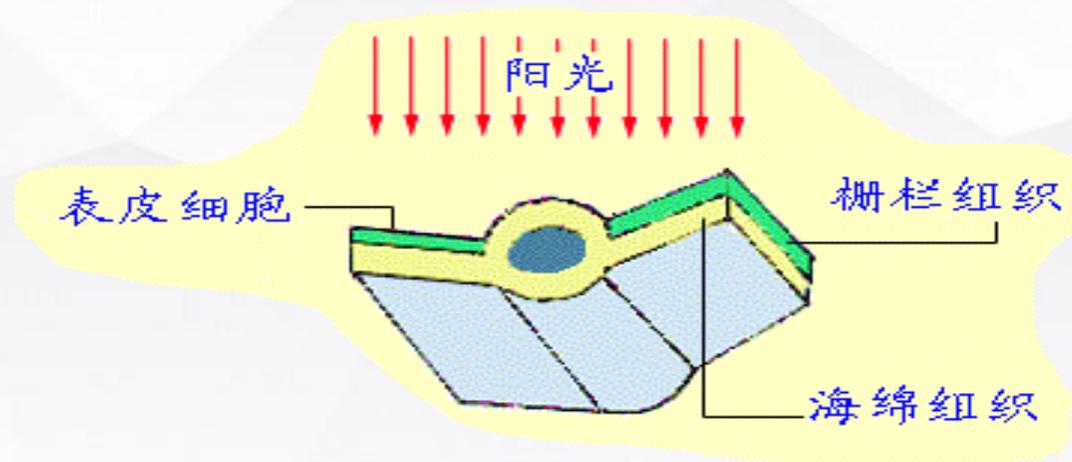
叶原基形成后，接着
下部发育为托叶，
上部发育为叶片与叶柄。



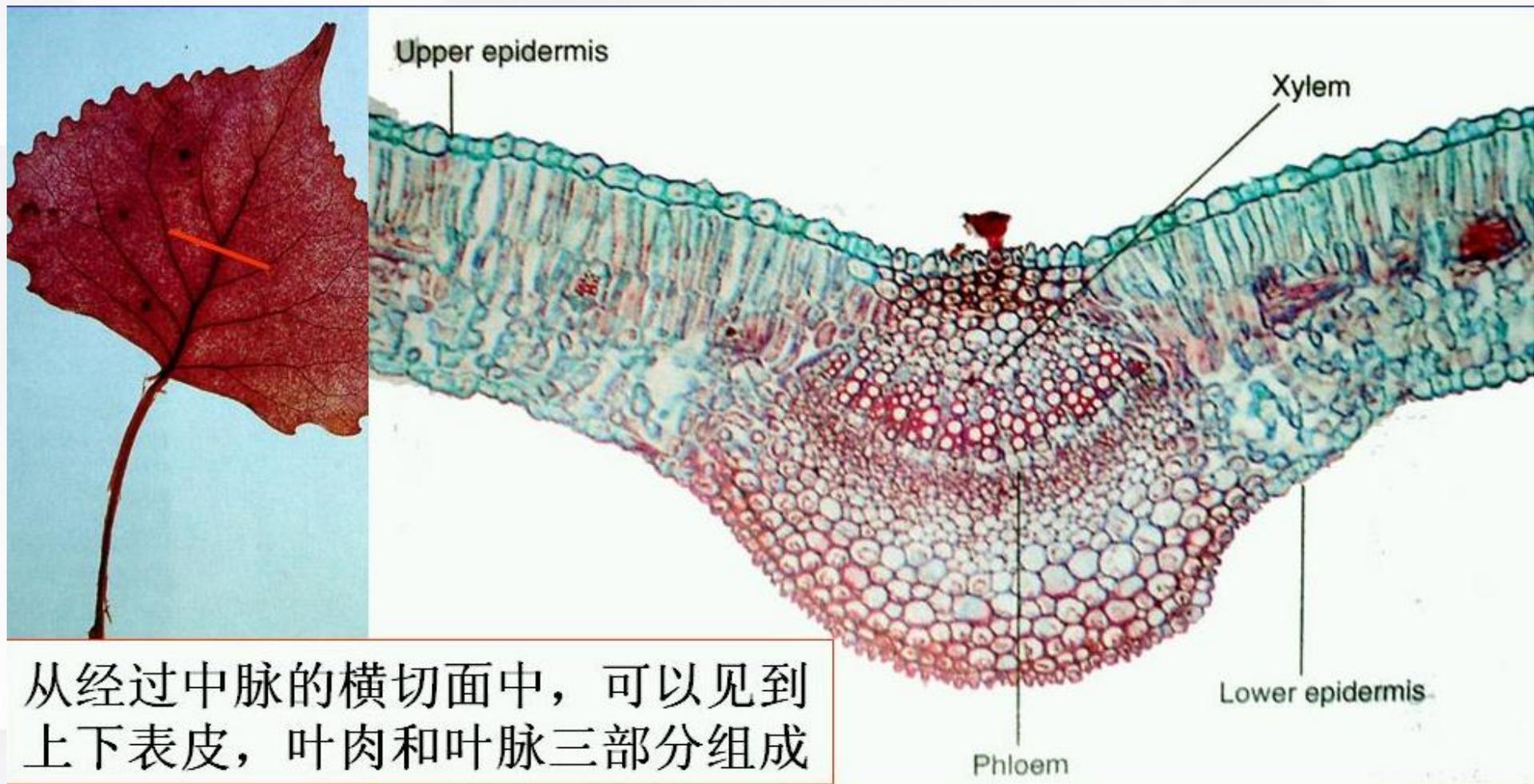
完全叶形成过程

3.4 叶的结构

- 双子叶植物叶的一般结构
- 禾本科植物叶片的结构特点
- 松属针叶的结构



□ 双子叶植物叶的一般结构

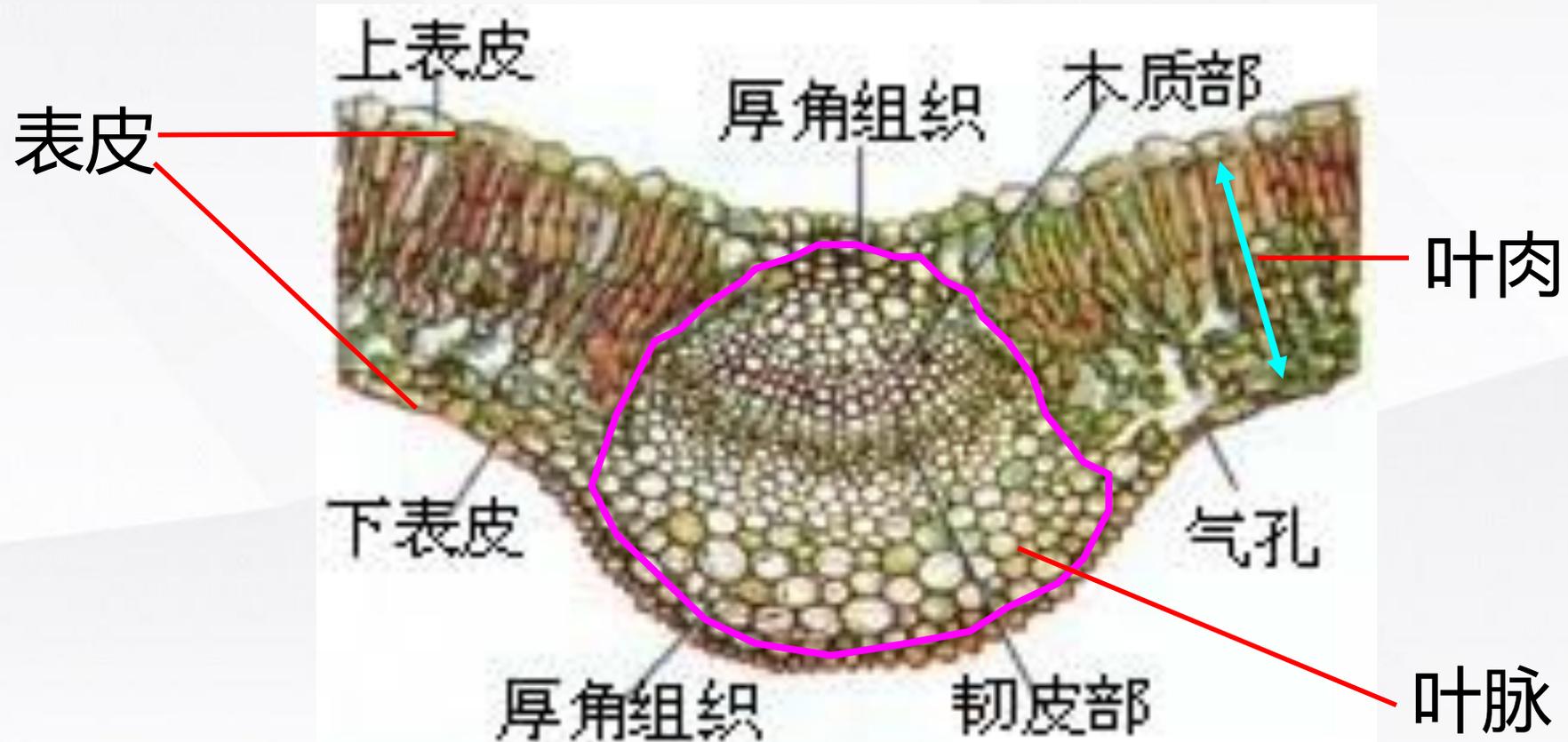


从经过中脉的横切面中，可以见到上下表皮，叶肉和叶脉三部分组成

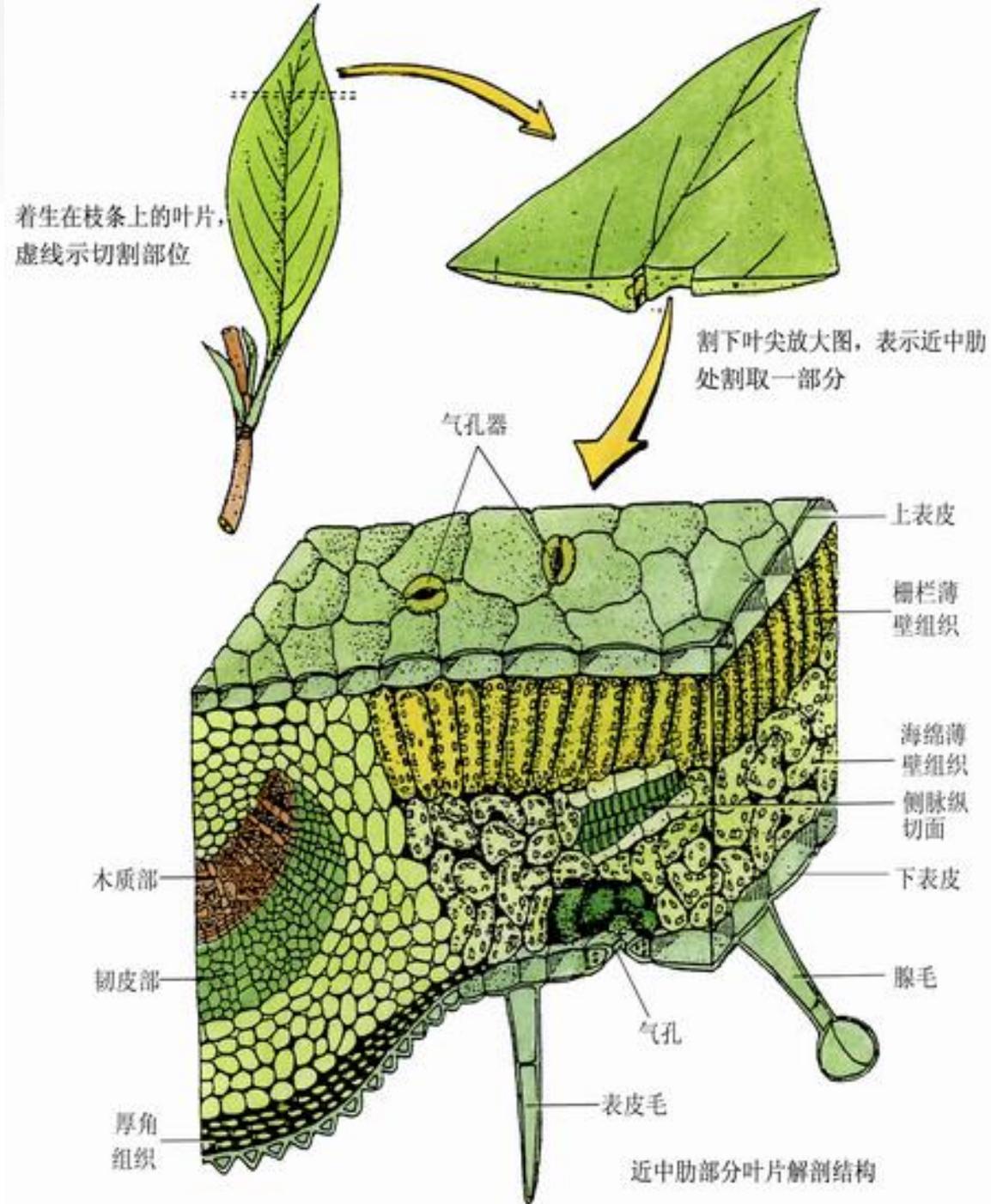
□ 双子叶植物叶的一般结构

被子植物叶的一般结构 (两面叶或异面叶、等面叶)

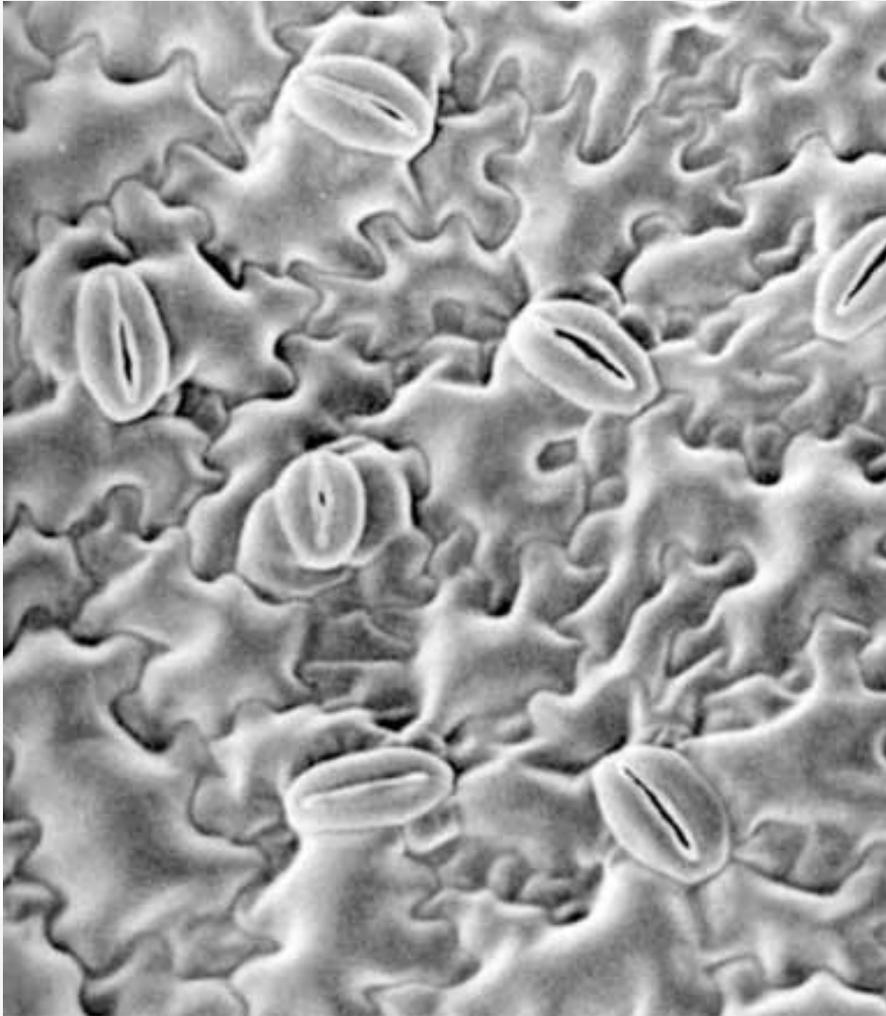
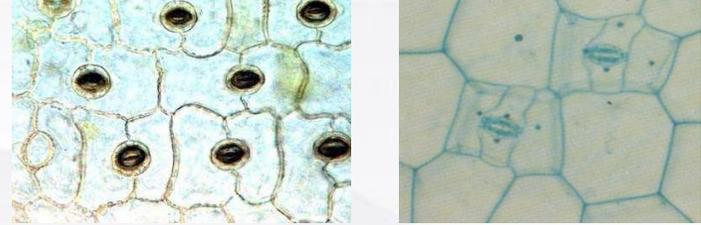
叶片的结构分为表皮、叶肉、叶脉三部分。



双子叶植物叶的解剖



(1) 表皮



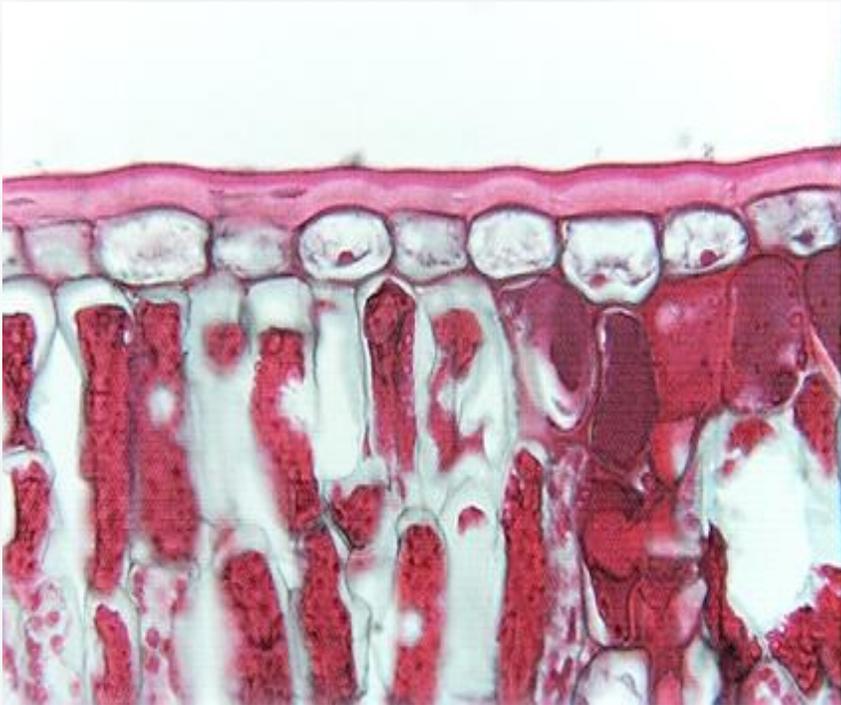
马铃薯叶表皮

叶表面的**初生保护组织**，由**表皮细胞**、**气孔器**和**表皮毛**等附属物组成。

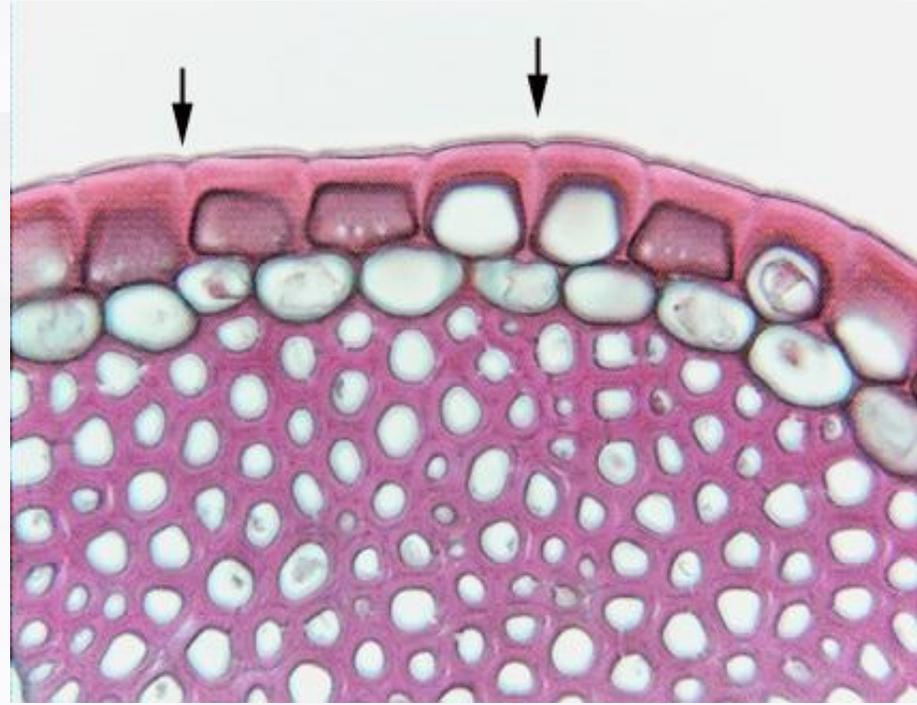
(1)**表皮细胞**占的份量最大，其外壁角质化，并形成**角质层**，

(2)**气孔器**由一对**肾形保卫细胞**组成，有的植物在保卫细胞外侧还有**副卫细胞**，

(3)**表皮毛**：形状和结构多样化，生理功能也呈多样性。

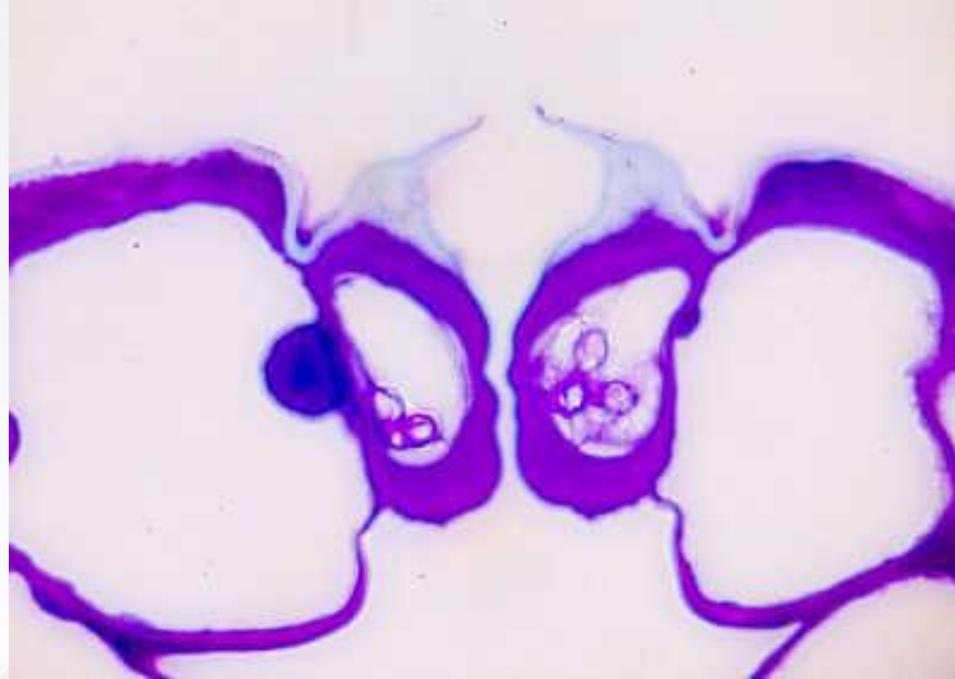


Bearberry (桃)

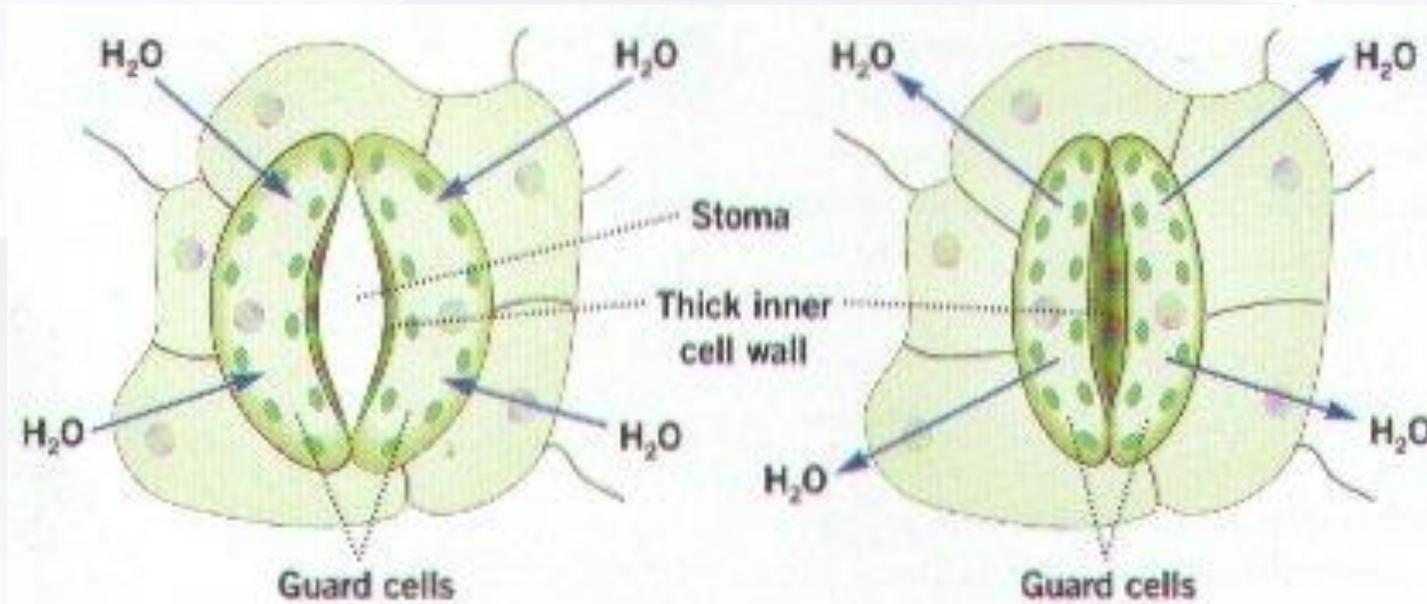


Yucca (丝兰)

表皮在**横切面上**则成方形或长方形，外壁较厚，角质化，并具**角质层**，有的还具有**蜡被**，角质层**节制蒸腾、与防御病菌或异物侵入**。上表皮的角质层一般较下表皮的厚。

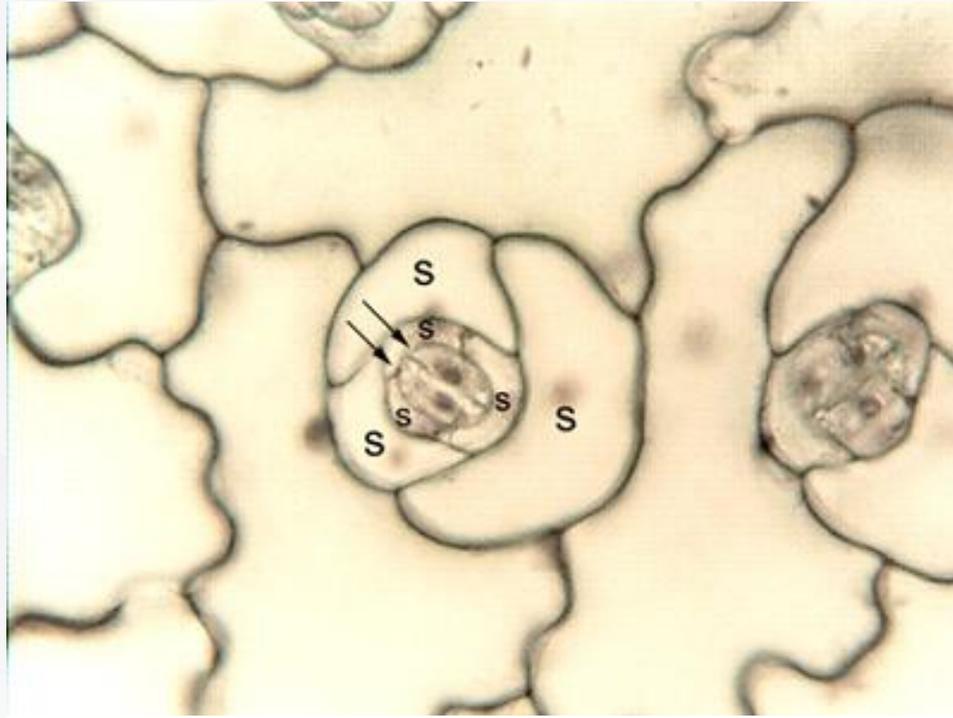


双子叶植物气孔由两个**肾形**的保卫细胞组成，保卫细胞是**生活的**，含有**叶绿体**，
两保卫细胞相邻处略凹陷，成为**气孔**。



保卫细胞虽然也是由**原表皮细胞**分裂分化而来，但形成后和一般的表皮细胞迥然不同。

保卫细胞**细胞壁增厚情况特殊**，在和表皮细胞相连的一面，细胞壁较薄，其余各方的细胞壁都比较厚。

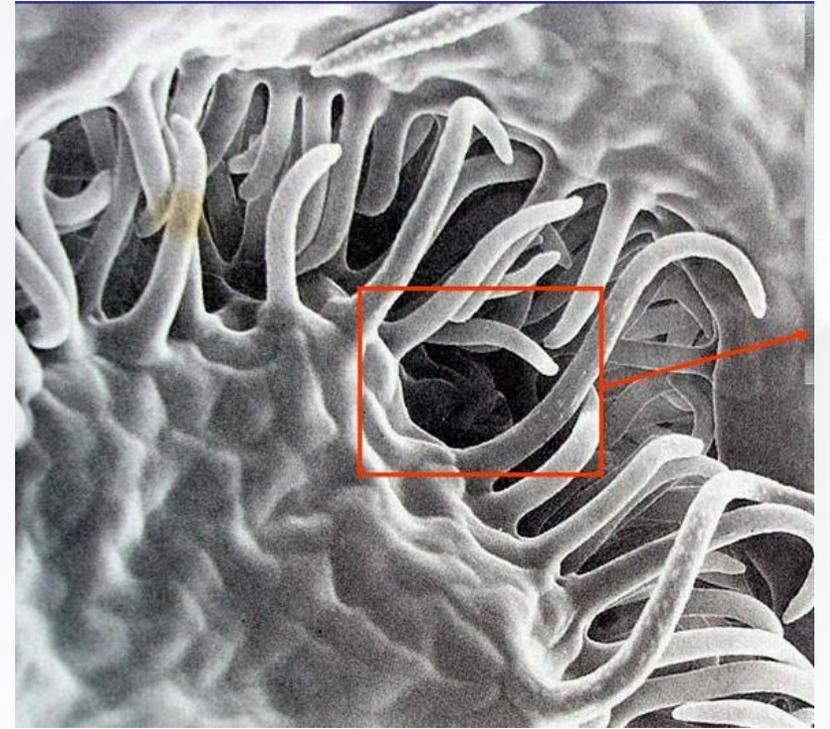


sedum景天

有些植物气孔，在保卫细胞**四周**还有一个或多个与表皮细胞形状不同的细胞，叫**副卫细胞** (subsidiary cell)。副卫细胞常有一定的形状和排列方式，视植物种类而定。



夹竹桃叶横切



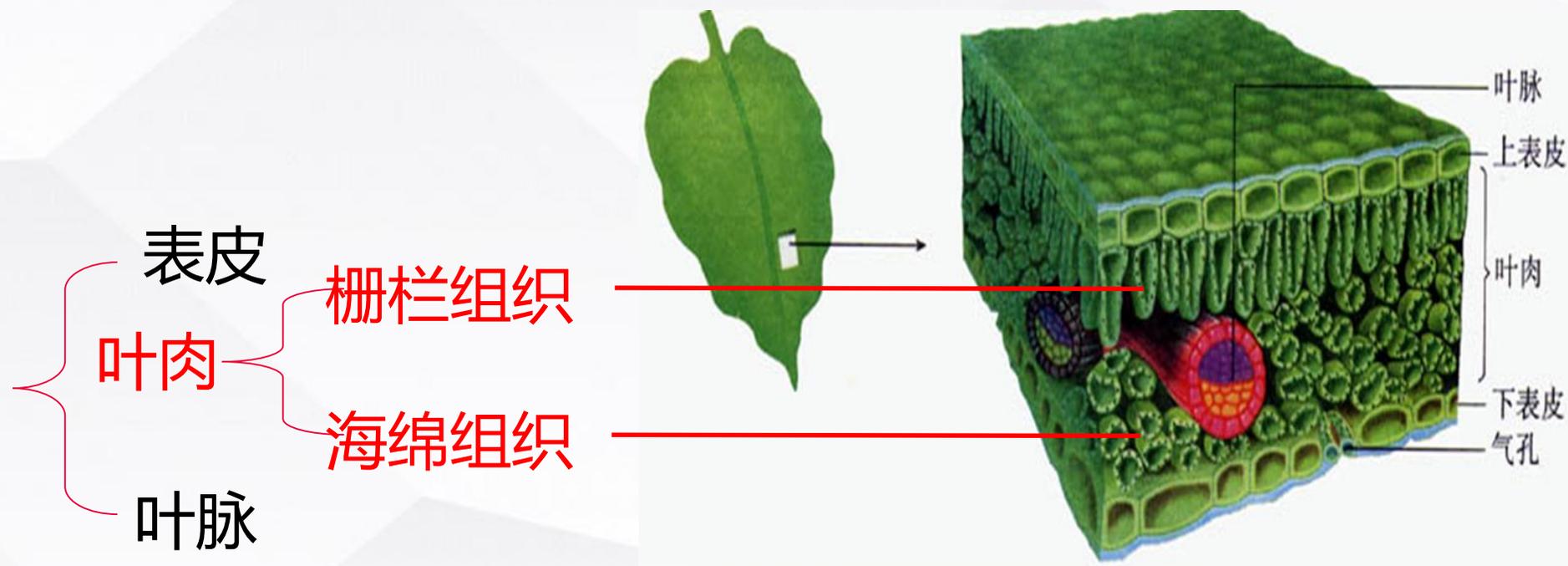
SEM扫描电镜下的
夹竹桃气孔窝

表皮毛



叶表皮上可能着生单一或多种类型的表皮毛

(2) 叶肉 (mesophyll)



叶肉细胞位于上、下表皮之间，
叶肉由基本分生组织发育而来，由含大量叶绿体的薄壁细胞
(包括栅栏组织和海绵组织，是同化组织) 组成，
叶肉细胞是植物进行光合作用的主要部分。

(2) 叶肉 (mesophyll)

根据叶肉分化情况，可分为**背腹叶**和**等面叶**。

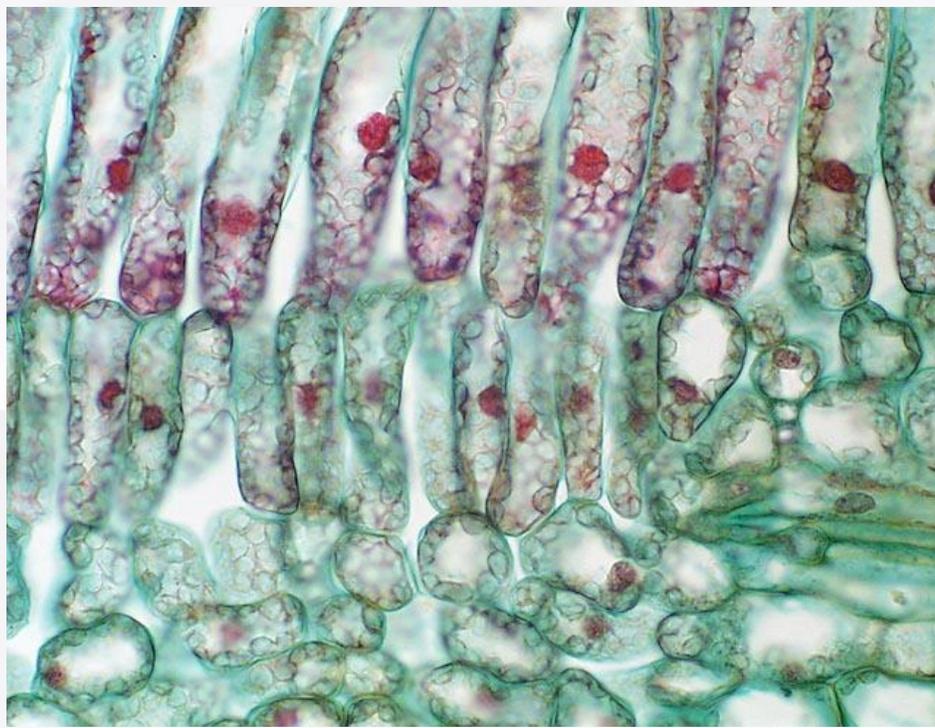
- **背腹叶**：叶肉**分化**为**栅栏组织**和**海绵组织**
栅栏组织近上表皮，含叶绿体多；
海绵组织近下表皮，排列较疏松，细胞含叶绿体少。
- **等面叶**：叶肉**不分化**为**栅栏组织**和**海绵组织**，
或上、下表皮**内侧**均有**栅栏组织**，**中部**为**海绵组织**。



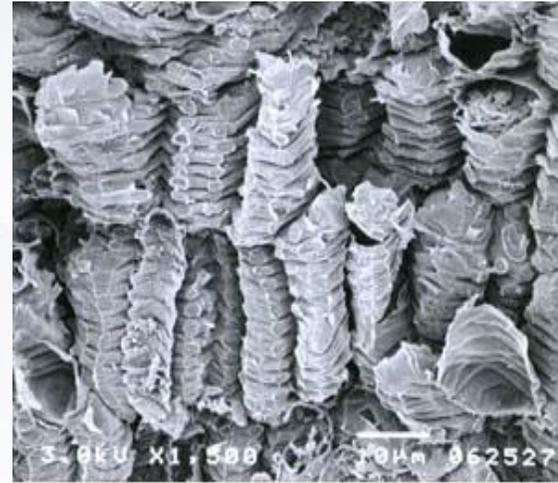
栅栏
组织

海绵
组织

两面叶中，由于背腹两面受光情况不同，
近腹面的叶肉分化为**栅栏组织** (palisade tissue)，
近背面的叶肉分化为**海绵组织** (spongy tissue)。

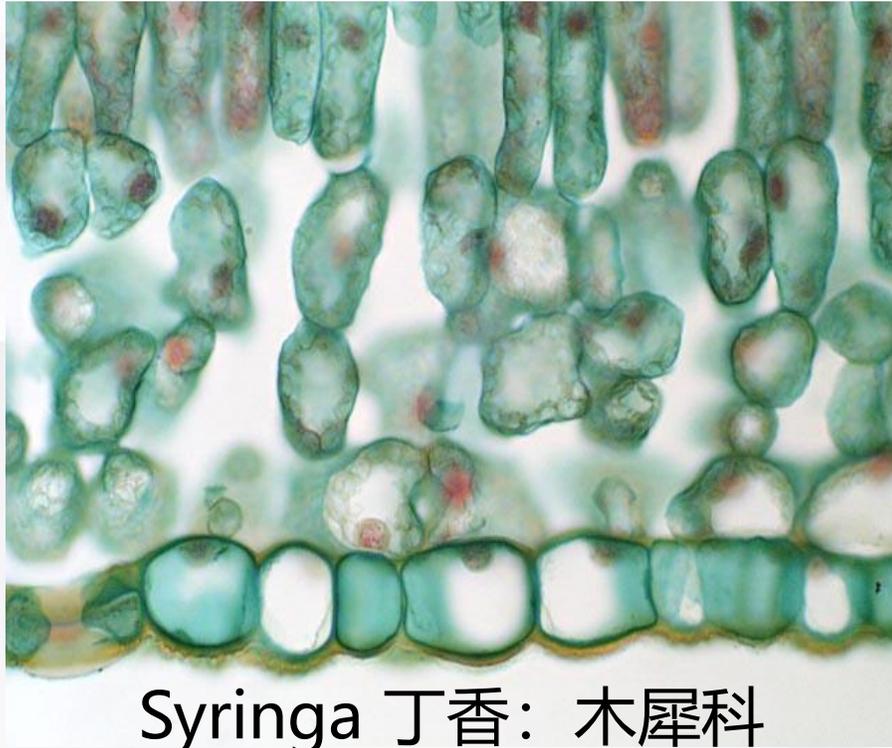


Syringa 丁香：木犀科

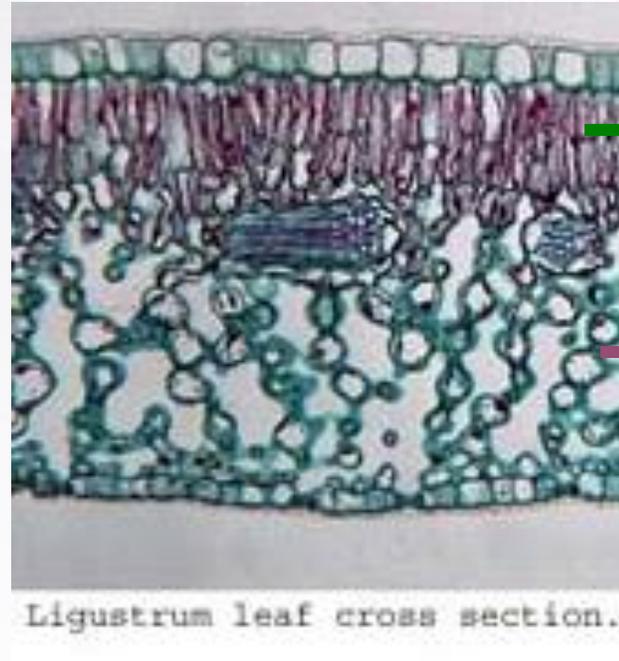


Caesalpinai insolita leaf allowed to dry to show collapse of "concertina" cells. Curtis, Lersten and Lewis. 1996. Annals of Botany. 78: 55-59.

栅栏组织：由排列为**栅栏状**的**长柱形薄壁细胞**组成，**靠近上表皮**，细胞**排列整齐**，**间隙较小**，在叶片内可以排列成**1-4层**，细胞内含有大量**叶绿素**，故叶片**腹面**为**深绿色**。



Syringa 丁香：木犀科

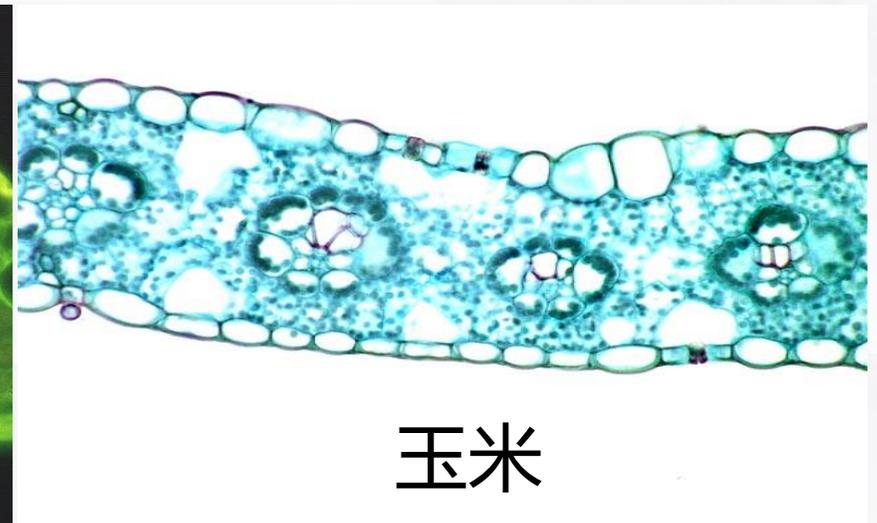
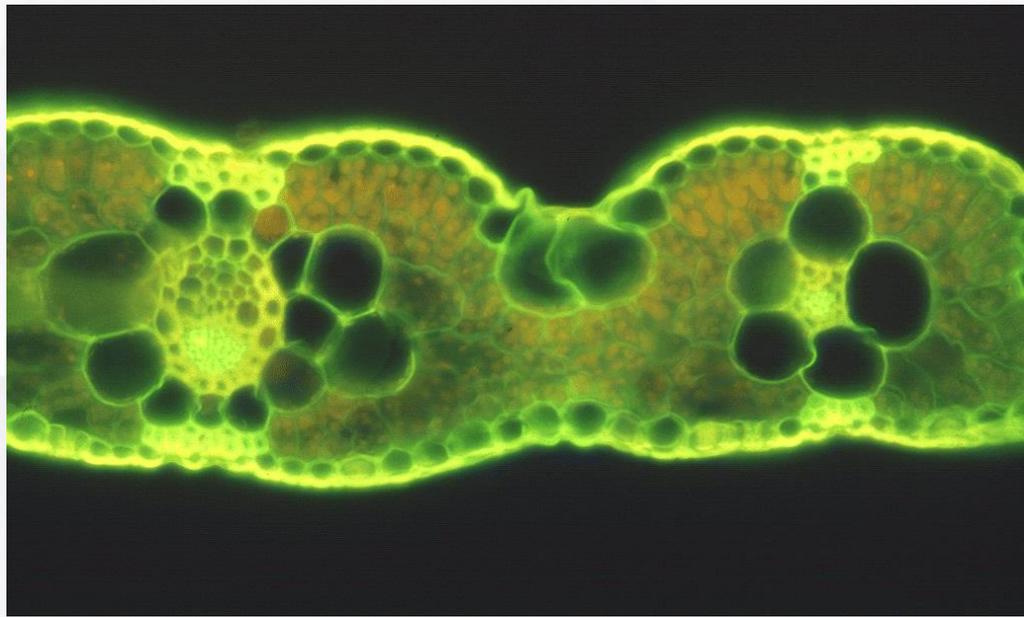


栅栏组织

海绵组织

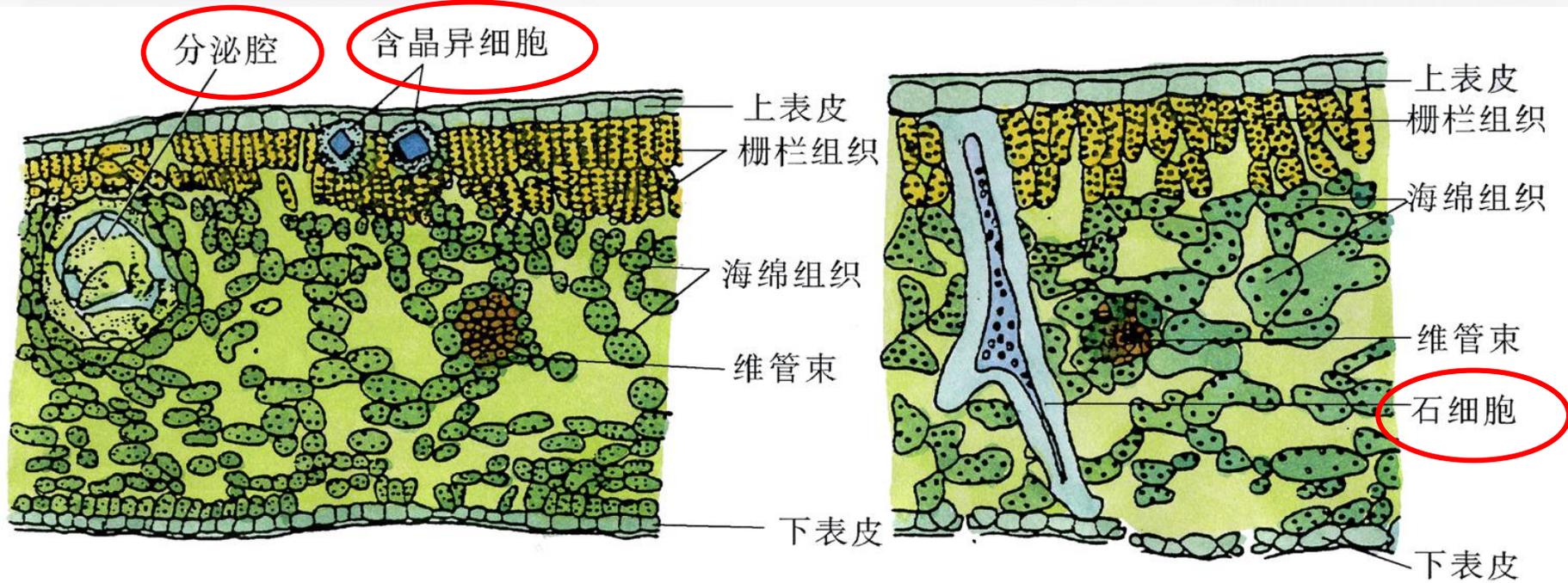
Ligustrum leaf cross section.

海绵组织：位于**下表皮**和**栅栏组织**之间，细胞的大小和形状不规则，排列**疏松**且**胞间隙很大**，利于**气体交换**；含叶绿体较**栅栏组织**少，叶片背面为**浅绿色**，浅于腹面。



玉米

植物叶片近乎和枝的**长轴平行或与地面垂直**，叶片两面的受光情况**差异不大**，因而叶片两面内部结构也相似，称为**等面叶**(isobilateral leaf)。



蜜柑 芸香科

茶叶 山茶科

植物叶肉内可能还含有少量其他组织。

如棉、柑桔有溶生的分泌腔，

甘薯、柑桔属植物有含晶异细胞，

茶叶中有骨状石细胞等。

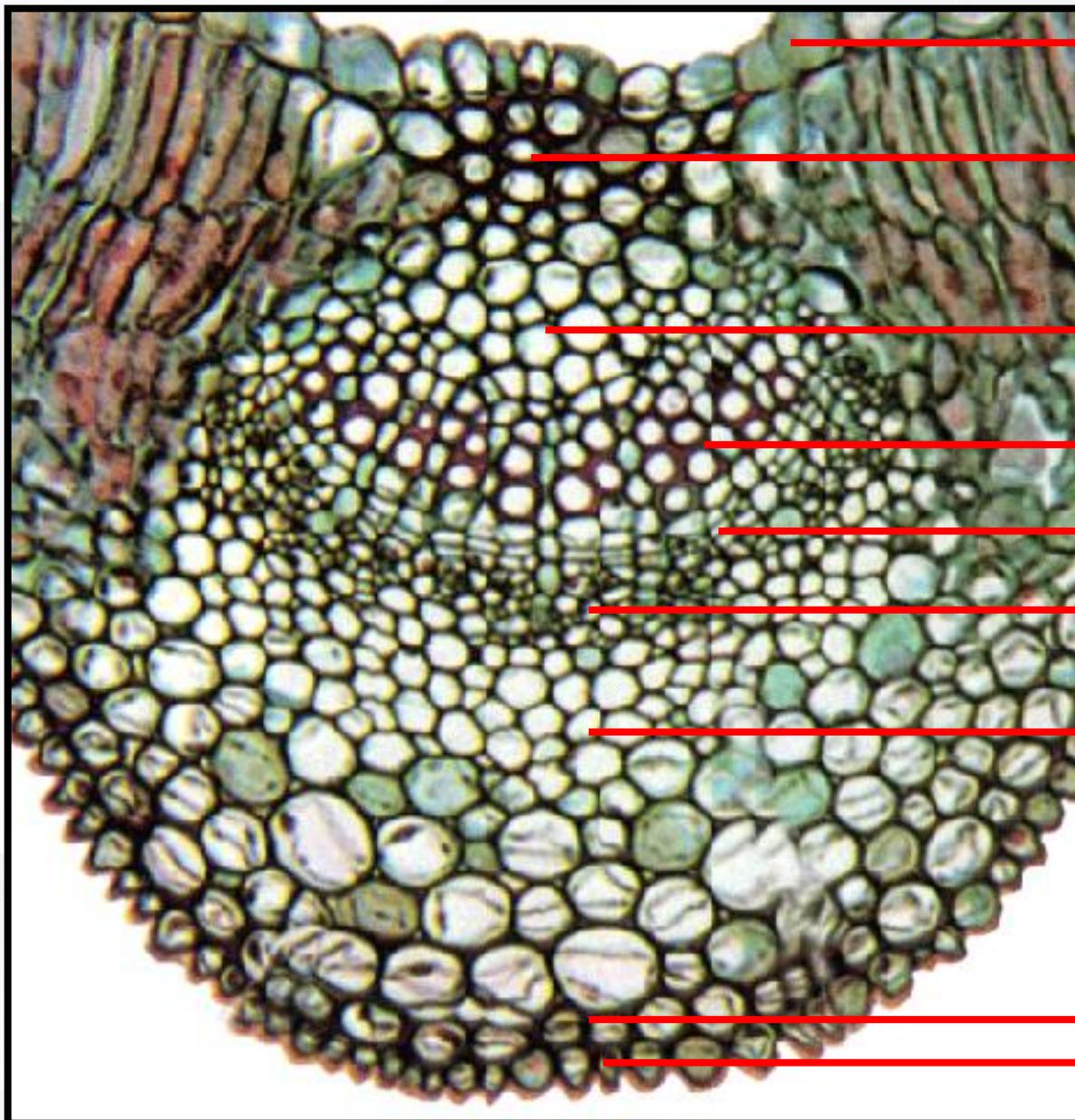
(3) 叶脉

叶脉，由分布在叶片中的**维管束**及其**周围的组织**组成，起**支持**和**输导**作用。

在叶中央的一条粗大叶脉称为**主脉**(或**中脉**)，其分支称**侧脉**，侧脉的分支称**细脉**，细脉的末梢称**脉梢**。

主脉的结构含有一个或几个**维管束**，通常由**木质部**、**韧皮部**和**维管束鞘**组成。

叶脉横切图示



上表皮

机械组织

薄壁组织

木质部 } 维
形成层 } 管
韧皮部 } 束

薄壁组织

机械组织

下表皮

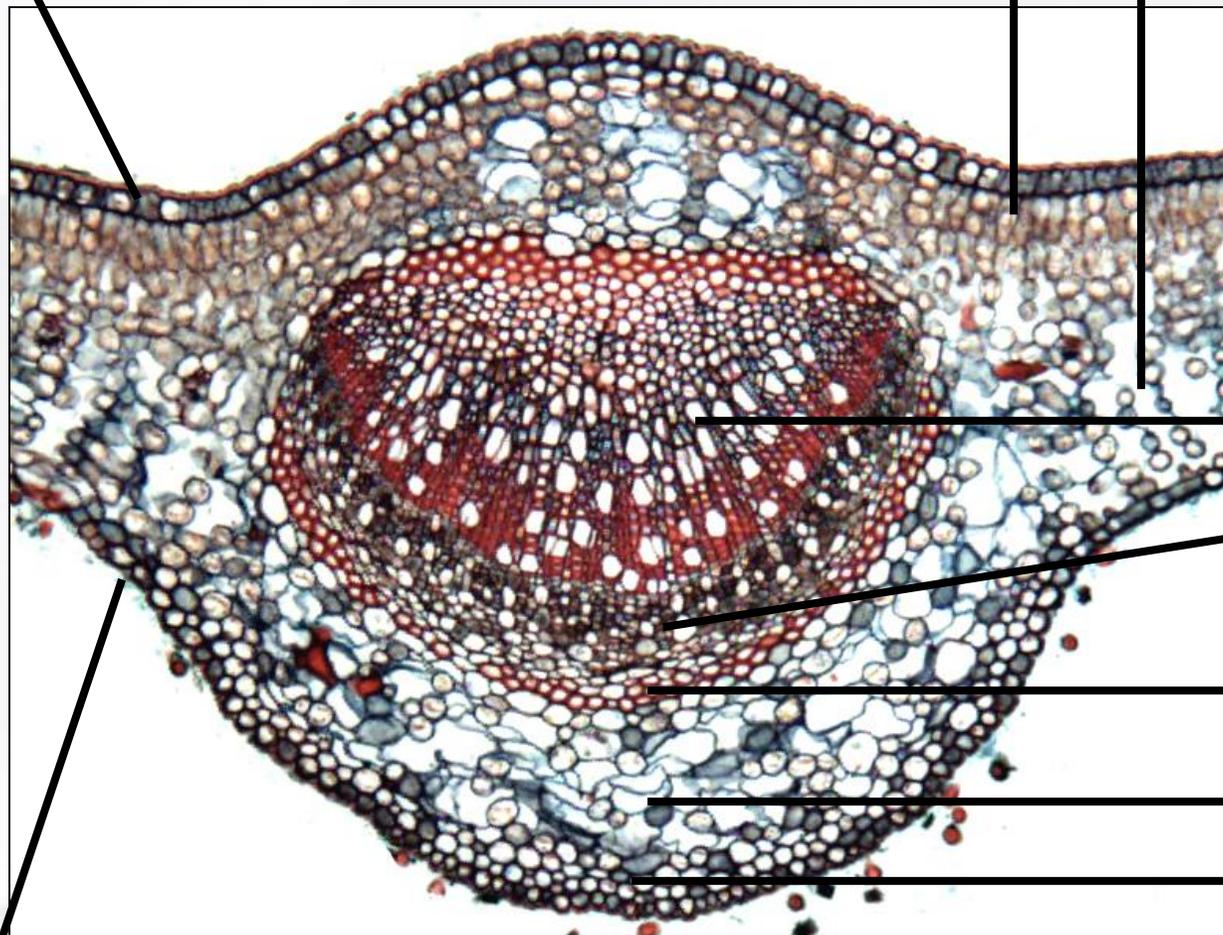
上表皮

栅栏组织

海绵组织

叶肉

表皮



木质部

韧皮部

维管束鞘

薄壁组织

机械组织

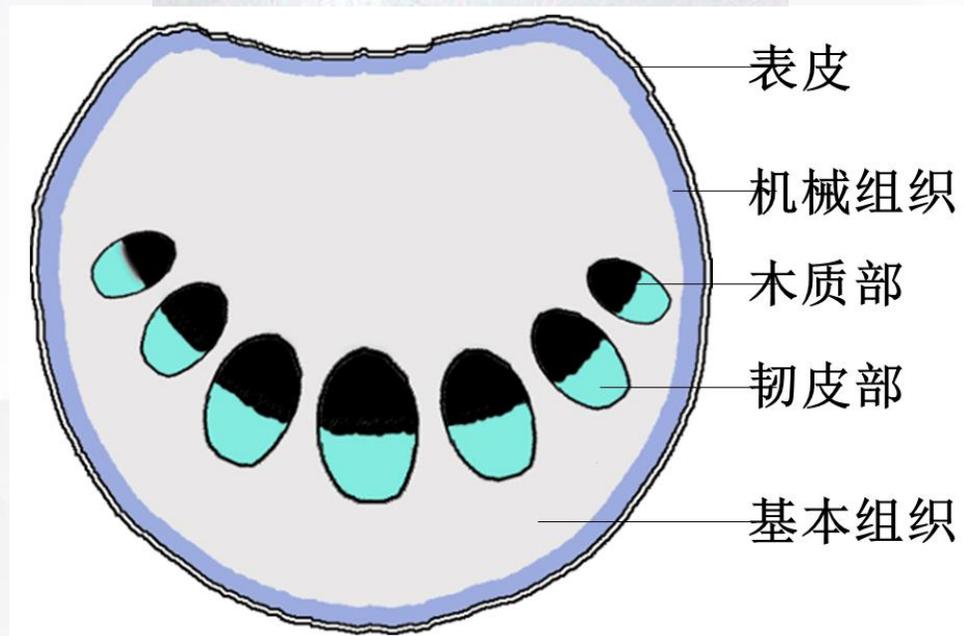
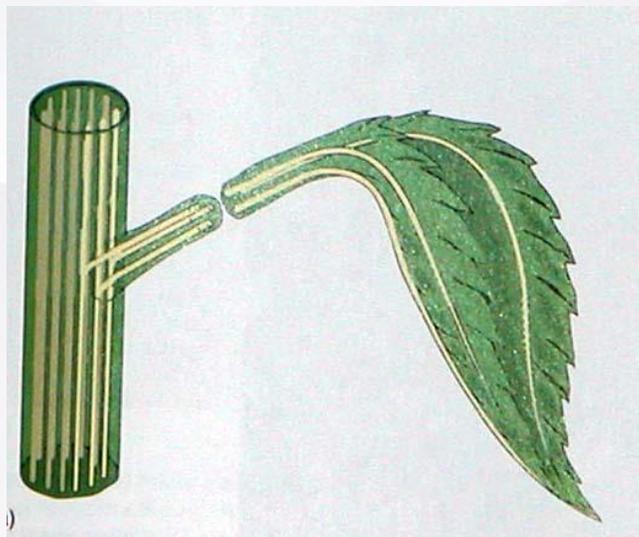
维管束

下表皮

双子叶植物叶片的结构

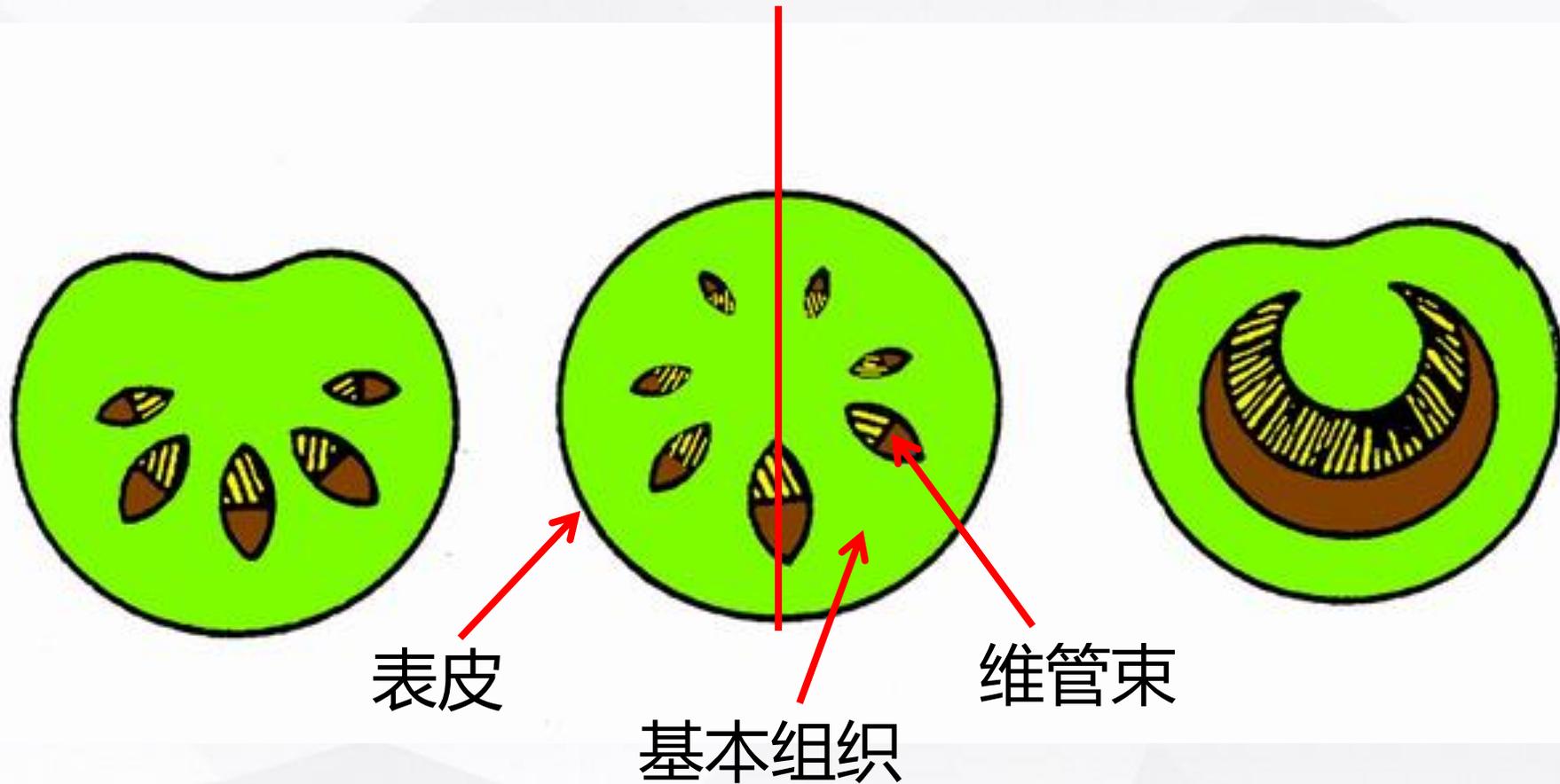
叶脉

叶柄与托叶



叶柄的结构与茎与茎的初生结构相似，由表皮、基本组织和维管束三部分组成。基本组织外层多厚角组织，有时有厚壁组织，木质部在韧皮部上方。在双子叶植物中，木质部与韧皮部之间往往有一层形成层，但形成层只有短期的活动。

叶柄横剖面



叶柄多呈**两侧对称状**，
有时外形如圆柱而内部仍为两侧对称。

叶柄与托叶

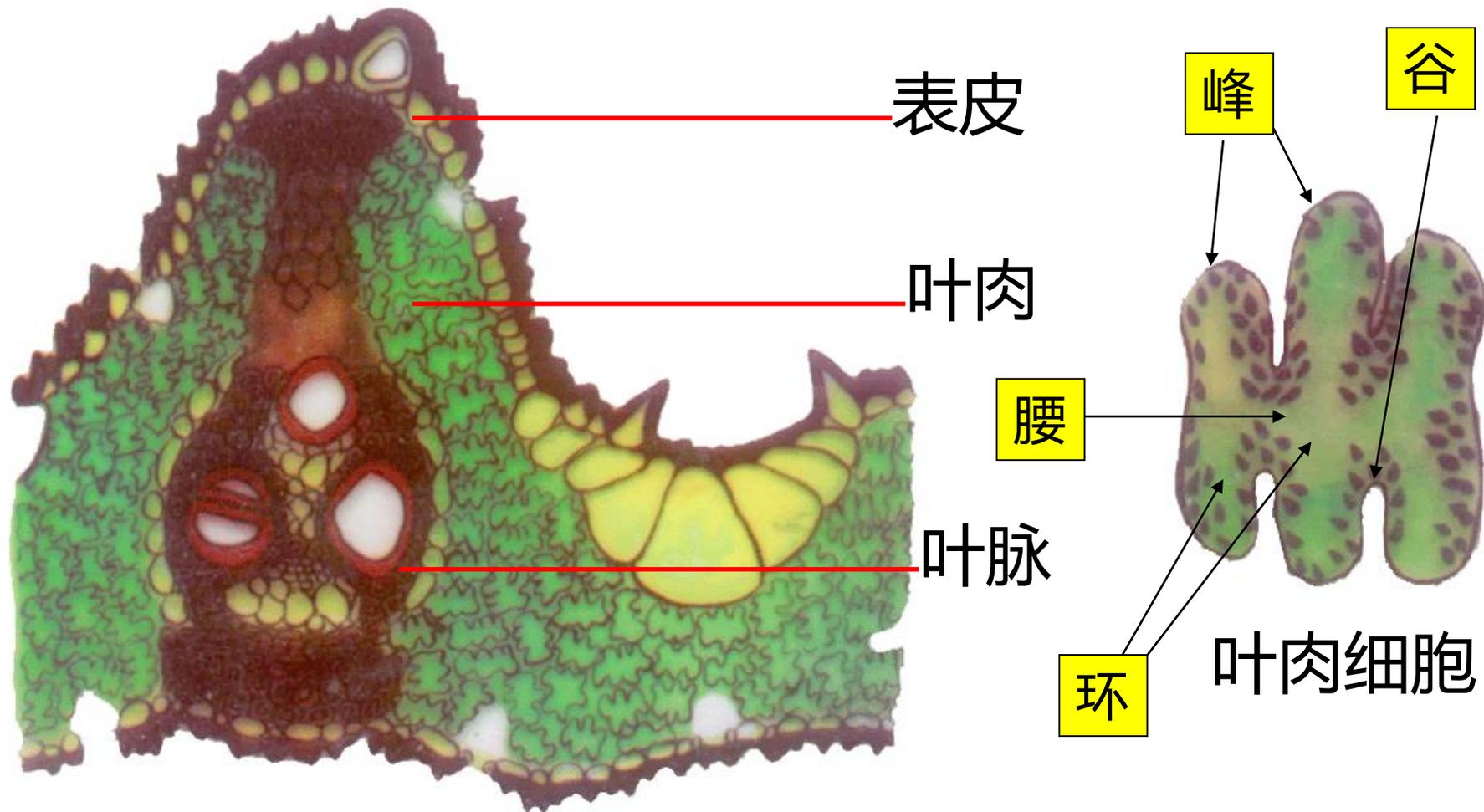
托叶形状各异，**两侧常不对称**，但亦具背腹面，扁平。

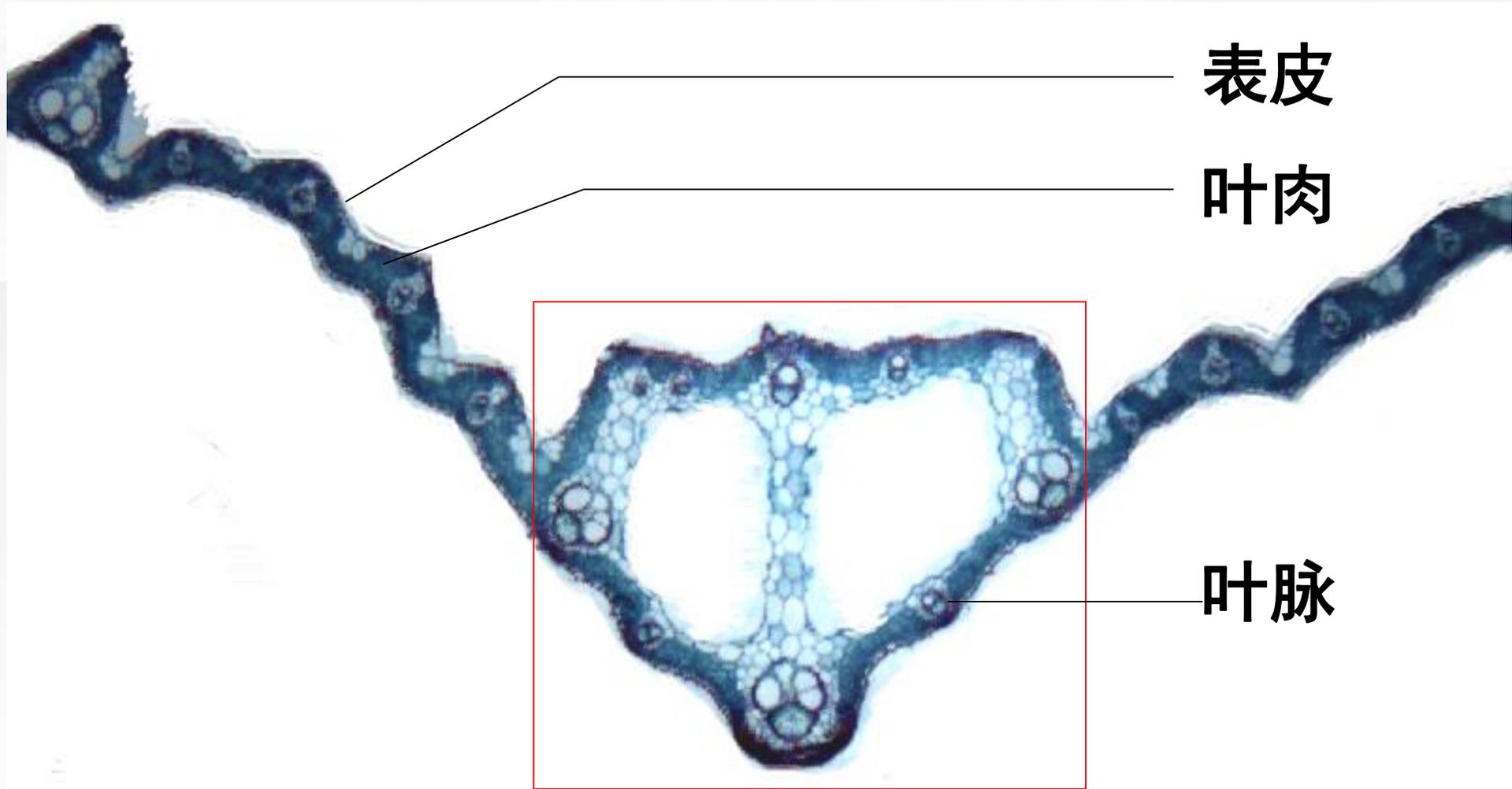
托叶的内部结构基本如叶片，但各组成分子简单，分化程度低，叶肉细胞含有**叶绿体**，亦可执行**光合作用**。



禾本科植物叶片的结构特点

分为表皮、叶肉、叶脉三部分



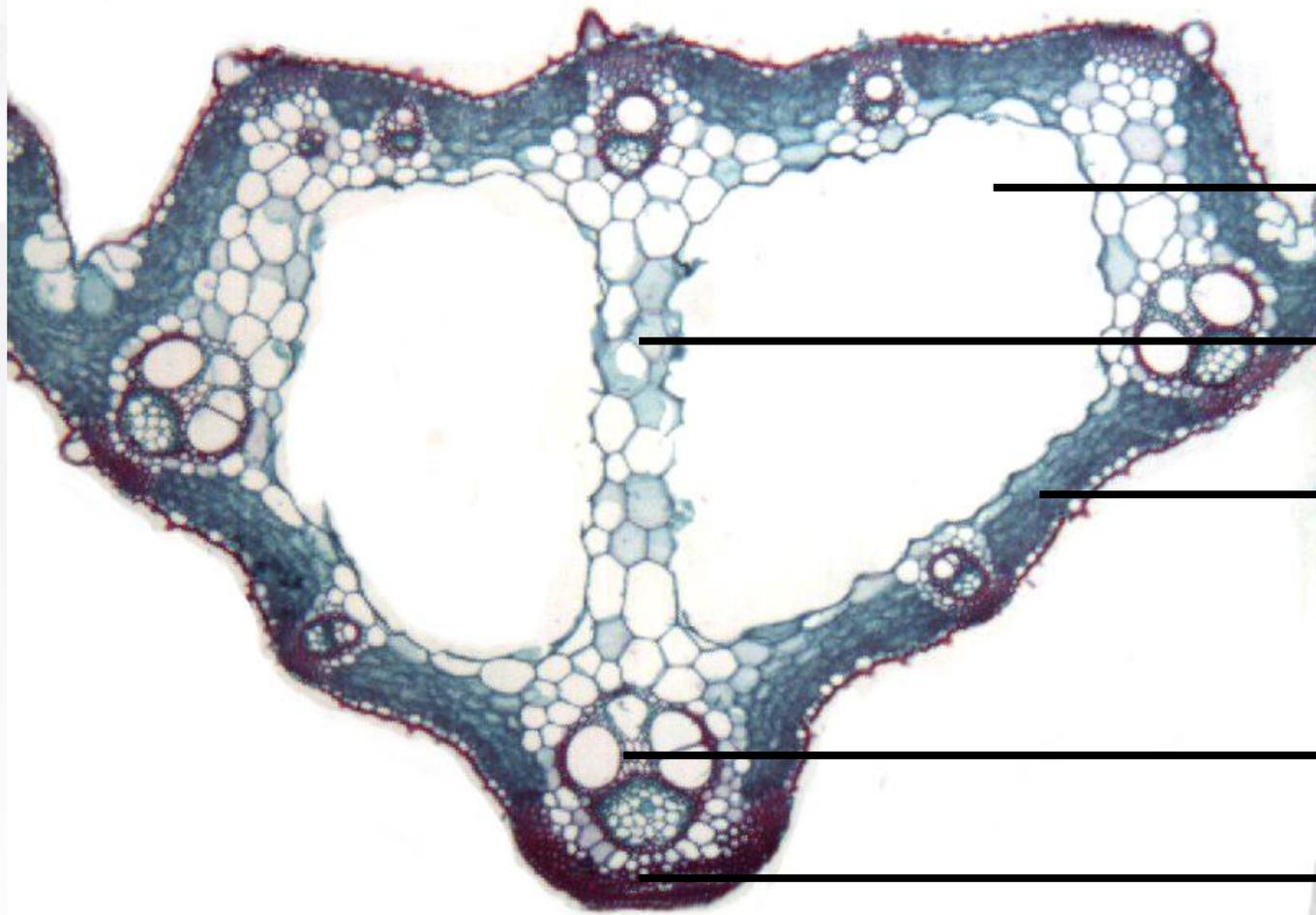


表皮

叶肉

叶脉

水稻叶片横切片



气腔

薄壁组织

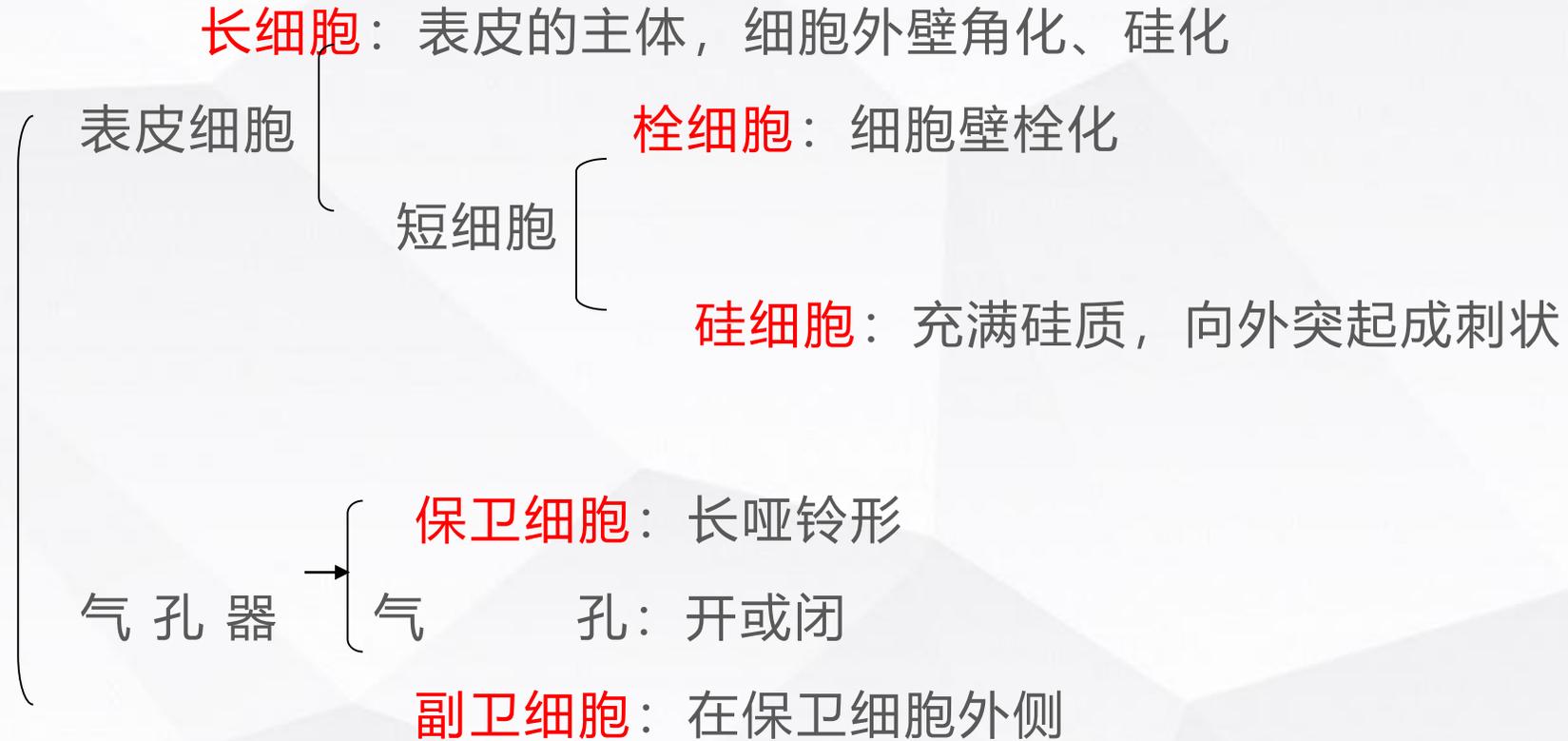
叶肉

维管束

机械组织

水稻中脉的结构

1. 表皮：上表皮和下表皮（6种细胞）



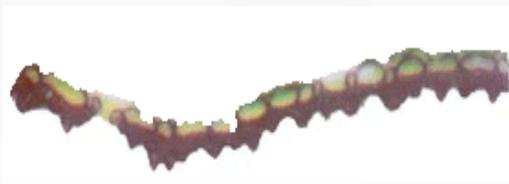
泡状细胞(运动细胞)。分布于两个**叶脉之间**的**上表皮**中，由几个**大型薄壁细胞**组成。内有**大液泡**，它与叶片的内卷或展开有关。

1. 表皮

上、下表皮的组成稍有不同

上表皮由长细胞、短细胞、**泡状细胞**和气孔器有规律地排列而成，

下表皮没有泡状细胞。



气孔器也分布在长细胞之间，由一对哑铃形的**保卫细胞**和一对菱形或半球形的**副卫细胞**组成。

泡状细胞 (bulliform cell)



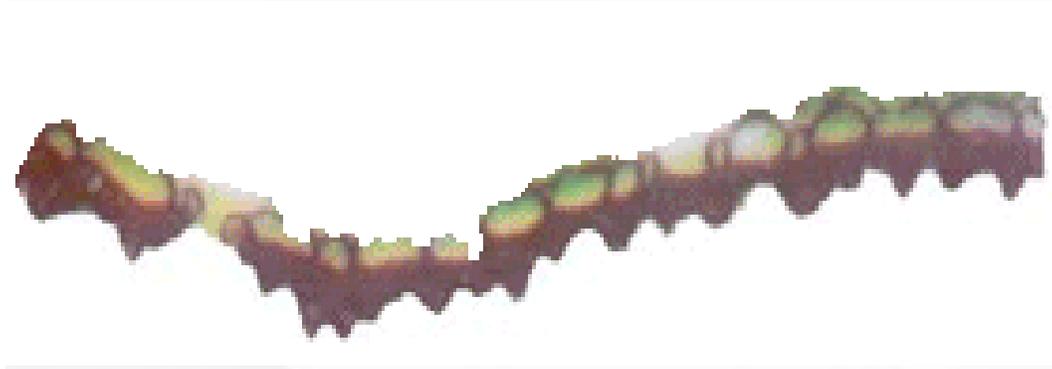
Poa praetense
青海草地早熟禾

相邻两叶脉之间的上表皮有数列特殊的薄壁的大型细胞，

泡状细胞也称**运动细胞** (motor cell) 。

但是有些试验表明，**叶片的伸展与卷缩**，最重要的是与泡状细胞以外的其他组织的收缩及不同类型的组织的分布有关。

上、下表皮细胞

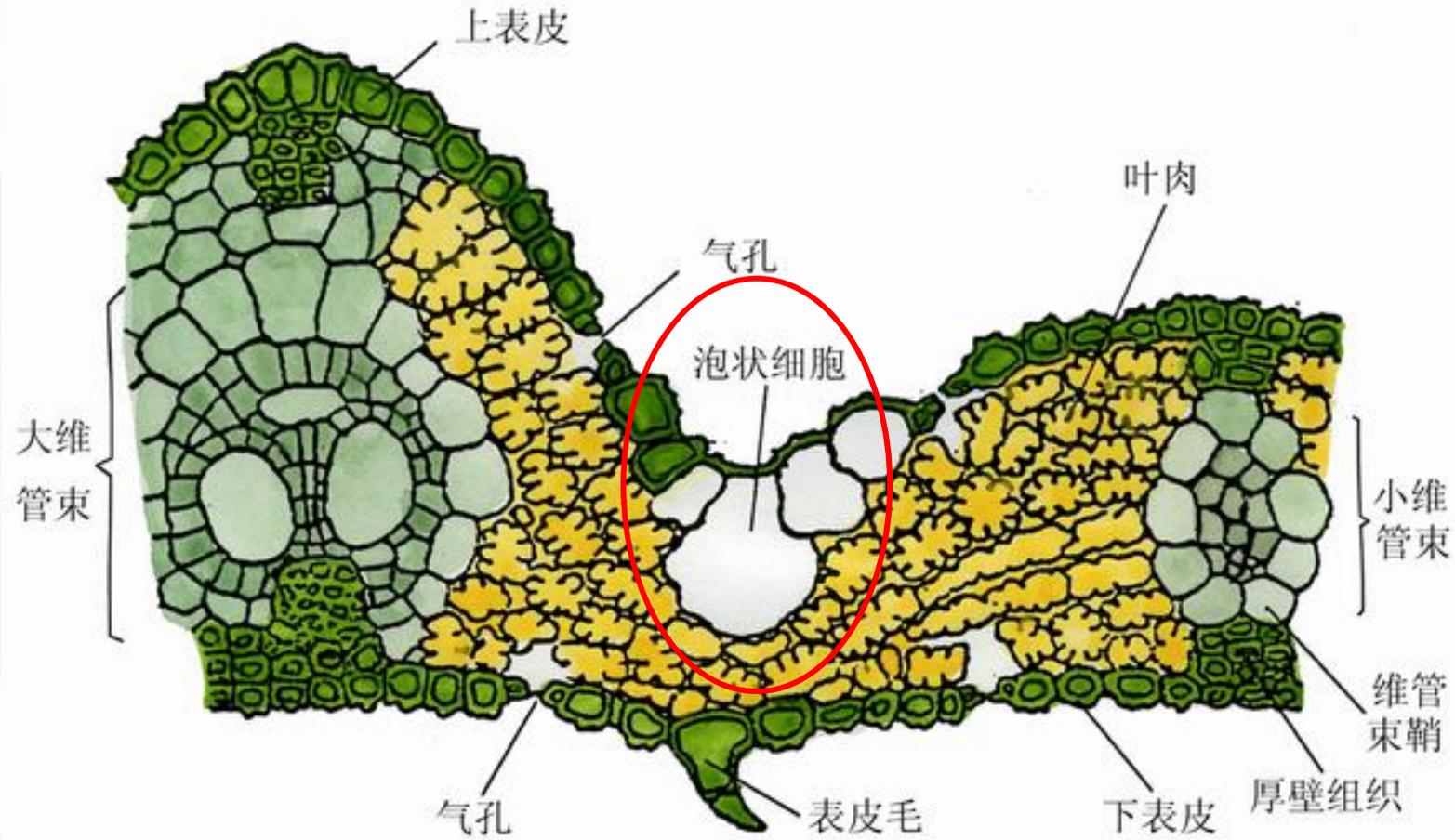


泡状细胞

上表皮

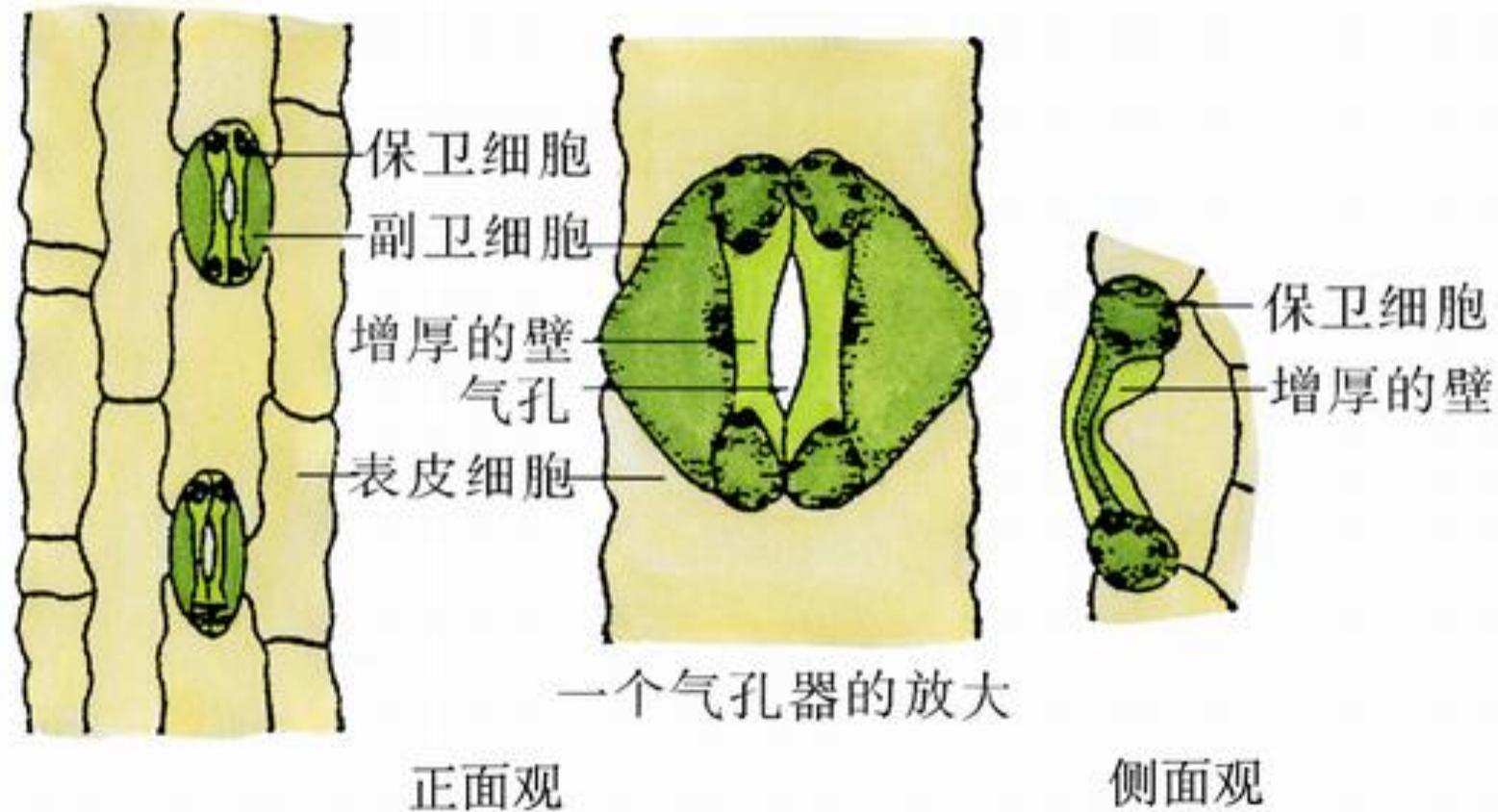
下表皮

水稻叶的横切面



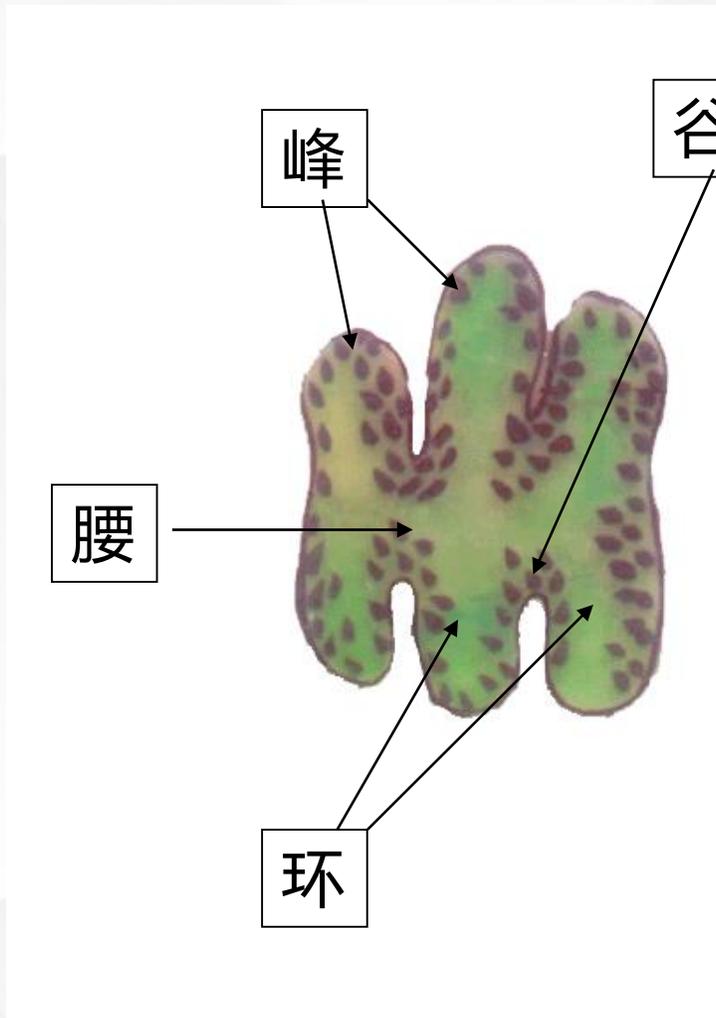
禾本科植物的上下表皮上都有气孔，成纵形排列

竹叶的表皮和气孔



哑铃型保卫细胞外侧还各有一个**梭形**副卫细胞

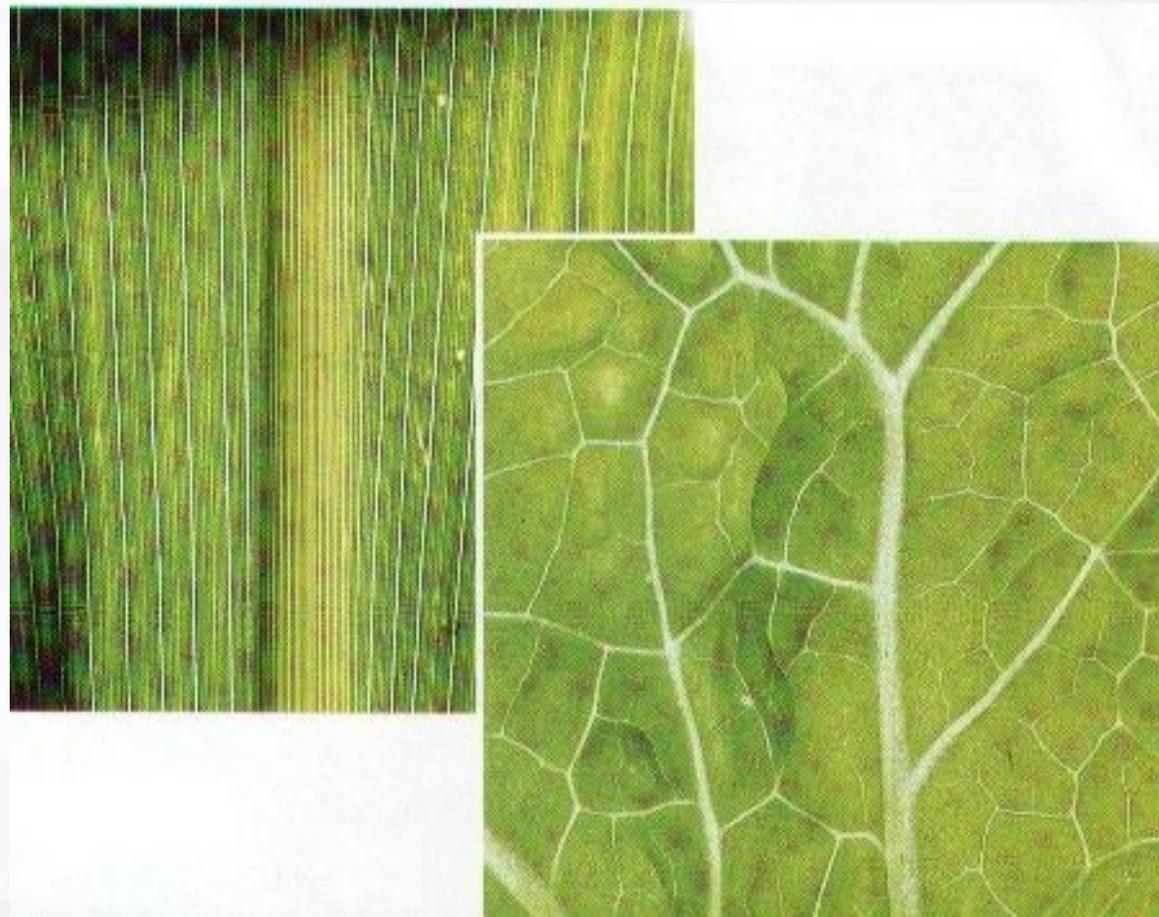
2. 叶肉



没有栅栏组织和海绵组织之分化，由同形的细胞组成，属于等面叶。

叶肉细胞形状不规则，细胞壁向内皱褶，形成“峰、谷、腰、环”的多环结构。

3. 叶脉



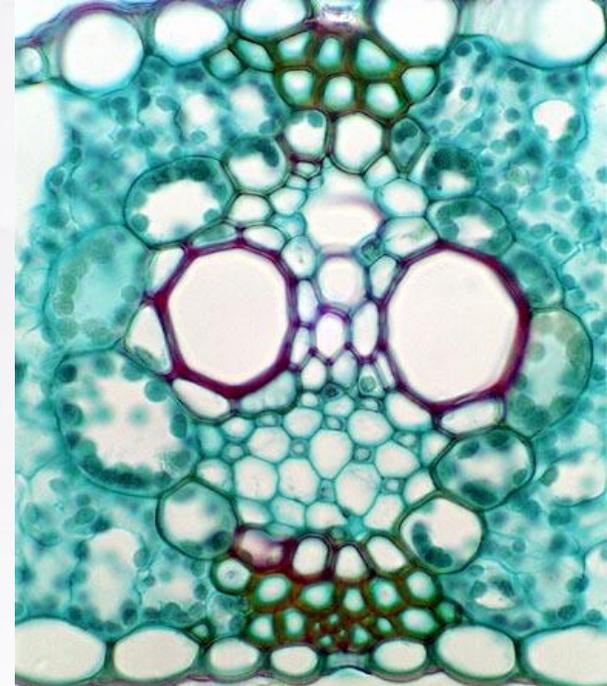
禾本科植物为**平行叶脉**

各纵走叶脉间有**横向细脉**连系

3. 叶脉



C3植物



C4植物

(1) **有限外韧维管束：**

初生木质部：近于**上表皮**

初生韧皮部：近于**下表皮**

维管束鞘：

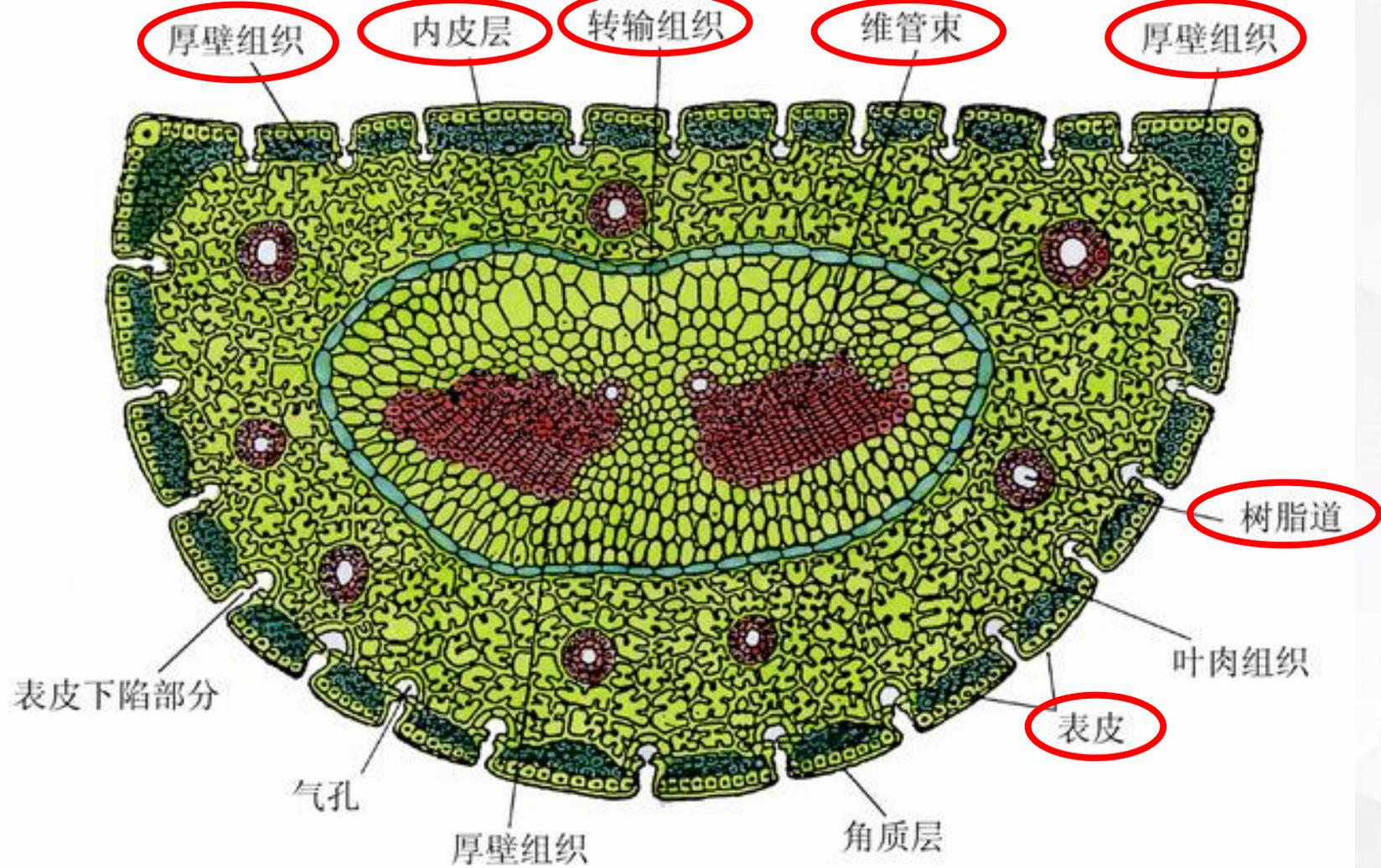
C4植物：由**单层**薄壁细胞组成，内含叶绿体、成**花环状**；

C3植物：由**两层**细胞组成，**外层**为**薄壁细胞**，极少含叶绿体，**内层**为**厚壁细胞**。

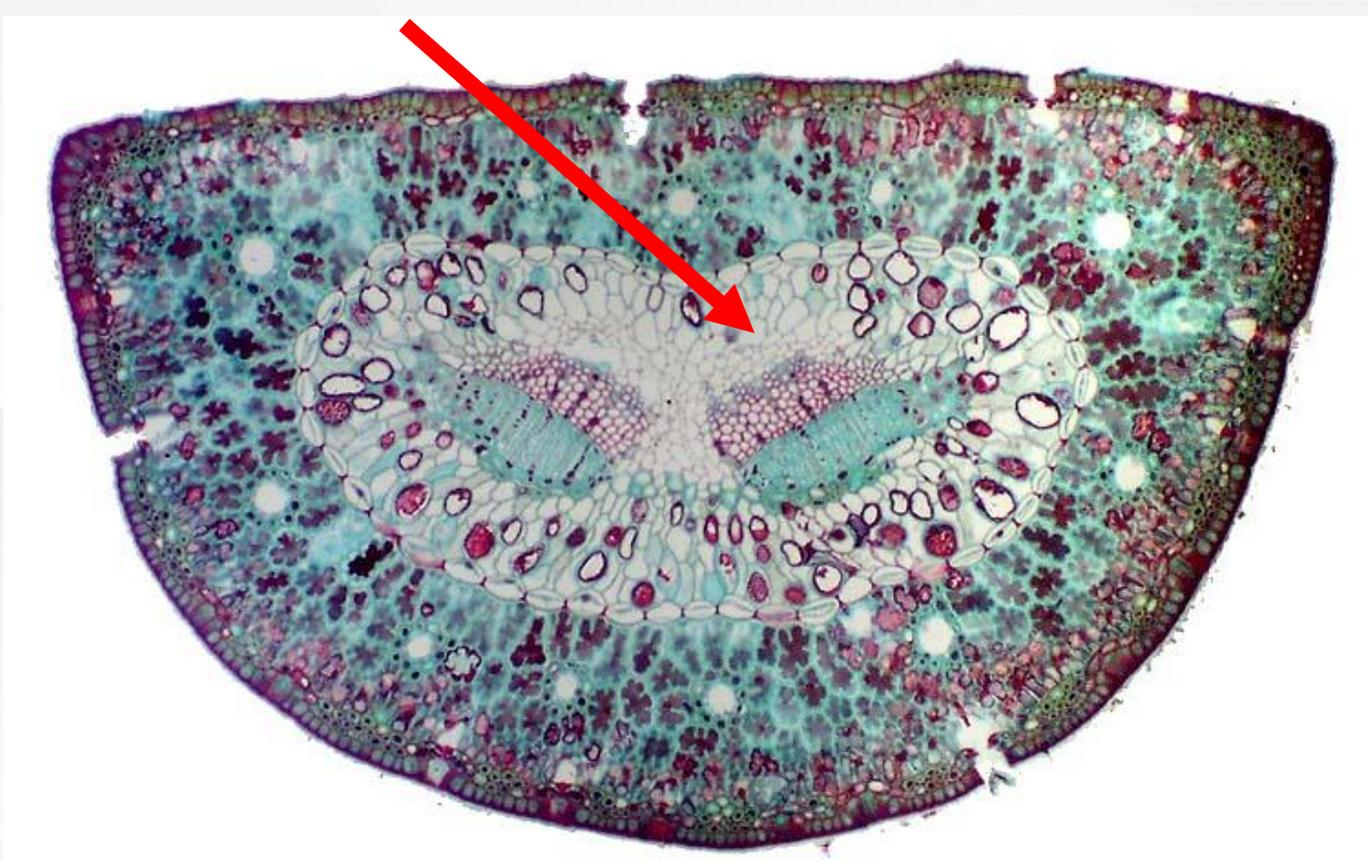
(2) **厚壁组织：**在维管束与上表皮和下表皮的内侧成片分布。

□ 松属针叶的结构

- 裸子植物叶构造比被子植物变化小。大多数裸子植物的叶**常绿**。
- 裸子植物叶除**银杏、买麻藤**外，通常比较**狭细**，成**针状、条状或鳞片状**，故裸子植物称为**针叶树**。
- 针叶树的叶面积较小，具有一些**旱生结构**特征，能够耐**低温和干旱**。



表皮细胞壁厚，表皮下有多层厚壁组织；
叶肉细胞壁内褶，增大叶绿体的分布面，扩大光合面积。叶肉内具树脂道；
叶肉组织以内有明显的内皮层，其细胞内含有淀粉粒。



运输组织：由**运输管胞**与**运输薄壁细胞**组成。

运输管胞是**死细胞**，有**具缘纹孔**；

运输薄壁细胞是具有原生质体的**生活细胞**，成熟以后为**单宁**所充塞。

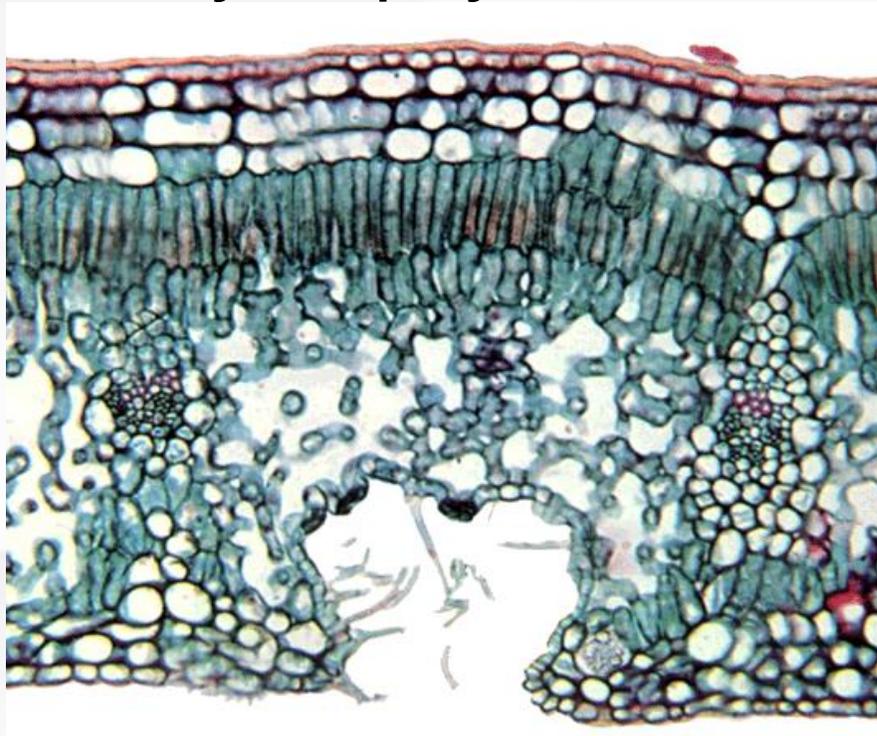
3.5 叶的生态类型

- 各种植物的叶有各种不同的形态特征与生态条件相适应。
- 根据植物与适生的水分条件的关系，分为旱生植物、中生植物和水生植物；
- 根据植物与适生的光照条件的关系，分为阳地植物和阴地植物。

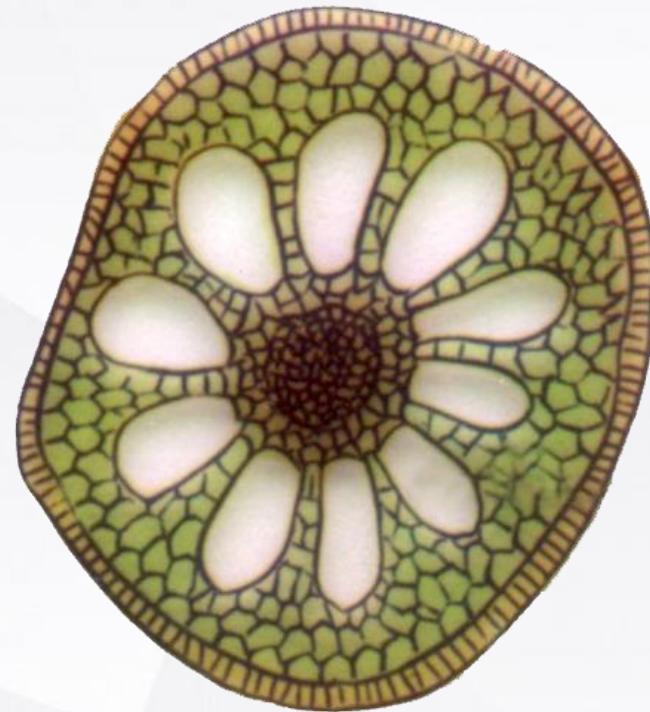
□ 旱生植物和水生植物叶的结构

根据植物与适生的水分条件的关系分为：

旱生(xerophytes)、中生(mesophytes) 和水生(hydrophytes) 植物。



旱生型 夹竹桃



水生型 狸藻

旱生植物的叶

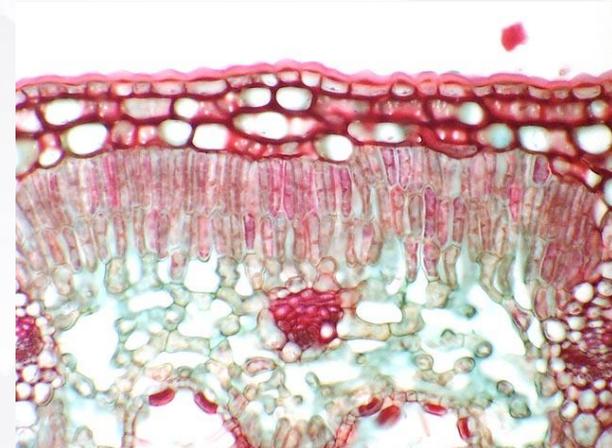
旱生植物：能长期生活在干旱缺水的条件下，叶片的结构主要朝着降低蒸腾和贮藏水分两个方向发展。

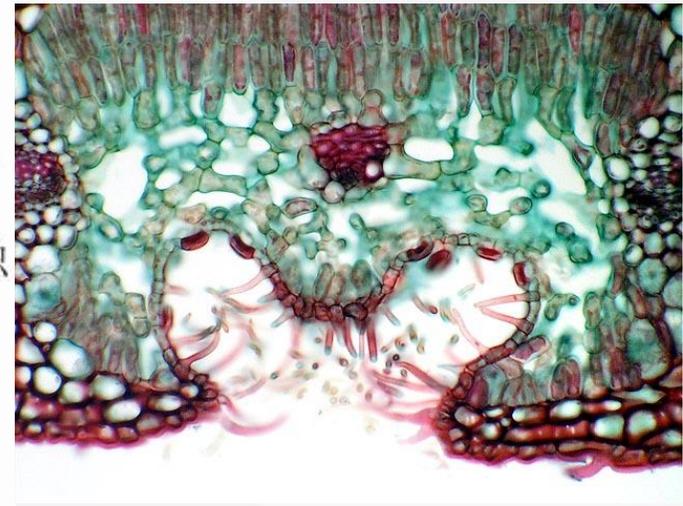
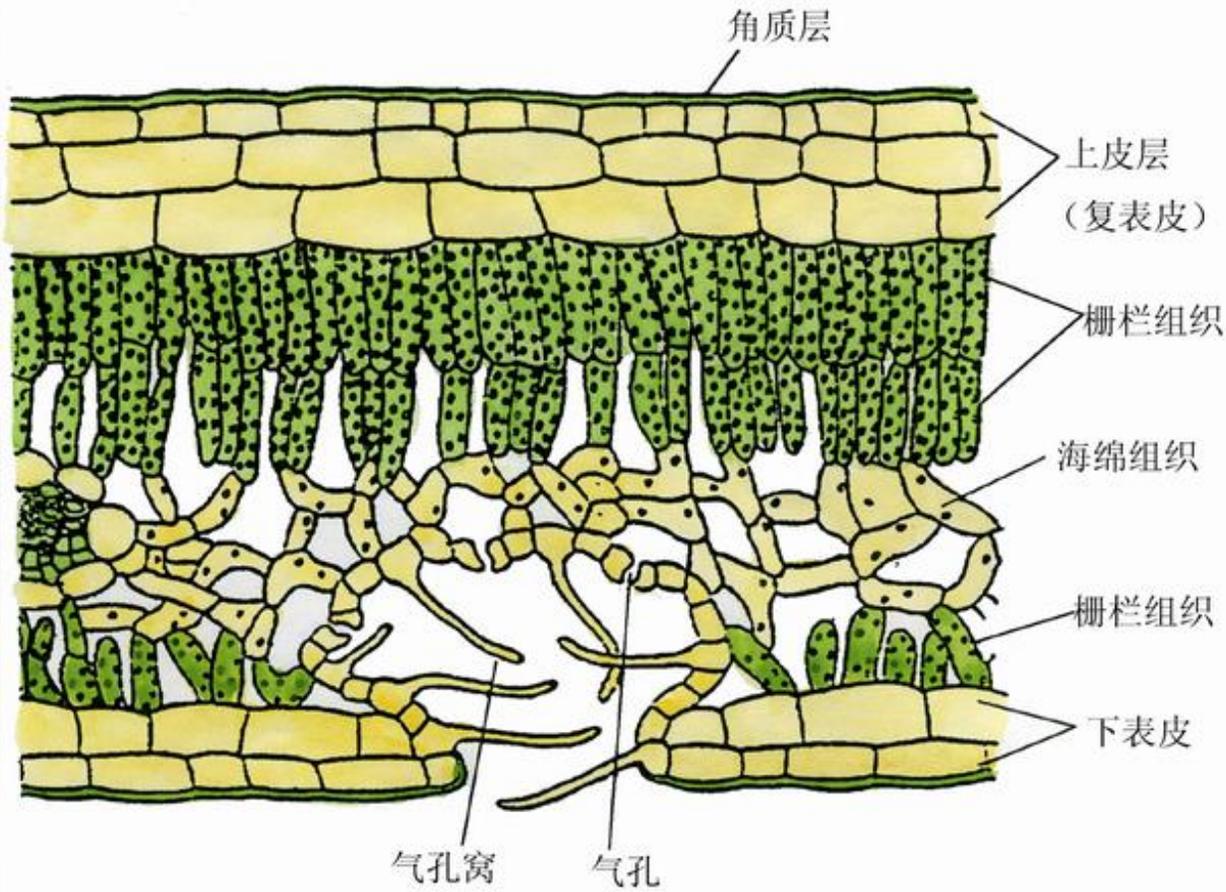
叶小型，表皮角质化程度高(角质层厚)，

表皮毛和蜡被发达，或呈复表皮，气孔下陷等。

栅栏组织发达，多叶脉。叶片肉质，

贮藏水分的薄壁组织发达。

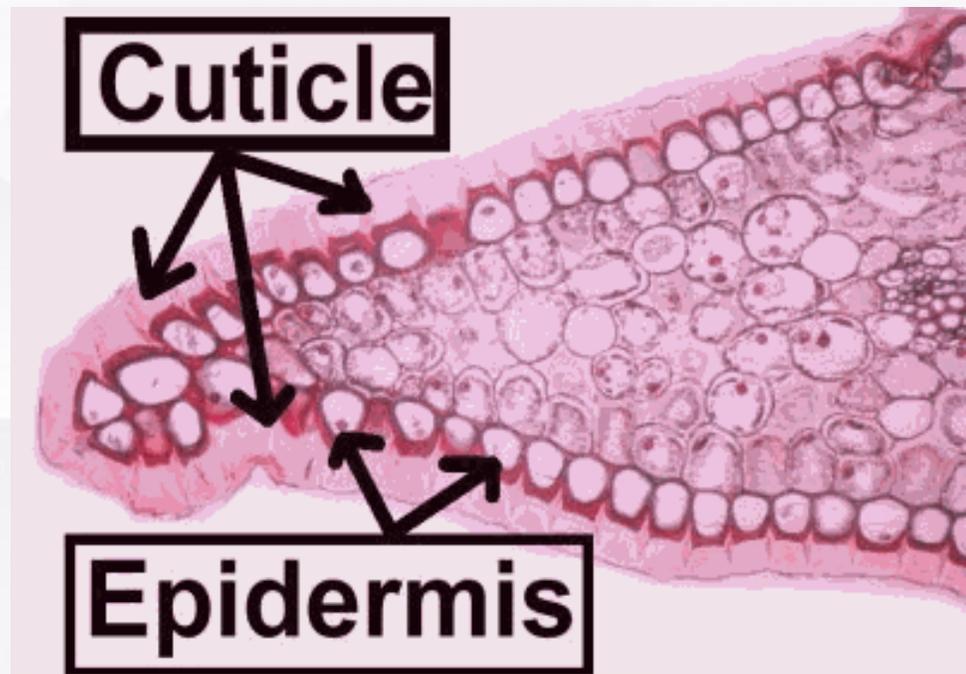




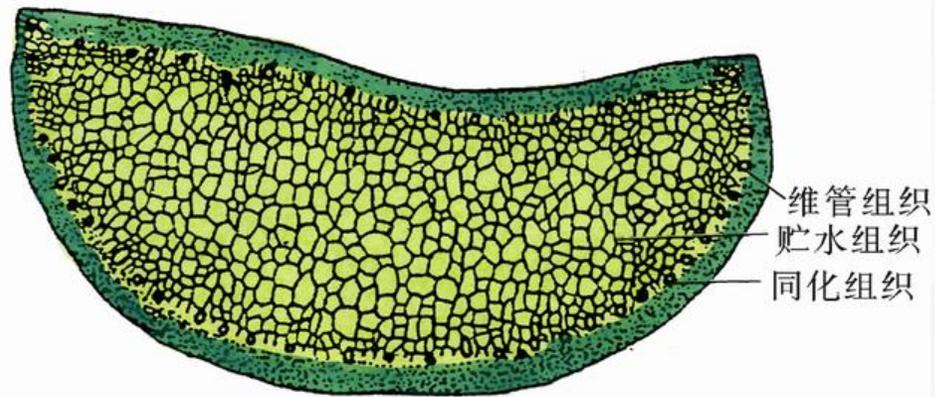
夹竹桃叶片的结构

表皮由**多层细胞**组成(复表皮), **气孔下陷**, 或限生于局部区域(如夹竹桃叶的**气孔窝**)。

栅栏组织细胞层次多, **海绵组织和细胞间隙**都不发达, 机械组织的量较多。这些形态结构将**减少蒸腾面积**, 或**减少蒸腾强度**, 以适应**干旱**的环境。



龙舌兰属



芦荟叶横剖面

另一种类型称为**肉质植物** (fleshy plant), 如芦荟、马齿苋、龙舌兰、猪毛菜等。

其叶片肥厚多汁, 叶内有**发达的贮水组织**, 细胞液浓度高, 保水力强。仙人掌也是这一类型的植物, 不过它的叶片退化, 茎肥厚多浆汁, 呈绿色, 代替叶行光合作用。

细胞能**保持大量水分**, 因此能够**耐旱**。

肉质化的叶



龙石兰



落地生根



Senecio succulent leaves.



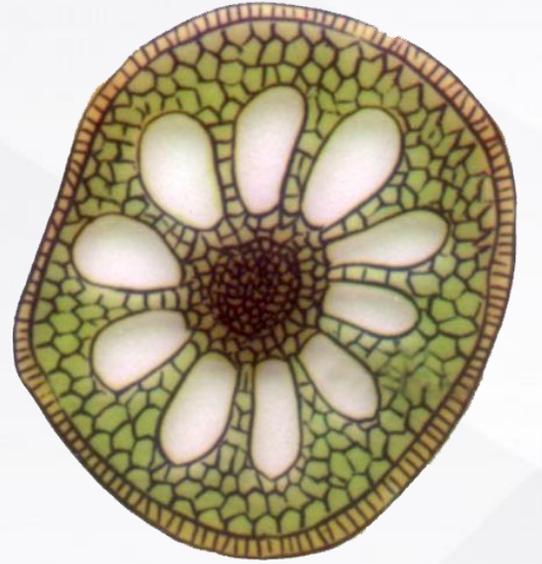
仙人球

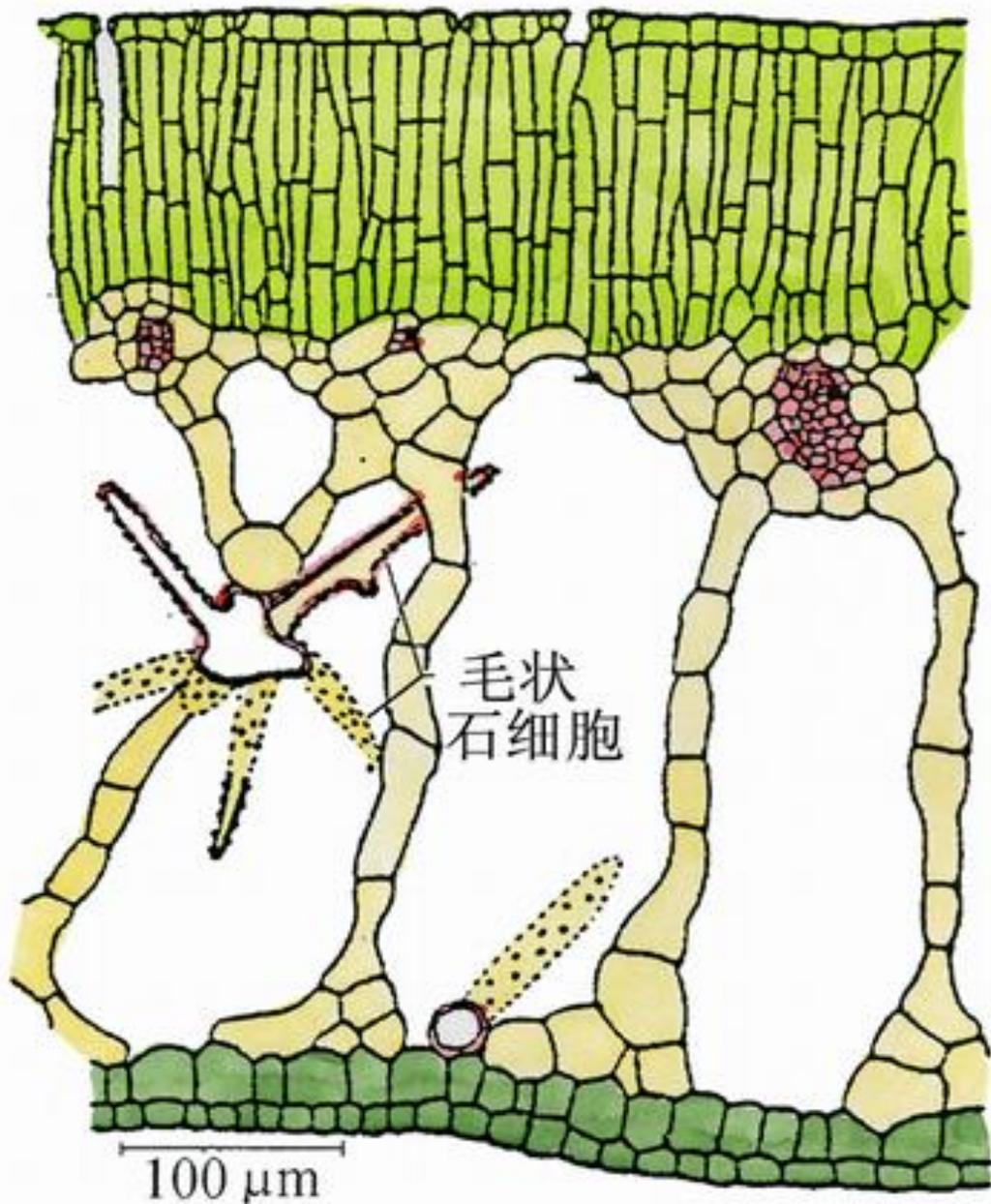
□ 水生植物的叶

沉水植物：无气孔，常裂为丝状。

挺水植物：植物在**空气**中的部分，具有**陆生植物**的特征；
生长在水中的部分（根或地下茎），具有**水生植物**的特征。

浮水植物：只有**上表皮**具少量气孔。





睡莲

叶片通常较薄，表皮细胞的外壁**不角质化**，没有角质层或角质层很薄，细胞内具叶绿体。

叶肉不分化为栅栏组织和海绵组织，形成发达的**通气组织**。

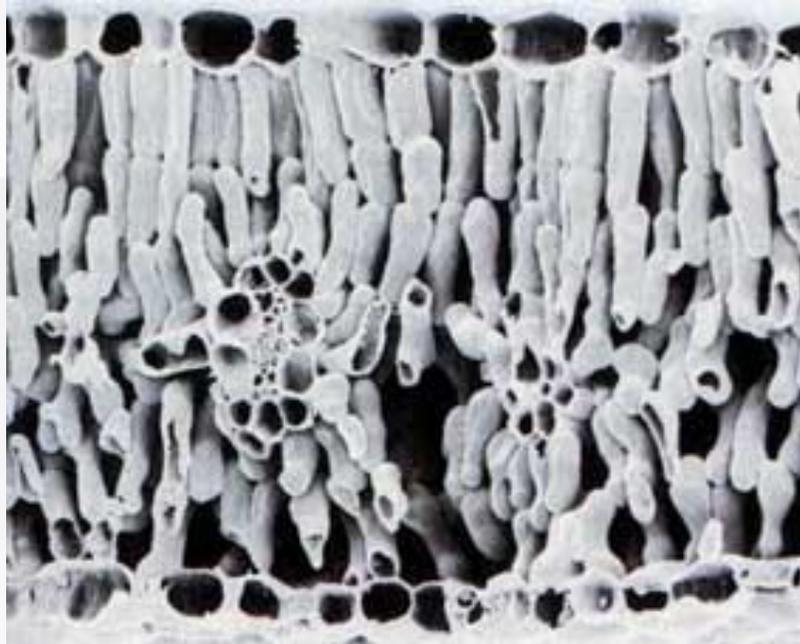


睡蓮科**王蓮**的浮水叶



莲的挺水叶

□ 阳地植物和阴地植物叶的结构



阳地植物

根据对光照条件的适应关系分为
阳地植物(sun plant)和
阴地植物(shade plant)



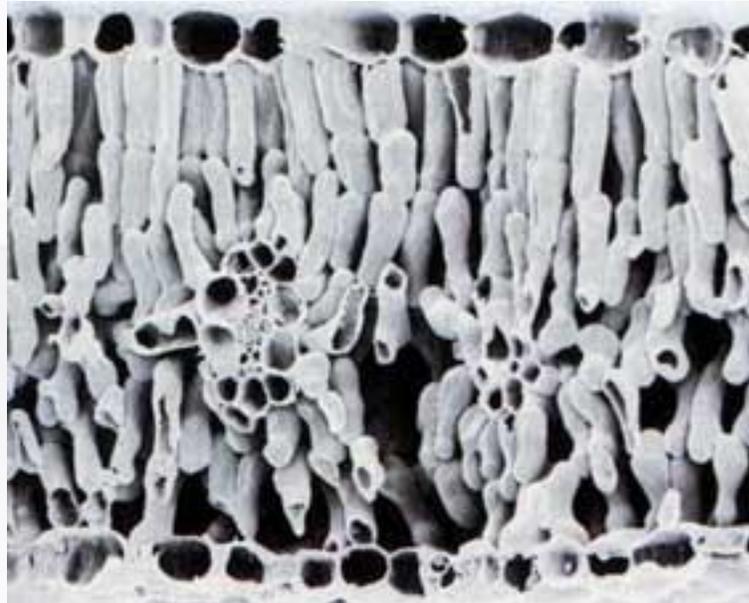
阴地植物

阳地植物的叶

阳地植物的叶倾向于旱生形态。

叶片较厚较小，表皮细胞壁和角质层较厚；
栅栏组织发达，海绵组织则不甚发达；
叶脉细密而长，机械组织发达。

阳生植物不等于旱生植物：水稻。

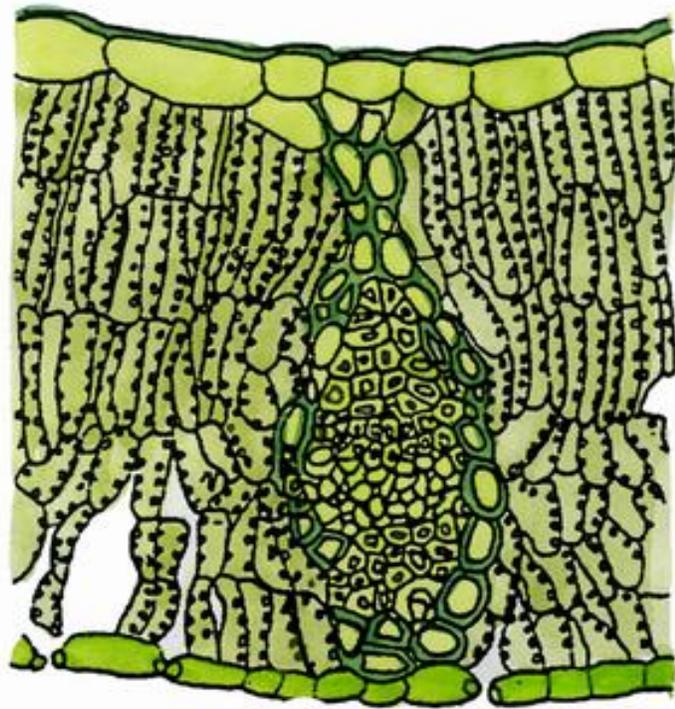


阴地植物的叶

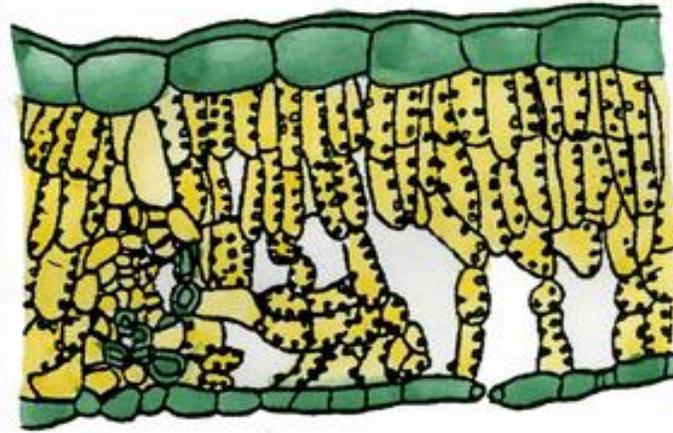
阴地植物的叶倾向于**湿生形态**。

叶大而薄，栅栏组织发育不良，细胞间隙发达，叶绿体较大，表皮细胞也常含有叶绿体。





阳叶



阴叶

栎树叶片解剖结构

同一植物在不同的环境，叶的结构也多少有些变化，即使在同一植株中，因各叶所处位置的光照不同，也会有**阳叶**与**阴叶**的差异。顶部与向阳的叶为**阳叶**；下部和荫蔽的叶为**阴叶**。

3.6 叶的衰老与落叶

多数植物有落叶现象。

落叶是植物对环境适应的
一种正常生理现象。



叶的衰老：叶有一定的生活期，一般都短于植物的寿命。生活期的长短，各植物不同。

叶在结束生活期而脱落之前，要经历**衰老**的变化。

叶的衰老，就整株而言，是**向顶进行**的。

就**单叶**而言，因植物类群而异：

双子叶植物大多由**叶基向叶尖**进行，

单子叶禾本科植物则**向基进行**。

叶的脱落：

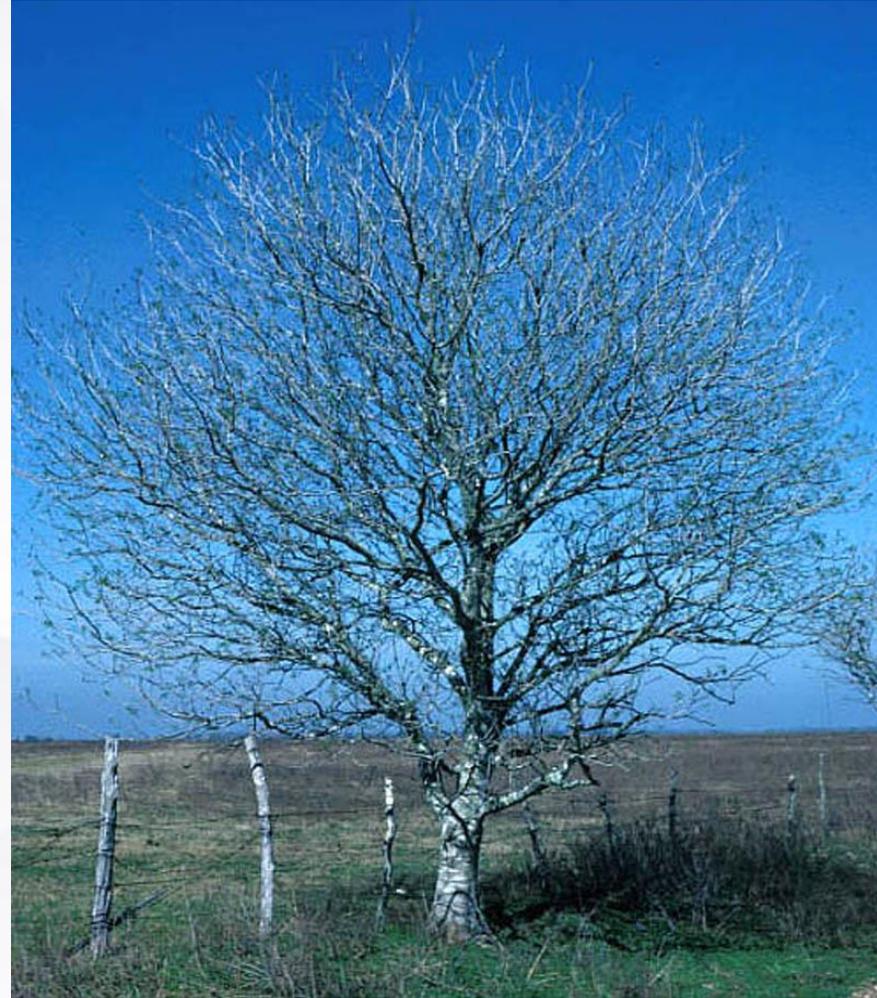
叶经历衰老的变化后即死亡、脱落。

落叶：植物的叶，生活一定时期之后，从枝条上脱落的现象。

按落叶情况不同，木本植物分为落叶树与常绿树。

落叶树 (deciduous tree):

多年生木本植物，如杨、柳、榆、槐、悬铃木、栎、桃、水杉等的叶**只能生活一个生长季**，在冬季来临时便全部脱落，这种树木称为**落叶树**。



Zanthoxylum clava-herculis
花椒属

常绿树 (evergreen tree):

龙眼、荔枝、芒果、松、
柏、女贞的叶可生活一至
几年，其叶在植株上**次第**
脱落，因而全树看来终年
常绿，称为**常绿树**。

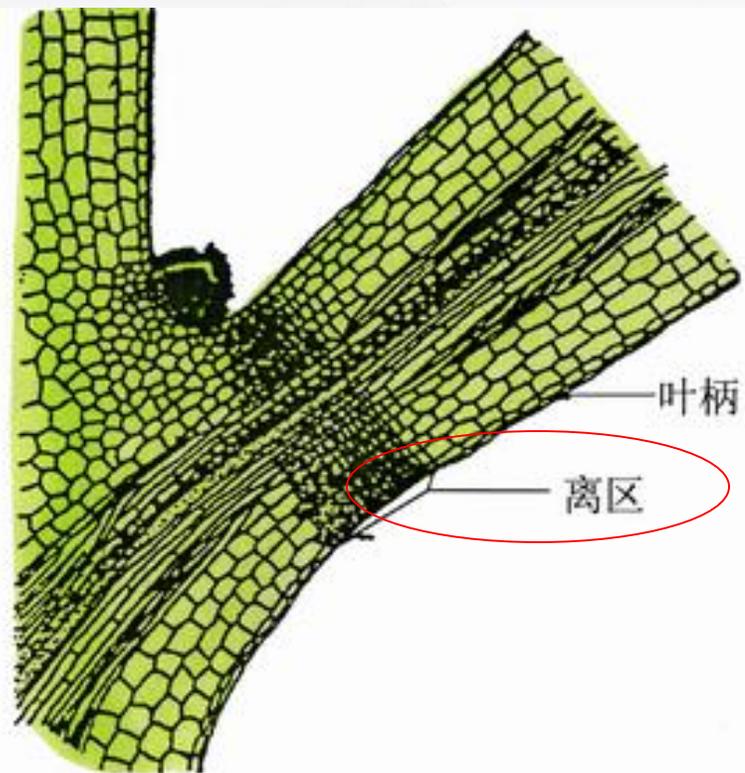


青杆云杉

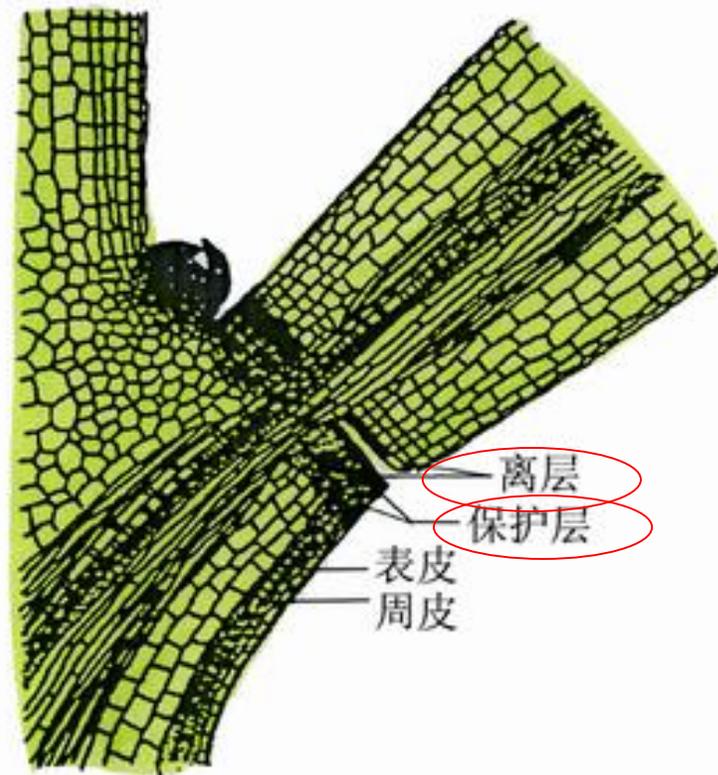
大多数植物落叶的原因与叶柄中产生**离层** (abscission layer)有关。

大多数**单子叶植物和草本双子叶植物**并无离层形成。

叶脱落后在茎上留下外敷保护层或周皮的痕迹，即**叶痕**。叶痕内有凸起的叶迹，是茎与叶柄间的维管束断裂形成的断面。



落叶前后离区的形成



落叶前后离层、保护层的形成

叶脱落前，叶柄基部的一些细胞进行分裂，形成由几层小型**薄壁细胞**组成的**离区** (abscission zone)，细胞群胞间层粘液化，使**离区**细胞分离形成**离层**。紧接离层下的几层细胞**栓质化**，形成**保护层**。

落叶原因



保护层：在**离层**下方的细胞，细胞壁**木栓化**，有时在细胞壁和胞间隙内沉积胶质、木质等，形成保护层。

维管束常受**重力**和**机械作用**等外力而折断，造成落叶。

植物的落花、落果、也多与离层形成有关。

3.7 特化的叶 (叶的变态)

1. 苞片 (bract)和总苞 (involucre)
2. 鳞叶 (scale leaves)
3. 叶卷须 (tendrils)
4. 叶刺 (spines)
5. 叶状柄 (phyllode)
6. 捕虫叶 (insect-trapping leaves)
7. 贮藏叶 (storage leaves)

叶的变态



叶刺 (仙人掌)



托叶刺 (杨槐)



叶卷须 (豌豆)

卷须

小叶

托叶



苞片

蜜腺

苞片 (棉)



叶片

捕虫器

叶柄

食虫植物变态叶 (猪笼草)