



普通高等教育
“十一五”国家级
规划教材



植物学

(第2版)

主编 叶创兴 朱念德 廖文波 刘蔚秋 冯虎元



蔡泽坪

QQ: 494266605

Tel: 13909481919

课程交流群: **316349147**



高等教育出版社



蔡泽坪

扫一扫二维码, 加我QQ。



小树

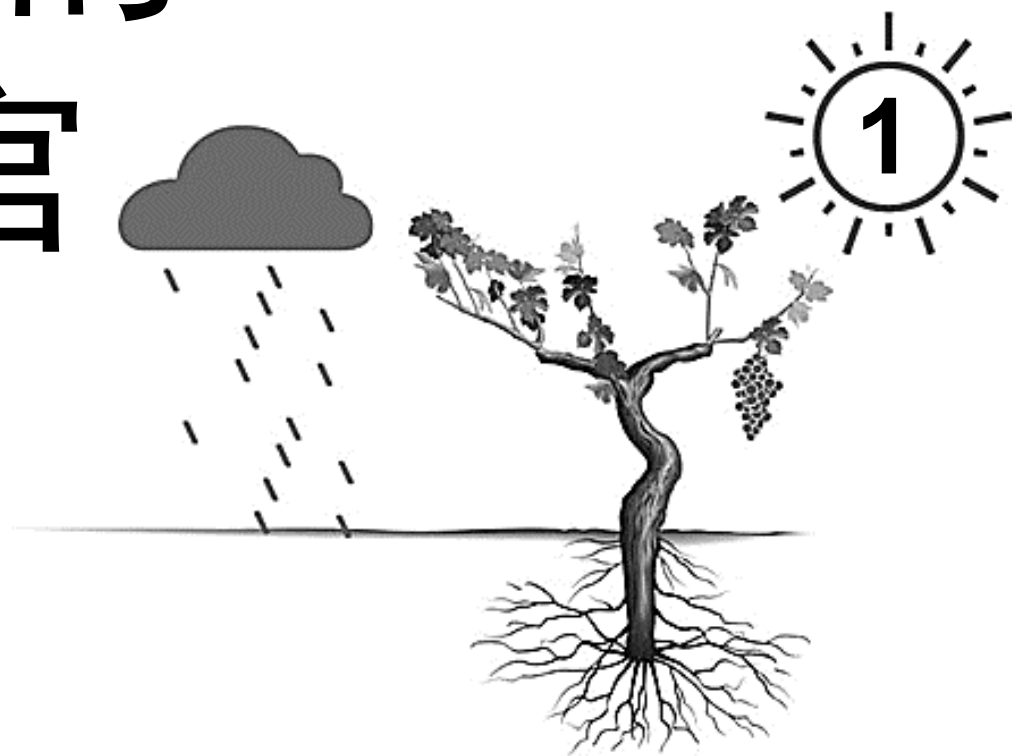
扫一扫二维码, 加入该群。

第三章

种子植物的

营养器官

1



种子植物是植物界最高等的类群，包括裸子植物和被子植物。

能产生种子并用种子繁殖

兰科植物的种子很小，数目很多，每一蒴果含有种子数万至数十万，甚至百万之多。



世界上最大的植物种子？

海椰子果实重达25公斤，其中的坚果有15公斤。



- 典型的被子植物具有**根、茎、叶、花、果实、种子**六个器官，执行着不同的生理功能。
- **根、茎、叶**执行养料、水分的吸收、运输、转化、合成等营养功能，称为**营养器官** (vegetative organ)；
- 而**花、果实、种子**完成开花结果至种子成熟的全部生殖过程，称为**繁殖器官** (reproductive organ)。

第一节 根

第二节 茎

第三节 叶

第四节 营养器官间的相互联系

第五节 同功器官与同源器官

第一节 根

根生长的力量



根生长的力量







榕树的绞杀



榕树的绞杀

榕树的绞杀



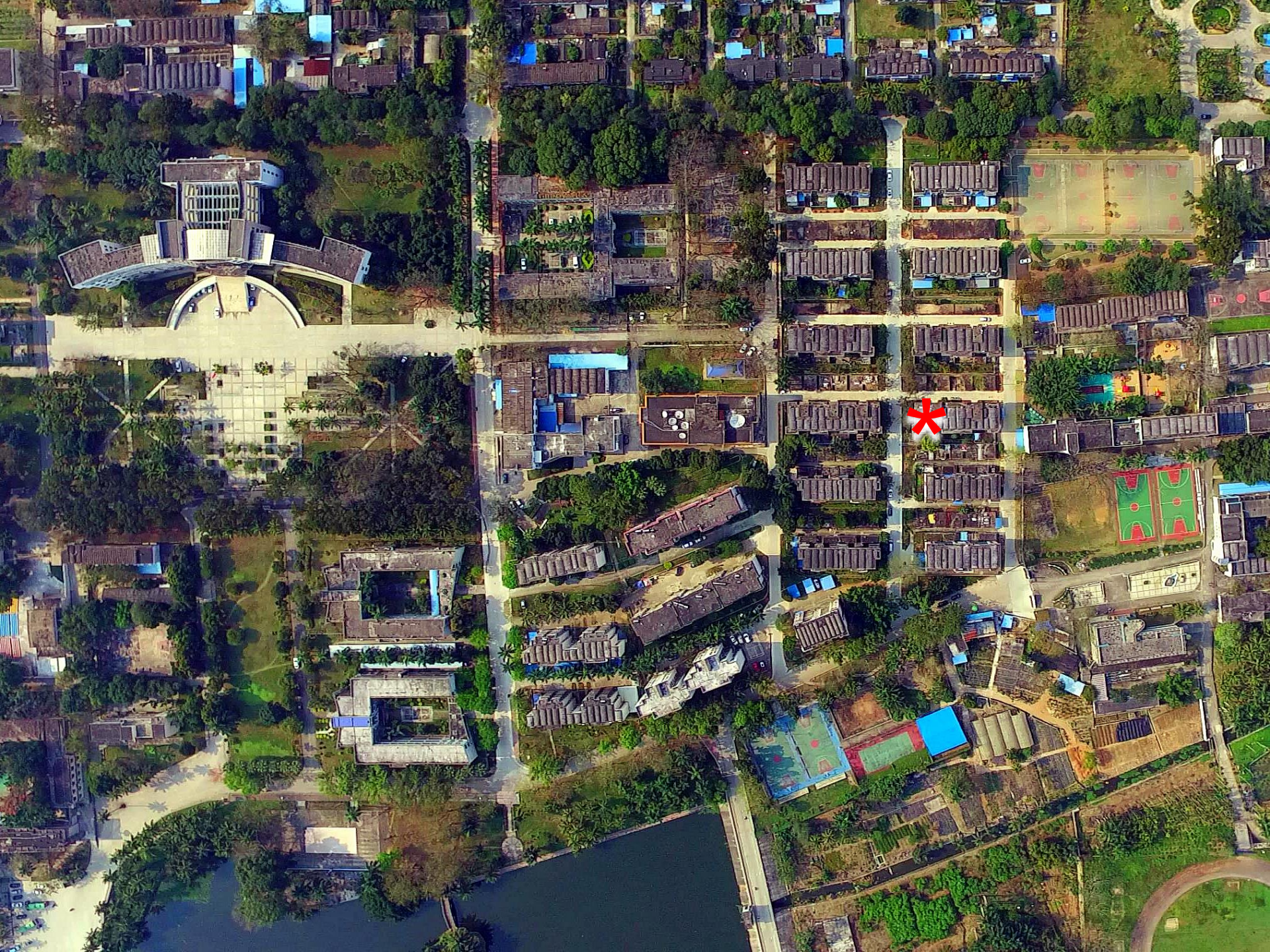


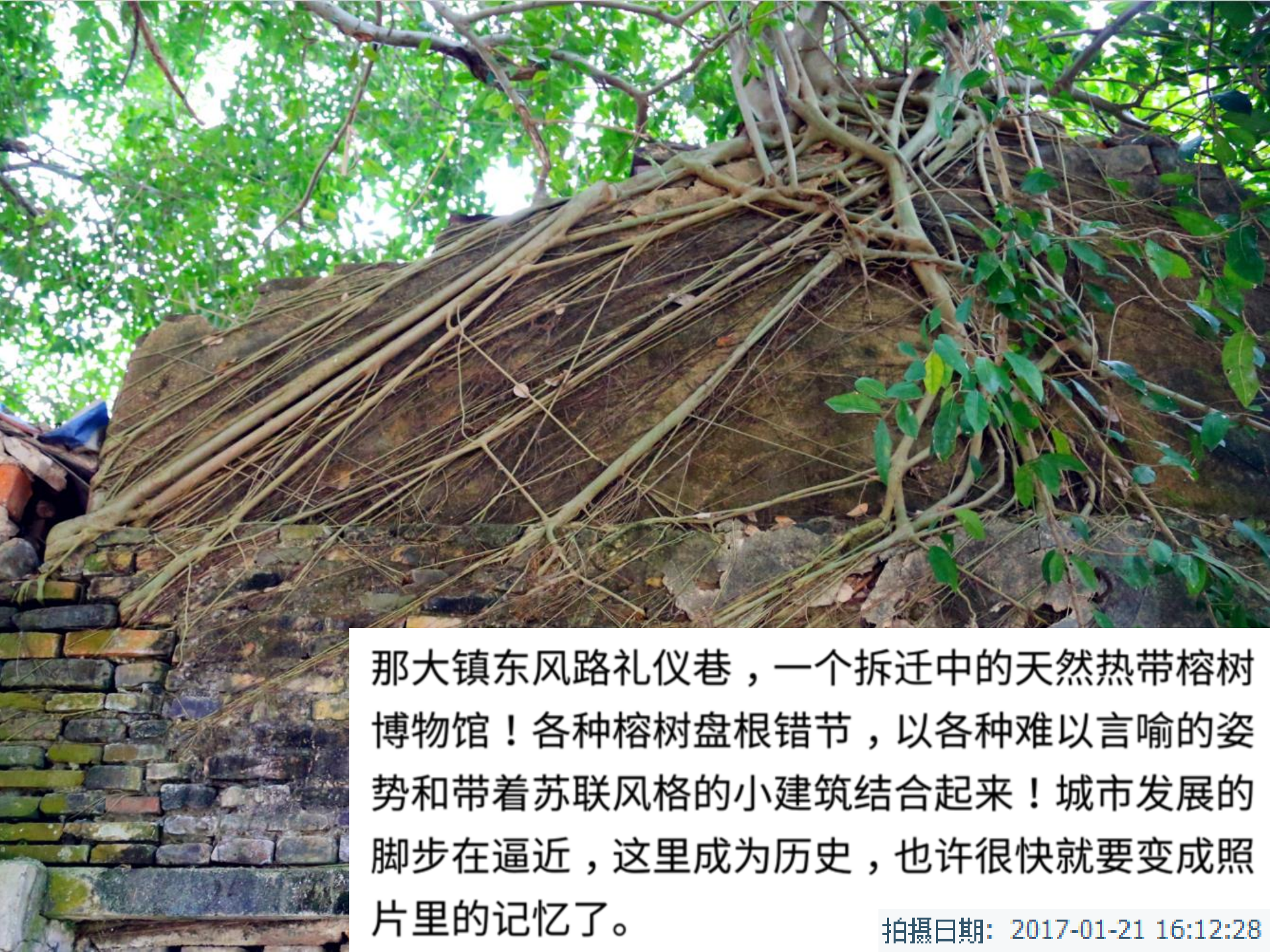
伊朗紫硬胶











那大镇东风路礼仪巷，一个拆迁中的天然热带榕树博物馆！各种榕树盘根错节，以各种难以言喻的姿势和带着苏联风格的小建筑结合起来！城市发展的脚步在逼近，这里成为历史，也许很快就要变成照片里的记忆了。

拍摄日期: 2017-01-21 16:12:28

WOL... 手机... 扫码... 体验... 服务... 中心... 扫码... 体验... 服务... 中心... 扫码... 体验... 服务... 中心...

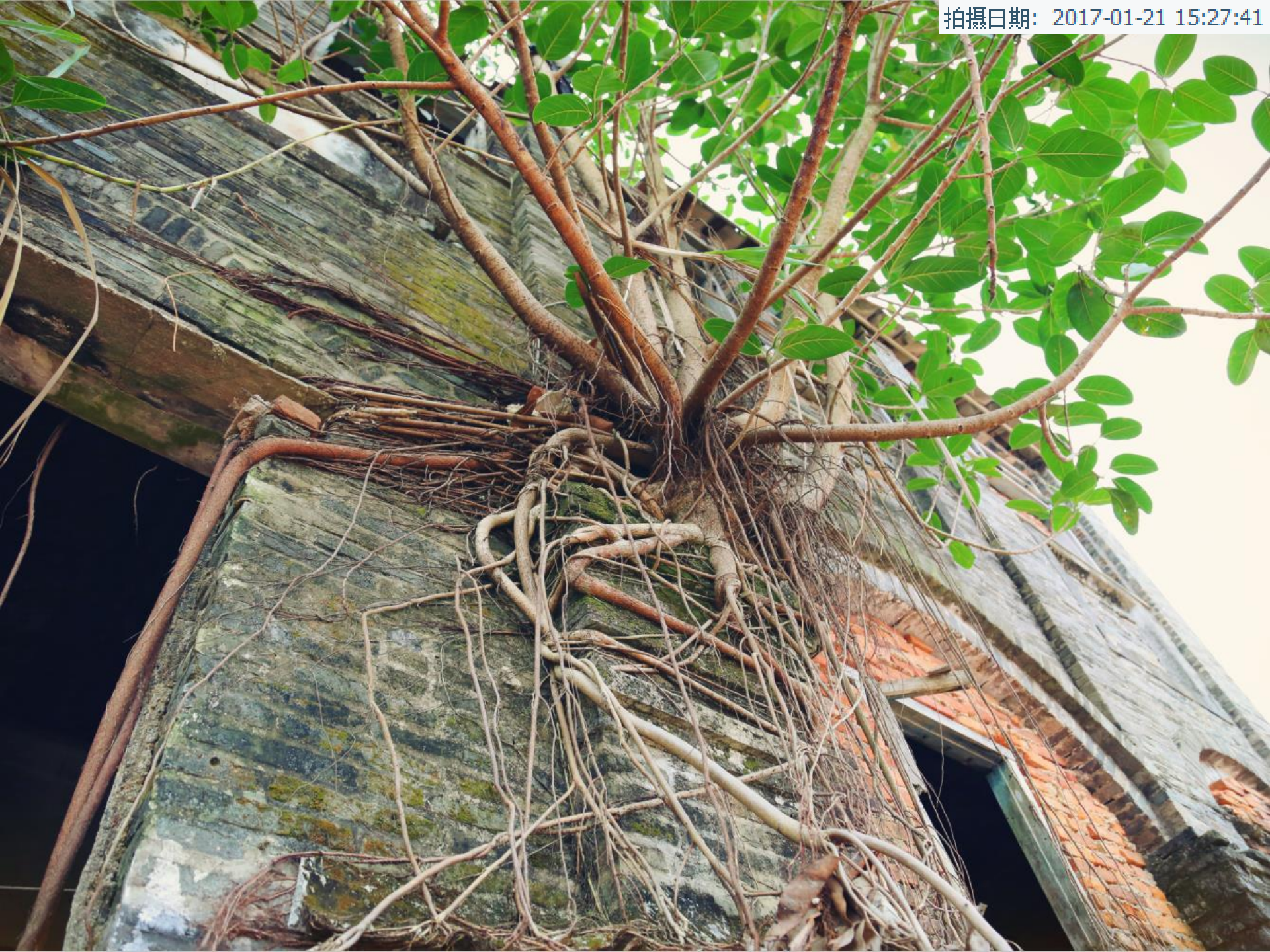
A73

古树名木

植物名称	大叶榕	别名	高山榕
科	桑科	属	榕属
原产地	热带地区		
拉丁名	Ficus altissima		
地点	儋州市地震局		
树龄	100年以上	保护级别	一级保护

儋州市市政园林管理处

拍摄日期: 2017-01-21 15:17:34





拍攝日期: 2017-01-21 15:50:14

拍攝日期: 2017-01-21 15:31:10







拍攝日期: 2017-01-21 16:07:06



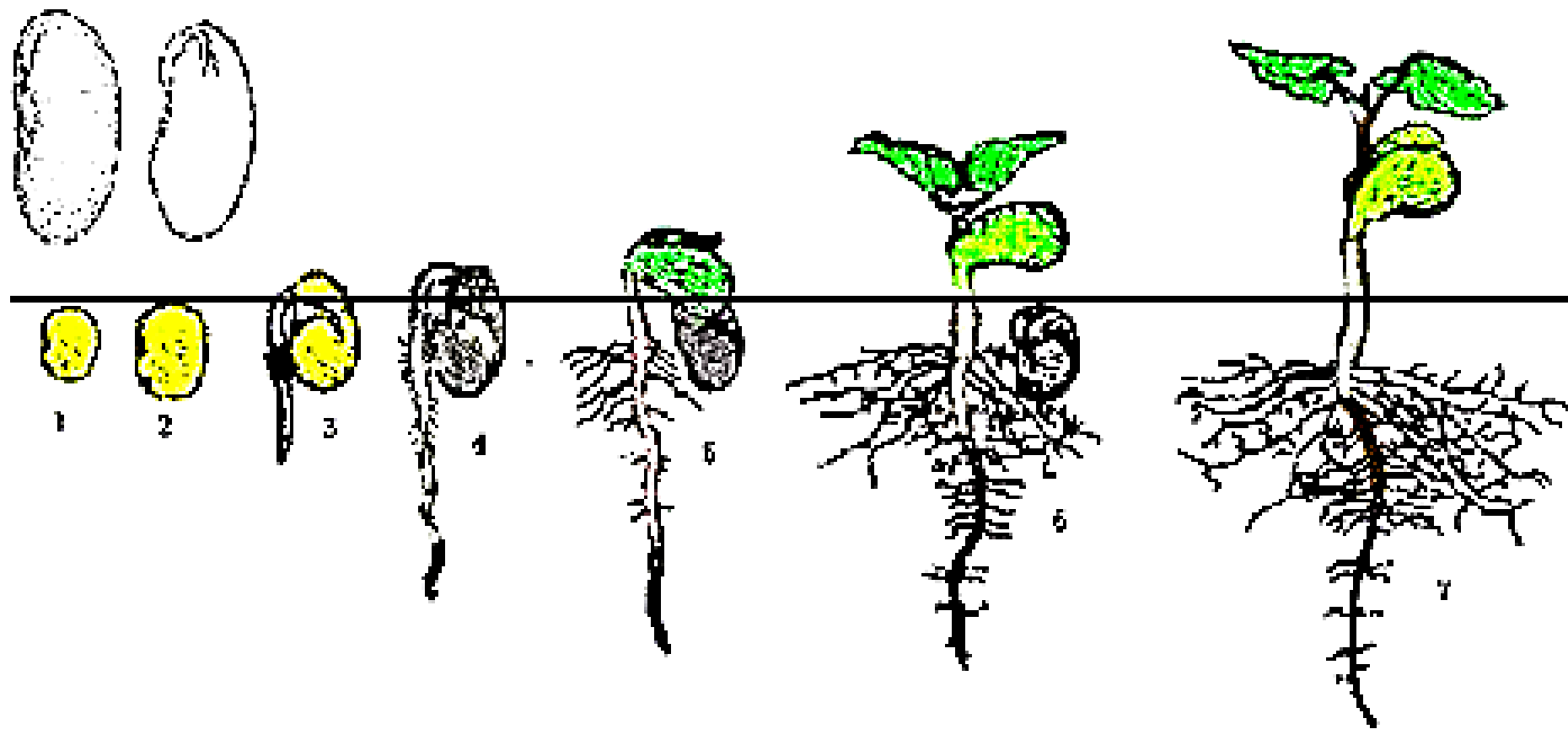


锦屏藤 葡萄科

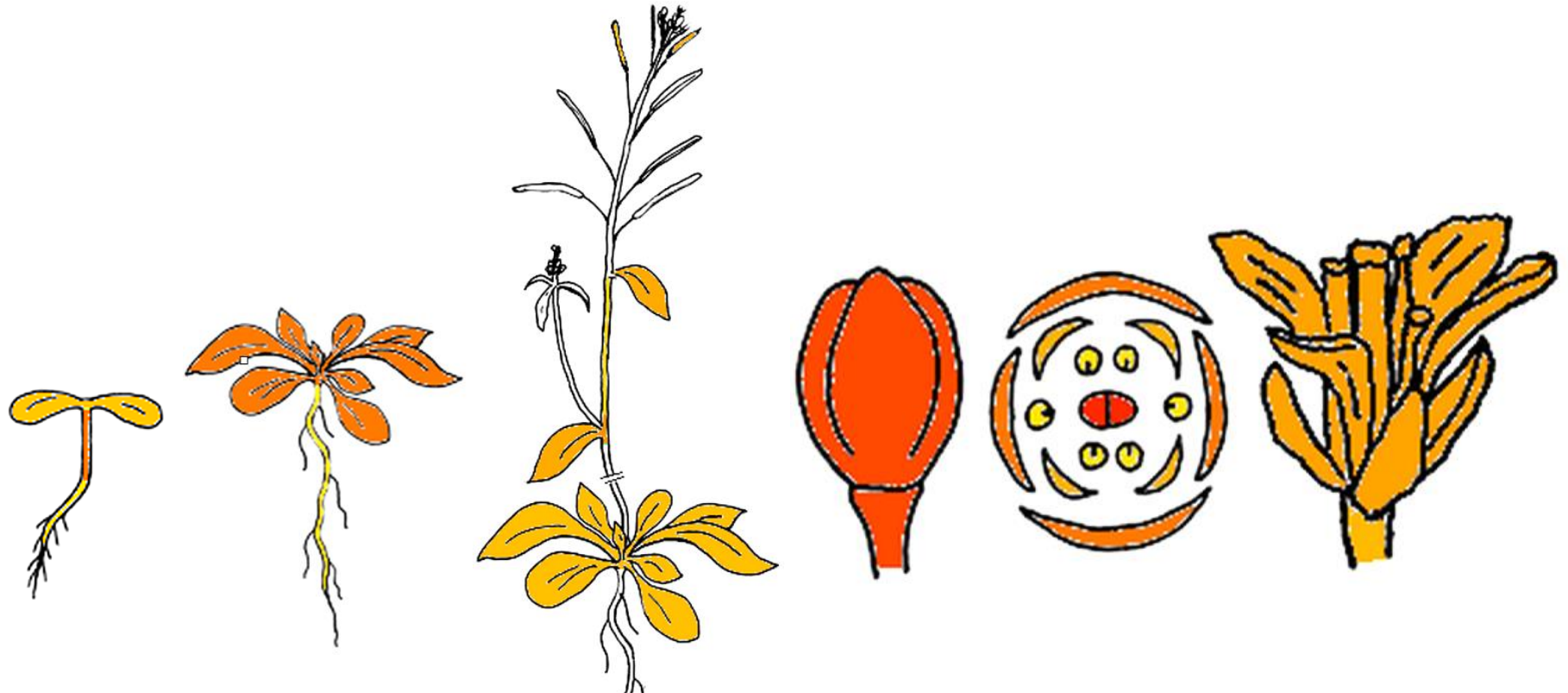
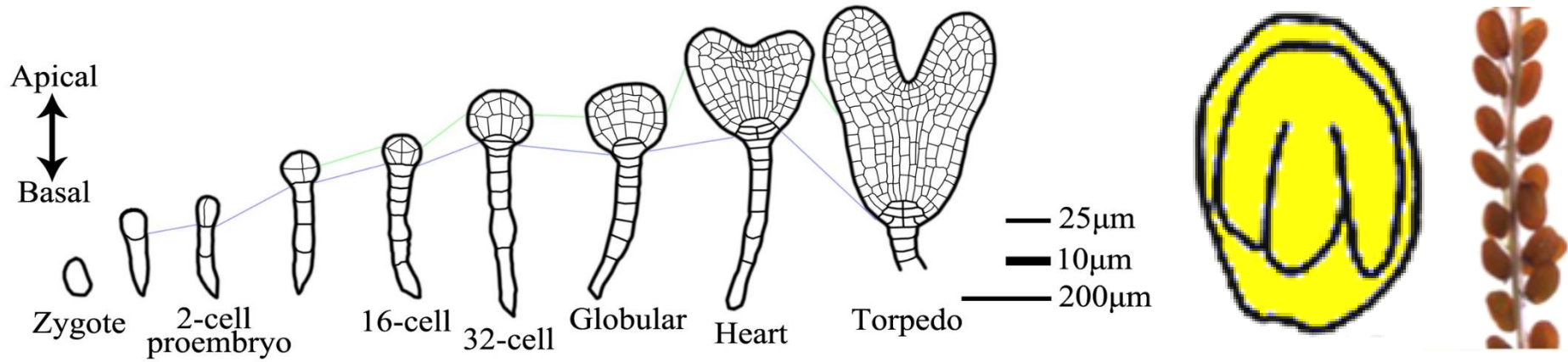


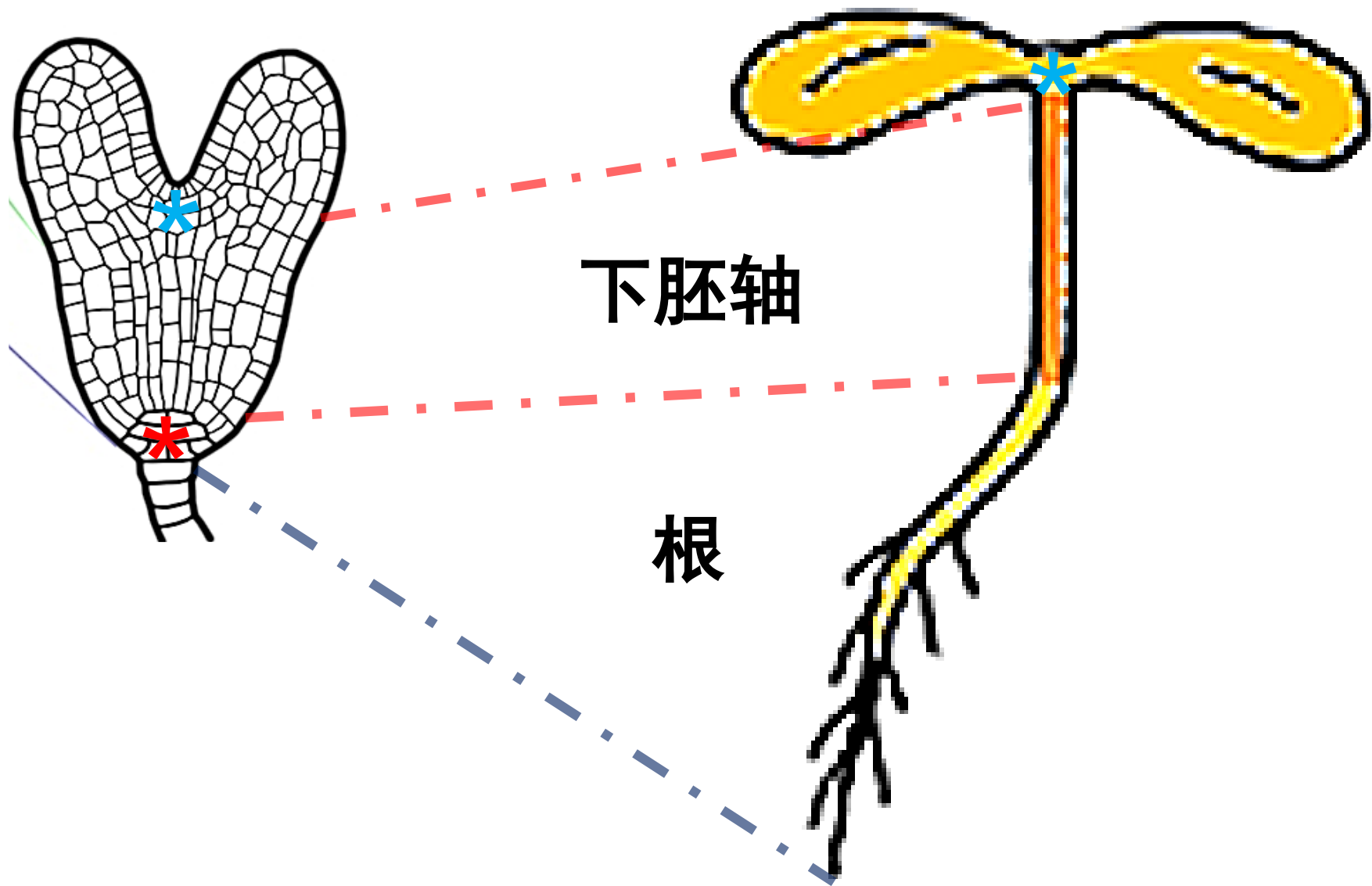
拍摄日期: 2016-12-14 16:59:12

种子的萌发

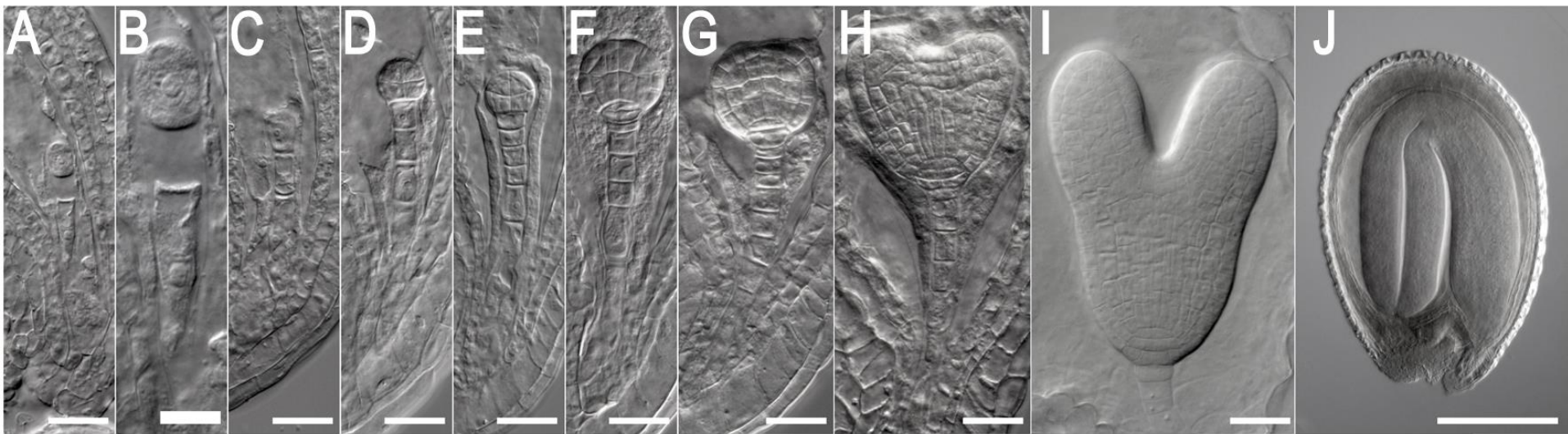


根来源于胚胎中的那个细胞？

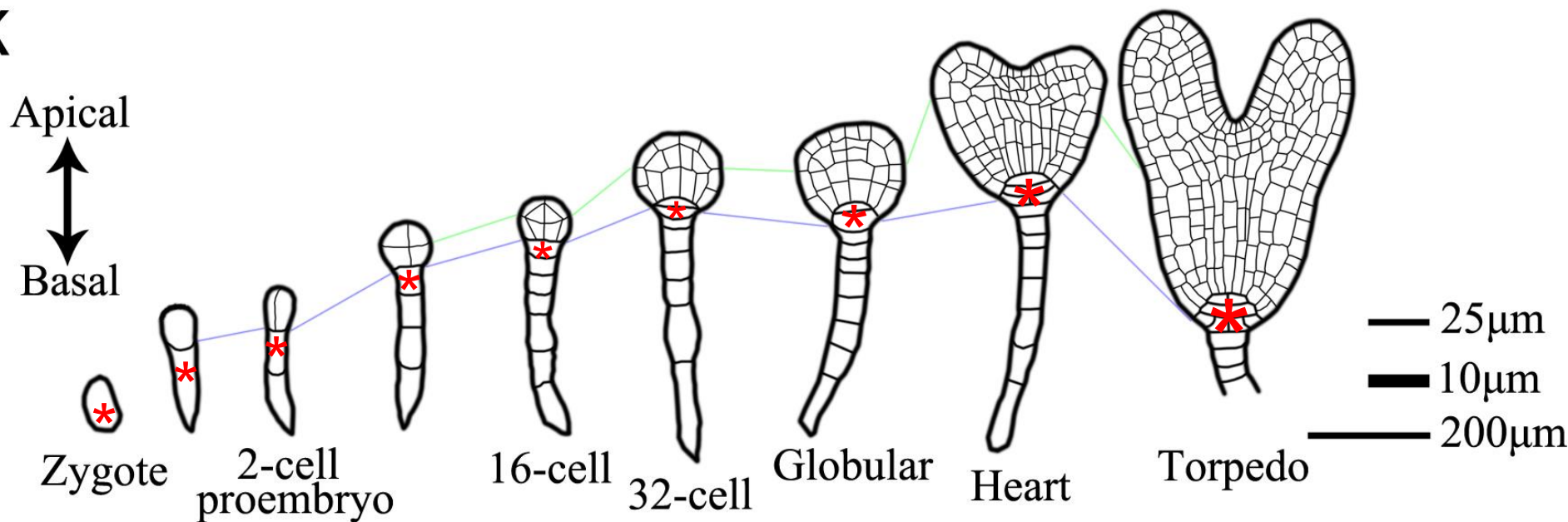




Embryo Development of Arabidopsis



K



根是植物演化过程中为适应陆地生活而发展起来的器官。

一、根的生理功能

(1)根具有固着和支持作用；

(2)根具有吸收和输导作用；

(3)根具有合成和分泌功能；（合成氨基酸, 植物激素等。有些植物的根能分泌释放生长抑制物, 使周围植物死亡——化感作用。）

(4)根具有贮藏作用,可贮藏糖、淀粉等；

(5)有些植物的根具有繁殖的能力；

（甘薯块根产生不定芽。）

(6)一些植物的根还具有呼吸、攀缘等作用。

美国华盛顿的奥林匹克国家公园中的“生命之树”



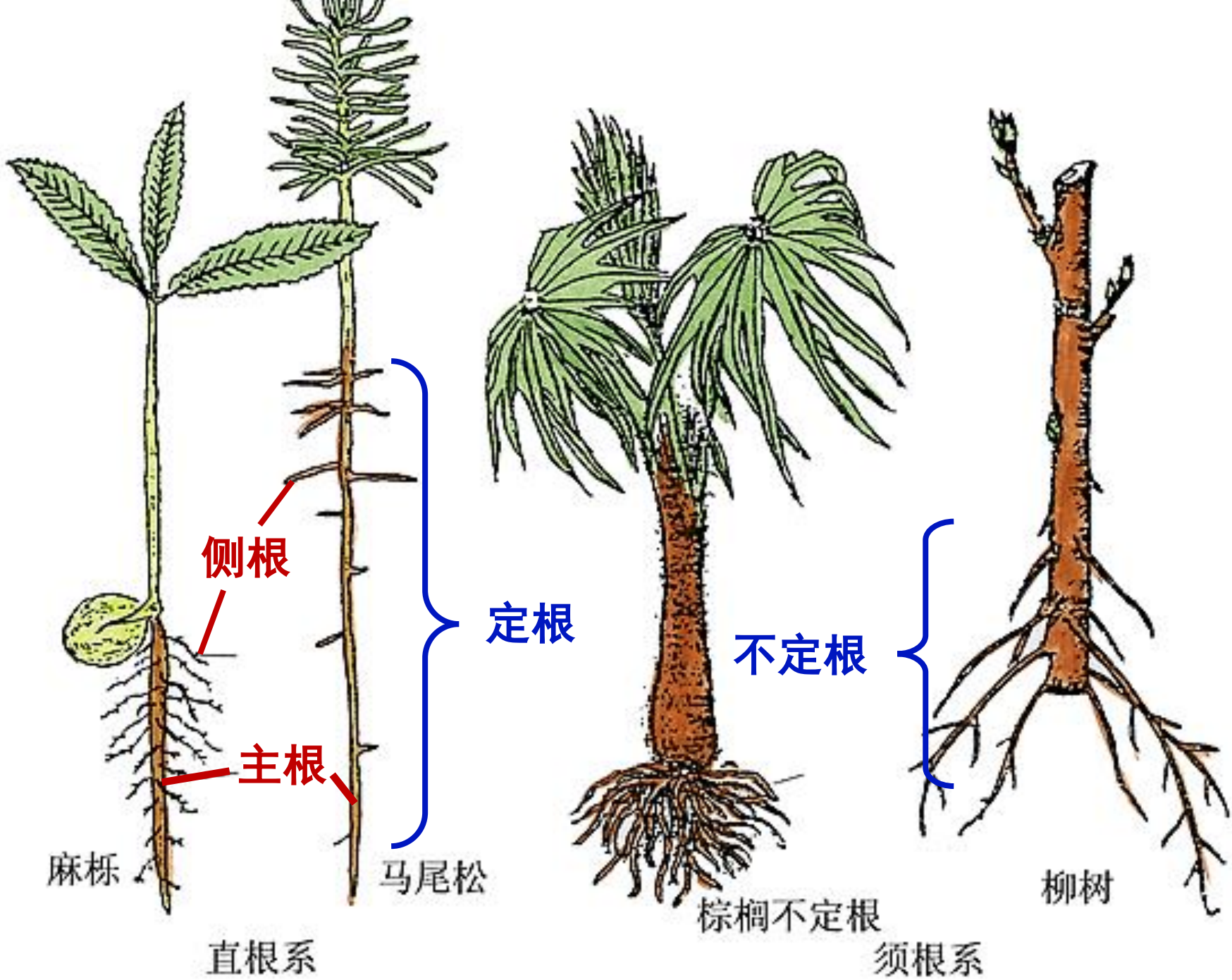
二、根与根系

主根 (main root): 种子萌发时,胚根首先突破种皮向地生长,形成的根。主根由胚根发育而来,称为**初生根**,也称**直根**。

侧根 (lateral root): 从主根上产生的支根。

定根 (normal root): 来源于种子胚根的主根和侧根。

不定根 (adventitious root): 在茎、叶上产生的位置不定的根。



根系的类型：

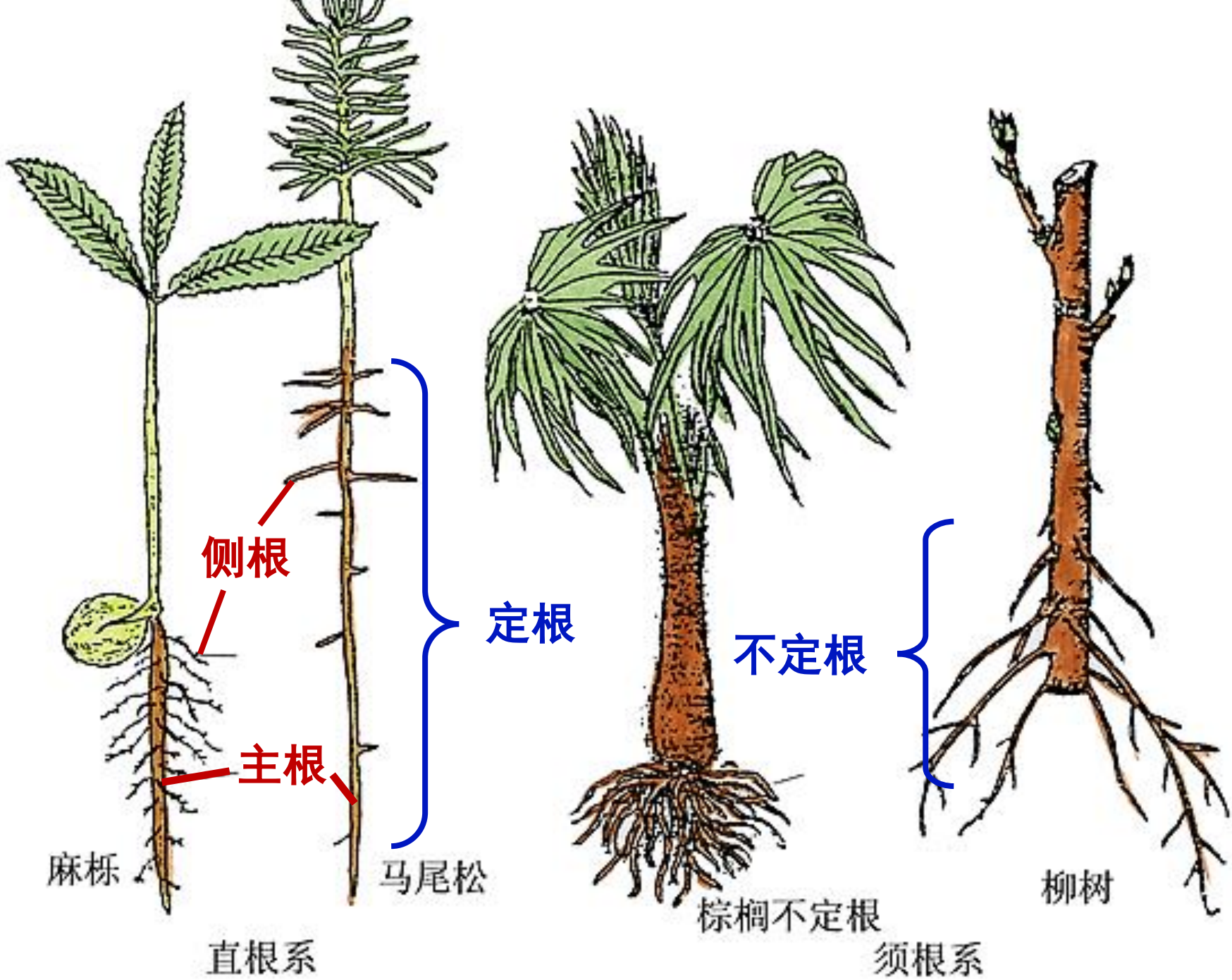
根系 (root system)： 植物个体全部根的总和。

(1)直根系 (tap root system)： 由胚根发育产生的初生根和次生根组成,主根发达,较粗长,能明显区分出主根和侧根的根系。

(2) 须根系 (fibrous root system)： 主根不发达或早期停止生长,由茎基部形成许多粗细相似的不定根,呈丛生状态,这种根系称为须根系。

直根系——大多数双子叶植物和裸子植物。

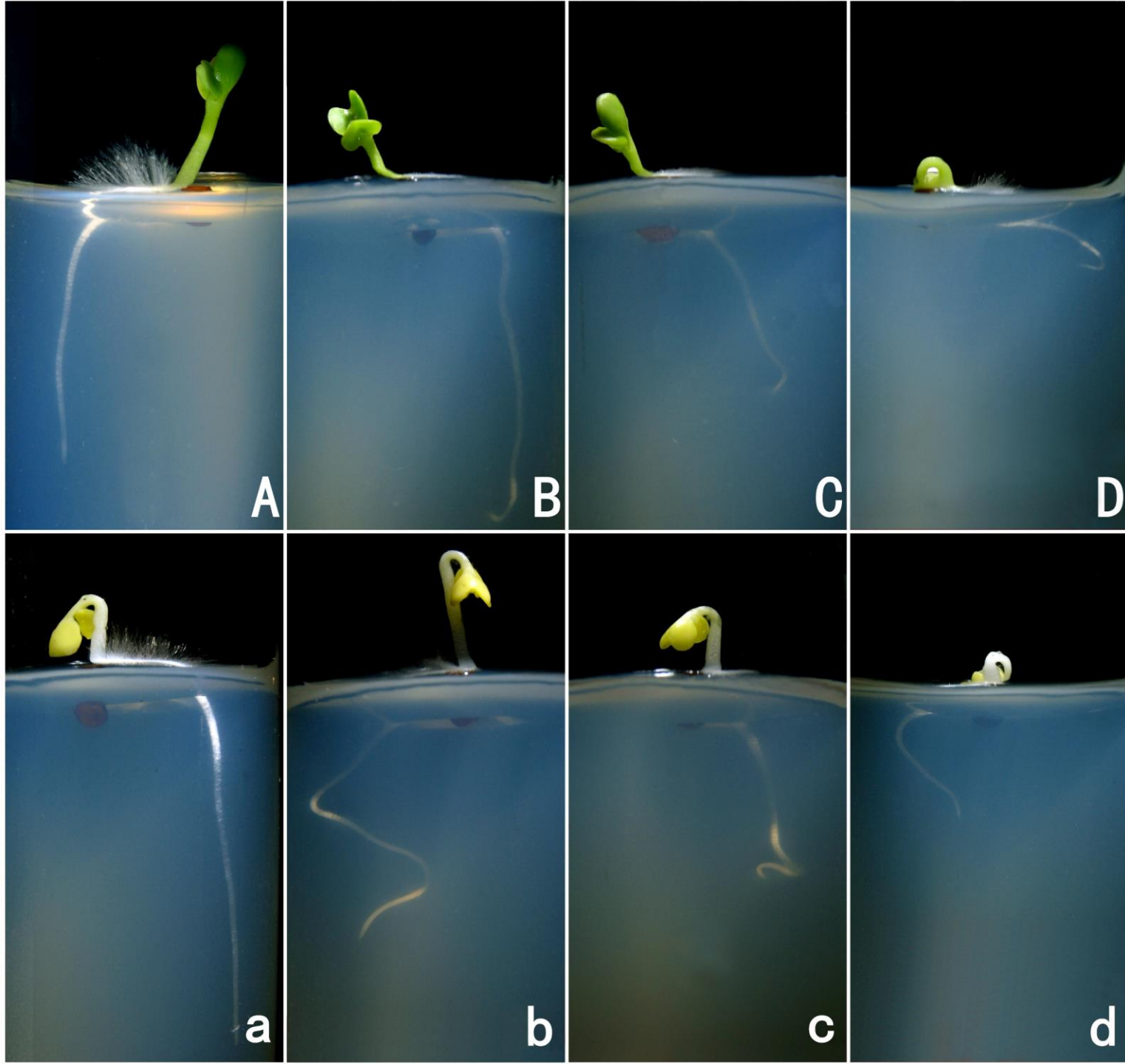
须根系——大部分单子叶植物和某些双子叶植物
(平车前)



中国特有濒危植物——马槟榔 (*Capparis masaikai* Levl.) 种子萌发过程 示根的生长



十字花科植物：
油白菜



禾本科植物：水稻
Oryza sativa L.



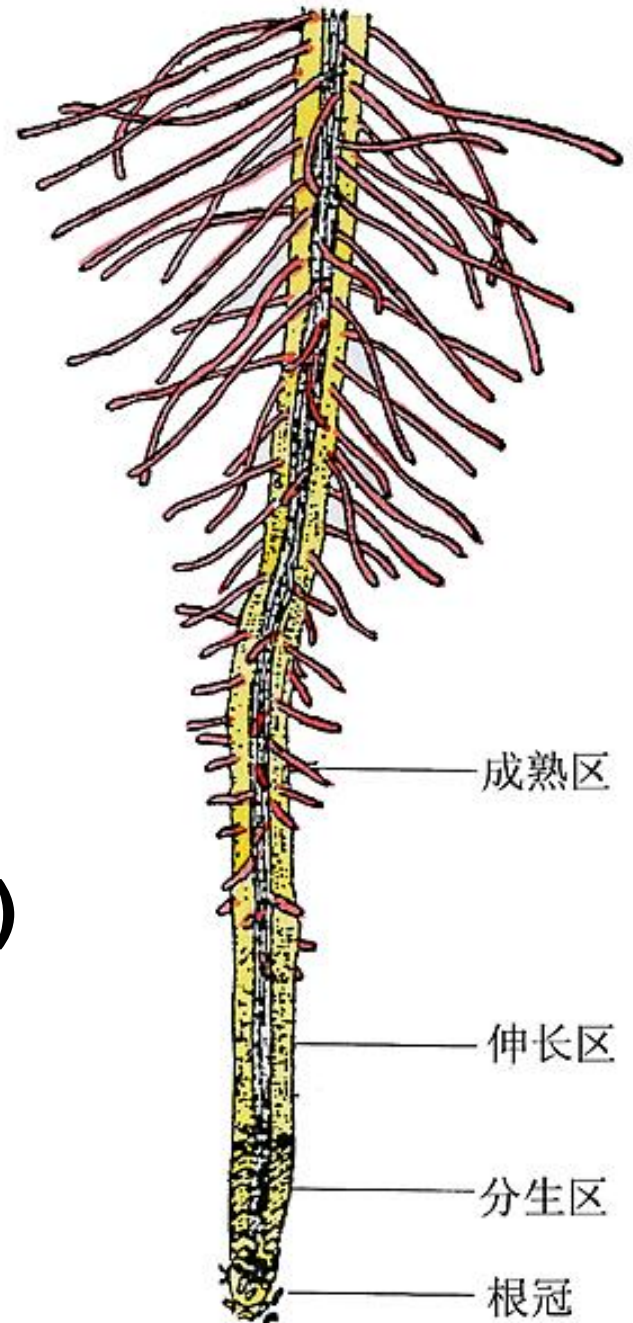
三、根尖的结构与发育

根尖 (root tip): 指根的顶端到着生根毛的部分。

主根、侧根、不定根都具有根尖。

根尖从顶端自下而上可分为:

- (1)根冠(root cap)
- (2)分生区 (meristematic zone)
- (3)伸长区 (elongation zone)
- (4)成熟区 (maturation zone)

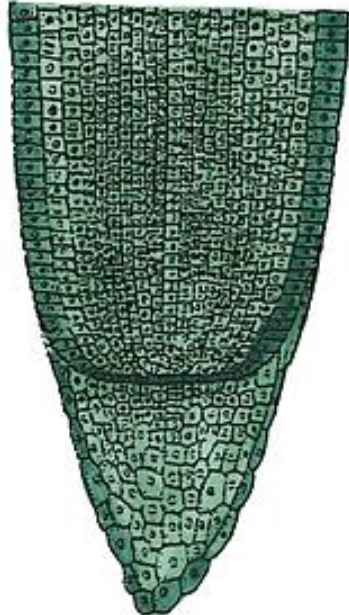




成熟区 (maturation zone)



伸长区 (elongation zone)



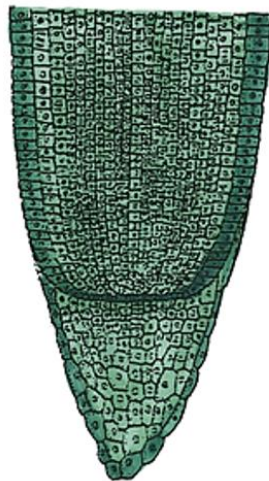
分生区 (meristematic zone)

根冠 (root cap)

1. 根冠

根冠位于根尖的最先端，形似帽套，覆盖于分生区之外，有保护内方幼嫩的分生区的作用。

当根尖伸入土壤时，根冠外层具黏液的细胞与土粒摩擦受损而脱落，由内方分生区的细胞不断产生新的细胞补充，使根冠始终保持一定的形状和厚度，这是根在土壤中生长的一种适应。

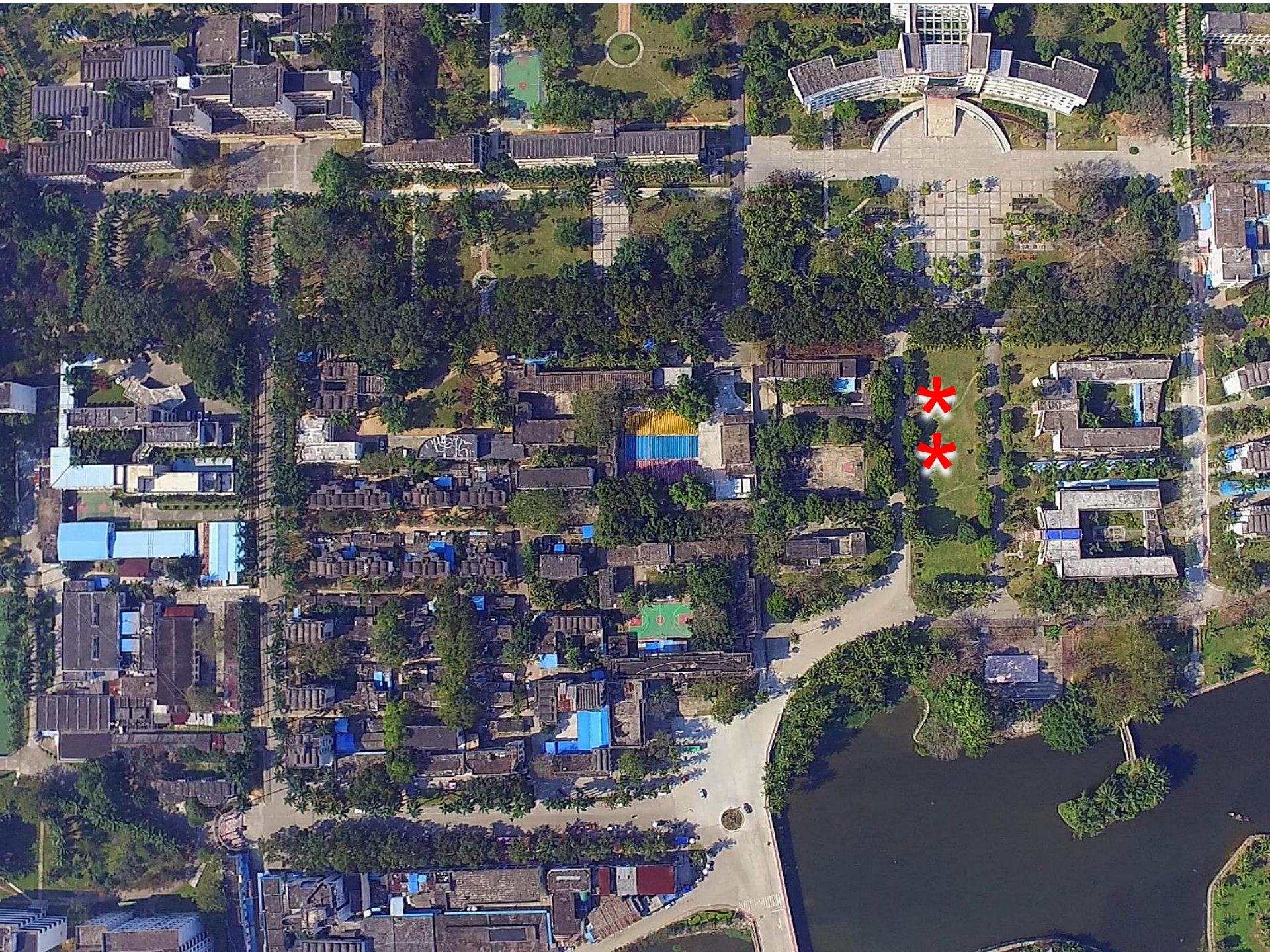


分生区 (meristematic zone)

根冠(root cap)

露兜树的支柱根

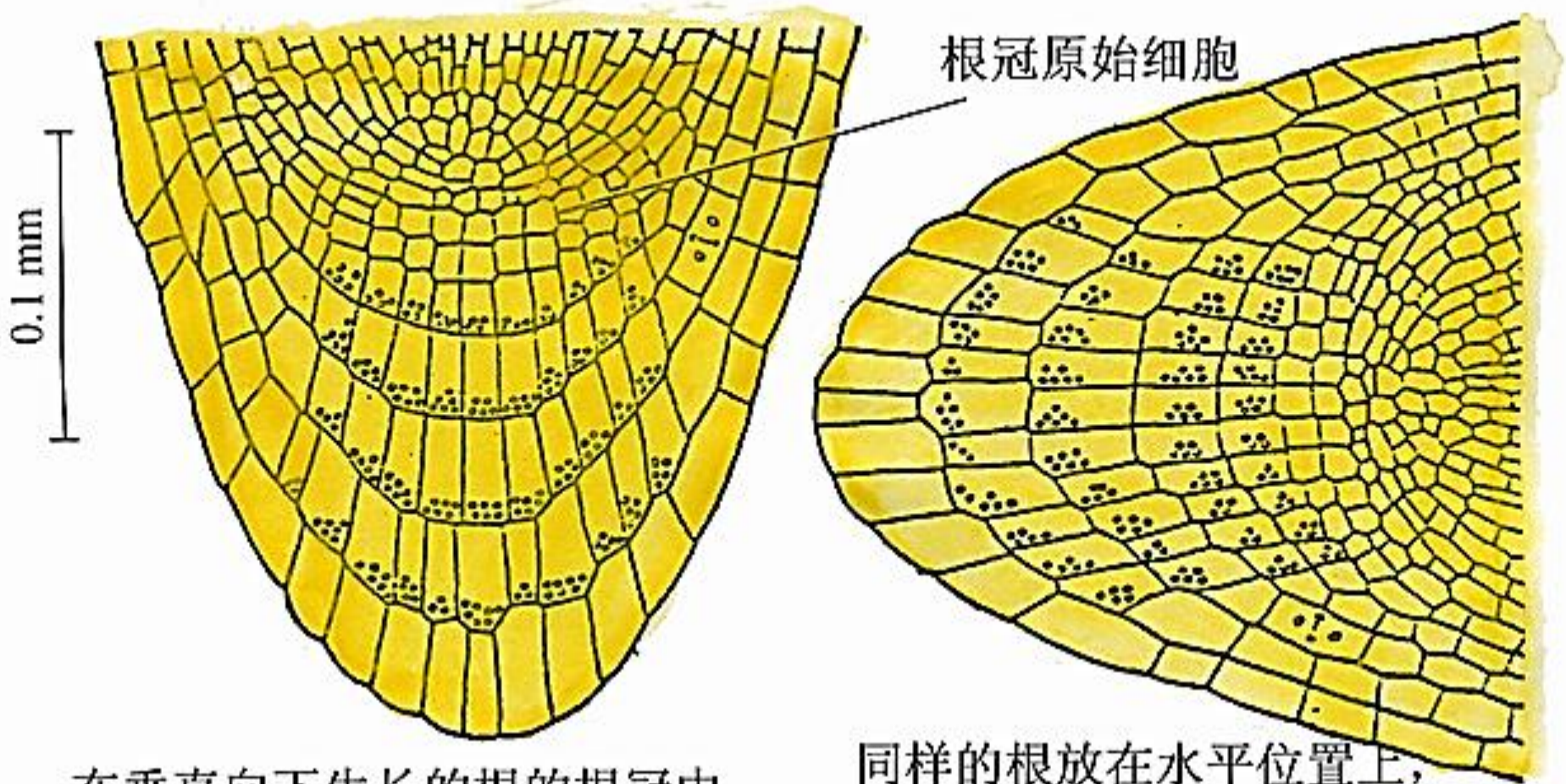








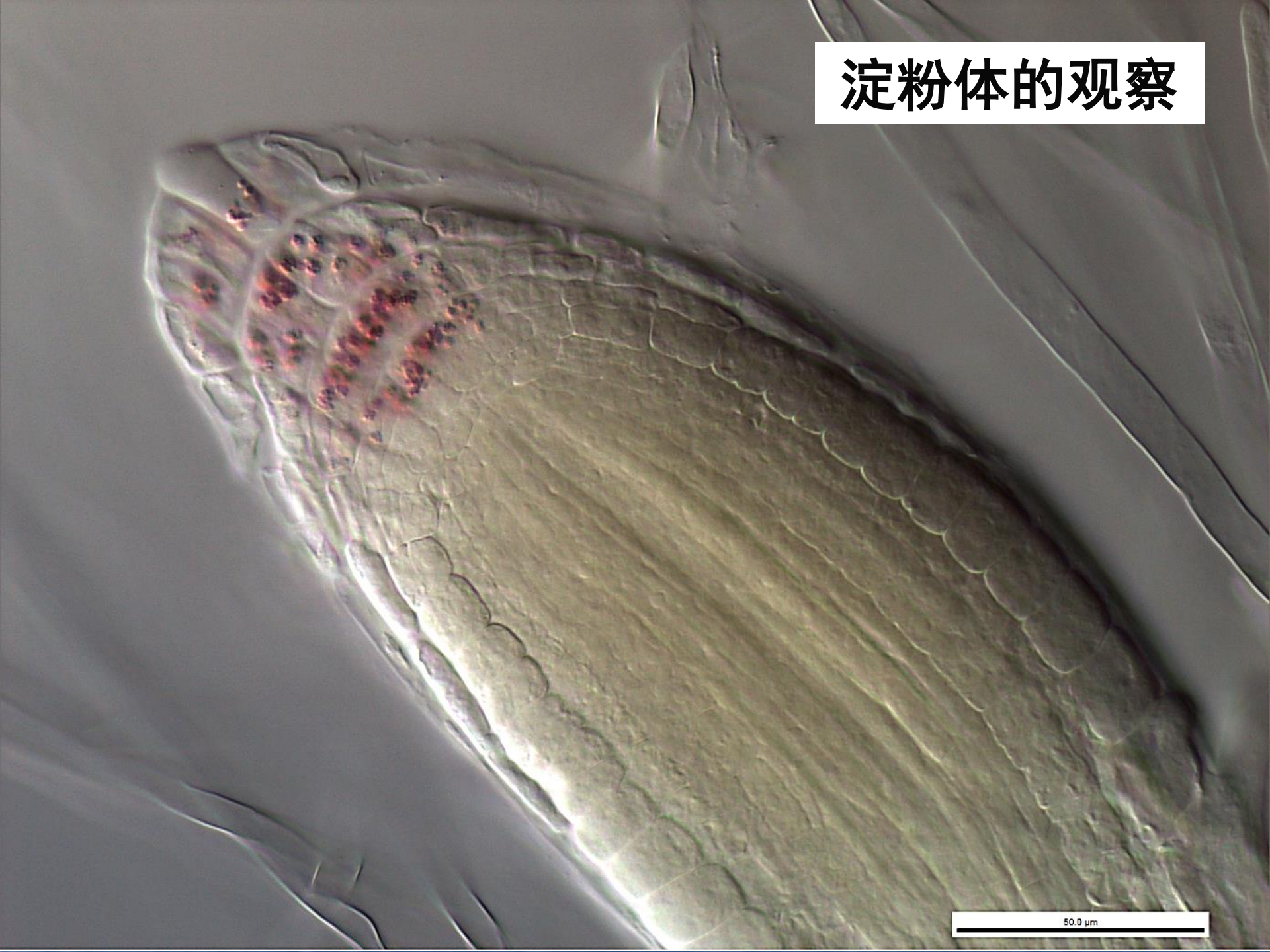
根冠前端细胞中的淀粉体有**平衡石**的作用，是根感受重力的部位。



在垂直向下生长的根根冠中，淀粉造粉体沉积在远基水平壁上

同样的根放在水平位置上，淀粉造粉体移向现在已与土壤平行的原来垂直壁

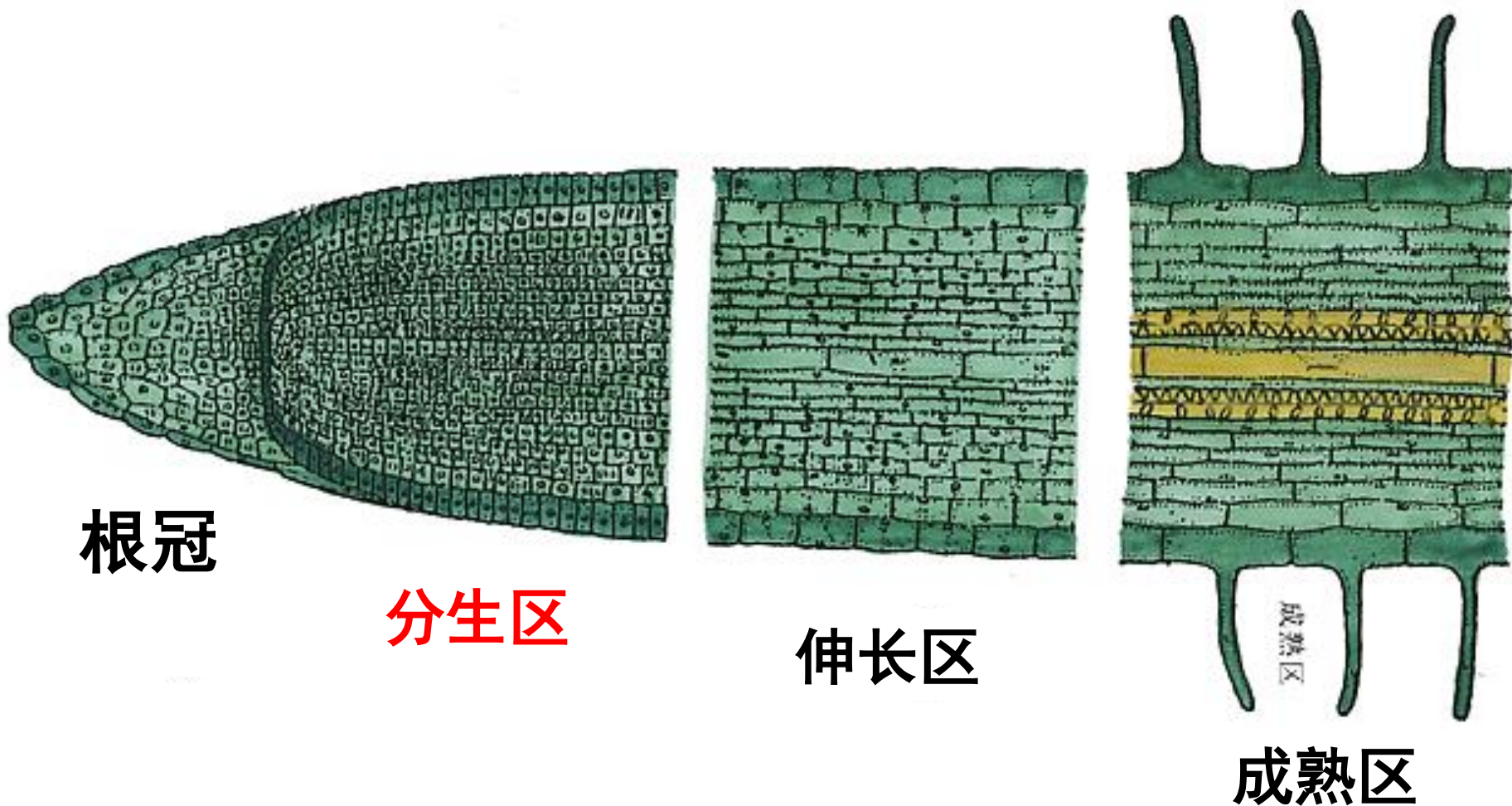
淀粉体的观察



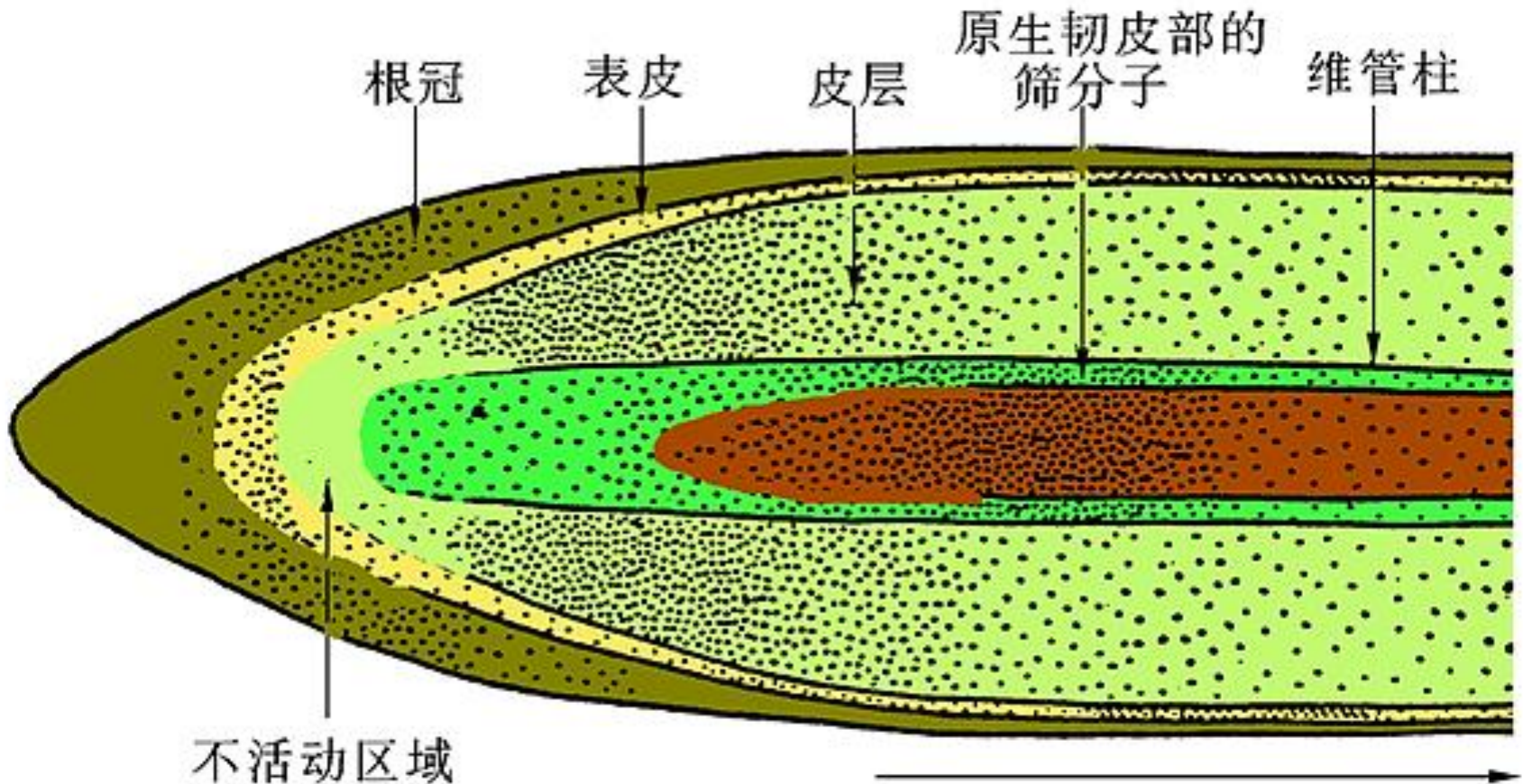
50.0 μm

2. 分生区

分生区： 也叫做生长锥，是位于根冠内方的顶端分生组织，包括**原分生组织**和**初生分生组织**。

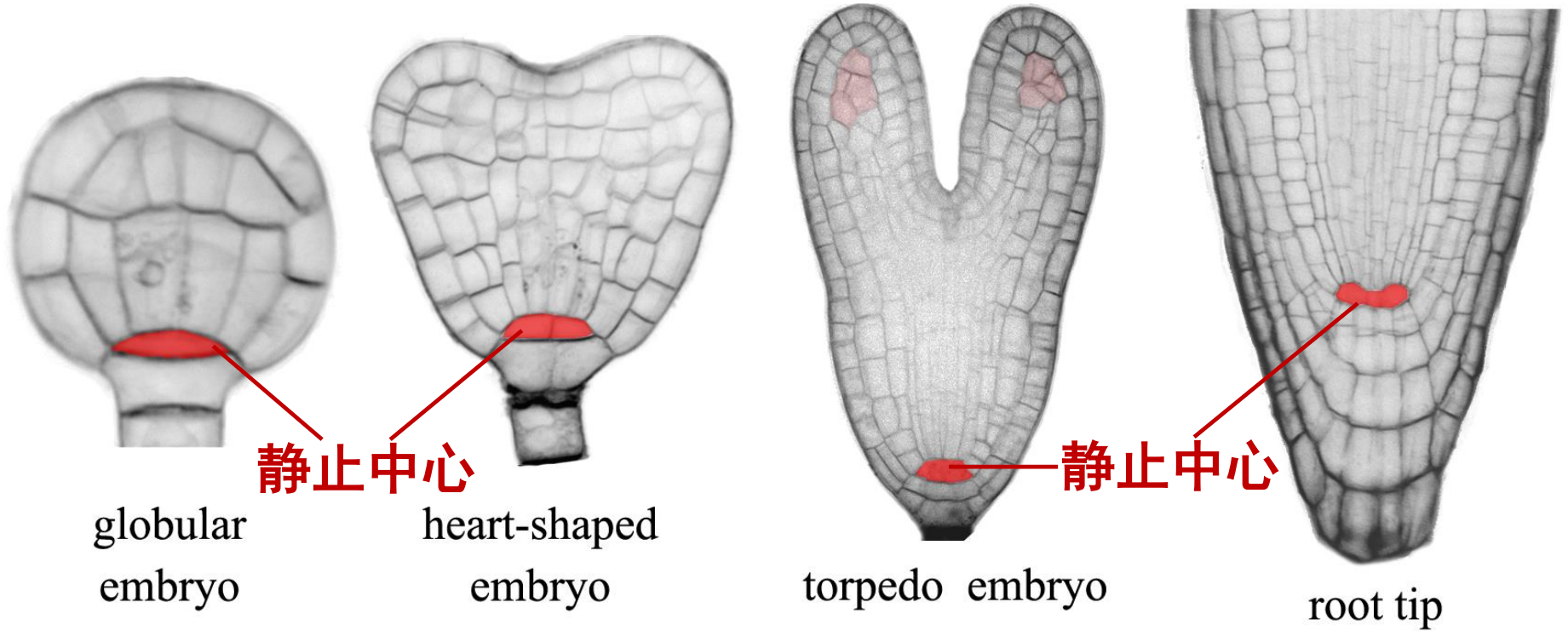


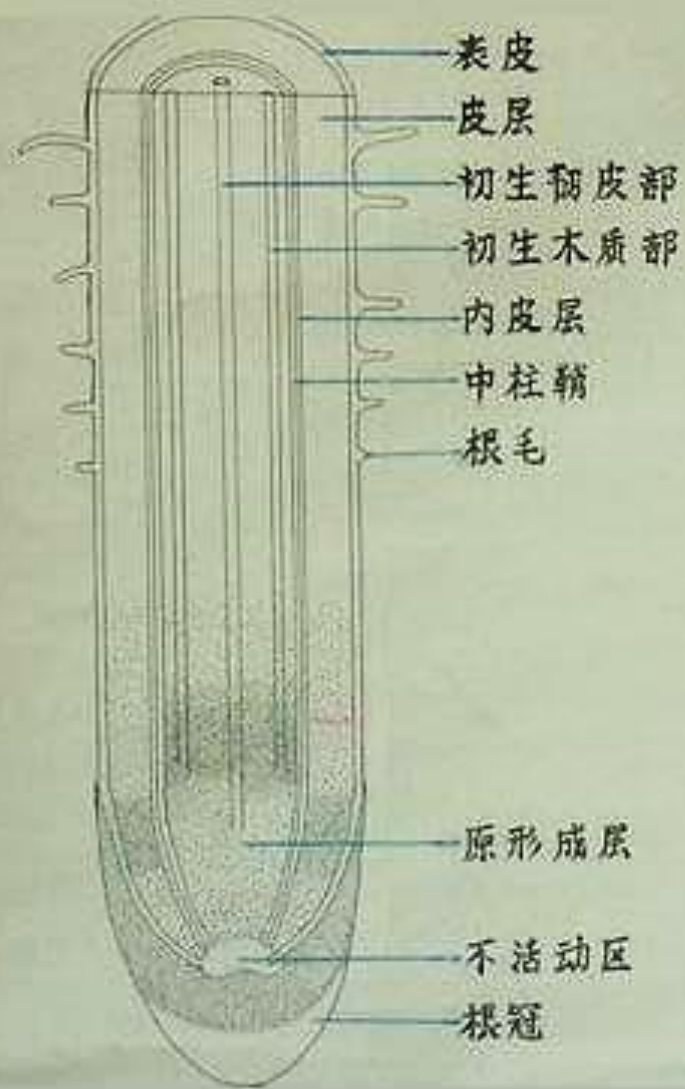
在许多植物根尖分生区的中央部分,有一个有丝分裂不活跃的中心区被称为**不活动中心**(quiescent centre,**静止中心**)。



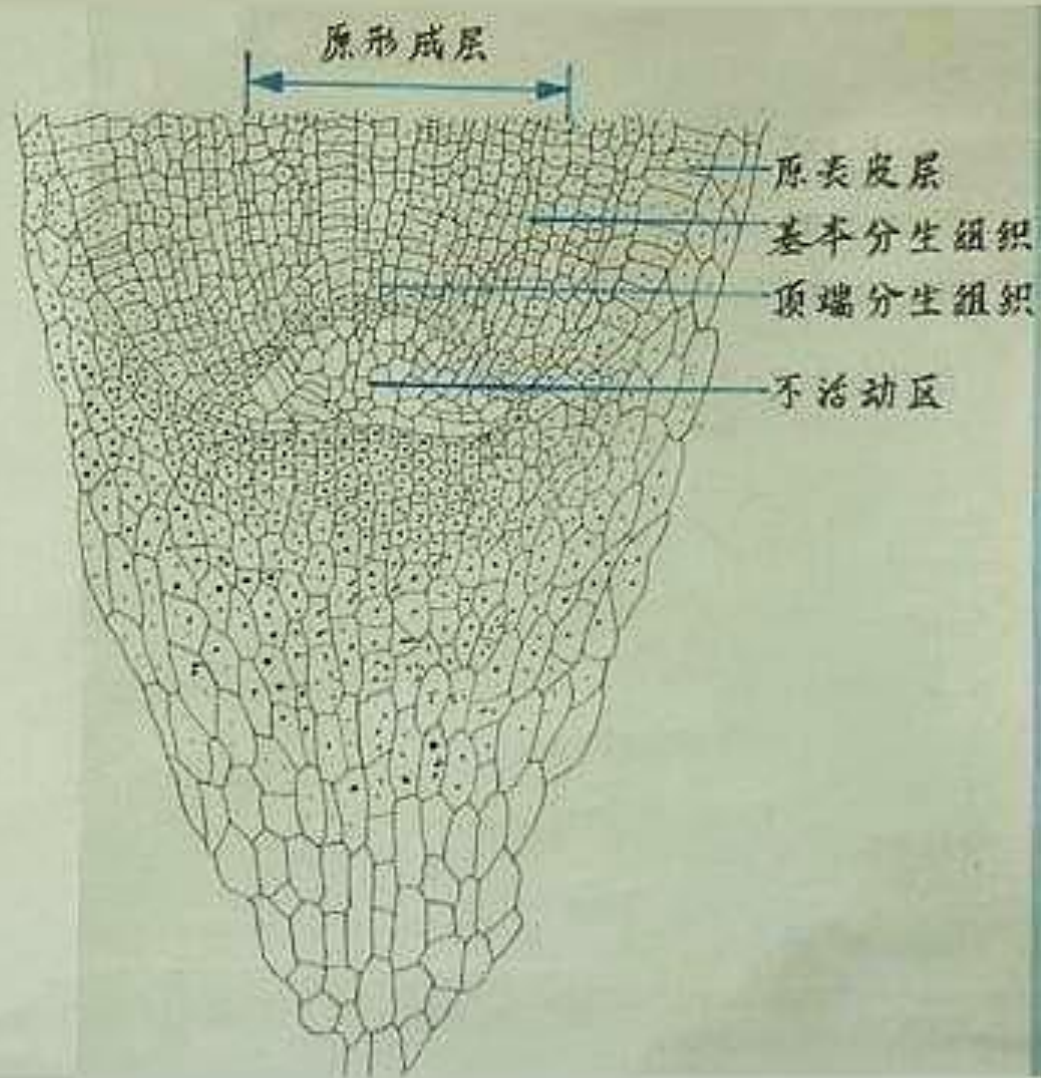
洋葱根尖纵切面图解

Embryo and Root Tip





根尖纵切立体图解



玉米根尖纵切详图

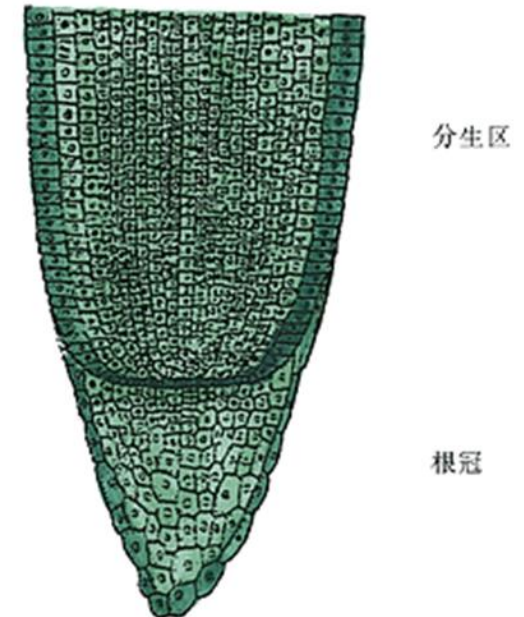
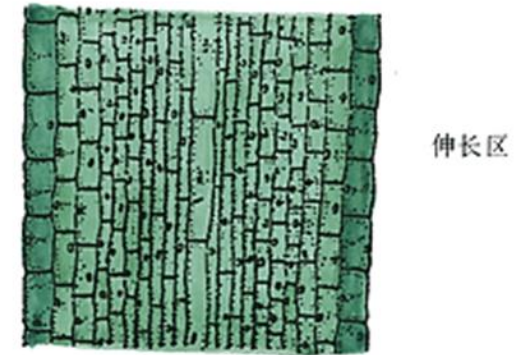
3. 伸长区

伸长区：位于分生区稍后部分，长2~10 mm，细胞逐渐停止分裂，并显著伸长成圆筒形，是根伸长生长的主要部位。



4. 成熟区

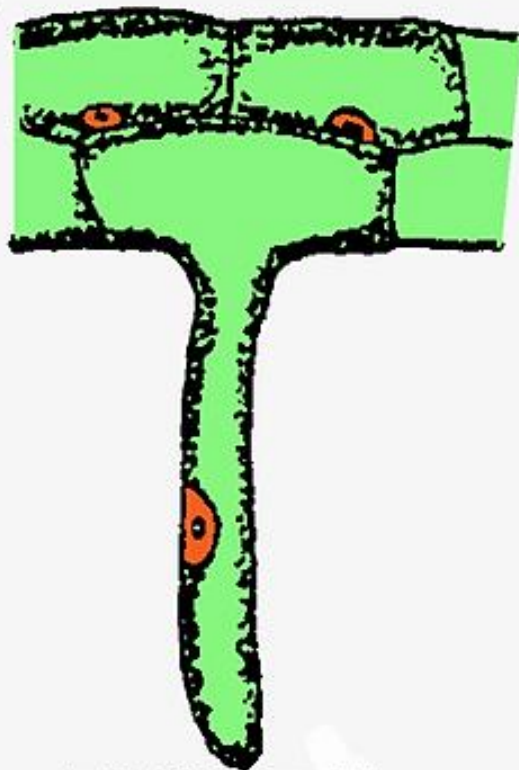
成熟区紧接伸长区，细胞已停止伸长，并且已分化出初生组织中各种类型的细胞，因此有时将成熟区也成为“**分化区**(region of differentiation)”。**这一区的明显标志是表皮上产生根毛** (root hair)，因此，此区也称**根毛区** (root hair zone)。



根毛的发育



表皮的 1 个细胞外壁开始突起



细胞壁突起延长



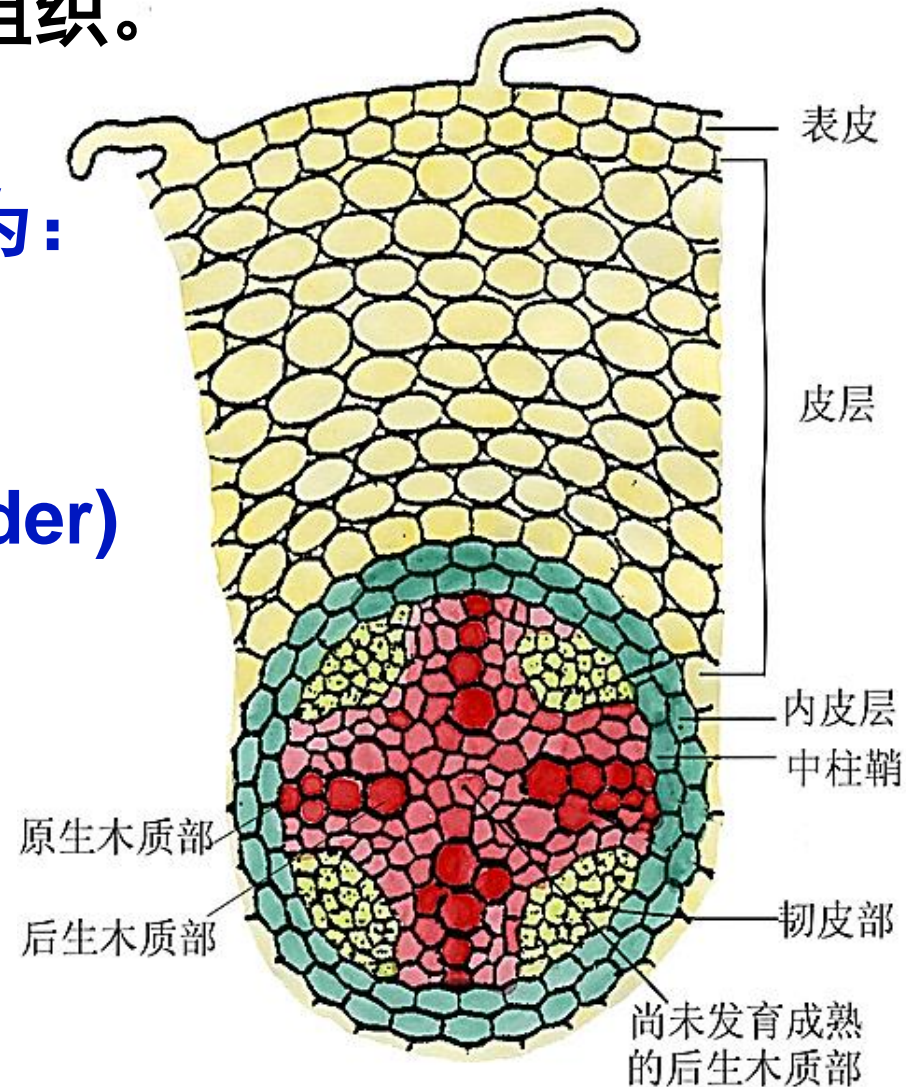
成熟的根毛

四、根的初生结构

成熟区除了有根毛这一特征以外, 另外一个重要特征就是已分化出各种成熟组织。

根的初生结构由外至内分化为:

- (1) 表皮(epidermis)
- (2) 皮层(cortex)
- (3) 维管柱(vascular cylinder)



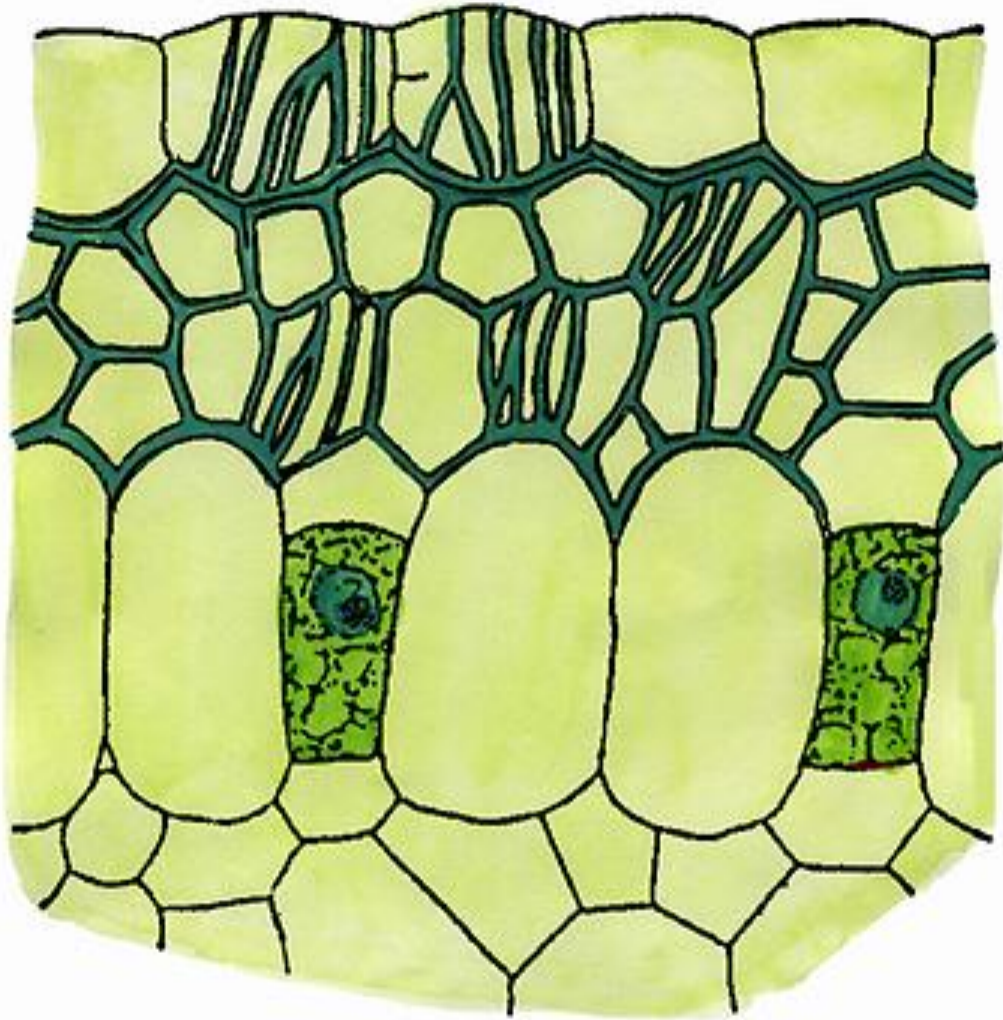
1. 表皮

根的表皮是成熟区最外面的一层细胞，由原表皮发育而成。部分表皮细胞的外壁向外突起，延伸成根毛。

根的表皮通常都是由一层生活细胞组成，但在热带附生兰和附生天南星科植物的气生根 (aerial root) 中，表皮是多层的，发育成为**根被** (velamen)。



天南星科植物根被的结构



根被及其细胞具有
加厚的壁

外皮层，细胞较
小有内容物的是
通道细胞

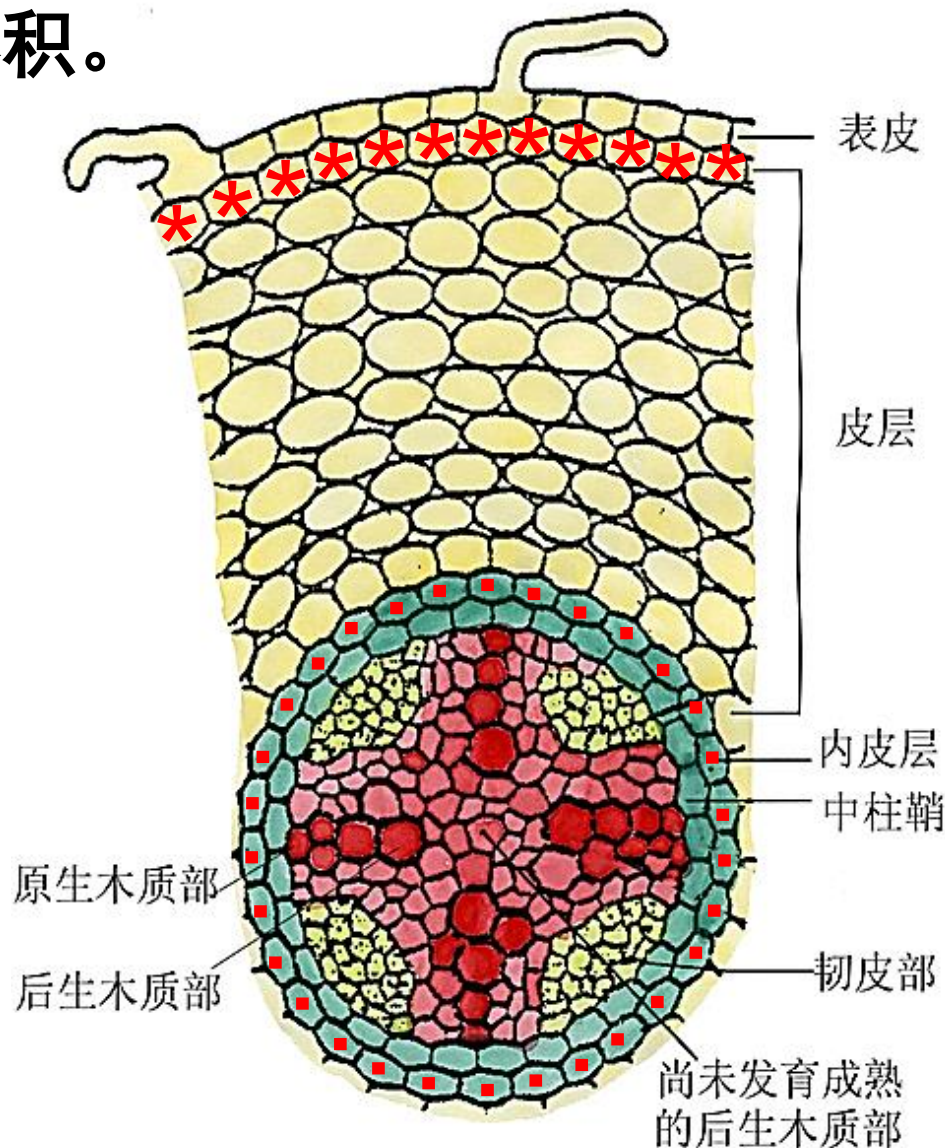
根被的主要作用是减少皮层细胞水分的过度散失，具有保护的功能。

2. 皮层

皮层由基本分生组织发育而成，位于表皮与维管柱之间，占初生构造的最大体积。

皮层的最外层，即紧接表皮的一层细胞，常常排列紧密，没有细胞间隙，成为连续的一层，称为**外皮层 (exodermis)**。

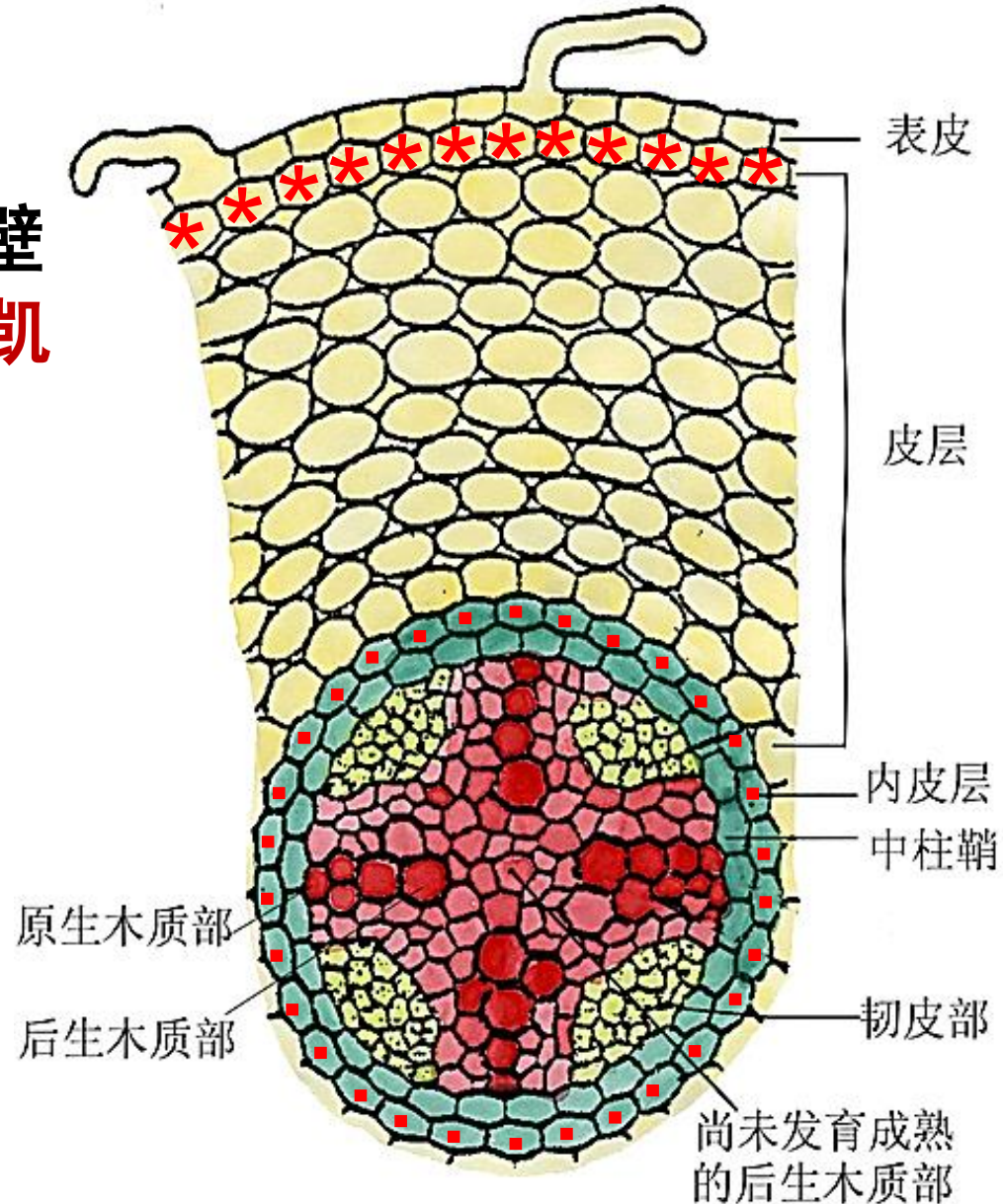
*** 外皮层**



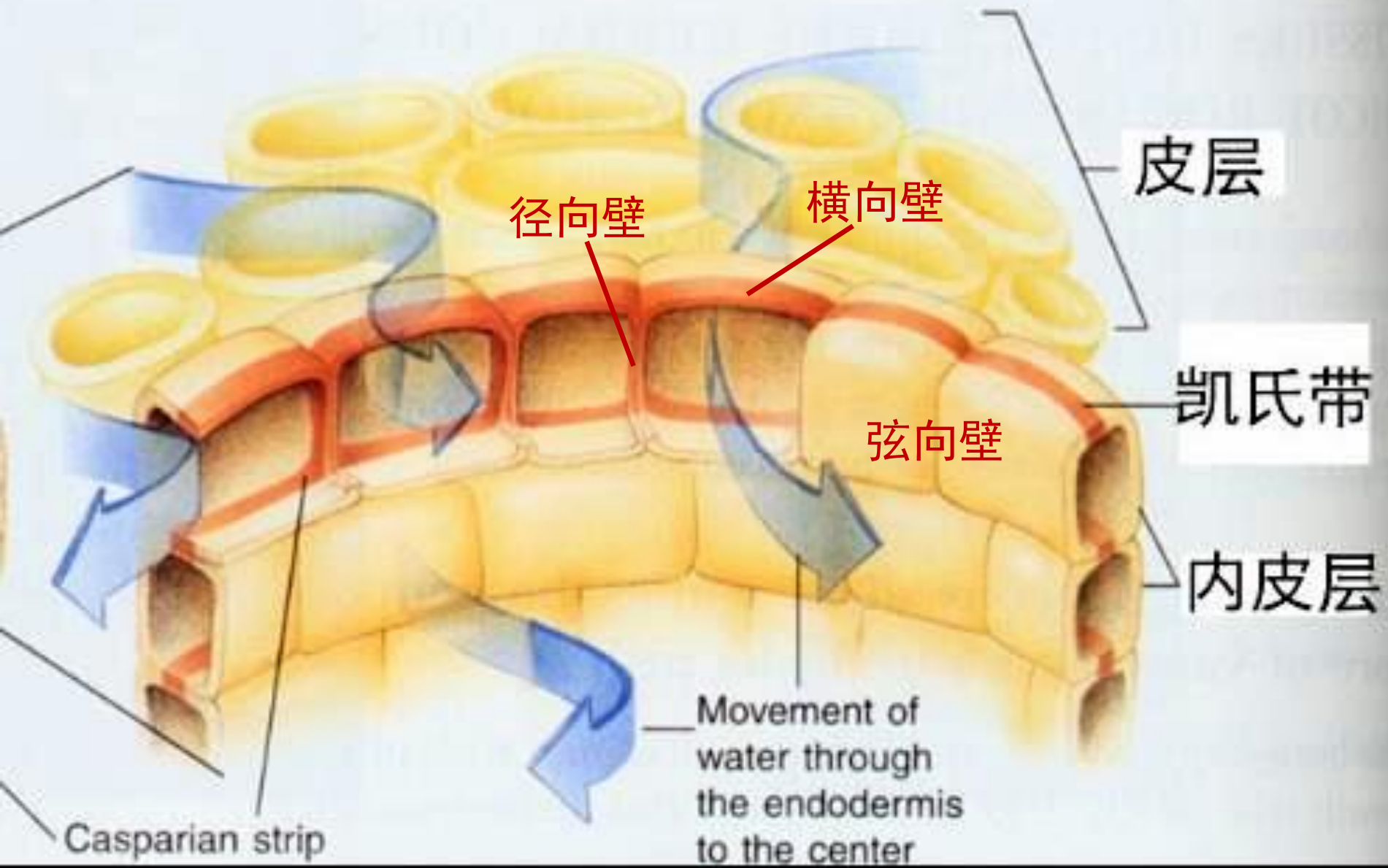
皮层最内一层细胞排列整齐紧密，无胞间隙，称为**内皮层 (endodermis)**。

在内皮层细胞的初生壁上，常有栓质化和木质化**凯氏带 (casparian strip)** 增厚。

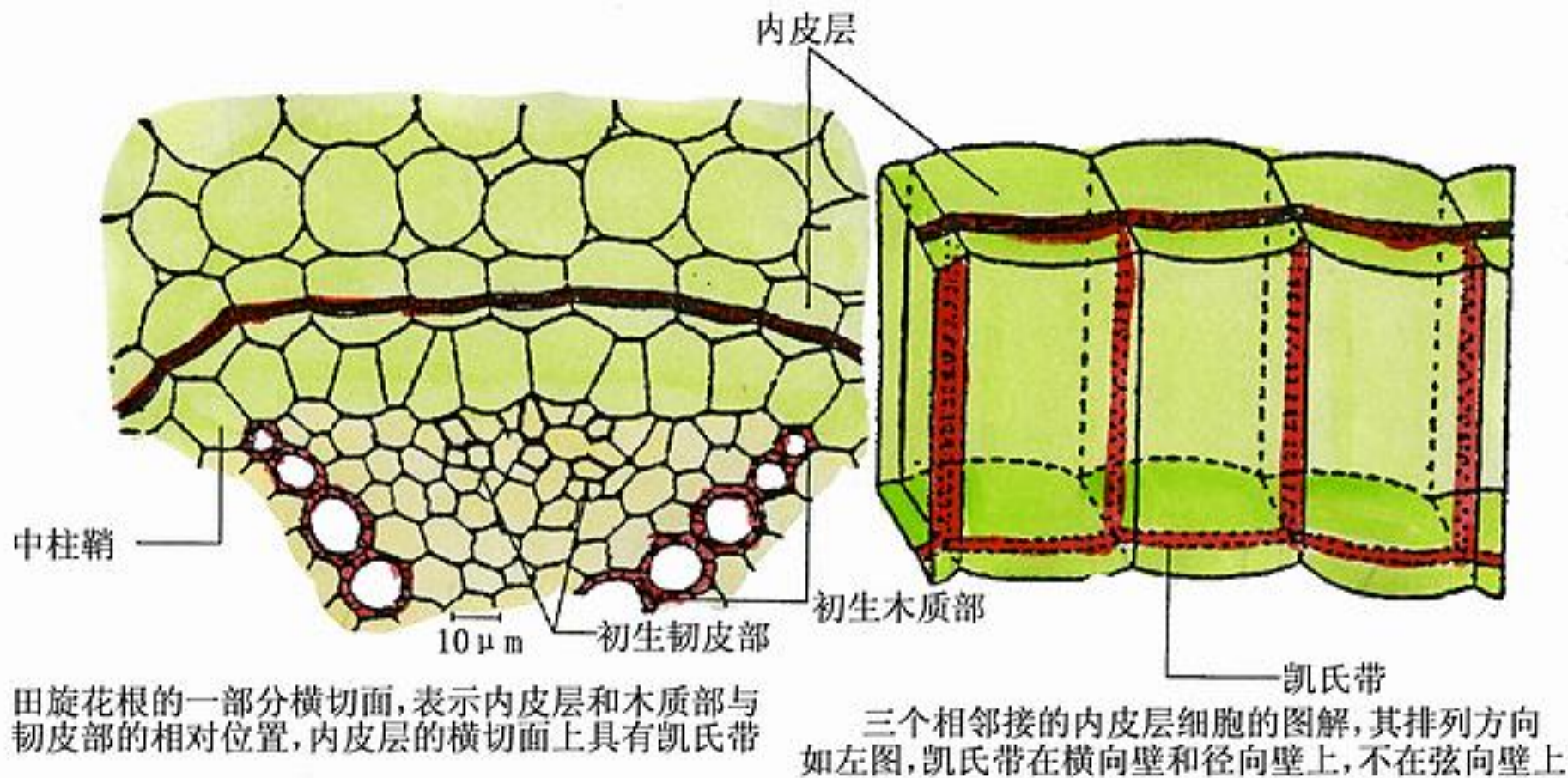
■ 内皮层



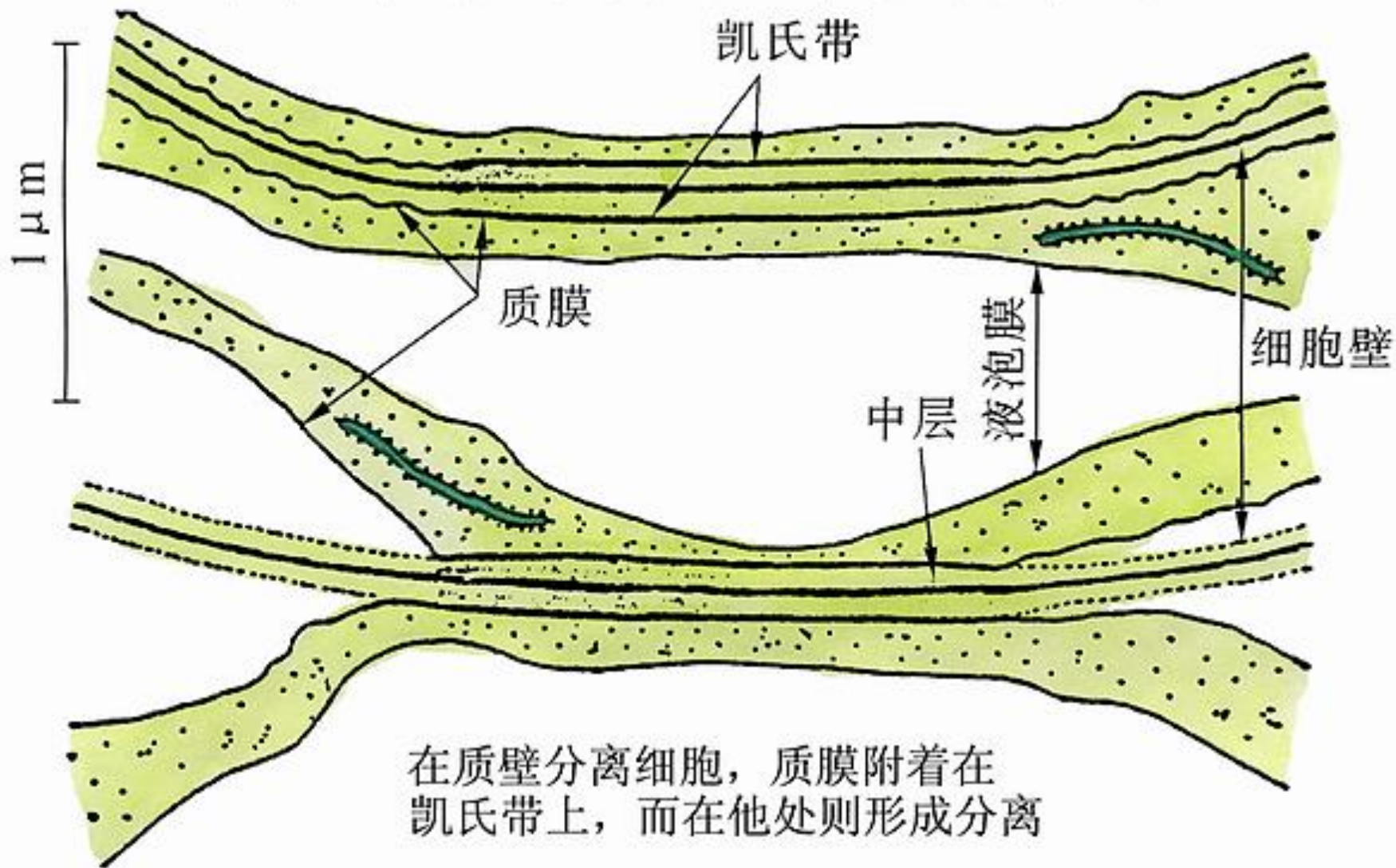
凯氏带类似于**血脑屏障**，是植物的一种自我保护性结构
(只在**横向壁**和**径向壁**加厚)



内皮层的结构



在凯氏带地方，质膜平滑，而在他处则成波浪形



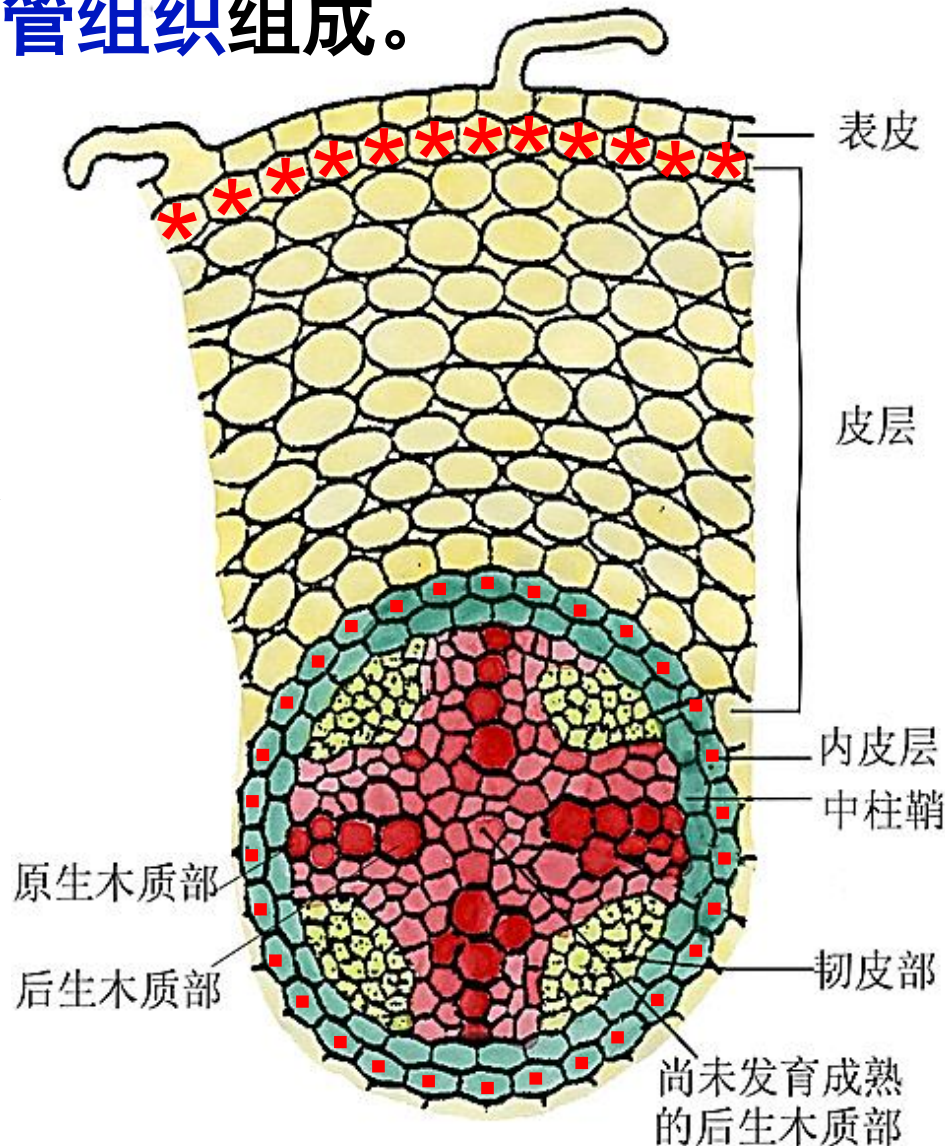
电子显微镜下所见的内皮层结构

3. 维管柱

维管柱：皮层以内的结构，在根中也称**中柱(stele)**，由**中柱鞘(pericycle)**和**初生维管组织**组成。

有些植物根的维管柱中央还有**髓 (pith)**。

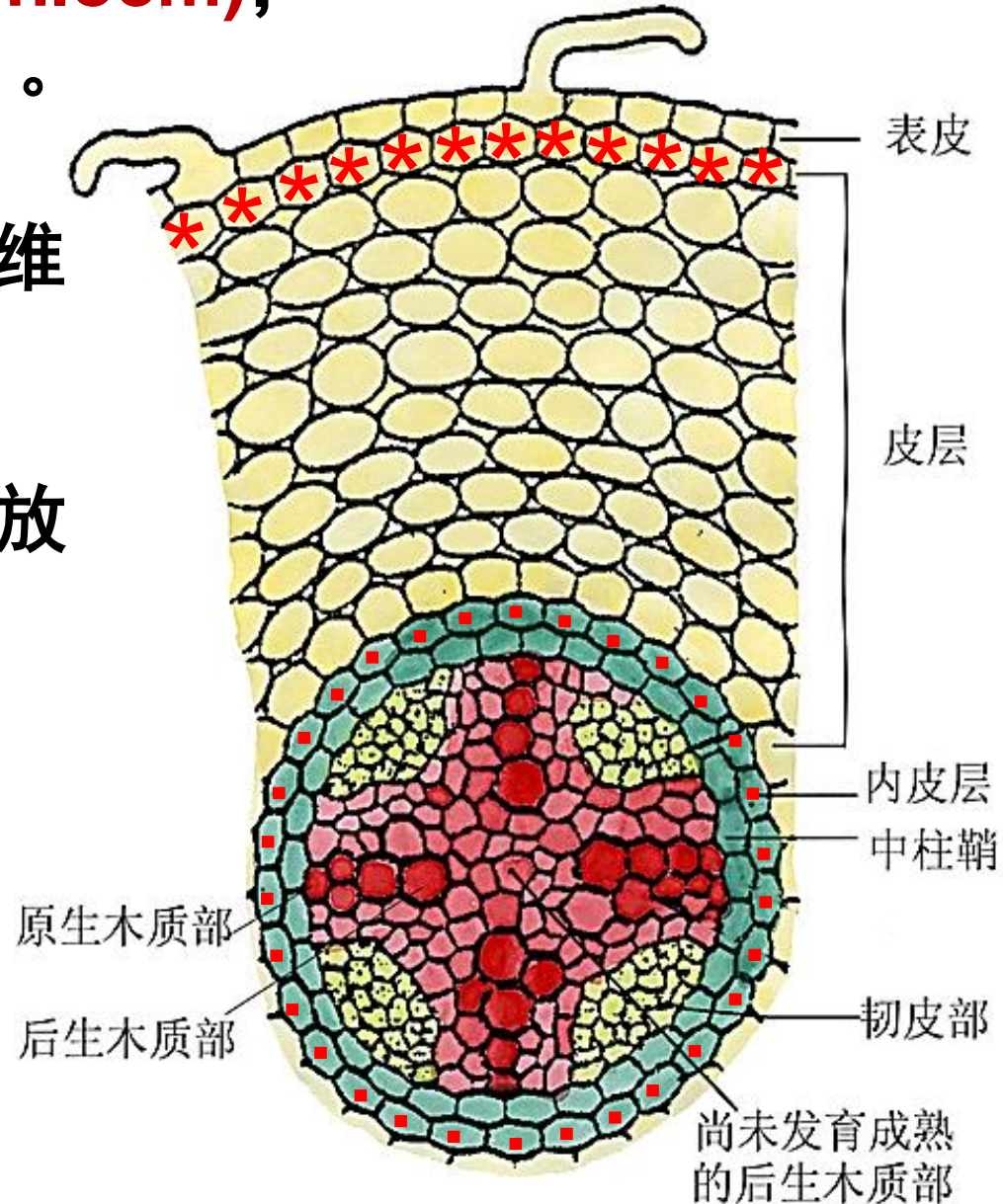
中柱鞘是维管柱的外层组织，紧接内皮层，一般由一层薄壁细胞组成，也有由两层至多层细胞组成的。

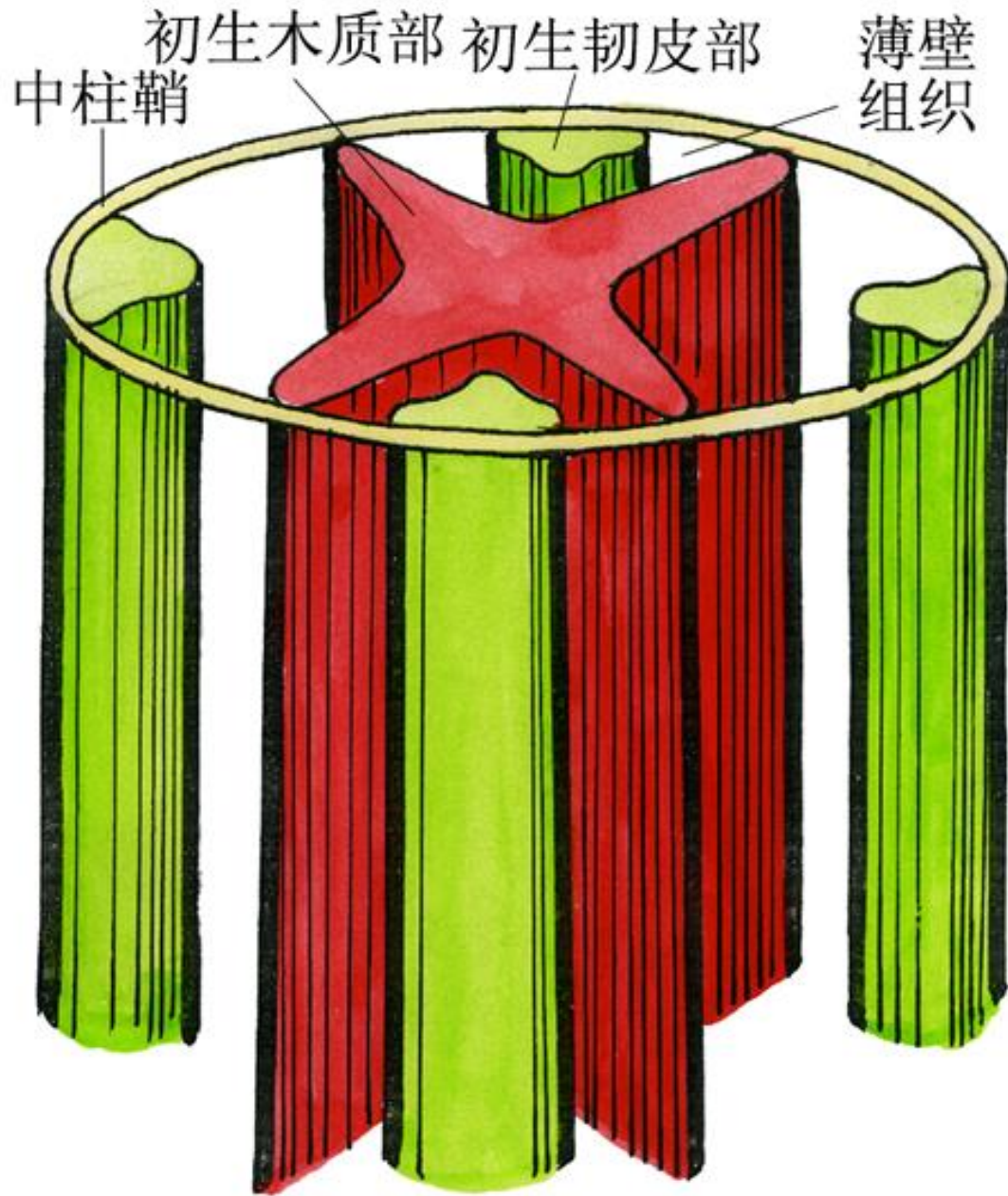


初生维管组织包括初生木质部 (primary xylem) 和初生韧皮部 (primary phloem), 两者相间排列, 各自成束。

初生木质部一般位于维管柱的中央, 呈**辐射状**。

韧皮部则位于木质部放射臂之间成**斑块状**。



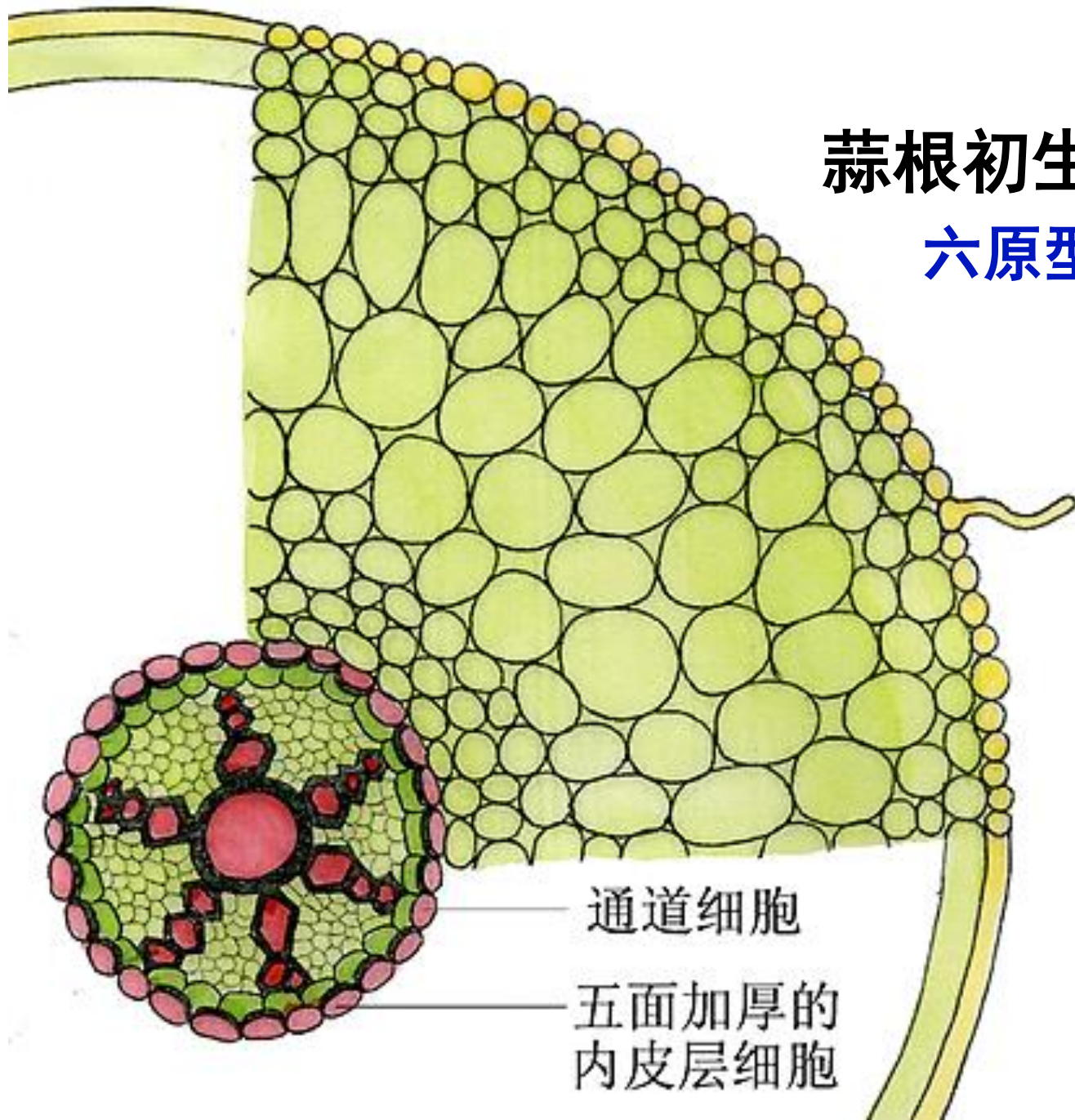


木质部束通常是4束，也有2束、3束或更多束的。

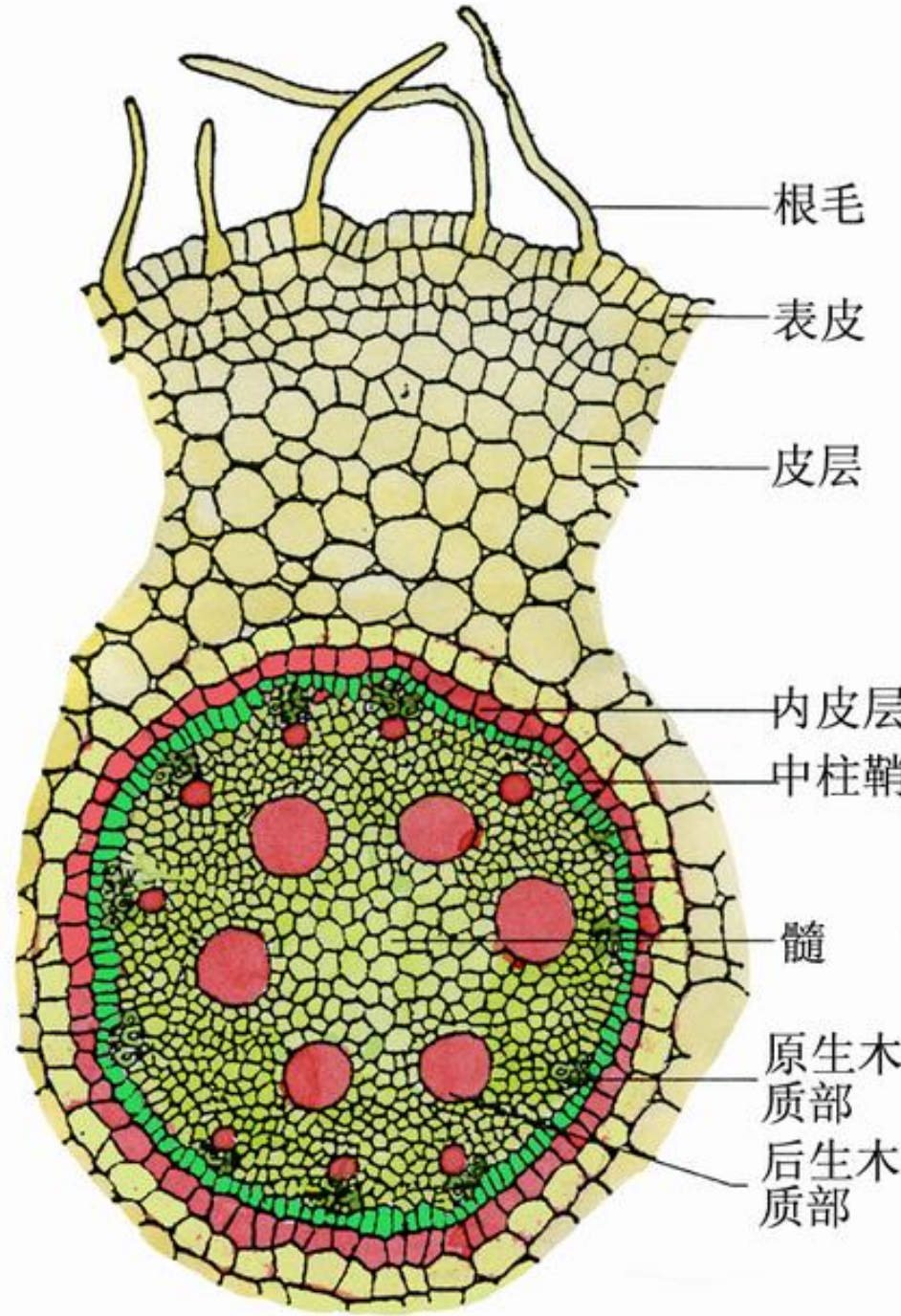
依根内木质部束数的不同，把根划分为二原型、三原型、四原型等。

蒜根初生结构

六原型



具髓的根

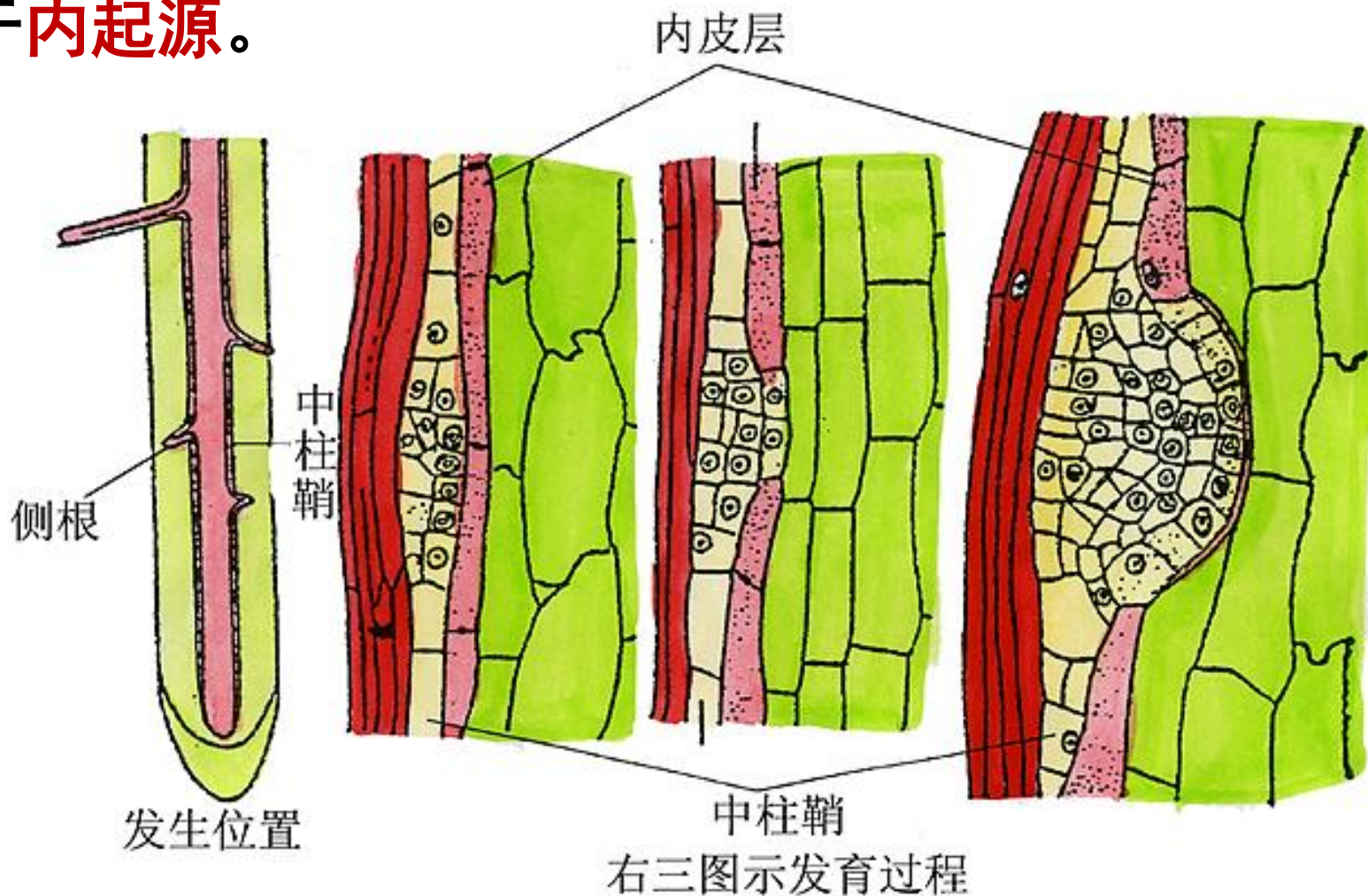


玉米幼根的横切面

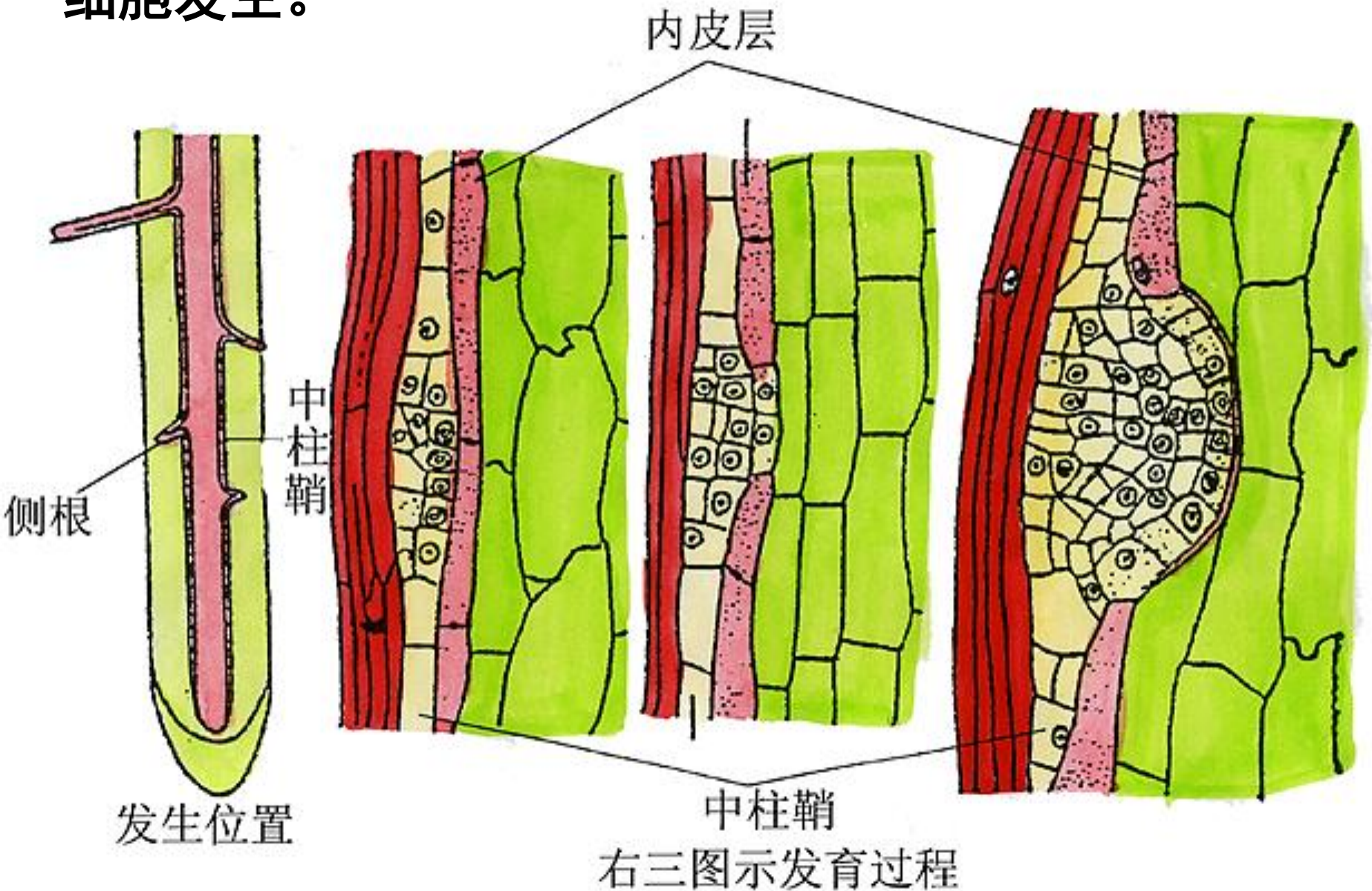
五、侧根与不定根的形成

1. 侧根的形成

植物的根可以反复产生侧根，形成根系。侧根起源属于**内起源**。



内起源(endogenous origin): 从中柱鞘的薄壁细胞发生。



侧根的产生位置决定于主根初生木质部的类型。

初生木质部与初生韧皮部之间

正对初生木质部

初生韧皮部

后生木质部

原生木质部

侧根

三原型木质部

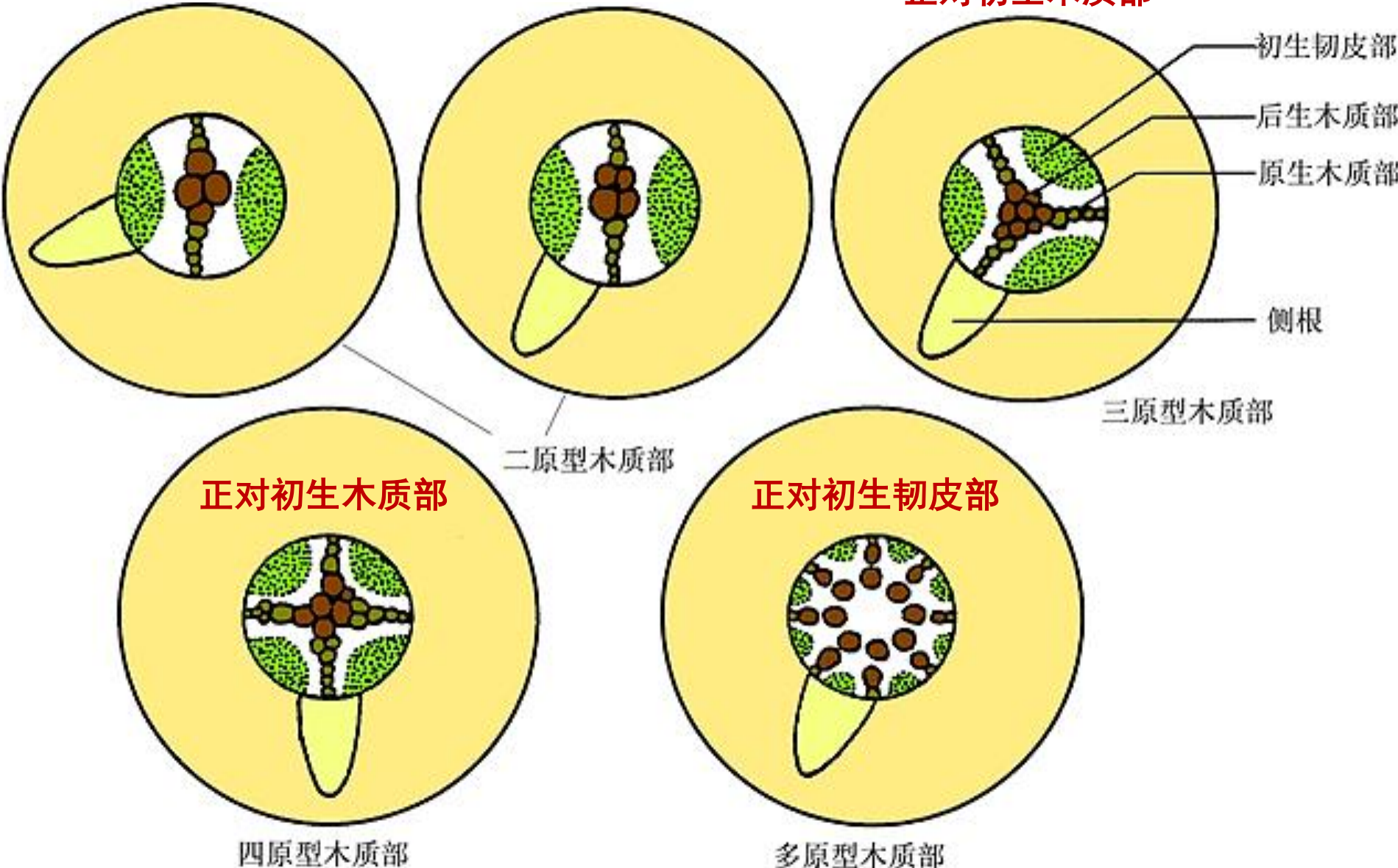
二原型木质部

正对初生木质部

正对初生韧皮部

四原型木质部

多原型木质部



2. 不定根的形成

大多数植物的不定根的起源也像侧根一样，是内起源的。

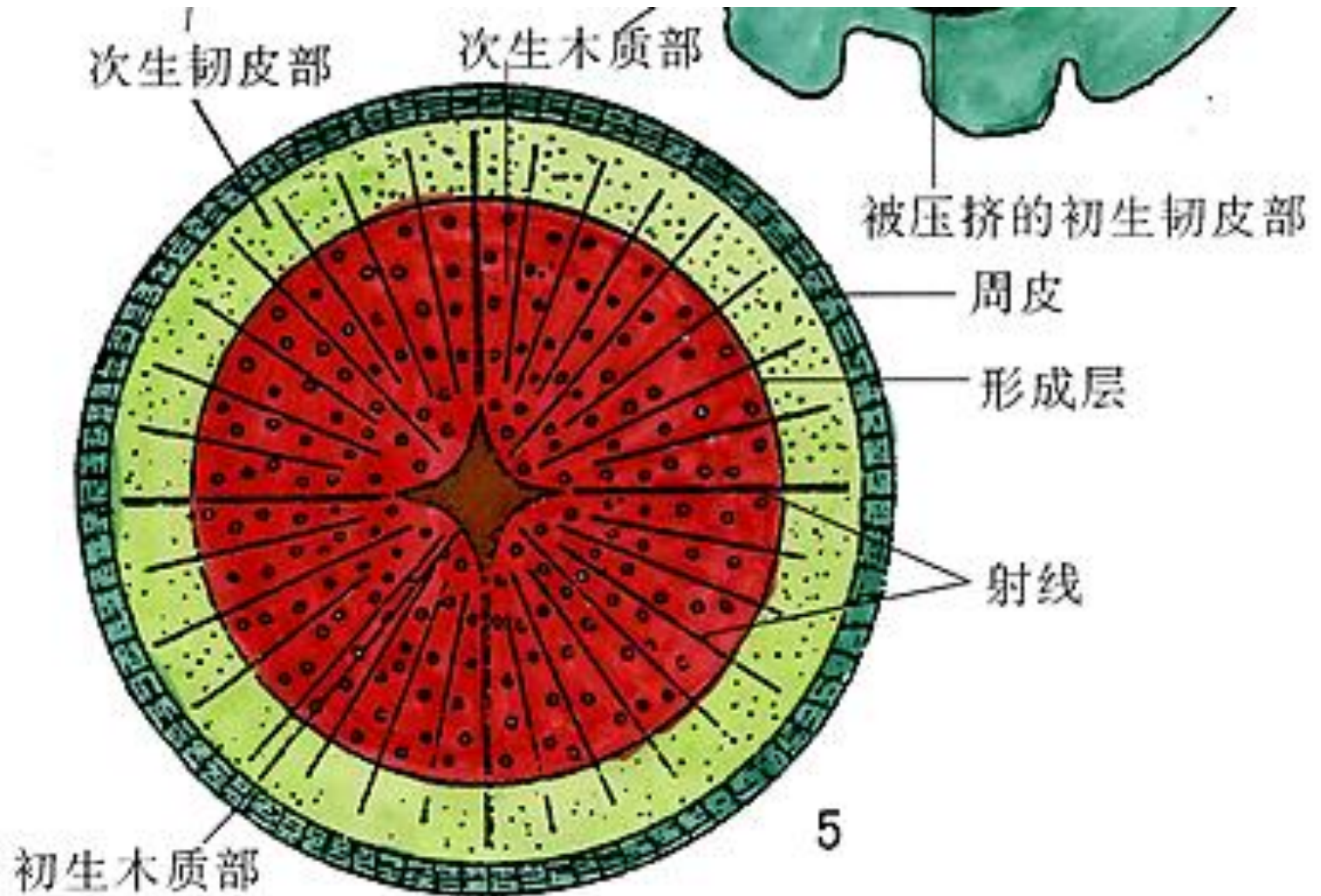
双子叶植物和裸子植物幼小茎上的不定根，通常由束间薄壁组织产生，较老茎上的不定根则由靠近维管形成层的维管射线产生。因此，新生的根十分靠近木质部和韧皮部。

六、根的次生生长和次生结构

大多数单子叶植物和少数草本双子叶植物的根只形成初生结构,直到植物死亡。而大多数木本双子叶植物和裸子植物的根,不仅有伸长生长产生的初生结构,而且还有**增粗生长**产生的次生结构。

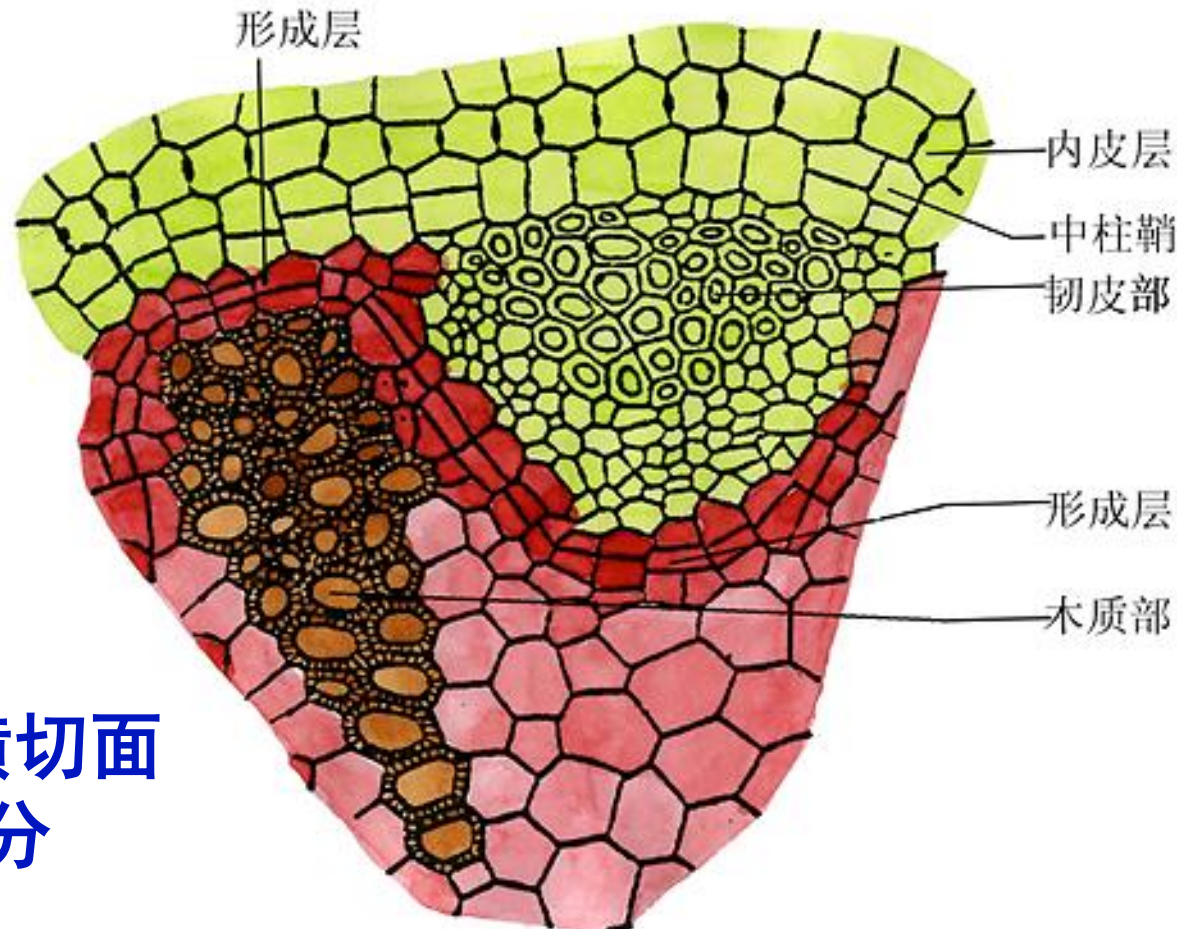


次生结构 (secondary structure)和次生生
(secondary growth)，是次生分生组织——**维管形成**
层和木栓形成层的活动产生的。



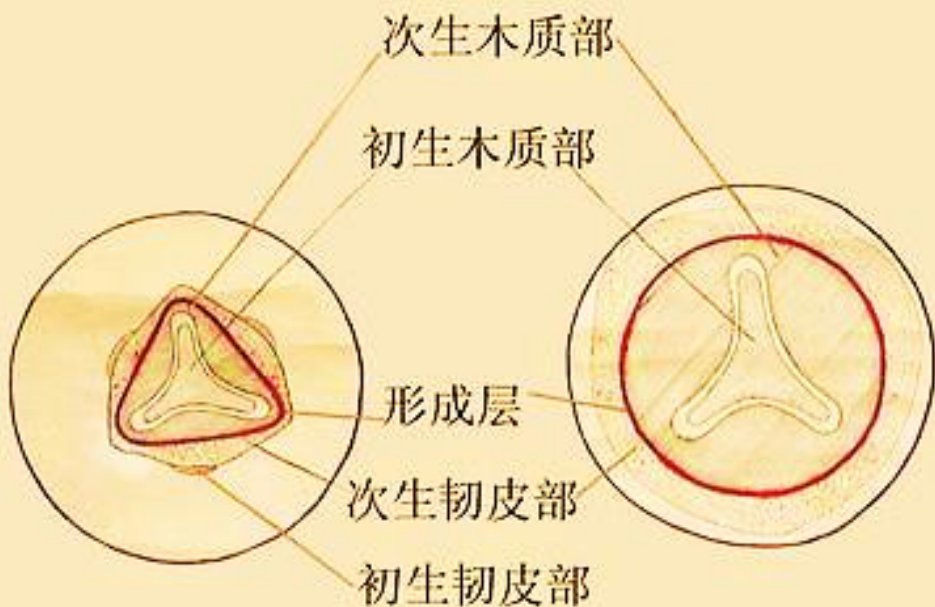
1. 维管形成层的发生和活动

根在增粗生长前, 位于初生木质部与初生韧皮部之间的薄壁组织恢复分生能力, 进行平周分裂并转变为维管形成层。



蚕豆幼根横切面的一部分

根的次生生长模式图

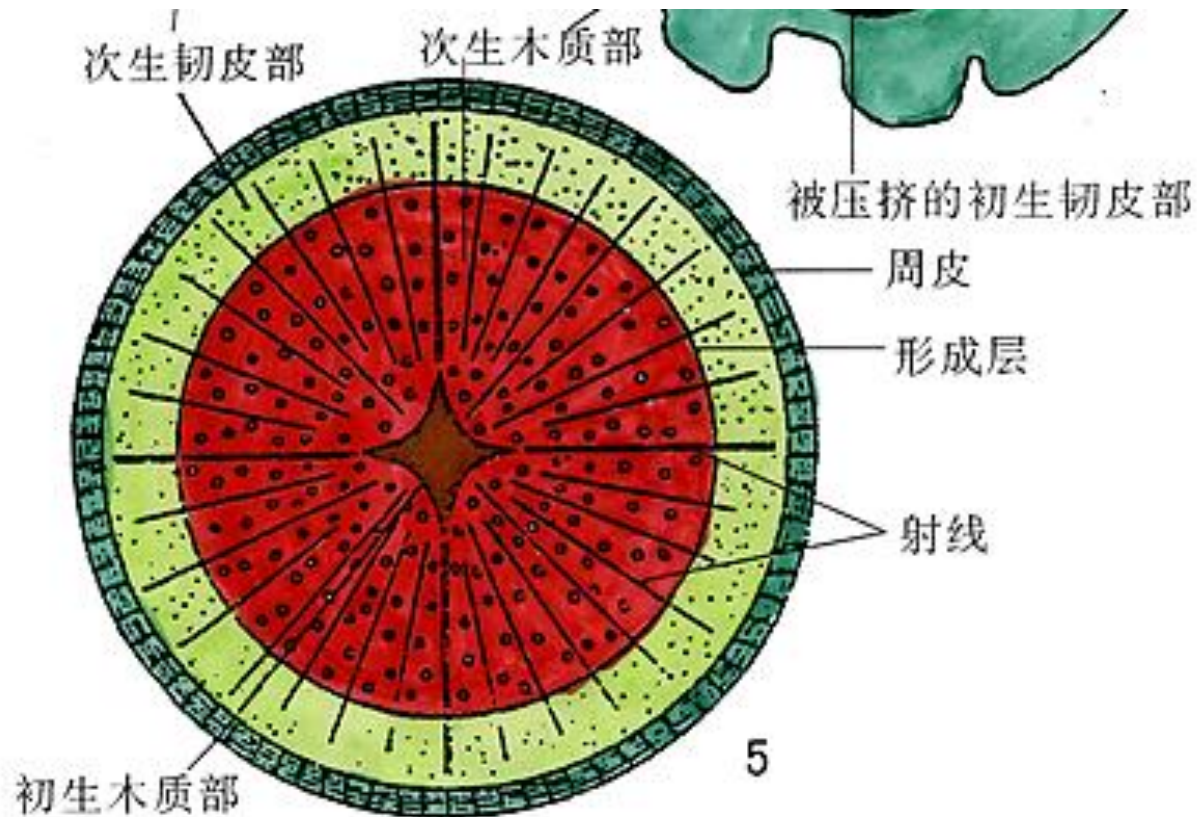


1. 维管形成层最初是在每一韧皮部斑块内方产生, 因此, **最初的形成层呈间断条状**。

2. 随后, 各条形成层左右扩展至木质部束顶部, 和中柱鞘细胞相接。

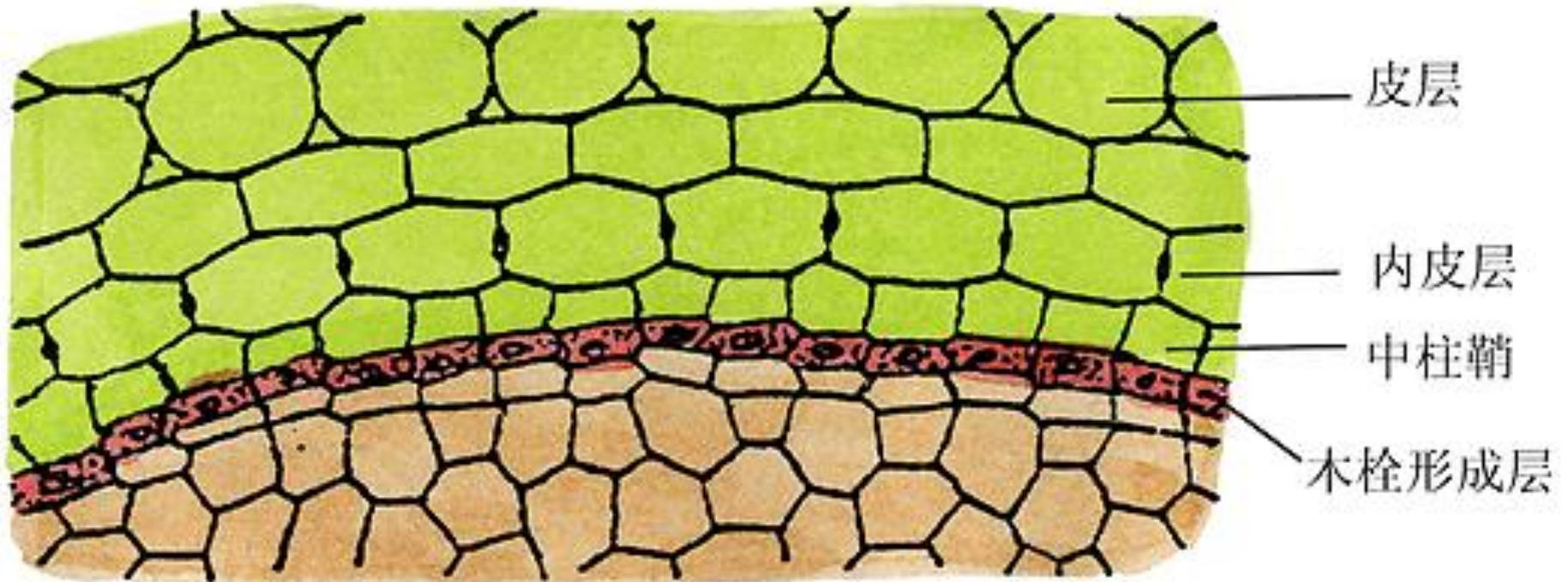
3. 初生韧皮部被新形成的次生组织推向外方, **波状的形成层也就逐渐变成正圆环状**。

此外，次生木质部与次生韧皮部之间产生一种新的组织——**维管射线** (vascular ray)。它贯穿次生木质部和次生韧皮部，成为横向运输的结构。**位于次生木质部的称木射线 (xylem ray)**，**位于次生韧皮部的称韧皮射线 (phloem ray)**。



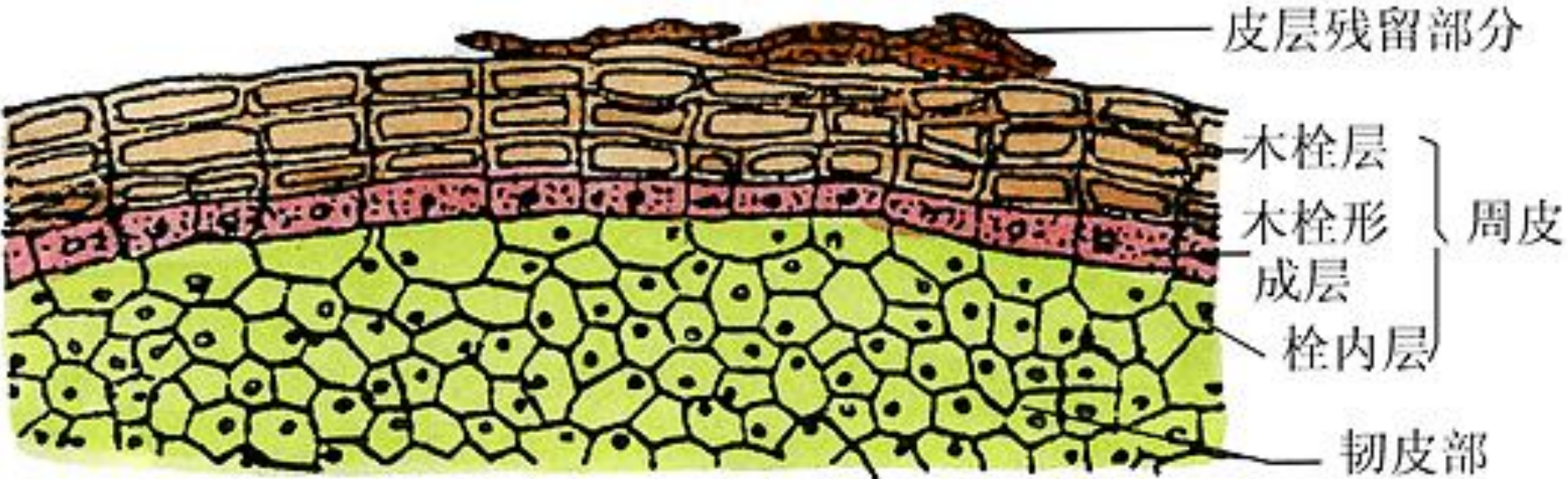
2. 木栓形成层的活动和周皮的形成

木栓形成层发生：根的中柱鞘细胞恢复分裂的能力，形成**木栓形成层** (phellogen或cork cambium)。



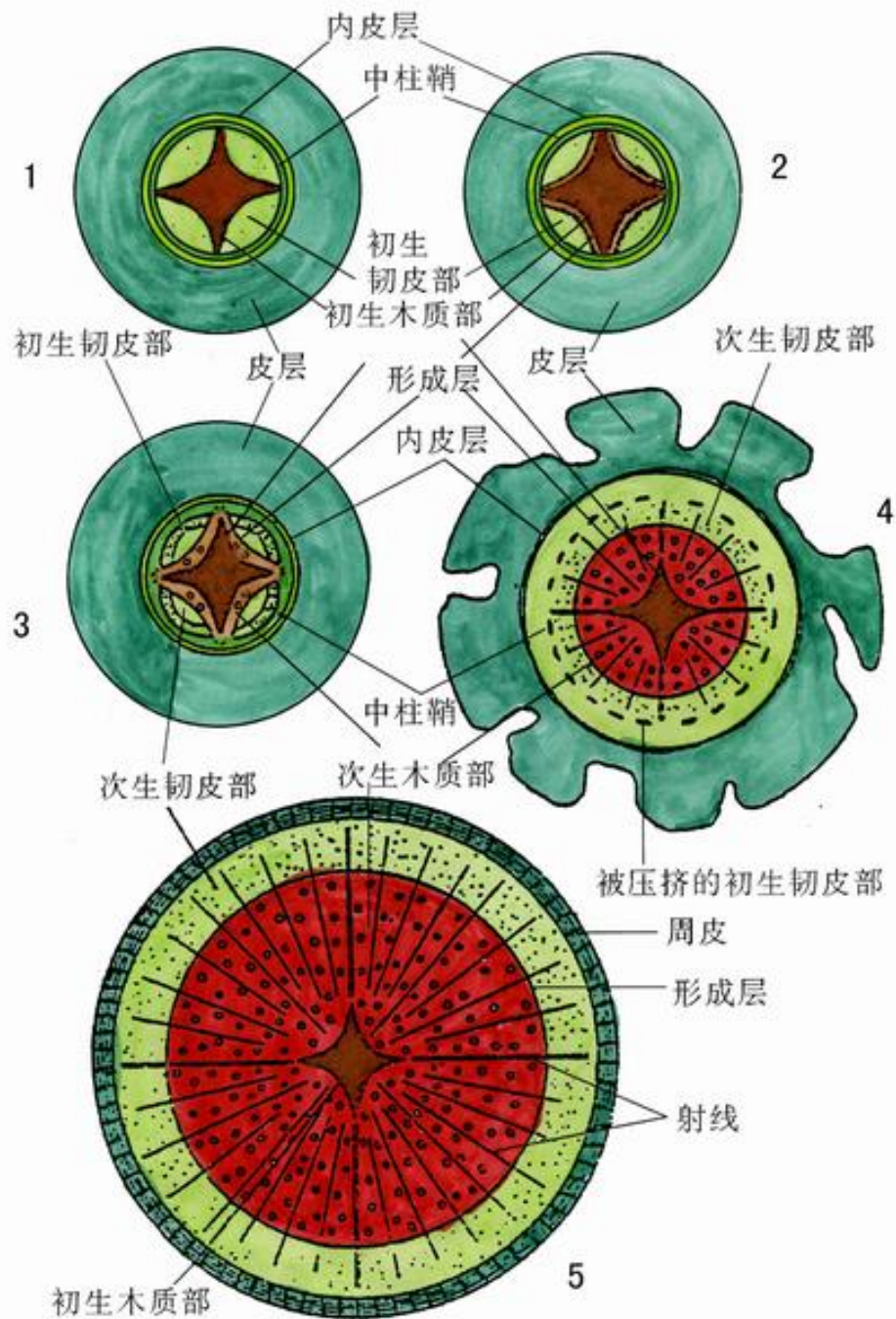
葡萄根中的木栓形成层由中柱鞘发生

木栓形成层向外方分裂产生**木栓层**(phellem或cork)向内形成少量薄壁组织，即**栓内层** (phelloderm)。木栓层、木栓形成层和栓内层总称为**周皮** (periderm)。



橡胶树根中木栓形成层活动的结果，形成周皮

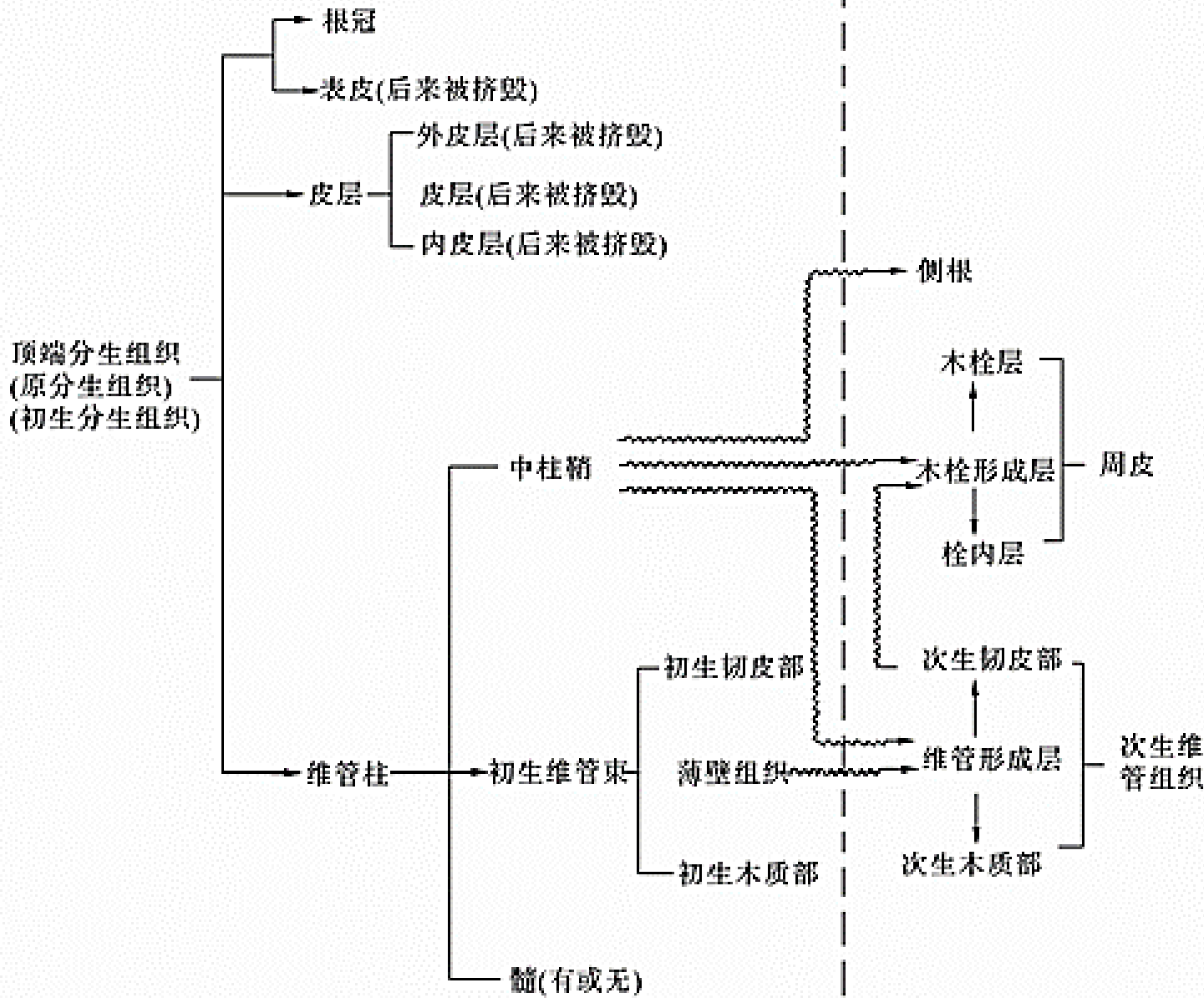
根的增粗生长过程图解



初生生长

次生生长

根组织的分化过程















七、根瘤与菌根

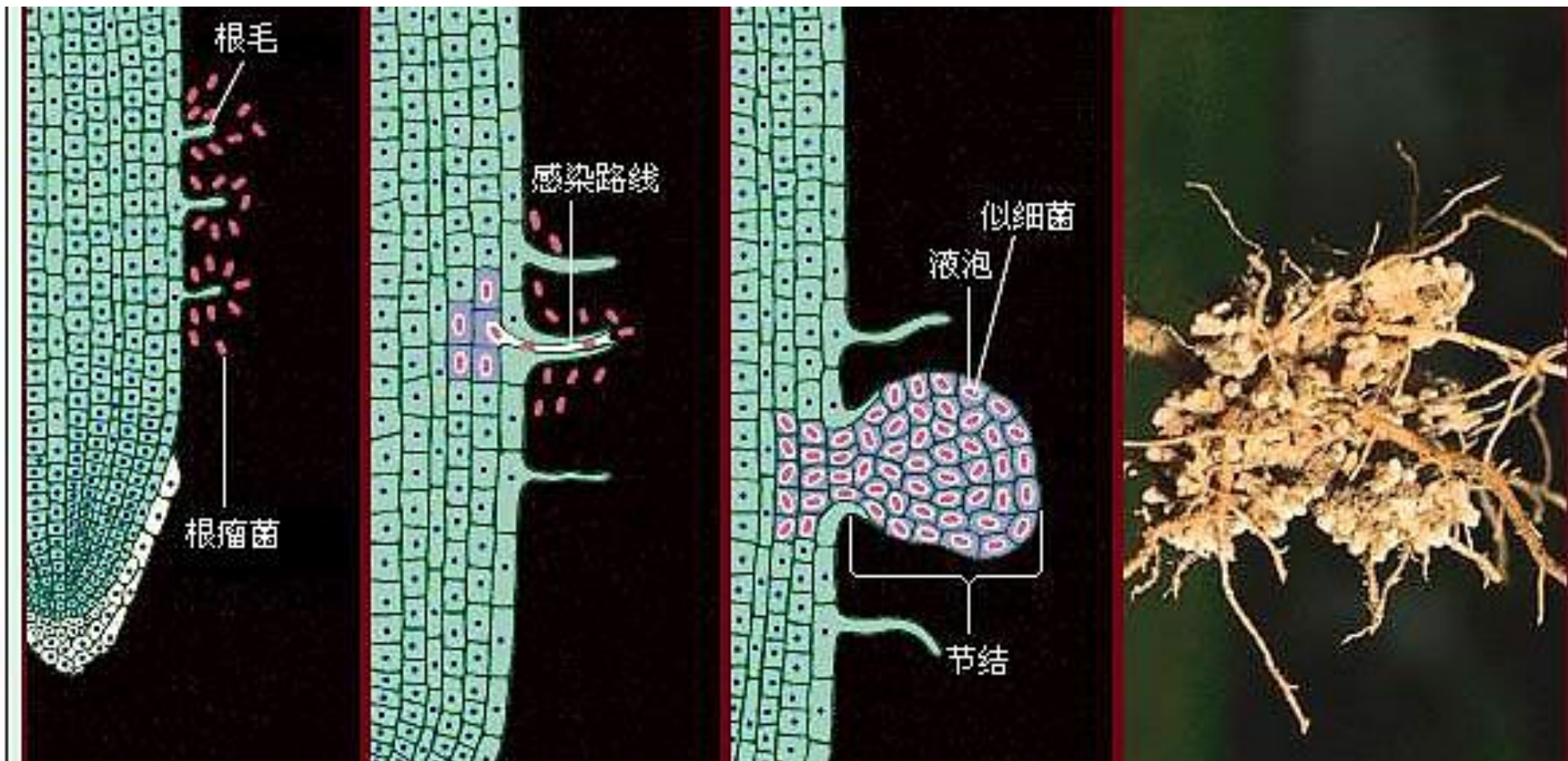
植物和微生物双方间互利的关系，称为**共生** (symbiosis)。高等植物与微生物的共生现象，通常有两种类型，即**根瘤** (root nodule)与**菌根** (mycorrhiza)。

根瘤——高等植物根与细菌共生

菌根——高等植物根与真菌共生

1. 根瘤

豆科植物的根常有生活在土壤中的**根瘤细菌**侵入到根内而产生根瘤。**根瘤菌有固氮的能力**。根瘤菌从皮层细胞吸取碳水化合物、无机盐类和水分；同时，将空气中的游离氮转变成植物能利用的含氮化合物。



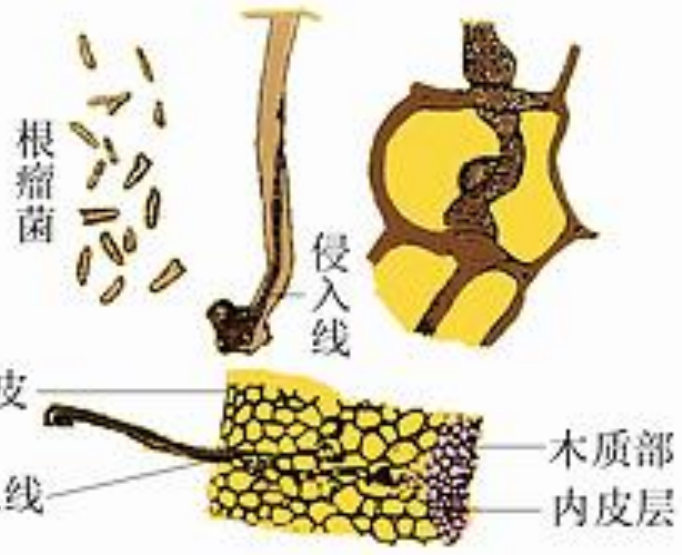
根瘤与根瘤菌



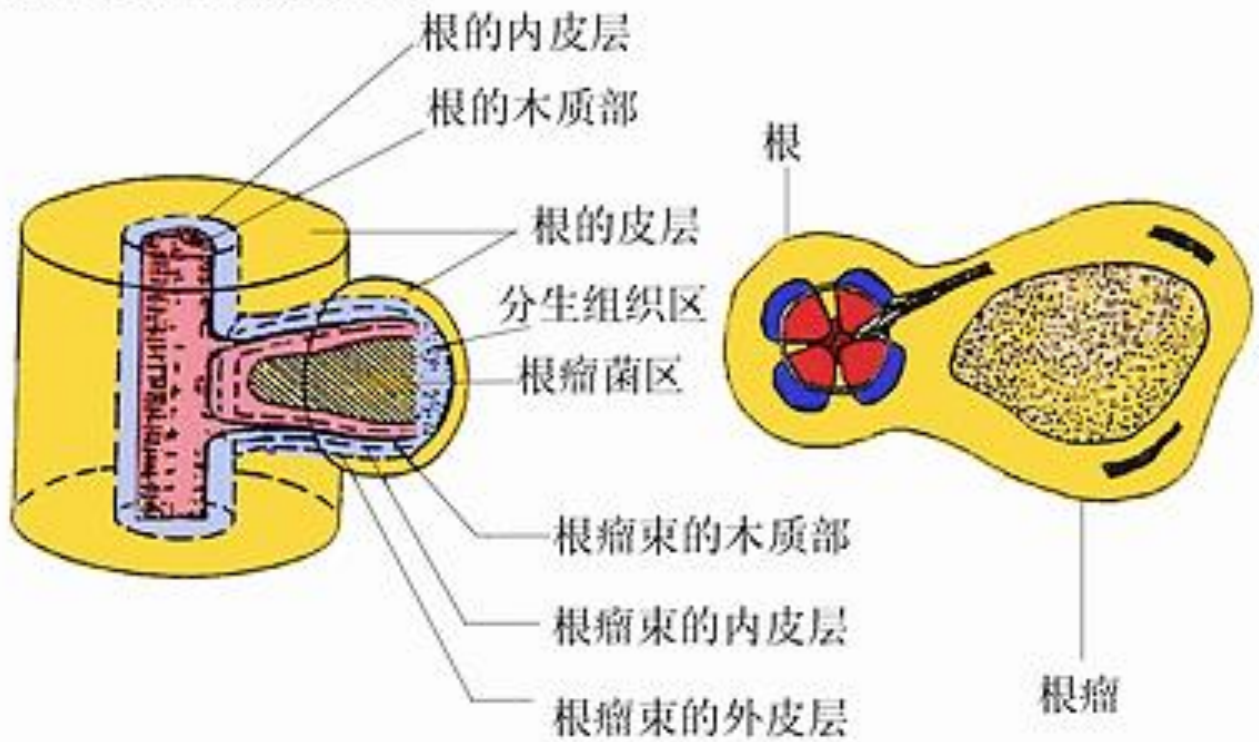
大豆根系



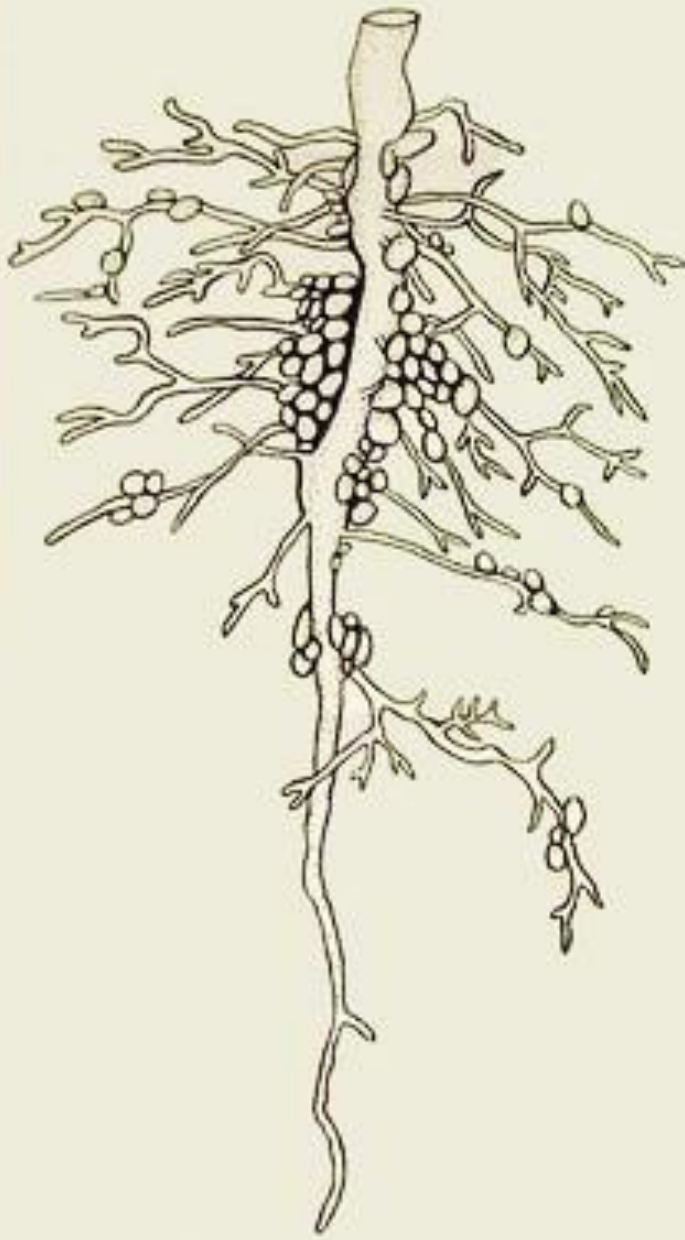
几种豆科植物根瘤外形



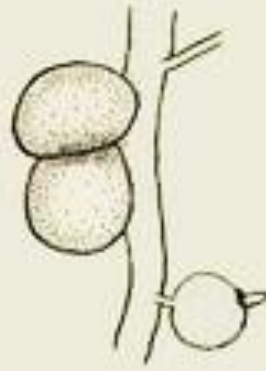
根瘤菌自宿主根毛侵入皮层的过程



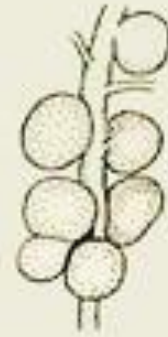
几种豆科植物的根瘤



具有根瘤的大豆根系



大豆的根瘤



蚕豆的根瘤



豌豆的根瘤



紫云英的根瘤

2. 菌根

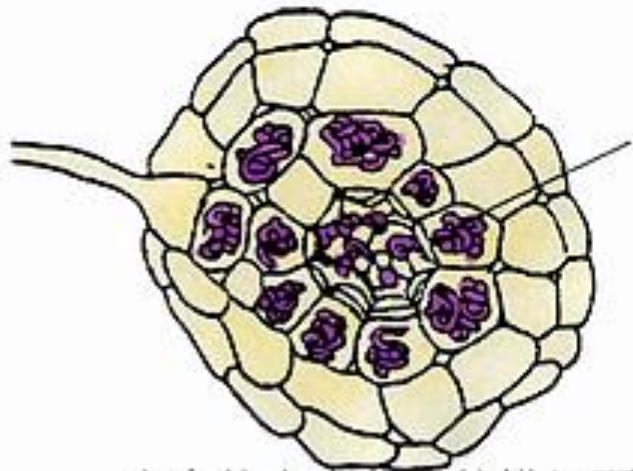
超过3/4的陆生植物的根可以与许多**真菌**共生,形成互利共生(mutualism)的**菌根**。

根据真菌的菌丝在根中存在部位不同,通常把菌根可分为**外生菌根**和**内生菌根**。

功能:

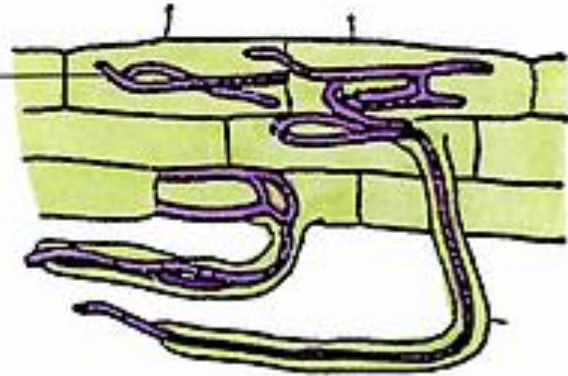
菌根真菌菌丝可以代替根毛的作用,扩大了根的吸收面积,提高了根吸收水分和矿质元素的效率。

菌根



菌丝(体)

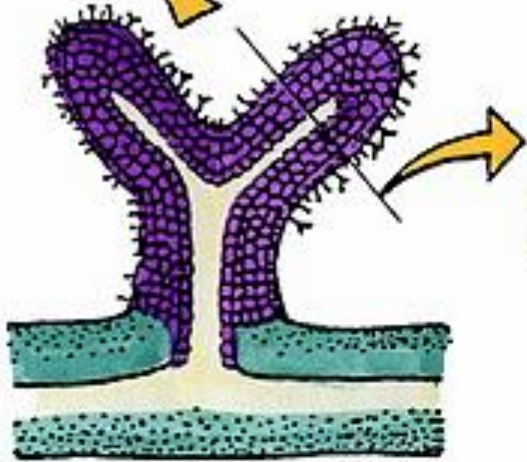
小麦的内生菌根的横切面



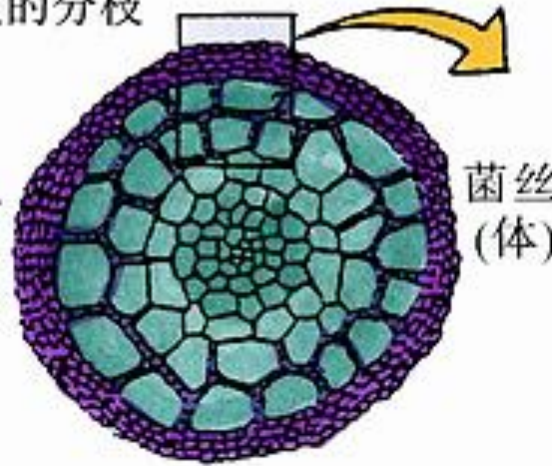
芳香豌豆的内生菌根的纵切面



松的外生菌根的分枝

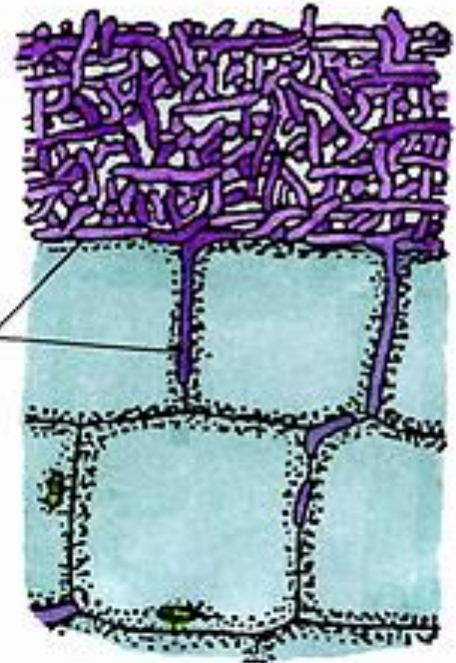


松的外生菌根的分枝纵切面的放大



菌丝(体)

松的外生菌根的横切面



松的外生菌根的横切面一部分的放大

八、特化的根

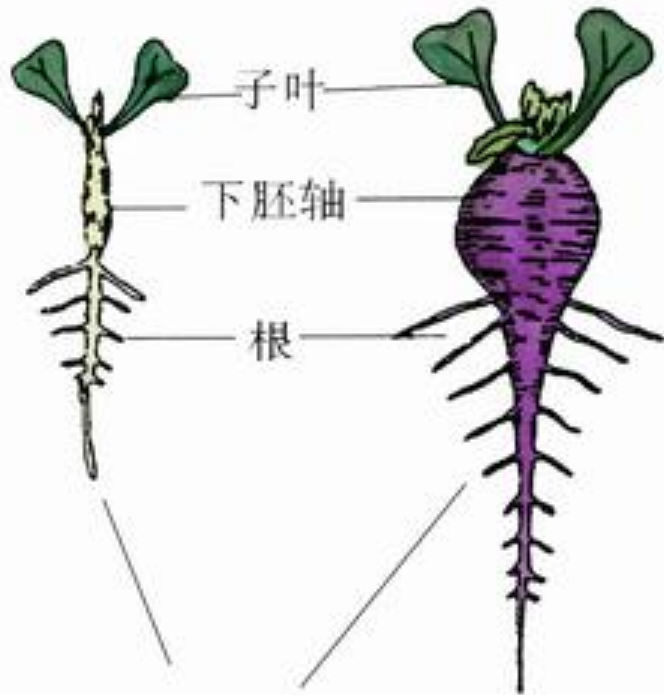
变态的概念：

植物的营养器官都有其一定的与生理功能相适应的形态特征。但是往往由于环境条件的改变，植物器官因适应某一特殊环境而改变其原有的功能和形态结构，这种改变不是病理的或偶然发生的，而是该物种的正常遗传特性。这种现象称为**变态** (metamorphosis, modification)，该器官称为**变态器官**。

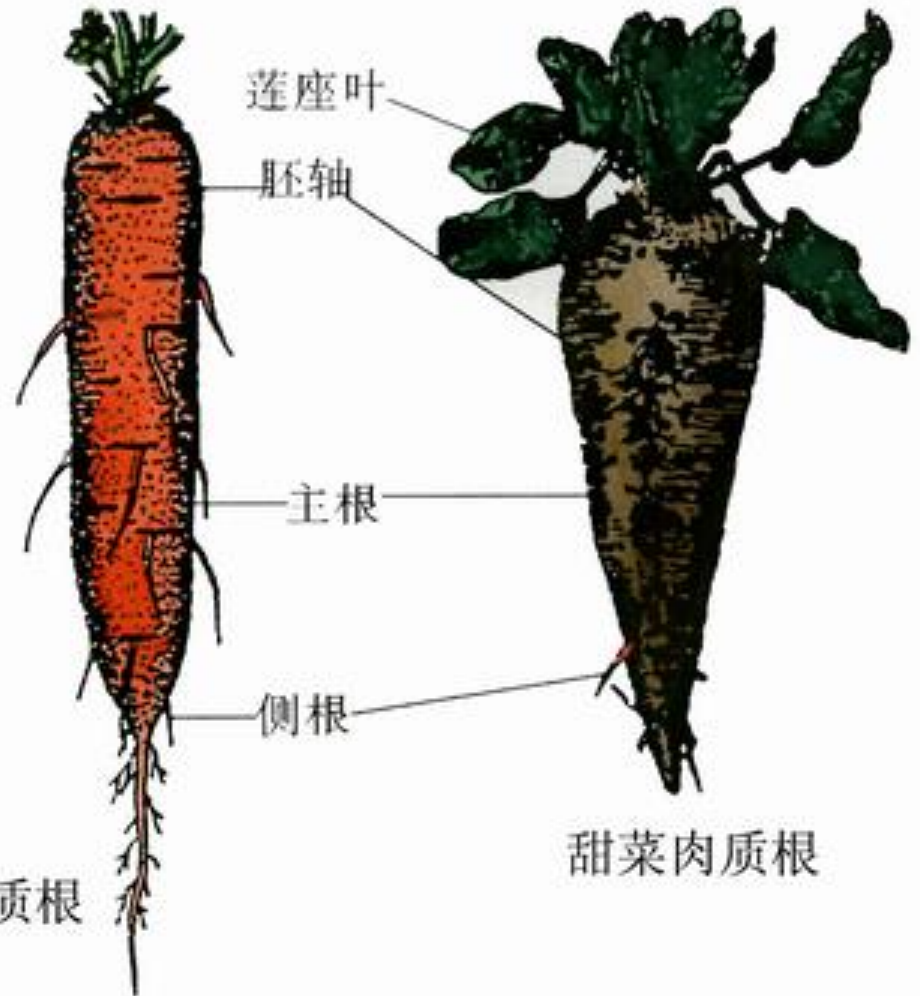
变态根的类型

1. **贮藏根**(food-storage roots)
2. **气生根**(aerial roots), 气生根又分为:
 - 支柱根 (prop root)
 - 呼吸根 (respiratory root)
 - 繁殖根 (propagative root)
 - 攀缘根 (climbing root)
 - 同化根 (assimilating root)
 - 收缩根 (contractile root)
 - 板根 (buttress root)
 - 无根植物
3. **寄生根** (parasitic root): 菟丝子、列当等寄生植物, 叶退化为小鳞片, 不能进行光合作用, 而是借特殊的寄生根从寄主体内吸收水分和有机营养物质, 严重影响寄主植物的生长。

几种贮藏根的形态



萝卜肉质根的发育与外形



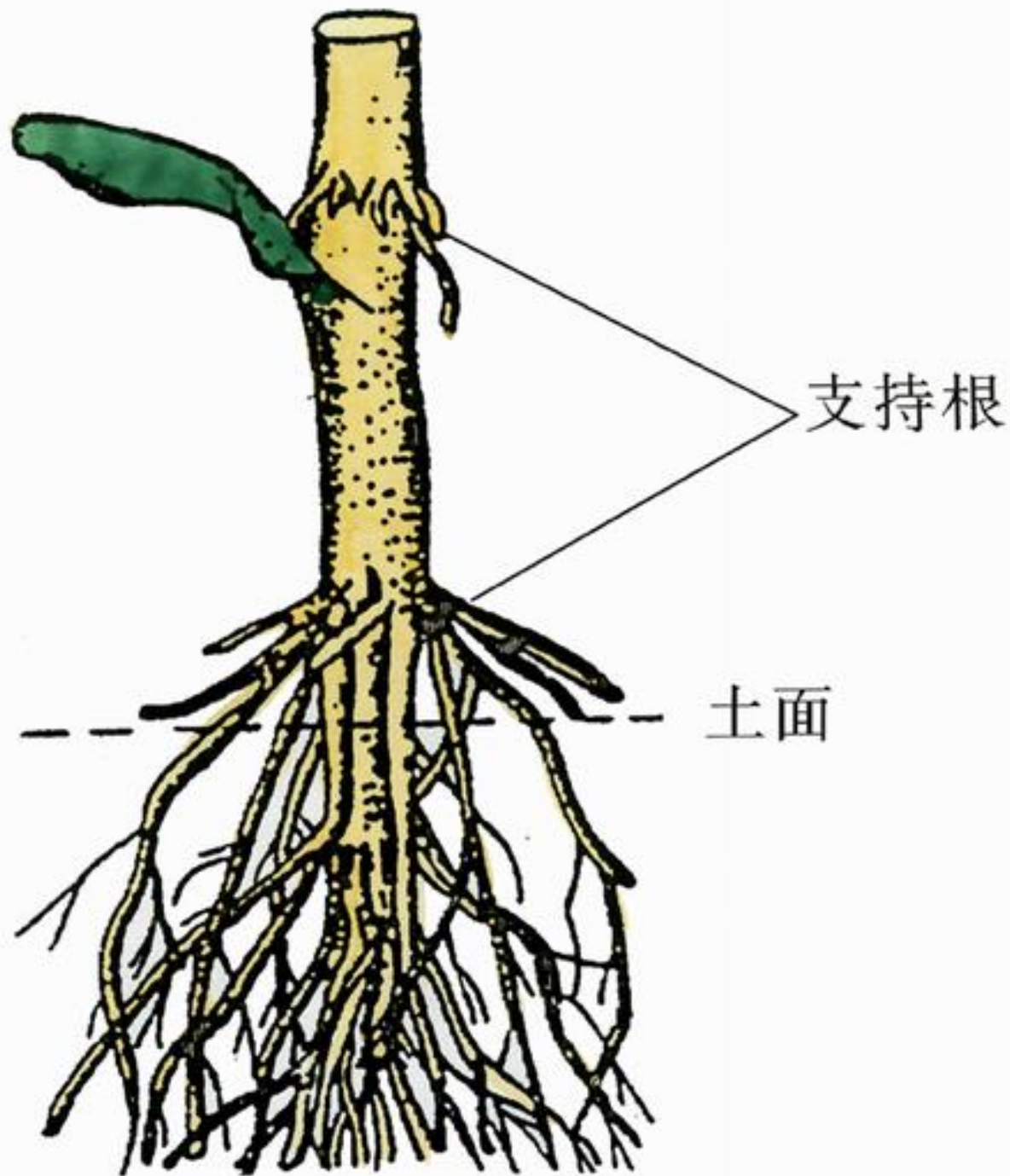
胡萝卜肉质根

甜菜肉质根

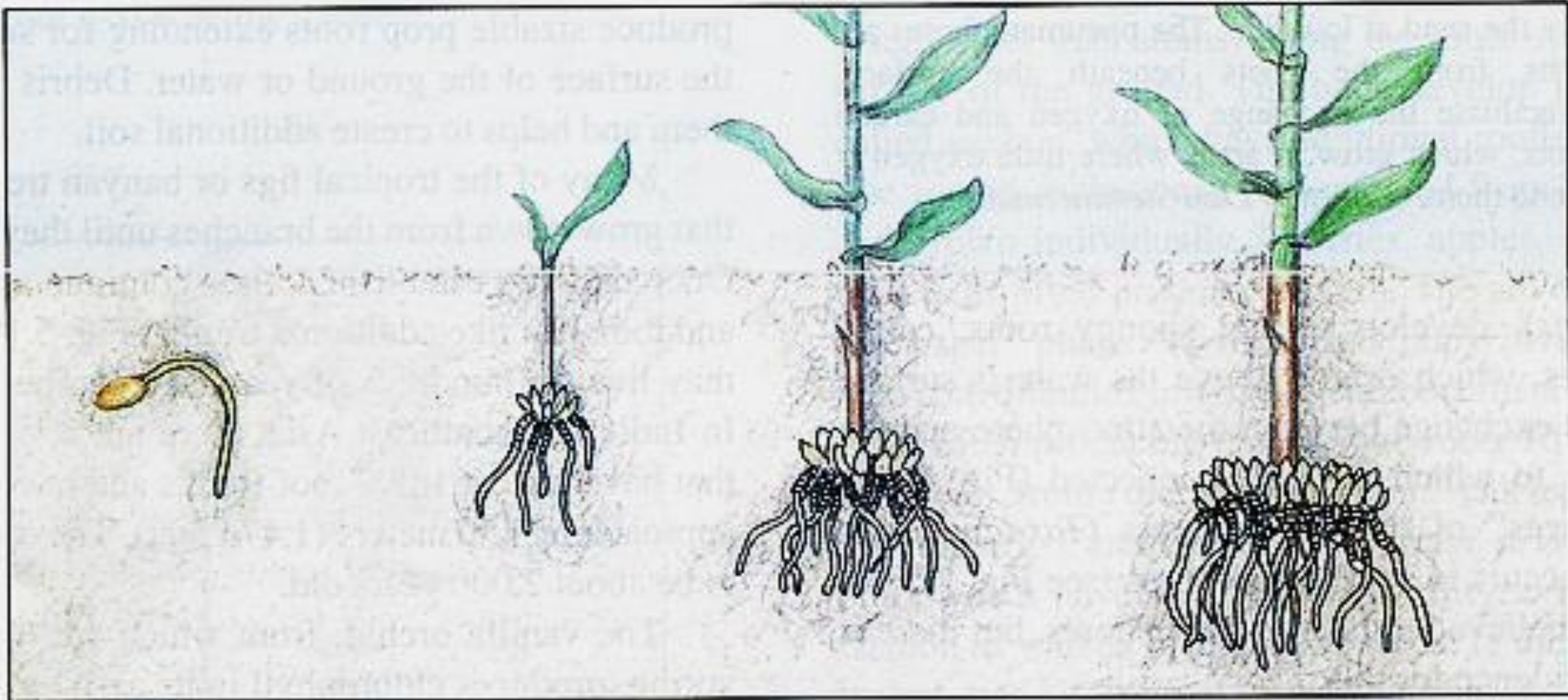
露兜树的支柱根



玉米的气生支柱根



收缩根



完全异养型植物：

寄生根

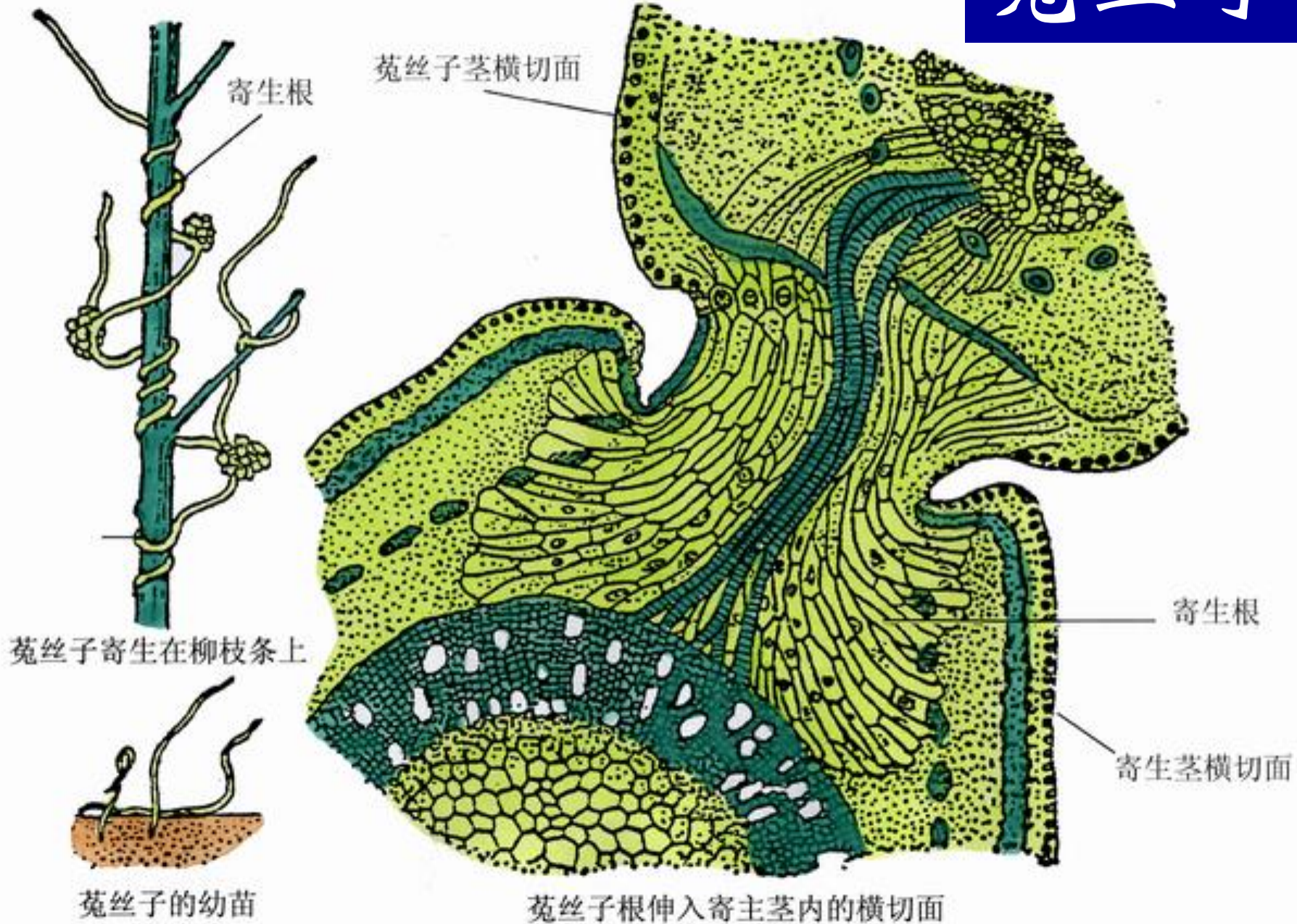


菟丝子 旋花科



• 兔丝子瀑布

菟丝子



紫葳科 炮仗花



夹竹桃科 夹竹桃



紫茉莉科 叶子花



豆科 红花羊蹄甲



菊科 白花鬼针草



菊科 蟛蜞菊



夹竹桃科 黄蝉



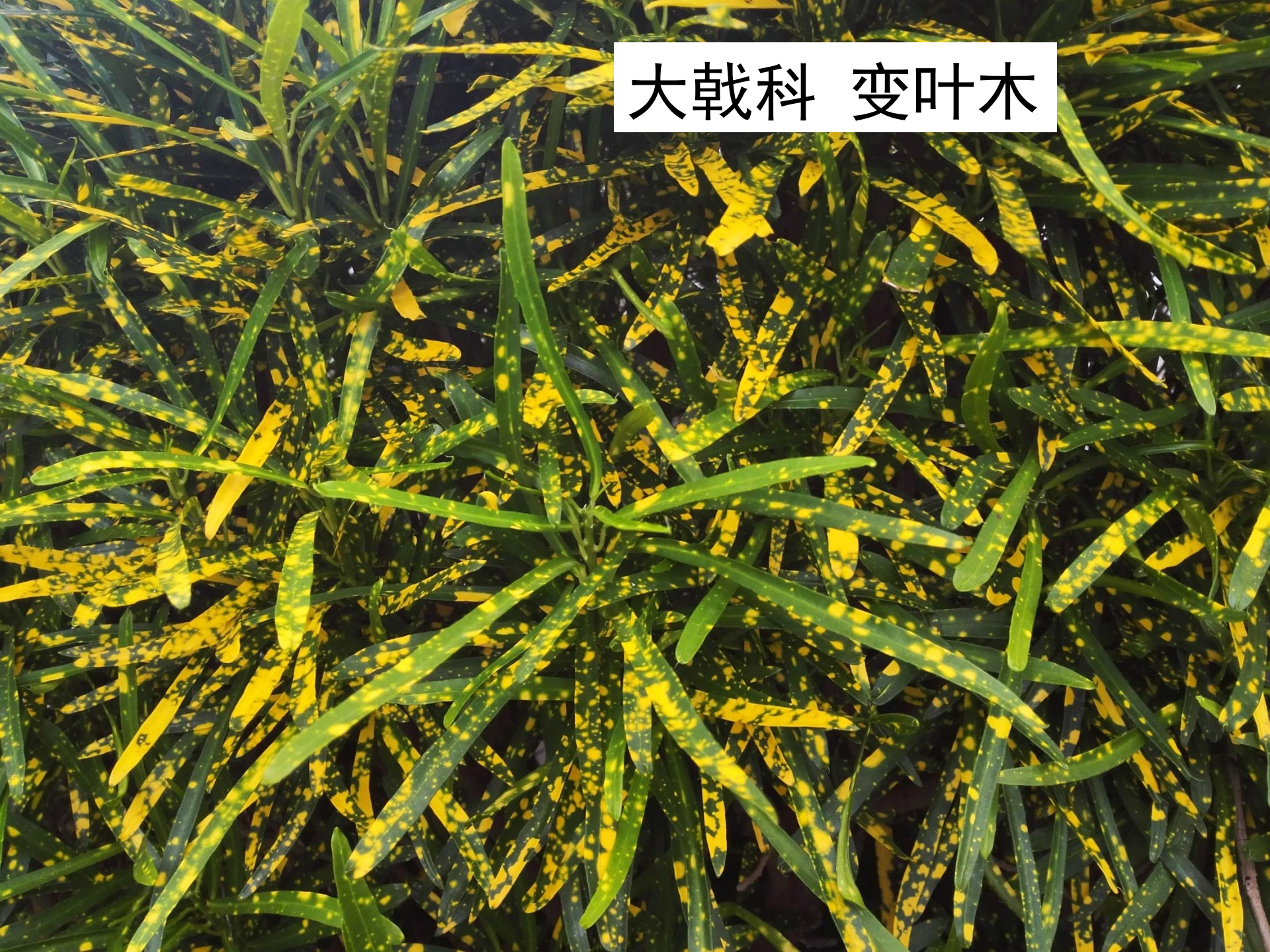
大戟科 变叶木



大戟科 变叶木



大戟科 变叶木



含羞草科 红绒球

