

# 实验三 被子植物根的结构

主讲：蔡泽坪

# 一、实验的目的与要求

- 1、掌握双子叶植物根的初生结构和次生结构及单子叶植物根结构的特点。
- 2、准确描述根尖各部分结构、功能，明确相邻各部分之间的关系。
- 3、掌握主根、侧根、定根、不定根、直根系、须根系、根瘤等。

## 二、实验用品

## 三、实验器材

葱幼根横切

检验: 3

禾力教儀  
HELLJIAOYI

莖尾根横切

检验: 2

玉米根横切

检验: 4

禾力教儀  
HELLJIAOYI

橡胶刺次生根横切

检验: 2

禾力教儀  
HELLJIAOYI

番薯块根横切

检验: 1

禾力教儀  
HELLJIAOYI

向日葵  
老根横切

检验: 5

河南雨林教育  
HENAN YULIN EDU.  
生产编号: 23

河南雨林教育  
HENAN YULIN EDU.  
生产编号: 28

玉米根尖纵切

检验: 6

河南雨林教育  
HENAN YULIN EDU.  
生产编号: 1

洋葱根纵切  
(示细胞  
有丝分裂)

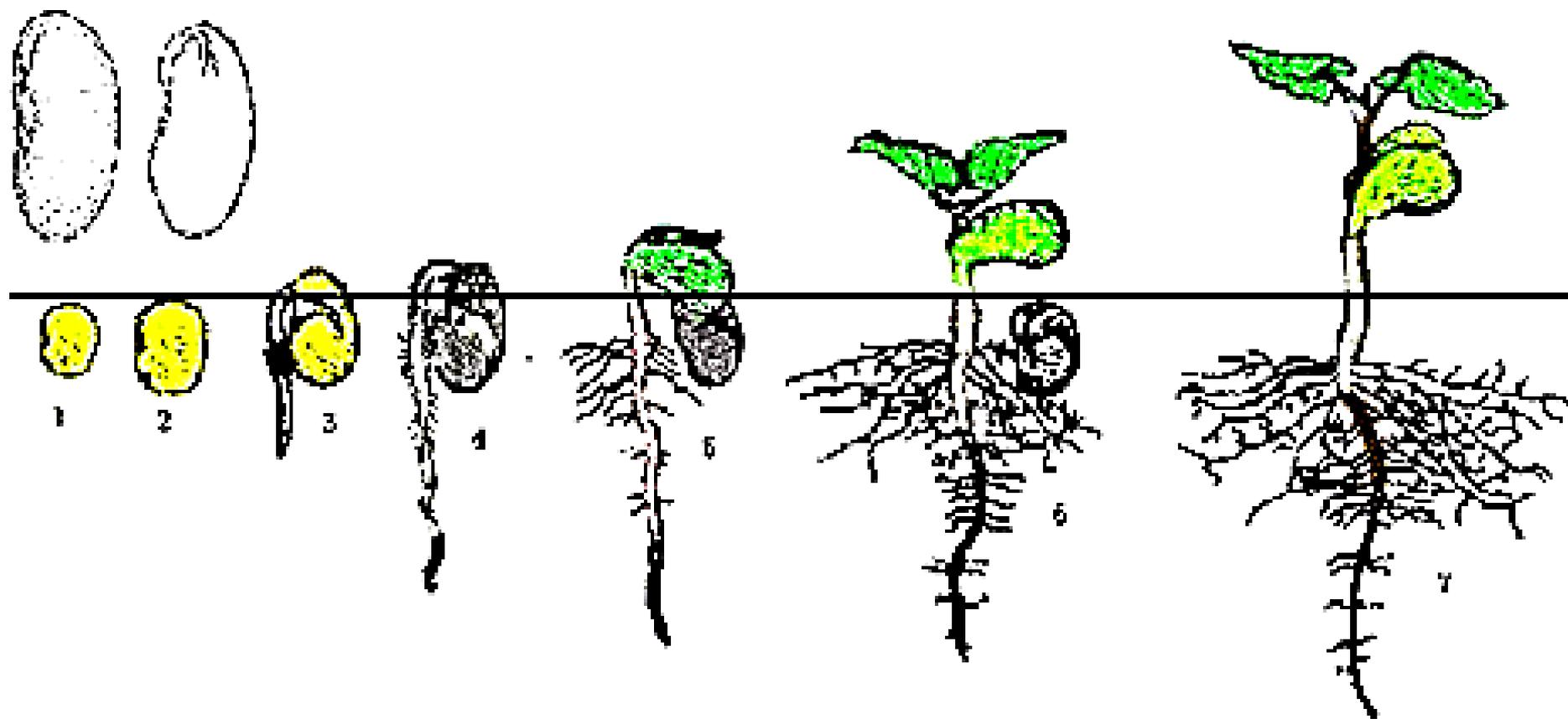
广州教学仪器厂

棉花幼根横切

检验: 5

出厂日期:  
84年 月  
质检员: 01

# 种子的萌发与根的生长



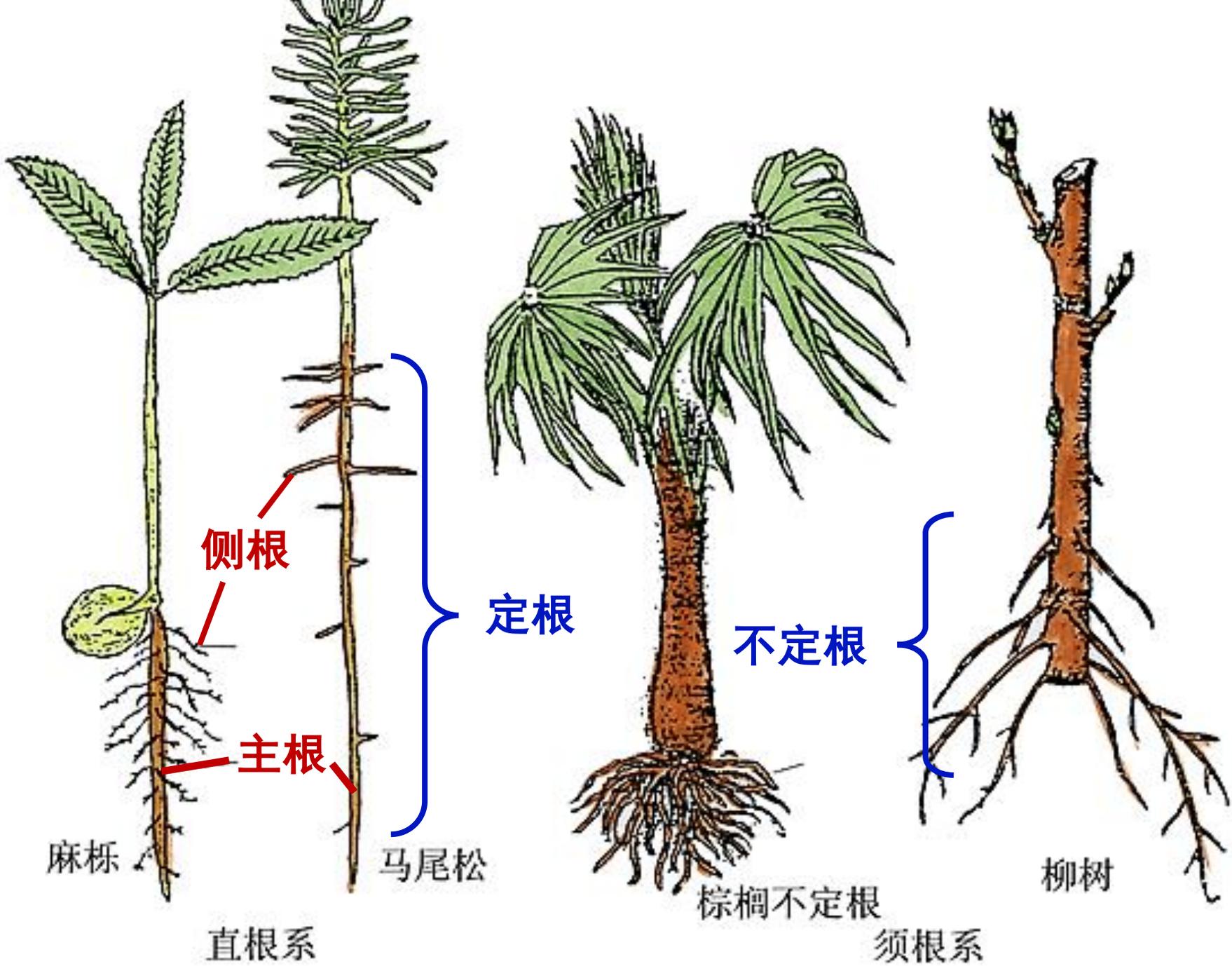
# 根与根系

**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。

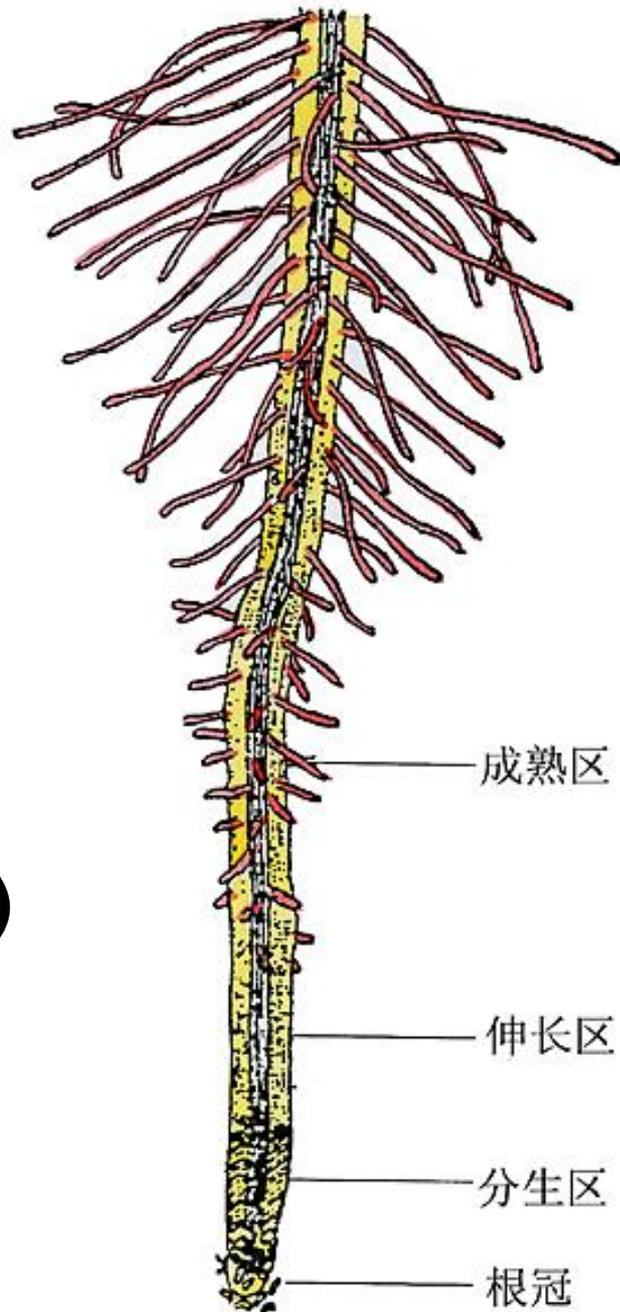


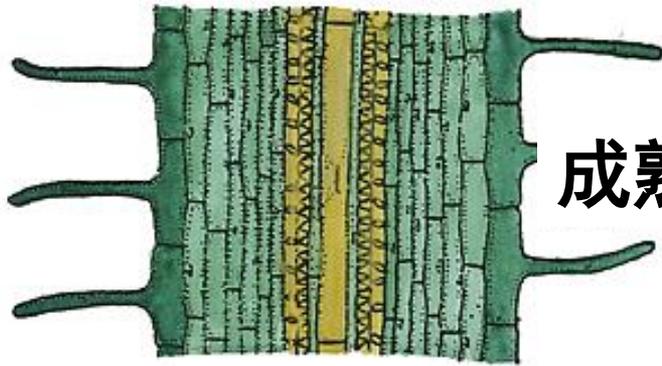
# 根尖的结构与发育

**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)

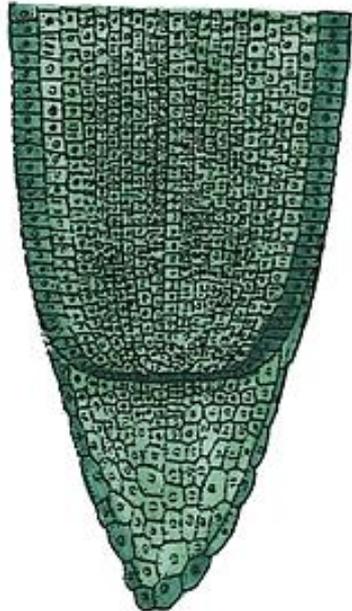




**成熟区 (maturation zone)**

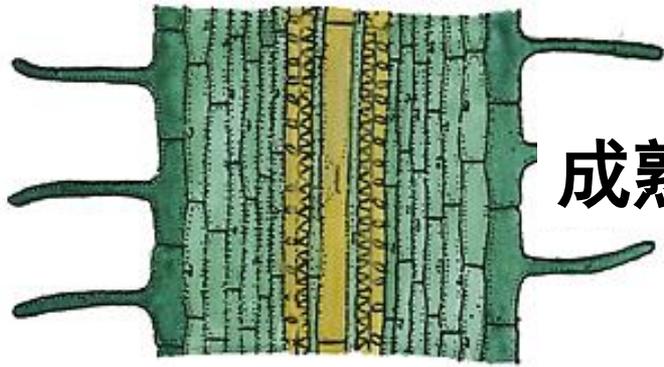


**伸长区 (elongation zone)**



**分生区 (meristematic zone)**

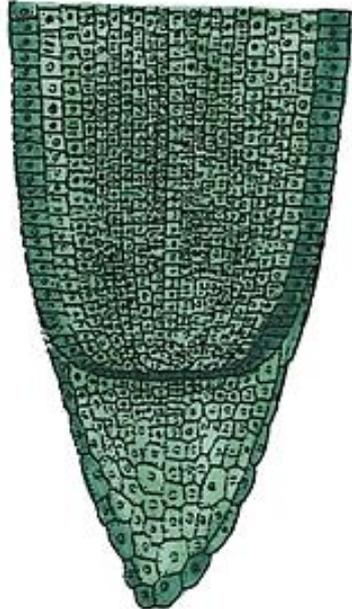
**根冠 (root cap)**



**成熟区 (maturation zone)**



**伸长区 (elongation zone)**



**分生区 (meristematic zone)**

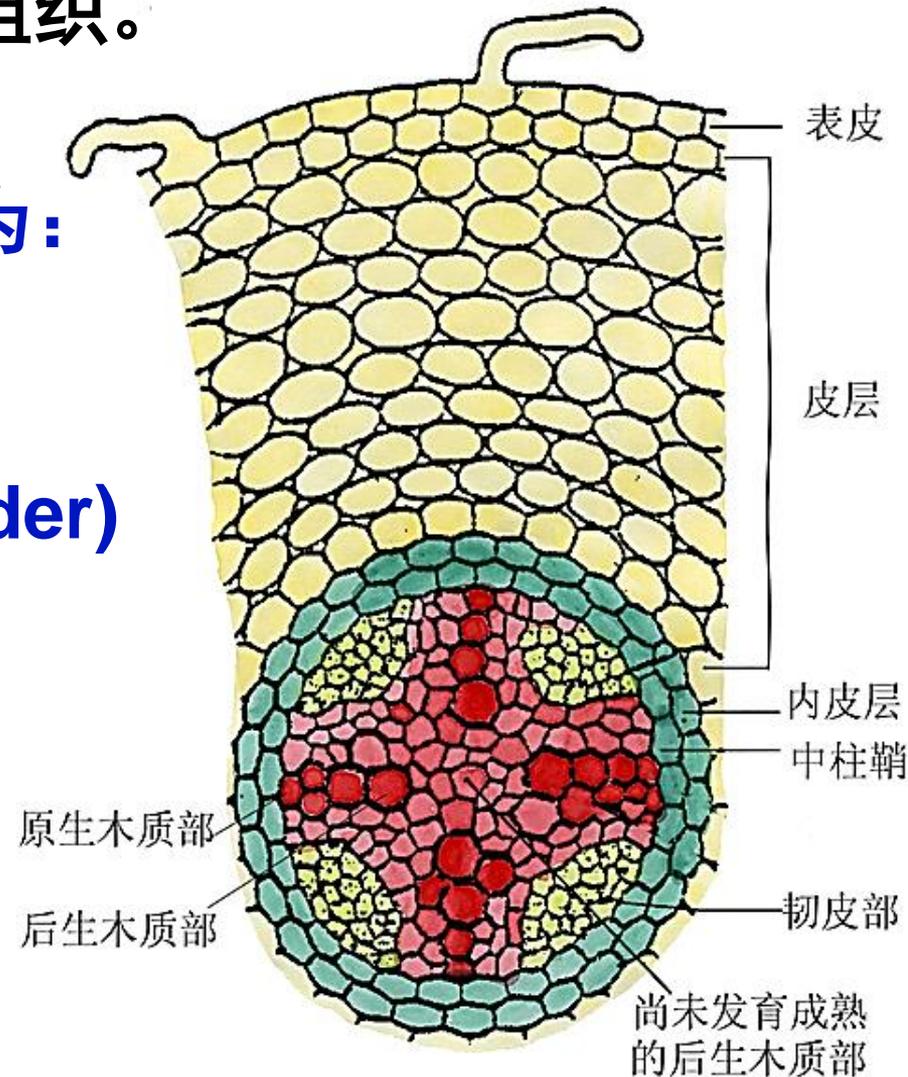
**根冠 (root cap)**

# 根的初生结构

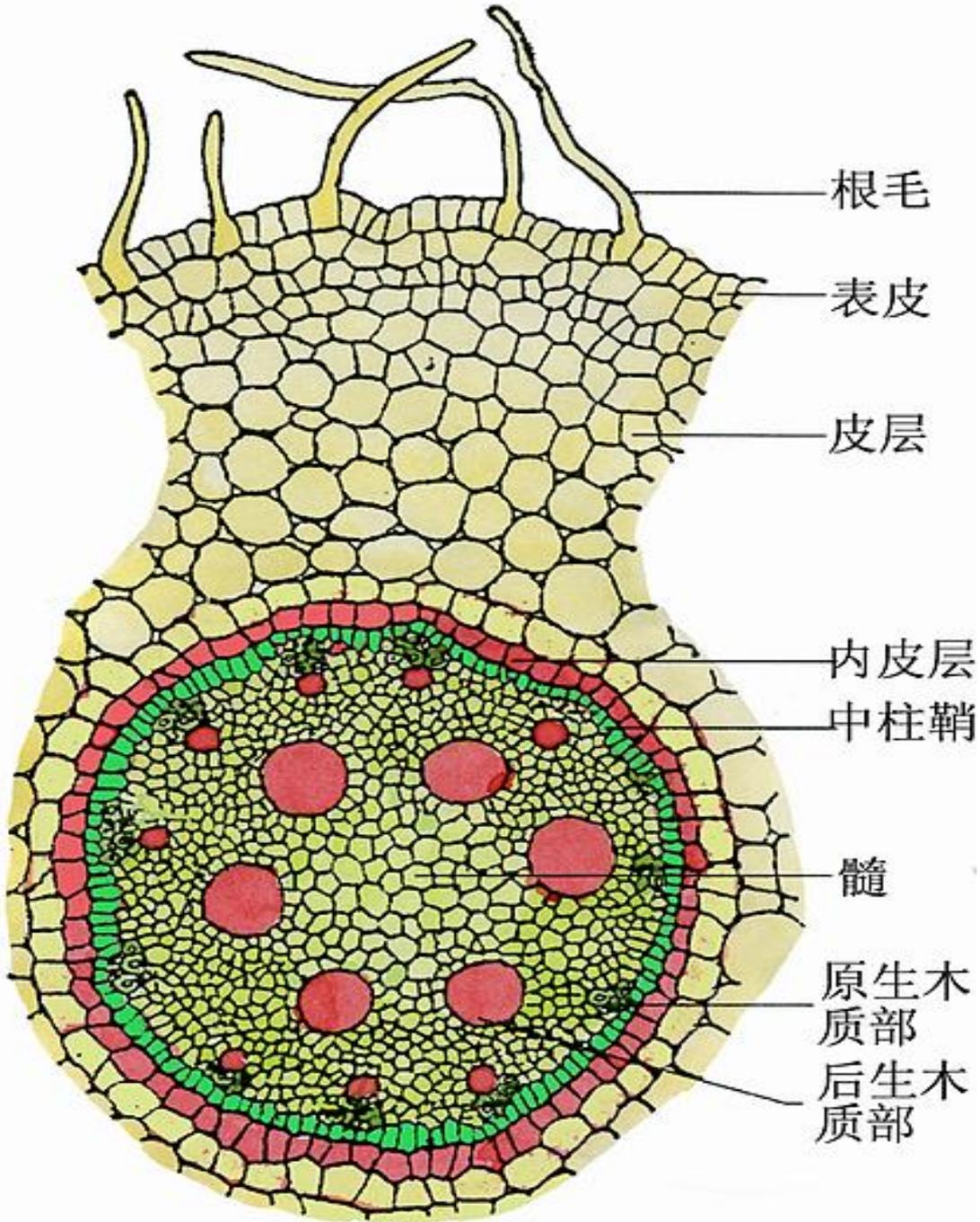
**成熟区**除了有根毛这一特征以外, 另外一个重要特征就是已分化出各种成熟组织。

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)



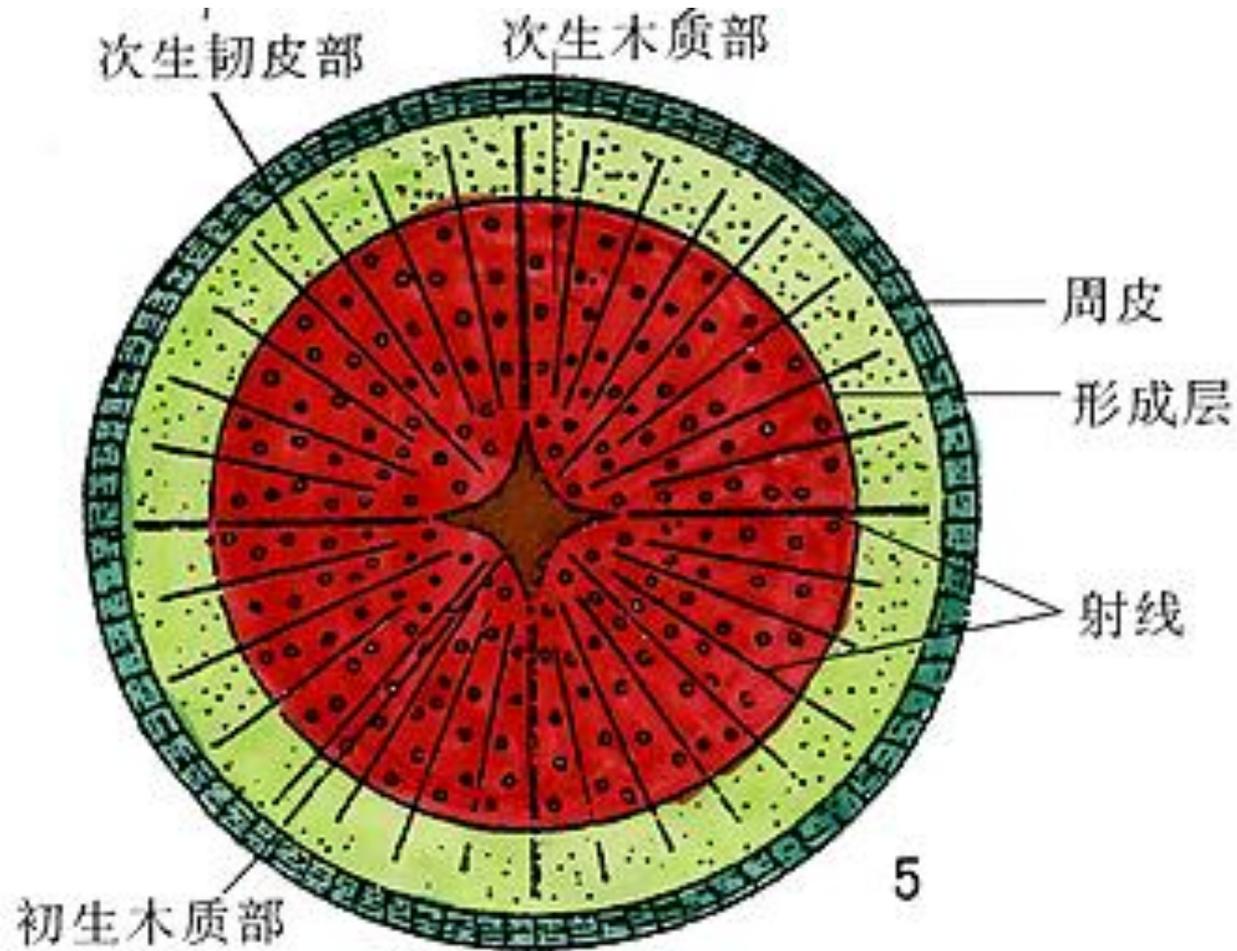
# 单子叶植物根的结构



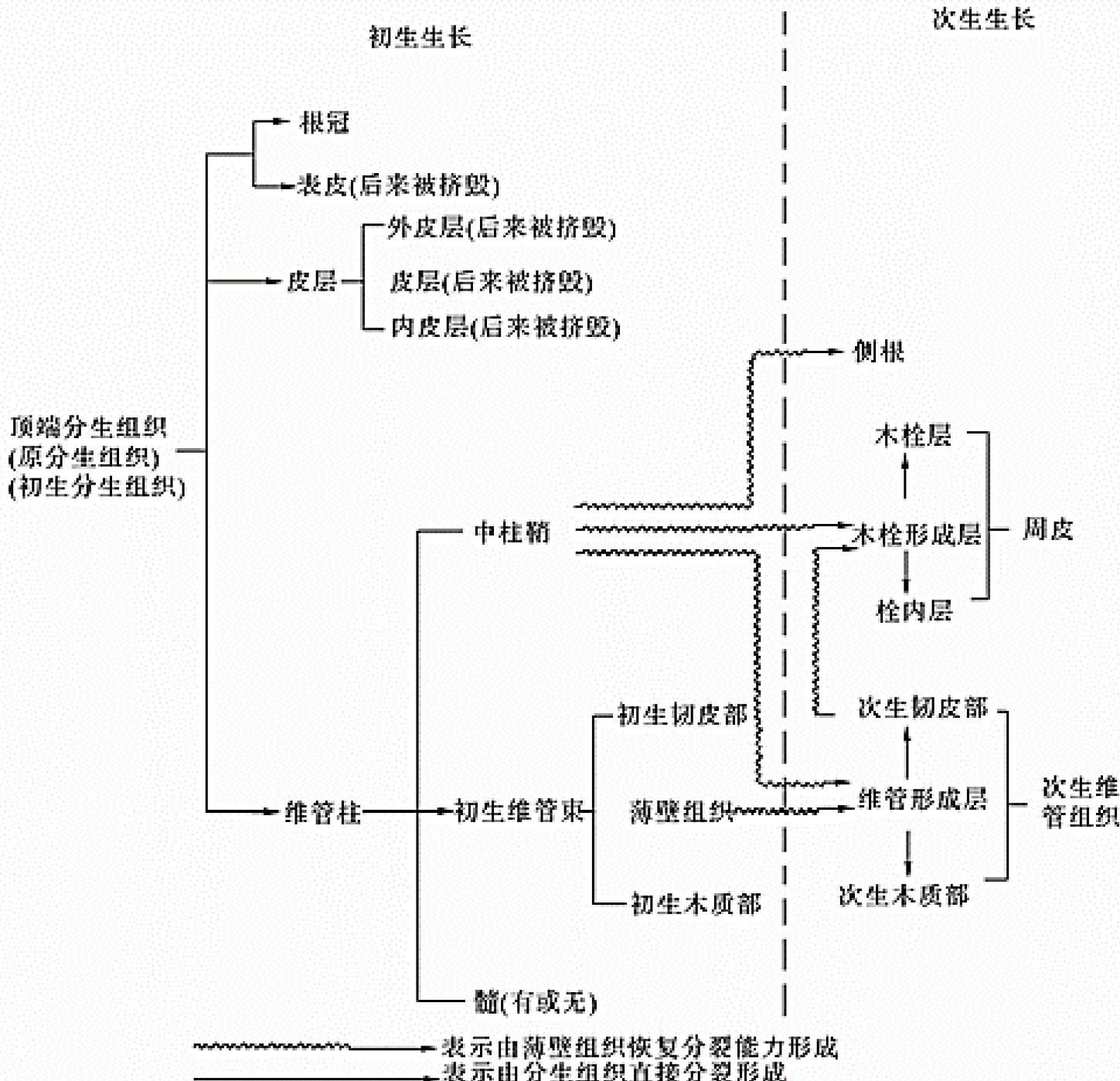
# 玉米幼根的横切面

# 根的次生结构

**次生结构 (secondary structure)** 是次生分生组织——**维管形成层**和**木栓形成层**的活动产生的。

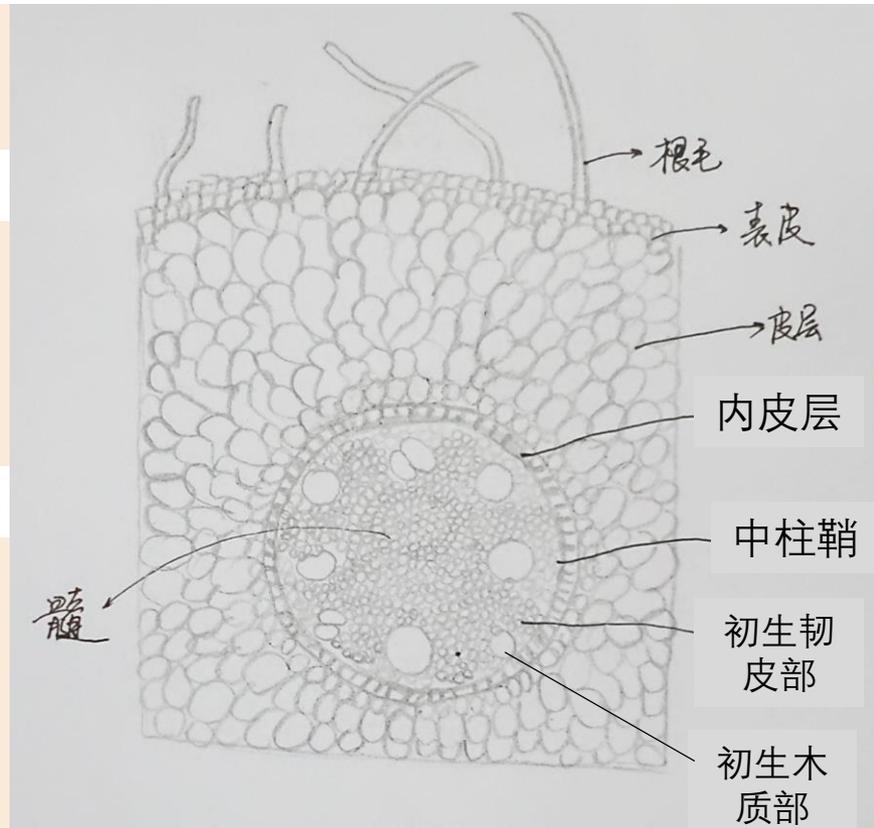
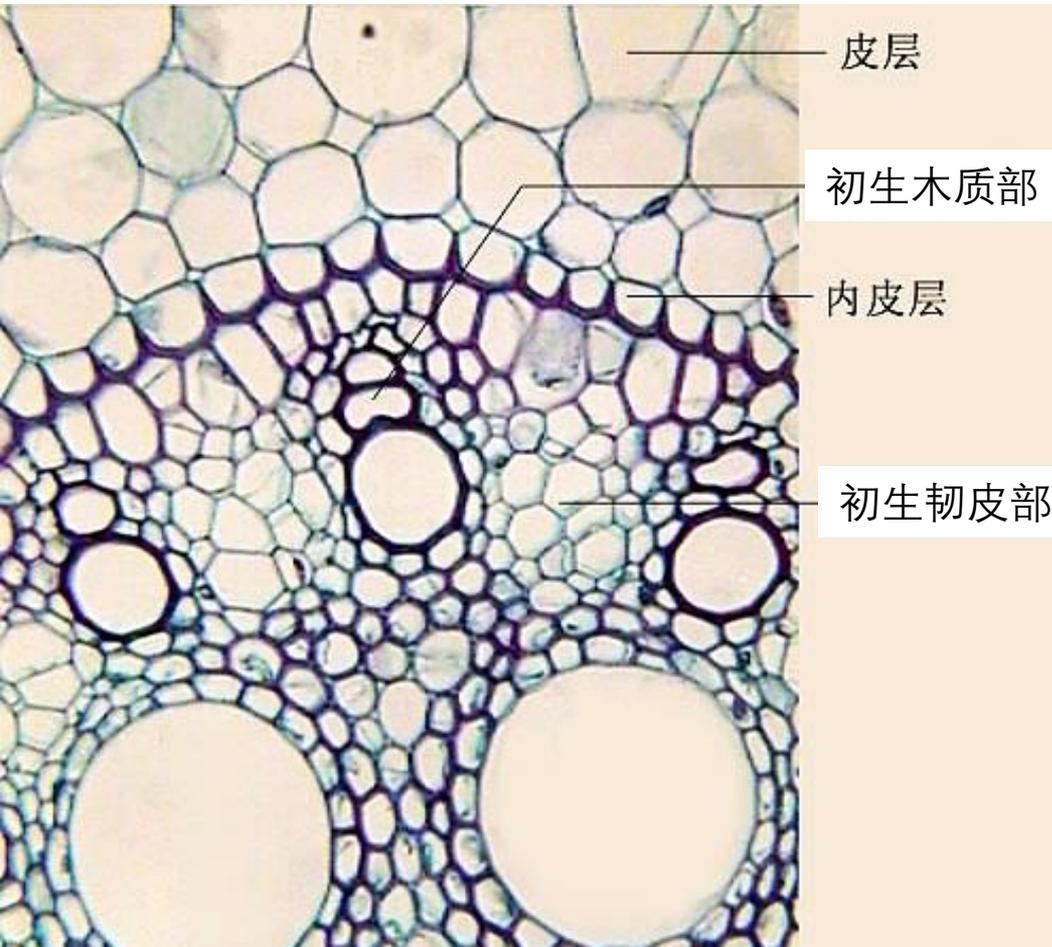


# 根组织的分化过程



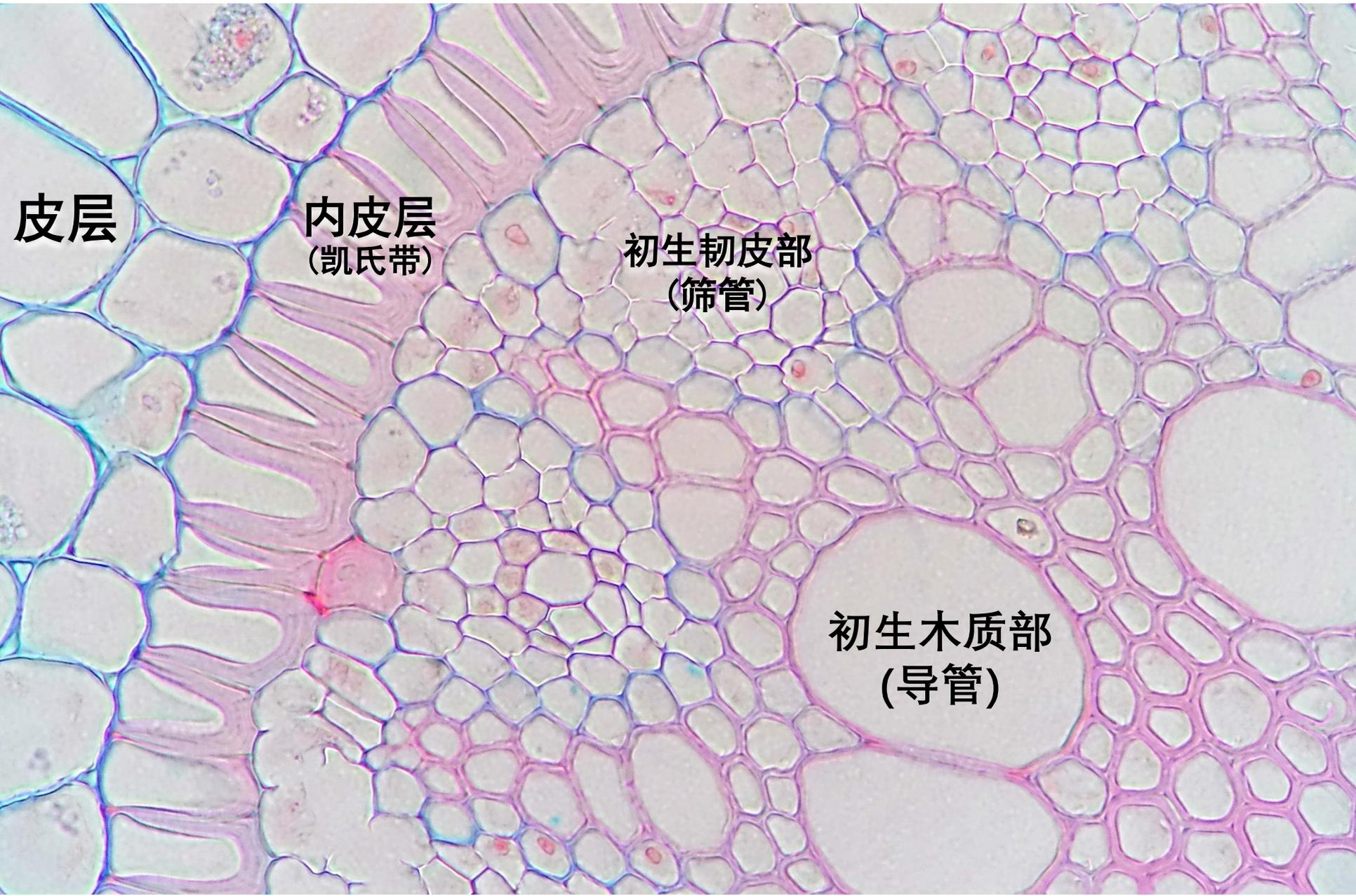
# 作业

- 1、绘制鸢尾初生根的横切图（注明表皮、皮层和维管柱及其中的各组成部分）。
- 2、绘制根尖的纵切图（注明根冠、分生区、伸长区和成熟区）。



鸢尾根横切

# 鸢尾初生根



皮层

内皮层  
(凯氏带)

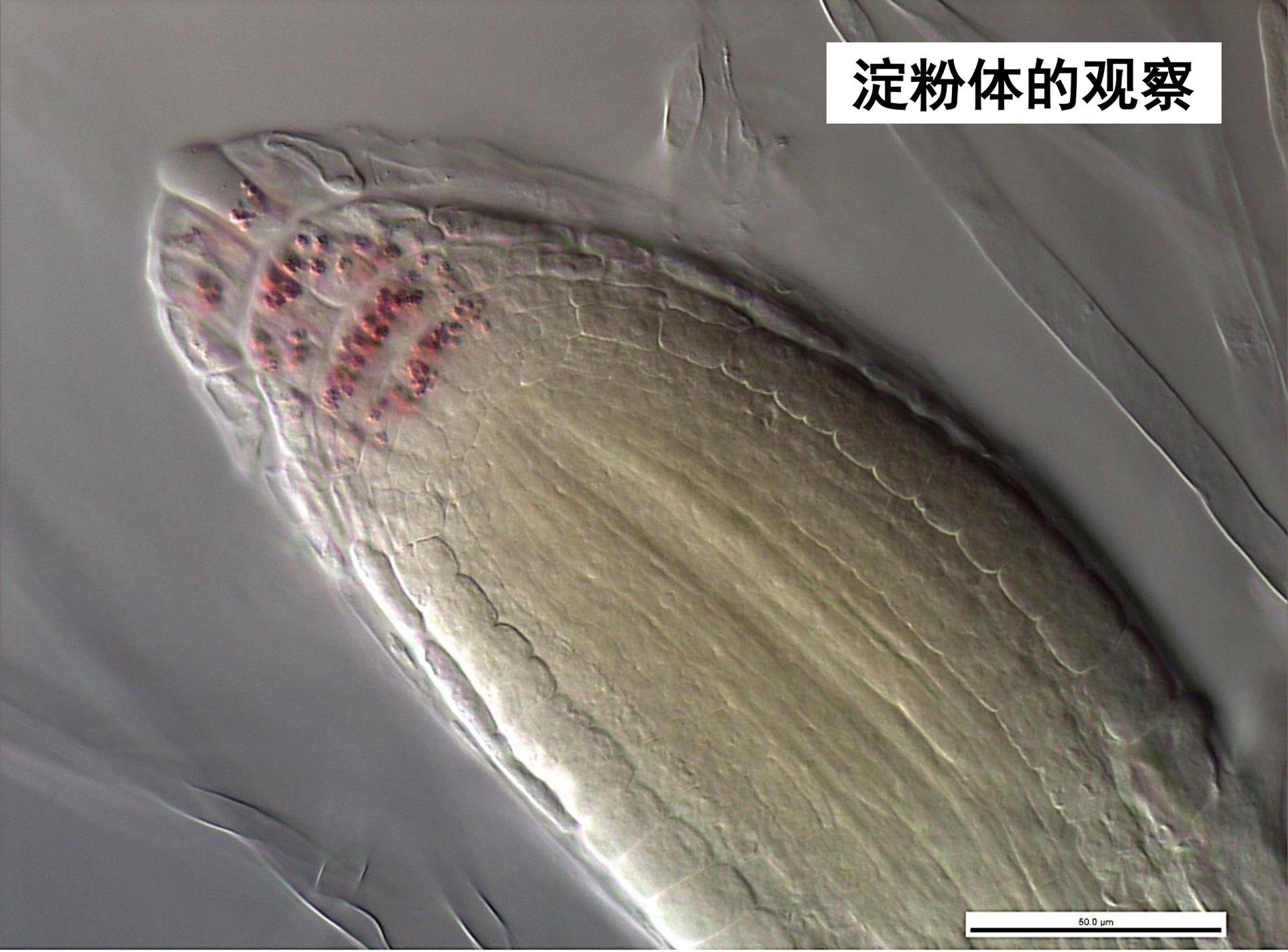
初生韧皮部  
(筛管)

初生木质部  
(导管)

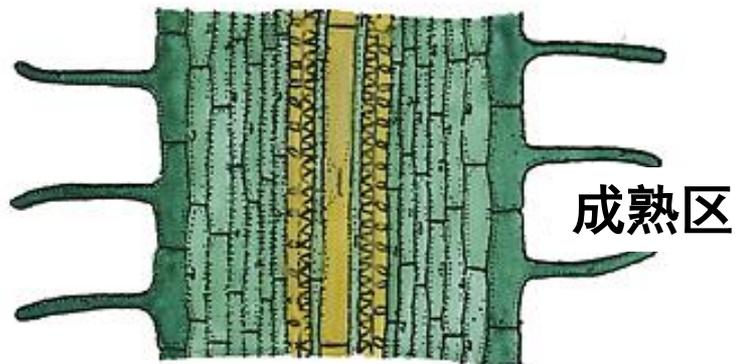
# 水稻根尖



# 淀粉体的观察



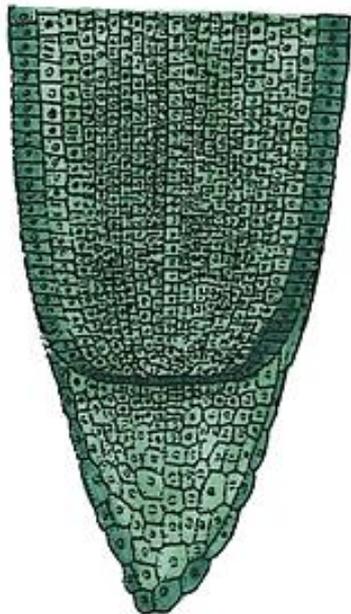
50.0 μm



成熟区



伸长区



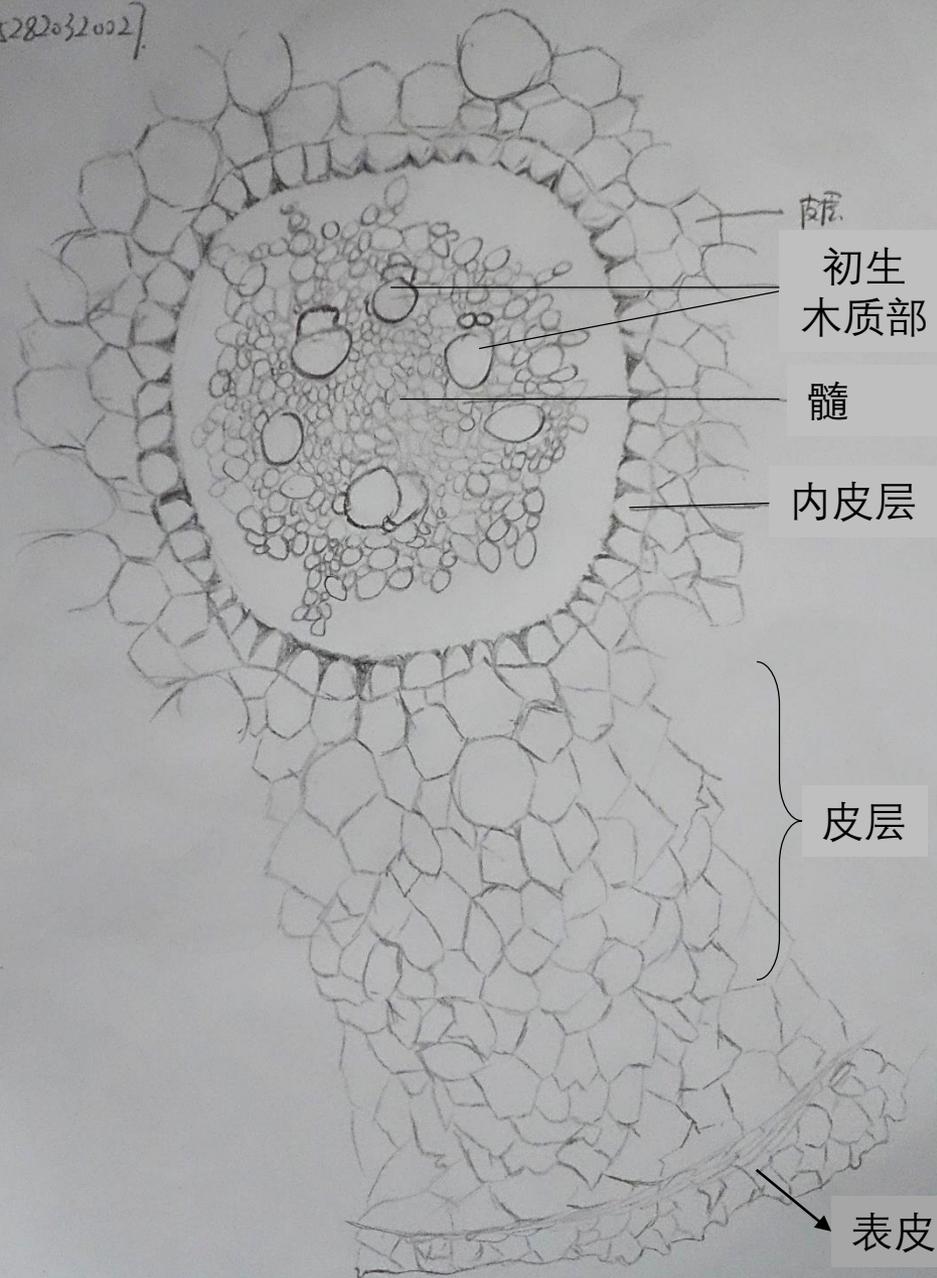
分生区

根冠

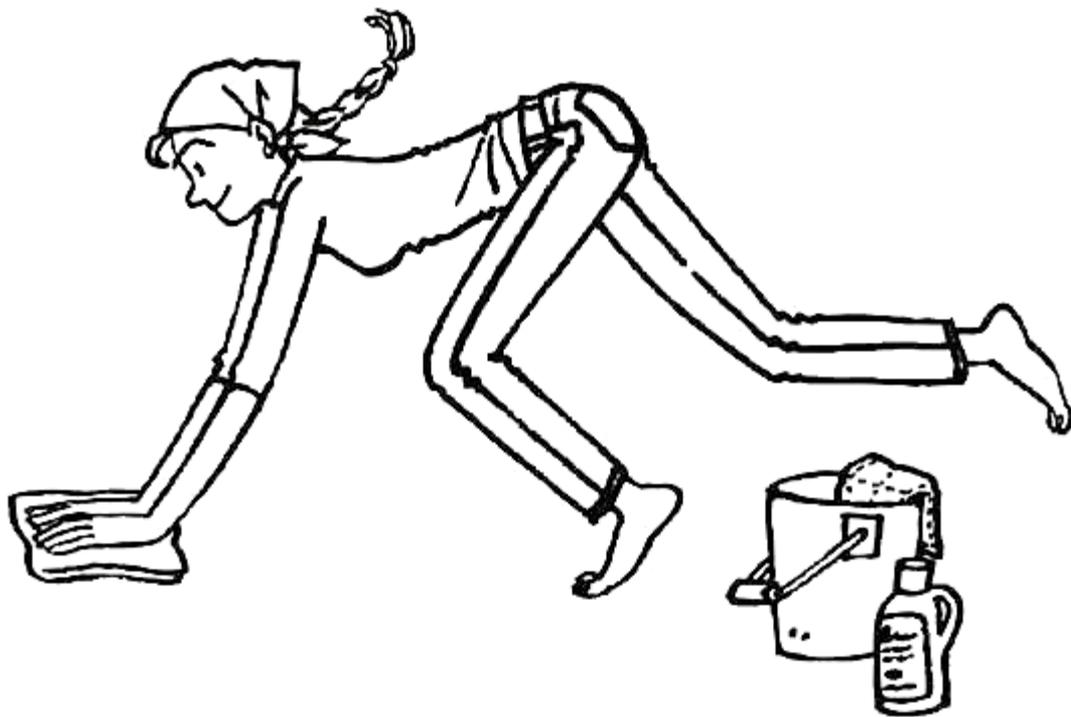
15园艺1班

李星沁

2015282032002



- 实验结束后安排一组同学打扫卫生
- 给完平时分才能离场



## 实验十五 被子植物根的结构

### 一、实验目的

- (1)能够表述根尖外形及根毛特点。
- (2)准确描述根尖各部分结构及其功能,明确相邻各部分之间的联系。
- (3)掌握双子叶植物根的初生结构和次生结构及单子叶植物根结构的特点。
- (4)了解番薯三生结构的形成特点。
- (5)了解侧根发生的部位与形成规律。

### 二、实验用品

- (1)用具:普通光学显微镜、放大镜、吸水纸、刀片和纱布等。
- (2)药品:番红溶液、间苯三酚溶液、盐酸等。

### 三、实验材料

- (1)新鲜材料:事先培养好的菜豆(绿豆等)和水稻(玉米等)的幼苗。
- (2)永久制片:洋葱根尖纵切面切片、橡胶树幼根横切面切片、橡胶树次生根横切面切片、玉米根横切面切片、鸢尾根横切面切片、番薯块根横切面切片、蚕豆根横切面切片等。

### 四、实验内容与方法

#### (一)根尖的形态结构

根尖是指从根的前端到根毛的部分(包括根毛部分)的区段,对某些没有根毛的植物来说是指根的前端到后面组织刚分化成熟部分的区段(图 15-1)。

从水稻或菜豆等幼苗的根上取下根尖,手持放大镜或肉眼直接进行观察(并注意外观颜色的变化)。然后取洋葱根尖纵切面永久制片在显微镜下观察,其后再观察示范镜。可将所观察的根尖分为下列几个区域:

##### 1. 根冠

位于根尖的最前端,形似\_\_\_状的透明部分。由许多排列疏松的细胞组成,其外围可见一些散离的细胞。

##### 2. 分生区(生长锥)

大部分被\_\_\_所包围,长约 2 mm。是根内产生新细胞、促进根尖生长的主要部位,也称\_\_\_点,为顶端分生组织。外观淡黄色或淡灰色而不透明,细胞排列整齐、紧密,细胞质浓,细胞核大,细胞壁薄。置显微镜下观察,常可见处于有丝分裂相的细胞。

##### 3. 伸长区

位于\_\_\_区到\_\_\_区之间,长 2~5 mm,外观透明。细胞开始纵向伸长,并出现明显的液

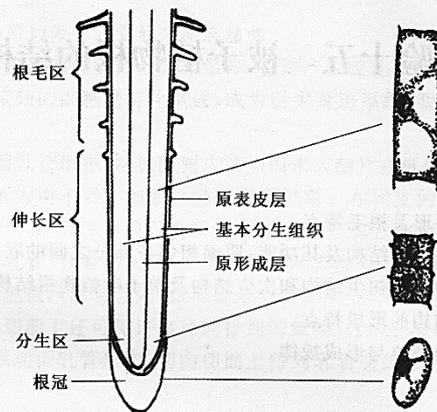


图 15-1 根尖分区

引自汪矛《植物生物学实验指导》

泡。由于伸长区细胞迅速同时伸长,致使根尖向土层深处生长。

##### 4. 根毛区(成熟区)

位于\_\_\_区后,外表密被\_\_\_(由表皮细胞向外突出形成的管状结构),因此该区又称\_\_\_区,此区组织已分化成熟。

#### (二)双子叶植物根的初生结构

根的初生结构就是成熟区的结构,由初生分生组织分化而来。取橡胶树幼根横切面(一般在根毛区或成熟区切取)永久制片(若无成品切片时,可用徒手切片法自制切片观察。在新鲜根尖的根毛区作横切,将切片放在有水的培养皿中。选取最薄的 1~2 片放在载玻片上。用番红溶液染色,或用间苯三酚加盐酸各一滴染色。盖好盖玻片,用显微镜自外而内观察其构造特征),先在低倍镜下区分表皮、皮层和中柱三大部分(图 15-2 及彩插 6(1))。结合实验观察填写图 15-2 中横线所指部位的名称),注意各部分所占的比例,然后转换高倍镜由外至内仔细地观察各部分的结构。

##### 1. 表皮和根毛

表皮为根的最外一层,细胞近方形,排列紧密,外壁无角质层。部分表皮细胞的外壁还向外突出形成管状的\_\_\_,以扩大根的\_\_\_面积。对幼根来说,表皮的吸收作用显然比保护作用更重要,所以根表皮是一种薄壁的\_\_\_组织。

##### 2. 皮层

位于\_\_\_与\_\_\_之间,占幼根横切面的大部分,可分为下列三部分:

(1)外皮层:皮层最外的一层细胞,细胞排列紧密,无胞间隙,这层细胞\_\_\_质化后可起暂时保护作用。

(2)皮层薄壁组织:在皮层中占有最大的比例,由多层体积较大的\_\_\_细胞组成。细胞排

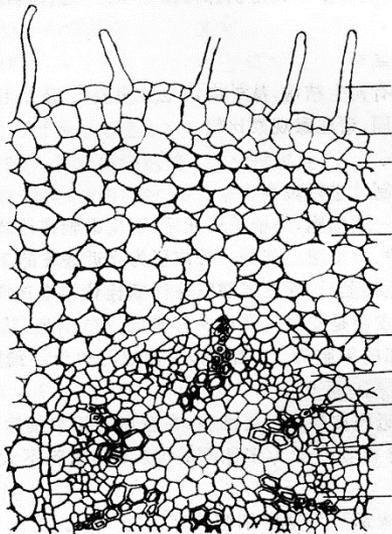


图 15-2 橡胶树侧根横切面的一部分,示初生结构

列\_\_\_\_,具有明显的胞间隙。

(3)内皮层:皮层最内一层排列紧密的细胞。在细胞横壁和径向壁上形成木化和栓化增厚的带状结构,即为\_\_\_\_带,但由于取的是横切面制片观察,因而在显微镜下,只观察到径向壁上的点(凯氏带或点常被番红染液染成红色,但在切片中常因染色效果不佳而无法看到)。

### 3. 中柱

在内皮层以内的中轴部分,在初生根中,只占很小的部分,由外至内可分为下列几部分:

(1)中柱鞘:位于中柱最外层,通常由1~2层排列整齐的\_\_\_\_细胞组成,其细胞具有潜在的分裂能力,可产生\_\_\_\_根、\_\_\_\_形成层和\_\_\_\_形成层的一部分。

(2)初生木质部:位于根的中央,横切面上呈辐射状(常被番红染液染成红色)。观察可见有\_\_\_\_束辐射角(初生木质部束),其中有较大腔的圆或较圆结构为导管横切面。注意导管横切面大小变化,其变化说明了\_\_\_\_。

(3)初生韧皮部:初生韧皮部形成若干束分布于\_\_\_\_辐射角之间,与初生木质部\_\_\_\_排列。在横切面上,筛管比初生韧皮部中其他细胞大,呈多边形,有时可见\_\_\_\_板,而伴胞较筛管小得多,一般是1至几个在筛管的旁边,呈三角形或方形。

(4)薄壁组织区:薄壁细胞分布于初生木质部与初生韧皮部之间。少数双子叶植物中央由于后生木质部没有继续向中心分化,而形成薄壁细胞组成的髓。

双子叶草本植物根的结构只有初生结构或除初生结构外只有少量次生结构,与双子叶木本植物的结构很相似。少数草本植物根中,内皮层细胞常在原有凯氏带的基础上再行增厚,这种增厚发生在\_\_\_\_壁、\_\_\_\_壁和\_\_\_\_壁,而\_\_\_\_壁是薄的。少数种的内皮层的细胞壁六面均增

厚,仅在正对着原生木质部的内皮层细胞仍保持薄壁状态,这种薄壁细胞成为\_\_\_\_细胞。

### (三)单子叶植物根的结构

单子叶植物根一般只有初生结构,从外向内也分为表皮、皮层和中柱三部分。但与双子叶植物根的初生结构有所不同,请注意观察比较。

#### 1. 玉米根的结构

取玉米根横切面永久制片进行观察。

(1)表皮:是根的最外一层细胞,当根毛枯死后,表皮细胞往往解体而脱落。

(2)皮层:也分为外、中、内皮层三部分。外皮层为靠近表皮的1~2层细胞,细胞小且排列紧密。在较老的根中,根毛枯萎后,外皮层细胞往往壁栓化转变成厚壁细胞(常被番红染成红色),起暂时保护作用。内皮层是皮层内靠近中柱鞘的一层细胞,其中也有\_\_\_\_带。在较老的根中,除正对着原生木质部的细胞为\_\_\_\_细胞外,其他的内皮层细胞都进行了除外向壁外的\_\_\_\_面加厚,在横切面上呈\_\_\_\_形。

(3)中柱:中柱鞘是靠近内皮层的一层细胞,在较老的根中细胞壁木质化增厚。初生木质部束为\_\_\_\_个以上(单子叶植物一般为多原型)。韧皮部细胞不太明显,须转换高倍镜仔细观察。

(4)髓(部):中轴的中央部分为薄壁细胞构成的髓(部)。这是单子叶植物根的典型特征之一。

#### 2. 鸢尾根的结构

观察鸢尾根的结构(彩插6(3)),注意与玉米根的结构进行比较。

取鸢尾根横切面永久制片,置低倍镜下观察,由外至内区分出表皮、皮层、维管柱三大部分,然后转高倍镜仔细观察各部分结构特点。

(1)表皮:为根的最外方,有时可见根毛或其残余,因切片取材位置而异,如在根毛区以上稍老部位的切片,其表皮脱落而未见根毛,或因切片的原因,根毛未能保存下来。

(2)皮层:

①外皮层:紧连表皮以内,常为1~3层多边形较小的细胞,注意观察排列紧密还是疏松。在较老的根中,其细胞壁常常木化或栓化而增厚。

②皮层薄壁组织:外皮层以内的薄壁细胞。细胞在横切面上近于圆形,排列疏松,有许多胞间隙。细胞内常含有许多\_\_\_\_粒。

③内皮层:是皮层最内的一层细胞,它环绕在维管柱外方,紧密地排成明显的一环。注意:大多数内皮层细胞,已分化形成了次生增厚的细胞壁,如讲课所述,除外向壁仍薄之外,其余的壁高度增厚,在横切面上则呈\_\_\_\_增厚。

注意:有少数仍保持薄壁的内皮层细胞,其位置正对着维管束的原生木质部“射角”处的导管,这种细胞叫\_\_\_\_。

(3)维管柱(中柱):

①维管柱鞘(中柱鞘):紧接内皮层的内部,是一层排列紧密、细胞较为扁平的、较小的活的\_\_\_\_壁细胞。

②初生木质部:分成\_\_\_\_个放射状的束,与初生韧皮部\_\_\_\_排列,其细胞壁均木化加厚而无胞间隙。注意各个初生木质部的导管,在外方的口径较\_\_\_\_,是\_\_\_\_生木质部,先成熟;在内

方的口径较\_\_\_\_,是\_\_\_\_生木质部,后成熟。如讲课所述,根的初生木质部的成熟方式为\_\_\_\_。像鸛尾根中有7束以上的初生木质部称为\_\_\_\_原型。

③初生韧皮部:仅由薄壁的筛管和伴胞组成,分成与初生木质部束数相同的若干束,相间排列。其成熟方式与初生木质部相同,也为\_\_\_\_。请注意:在双子叶植物幼根中,在初生木质部与初生韧皮部之间,还有几层薄壁细胞。

(4)髓部:在维管柱的中央,是一群细胞壁\_\_\_\_化增厚的\_\_\_\_壁细胞。

观察中须注意各部分的位置、细胞层数、细胞排列方式及其形态结构特点。

#### (四)双子叶植物根的次生结构

大多数双子叶植物有次生结构。次生结构是在初生结构基础上产生的。在观察植物次生结构时,仍然可见全部或部分的初生结构。

取橡胶树根次生结构横切面永久制片(图15-3及彩插6(2))。结合观察填写图15-3中横线所指部位的名称),由外至内进行观察。区分出周皮、次生中柱和中央的初生木质部几部分后,置高倍镜下观察各部分的细胞结构。

##### 1. 周皮

在根的外部,细胞呈径向整齐排列。由外至内可分为\_\_\_\_、\_\_\_\_和\_\_\_\_。

(1)木栓层:是由几层或多层木栓细胞组成,成熟的木栓细胞为死细胞,往往用番红染液染成红褐色。

(2)木栓形成层:一般只有一层细胞,被固绿染成蓝色的扁方形的薄壁细胞。可以进行切向分裂,向外产生\_\_\_\_,向内产生\_\_\_\_,为\_\_\_\_组织。

(3)栓内层:位于木栓形成层内侧,为含有叶绿体的薄壁细胞,1至几层细胞,与皮层的薄壁细胞不易区别。

##### 2. 次生中柱

由外至内分为次生韧皮部、形成层、次生木质部。

(1)次生韧皮部:周皮内方至形成层外方呈环状排列的部分,通常被固绿染成蓝绿色。次生韧皮部中可见单列或双列细胞组成的射状结构是\_\_\_\_射线。在韧皮射线之间为筛管、伴胞和其他薄壁细胞,其中杂有少量略呈红色的韧皮纤维。

(2)形成层:位于次生\_\_\_\_部以内、次生\_\_\_\_部以外。通常只有一层细胞,被染成浅绿色。

(3)次生木质部:在横切面上占主要部分的是次生木质部,其中的导管(由导管分子组成)和纤维的壁通常被番红染液染成红色。导管较大,直径大小相若。木纤维长梭形,壁厚,在横

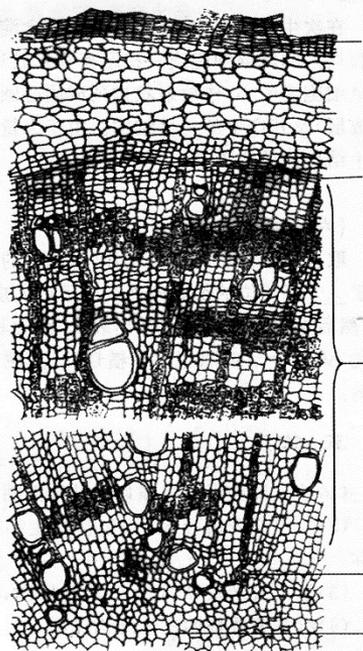


图 15-3 橡胶根横切面,示次生结构

切面上较小。次生木质部中单列或双列的薄壁细胞径向排列的线状结构为\_\_\_\_射线,每个\_\_\_\_射线与相应的\_\_\_\_射线是相连接的,一起称为\_\_\_\_射线。

##### 3. 初生韧皮部

原来是靠在次生韧皮部的外部,在较老的根中其细胞已被挤破而观察不到。

##### 4. 初生木质部和髓(部)

仍在原来的根的中央部位。初生木质部仍呈星芒状,这是区分根的次生结构与茎的次生结构的主要标志之一。

#### (五)番薯块根的三生结构

取番薯块根横切面永久制片,置低倍镜下由外至内依次寻找周皮、皮层和中柱,然后在中柱的次生木质部中找到“蜘蛛网”状的结构即为三生结构,此时,转换高倍镜,详细观察其结构(彩插6(4))。

在次生木质部中,重要成分是富含淀粉粒的薄壁细胞,其中零散分布少量的导管。在一些导管周围的薄壁细胞或一些距离导管较远的薄壁细胞的周围,可见许多扁平的细胞,以导管或薄壁细胞为中心,作放射状排列成同心圆圈或排成半月形,状若蜘蛛网,这便是副形成层(额外形成层)及其产生的三生结构。由于大量的三生结构的产生,而使番薯块根迅速增粗膨大(有三生结构的植物不多)。

#### (六)侧根的发生

取蚕豆根横切面永久制片(示侧根的发生)(彩插6(5))置显微镜下观察,可见在\_\_\_\_鞘对应于\_\_\_\_部部位的细胞向外产生了进入皮层的突起结构,即为侧根。由于侧根起源于根的内部,然后穿过母根的皮肤层伸出表皮,因而其发生属于\_\_\_\_起源。侧根与主根一样有各种组织的分化,该制片呈现的主根为横切面,而侧根为纵切面。观察时注意侧根与主根内部是如何连接的。

#### 五、作业

- (1)绘出橡胶树幼根横切面结构简图,并注明各部分名称。
- (2)绘出橡胶树较老根(包括初生结构和次生结构)横切面(1/4)轮廓图,并注明各部分名称。
- (3)绘出玉米根横切面(1/4)轮廓图,并注明各部分名称。
- (4)绘番薯块根的三生结构详图。

#### 六、思考题

- (1)根尖分区及其组织细胞特点、根尖形态结构特点与其生物学功能有何关系?
- (2)橡胶树幼根与玉米根结构有何不同?
- (3)简述你所观察到的双子叶及单子叶植物根的构造特征。
- (4)侧根是如何发生的?侧根与根毛有何区别?表皮毛与根毛有何不同?