

第九章 植物的生长生理

第一节 植物细胞的生长与分化

第二节 植物的组织培养

第三节 种子的萌发

第四节 植物的生长

第五节 植物的光形态建成

第六节 植物的运动

第七节 生物钟



植物生理学包括三个方面的内容：

(1) 物质与能量代谢

(水分、矿质、光合、呼吸)

(2) 细胞信息传递和信号转导

(信号转导、植物生长物质)

(3) 生长发育和形态建成

(**生长生理**、成花、生殖、成熟、衰老)



个体形态建成包括三个过程：

生长 (量变)

分化 (局部的质变)

发育 (整体的质变)



生长(growth): 指由于原生质的增加而引起植物体的体积或质量的不可逆增加。

通过两个方面实现:

①细胞分裂增加细胞数目

②细胞伸长增大细胞体积

★一个量变的过程

分化(differentiation): 指遗传上同质的细胞转变为形态、结构、机能以及化学组分上异质的细胞。

包括:

- ①细胞的分化、②组织的分化、
- ③花芽和叶芽的分化、④茎和根的分化

★是局部的质变

发育(development): 是指个体生命周期中植物体的构造和机能从简单到复杂的有序变化过程。

如:

- ①种子萌发、
- ②植物对光周期的反应 等

★是整体的质变

第一节 植物细胞的生长与分化

植物组织、器官乃至整体的生长以
细胞的生长为基础

细胞的发育可分为三个时期：

- ①细胞分裂期 (由1变2)
- ②细胞伸长期 (由小变大)
- ③细胞分化期 (由他变她)



一、细胞分裂期

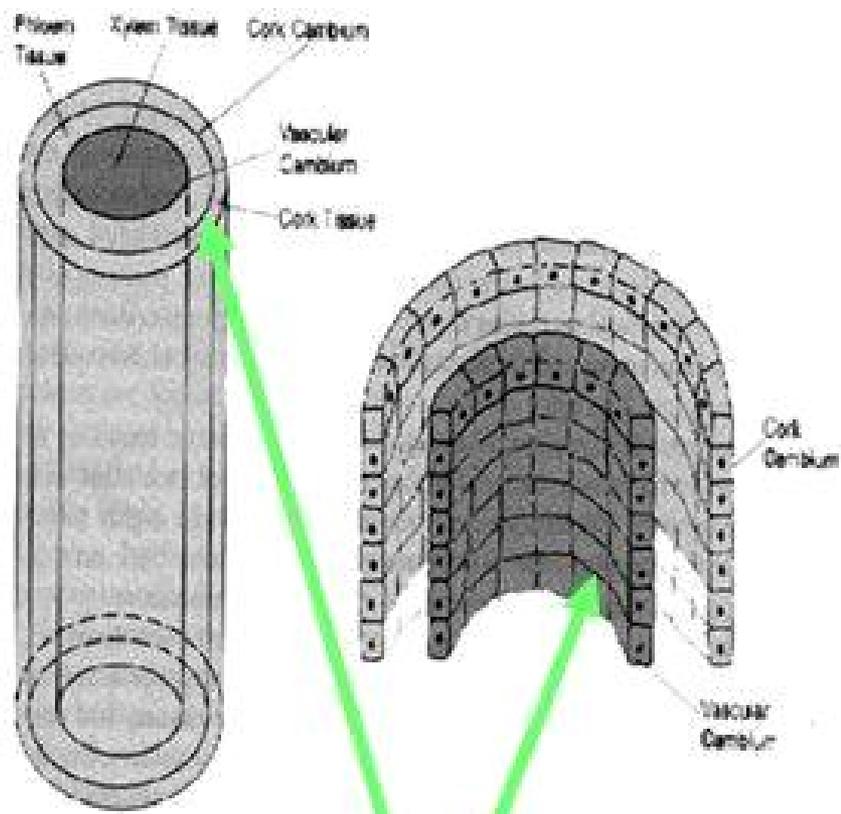
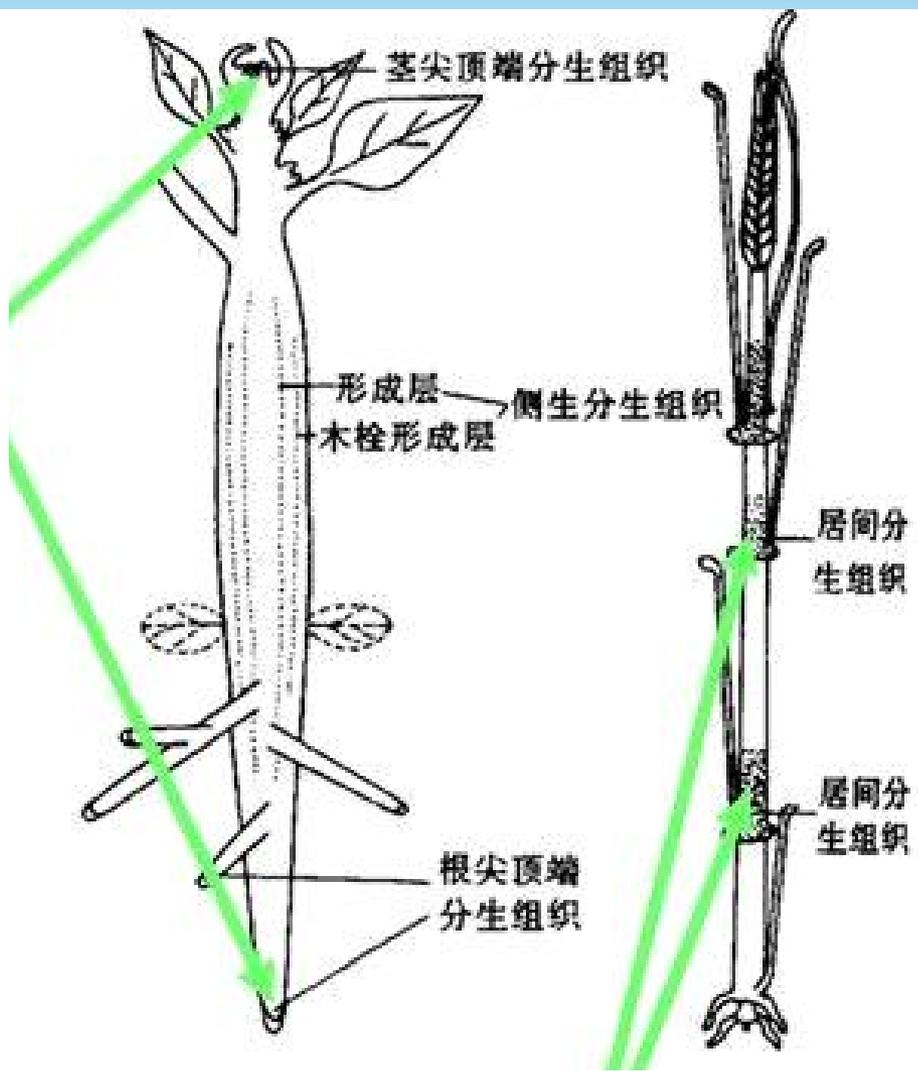
分生组织：在植物体的一定部位，具有持续或周期性分裂能力的细胞群。

种类：

- ①顶端分生组织
- ②侧生分生组织
- ③居间分生组织



顶端分生组织

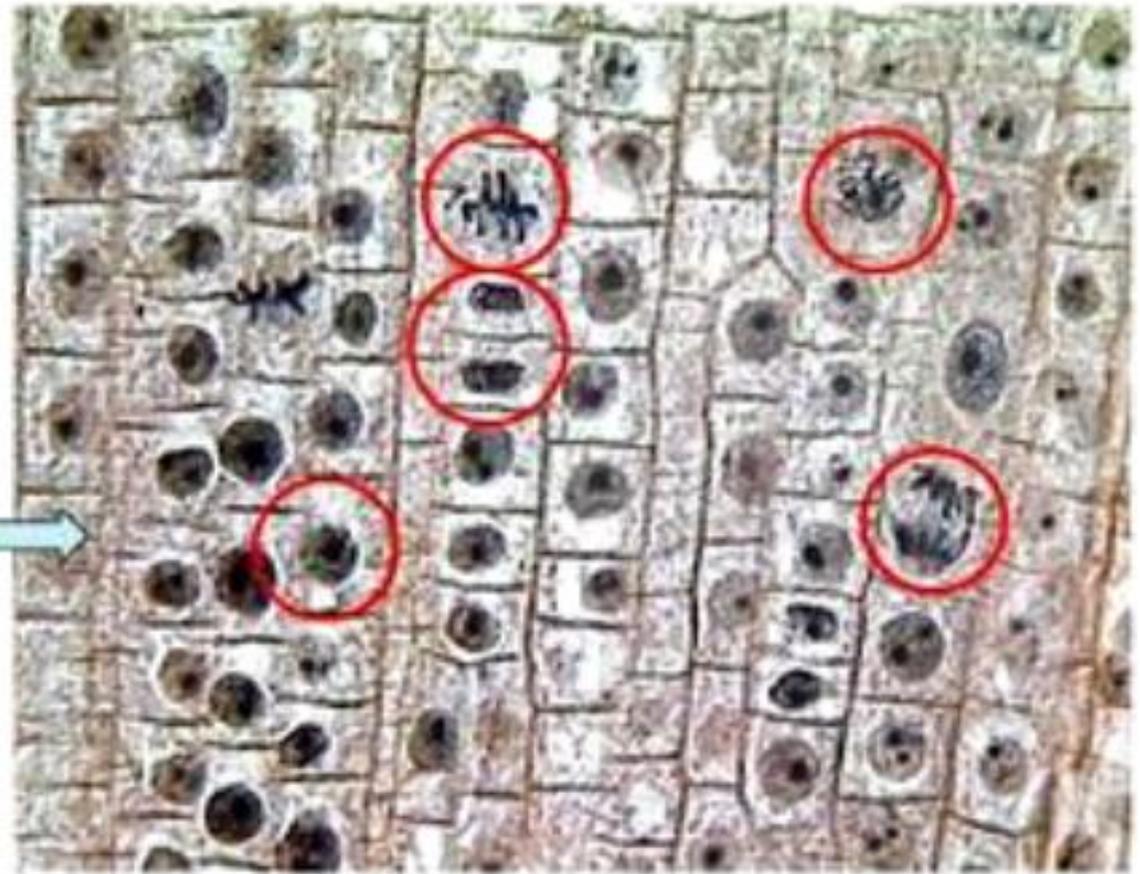
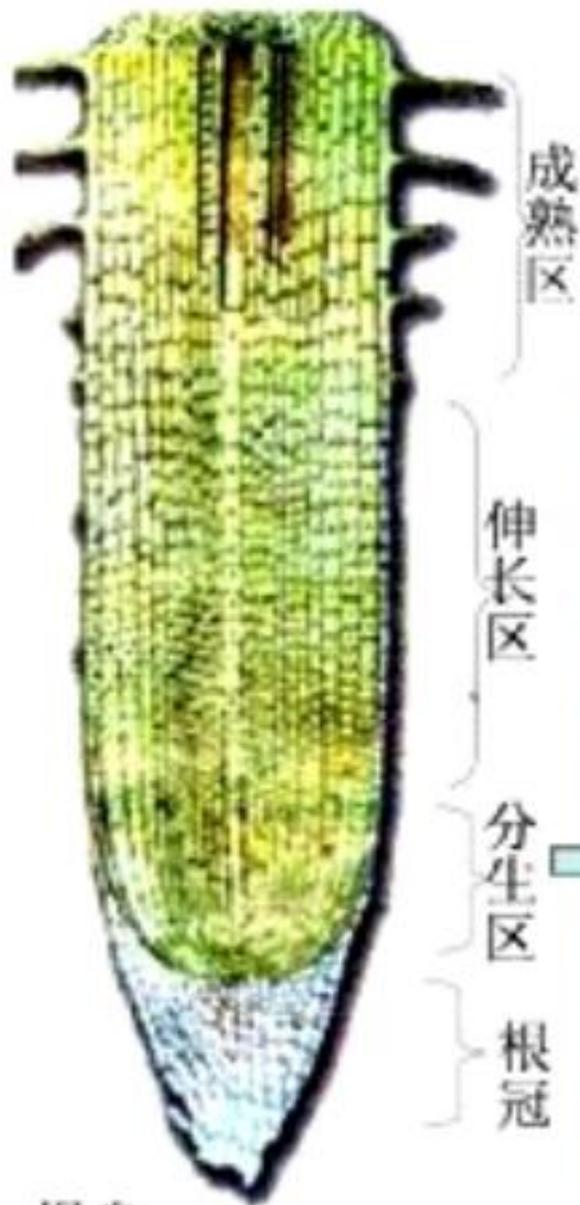


侧生分生组织

居间分生组织



看一看植物细胞的分裂（根尖）



分生细胞： 位于分生组织中具有分裂能力的细胞。

特点：

- ① 体积较小, 近于圆形, 细胞壁薄, 原生质丰富, 细胞核大, 没有液泡。
- ② 具有旺盛的呼吸作用和物质合成能力。
- ③ 细胞不断分裂, 细胞数目不断增加, 但体积变化不大。

细胞周期：分生细胞从一次分裂结束至下下一次分裂结束所经历的过程。

细胞周期

①分裂间期

**DNA复制前期
(G₁期)**

**DNA复制期
(S期)**

**DNA复制完成到
有丝分裂开始之前的
G₂期**

**②有丝分裂期
(M期)**

分裂前期

分裂中期

分裂后期

分裂末期

分裂间期的三个时期:

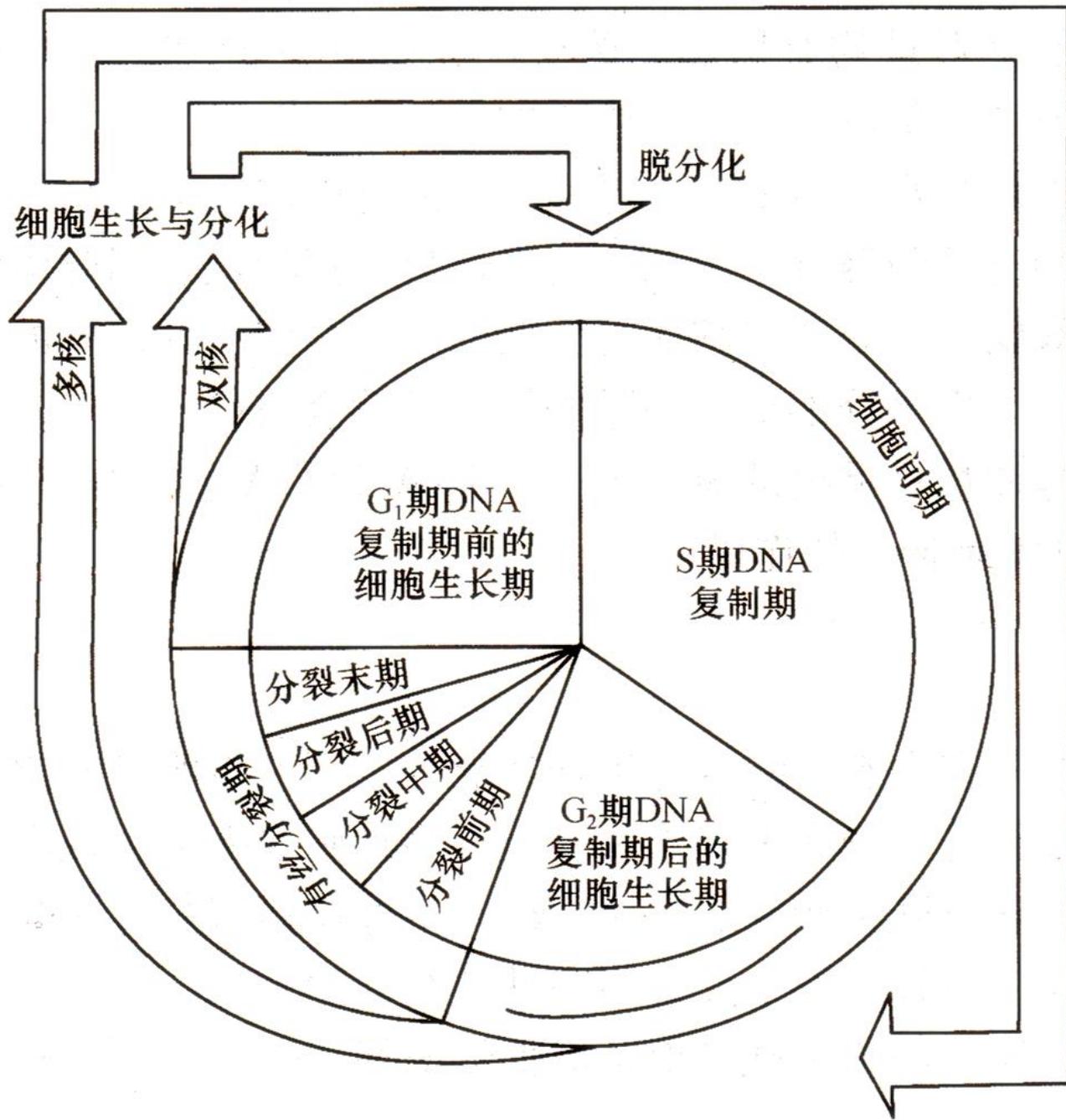
G₁期(Gap1), 从有丝分裂完成到DNA复制之前的这段时间, 此时细胞内进行RNA和蛋白质的大量合成, 细胞体积也显著增大。

S期(Synthesis phase), DNA复制期, DNA和有关组蛋白在此时合成, 完成染色体的复制, DNA的含量增加一倍。

G₂期(Gap2), 从DNA复制完成到有丝分裂开始的这段时间, 此时细胞继续进行RNA和蛋白质的合成, 为细胞分裂做好准备。



植物细胞周期示意图



影响细胞周期长短的因素：

①因不同物种而异。

②因环境温度的不同而不同。

③植物激素调节细胞周期。

赤霉素、细胞分裂素和生长素使细胞分裂加快

④B族维生素影响细胞分裂。

缺B1(硫胺素)、B6(吡哆醇)和烟酸细胞分裂停止

二、细胞伸长期

伸长期的最大特点是细胞体积迅速增大，主要表现为细胞纵向伸长。

过程：

- ①原生质中出现许多小液泡
- ②小液泡逐渐汇合形成一个大液泡
- ③大量吸水促进细胞的伸长



伸长期细胞特点：

- ①旺盛的物质代谢。
- ②大量可溶糖、矿质元素和有机酸等进入液泡。
- ③细胞壁可塑性增加。
- ④细胞大量吸水。
- ⑤体积显著增大(最大特点)。

在细胞伸长期如果水分不足, 细胞伸长生长就会减慢。

植物激素对细胞伸长具有重要的调节作用：

IAA和GA能明显促进细胞伸长

ABA和ETH则起着抑制细胞伸长的作用



三、细胞分化期

进入分化期的细胞在**形态、结构与生理功能**等方面发生明显变化,因而**形成了执行不同功能的各种组织细胞**。

分化可在器官、组织和细胞水平上表现出来

器官水平：种子植物上下有茎和根的分化

组织水平：各种器官中有不同组织的分化

细胞水平：各组织中不同种类细胞的分化

(一) 细胞的全能性与分化

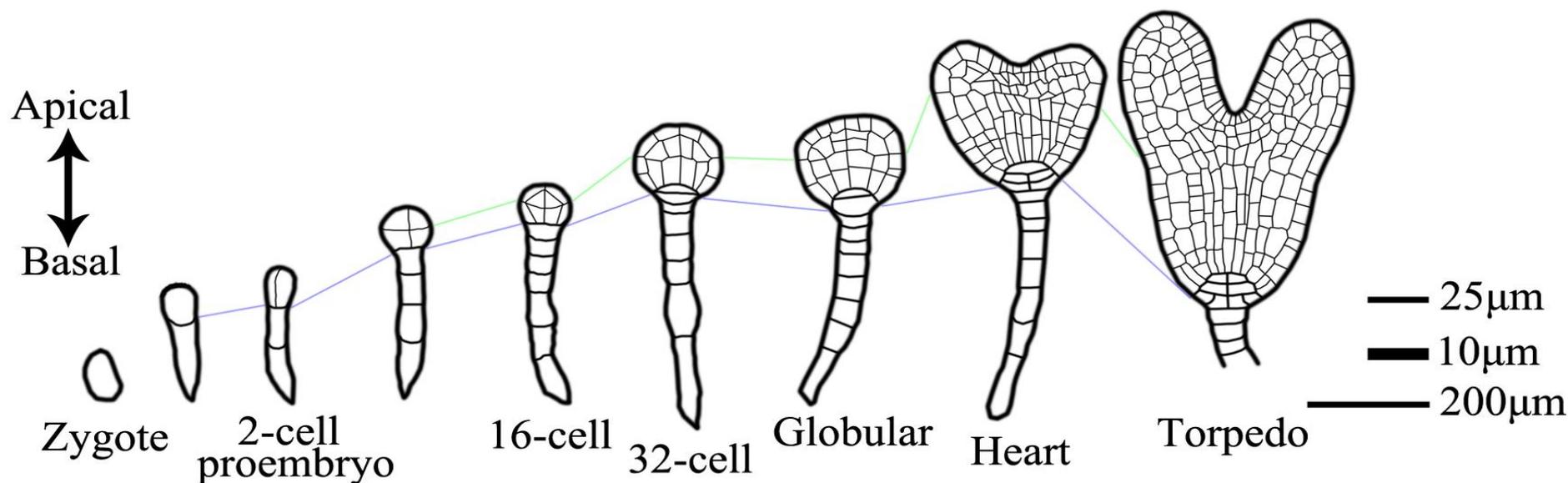
植物细胞的全能性(totipotency): 指任何一个具有核的活细胞都含有发育成一个完整植株的全部基因,在适宜的条件下,能发育成一个完整的植株。

分化是其基因在**特定的时间和空间**,选择性表达的结果。



(二) 极性与分化

极性(polarity): 指植物器官、组织、细胞在形态学、生化组成及生理特性上的差异,由于极性的存在,使细胞发生不均等分裂现象。



极性是细胞不均等分裂的**基础**,而不均等分裂又是植物组织结构分化产生的**基础**。

极性一旦建立以后就很难逆转,可表现在植物整体、器官、组织、细胞等各个水平上。

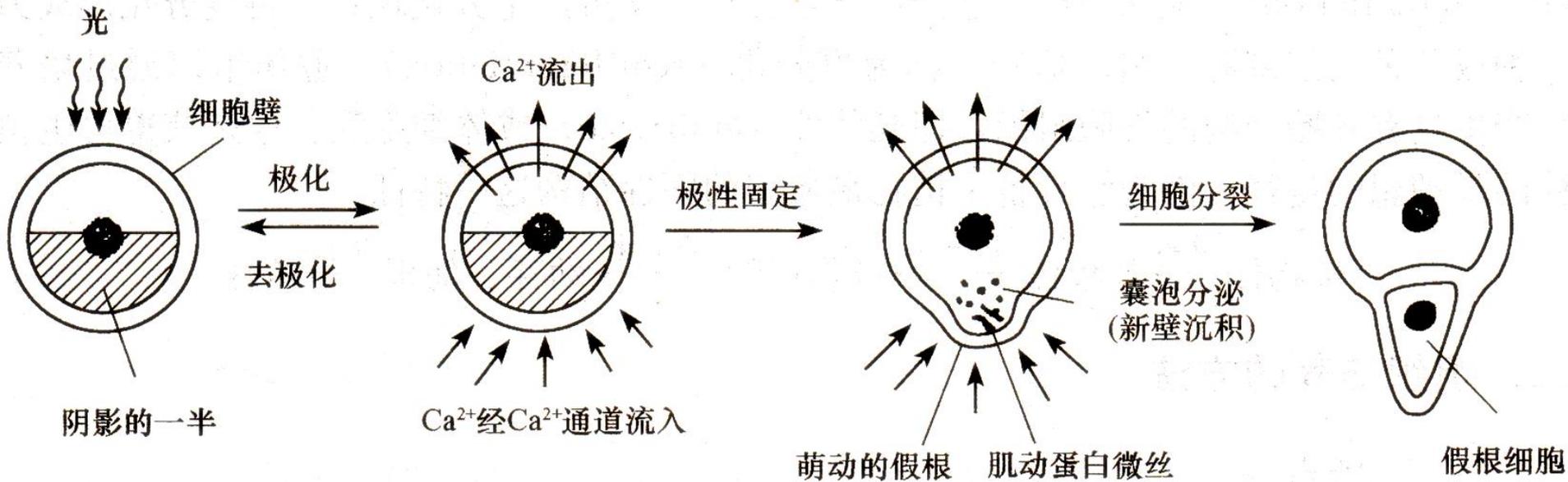


图 9-2 墨角藻极性建立的过程

细胞的分裂、伸长与分化三者的关系：

①细胞的分裂、伸长与分化三个时期是个连续过程,没有明显的严格界限,常相互重叠。

②在自然条件下,细胞的三个时期不可逆转。

③受环境条件影响：

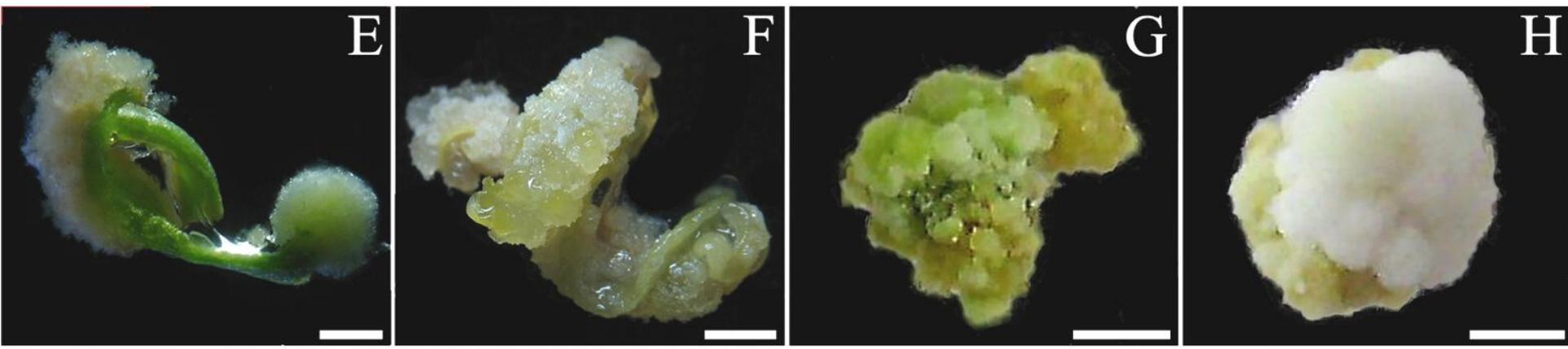
水分的影响：水分充足,可延长伸长期而推迟分化期;如果缺水,可缩短伸长期而提前分化期。

光照的影响：在弱光高湿条件下,有利于细胞伸长而不利于细胞分化;在强光低湿的条件下,不利于细胞伸长而有利于细胞分化。

第二节 植物的组织培养

植物组织培养：指在无菌培养条件下,将离体的植物组织、器官或细胞进行培养,最后形成完整植株的技术,又称离体培养。

外植体(explant)：用于离体培养的各种植物材料。



根据培养外植体的类型及目的不同,可将植物组织培养分为以下五类:

- ①器官培养
- ②组织培养
- ③胚胎培养
- ④花粉培养
- ⑤细胞或原生质体培养



一、植物组织培养的原理

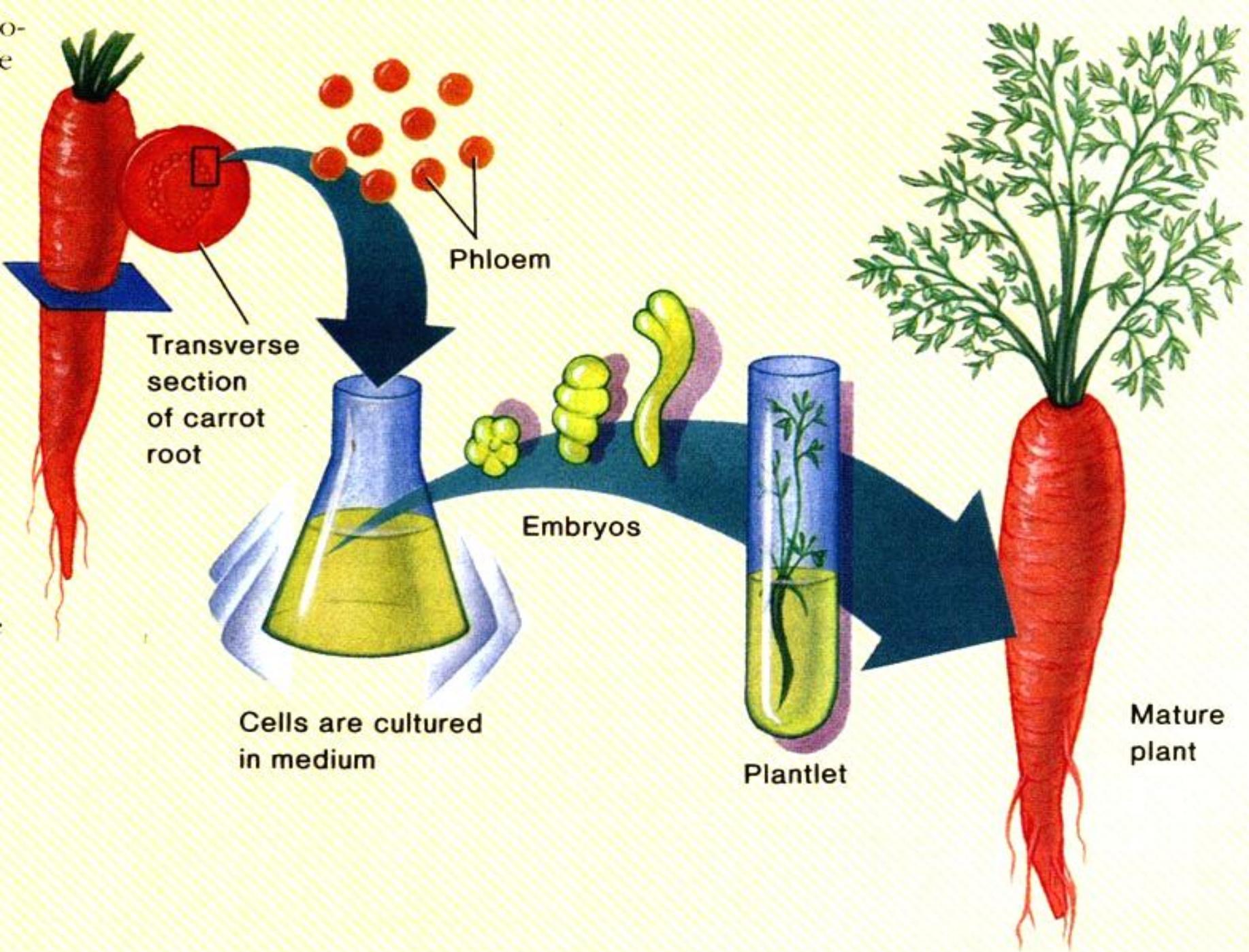
植物组织培养的理论基础是**植物细胞全能性**。

简要历程：

1902年，细胞全能性首先由德国植物学家**Haberlandt**提出。

1964年，美国学者**Steward**等运用胡萝卜韧皮细胞成功地再生出了完整的胡萝卜植株。





Transverse section of carrot root

Phloem

Embryos

Cells are cultured in medium

Plantlet

Mature plant

目前：

不仅是二倍体细胞,单倍体、**三倍体**细胞
在适宜的条件下都可诱导成完整的植株。



在组织培养中的几个专有名词：

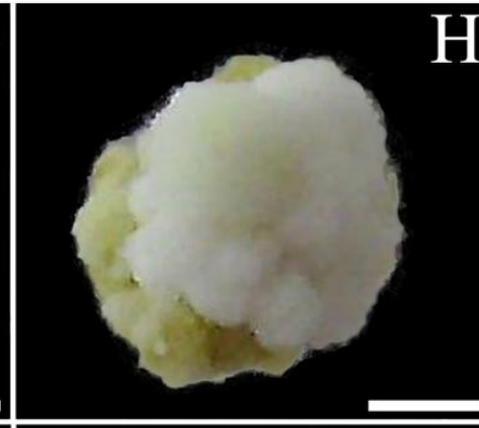
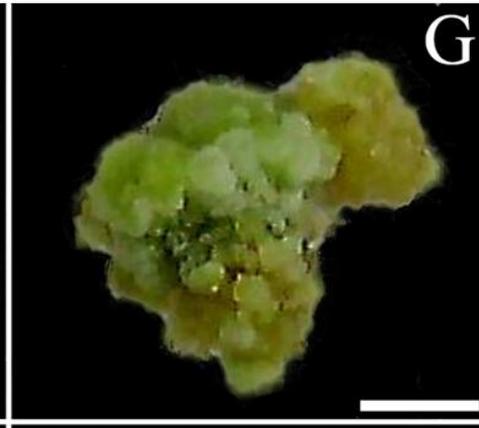
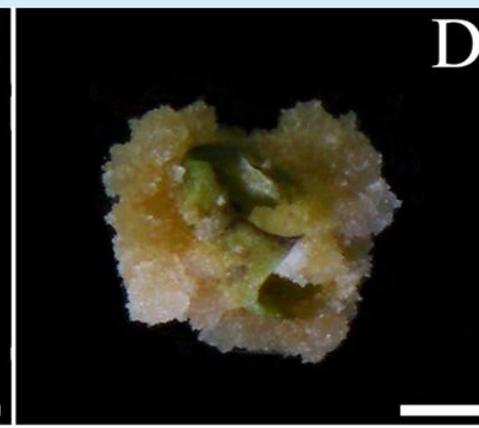
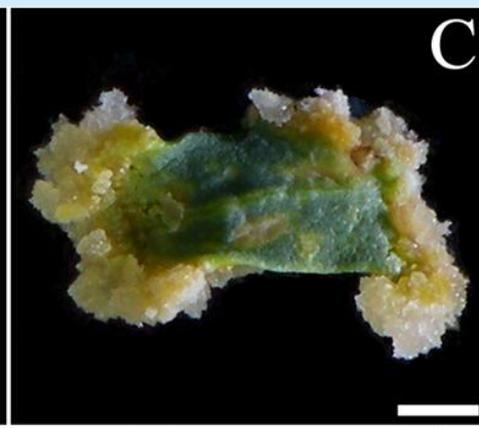
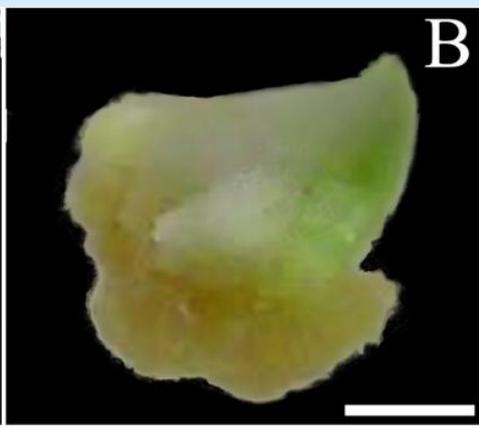
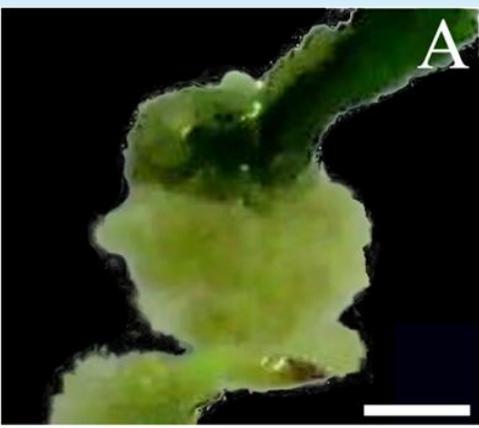
愈伤组织：在组织培养中,外植体细胞在培养基中进行细胞分裂,新生的组织。

脱分化：已分化的细胞,回复到分生状态,产生无组织结构的细胞团或愈伤组织的过程。

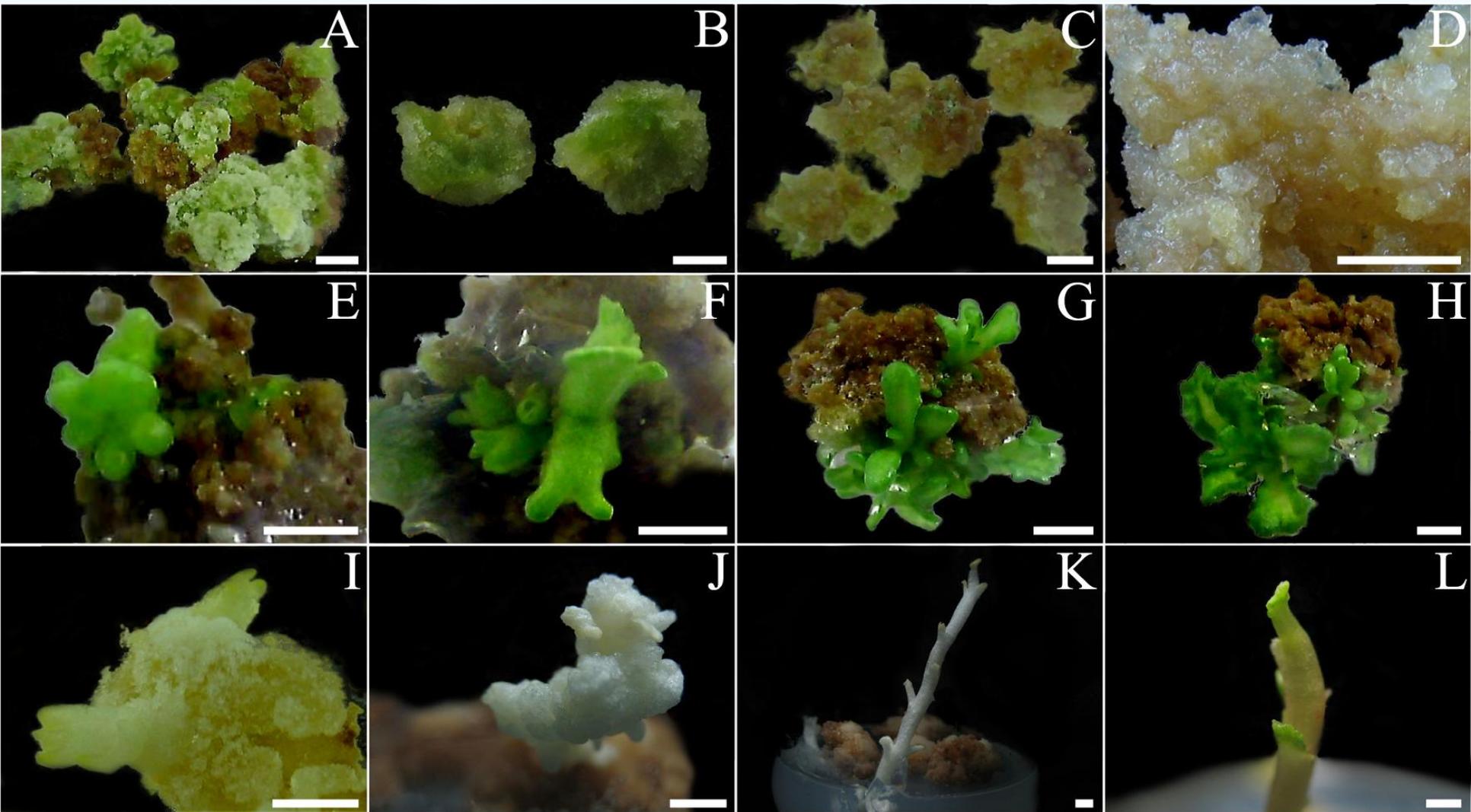
再分化：愈伤组织经适当诱导培养后,又可产生分化现象,再度分化形成另一种或几种类型细胞、组织器官的过程。



脱分化形成愈伤组织:



再分化:



胚状体 (体细胞胚): 愈伤组织通过培养产生的具有胚胎结构的细胞组织。

植物培养的一般过程:



植物组培室



二、植物组织培养的方法

(一) 外植体的选择

根、茎、叶、花等器官均可作为外殖体，其中**茎尖**培养具有**快速繁殖和去病毒**的特点。

另外，由**根、下胚轴及茎**形成的愈伤组织分化**成根**的频率很高。

一般选择植物的幼嫩部分作为外植体。

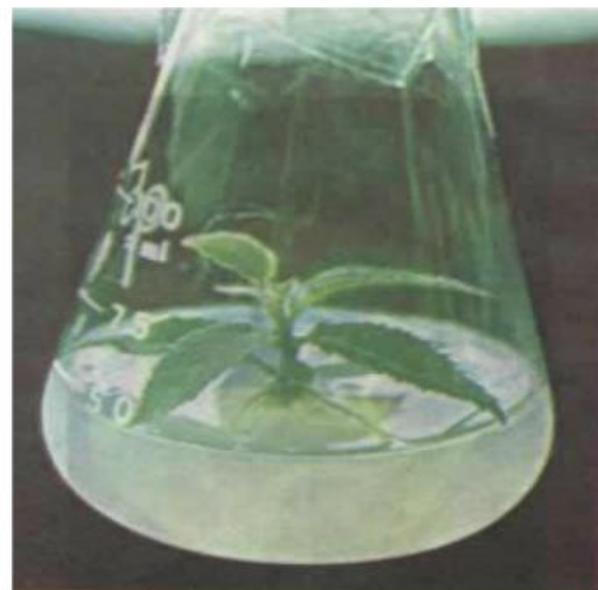
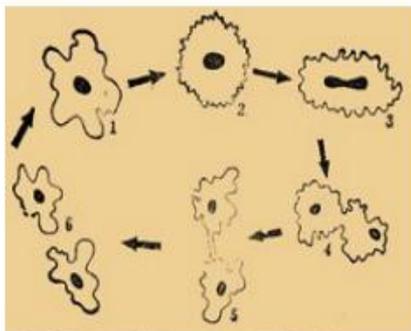


马铃薯脱毒：

在马铃薯栽培过程中，产量逐年下降。种薯“退化”是病毒的侵染及其在薯块内积累造成的，也是引起产量降低和商品性状变差的主要原因。



马铃薯茎尖组织培养



用猕猴桃组织培养成的植株



四 步骤:

1. 在无菌操作条件下，经过剥离茎尖，获得脱去主要危害马铃薯的病毒病、真菌及细菌性病害的茎尖。
2. 用人工配制的培养基，培育出无毒试管苗。
3. 将茎尖组培苗进行病毒检测，淘汰仍带有病毒的茎尖。

马铃薯茎尖组织培养



4. 以脱毒试管苗茎段为外植体进行愈伤组织快繁，得到大量脱毒试管苗。
5. 试管苗在温室或网棚内繁殖微型薯原原种，在隔离的条件下，用原原种繁殖原种，用原种繁殖一级良种供生产使用。

(二) 培养基

植物培养基(medium): 是供植物组织生长和维持用的人工配制的养料。

分固体培养基和液体培养基。



植物培养常用的培养基:

(1) MS(Murashige & Skoog)培养基

MS培养基是普遍使用的培养基。它有较高的无机盐浓度，对保证组织生长所需的矿质营养和加速愈伤组织的生长十分有利。

(2) B5培养基

B5培养基的主要特点是含有较低的铵，这是因为铵可能对不少培养物的生长有抑制作用。



无论哪种培养基都通常由以下五类物质组成：

- (1) 无机营养：**包括大量元素和微量元素。
- (2) 碳源：**组织培养所用的碳源是糖类物质，主要是蔗糖，常用浓度在2%~4%。
- (3) 维生素：**主要有维生素B1、B6、B3、B5等。
- (4) 生长调节剂：**常用的主要是生长素和细胞分裂素两大类。
- (5) 有机附加物：**主要指氨基酸(如甘氨酸等)、水解酪蛋白、酵母提取液、椰子乳等。

（三）植物组织培养类型

（1）愈伤组织培养。外植体在培养基中脱分化分裂形成的分生细胞团称为愈伤组织。这些分生细胞经诱导可再分化、产生胚状体而形成再生植株。

（2）器官培养。对根端、茎尖、叶以及未成熟果实等的培养。茎尖培养具有快速繁殖和脱除病毒的作用。

（3）细胞培养。分散性的离体细胞或细胞团的悬浮培养,用于生产,提取某些有用成分。

（4）原生质体培养。将去除细胞壁的裸露植物细胞进行离体培养,主要用于遗传操作。



（四）植物组织培养条件

（1）灭菌

化学灭菌法：采集来的材料都带有各种微生物，在培养前必须进行严格的消毒处理。

常用灭菌剂：70%酒精、1%次氯酸钠、0.1%二氯化汞（升汞）等。消毒所需时间长短依外植体不同而异，消毒后用无菌水充分清洗。

将消毒的植物材料，于无菌条件下（超净工作台）接种到培养基上。



高压蒸汽灭菌法：培养基的灭菌通常采用的方法，即在高压灭菌器中0.11MPa(121℃)灭菌15min。



北京中视兴业科技有限公司



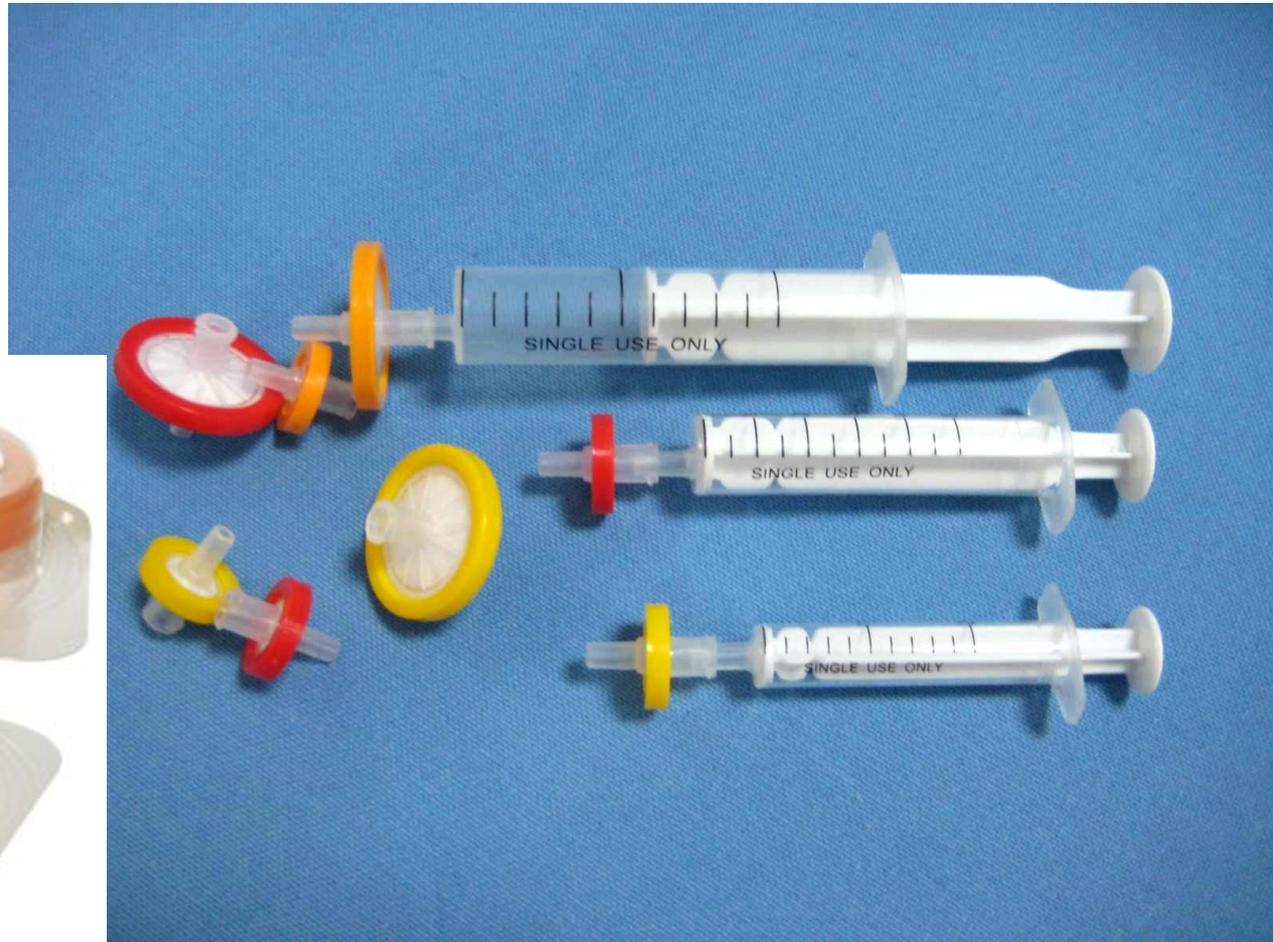
广州市华南医疗设备有限公司

干热灭菌法：将物品放入烘箱，加热到 160°C 以上，持续1~2小时，可使微生物细胞内的蛋白质凝固而达到灭菌的目的。如一些研钵、玻璃和金属器皿等的灭菌。



过滤除菌法：有些试剂或药品受热后不稳定，易分解而失去药效，这类物品的消毒灭菌常采用过滤除菌。将带菌的液体或气体通过孔径小于 $0.45\mu\text{m}$ 的微孔滤器装置，使杂菌受阻隔留在滤板上，而液体或气体进入无菌瓶内。

过滤灭菌器



辐射灭菌法：通常用紫外线灭菌。该法适用于超净工作台、接种室等灭毒。注意紫外线伤害。



(2) 温度与光照

温度：一般为25~27°C

花器官和果实等培养还需要有昼夜温差,一般昼温23~25°C,夜温15~17°C。

光照：一般为5000~10000lx

此外,根的生长、分化需在黑暗中进行,茎、叶的生长分化需光照条件。



（五）植物组织接种与培养

植物组织培养是一种**无菌培养技术**，因此要求工作人员在操作过程中遵守**无菌操作规程**，**一切用具**（包括手臂）、材料、培养基**要求无菌**，一切操作过程要在**无菌条件下**进行操作。接种要在超净工作台上进行。



三、组织培养的应用

1. 快速无性繁殖优良种苗

快速繁殖时组织培养在生产上应用最广泛、最成功的领域，具有繁殖系数高、生长速度快、不受季节限制、周年生产的特点。对名贵品种、稀有种、优良单株或新育成品种繁殖推广具有重要的作用。



2. 获得无病毒植株

用**茎尖分生**(生长点0.2~0.5mm)**组织**培养结合热处理脱除病毒,可获得无病毒植物。例如,马铃薯、苹果、甘蔗、草莓及许多花卉均通过试管脱毒,建立了试管苗工厂及无毒苗圃。



3. 新品种的选育

用以花药或花粉作试材的组织培养技术进行**单倍体育种**,得到了很快的进展。

我国在世界上首次成功培育出小麦、玉米、大豆、甘蔗、橡胶和杨树等许多种植物的花粉再生植株



4. 人工种子和种质保存

将离体培养获得的胚状体,经过基质(海藻酸钠、聚氧乙烯、明胶等)包埋,创建人工种子,解决某些植物繁殖能力低下和结籽困难的问题,还可用于固定杂种优势。

可保持种质遗传的稳定性

