



Plant Maturation & Senescence



§ 1 种子成熟时的生理生化变化

- 种子的成熟过程，就是胚从小到大，以及营养物质在种子中的积累和变化过程。种子成熟时的物质变化和萌发时基本相反：物质以可溶性小分子化合物运到种子中，转化为大分子的不可溶物质如淀粉、蛋白质和脂肪贮存起来。

一 主要有机物的变化

1. 碳水化合物：

蔗糖、葡萄糖、果糖 → 淀粉、纤维素、半纤维素等

2. N：

非蛋白质N (AA) → 蛋白质N

3. 油料作物种子的碳水化合物 → 脂肪

先形成游离脂肪酸，再合成复杂油脂

先形成饱和脂肪酸，再转变成不饱和脂肪酸

4. 蛋白含量高的种子：行积累以蔗糖为主的糖分，然后糖分转变成蛋白质和淀粉，以后淀粉积累减少，而蛋白质仍保持高含量。



二 其它生理变化

1. 呼吸作用

在种子有机物积累时，因物质合成需能量，故呼吸作用旺盛；在种子接近成熟时，呼吸作用逐渐降低。

2. 内源激素

在籽粒形成过程中，先是CTK出现一个高峰，可能调节建成籽粒的细胞分裂过程。然后是GB和IAA，可调节有机物向籽粒的运输和积累，最后是ABA，与种子的休眠有关。

3. 含水量

随着成熟，含水量逐渐减少，并由游离态转变为束缚态。

三 外界条件对种子成熟和化学成份的影响

1. 干旱

干旱降低产量，增加蛋白质的相对含量

	杭州	济南	北京	黑龙江
蛋白质含量 (%)	11.7	12.9	16.1	19.0

2. 温度

油料作物种子，成熟期的低温和适当昼夜温差利于油脂的积累。
同时，低温利于油脂中不饱和脂肪酸的形成

3. 盐渍：同干旱效果相似

4. 矿质元素

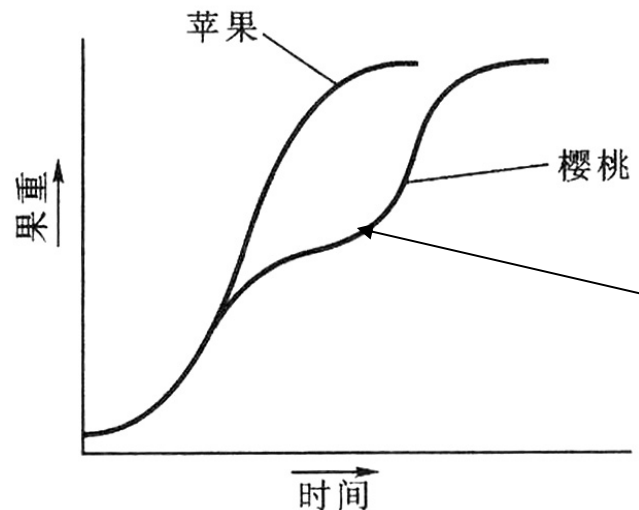
N：促进蛋白质形成；P：促进脂肪形成；K：促进淀粉积累，也促进脂肪形成。

§ 2 果实成熟时的生理生化变化

一 果实的生长

单S曲线：如苹果、番茄、菠萝等肉质果实。

双S曲线：一些核果如桃、杏及一些非核果如葡萄等。



珠心与珠被停止生长，幼胚生长强烈，同时果核变硬。



二 单性结实

1. 天然单性结实：

如无籽香蕉、柑桔、葡萄等

2. 诱导单性结实

IAA：番茄、茄子、辣椒

GB：葡萄

IAA + GB：杏、无花果

三 果实成熟时的生理生化变化

(一) 主要有机物的变化

- **果实变甜**：淀粉 → 可溶性糖
- **酸味消失**：有机酸被氧化、或转变为糖、或被中和。
- **涩味消失**：丹宁被氧化，或被凝结为不溶于水的物质。
- **香味产生**：成熟时产生一些有香味的物质，主要是酯类和特殊醛。如香蕉是乙酸戊酯，桔子是柠檬醛。
- **果实变软**：细胞壁胞间层的原果胶转变为可溶性果胶，使果肉细胞分离。
- **色泽变艳**：chl消失，胡萝卜素颜色显露，同时花色素形成。



(二) 呼吸跃变 respiratory climacteric

当果实成熟到一定程度时，呼吸速率先是下降，随后突然升高，最后又下降，此时果实进入完全成熟状态，这个出现的呼吸高峰，称为呼吸跃变，或称为呼吸峰（respiration peak）

有的果实有呼吸峰：苹果、桃、香蕉、芒果等。

有的果实没有：橙、葡萄、草莓、柠檬等。

有的果实之所以有呼吸峰，是因为含有复杂的有机物。

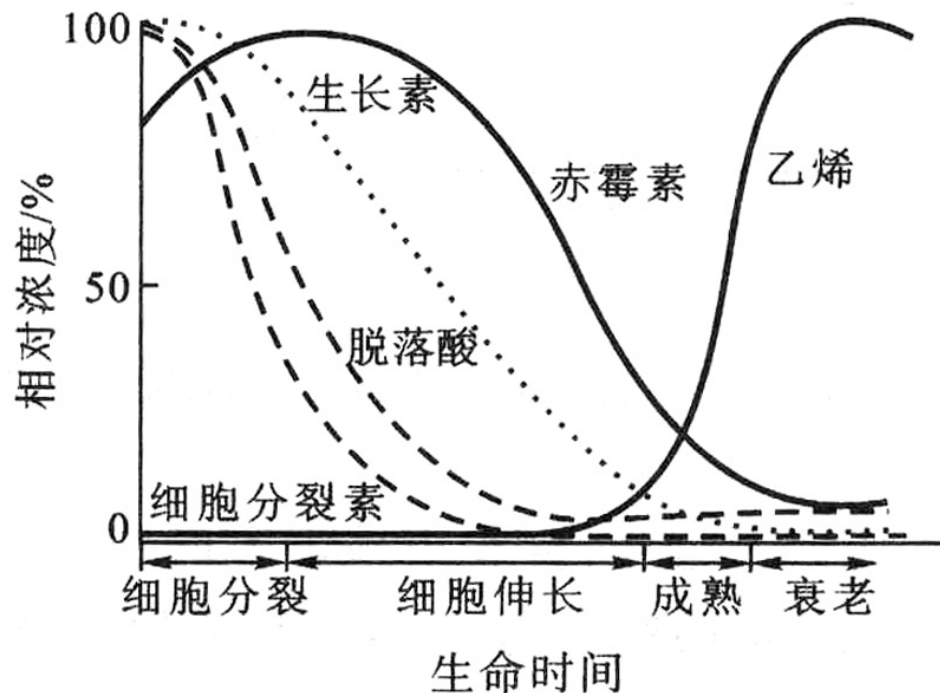
呼吸峰的出现，与乙烯的产生有关——乙烯增大膜透性。

(三) RNA、蛋白质和激素水平的变化

1. 果实成熟时RNA、蛋白质水平增加。

2. 激素发生规律性变化：

在开花和幼果生长期，IAA、CTK、GB含量升高，在成熟时，Eth含量升高。



苹果果实生长期浓度变化



§ 3 种子和延存器官的休眠

由于环境条件不适宜而引起的休眠称为强迫性休眠

由于植物本身的原因引起的休眠称为生理性休眠或深沉休眠

一、种子休眠的原因和破除

1. 种皮限制
2. 种子未完成成熟
3. 胚未完全成熟
4. 抑制物质的存在



1 种皮限制

- 种皮不透水：苜蓿、紫云英
- 种皮不透气：椴树种子
- 种皮太硬：苋菜种子

- 处理方式：
 - 物理：机械方法擦破种皮
 - 化学：98% H_2SO_4 处理皂荚种子1小时，清水洗净后40℃温水泡86小时。

2 种子未完成后熟

- 后熟(after ripening): 有些种子的胚已发育完全，但仍不能萌发，它们一定要经过一定时间的休眠，在胚内部发生某些生理生化变化。这些种子在休眠期内发生的生理、生化过程称为后熟。
- 如苹果、桃、梨、樱桃等蔷薇科植物和松柏类种子。
- 处理方式：层积处理（stratification）
 - 将需要后熟的种子，在低温下（1~10℃）分层放在湿砂中处理一定时间（1~3个月），然后可在温暖环境中迅速萌发。



3 胚未完全成熟

- 一些兰科、列当科及毛茛科植物的种子的胚在种子脱离母体时尚未完全成熟，要经过几周到几月的休眠期，在形态解剖上发生进一步的变化，胚才达到成就而萌发。
- 处理方式：低温处理



4 抑制物质的存在

- 在果实（如梨、苹果、蕃茄、甜瓜的果肉）、种子（如苍耳、甘蓝的种皮、茛尾的胚乳、菜豆的子叶）中含有抑制萌发的物质。
- 处理方式：用水冲净种子，冲去抑制物质



二 延迟器官休眠的打破与延长

■ 如马铃薯块茎

- 可用0.5 ~ 1mg/L的GB浸泡10min后催芽。
- 用0.4%的萘乙酸甲酯粉剂处理延长休眠。



§ 4 植物的衰老

- 衰老 Senescence:指一个器官或整个植株生命功能逐渐衰退恶化、最后自然死亡的过程。



一 衰老时的生理生化变化

1. 蛋白质含量下降
2. 核酸含量降低
3. 光合速率下降
4. 呼吸速率下降



二 影响衰老的外界条件

1. 光
2. 温度
3. 水
4. 营养

三 衰老的原因

1. 营养竞争理论

Molish认为：生殖器官的生长从营养器官夺取养分，引起营养器官营养亏缺，引起衰老。

2. 植物激素控制理论

营养生长时，根系合成的CTK运往叶片，促进叶的生长；而生殖生长时，根系中CTK合成减少，叶片得不到足够的CTK供应，而花、果实中CTK含量较多，成为生长中心，使叶片营养运往果实。

3. 自由基损伤理论

衰老时自由基生成增多，而清除降低，导致衰老。

§ 5 植物器官的脱落

- 脱落 abscission: 指植物细胞组织或器官与植物体分离的过程。
- 器官的脱落
 - 离层 abscission layer
 - 果胶酶 pectinase
 - 纤维素酶 cellulase
- 影响脱落的因素
 1. IAA
 2. ABA
 3. Eth
 4. 外界因素：温度、光、水、矿物质



Appendix : Plant programmed cell death

- **Programmed cell death (PCD)** is an important mechanism in both development and homeostasis in adult tissues for the removal of either superfluous, infected, transformed or damaged cells by activation of an intrinsic suicide program. One form of PCD is apoptosis, which is characterized by maintenance of intact cell membranes during the suicide process so as to allow adjacent cells to engulf the dying cell so that it does not release its contents and trigger a local inflammatory reaction. Cells undergoing apoptosis usually exhibit a characteristic morphology, including fragmentation of the cell into membrane-bound apoptotic bodies, nuclear and cytoplasmic condensation and endolytic cleavage of the DNA into small oligonucleosomal fragments. The cells or fragments are then phagocytosed by macrophages.

