

# 第十一章 植物的成熟与衰老

第一节 种子的发育

第二节 果实的发育

第三节 植物的休眠

第四节 植物的衰老

第五节 植物器官的脱落





裸子植物大多为**乔木**，少为灌木，稀为藤本

**巨杉** 俗称世界爷，高达**110米**，胸径可达**10米**。  
可活**4,000年**以上。重**2800吨**。



巨杉 杉科巨杉属



# 伟乔：北美红杉 杉科红杉属

原产地高达110米，  
胸径达8米











Redwood, in California

Photo: G. L. H. 1906

51





**北美红杉 种子**









# 第四节 植物的衰老

一、植物衰老的类型

二、衰老过程中的生理生化变化

三、衰老的机理



**衰老：**是植物体生命周期的**最后阶段**，是成熟的细胞、组织、器官和整个植株**自然地终止生命活动**的一系列衰败过程。

**衰老的意义：**营养物质转移至延存器官，以避免不利环境的影响。



# 一、植物衰老的类型

衰老分为四种类型：

1. 整体衰老 (如季节性或一年生草本植物)
2. 地上部分衰老 (如多年生草本植物)
3. 叶片同步衰老 (如北方的阔叶树)
4. 渐近衰老 (多年生常绿木本植物)



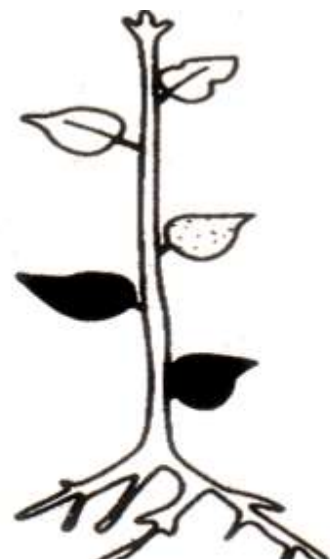
全株衰老



地上部分  
衰老



叶片同步  
衰老



叶片渐次  
衰老

黑色为衰老部分

# 整体衰老







地上部分衰老

2009.06.26



# 水杉 杉科水杉属



叶



球果





# 水杉（杉科 水杉属）

## 叶片同步衰老

列入《世界自然保护联盟》2013年濒危物种红色名录ver3.1——濒危（EN）。



水杉 P.BC/杨冰洁:1086044





中国植物图像库  
PlantPhoto.Cn





中国植物图像库  
PlantPhoto.Cn





渐近衰老



2015/09/12

白兰(白兰花) 木兰科含笑属

常绿乔木。



## 二、衰老过程中的生理生化变化

### (一) 细胞超微结构的变化

在叶片衰老过程中,大部分有膜的细胞亚单位破裂。

- (1) **叶绿体**膨胀, 类囊体解体, 随之外膜破裂。
- (2) **核糖体**和粗面内质网减少。
- (3) **线粒体**膨胀, 嵴发生扭曲。
- (4) **液泡膜**破坏, 释放水解酶, 使细胞自溶解体。
- (5) **质膜**透性增大, 选择功能丧失。

## (二) 光合速率下降

光合速率下降是叶片衰老的早期事件, 当叶片面积达到最大值, 不久就开始下降。

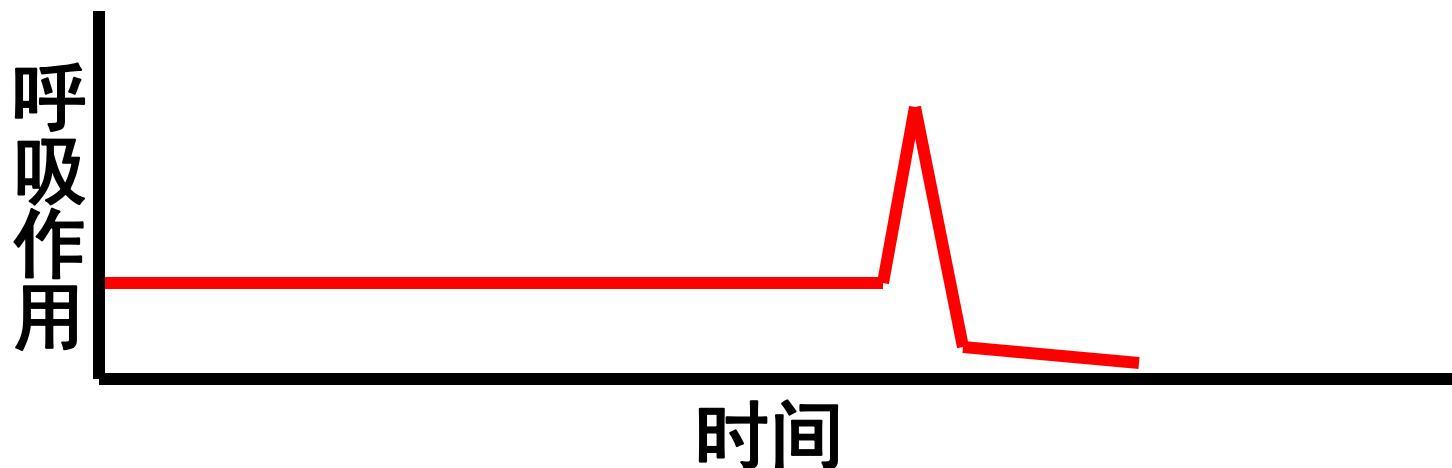
据研究, 光合速率的下降有三个原因:

- ①气孔阻力增大;
- ②光合细胞活力下降;
- ③光呼吸速率相对增加。



### (三) 呼吸速率变化

呼吸作用在衰老的前、中期平稳, 而在后期发生跃变, 然后迅速下降。



衰老过程的**呼吸商**与正常呼吸的不同，这说明它利用的不是糖而是**氨基酸**。

此外，衰老时呼吸过程的**氧化磷酸化逐步解偶联**，产生的ATP量也减少了，细胞中合成过程所需的能量不足，更促进衰老的发展。



## （四）叶绿素含量下降

- 1、叶绿体被破坏，具体来说，类囊体解体，随之外膜破裂。
- 2、叶绿素发生降解，叶绿素含量迅速下降，失绿是叶片衰老最明显的标志，一般情况下，叶绿素a比叶绿素b的降解迅速。

## (五) 蛋白质含量降低

原因有两种可能：

一是蛋白质合成能力减弱；

二是蛋白质分解加快，

**\*分解速率超过合成速率**

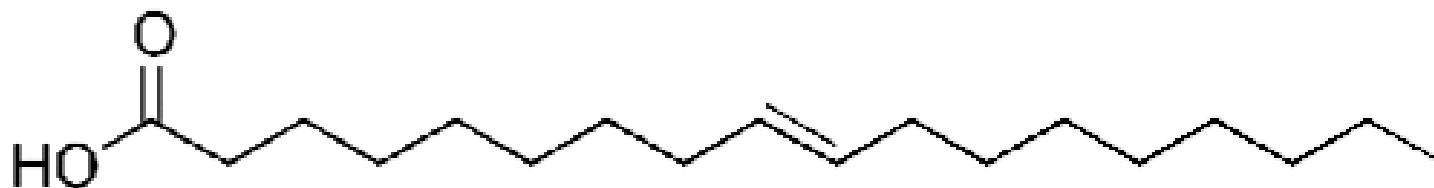


## (六) 核酸含量降低

衰老时RNA含量下降，是与RNA合成能力降低有关。也有认为是降解加快所致。

## (七) 不饱和脂肪酸比例下降

不饱和脂肪酸——含双键的脂肪酸



# 三、衰老的机理

## (一) 营养竞争假说

生殖器官从其他器官获得大量营养物质，致使其他器官缺乏营养而死亡，称营养亏缺理论。

若摘除花果，可延迟叶片和整株的衰老。





## (二) 核酸损伤理论

### 1. 差误理论

**核酸对植物衰老起着决定性作用。DNA的裂痕或缺损导致错误的转录翻译,并在蛋白质合成轨道的一处或几处积累无功能的蛋白质(酶)。**

### 2. 核酸降解

**许多研究表明,在行将衰老的组织中核酸(尤其是rRNA)会降解。**



### (三) 自由基假说

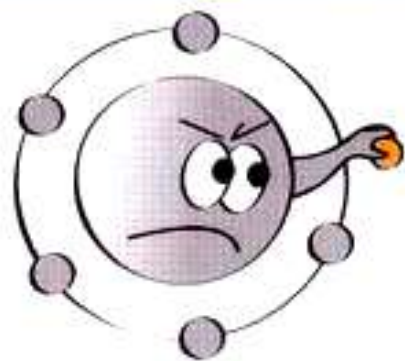
由于自由基的化学性质非常活泼,氧化力极强,能够严重地损伤细胞。

其主要破坏表现在:

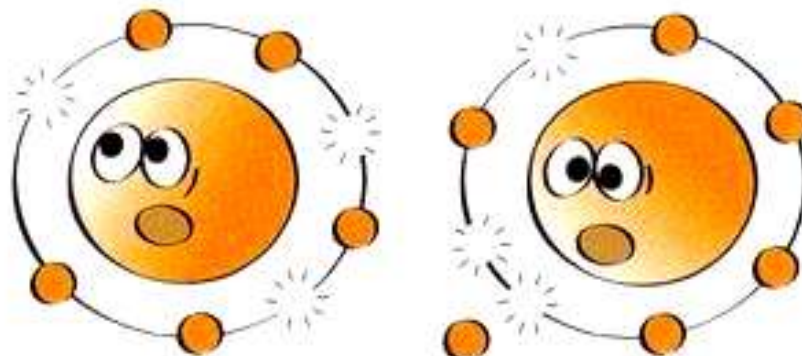
- ①损伤**核酸**,造成遗传变异;
- ②损伤**脂类**,造成膜透性增大,细胞代谢紊乱;
- ③损伤**蛋白质**,造成生物功能丧失。

自由基，化学上也称为“游离基”

活性高破坏性大



Free Radicals  
自由基  
Radikal Bebas



Loss of Electron  
失去电子  
Kehilangan Elektron



## **（四）内源激素失衡假说**

**植物的衰老是由一种或多种激素综合控制的。**

**抑制衰老的激素（如CTK、IAA、GA等）和促进衰老的激素（如ETH、ABA等）之间不平衡时或促进衰老的激素增高时可加快衰老进程。**

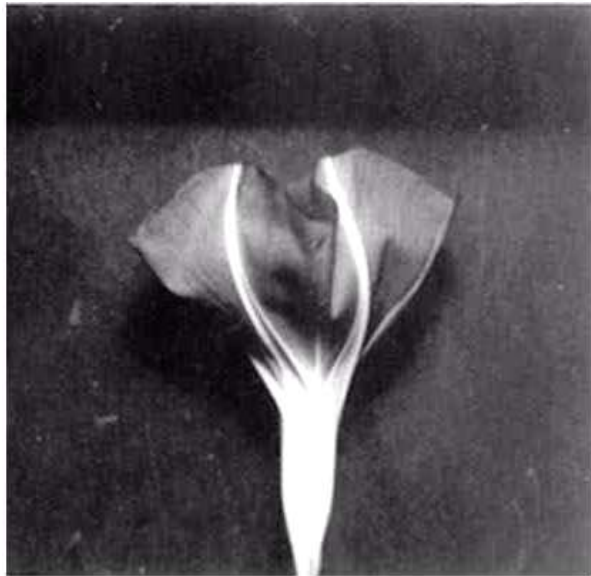
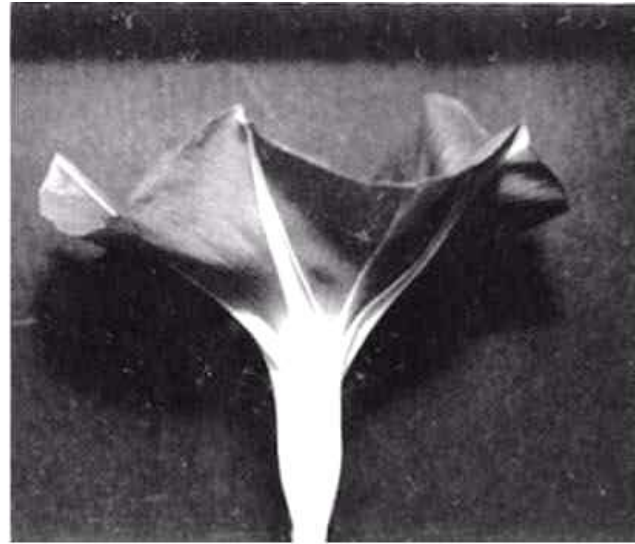
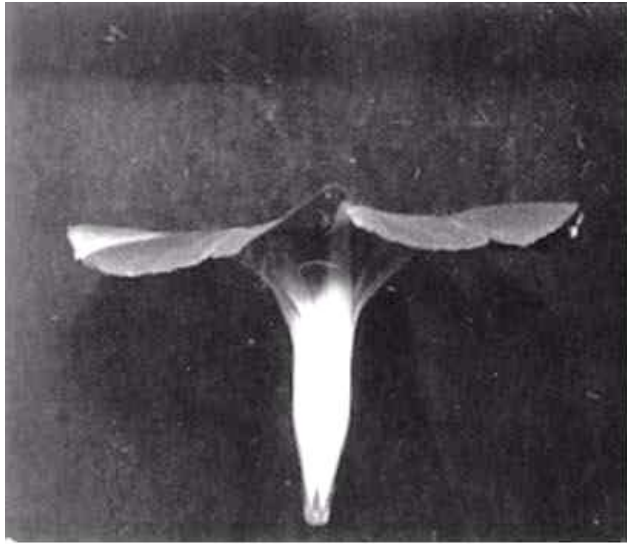
## (五) 程序性细胞死亡

**程序性细胞死亡(细胞凋亡)：**指胚胎发育、细胞分化及许多病理过程中，细胞遵循其自身的程序，主动结束其生命的生理性死亡过程。

**它以DNA降解为特征**，通过主动的生化过程使某些细胞衰亡。



# 牵牛花的衰老很快，在开花当天即衰老



2



3



4



# 水杉 (杉科 水杉属)





# 第五节 植物器官的脱落

一、脱落的类型

二、离层的形成

三、影响器官脱落的因素

四、器官脱落的调控



# 银杏 银杏科银杏属







**脱落：**植物器官(如叶片、花、果实、种子或枝条等)脱离母体的现象。

**消极意义：**生产上减产。

**积极意义：**合理分配养分、减少水分散失。

植物器官脱落是植物**自我调节的手段**，是植物对外界环境的一种适应。



# 一、脱落的类型

**正常脱落**——由于**衰老或成熟**引起的脱落；

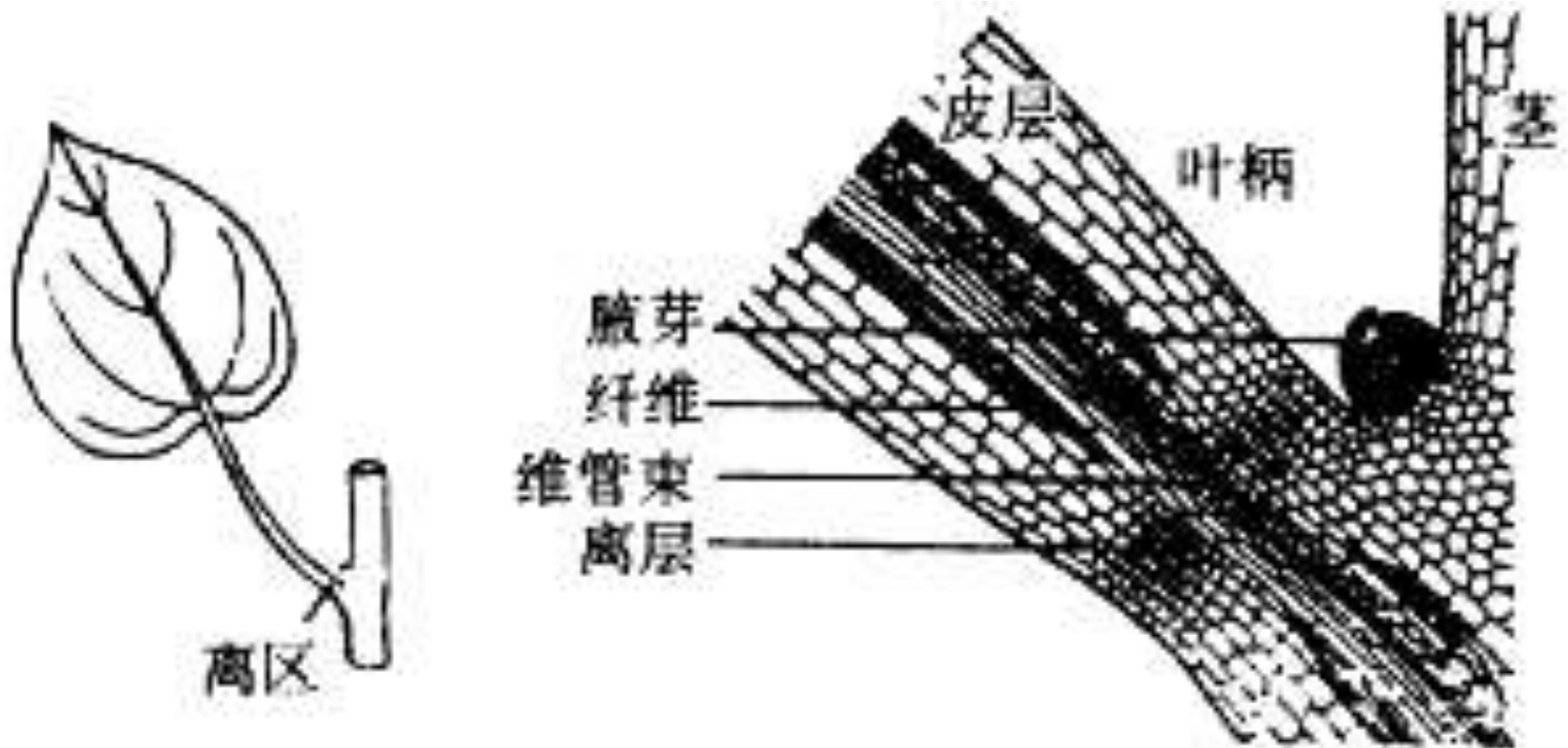
**胁迫脱落**——由于**胁迫因素**引起的脱落；

**生理脱落**——因植物**本身生理活动**而引起的脱落。

**胁迫因素**：包括**环境胁迫**（高温、低温、干旱、水涝、盐渍、污染）和**生物因素**（病、虫）。

## 二、离层的形成

**离层**是器官脱落的部位。**在叶柄基部经横向分裂而形成的几层细胞**，其体积小，排列紧密，有浓稠的原生质和较多的淀粉粒，核大而突出，这几层细胞就是离层。





# 三、影响器官脱落的因素

## (一) 内在因素对脱落的影响

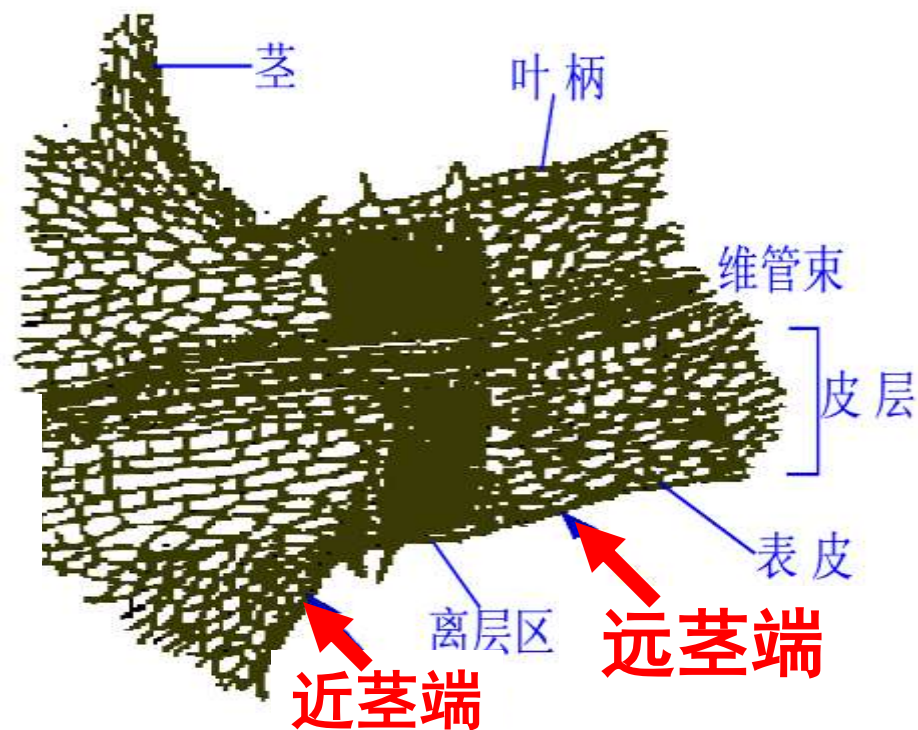
### 1. 激素与脱落

#### (1) IAA

远茎端  $>$  近茎端，抑制脱落

远茎端  $=$  近茎端，正常脱落

远茎端  $<$  近茎端，加速脱落



双子叶植物叶柄基部  
离层部分纵切图

## (2) 乙烯

内源乙烯水平与脱落率呈正相关。

乙烯的效应依赖于组织对它的敏感性。

(1) 乙烯促进**纤维素酶**和**果胶酶**的合成及活性→  
离层细胞壁溶解→器官脱落；

(2) 乙烯**可阻碍IAA向离层转移**，使离层IAA含量  
减少，**提高离层对乙烯的敏感性**；



### (3) 脱落酸

ABA促进脱落，原因是ABA抑制了叶柄内IAA的传导，促进了分解细胞壁酶类的分泌，并刺激乙烯的合成，增加组织对乙烯的敏感性。但ABA促进脱落的效应低于乙烯。

## 2. 营养与脱落

### (1) 矿质营养

缺N、Zn → 影响IAA合成

缺B → 花粉败育 → 不孕或果实退化

缺Ca → 影响细胞壁合成

缺N、Mg、Fe → 影响叶绿素合成

### (2) 糖类

呼吸消耗营养物质，供应不足引起脱落



## (二) 环境条件对脱落的影响

### 1. 光

无光、光弱  $\longrightarrow$  脱落增加；

SD促进落叶，LD延迟落叶

### 2. 水分

干旱  $\rightarrow$  IAA和CTK  $\downarrow$  ETH和ABA  $\uparrow$  } 脱落

淹水  $\rightarrow$  缺氧，抑制呼吸

### 3. 温度

高温→呼吸↑，水分失调、  
低温→酶活性↓，物质吸收运转↓ } 脱落

### 4. 氧

高氧→ETH→脱落      低氧→抑制呼吸→脱落



## 四、器官脱落的调控

**1、化学调控：**应用各类生长调节剂，激素合成抑制。

延缓脱落（如给叶片施用生长素类化合物可延缓果实脱落，用10~25mg/L **2,4-D**溶液喷施，可防止番茄落花、落果；**AVG**抑制ETH合成，延缓脱落）

促进器官脱落，例如应用脱叶剂（如乙烯利、2,3-二氯异丁酸、氯酸镁、硫氰化铵等），促进叶片脱落，利于机械收获作物（如棉花、豆科植物）。

## 2、改善水肥条件

增加水肥供应可使花、果得到足够养分，从而减少脱落。

## 3、改善体内有机物的分配

适当修剪，环割。