

# 第四章 种子休眠

休眠是生物界普遍存在的一种现象，不仅植物界有，动物界也有。只不过植物种子的休眠现象尤为普遍、典型。



# 1 种子休眠的概念和意义

## 1.1 种子休眠的概念

**种子休眠**——指具有生活力的种子在适宜发芽条件下不能萌发的现象。

种子休眠  
又分

- 原初休眠**——指种子在成熟中后期自然形成的在一定时期内不萌发的特性，又称自发休眠。
- 二次休眠**——又称次生休眠，指原无休眠或已通过了休眠的种子，因遇到不良环境因素重新陷入休眠，为环境胁迫导致的生理抑制。

种子休眠的深浅，是以**休眠期**的长短作指标。

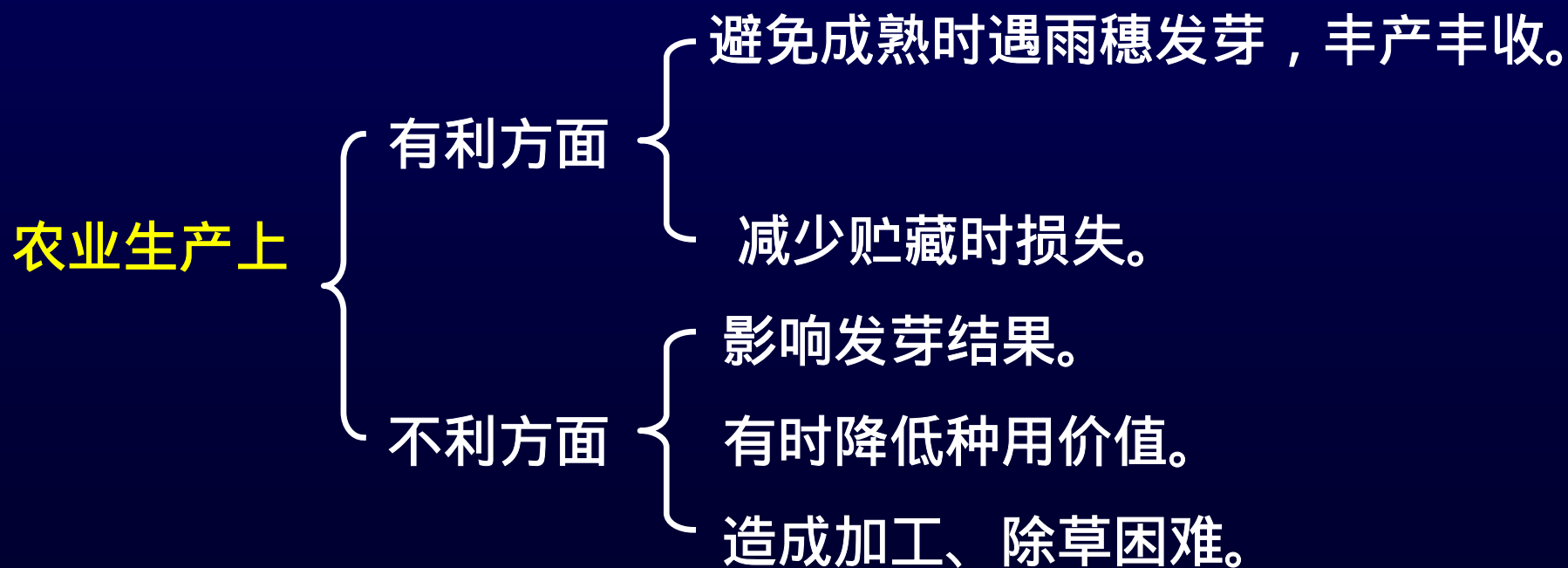
**种子休眠期——从种子收获到发芽率达到80%所经历的时间。**

种子休眠为一群体概念，是将一批种子，从收获开始每隔一定时间测一次发芽率，然后计算该批种子从收获至最后一次发芽试验置床时的天数。

## **1.2 种子休眠的意义**

种子休眠在生物学上和农业生产上均有重要意义：

**生物学上**——种子休眠是一种优良的生物特性，是种子植物抵抗外界不良条件的一种适应性，有利于世代延绵；干湿冷热交替地区生长的种子一般都有明显休眠期。



## 2 种子休眠的原因

种子休眠的原因很复杂，造成一种种子休眠，可能是单方面原因，也可能是多方面原因综合影响的结果。

**2.1 种胚未成熟** —— 有些植物种子，除了胚以外的部分均已成熟且已收获，却不能萌发，因为胚未成熟。

又分 { **胚未分化好**，即胚为一团分生细胞，胚器官未分化。  
**胚未长足**，即胚虽已分化，但未达到足够大小。  
**胚休眠**，即胚虽分化也达一定大小，但未通过一系列复杂的生理生化变化。

由于此种原因休眠的种子，需要在特殊的条件下贮藏一定时间，使胚完成分化或长到足够大小或完成生理成熟，这一过程常称之为**后熟**。

使种子完成后熟的条件和时间因作物而不同。如兰花需人工培养，西洋参需催芽，银杏要贮藏，苹果、山楂等要低温层积。



**2.2 种被影响**——许多种子在成熟后，种被常成为萌发障碍而使种子处于不能萌发状态。

种被障碍种子萌发又分**三种情况**：

**(1) 种被的不透水性**

——许多种子的种被特别坚实致密，不透水。

由于种被不透水而不能吸胀发芽的种子称为**硬实**。

硬实(hard seed)的形成是种子较深的一种休眠形式，有利于种子寿命的延长和后代的繁衍。硬实分布很广，在豆科、锦葵科、旋花科、睡莲科、椴树科等许多科属中普遍存在，特别是小粒豆科和木本豆科种子中比例甚高。

检测种子的硬实率必须浸种查算，但硬实的顽固性在群体和个体间均有差别，有的浸泡时间长了可以透水，也有浸泡10年不透水的。因此，一般以浸泡24h不透水吸胀为判定硬实的标准。

## 硬实不透水的原因

种皮结构特性——有角质层、有栅状细胞、有明线  
含可变性果胶——所含水分一旦迅速失去，即硬化  
不再吸水

种脐特性——种脐象一个阀门，外界水分高就膨胀  
关闭（图）

## 影响硬实形成的因素

遗传性——凡先代硬实率高的，后代也高。

成熟度——种子愈老熟，愈易成为硬实。

成熟期环境——高温干燥、施钙肥多，易形成硬实。

干燥贮藏条件——曝晒干燥，低温低湿贮藏易形成硬实。



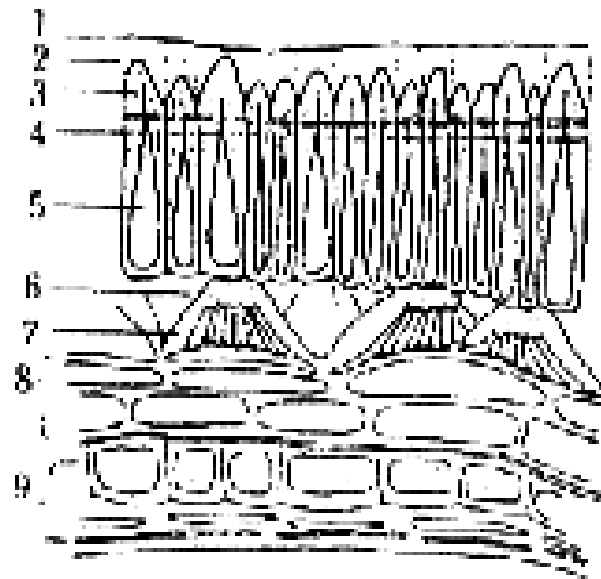


图 4-2 草木樨种皮径向切面

1. 角质层
2. 次角质层
3. 马氏细胞冠
4. 明线
5. 马氏细胞腔
6. 细胞间隙
7. 骨状石细胞
8. 营养层
9. 胚乳层

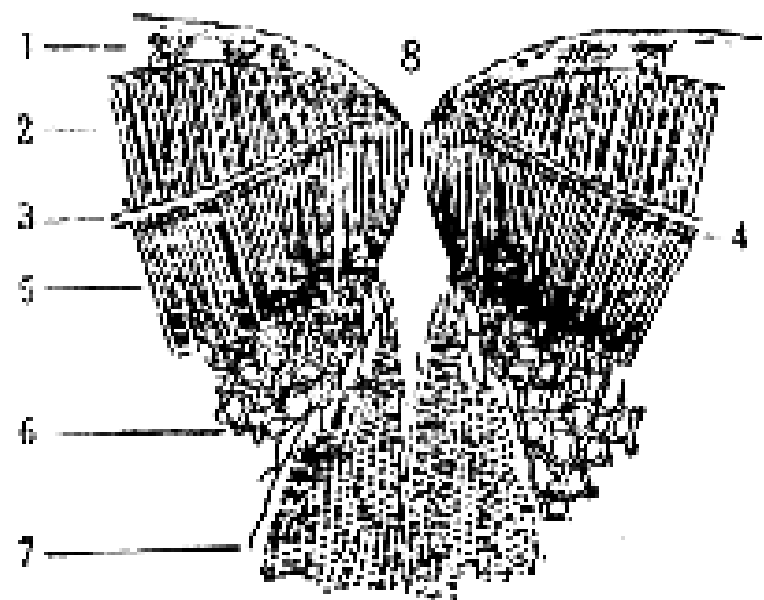


图 4 3 羽扇豆种脐结构示意图

1. 薄壁组织
2. 重栅状组织
3. 角质层
4. 明线
5. 栅状层
6. 柱状细胞
7. 管胞群
8. 脐缝

## (2) 种被不透气性

—— 有些种子种被可以透水但不透气，  
阻碍了种内外气体交换造成休眠。

—— 禾谷类特别是麦类、稻类种子休眠的主要原因。

种被不透气  
的机制

种被外面附有颖壳等，如水稻、大麦等；  
含水量高的种子种被内外常形成一层水膜；  
种被上含有大量酚类物质，氧化成醌过程中吸收  
 $O_2$

## (3) 种被的机械约束作用

—— 有些种子（如核果）的种被特坚硬，虽透水通气，  
但胚在一定时间内无法顶破向外生长，减弱种被  
约束可打破此类种子休眠。

**2.3 种子中存在抑制萌发的物质** —— 有些植物种子在成熟过程中积累一些抑制萌发的物质，当积累达到一定量时，种子便陷入休眠。

**种子中的主要抑制物质**

**小分子化合物**：如氰化氢、氯化钙、氨、乙烯等。

**醇醛类物质**：如乙醛、苯甲醛、胡萝卜醇等。

**有机酸类**：如ABA、水杨酸、色氨酸等。

**生物碱类**：如咖啡碱、可可碱、烟碱等。

**芥子油类**：香豆素类。

**酚类物质**：如苯酚、儿苯酚等。

## 抑制物质的性质

**挥发性** —— 可随干燥、贮藏而减少。

**水溶性** —— 浸水可降低含量，使种子打破休眠。

**非专性** —— 含抑制物质的气体、水溶液可诱导其它种子休眠。

**可转化性** —— 某些抑制物可随种子生理状态改变而转化为刺激物质。

可依据种子中所存在抑制物质的种类、性质进行休眠与萌发的调控。

## 2.4 不适宜环境条件的影响

——许多不适宜萌发的外界条件是引起种子二次休眠的主要原因。

导致二次休眠的外界条件主要有

**不适宜光照**，如喜光种子无光，忌光种有光。

**不适宜温度**，过高过低都可能引起二次休眠。

**厌氧条件**，氮气或有机溶剂浸注。

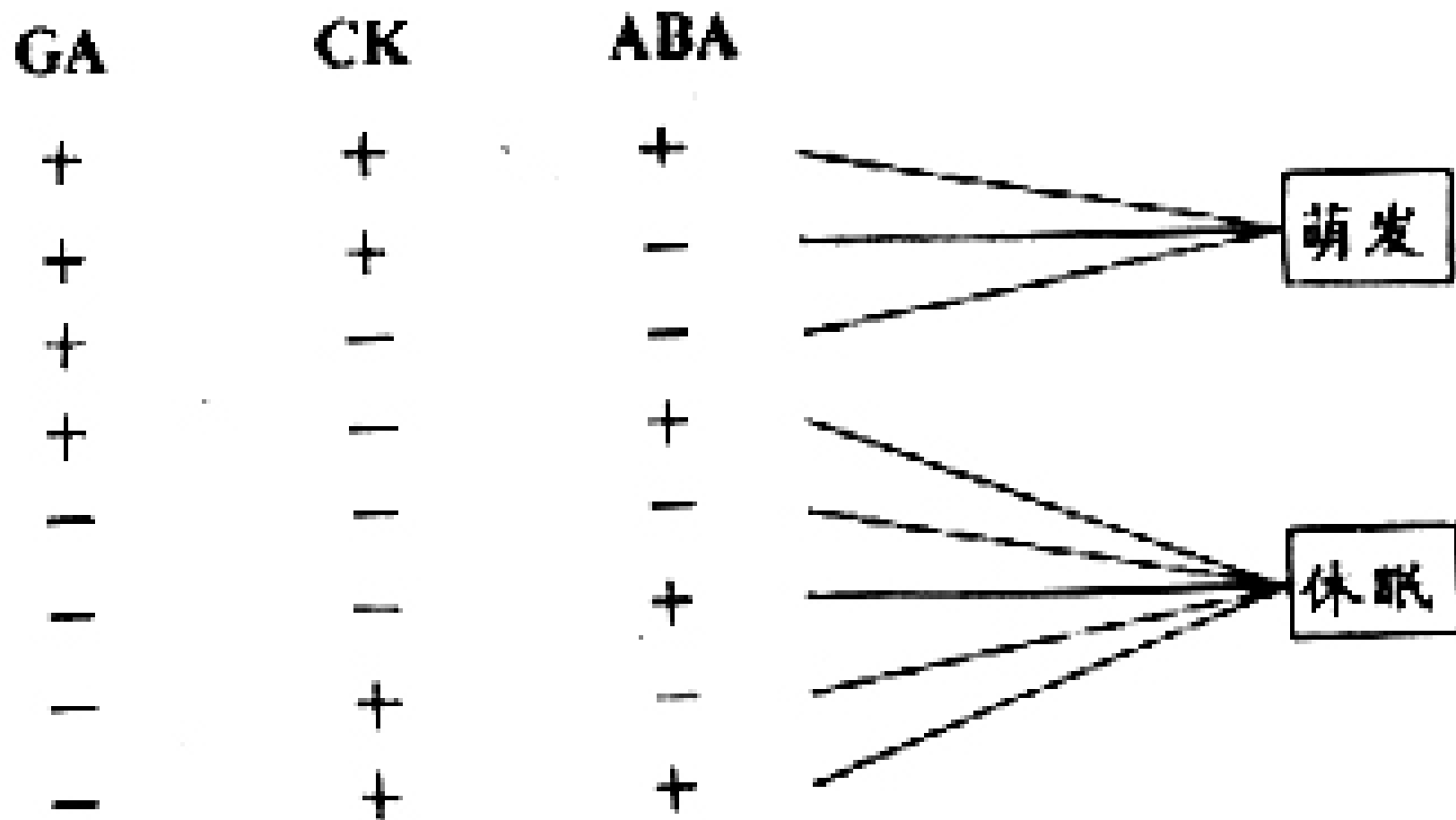
**过分干燥**，可使已非硬实种子成为硬实。

## 3 种子休眠的调控机理

有关种子休眠的机理，虽经多年研究，但目前仍无定论，多处于假说阶段。

### 3.1 植物激素调控

植物激素对种子休眠与萌发的调控，最能被人们接受的是khan和Waters提出的“三因子”假说（模型）（图）



**图 4-4 种子休眠与萌发的三因子模型**

+ 指激素含量达到能发挥生理作用的水平

- 指激素含量未达到能发挥生理作用的水平



该模型不仅表明了每种激素的作用，而且也表明了各激素间的互作效应：

- **GA**是种子萌发的必需激素，种子中无足够量GA，种子不可能萌发。
- **ABA**是诱发种子休眠的主要激素，种子中虽有GA但同时存在ABA，种子休眠，因为ABA抑制GA作用的发挥。
- **CK**并不单独对休眠与萌发起作用，不是萌发所必需的激素，但能抵消ABA的作用，使因存在ABA而休眠的种子萌发。

## 3.2 光调控

依据种子萌发对光的敏感性，

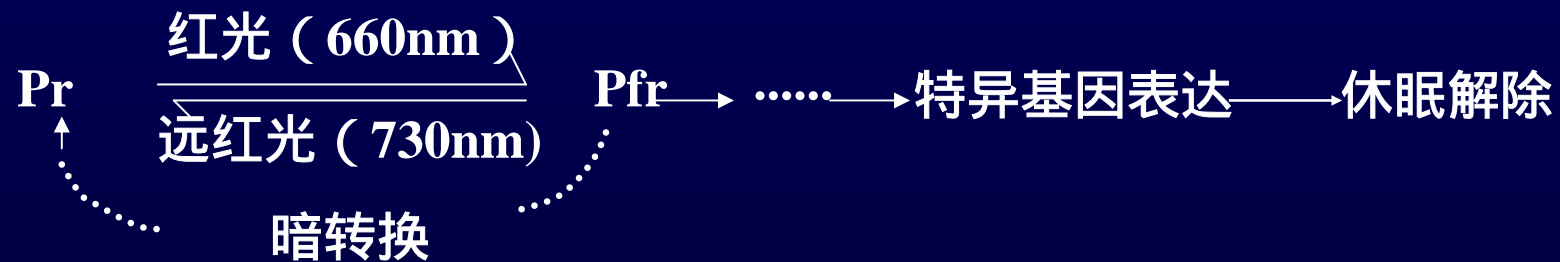
分为

- 非感光性种子，即萌发不受光暗影响。
- 感光性种子
  - 喜光种子——有光萌发或促进萌发。
  - 忌光种子——有光诱导休眠。

常见的喜光种子有：莴苣、烟草、芹菜等；

忌光种子有：苋菜、鸡冠花等。

喜光种子之所以对光敏感，主要是种子胚特别是胚轴中存在着**光敏色素**，光敏色素由蛋白质和色素基团组成，由红光型（Pr,钝化型）和远红光型（Pfr,活化型），二者因照射光的不同相互转化，调控休眠与萌发：



种子是否萌发，取决于**最后一次照射的光谱成分**（表）。

表6-1 照射红光R和远红光(FR)后莴苣种子的萌发

照 射	发 芽 率 (%)
黑暗	4
<b>R</b>	98
FR	3
R+FR	2
R+FR+ <b>R</b>	97
R+FR+R+FR	0
R+FR+R+FR+ <b>R</b>	95

### 3.3 呼吸代谢调控

许多试验证明，若使种子需氧呼吸代谢的三羧酸循环途径（TCA）受到抑制，从而使磷酸戊糖途径（PPP）顺利进行，种子便能打破休眠而萌发（图）。

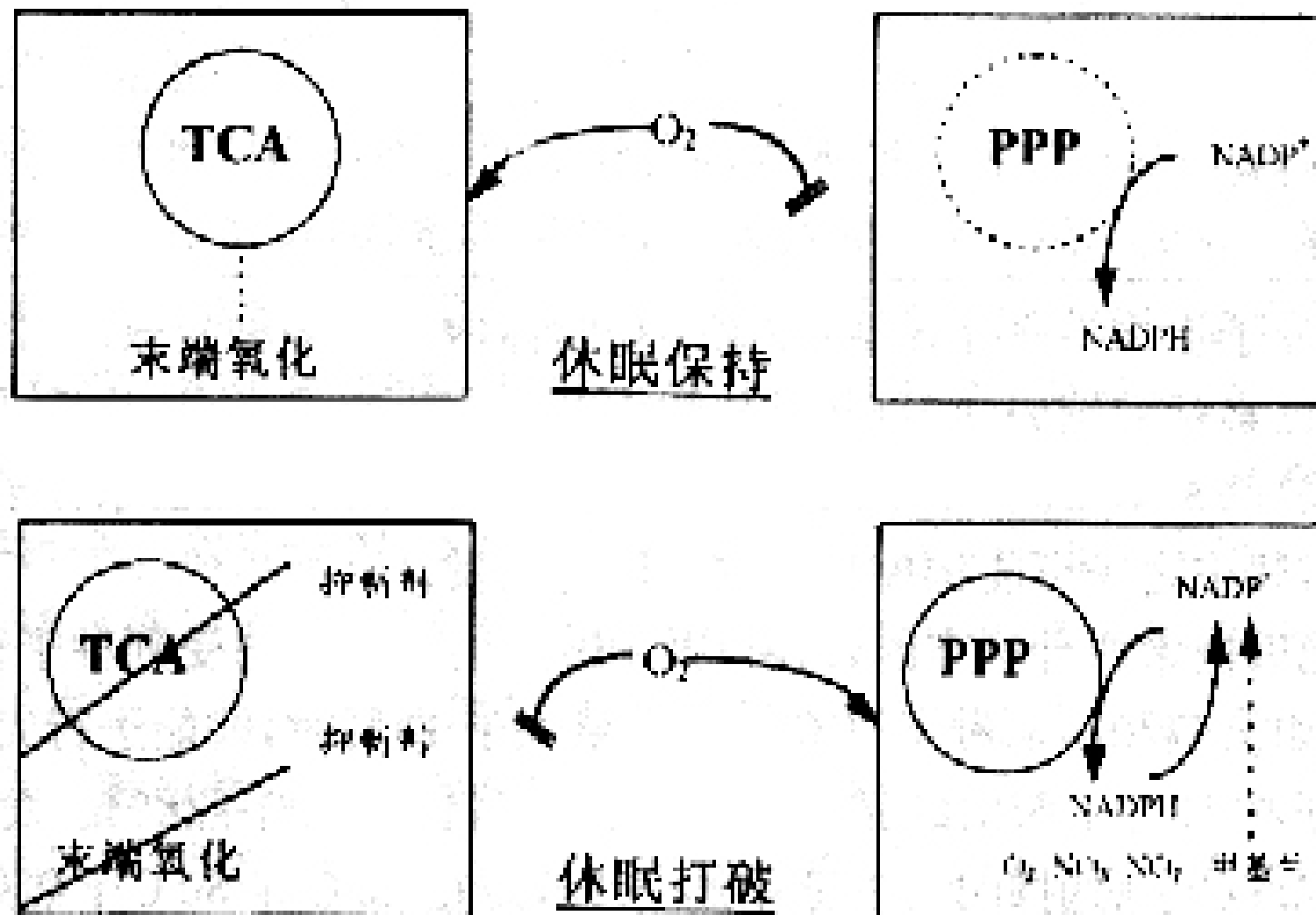


图 4-6 磷酸戊糖途径与种子休眠破除

- ◆ TCA及细胞色素氧化酶抑制剂  
如氰化物、丙二酸、氟化物等
- ◆ + O<sub>2</sub>、GA、低温处理等

提高PPP途径活性  
或比例

休眠打破



## 4 种子休眠的控制

种子休眠控制包括 延长休眠——发挥休眠的有利方面；  
打破休眠——减少休眠的不便。

### 控制的主要途径

**选育种**——长久而经济，依据是休眠能遗传且品种间有差异

系统选种   
杂交育种

**田间喷药**

**贮藏**

**预措**——打破种子休眠，以利播种或发芽

