

第十三章 植物的理化逆境生理

第一节 干旱胁迫与植物的抗旱性

第二节 涝胁迫与植物的抗涝性

第三节 高温胁迫与植物的抗热性

第四节 冷胁迫与植物的抗冷性

第五节 冻胁迫与植物的抗冻性

第六节 盐胁迫与植物的抗盐性

第七节 环境污染与植物的污染抗性

水非常重要



第一节 干旱胁迫与植物的抗旱性

水分是影响植物生长发育的重要因子之一。对植物产生有害效应的环境水分过多或过少称为水分胁迫。

干旱破坏植物水分平衡，造成脱水对植物产生的伤害称为旱害。

(缺水)

一、干旱胁迫的类型

(1) 大气干旱

是指**空气过度干燥**，相对湿度过低，常伴随高温和干风。这时植物**蒸腾过强**，根系吸水补偿不了失水，从而受到危害。

(2) 土壤干旱

是指**土壤**中没有或只有少量的有效水，这将会**影响植物吸水**，使其水分亏缺引起永久萎蔫。

(3) 生理干旱

土壤水分并不缺乏，只是因为**土温过低**、**土壤溶液浓度过高**或**积累有毒物质**等原因，**妨碍根系吸水**，造成植物体内水分平衡失调，从而使植物受到的干旱危害。

二、干旱胁迫下植物的生理生化变化

1. 细胞膜结构遭到破坏

当植物细胞失水时，原生质膜的透性增加，干旱使得细胞严重脱水，破坏了原生质膜脂类双分子层的排列。使膜脂分子结构发生紊乱，膜因而收缩出现空隙和龟裂，引起膜透性改变。大量的无机离子和氨基酸、可溶性糖等小分子被动向组织外渗漏。



2. 呼吸作用急剧变化

干旱对呼吸作用的影响较复杂，一般呼吸速率随水势的下降而缓慢降低。有时水分亏缺会使呼吸短时间上升，而后下降，这是因为开始时**呼吸基质增多**的缘故。



3. 光合作用减弱

水分胁迫下光合速率的下降受**气孔因素**和**非气孔因素**的双重限制。此外，也由于水分胁迫使生长受到抑制、叶面积减小而限制了光合作用。

4. 内源激素代谢失调

干旱胁迫可改变植物内源激素平衡，使**CTK**含量下降，**ETH**、**ABA**含量显著增加。



5. 核酸代谢受到破坏

水分亏缺时**RNA**和RNA/DNA值都显著降低，主要是由于**核糖核酸酶活性**随水分亏缺而增加，**加剧了RNA的分解**，而DNA受水分亏缺的影响较小。

6. 积累渗透调节物质

干旱通常引起植物渗透胁迫，耐旱性强的植物体内积累许多与渗透调节有关的小分子物质，通过渗透调节以**降低水势**，**保证细胞正常的生理功能**。

渗透调节物质

不相容溶质： K^+ 、 Cl^- 、 Na^+ 等，高浓度的离子积累，将会对细胞产生伤害。 **（从外界吸收）**

相容溶质： 细胞内合成的有机物质，可溶性糖、可溶性蛋白、脯氨酸、甜菜碱、甘油、山梨糖醇、甘露糖醇等，对细胞没有毒害作用。 **（细胞合成）**



7. 保护酶活性改变

干旱对植物的伤害与植物体内活性氧积累导致脂质过氧化引起的膜伤害有关。

超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)、
过氧化物酶(POD)

8. 干旱诱导蛋白

干旱诱导植物产生新的蛋白——功能蛋白、调节蛋白。
(抗旱相关蛋白)

9. 营养失调

水分影响根吸收矿质元素以及光合作用。

三、植物抗旱的生理和发育机制

抗旱性：植物适应和抵抗干旱的能力

包括**系统抗旱性**和**细胞抗旱性**。

系统抗旱性：植物在干旱条件下，通过**形态结构**的改变和**生理反应**来维持植物的正常生长发育的能力。

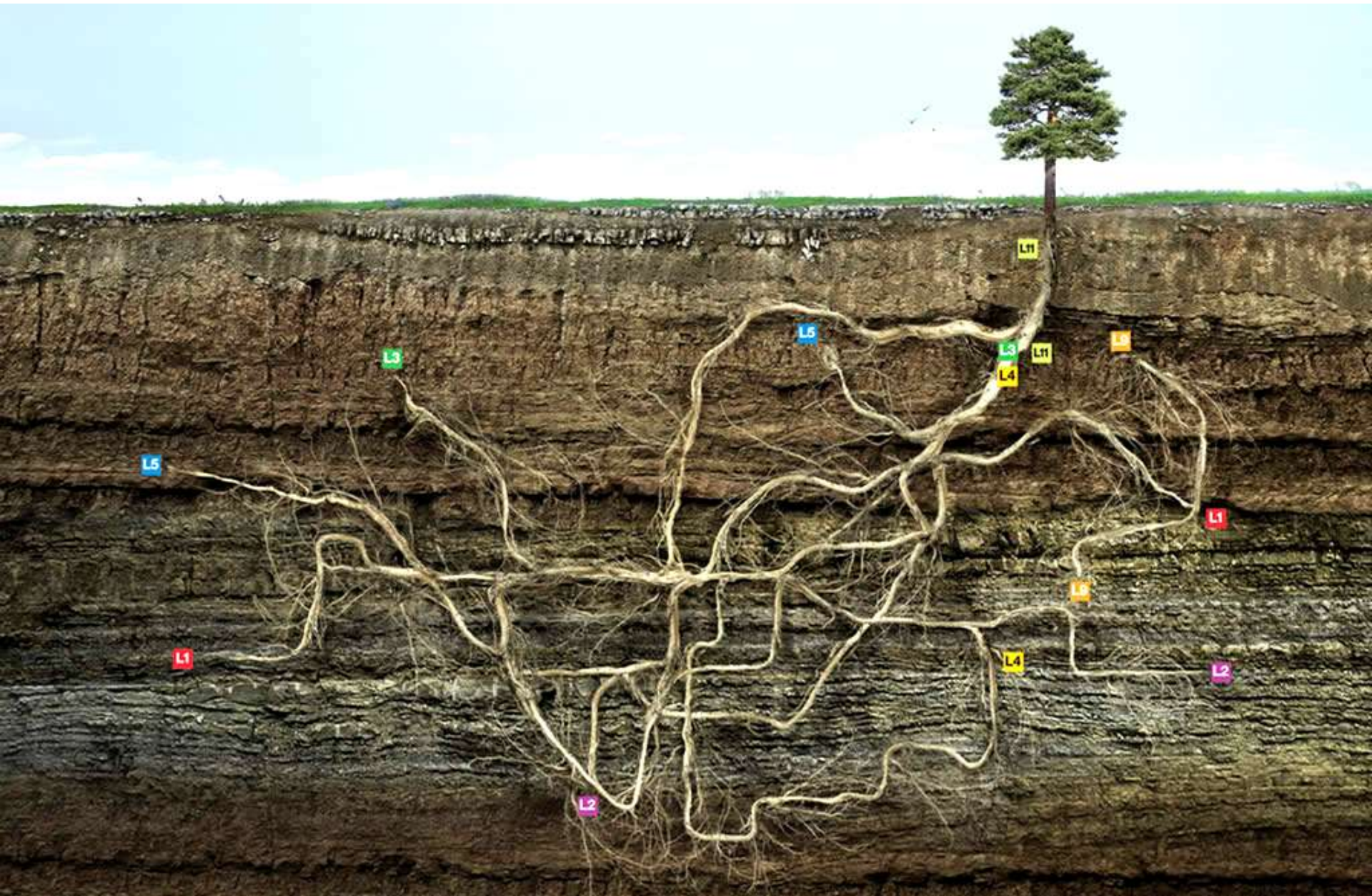
细胞抗旱性：干旱条件下植物通过**细胞生理生化变化**来抵御环境干旱胁迫的能力。

(一) 抗旱植物的一般特征

1. 形态结构特征：凡是促进吸水，减少蒸腾，体内水分运转流畅的结构都有利于抗旱。

- a. 根系、更高的根冠比——“**开源**”
- b. 叶片更厚、叶面积变小、角质层更厚——“**节流**”
- c. 输导系统更为发达，气孔多且小——“**流畅**”

根系是陆生植物吸水的主要器官。



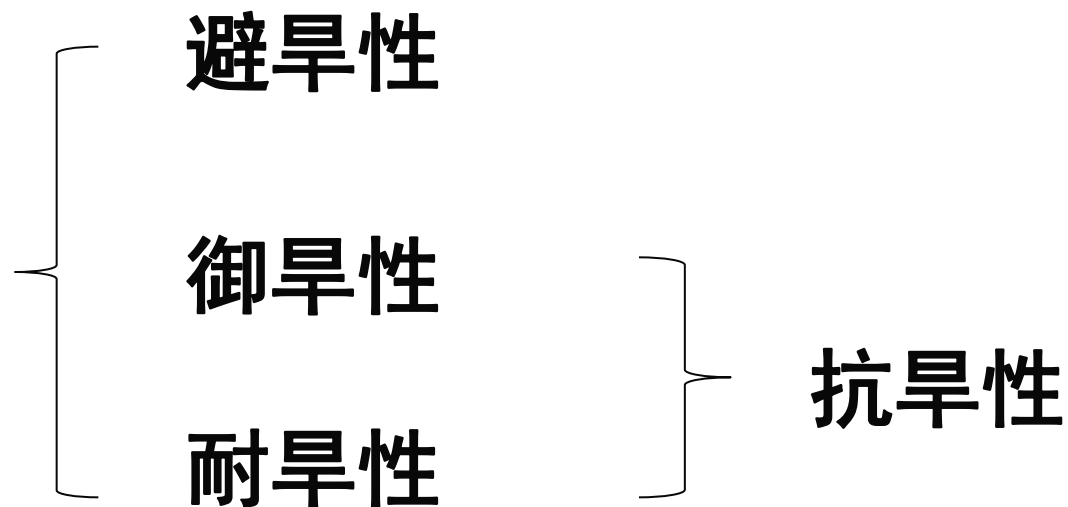


2. 生理生化特征

- 细胞有很高的亲水能力，防止细胞严重脱水。
- 水解酶类保持稳定，减少生物大分子分解，保持原生质体，尤其是质膜不受破坏。使细胞代谢不至发生紊乱异常。
- 脯氨酸、甜菜碱和脱落酸等物质积累降低渗透势，保护膜系统。



(二) 植物抗旱的生理和发育机制



1、避旱性：指植物在土壤和自身发生严重的水分亏缺之前，完成其生活史。



沙漠中生长的一种叫短命菊的植物，这种植物的种子在**稍有雨水湿润**的情况下，就迅速萌芽生长，开花结实。整个生命周期，只有**短短的三四个星期**。

2. 御旱性：指植物在干旱胁迫下保持植株内部组织高水势或高含水量，维持其一定程度地生长发育能力。



如**仙人掌**，其一方面在组织内贮藏大量的水分；另一方面，在白天关闭气孔，降低蒸腾，这样就避免干旱对它的影响。

3. 耐旱性：指植物在受到干旱胁迫时能够在较低的细胞水势或含水量下生存的能力。

如植物遇到干旱时，细胞内的渗透物质会增加，以提高细胞抗性。



四、提高植物抗旱性的途径

1. 抗旱育种

采用**基因工程技术**提高作物抗旱能力和培育抗旱品种。

2. 采取抗旱栽培措施

建立与抗旱品种相配套的抗旱栽培技术体系。

如：加盖遮阳膜



3. 抗旱锻炼

种子萌动露出胚根时，在阴凉处风干，再吸水，再风干，反复数次，增强原生质的亲水性。

“蹲苗”：在苗期适当控制水分，抑制生长，以锻炼其适应干旱的能力。（玉米、棉花等）

“搁苗”：蔬菜移栽前让其适当萎蔫一段时间后再栽。

“饿苗”：红薯剪下的藤苗很少立即扦插，一般在阴凉处放置一段时间。



4.合理施肥

合理施肥可使植物的抗旱性提高。

多施**P**、**K**肥，促进生根。

P素促进蛋白质的合成，增大原生质的水合度，**K**做为渗透物质和促进碳水化合物运输，降低渗透势。



5.化学调控技术

使用**生长调节剂**和**抗蒸腾剂**等都能有效地调控植物的生长发育，提高作物的抗旱能力。

A) 喷施激素和生长延缓剂，**ABA**——促进气孔关闭。

矮壮素——抑制生长，提高根冠比，增加叶片保水能力。

B) 喷施**抗蒸腾剂**。



第二节 涝胁迫与植物的抗涝性

一、水涝胁迫下植物的**生理生化变化**

二、植物抗涝的生理和发育机制

三、提高植物抗涝性的途径

(水过多)



概念：

涝胁迫：陆生植物生长环境水分过多。

涝害：由涝胁迫对植物产生的伤害。

涝害本质：缺氧

广义的涝害包括**涝害**和**湿害**。



涝害：指地面积水，淹没了作物的全部或一部分。



湿害：旱田作物在土壤水分过多(饱和)时所受的影响。



一、水涝胁迫下植物的生理生化变化

(1) 水涝对植物形态与生长的效应

生长↓，叶发黄（营养缺乏），根变黑，叶柄偏上生长（ETH）；

细胞器：线粒体嵴数减少，解体；



(2) 水涝对植物代谢的效应

光合下降，气孔堵塞或关闭， CO_2 进入受阻，无氧呼吸 \uparrow ，产生乙醇，乳酸等。

(3) 水涝引起 CO_2 积累对植物的效应

抑制有氧呼吸，促进无氧呼吸。

(4) 水涝引起乙烯增加对植物的效应

叶片卷曲、偏上生长、脱落、根系生长减慢等。



(5) 水涝引起的水分亏缺效应

根系供氧不足、能量减少、有毒物质积累等造成根系腐烂，吸水不足，引起水分亏缺。

(6) 水涝引起的营养失调效应

根系本身受到伤害，如根尖变黑，同时无氧呼吸降低根系对矿质元素的主动吸收。



(7) 水涝引起的活性氧积累效应

水涝时植物的叶绿体、线粒体的结构和功能受到伤害，活性氧产生量增加，消除能力减弱。



二、植物抗涝的生理和发育机制

受影响的程度随物种而异：

水生植物>陆生植物；作物中水稻>油菜>麦子；

不同生育时期也不一致，一般是苗期耐涝，
幼穗分化、开花期最不耐涝。



二、植物抗涝的生理和发育机制

1) 植物抗涝的形态和解剖特征

抗涝性强的作物较抗涝性弱的作物相比，具有发达的通气组织，有利于把地上部吸收的 O_2 转送到根部或缺 O_2 部位。

2) 植物抗涝的生理特征

主要是抵抗缺氧带来的危害。如水稻根内具有很高的乙醇氧化酶活性以减少乙醇的积累。



三、提高植物抗涝性的途径

常见的提高植物抗涝性的途径有：

①水涝后如遇曝晒：水要逐渐排放，以免蒸腾过快造成体内水分亏缺；

②通过各种育种技术：改良品种，筛选抗涝品种。

