

# 第三节 植物根系对矿质元素的吸收

## 一、根系吸收矿质元素的特点

- (一) 根系对矿质元素吸收和对水分吸收的相互关系
- (二) 根系对矿质元素吸收的选择性
- (三) 单盐毒害和离子拮抗



# （一）根系对矿质吸收和对水分吸收的相互关系

根系吸收水分和矿质元素的部位是一致的，它们既相互关联，又相对独立。

## 相互关联

①矿质元素要溶于水中，才能被根系吸收；②矿质的吸收使根的水势下降，从而促进根系吸水；③被吸收的矿质元素在导管中随水以集流方式运往地上部分，又有利于根系吸收矿质元素。

## 相对独立

①吸收机制不同，水分吸收主要是以蒸腾作用引起的被动吸水为主，而矿质吸收则是以消耗代谢能量的主动吸收为主。②分配方向不同，水分主要被运往蒸腾最旺盛的部位，而矿质主要被运往生长最旺盛或呼吸最旺盛的部位。



## （二）根系对矿质元素吸收具有选择性

**离子的选择吸收**是指植物根系吸收离子的数量与溶液中离子的数量**不成比例**的现象。

各种无机盐进入植物体内的数量不相同，甚至同一盐的阳离子和阴离子，也以不同比例进入植物体。所以**许多**化学性质上中性的无机盐，由于选择吸收的结果，会使土壤的pH值发生变化。



## 1. 生理酸性盐 (physiologically acid salt)

植物根系从溶液中有选择性地吸收离子后，使溶液酸度增加的盐类。如  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

## 2. 生理碱性盐 (physiologically alkaline salt)

植物根系从溶液中有选择性地吸收离子后，使溶液酸度降低的盐类。如  $\text{NaNO}_3$

## 3. 生理中性盐 (physiologically acid salt)

植物吸收其阴、阳离子的量很相近，从而不改变溶液pH的盐类。如  $\text{NH}_4\text{NO}_3$



**生理酸性盐和生理碱性盐**是由于植物的选择性吸收，从而引起外界溶液酸度**增加或降低**。

如果在土壤中长期施用某一种化学肥料，就可能引起土壤酸碱度发生改变，从而破坏土壤结构，所以施肥应**注意肥料类型的合理搭配**。



## (三) 单盐毒害与离子拮抗

### 1. 单盐毒害

将植物培养在只含单一盐类的溶液中，不久植株呈现不正常状态甚至死亡，这种现象称为**单盐毒害** (toxicity of single salt)。不管这种单盐是否必需元素，并且在溶液浓度很低时植物就会受害。



## 2. 离子拮抗

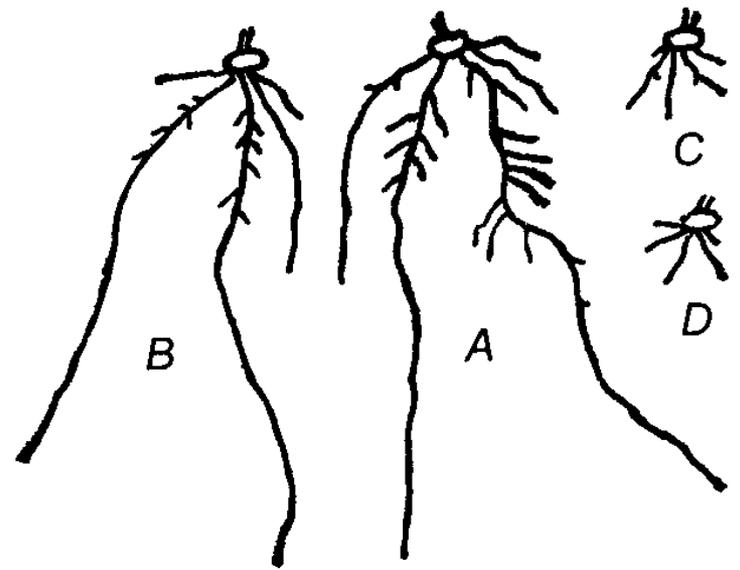
在单盐溶液中加入少量其它盐类，单盐毒害现象就会减弱或消除。这种离子间能够相互消除毒害的现象，称为**离子拮抗** (ion antagonism)。

金属离子之间的拮抗不是随意的，一般来说只有异价金属离子之间才有拮抗作用。例如 $\text{Na}^+$ 或 $\text{K}^+$ 可以拮抗 $\text{Ba}^{2+}$ 或 $\text{Ca}^{2+}$ 。



## 单盐毒害与离子拮抗例子：

- A.  $\text{NaCl} + \text{KCl} + \text{CaCl}_2$
- B.  $\text{NaCl} + \text{CaCl}_2$
- C.  $\text{CaCl}_2$
- D.  $\text{NaCl}$



## 小麦根在盐类溶液中的生长情况

溶液	根的总长度(mm)	生长情况
$\text{NaCl}$	59	生长不好
$\text{CaCl}_2$	70	生长不好
$\text{NaCl} + \text{CaCl}_2$	254	生长较好
$\text{NaCl} + \text{CaCl}_2 + \text{KCl}$	324	生长正常



### 3. 平衡溶液

选择几种必需矿质元素并按照一定浓度和比例混合，使植物生长发育良好，这样的溶液就称为**平衡溶液**。

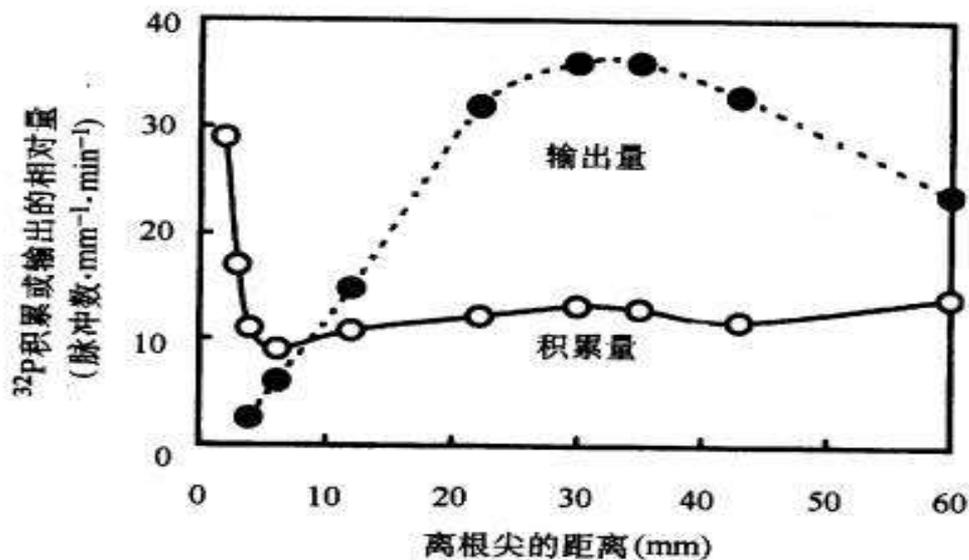
对海藻来说，海水是平衡溶液。

对陆生植物来说，土壤溶液一般也是平衡溶液，但并非理想的平衡溶液。施肥的目的就是使土壤中各种矿质元素达到平衡，以利于植物的正常生长发育。

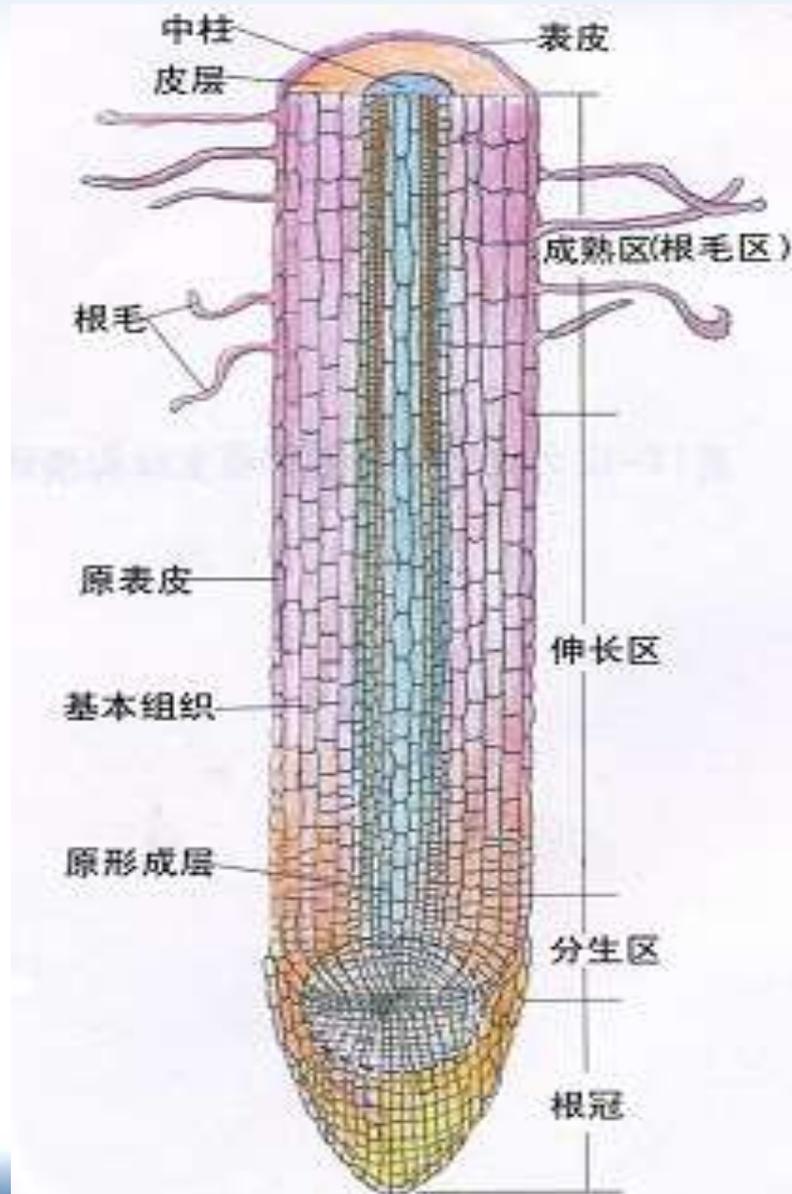


## 二、根系吸收矿质元素的部位

植物根部吸收矿质元素的主要部位是**根毛区**，这与植物根系吸收水分的主要部位是一致的。

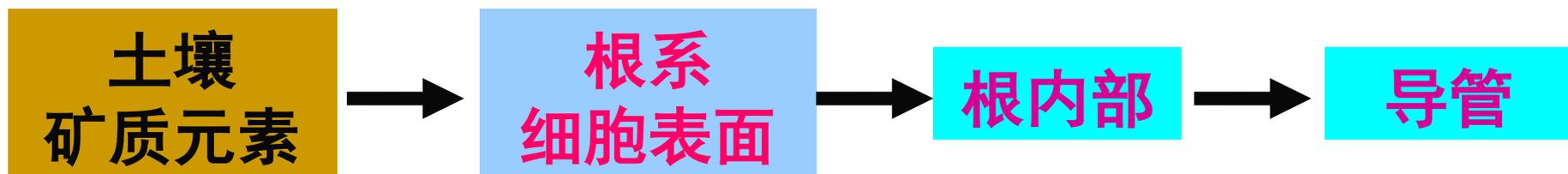


大麦根尖不同区域 $^{32}\text{P}$ 的累积和运输



### 三、根系吸收矿质元素的过程

#### 过程



## （一）离子被吸附在根系细胞的表面

根部细胞在吸收离子的过程中，同时进行着离子的**吸附与解吸附**。这时，总有一部分离子被其他离子所置换。由于细胞吸附离子具有交换性质，故称为**交换吸附**。

### 1. 根对土壤溶液中离子的吸收

根呼吸产生的 $\text{CO}_2$ 溶于水后可形成 $\text{H}^+$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 等离子，这些离子可以与**土壤溶液**中的阴阳离子如 $\text{K}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 等发生交换，使这些**离子被转移到根表面**。

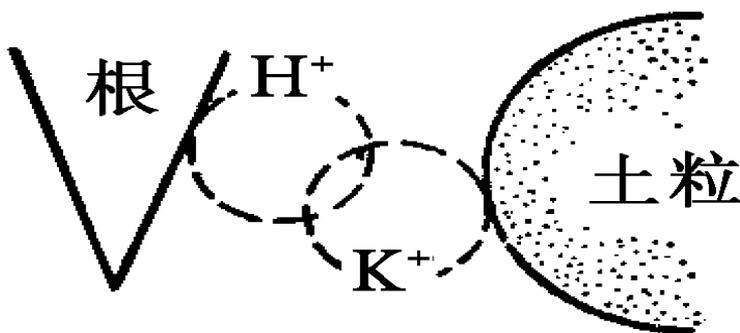
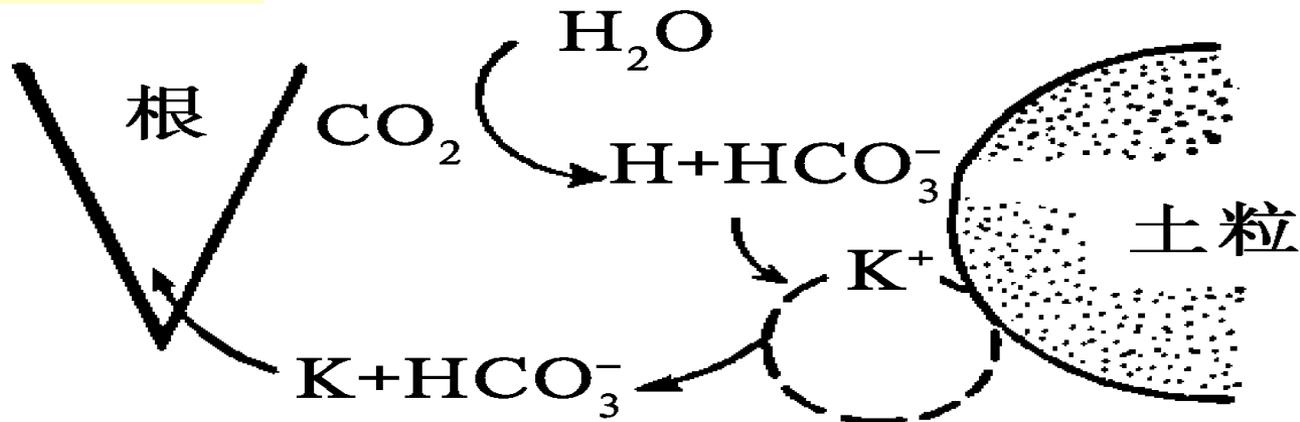


## 2. 根对吸附在土壤胶体上离子的吸收

### 两种方式

①

间接交换



直接交换

② 也称接触交换



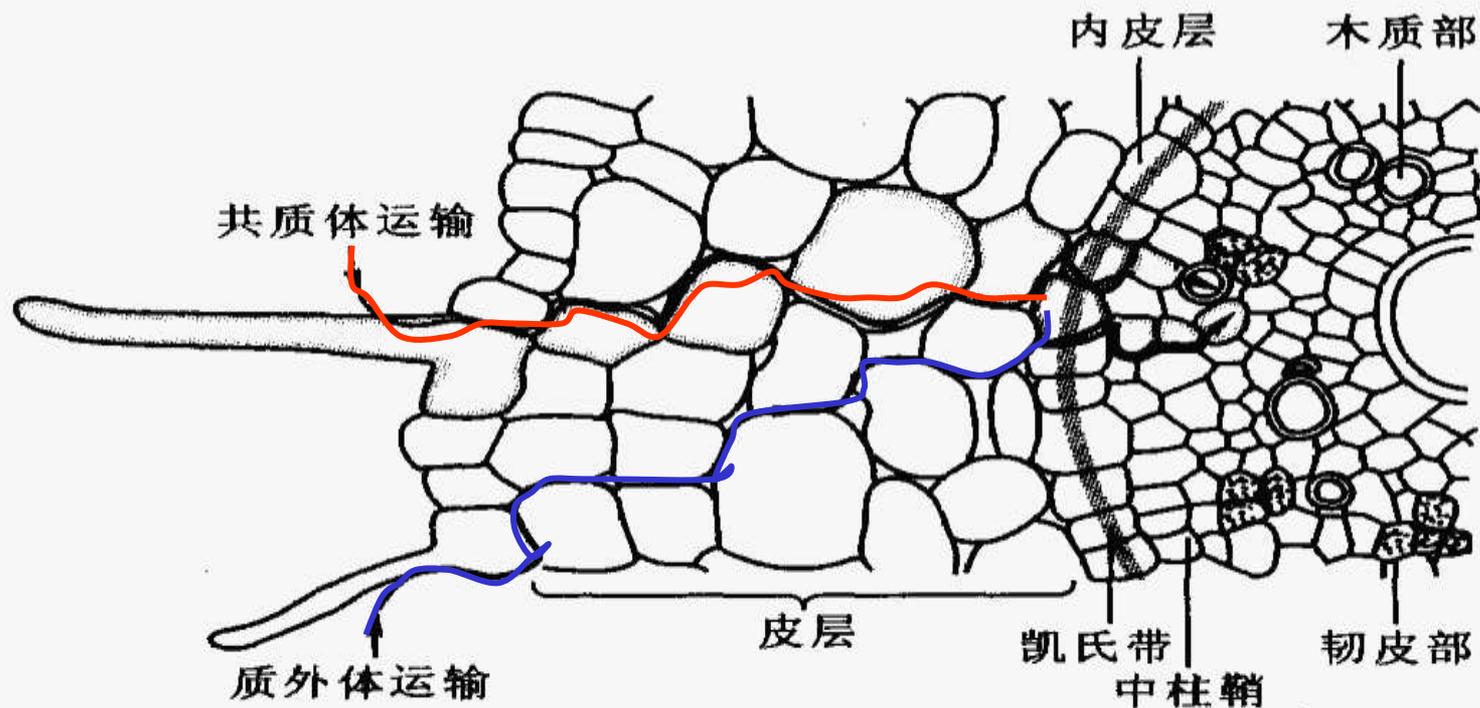
### 3. 根对难溶于水的矿质元素的吸收

- 植物不仅能吸收溶于水的矿质元素，而且能吸收难溶于水的物质。
- 根系通过分泌出一些**柠檬酸、苹果酸**等有机酸将一些难溶性盐类溶解，经溶解释放出的矿质元素或者存在土壤溶液中，或者被吸附于土粒表面上，然后再被根交换吸收。
- 岩石缝中生长的树木、岩石表面的地衣等植物就是通过这种方式来获取矿质营养的。



## (二) 离子进入根内部

根表面吸附的离子可通过**共质体**和**质外体**途径进入根内部。



根毛区吸收的离子经**共质体**和**质外体**途径**进入根内部**



## 1) 质外体途径

外界溶液中的离子顺着电势梯度扩散进入根部质外体的途径。质外体又称**自由空间**。

➤各种离子通过扩散作用进入根部自由空间,但是因为内皮层细胞上有**凯氏带**,离子和水分都不能通过,因此离子通过质外体途径进入根内部只限于**内皮层以外**。

**因此离子和水只有转入共质体后才能进入维管束组织。**



# 例外情况

- 在**幼嫩**的根中, 内皮层**尚未形成凯氏带**之前, 离子和水分可经质外体到达导管。
- 另外在内皮层中有个别细胞(**通道细胞**)的胞壁不加厚, 也可作为离子和水分扩散的通道。

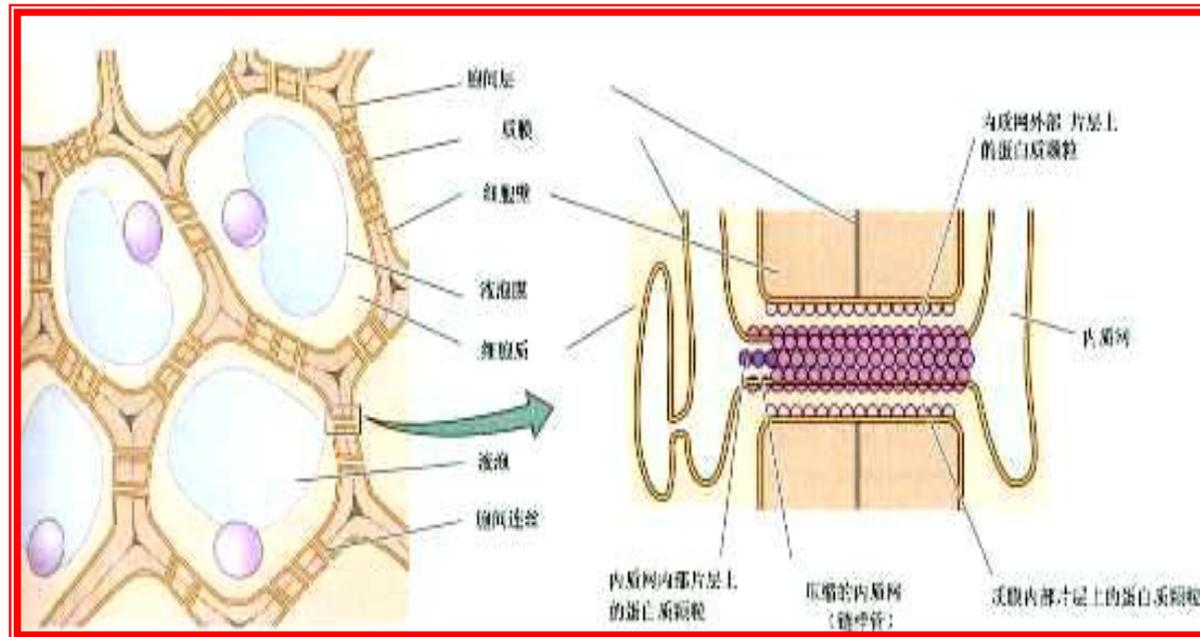


## 2) 共质体途径

离子到达原生质表面后,可通过**主动吸收或扩散**的方式进入原生质。

在细胞内离子可以通过**胞间连丝**从表皮细胞进入木质部薄壁细胞,然后再从**木质部薄壁细胞释放到导管**中。

离子进入或运出共质体时必然有**载体**的参与,这就使根系有选择性地吸收离子,维持各种离子**内外浓度差**,保证正常的生理状态。



### (三) 离子进入导管

离子经共质体途径最终从导管周围的**薄壁细胞**进入导管，其机理尚不明确。

两个观点：

1、**被动扩散**进入导管

2、**主动运输**进入导管

**最后：**靠水集流运到地上器官



# 根系吸收矿质元素的过程总结

土壤中离子



交换吸附于根表面



通过共质体和质外体途径

进入根内部



通过共质体途径

越过凯氏带



到达导管周围的薄壁细胞



通过主动或被动的方式

进入导管



## 四、影响根系吸收矿质元素的土壤因素

- 1、土壤温度
- 2、土壤通气状况
- 3、土壤溶液浓度
- 4、土壤溶液的pH
- 5、土壤的含水量
- 6、土壤微生物
- 7、土壤中离子的相互作用



## (一) 土壤温度

在一定温度 ( $<40^{\circ}\text{C}$ ) 范围内, 根吸收矿质元素随土温升高而加快, 原因是**促进根呼吸, 促进主动吸收**。在适宜温度下, 各种代谢加强, 需要矿质元素的量增加, 根系吸收也相应增多。



# 高温(40°C以上)

使根吸收矿质元素的速度下降。原因：

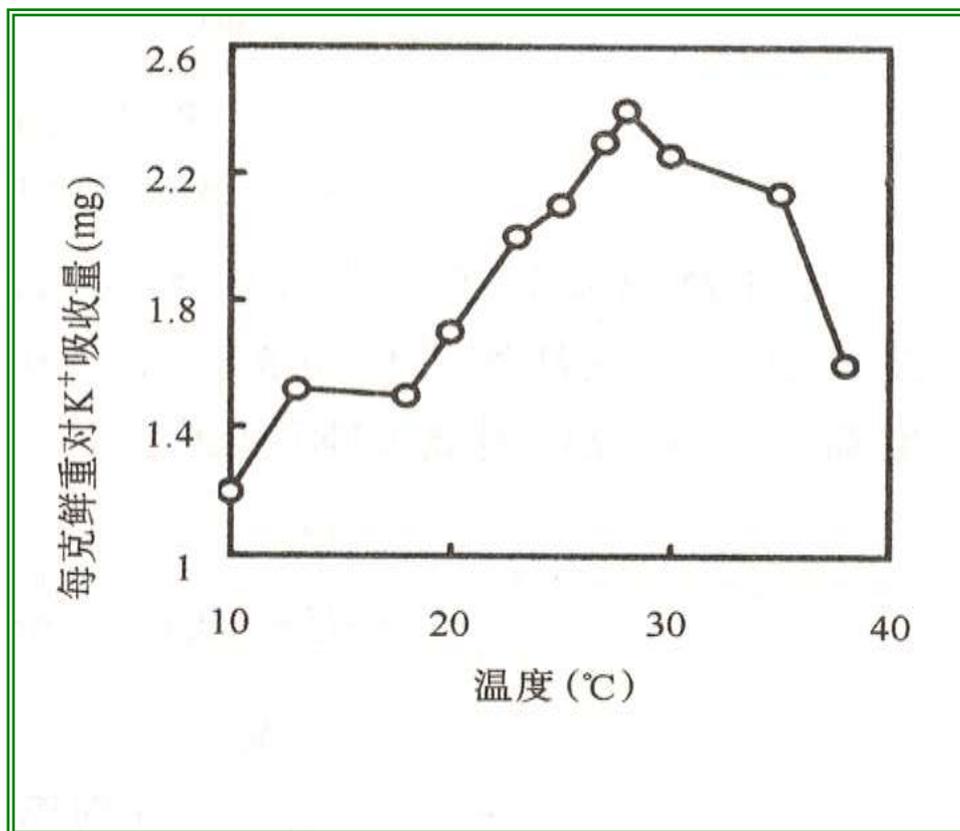
- ① 高温使酶钝化，从而影响根部代谢；
- ② 高温加速根的木质化进程，减少吸收面积；
- ③ 高温会引起细胞透性增大，导致矿质外流。



# 低温：

温度过低时，

①代谢减弱，主动吸收慢；②细胞质黏性增大，离子进入困难，土壤中离子扩散速率降低。



## (二) 土壤通气状况

由于通气直接影响到根系的**呼吸作用**，土壤供氧充足促进根呼吸，有利主动吸收；土壤缺氧，根无氧呼吸可造成**乙醇中毒**，使吸收力降低。



### (三) 土壤溶液浓度

- 据试验, 当土壤溶液浓度很**低**时, 根系吸收矿质元素的速度, **随着浓度的增加而增加**, 但达到某一浓度时, 再增加离子浓度, 根系对离子的吸收速度不再增加。这一现象可用离子载体的**饱和**效应来说明。

土壤溶液浓度过高, 会引起水分的反渗透, 导致“**烧苗**”。所以, 生产上不宜一次施肥过多, 或叶面喷施化肥及农药的浓度过大, 否则不仅造成浪费, 还会引起植物死亡。



## (四) 土壤pH

土壤溶液pH值对植物吸收离子有**直接影响**和**间接影响**：

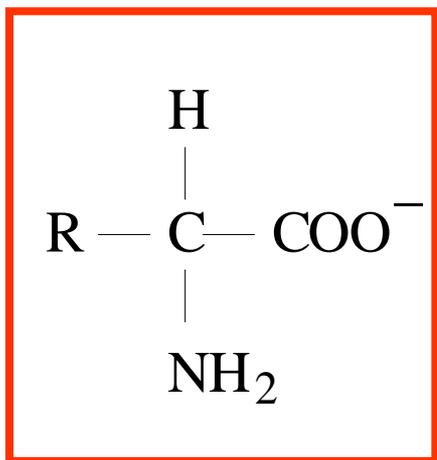
### 1) 直接影响：

影响到根系的带电状况，这与组成细胞质的**蛋白质为两性电解质**有关，

在**酸性**环境中，根细胞蛋白质的氨基酸带正电，易吸收溶液中的**阴离子**；

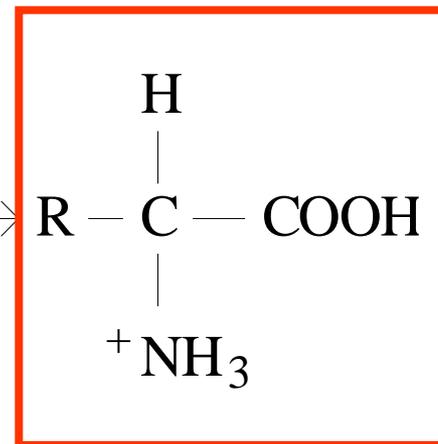
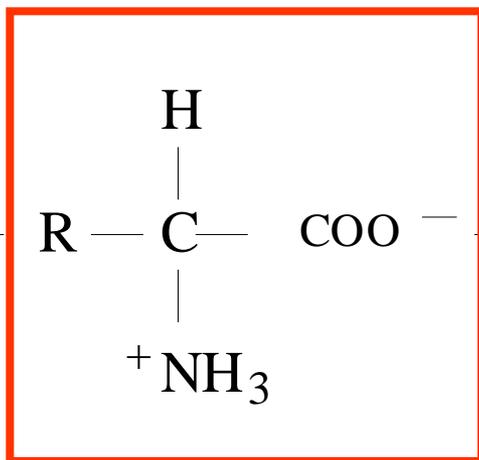
在**碱性**环境中，氨基酸带负电，根易吸收**阳离子**。





弱碱

有利阳离子吸收



弱酸

有利阴离子吸收



## 2) 间接影响

影响到离子有效性，比直接影响大得多。

①当土壤的碱性逐渐增加时， $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$ 、 $\text{PO}_4^{3-}$ 等元素易形成难溶性化合物，使这些元素的有效性降低。

②在偏酸性环境中，有利于 $\text{PO}_4^{3-}$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 等溶解性的增加，从而有利于植物的吸收利用，但同时这些元素易流失，往往植物来不及吸收，便被雨水冲走。故在酸性红壤土中，常缺乏上述元素。



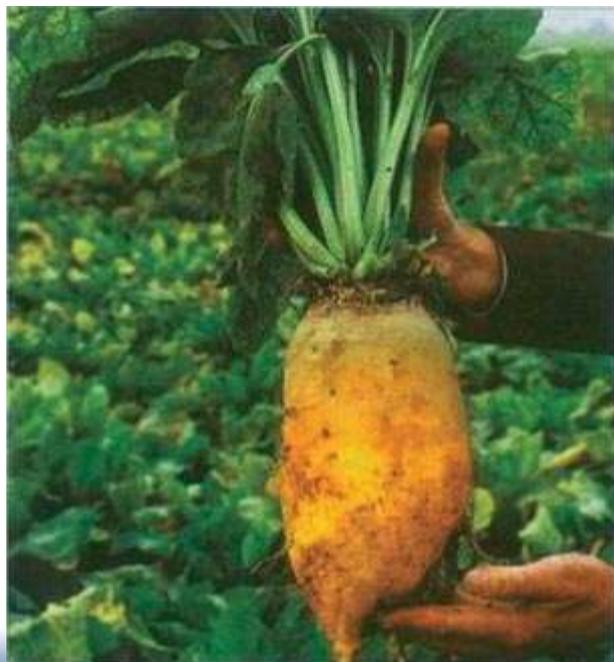
③影响**土壤微生物**的生长而间接影响根系对矿物质的吸收  
(例如酸性时根瘤菌死亡，固N菌失去固氮能力。当土壤偏碱，反硝化细菌等活跃，氮素损失大)

④在酸性土壤中**重金属**盐溶解度加大，导致植物**中毒**。





茶，马铃薯，烟草适于较酸性的环境



甜菜，甘蔗适于较碱性的环境

一般作物最适pH为6-7



## (五) 土壤的含水量

水的多少影响

土壤溶液的浓度

土壤的通气

土壤温度

土壤pH

土壤微生物

从而影响到根系对矿物质的吸收

团粒结构的土壤保水与通气较好。



## （六）土壤微生物

固氮菌、根瘤菌等有固氮能力。

反硝化细菌等对植物吸收矿质营养不利。

## （七）土壤中离子的相互作用

溶液中某一离子的存在促进对另一种离子吸收。如：**通过增施P、K肥可以促进植物对氮的吸收。**

另一方面产生竞争吸收，如钾、铷(Rb)、铯(Cs)三种元素相互竞争，其中一种元素的存在会减少对其它二种元素的吸收。



## 第四节 植物地上部分对矿质元素吸收

### ——叶面营养

生产上把速效性肥料直接喷施在叶面上供植物吸收，这种施肥方法称为根外施肥或叶面营养。



# 1. 吸收方式

溶于水中的营养物质喷施到植物地上部分后，营养元素可通过叶片的气孔（主要）、叶面角质层或茎表面的皮孔进入植物体内。

- 角质层是多糖和角质(脂类化合物)的混合物, 分布于表皮细胞的外侧壁上, 不易透水。但角质层有裂缝, 呈细微的孔道, 可让溶液通过。
- 溶液经过角质层孔道到达表皮细胞外侧壁后, 进一步经过细胞壁中的外连丝（连接细胞壁与质膜的纤丝），到达表皮细胞的质膜。



# 吸收过程

溶液



角质层裂缝



细胞壁的外连丝



表皮细胞质膜



细胞内部



叶脉韧皮部



## 2. 影响因素

营养物质进入叶片的量与叶片的内外因素有关

1) 叶结构 嫩叶比老叶的吸收速率和吸收量要大, 这是由于二者的表层结构差异和生理活性不同的缘故。

角质层厚的叶片(如柑橘类)吸收效果较差。

2) 温度 温度对营养物质进入叶片有直接影响, 在 $30^{\circ}\text{C}$ 、 $20^{\circ}\text{C}$ 和 $10^{\circ}\text{C}$ 时, 叶片吸收 $^{32}\text{P}$ 的相对速率分别为100、71和53。



3) **保留时间** 由于叶片只能吸收溶解在溶液中的营养物质, 所以溶液在叶面上保留时间越长, 被吸收的营养物质的量就越多。营养液中加入**表面活性剂或沾湿剂** (吐温、洗净剂) 以增加营养液在叶面的吸附力。

4) **凡能影响液体蒸发的外界环境因素**, 如光照、风速、气温、大气湿度等都会影响叶片对营养物质的吸收。因此, 向叶片喷营养液时应选择在凉爽、无风、大气湿度高的期间进行。追肥时间以傍晚或阴天为佳。



# 叶面营养的优点—高效、快速

- 1、补充根部吸肥不足或幼苗根弱吸肥差
- 2、某些肥料易被土壤固定，叶片营养可避免，节省肥料
- 3、补充微量元素，效果快，用药省
- 4、干旱季节，植物不易吸收，叶片营养可补充

叶面喷肥的时间在傍晚或下午4时后。

注意：根外施肥不能代替根部施肥，只能作根肥的补充。  
喷施浓度稍高，易造成叶片伤害，“烧苗”。



益禾甜  
YIHETIAN

Multifunctional Foliar Fertilizer

# 多功能叶面肥

硕果型

农业部登记证：农肥（2013）临字（6655）号

执行标准：NY 1106-2010

氮磷钾：15-15-15

促花保果 膨大增甜 防灾抗病 增产提质



净重：30g



石家庄广多恒农业科技有限公司生产  
SHIJIAZHUANG GUANGDUOHENG AGRICULTURAL SCI-TECH CO.,LTD.



GUOXINJINNUO  
国信金诺

中邮连锁专供

含腐植酸水溶肥料

# 叶面肥

蔬菜专用

登记证号：农肥（2010）临字5408号  
执行标准：NY1106-2006

- ◆保根壮苗
- ◆抗病增产
- ◆快速高效
- ◆改良土壤

净含量：30克



（集团）山东巨野国信生物蛋白有限公司

火爆 农资招商网  
WWW.3456.TV



3456.TV

劲牌

051

# 大量元素水溶肥料

高含量硝酸钾型

氮13.5-磷6-钾31.5

总养份 ≥ 51.0%

内含芸苔素、海藻基因及神奇激活速效精

叶面喷施型

国家农业部登记肥料中心代码: 4547  
农业部登记证号: 京肥(2008)准字 3479  
执行标准: NY1101-2006  
国家质量监督检验检疫总局公告 2008年第116号  
农业部公告 2008年第116号



400-638-0531

全国免费服务热线

NET:50g

济南劲牌农用化工有限公司

火爆农资招商网



# 第五节 矿质元素在植物体内的运输与分配

## 一、矿质元素在植物体内的运输

### (一) 矿质元素运输的形式

**氮：**大部分在根内转化成有机氮化合物再运往地上部分。根中的铵态氮大部分在根中转变成有机态氮，如酰胺、氨基酸等后运输到地上部，这是氮素运输的主要形式。



## 磷:

多以**正磷酸形式运输**，少部分转变成有机磷化合物（磷酸胆碱等）形式运出。

## 硫:

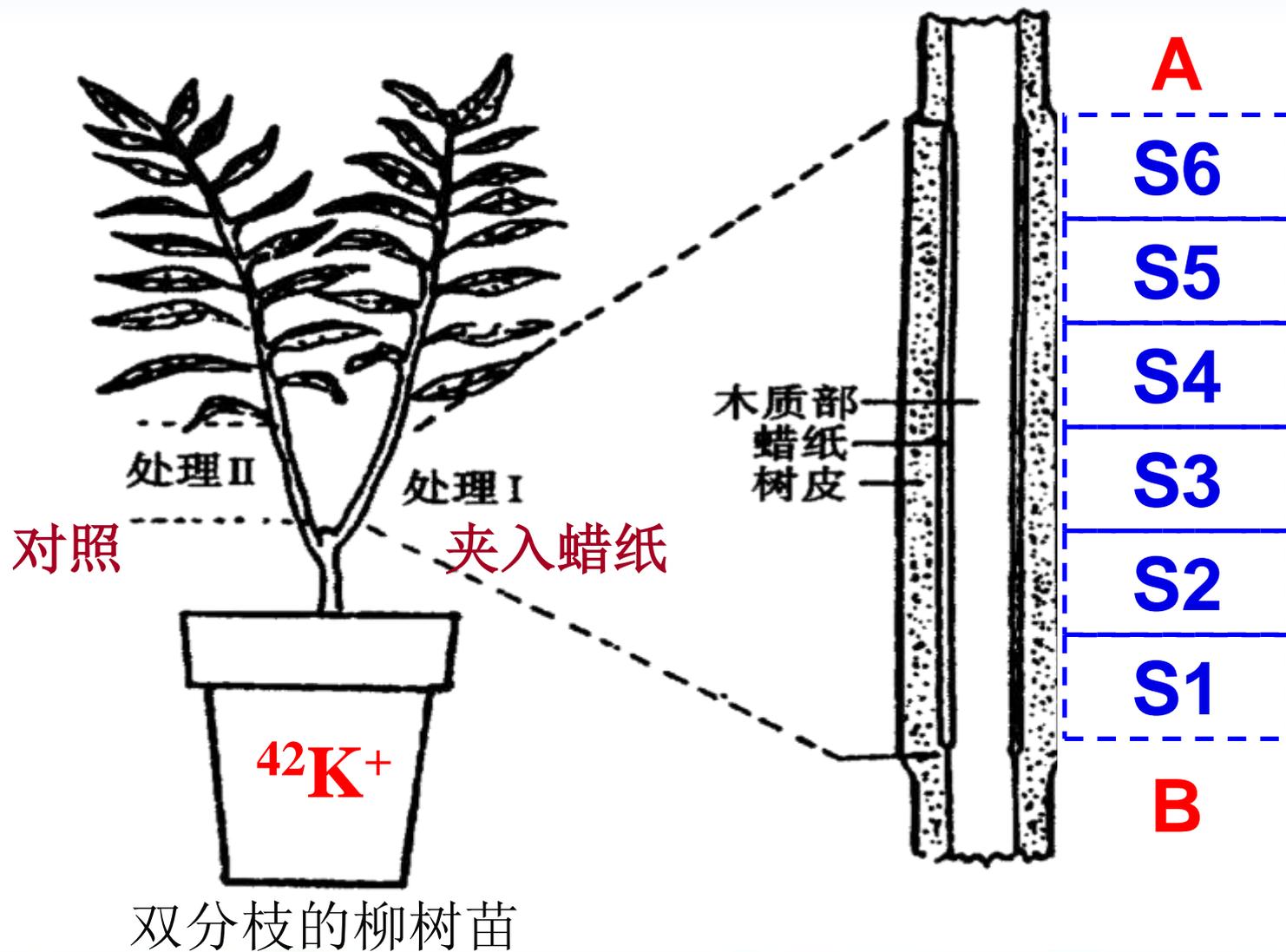
以**硫酸根（ $\text{SO}_4^{2-}$ ）形式运输**；少部分转变成甲硫氨酸和谷胱甘肽含硫有机物运输。

## 金属元素:

以**离子状态运输**。



## (二) 矿质元素运输的途径



## $^{42}\text{K}$ 在柳茎中的分布 ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )

部位	处理 II		处理 I (有蜡质)	
	韧皮部	木质部	韧皮部	木质部
A	64	56	43	47
S6			11.6	119
S5			0.9	122
S4	87	69	0.7	112
S3			0.3	98
S2			0.3	108
S1			20.0	113
B	74	67	84	58



# 结论:

- ① 根吸收的矿质元素（如 $K^+$ ）通过木质部导管向上运输
- ② 矿质元素（如 $K^+$ ）可以从木质部活跃地横向运输到韧皮部



与根不同，叶片吸收的矿质元素可进行双向运输，主要通过韧皮部的筛管进行；还可以从韧皮部横向运输到木质部，然后再向上运输。

矿质元素在植物体内的运输速率与植物种类，生育期及环境条件等因素有关，一般在30-100cm/h。



## 二、矿质元素在植物体内的分配

矿质元素在植物体内的分配因离子是否参与体内**离子循环**而异。

植物吸收矿质元素后可运输到体内的各个部分，**生长旺盛的器官可得到较多元素的供应，器官衰老时有些元素可重新释放出来**，并向外运输到新生器官中去，但也有些元素形成的化合物不易分解，器官衰老乃至脱落时仍然残留在原来器官中。



**可再利用元素**（如氮、磷、镁、钾）：进入植物体后呈离子状态或形成不稳定的化合物，在植物体内可以移动，能被再度利用的元素。

**不可再利用元素**（如钙、铁、锰、硼）：进入细胞后呈难溶解的稳定化合物，在植物体内难以移动，不能被再度利用的元素。

**可再利用元素**缺乏时，**老叶**先出现病症；

**不可再利用元素**缺乏时，**嫩叶**先出现病症。

可在利用元素缺乏



不可再利用元素缺乏



# 第六节 植物对氮、磷、硫的同化

**同化作用：**把吸收的简单无机物转化为复杂的有机物的过程。

- 一、氮的同化
- 二、磷的同化
- 三、硫的同化



# 一、氮的同化

空气中含有约**78%的氮气(N<sub>2</sub>)**，但植物却无法直接利用这些分子态氮。只有某些微生物(包括与高等植物共生的**固氮微生物**)才能利用大气中的氮气。而**植物所利用的氮源,主要来自土壤。**



## 土壤中的含氮化合物：

- 1、有机含氮化合物：主要来源于动物、植物、微生物躯体的腐烂分解（如氨基酸、酰胺和尿素等）。
- 2、无机氮化合物：植物体氮素的主要来源，以铵盐和硝酸盐为主。



# 无机氮化合物

铵态氮( $\text{NH}_4^+$ )



立即被同化用于氨基酸的合成

硝态氮( $\text{NO}_3^-$ )

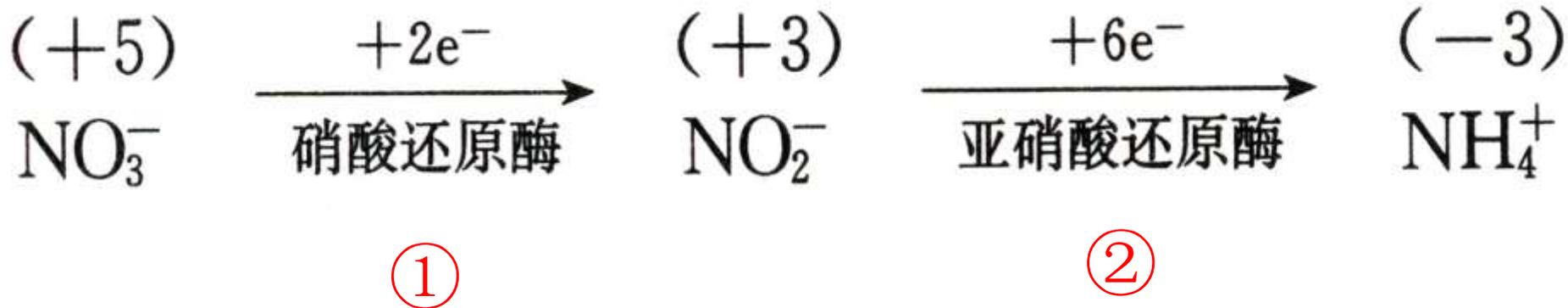


必须首先还原为铵态氮后才能被进一步同化



# (一) 硝态氮的还原

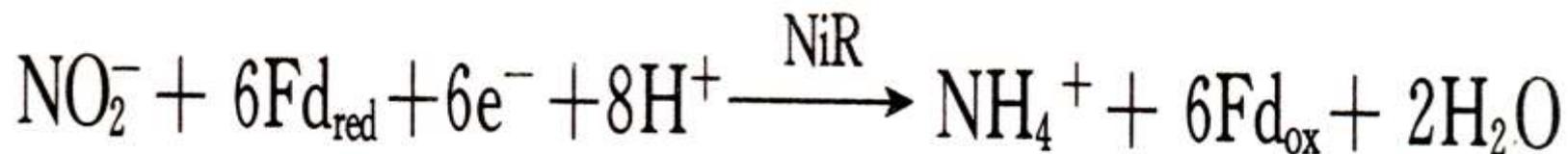
$\text{NO}_3^-$  进入细胞后被**硝酸还原酶**和**亚硝酸还原酶**还原成**铵**。



① 硝酸还原酶催化硝酸盐还原为亚硝酸盐:



② 亚硝酸还原酶催化亚硝酸盐还原为 $\text{NH}_4^+$



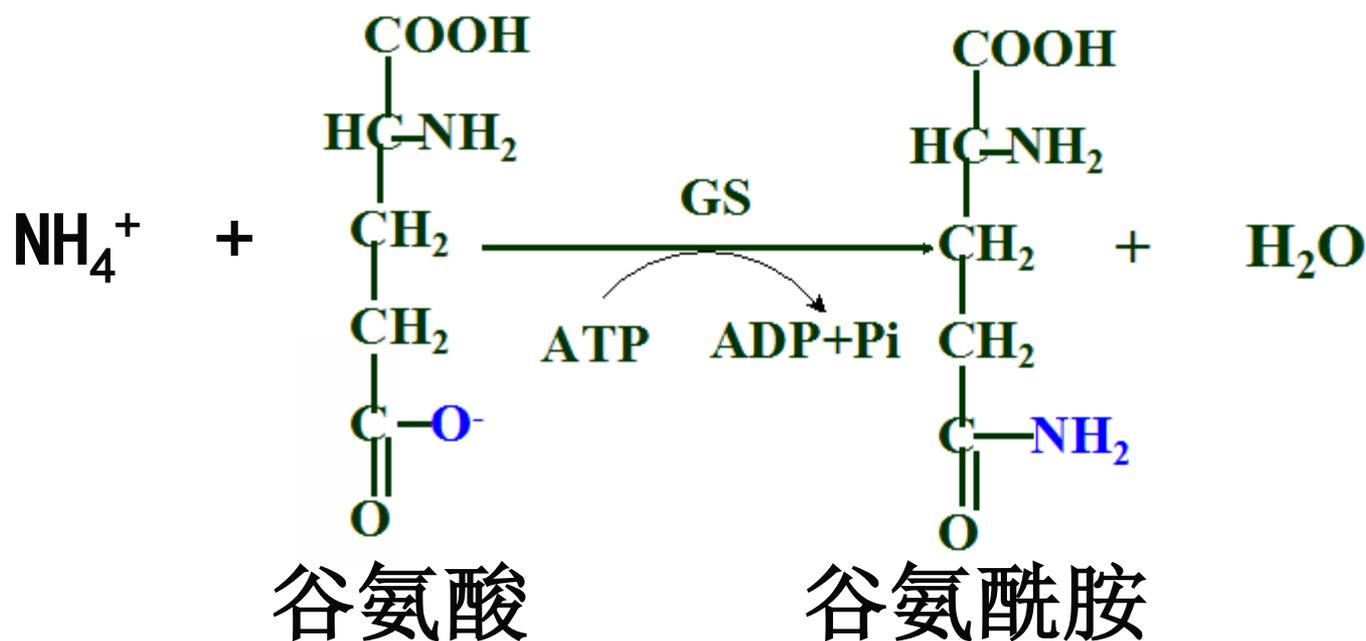
## (二) 氨态氮的同化

植物体吸收的铵盐或硝酸盐还原成为氨以后，立即被同化。否则，植物体内积累的过多的氨将抑制呼吸过程中的电子传递系统，毒害植物。

植物体内氨的同化主要通过谷氨酰胺合成酶(GS)-谷氨酸合酶途径。

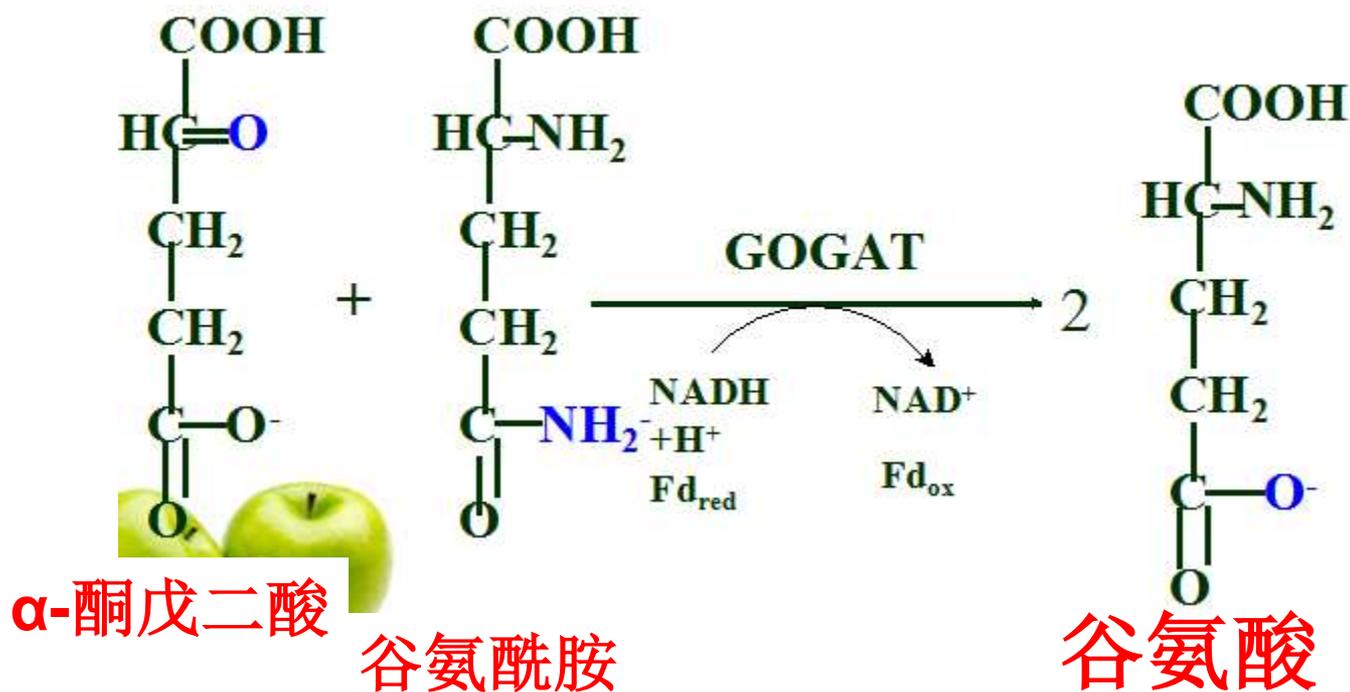


1.2.1 谷氨酰胺合成酶途径 在谷氨酰胺合成酶(GS)的作用下，使铵与谷氨酸结合，形成谷氨酰胺。



## 1.2.2 谷氨酸合酶途径

在谷氨酸合酶的催化作用下，分别以  $\text{NAD}+\text{H}^+$  或者还原态的Fd微电子供体，谷氨酰胺与 $\alpha$ -酮戊二酸发生反应，生成两分子的谷氨酸。



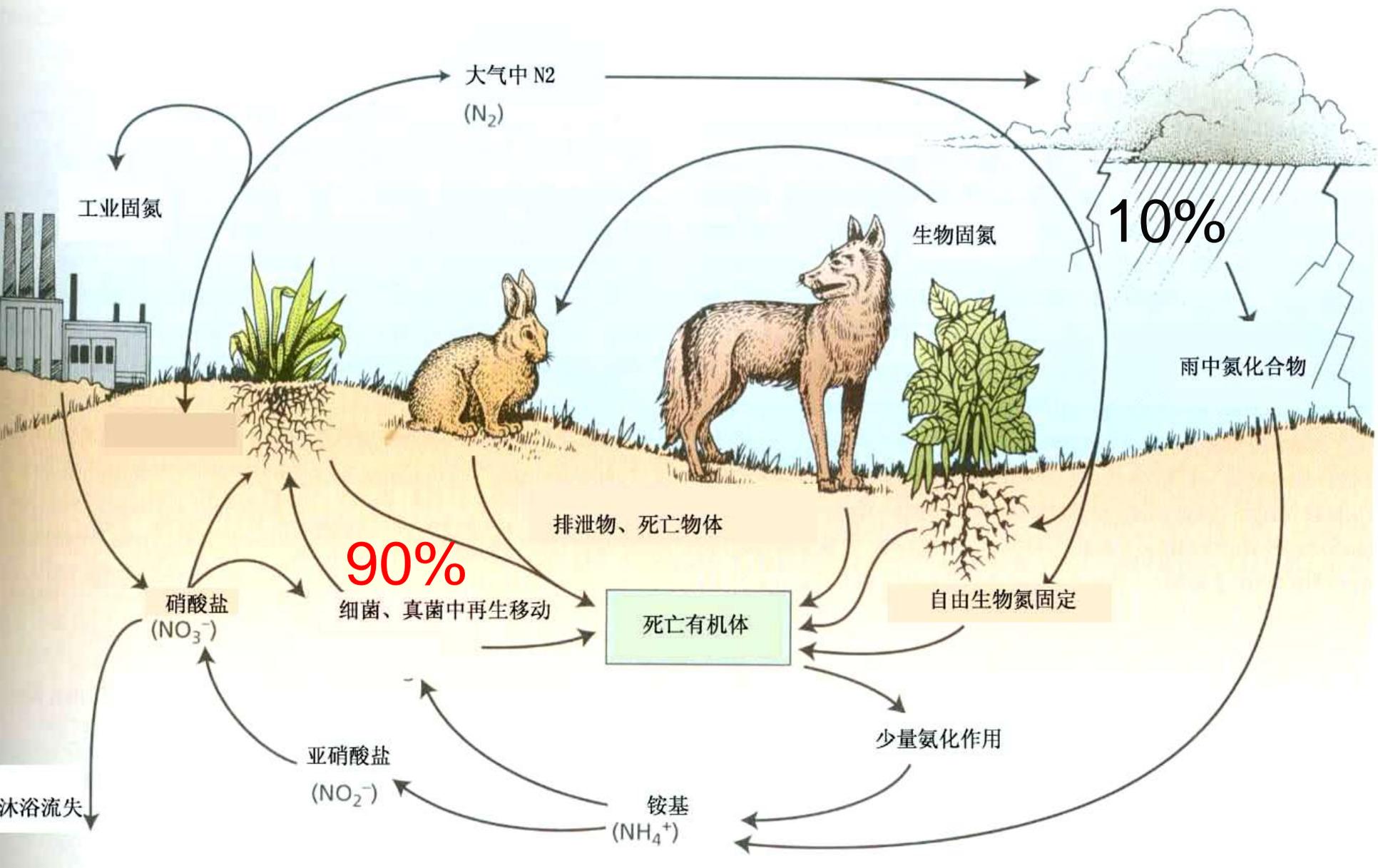
## (三) 生物固氮

**固氮作用：**空气中的游离氮固定转化为含氮化合物的过程。

自然固氮 { 闪电 (10%)  
                  { 微生物 (90%)

**生物固氮：**微生物把空气中的游离氮固定转化为含氮化合物的过程。





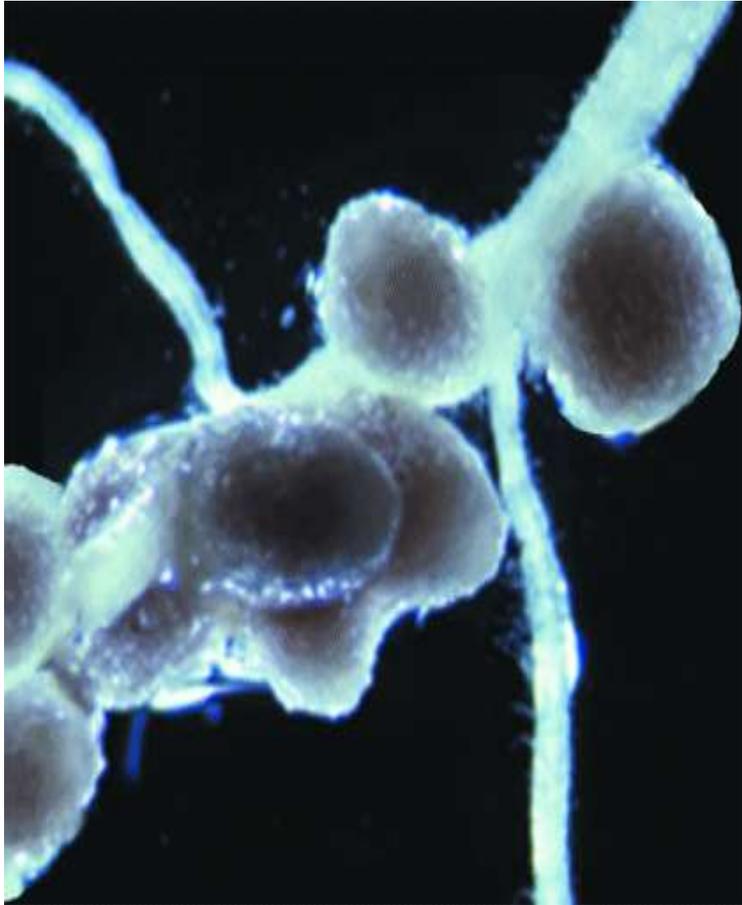
# 两类固氮微生物：

① 自生固氮微生物：细菌和蓝绿藻

② 共生固氮微生物：根瘤菌、放线菌、蓝藻等。



根瘤：根瘤菌侵入豆科植物根部细胞而形成的瘤状共生结构。



豌豆根瘤菌



大豆根瘤菌



# 生物固氮的过程：



以氮气为原料，合成氨。固氮作用的最终产物为氨，是一个耗能反应。



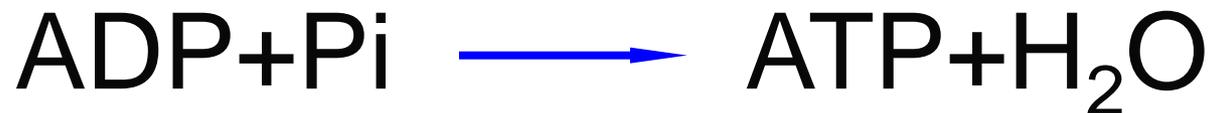
# 生物固氮的意义：

生物固氮可以**改良土壤，增加土壤肥力**。在农田放养红萍、种植紫云英、田菁、花生和大豆等豆科植物，是改良和保护土壤最有效最经济的方法之一。



## 二、磷的同化

主要通过光合磷酸化、氧化磷酸化及底物水平磷酸化，与ADP形成ATP。



# 三、硫的同化

硫( $\text{SO}_4^{2-}$ )的同化分两步：

- ①活化阶段生成腺苷酰硫酸(APS)
- ②还原阶段合成半胱氨酸



# 1. 活化阶段

(1)  $\text{SO}_4^{2-}$  的活化：与ATP作用形成腺苷酰硫酸(APS)



(2) APS 进一步活化形成3'-磷酸腺苷-5'-磷酰硫酸(PAPS)

**PAPS与APS可相互转化**

# 2. 还原阶段

**APS → 半胱氨酸。**

半胱氨酸是从无机硫转变为有机硫的重要媒介



## 第七节 合理施肥的生理基础

“有收无收在于水，多收少收在于肥”

施肥不当反而导致减产

合理施肥:以最少量的肥获取最高产量，最大限度地提高经济效益。



# 一、作物的需肥规律

## (一) 不同植物需肥不同

- ① 栽培叶菜类：白菜、菠菜等——**氮肥**；
- ② 水果类：番茄、西瓜等——**氮磷肥**；
- ③ 块茎，块根：甘薯、马铃薯等——**钾磷肥**；



## (二) 同一植物不同生育时期需肥不同

- ①叶菜类蔬菜：自始至终要求较高水平的氮。
- ②豆科植物：苗期要求氮，此后磷钾肥。
- ③禾本科玉米：5片叶以前对氮磷钾需要量很少。



## 两个概念：

**营养临界期：**植物最需要营养的时期，或缺乏营养减产最敏感的时期。

**植物营养最大效益期**

**(最高生产效率期)：**在植物的一生中，施肥的营养效果最好的时期。



### (三) 生长中心需肥量最大

生长中心是指生育期中那些生长旺盛，代谢强，需营养物质多的器官，它在各种器官中优先得到养分的供应。



## 二、合理施肥的指标

- ①满足植物对必需元素的需要；
- ②使肥料发挥最大的经济效益。

**施肥不当不仅造成肥料浪费，还会导致减产**

**(一) 形态指标**

**(二) 生理指标**



## （一）形态指标

即依据作物的外部形态特征判断缺肥与否及缺肥的种类。

**1. 长相** 如N多生长快，双子叶植物叶片深而肥大；反之缺N，叶小、色浅，生长慢。

**2. 叶色** 叶色深浅，与叶绿素含量相关，它最能反映N素水平，两者成正相关。



## (二) 生理指标

- 1. 叶片中的元素含量** “叶分析”测定叶片或叶鞘等组织中矿质元素含量，判断营养的丰缺情况。
- 2. 叶绿素含量** 叶绿素形成及其含量与矿质元素供给状况有关，特别与氮的水平有关。
- 3. 酰胺和淀粉含量** 顶叶内如有酰胺，表示氮素营养充足，反之，则说明氮素营养不足。
- 4. 酶活性** 如缺铁，过氧化物酶和过氧化氢酶活性下降



## 第三章 矿质营养

### Part 1

### 植物如何获得矿质营养

---

植物获得矿质营养之后？

### Part 2



# 收多收少在于肥

17种必须元素: 大量元素(>0.1%), 微量元素

必需元素的生理功能及缺素病症

是否可再利用: ①氮磷钾镁(是); ②钙铁硼锰铜钼(否)

除必需元素外还有: ①有益元素; ②有害元素(汞、铅、钨、铝等)

缺素诊断法: 病症诊断法; 化学分析法; 加入诊断法

植物细胞对矿质元素的吸收(具选择性): ①被动吸收(单纯扩散, 协助扩散); ②主动吸收(ATP酶, 原初主动运输和次级主动运输); ③胞饮作用

根系对矿质元素的吸收: 具选择性(生理酸性, 碱性及中性盐); 单盐毒害和离子拮抗; 与水分吸收的关系

部位: 根尖(根毛区最强, 交换吸附); 途径: 质外体途径、共质体途径

凯氏带: 保护性组织

影响因素: (一)根系自身因素(二)土壤因素: 温度, 通气, 溶液浓度, pH, 含水量, 微生物, 离子相互作用

植物地上部分对矿质元素吸收: 叶面营养

## 植物获得矿质营养之后?

### 矿质元素在植物体内的运输与分配

运输的形式:①氮(有机氮化合物);②磷(正磷酸);③硫(硫酸根);④金属元素(离子)

运输的途径:①主要通过木质部向上运输;②也可以横向运输到韧皮部

分配:根据参与体内离子循环与否分为①可再利用元素与②不可再利用元素

### 植物对氮、磷、硫的同化

氮的同化:①铵态氮(立即被同化);②硝态氮(还原为铵态氮后才能被进一步同化)

磷的同化:主要通过光合磷酸化、氧化磷酸化及底物水平磷酸化,与ADP形成ATP

硫的同化:①活化阶段生成APS;②还原阶段合成半胱氨酸

### 实际应用:合理施肥的生理基础

营养临界期和植物营养最大效益期(最高生产效率期)的定义

合理施肥指标:①形态指标(长相;叶色);②生理指标(叶片中元素、叶绿素、酰胺和淀粉含量;酶活性)

