



普通高等教育“十二五”规划教材

植物生理学

(第二版)

张立军 刘新 主编



科学出版社

第二章

蔡泽坪

QQ: 494266605

Tel: 13909481919

课程交流群: **316349147**



蔡泽坪

扫一扫二维码，加我QQ。



小树

扫一扫二维码，加入该群。

第二章 植物的水分生理

第一节 水在植物生命活动中的作用

第二节 植物细胞对水分的吸收

第三节 植物根系对水分的吸收

第四节 植物的蒸腾作用

第五节 水分在植物体内的向上运输

第六节 合理灌溉的生理基础

水分在生命活动中具有非常重要的作用，生命起源于水，水是生命之源。

“有收无收在于水，收多收少在于肥”

“风调雨顺，五谷丰登”



第二章 植物的水分生理

植物对水分的吸收、运输、利用和散失的过程,称为植物的水分生理或水分代谢 (water metabolism) 。

植物的水分代谢包含三个内容：水分的吸收、水分在植物体内的运输、水分的利用和排出。

根据水分代谢机理指导作物的合理灌溉。

第一节 水在植物生命活动中的作用

一. 植物的含水量

二. 植物体内水分存在的状态

三. 水分在植物生命活动中的作用



第一节 水分在植物生命活动中的作用

一、植物的含水量

水是植物体的重要组成部分,其含量常常是植物生命活动强弱的决定因素。植物的含水量一般占组织鲜重的70%~90%。但含水量并不是固定不变的,它随植物种类、植物组织及外界环境条件而变化。水生植物的含水量在90%以上,中生植物一般为70%~90%,而在干旱环境中生长的旱生植物和地衣、藓类等低等植物则更低,如地衣可低达6%。



地衣是真菌和藻类共生的一类特殊植物。无根、茎、叶的分化,能生活在各种环境中,被称为“植物界的拓荒先锋”。



第一节 水分在植物生命活动中的作用

同一植物的不同器官和组织的含水量差异也很大。凡是生命活动较活跃的组织 and 器官,如嫩梢、根尖、幼叶、幼苗、发育的种子或果实含水量都比较高,为70%~85%;凡是趋于衰老的组织 and 器官,含水量都比较低,可在60%以下;一些生命活动较弱器官的含水量更低,如树干为40%~55%,休眠芽为40%,风干种子为8%~14%。

同一植物生长在不同环境中,含水量存在差异。凡是生长在荫蔽、潮湿环境中的植物,其含水量比生长在向阳、干燥环境中的植物含水量高。

椰子的食用部分包括椰子水(液体胚乳)和椰子肉(固体胚乳)





第一节 水分在植物生命活动中的作用

二、植物体内水分的存在状态

植物体内的水分可分为自由水和束缚水两种形式。

水是由两个氢原子和一个氧原子构成的,氧原子中心与两个氢原子中心连线的夹角约为 105° 。由于其结构的不对称性而产生极性,即氧偏向带有负电荷而氢偏向带有正电荷。

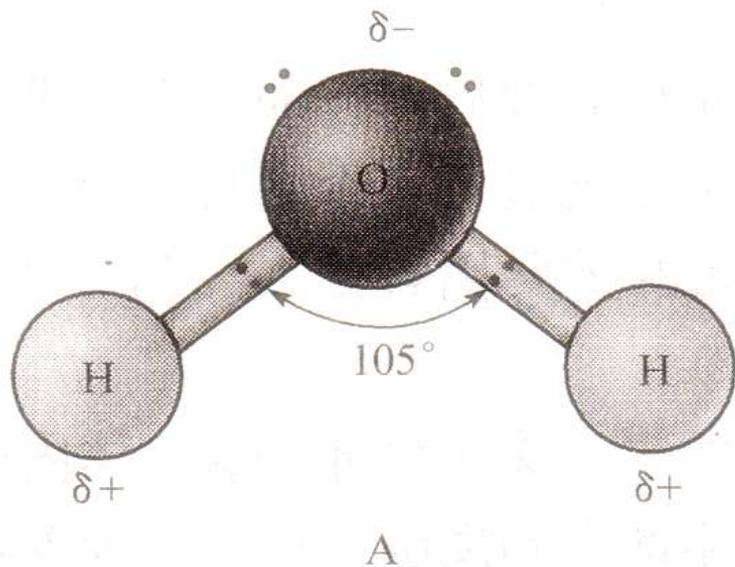


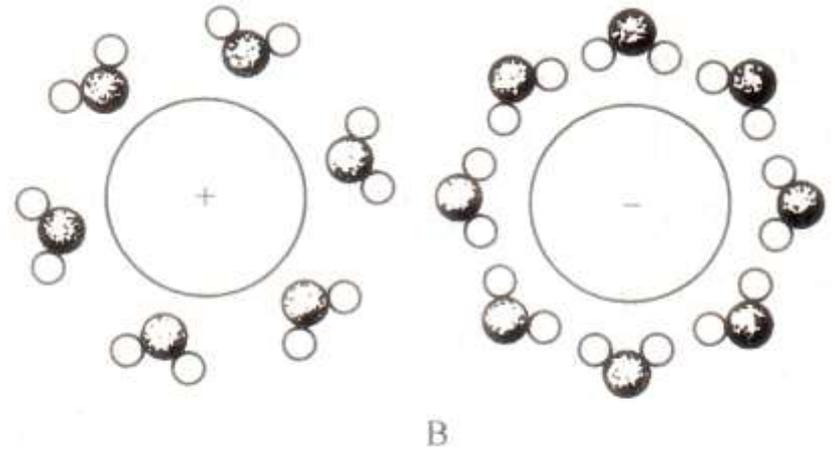
图 2-1 水分子的结构



第一节 水分在植物生命活动中的作用

极性水分子中的氢原子能够与亲水基团中电负性强的原子靠静电引力形成非共价键,而极性水分子中的氧原子能够与亲水基团中电正性强的原子靠静电引力形成非共价键,即氢键(hydrogen bond)。因此亲水物质可通过氢键吸附大量的水分子,这种现象称为水合作用(hydration)。

在细胞中被蛋白质等亲水大分子组成的胶体颗粒或渗调物质所吸附的不易自由移动的水分称为束缚水(bind water): 束缚水在温度升高时不易蒸发,温度降低时也不易结冰,且难于参与细胞内的代谢反应,其含量相对恒定。



和亲水胶粒吸附水分子 (B) 示意图

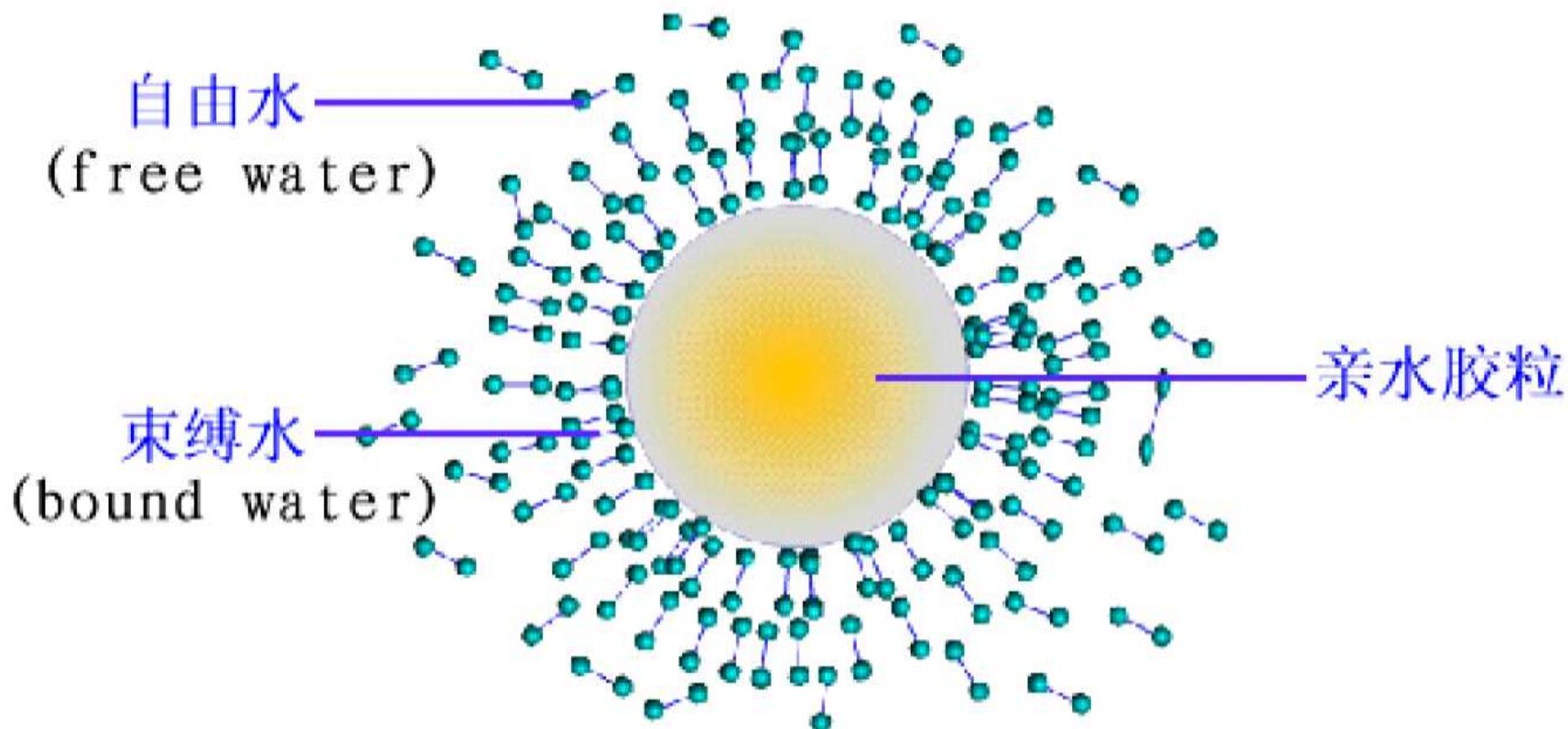


第一节 水分在植物生命活动中的作用

距离胶体颗粒或渗透调节物质远,不被吸附或受到的吸附力很小而能自由移动的水分是自由水(free water)。自由水含量变化很大,它的主要作用是供给蒸腾、参与代谢反应、作为营养物质运输的溶剂、维持植物体紧张度等。事实上,两种状态的水划分是相对的,它们之间并没有一个明显的界限。



	两者比值	原生质	代谢	生长	抗逆性
自由水	高	溶胶	旺盛	快	弱
束缚水	低	凝胶	活性低	迟缓	强





第一节 水分在植物生命活动中的作用

三、水分在植物生命活动中的作用

水分在植物生命活动中有极其重要的作用,主要表现在以下几个方面。

(1)水是植物细胞原生质的重要组分。

(2)水是植物体内代谢反应的参与物质。

(3)水是代谢反应和物质吸收运输的良好介质。

(4)水能保持植物固有的姿态。

(5)水的理化性质给植物的生命活动带来了各种有利条件。

①化学特性:使水具有稳定细胞原生质胶体的作用。

②力学特性:有利于有机物和无机离子以水溶状态到达任何需要的部位。

③热学特性:有利于植物散发热量和保持体温。

④光学特性:水能吸收红外光,并能透过可见光和紫外线,对植物的光合作用和生长发育等有重要意义。

第二节 植物细胞对水分的吸收

一. 水势

二. 渗透作用与渗透势

三. 植物细胞对水分的吸收



第二节 植物细胞对水分的吸收

细胞是植物水分吸收的基本单位,而细胞吸收水分的根本动力是细胞与外部环境的水势差。

一、水势 Ψ 读【psi】普赛

根据热力学原理,系统中物质的总能量分为束缚能(bound energy)和自由能 (free energy)两部分。束缚能不能用于做功,而自由能是在恒温恒压条件下用于做功的那部分能量。在化学中把1偏摩尔物质所具有的自由能定义为该物质的化学势(chemical potential)。物质的化学势越大,化学反应速度或物质转移速度越快。化学势的绝对值不能测定,所以通常以给定状态和人为规定的标准状态的差值来表示,度量单位是每摩尔的能量(J/mol)。水的运动方向也可以用体系中水的化学势来表示。但在植物生理学中常用的水势 (water potential, Ψ_w) 概念并没有定义为“水的化学势”,而是指每偏摩尔体积 (partial molar volume \bar{V}_w) 水的化学势,度量单位为压力(P21压强),这也是水势与水的化学势的差别。水势可用公式表示:

$$\Psi_w = \frac{\mu_w - \mu_w^0}{\bar{V}_w} = \frac{\Delta\mu_w}{\bar{V}_w}$$



第二节 植物细胞对水分的吸收

$$\Psi_w = \frac{\mu_w - \mu_w^0}{\bar{V}_w} = \frac{\Delta\mu_w}{\bar{V}_w}$$

水势(Ψ_w)即溶液中水的化学势(μ_w)与同温同压下纯水的化学势(μ_w^0)之差($\Delta\mu_w$)除以水的偏摩尔体积所得的商。式中, \bar{V}_w 是指恒温恒压下,在无限大的多组分体系中加入1mol水,该体系体积的增量。实际应用时常以纯水的摩尔体积($1.8 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{mol}$)代替偏摩尔体积。

在植物生理学中,人为地将标准状况下(1个大气压下,引力场为0,与体系同温度)纯水的自由能和化学势规定为0。因为纯水的化学势最大,并规定为0,溶液中水的化学势就是负值。化学势的度量用能量单位J/mol($J=N \cdot m$),偏摩尔体积的单位为 m^3/mol ,所以根据上面的公式,水势的度量为**压力(压强)**单位Pa(Pascal, $N \cdot \text{m}^{-2}$)。水势单位一般用兆帕(MPa, $1\text{MPa}=10^6\text{Pa}$)来表示。过去曾用大气压(atm)或巴(bar)作为水势单位,它们之间的换算关系是 $1\text{MPa}=10\text{bar}=9.87\text{atm}$ 。($1\text{atm}=101325\text{Pa}$)



第二节 植物细胞对水分的吸收

二、渗透作用与渗透势

如图2-2所示,将半透膜(只允许溶剂分子透过而不允许溶质分子透过的膜)紧紧缚在漏斗大口上,并向内注入蔗糖溶液,然后浸入纯水中,使漏斗内的液面与外液的液面相等,整个装置就是一个渗透系统。

开始时半透膜内蔗糖溶液的液面与外面的水面是相等的,经过一段时间后蔗糖溶液的液面明显升高。产生这种现象的原因是由于外面纯水的水势高,半透膜内蔗糖溶液的水势低,因此水分子通过半透膜不断进入蔗糖溶液,使溶液的体积增大,液面上升。这种水分子(或其他溶剂分子)通过半透膜由高势能区域向低势能区域转移的现象称为渗透作用(osmosis)。

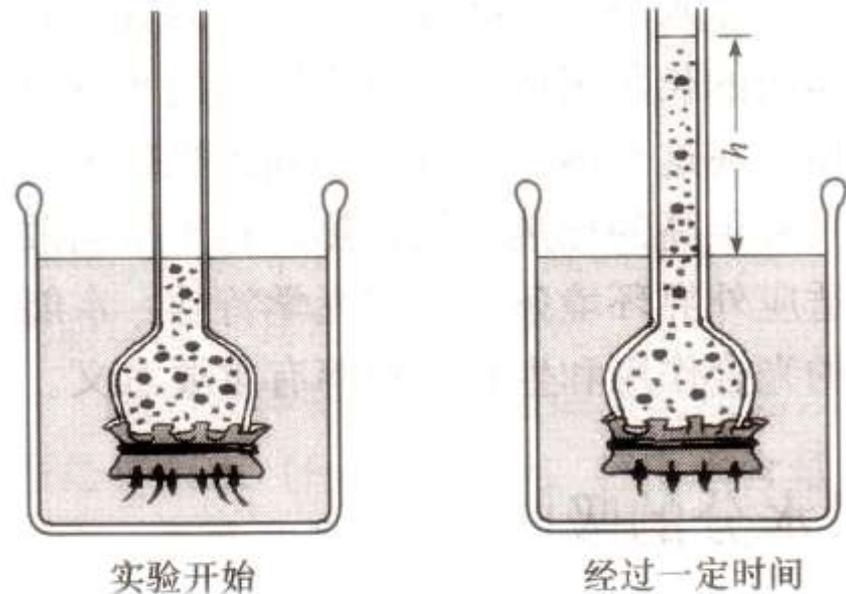


图 2-2 渗透系统示意图



第二节 植物细胞对水分的吸收

溶液浓度越大(溶质越多)、水势越低,液面上升得越高。在纯水中加入溶质导致水势降低,这种由于溶质的存在而使水势降低的作用称为溶质势(solute potential)或渗透势(osmotic potential),用 Ψ_s 表示,为负值。

对于稀溶液可用Vant Hoff公式计算:

$$\Psi_s = -iCRT$$

式中,

C为溶液的摩尔浓度;

i为等渗参数;

R为气体常数[0.00831MPa/mol·K];

T为绝对温度 (K)。

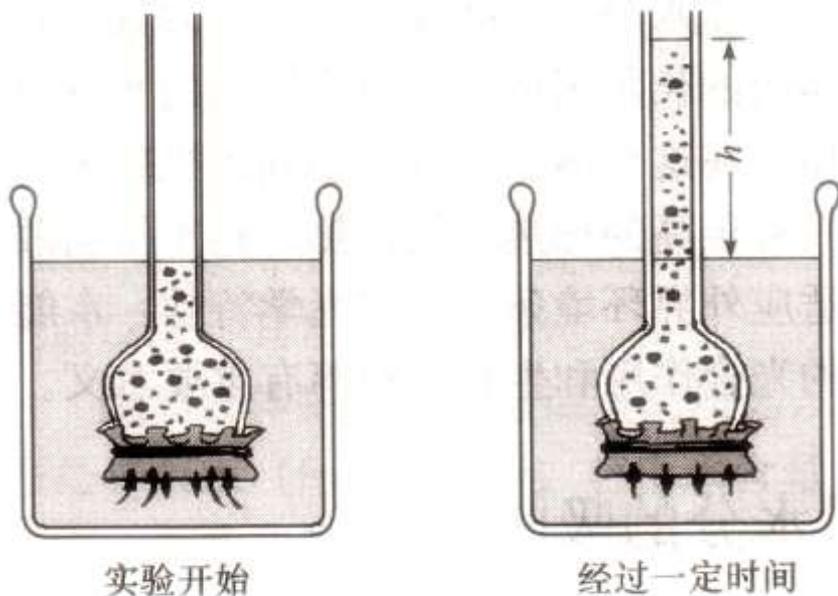


图 2-2 渗透系统示意图



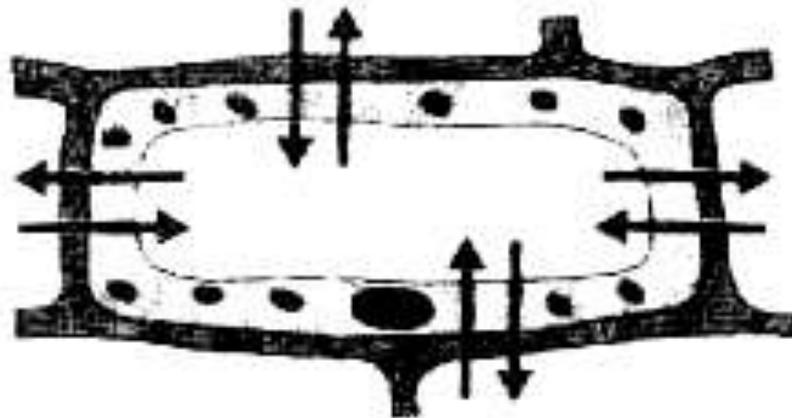
第二节 植物细胞对水分的吸收

三、植物细胞对水分的吸收

根据细胞吸水所依赖的水势差产生的原因,细胞吸水分为**渗透吸水**和**吸胀吸水**两种方式。

(一)渗透吸水

1. 植物细胞构成的渗透系统 在一个成熟的细胞中,原生质层(包括原生质膜、原生质和液泡膜)就相当于一个半透膜。如果把此细胞置于水或溶液中,则液泡内的细胞液、原生质层及细胞外溶液三者就构成了一个渗透系统。





第二节 植物细胞对水分的吸收

如果把具有液泡的细胞置于比较浓的蔗糖溶液(其水势低于细胞液的水势)中,细胞内的水向外扩散的速度大于外界水分子向内扩散的速度,整个原生质体收缩。最终,原生质体收缩成球状小团,细胞壁和原生质体之间充满蔗糖溶液。植物细胞由于液泡失水而使原生质体和细胞壁分离的现象,称为**质壁分离**(*plasmolysis*)(图2-3)。

如果把发生了质壁分离的细胞浸在水势较高的溶液或纯水中,外界的水分子便进入细胞,液泡变大,整个原生质体慢慢地恢复原状,这种现象叫**质壁分离复原**(*deplasmolysis*),或**去质壁分离**。

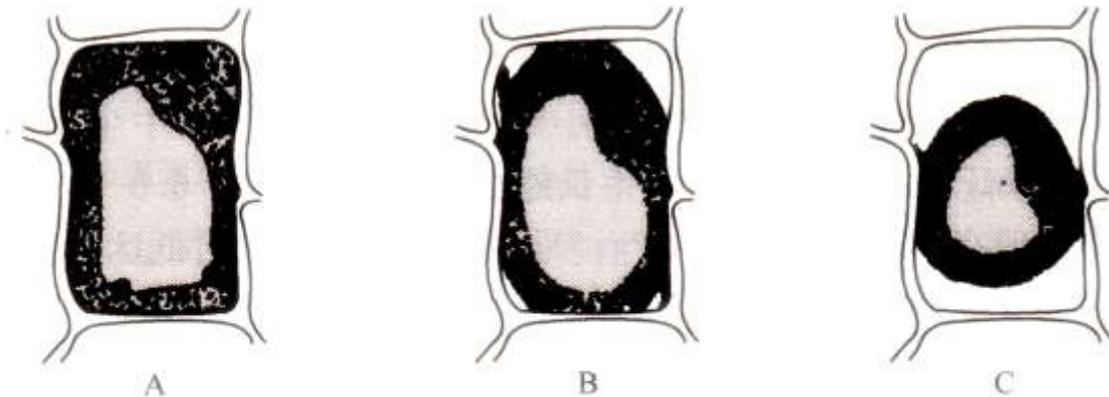


图 2-3 植物细胞质壁分离现象示意图

A. 正常细胞; B、C. 发生质壁分离的细胞

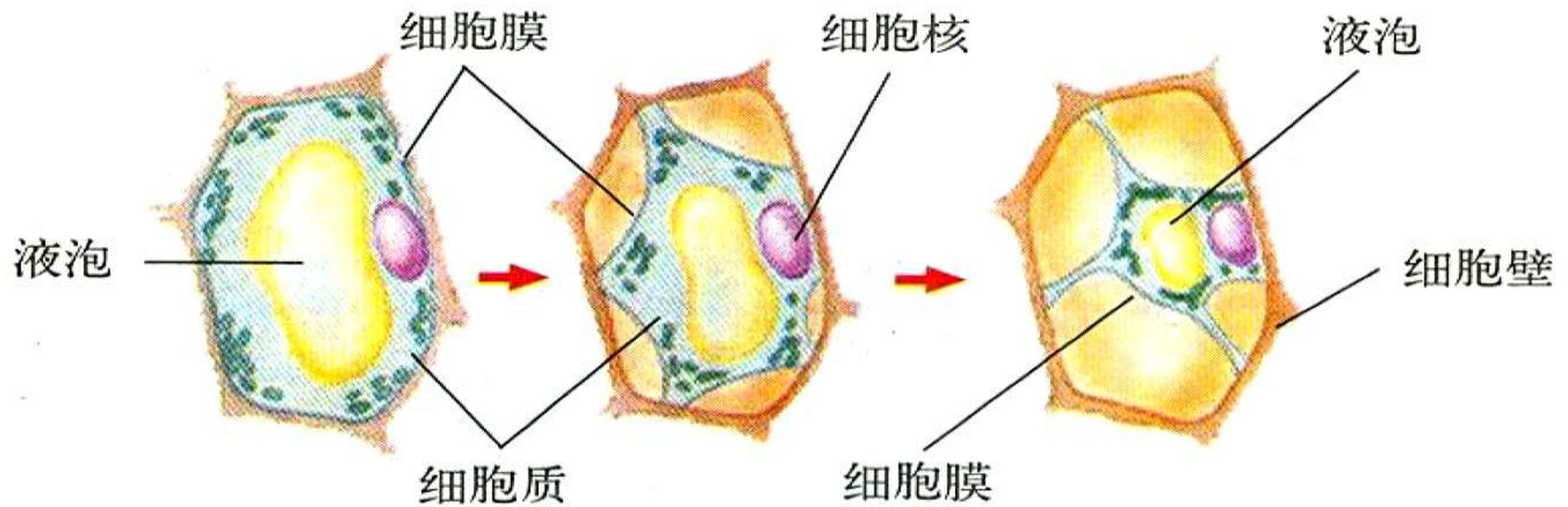
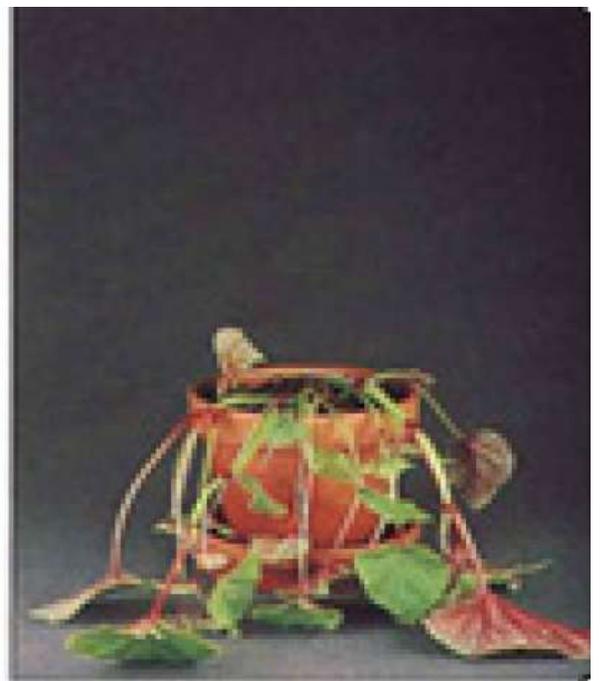
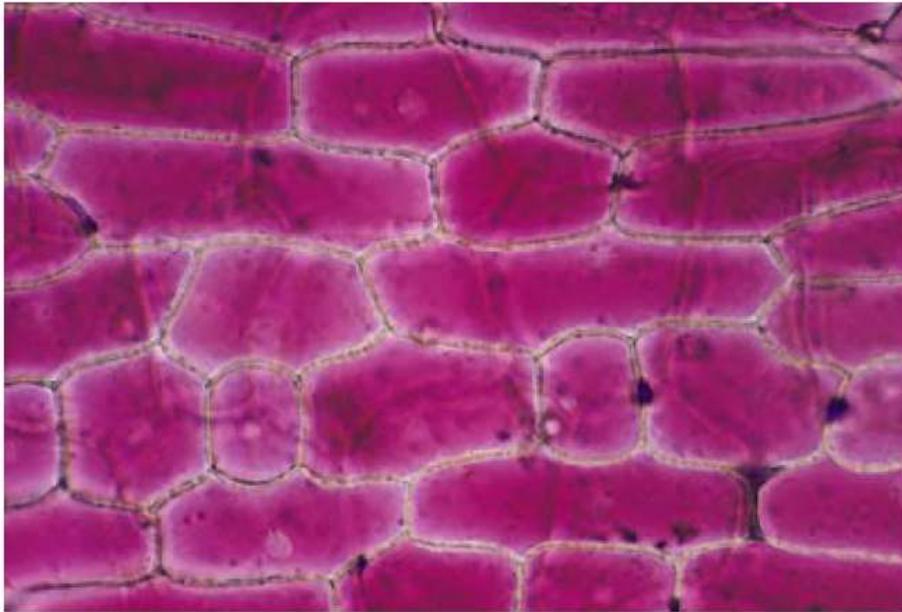
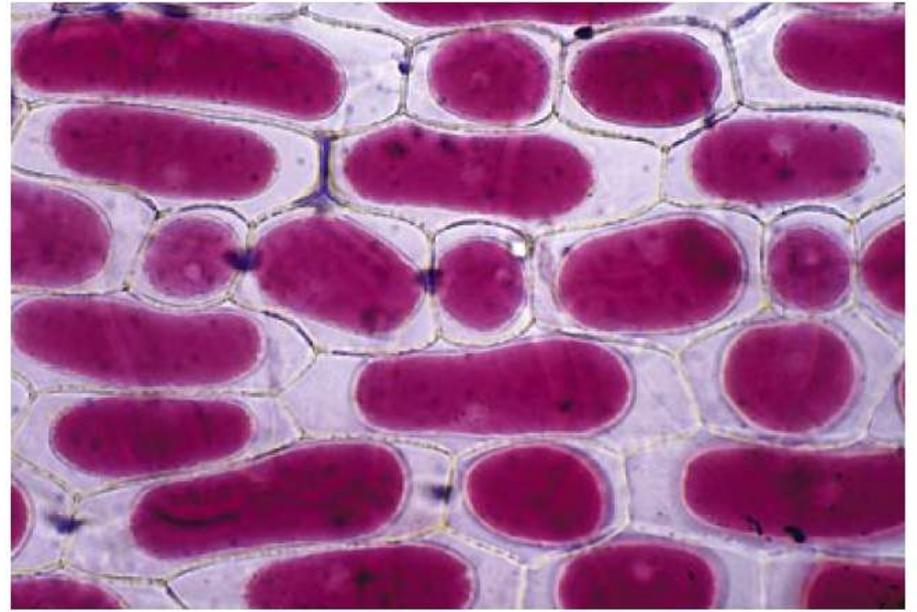


图 3-6 植物细胞质壁分离过程示意图

洋葱上表皮细胞的质壁分离



刚开始发生质壁分离



明显发生质壁分离



第二节 植物细胞对水分的吸收

由于原生质层不是一个典型的半透膜,溶质可以透过,只是透过速率较慢。因此,发生质壁分离的细胞如果较长时间放在溶液中,溶质也会逐渐通过扩散或细胞的吸收进入细胞,细胞液浓度提高,水势降低,细胞吸水,最后也会产生质壁分离的复原现象。

质壁分离现象可用于植物生理学研究:

- ①判断细胞的死活,死细胞的膜破坏不发生质壁分离现象;
- ②测定细胞的渗透势,将植物组织或细胞置于已知水势级差的系列溶液中,当细胞处于初始质壁分离状态时溶液的水势值等于该组织或细胞的渗透势;
- ③利用质壁分离复原的速度来判断物质透过细胞膜的难易程度。

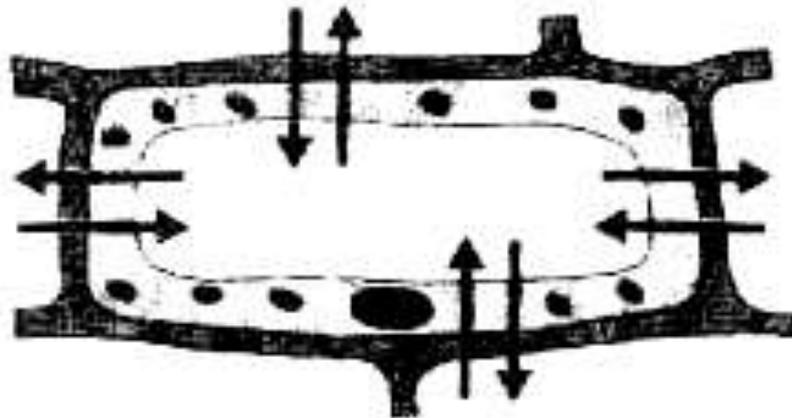


第二节 植物细胞对水分的吸收

2. 植物细胞的水势构成

植物细胞由于能发生渗透现象,所以能和外界进行水分交换。细胞吸水除与细胞液的渗透势(Ψ_s)有关外,还与细胞壁对内容物产生的压力势(pressure potential, Ψ_p)、原生质亲水胶体对水分子的吸附产生的衬质势(matric potential, Ψ_m)及重力势(gravity potential, Ψ_g)等因素有关,因此一个典型植物细胞的水势(Ψ_w)可表示如下:

$$\Psi_w(\text{水势}) = \Psi_s(\text{渗透势}) + \Psi_p(\text{压力势}) + \Psi_m(\text{衬质势}) + \Psi_g(\text{重力势})$$





第二节 植物细胞对水分的吸收

课本中举了一些具体的如何简化计算细胞水势的例子，请同学们自己去看。

胞放到纯水中，细胞吸水，体积增大， Ψ_p 随之增高，虚线向右移动。随着细胞含水量的增加，细胞液浓度降低， Ψ_s 增高， Ψ_w 也随着升高，细胞吸水能力下降。当细胞吸水达紧张状态，细胞体积最大， $\Psi_w = 0$ ， $\Psi_p = -\Psi_s$ (II)。如果把细胞放到低水势溶液中，细胞失水，体积缩小，虚线向左移动， Ψ_w 、 Ψ_p 、 Ψ_s 相应降低。达到初始质壁分离时 (III)， $\Psi_p = 0$ ， $\Psi_w = \Psi_s$ ，细胞相对体积为 1.0。当蒸腾很强烈时，细胞失水，体积缩小，但并不发生质壁分离现象，细胞壁会产生一个张力，增加细胞吸水的趋势，这时 Ψ_p 为负值， $\Psi_w < \Psi_s$ (IV)。这里顺便指出，用小液流法测定水势时测定的是细胞自然状态 (图中垂直虚线 I 处) 的水势，质壁分离法测定的是处于初始质壁分离状态时 (III) 的水势，也就是 Ψ_s 。

以上表明，细胞 Ψ_w 及其组分 Ψ_p 、 Ψ_s 与细胞相对体积间的关系密切，细胞的水势不是固定不变的， Ψ_s 、 Ψ_p 、 Ψ_w 随含水量的增加而增高。

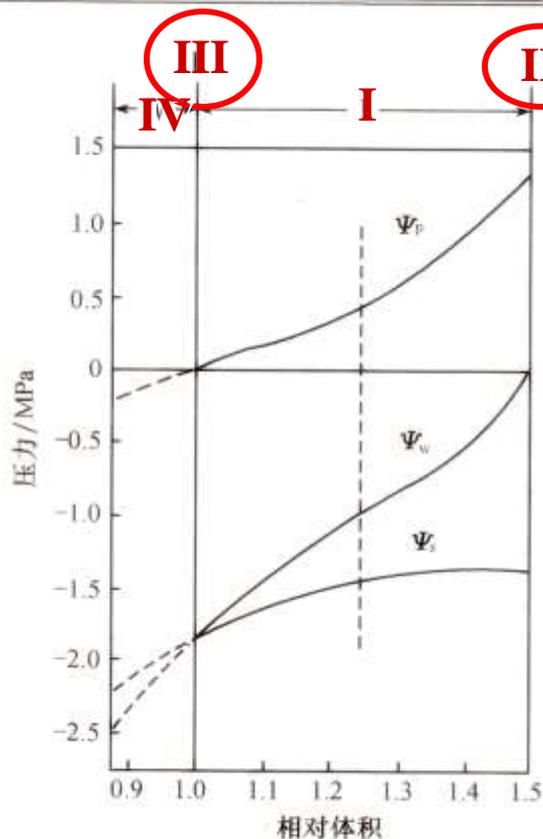


图 2-4 细胞水势、渗透势、压力势与体积的关系 (Höfler, 1920)



第二节 植物细胞对水分的吸收

3. 细胞之间的水分移动

水总是从高水势区域向低水势区域移动,因而水分进出细胞由细胞与周围环境之间的水势差决定。若环境水势高于细胞水势,细胞吸水;反之,水从细胞流出。对两个相邻的细胞来说,它们之间的水分移动方向也是由二者的水势差决定的。如图2-5所示,相邻的两个细胞A、B,经计算可知,A的水势 Ψ_{WA} 为-0.9MPa,B的水势 Ψ_{WB} 为-0.5MPa, $\Psi_{WA} < \Psi_{WB}$,则水从细胞B向细胞A移动。

水势差不仅决定水流的方向,而且影响水分移动的速度。而细胞间水势梯度(water potential gradient)越大,水分移动越快;反之则慢。

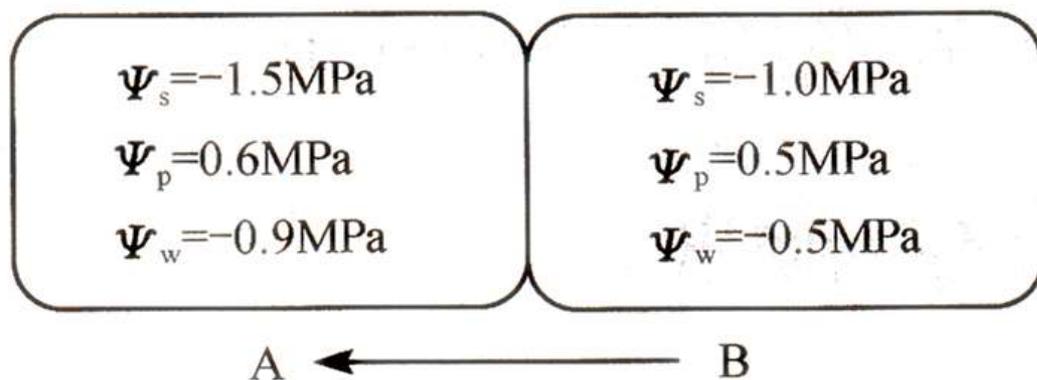


图 2-5 两个相邻细胞之间水分移动

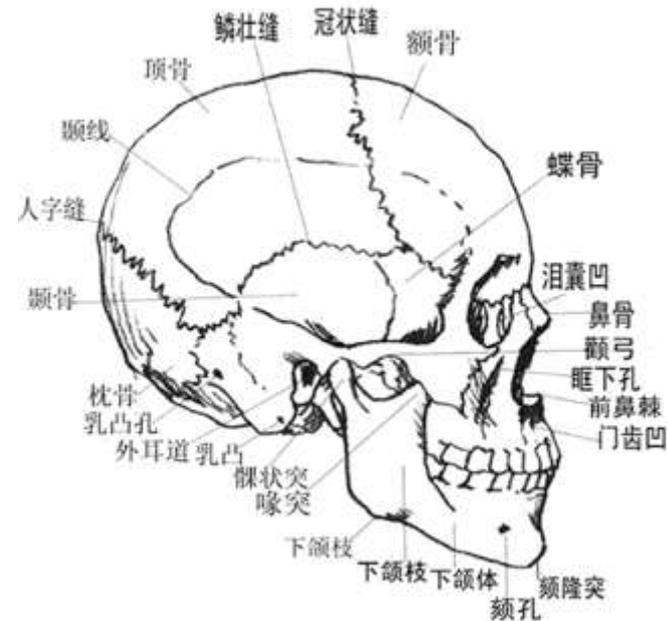


第二节 植物细胞对水分的吸收

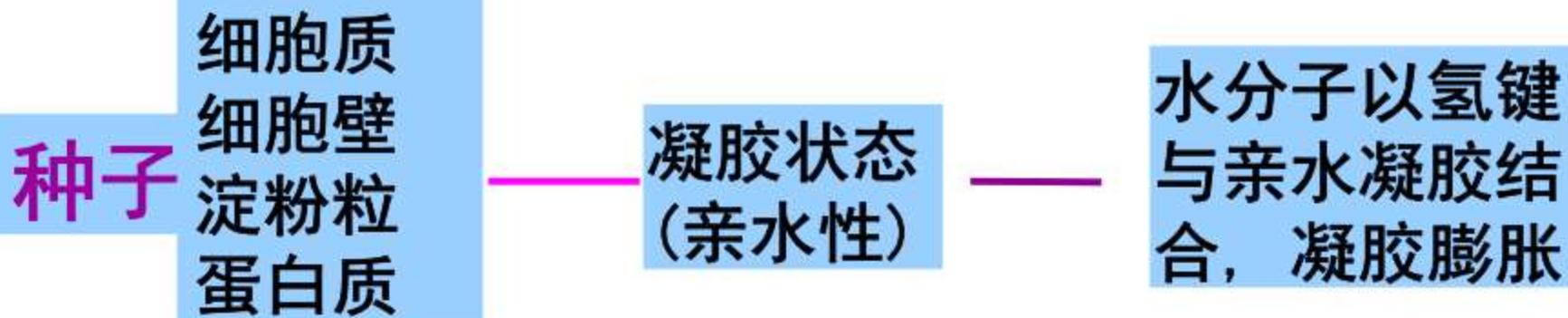
(二)吸胀吸水

试验表明,干燥的种子极易吸水。这是因为,构成种子细胞的细胞壁(由纤维素、果胶物质,半纤维素组成)、细胞质(主要由蛋白质构成)和贮藏物质(蛋白质、淀粉等)都是亲水性物质,其亲水性基团如 $-NH_2$ (氨基)、 $-SH$ (巯基)、 $-OH$ (羟基)、 $-COOH$ (羧基)可通过氢键与水结合,于是亲水性胶体尤其是构成原生质胶体的蛋白质由凝胶状态转变为溶胶状态,使细胞膨胀。亲水胶体吸水膨胀的现象,吸胀作用(imbibition)。

“人的头盖骨，结合得非常致密与坚固，生理学家和解剖学者用尽了一切的方法，要把它完整地分出来，都没有这种力气。后来忽然有人发明了一个方法，就是把一些植物的种子放在要剖析的头盖骨里，给它以温度与湿度，使它发芽。一发芽，这些种子便以可怕的力量，将一切机械力所不能分开的骨骼，完整地分开了，植物种子力量之大，如此如此。”——选自夏衍的散文《野草》。



吸胀作用 (imbibition) 是细胞亲水胶体吸水膨胀的现象。



亲水性:

蛋白质 > 淀粉 > 纤维素。

豆类种子吸胀现象非常显著。

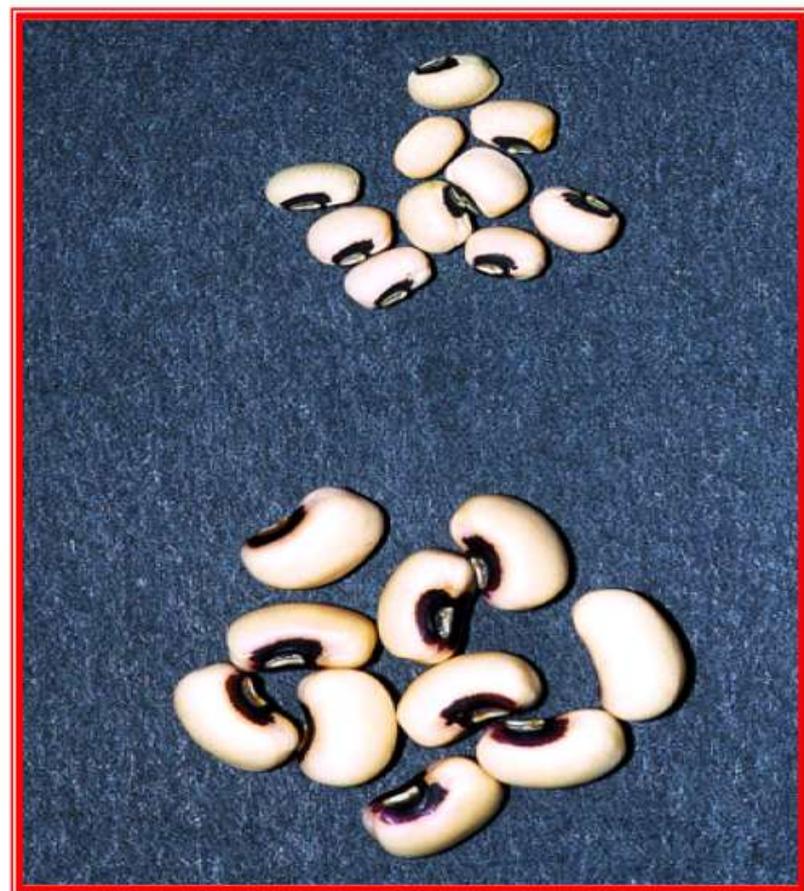
细胞在形成液泡之前的吸水主要靠吸胀作用

如：风干种子的萌发吸水

根据 $\psi_w = \psi_s + \psi_p + \psi_m$

$\psi_s=0$ $\psi_p=0$, 所以 $\psi_w = \psi_m$

即衬质势等于水势





第二节 植物细胞对水分的吸收

(三)水孔蛋白与水分的跨膜运动

水分在进入植物细胞间时,主要通过两种方式跨过膜系统(图2-6)。一种是单个水分子通过扩散的方式跨过膜。由于膜脂排列紧密,水扩散较慢,单靠扩散来完成水分快速跨膜是较困难的。另一种是水分子以集流(bulk flow)形式通过膜上水孔蛋白(aquaporin,AQP)或称为水通道(water channel)跨过膜。

水孔蛋白存在于植物细胞质膜及液泡膜上,分子质量为25~30kDa。该蛋白质是中间狭窄的四聚体,分子内部形成狭窄的水分子通道。通道的半径大于0.15nm(水分子半径),小于0.2nm(最小溶质分子半径),因此只允许水分子通过,不允许溶质(分子或离子)通过。

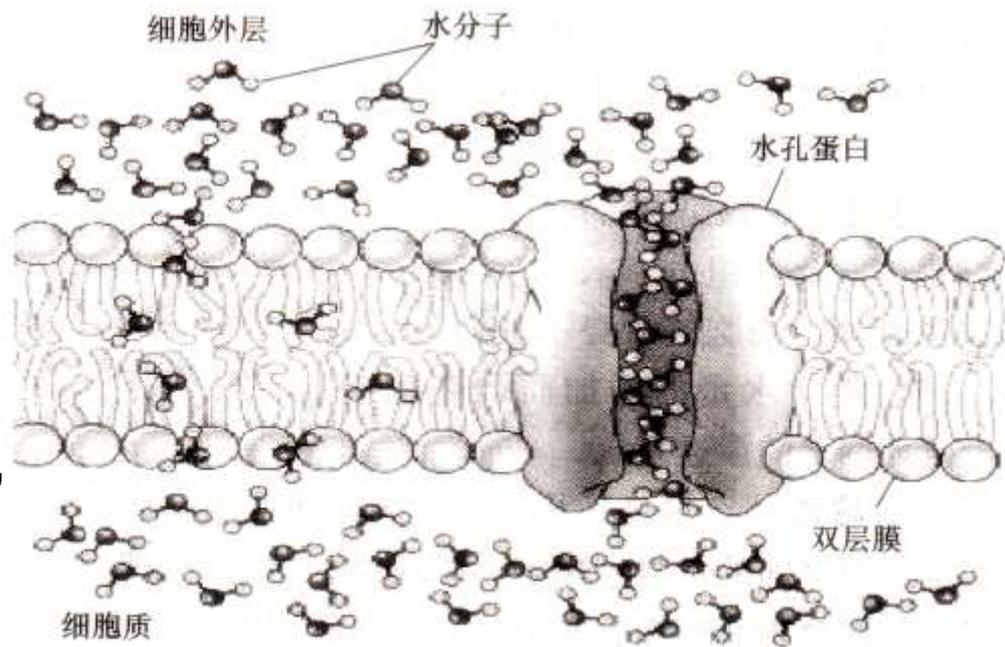
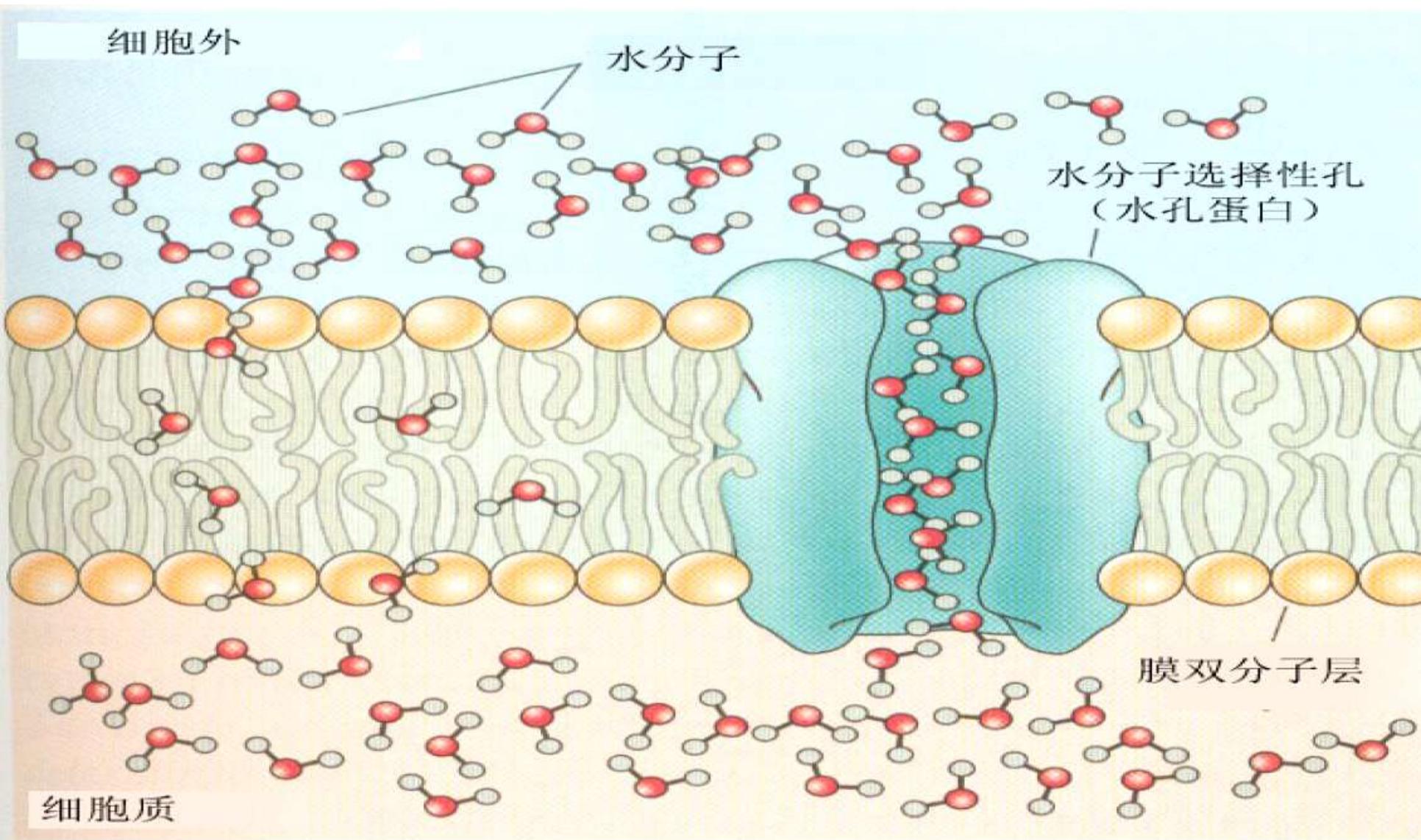
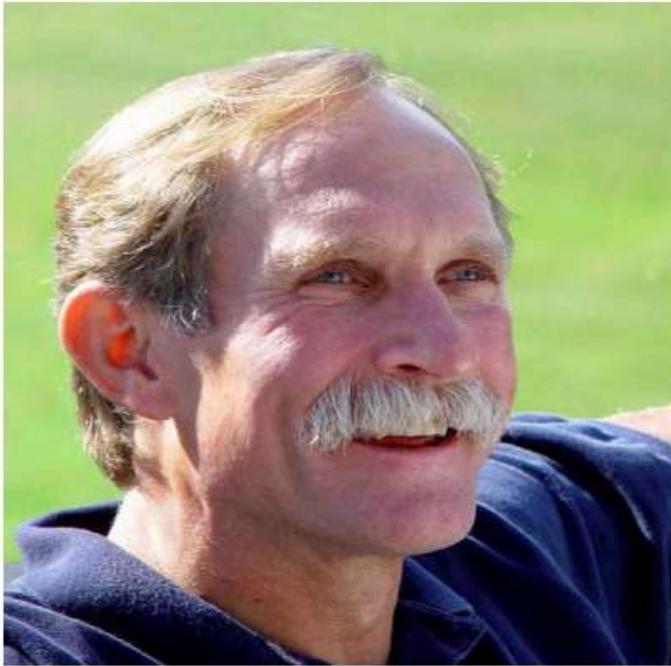


图 2-6 水分跨过细胞膜途径 (Taiz and Zeiger, 2002)



水分子可以穿过植物体膜，通过单个水分子的扩散作用穿过膜双分子层，如左部分所示，微量的水分子流通过由完整膜蛋白如水孔蛋白形成的水分子选择性孔道进入植物体膜内。

两位美国科学家在**细胞膜通道**研究领域取得卓越成绩，并获得了**2003年诺贝尔化学奖**。



彼得·阿格雷
(1949—)



罗德里克·麦金农
(1956—)

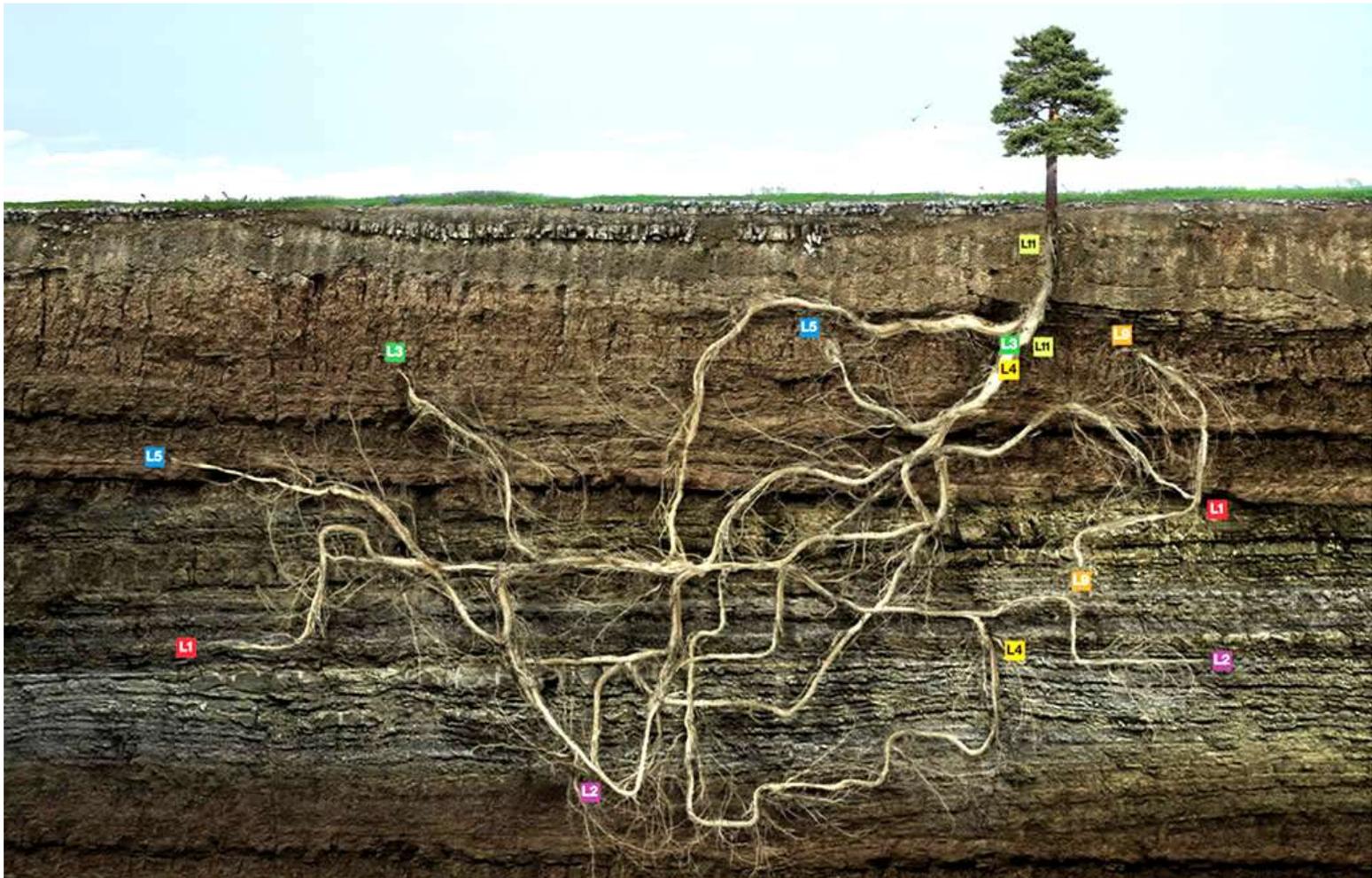
第三节 植物根系对水分的吸收

- 一. 根系吸水的部位
- 二. 根系吸水的途径
- 三. 根系吸水的方式和动力
- 四. 影响根系吸水的因素



第三节 植物根系对水分的吸收

陆生植物吸水主要是通过根系。根系在土壤中分布很广,其在土壤中的总面积远远大于地上部的总面积,这大大增强了土壤中根系的吸水能力。因此,根系是陆生植物吸水的主要器官。





第三节 植物根系对水分的吸收





第三节 植物根系对水分的吸收

一、根系吸水的部位

根系虽然很庞大,但并不是根的各部分都能吸水。事实上,表皮细胞木质化或栓(shuan)质化的根段吸水能力很小,根的吸水主要在根尖进行。在根尖,以根毛区的吸水能力为最强,伸长区、分生区和根冠吸水能力较小。





第三节 植物根系对水分的吸收

根毛区有许多根毛,增大了吸收面积(图2-7)。同时根毛细胞壁的外部由于果胶物质覆盖,黏性强,亲水性好,有利于与土壤颗粒黏着和吸水;而且根毛区输导组织发达,对水分的移动阻力小。所以,根毛区吸水能力最大。根毛区随着根的生长不断前进,老的不断死亡,新的不断产生,根毛的寿命一般只有几天。

由于根系主要靠根尖端部分吸水,所以,移栽苗木时为了避免损伤根尖,采用带土移栽能够提高成活率。

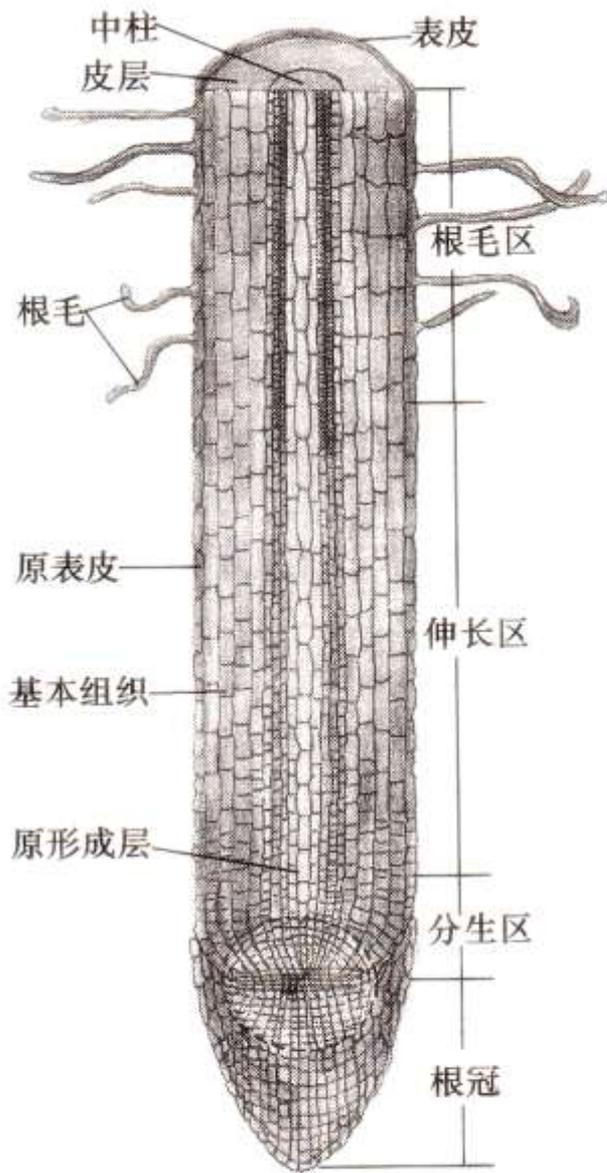


图 2-7 根尖解剖结构图



第三节 植物根系对水分的吸收

二、根系吸水的途径

土壤中的水分移动到根的表面后,会以**渗透**和**扩散**的方式径向运输到根内。从表皮向根内的径向运输过程中,可以通过三条途径:

质外体途径

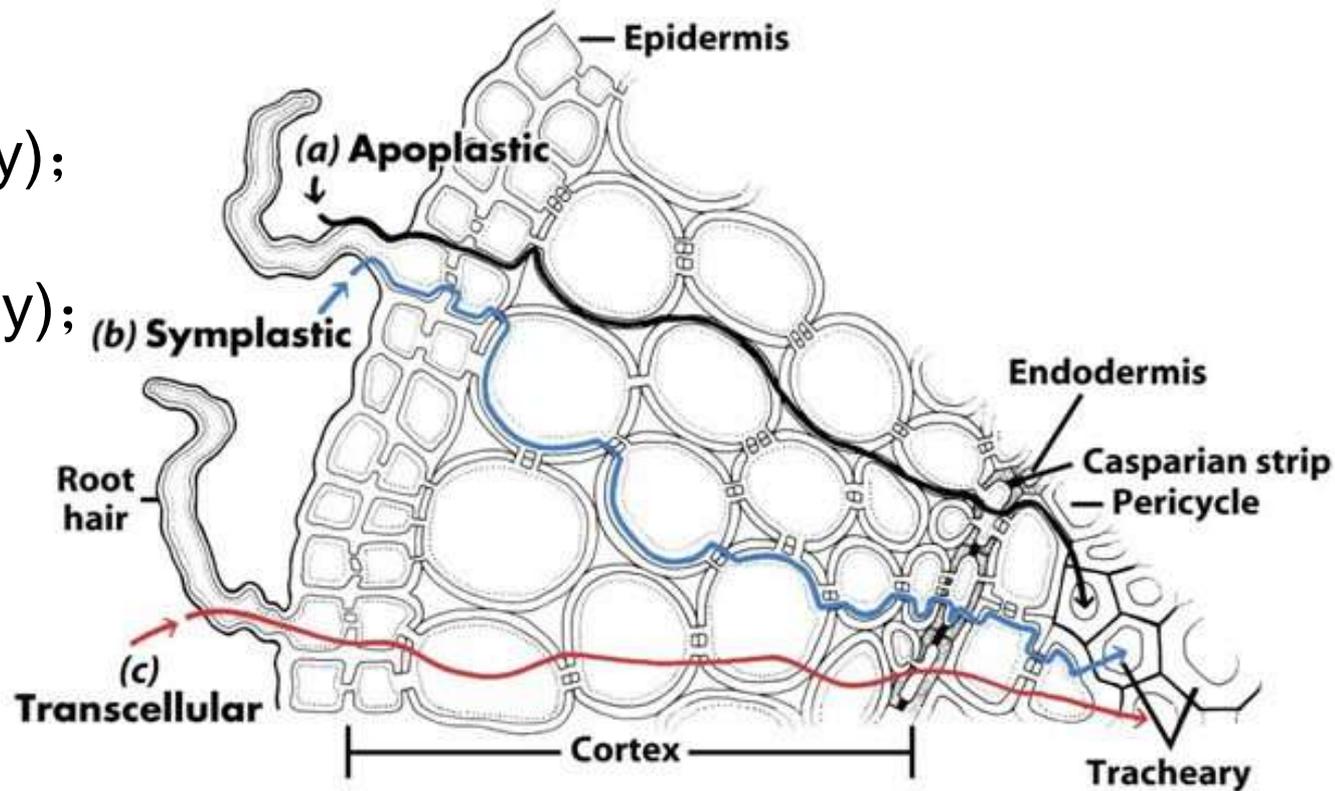
(apoplast pathway);

共质体途径

(symplast pathway);

越膜途径

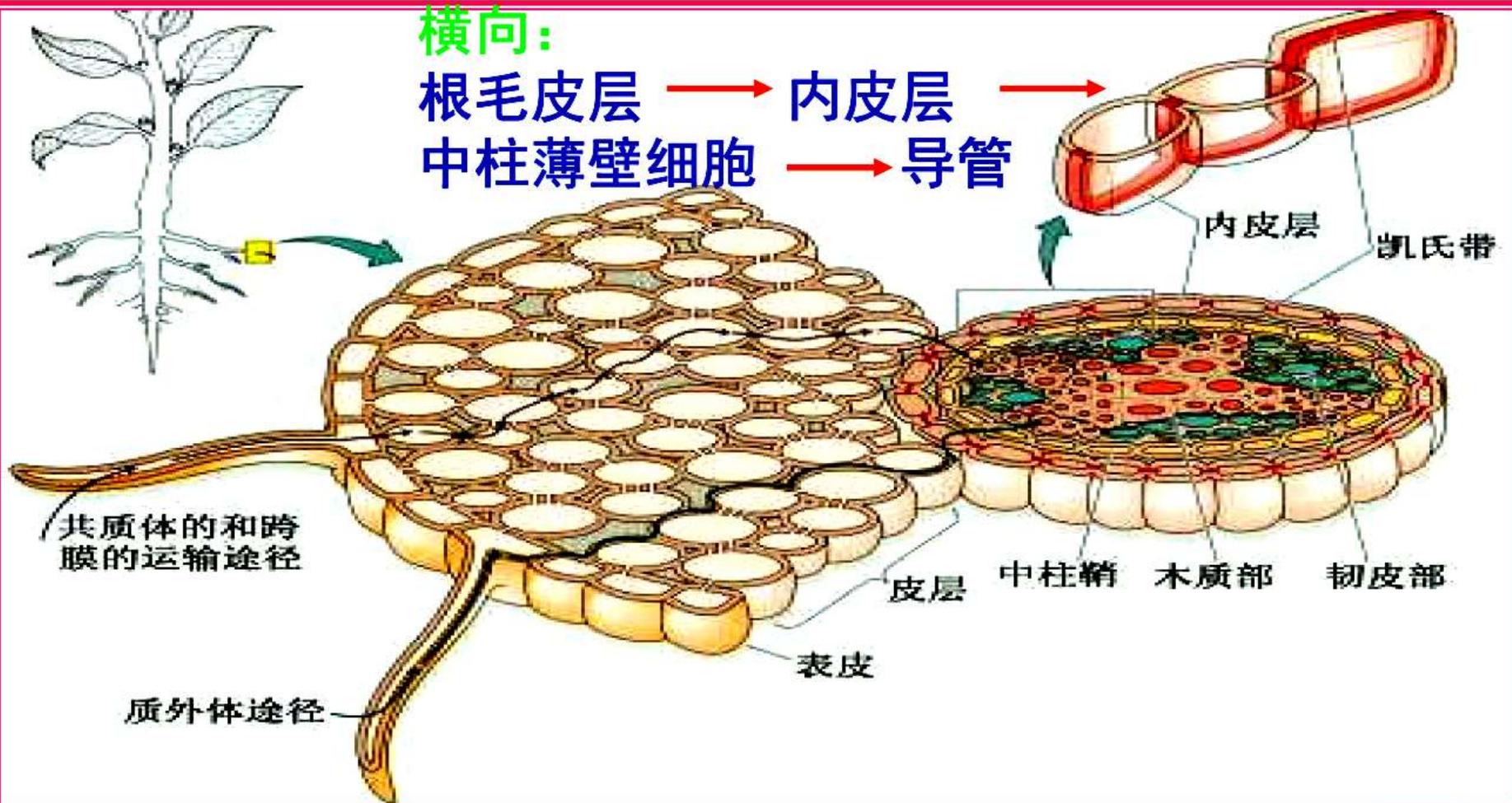
(transmembrane pathway)



质外体途径是水分完全通过细胞壁和细胞间隙移动,不越过任何膜。质外体被内皮层凯氏带分隔为不连续的两部分,其一部分在内皮层外,包括表皮及皮层的细胞壁、细胞间隙;另一部分在中柱内,包括成熟的导管。

横向:

根毛皮层 → 内皮层
中柱薄壁细胞 → 导管



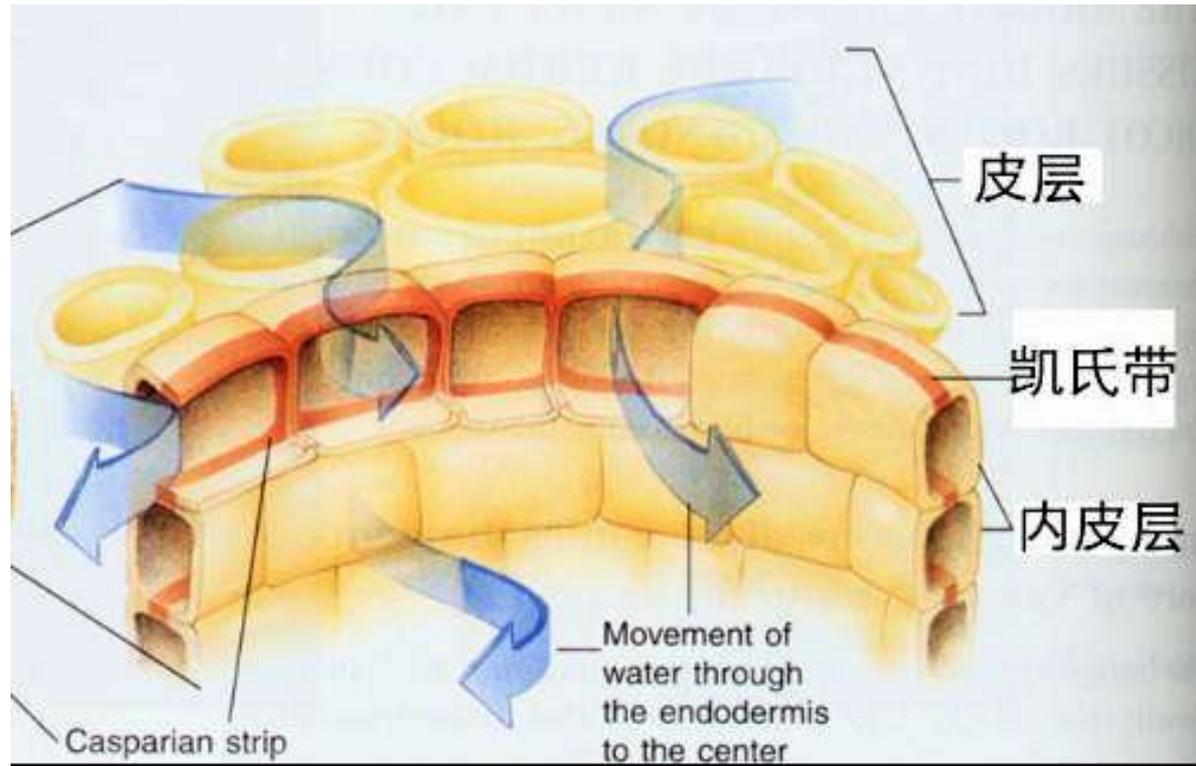


第三节 植物根系对水分的吸收

内皮层凯氏带的存在使水和溶质通过内皮层时只沿着共质体的途径运输,所以内皮层起着选择透性膜的作用,对水分及溶质的吸收运转起着调节作用。

类似于**血脑屏障**，是植物的一种自我保护性组织，

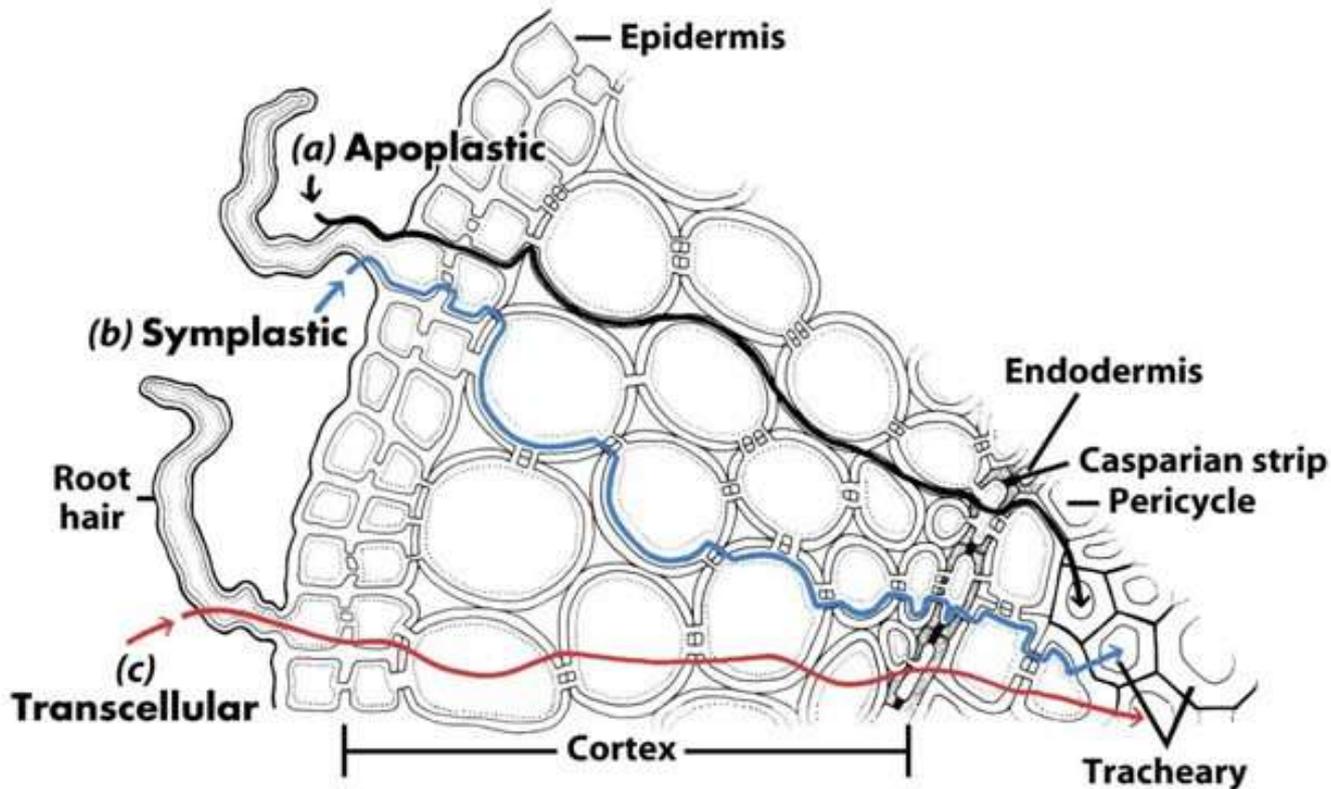
皮层最内一层细胞为内皮层，细胞排列整齐而紧密，是在细胞的上，下壁和径向壁上，常有木质化和栓质化的加厚，呈带状环绕细胞一周，称**凯氏带**（**casparian strip**）。





第三节 植物根系对水分的吸收

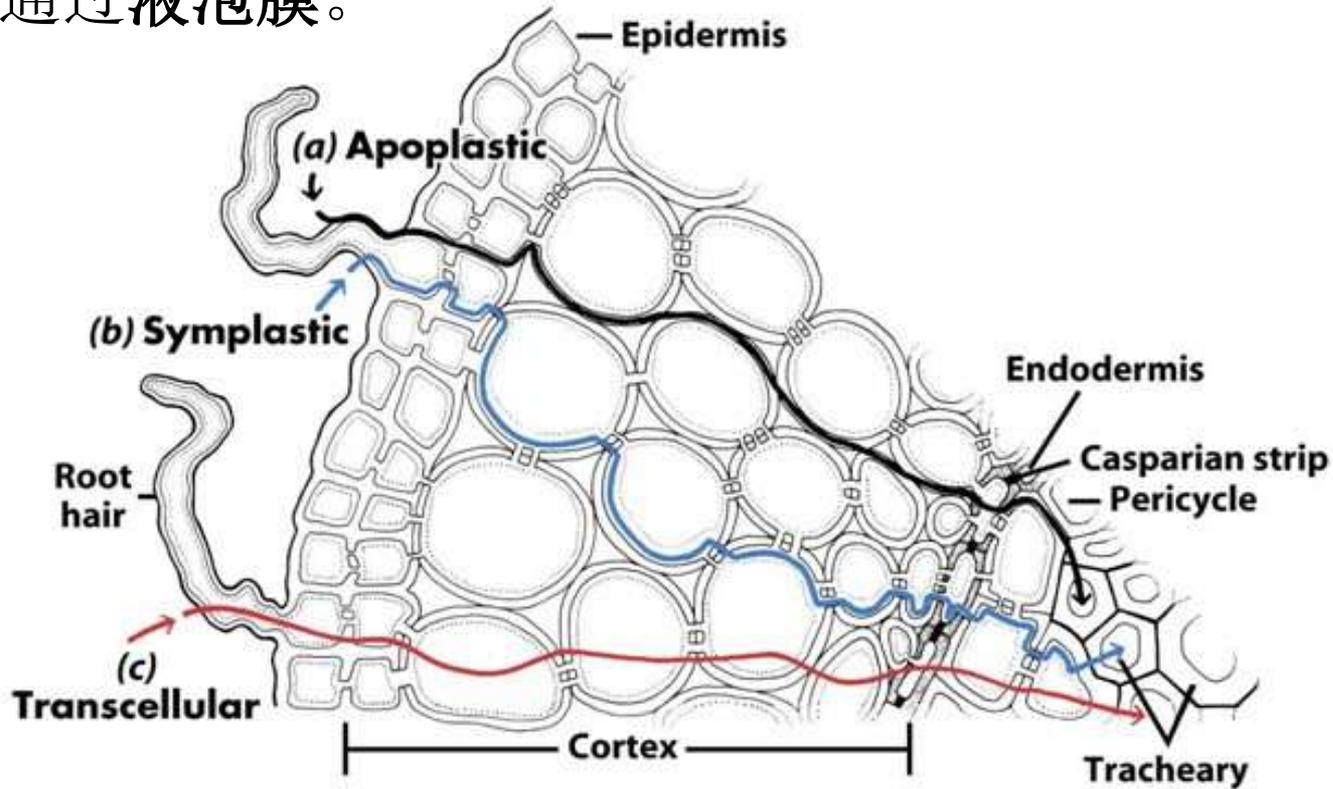
共质体途径是指水分依次从一个细胞经过胞间连丝进入另一个细胞。共质体(symplast)包括所有细胞的细胞质,由于胞间连丝将相邻细胞的原生质体连在一起,一个植物体的共质体是一个连续的整体。水分进入共质体后,即可通过胞间连丝,从一个细胞到相邻细胞,并通过内皮层而达中柱,通过中柱薄壁细胞再进入导管。

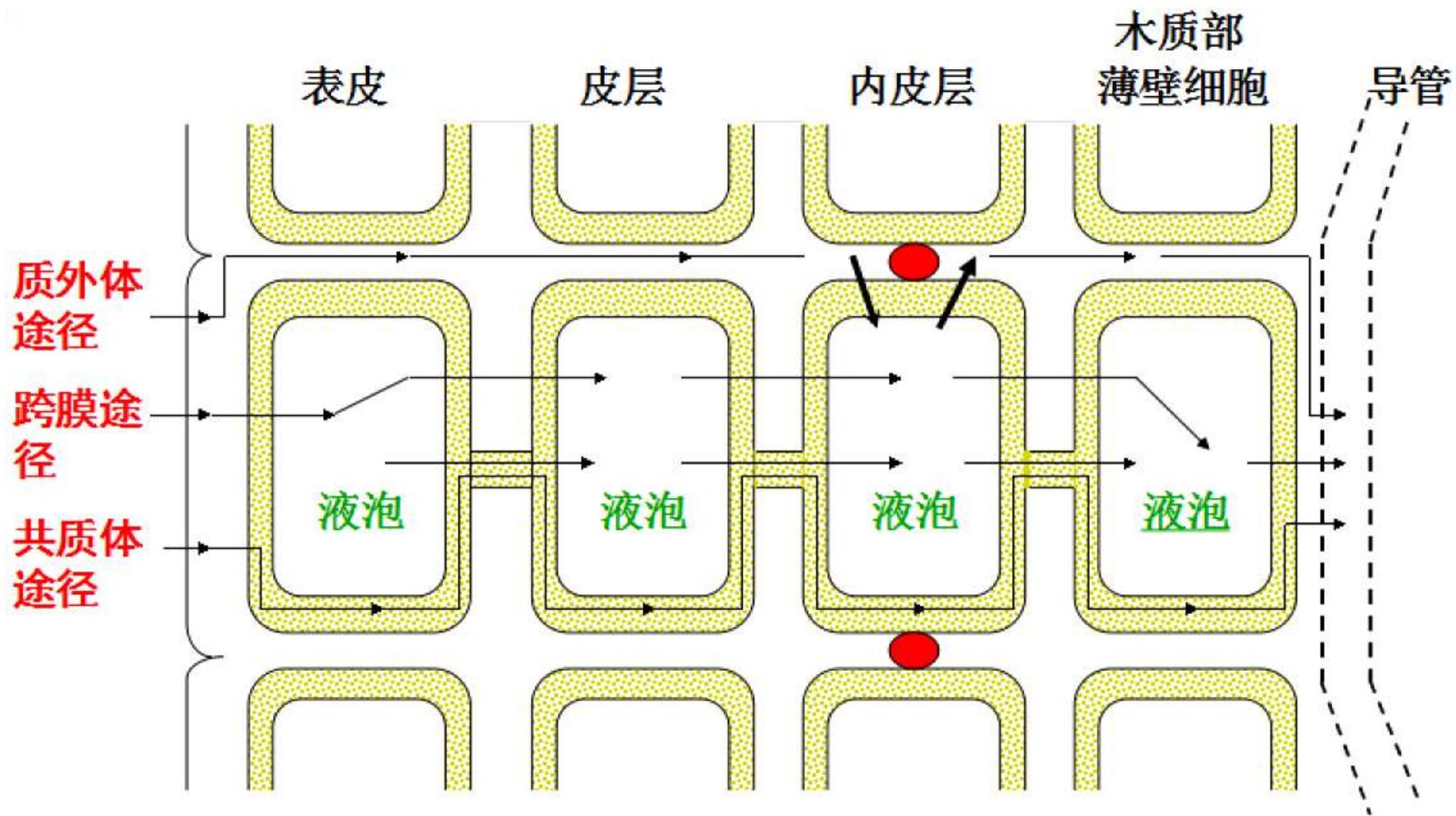




第三节 植物根系对水分的吸收

越膜途径是指水分从一个细胞的一端进入后从另一端流出时要越过质膜,也有可能要通过液泡膜。在这条途径中,每通过一个细胞水分都要进入细胞和流出细胞,所以至少都要两次越过膜,有的还要通过液泡膜。





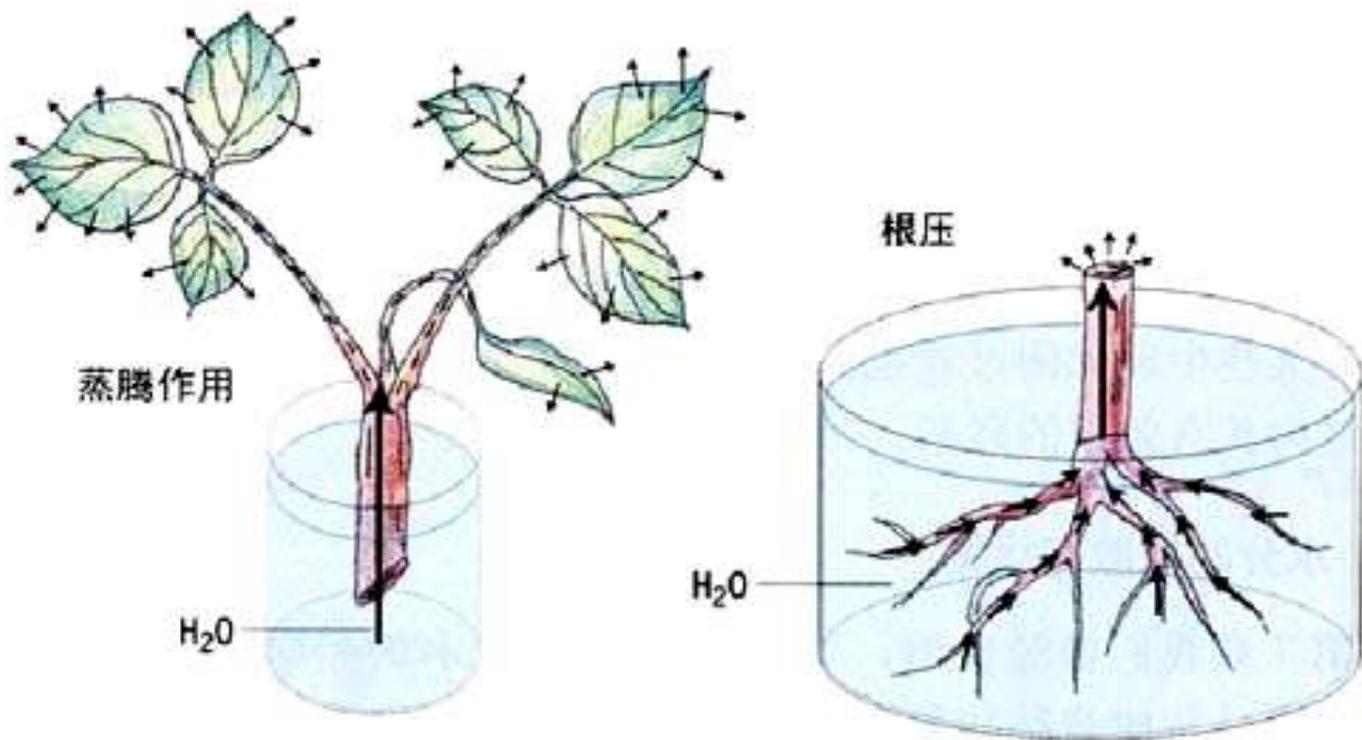
根部从外通过质外体、跨膜和共质体等途径吸水至木质部的图解



第三节 植物根系对水分的吸收

三、根系吸水的方式和动力

植物根系吸水有两种方式:主动吸水和被动吸水。主动吸水的动力是根系自身的生理活动,被动吸水的动力是植物地上部分蒸腾作用所产生的蒸腾拉力(transpiration pull)。无论哪种方式,吸水的根本动力仍然是水势差。





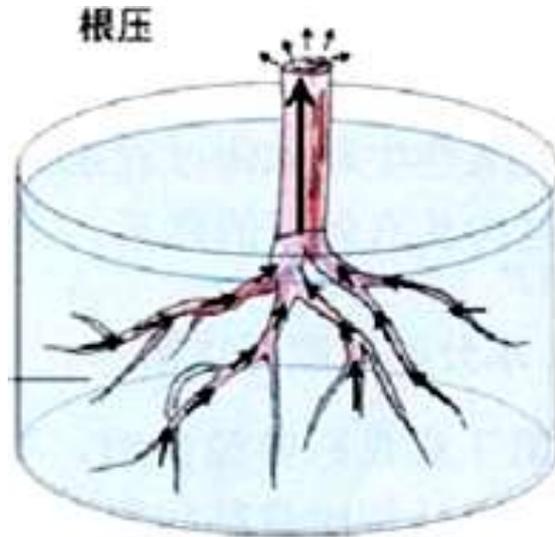
第三节 植物根系对水分的吸收

(一)主动吸水

根系通过消耗呼吸作用产生的能量不断向根部导管积累有机和无机溶质(主动吸收矿质离子,可逆着浓度梯度进行,要消耗代谢能量),使导管溶液的浓度升高,水势降低,土壤及周围细胞的水分向根部导管流动,导致此处溶液体积增大,溶液沿导管上升,将水分向地上输送。根内导管溶液的浓度越大,其渗透势越低,吸水的速度越快。由于这一吸水过程需要代谢能量,称为主动吸水(active absorption of water)。



吐水现象

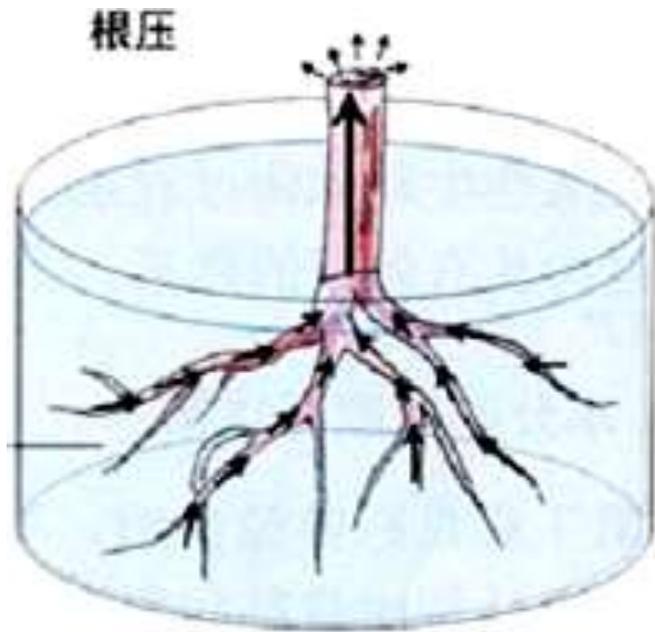


伤流现象



第三节 植物根系对水分的吸收

伤流现象可以证明根系主动吸水的存在。从植物茎的基部切断植株,则有液滴不断地从切口溢出。从受伤或折断的植物组织流出液体的现象称为**伤流(bleeding)**,流出的汁液称为**伤流液(bleeding sap)**。如果在切口处套上橡皮管与压力计相连,就可测出伤流的压力,即**根压**,也就是根系主动吸水在导管中形成的**静水压力**。根压的大小可以衡量根系主动吸水能力的强弱。





第三节 植物根系对水分的吸收

吐水现象也是由根系主动吸水所引起的。没有受伤的植物如果处于土壤水分充足、天气潮湿的环境中,植物叶尖或叶缘会有液体外泌,这种现象称为吐水(guttation),水分是通过叶尖或叶缘的水孔(hydathode)排出的。



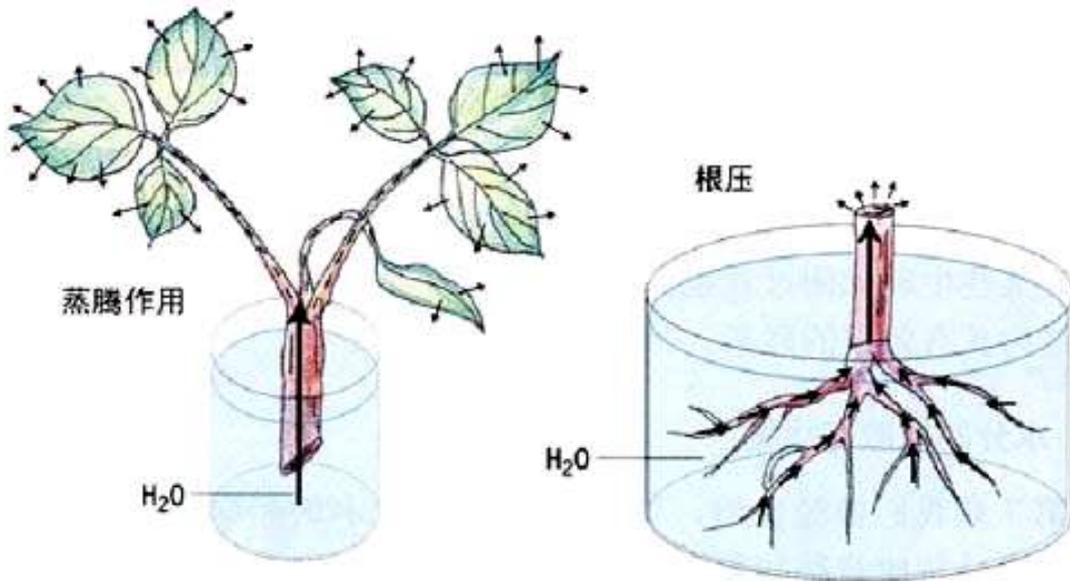
吐水现象



第三节 植物根系对水分的吸收

(二) 被动吸水与蒸腾拉力

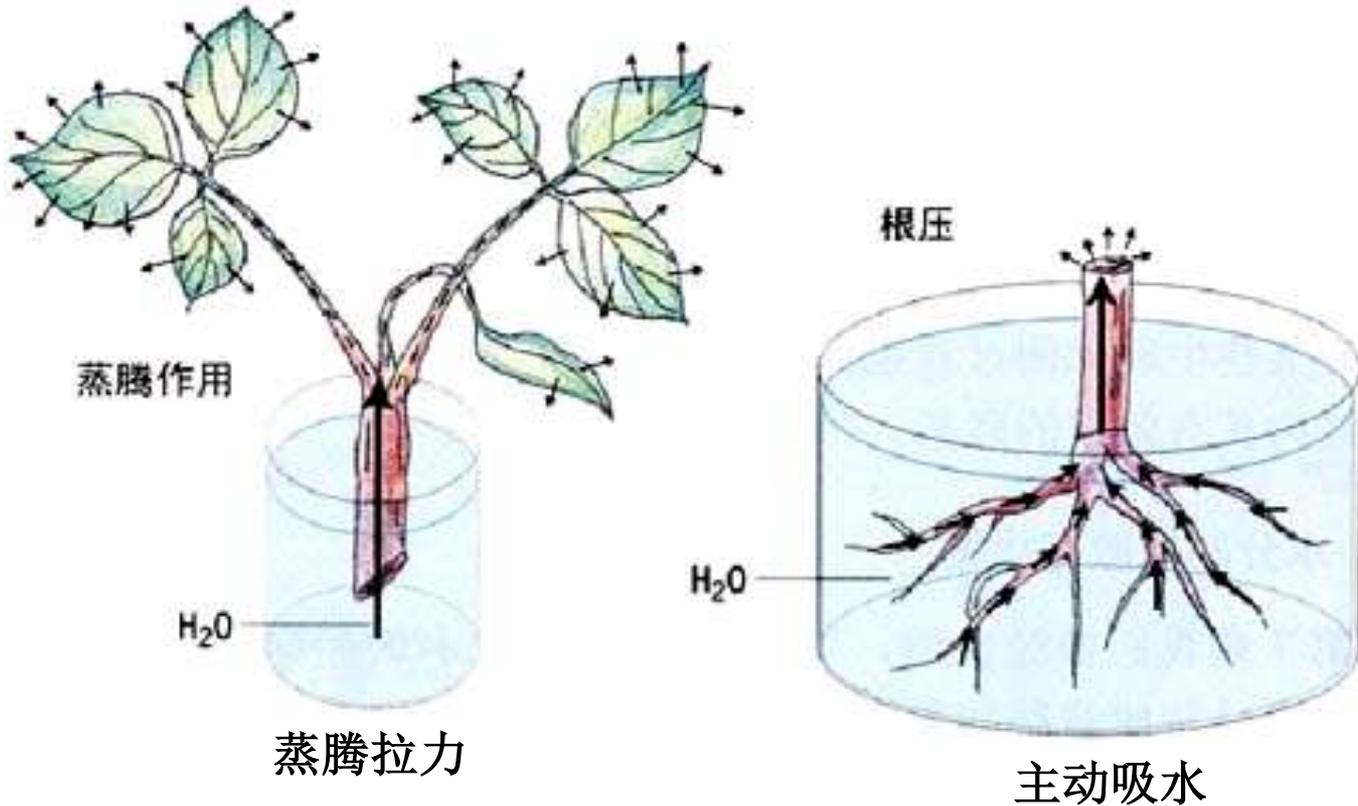
被动吸水是指由地上枝叶的蒸腾作用所引起的吸水过程。被动吸水的动力是蒸腾拉力,蒸腾拉力是由于叶片的蒸腾作用产生的一系列水势梯度而形成的向上拉水的力量。植物进行蒸腾作用时,靠近气孔下腔的叶肉细胞水分丢失,含水量减少,水势降低,向相邻细胞吸取水分。当相邻细胞水势下降后同样从下一个相邻细胞吸水,由此形成一系列水势梯度,叶肉细胞便从叶脉导管吸水,由此传至茎导管、根导管,最后促使根系从土壤中吸水。





第三节 植物根系对水分的吸收

主动吸水和蒸腾拉力在根系吸水过程中的比重取决于植株的蒸腾速率。通常叶片展开后蒸腾作用逐渐加强,蒸腾拉力所占比重也越来越大,强烈蒸腾的植株其吸水的速率几乎与蒸腾速率一致。只有当蒸腾速率很低时(如春季叶片未展开时),主动吸水才成为主要吸水动力。





第三节 植物根系对水分的吸收

四、影响根系吸水的因素

影响根系吸水的因素有植物自身因素(生理因素)、气象因素和土壤因素等。其中气象因素是通过影响蒸腾作用而影响根系吸水的,将在蒸腾作用一节中讨论。这里主要讨论根系自身因素和土壤因素的影响。

(一)根系自身因素

根系的吸水数量取决于根系的范围和总表面积及表面透性,透性又随根龄和发育阶段而变化。根系密度(root density)越大,根系占土壤体积的比例越大,吸收的水分就越多。根系密度是指每立方厘米土壤内根长的长度(cm/cm^3)。根系的生理活动也直接影响根系吸水。根系生理代谢越旺盛,主动吸水的能力越强。



第三节 植物根系对水分的吸收

(二)土壤因素

土壤因素主要通过影响土壤水势和根系的生理活动来影响植物对水分的吸收。

1. 土壤水势 根系吸水的根本动力是根系与土壤之间的水势差,当根系水势一定时,根系能否吸水就取决于土壤水势。

土壤水势受①土壤含水量、②土壤水分存在状态、③土壤性质和④土壤溶液浓度影响。

2. 土壤通气状况 在通气良好的土壤中,根系吸水能力强;土壤透气状况差时,吸水受抑制。

土壤通气不良造成根系吸水困难的原因主要是:①根系环境内O₂缺乏,CO₂积累,呼吸作用受到抑制,影响根系主动吸水;②长期缺氧下根进行无氧呼吸,产生并积累较多的乙醇,根系中毒受害,吸水更少;③土壤处于还原状态,加之土壤微生物的活动,产生一些有毒物质,这对根系生长和吸收都是不利的。



第三节 植物根系对水分的吸收

3. 土壤温度 土壤温度不但影响根系的生理生化活性,也影响土壤水的移动性。因此,在一定的温度范围内,随土温提高,根系吸水加快,反之则减弱,温度过高或过低,对根系吸水均不利。

低温影响根系吸水的原因是:①原生质黏性增大,对水的阻力增大,水不易透过生活组织,植物吸水减弱;②水分子运动减慢,渗透作用降低;③根系生长受抑,吸收面积减小;④根系呼吸速率降低,离子吸收减弱,影响根系吸水。高温加速根的老化过程,使根的木质化部位几乎到达根尖端,根吸收面积减小,吸收速率也下降。





作物受涝、土壤水分饱和、土壤板结、水田长期保持水层等均会造成土壤通气不良，氧含量下降。