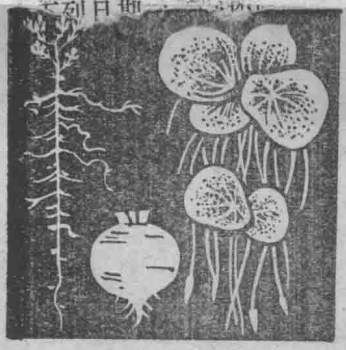
根

中学生物学教学参考丛书

上海教育出版社



中学生物学教学参考丛书

根

张国佩

上海教育出版社

中学生物学教学参考丛书

根

张国佩

上海教育出版社出版

（上海永福路123号）

新华书店上海发行所发行　江苏南通东方红印刷厂印刷

开本 787×1092　1/32　印张 2.625　字数 56,000

1979年5月第1版　1979年5月第1次印刷

印数 1－40,000本

统一书号：7150·2087　　定价：0.23元

出版者的话

在以华国锋同志为首的党中央提出的新时期总任务的鼓舞下，广大中学生物教师和其他学科的教师一样，精神振奋，意气风发，迫切要求提高教学水平，为祖国培养千百万又红又专的社会主义建设人才，为提高整个中华民族的科学文化水平，为实现四个现代化的宏伟目标做出贡献。为此，我社为中学生物教师编辑出版一套《中学生物学教学参考丛书》，共计十余本。于1978年起陆续出版。

这套丛书是一套知识性的参考丛书，只介绍教学参考资料，不介绍教学方法；按照全国统编中学生物学教学大纲的精神，围绕1978年出版的全国统编中学生物学课本的内容，适当扩大加深，介绍教材有关的基础知识、基本理论，并联系三大革命运动的实际，反映现代生物科学的新成就、新技术和发展远景，帮助教师获得比较丰富的科学知识，便于深刻地理解教材和掌握教材，在教学中将教材讲深、讲透、讲活。因此，这套丛书仅供教师备课参考，不宜在课堂中全盘照搬给学生。

《根》是这套丛书中的一本，配合中学生物学课本有关“根”的教材编写而成。

由于我们水平所限，这套丛书必然存在不少缺点或错误，请广大读者批评指正，以便再版时修正。

上海教育出版社

目　录

引　言…… 1
一　根系和根的类型…… 3
（一）定根和不定根 …… 3
（二）根系的类型 …… 4
（三）根系在土壤里的分布和耕作措施 …… 5
二　根的构造、起源及演化……15
（一）根的生长点和它的分化 ……15
（二）根的初生生长及初生构造 ……23
（三）侧根的形成 ……27
（四）根的次生生长及次生构造 ……29
（五）从管状分子的演化看植物的进化 ……32
三　变态根……35
（一）呼吸根 ……35
（二）水生根 ……36
（三）气生根 ……36
（四）支持根 ……37
（五）寄生根 ……37
（六）贮藏根 ……39
四　根的生理机能……45
（一）根吸收水分的机能 ……45
（二）根吸收矿质元素的机能 ……56
（三）根的合成机能和分泌机能 ……71

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

（四）根的贮藏机能 ……73
（五）根的共生机能 ……75
（六）根的繁殖机能 ……79

引　言

根是植物的重要器官之一。它能将植物固定在土壤里，吸收土壤中的水分和无机盐。凡是根系扎得深、分布得广的植物，它的地上部分的茎杆就比较粗壮，枝叶繁茂，果实累累，籽粒饱满，因此有“根深叶茂”的说法，这就说明根对植物体的生长发育起着非常重要的作用。但是，在自然界还可以看到没有根的植物，也同样生活着。没有根，它们是怎样生活的呢？让我们先来看根是怎样发展的。

从植物界的演化历史来看，整个植物界在漫长的岁月中，最初是全身浸在水里的水生植物，逐渐进化而变成陆地生活的陆生植物。植物上陆以后，环境变了，植物体的形态、构造和生理也相应地发生变化。例如，减少植物体水分的损耗，增加对水分及养料的吸收，加强光合作用的效率等。这就促进了“根”这一器官的产生和逐步完善。

在藻类植物中，小到用光学显微镜才能看清的单细胞小球藻，大到长达七十米、重几百公斤的多细胞巨藻，它们都没有根，生活在水里或潮湿的土壤中，依靠全身各个细胞吸收水分和无机养料，由叶绿素制造有机物质。它们有些过着浮游生活，有些过着固着生活。象丝状藻靠固着细胞。将身体固定在水下的岩块上。这些细胞只起固定作用，无吸收的功能。海带是栖息在海底的经济植物，它的身体结构远比丝状藻复杂。全身分带片、带柄和分枝状的固着器三部分。在分枝的顶端有吸盘，借以固定在海底岩块上。这个固着器的

形状已很象根，但没有吸收的功能，叫做假根。

苔藓植物的生活环境起了变化，不是终生生活在水里，这促使它们的形态、构造起相应的变化，在构造上比藻类更复杂，已有茎、叶的分化。开始有较进化的生殖器官和胚体（有颈卵器和胚胎）发育等。它是从水生趋向陆生的过渡类型代表。但是苔藓植物的根，还没有真正的维管束结构，在功能上还是以固着作用为主，承担不了吸收全身所需要的水分和矿质营养的工作，所以还是假根。

蕨类植物是由藻类植物发展形成的。在自然界里水位随季节而涨落，有些生长在水里或水边的藻类植物，不断接受陆地环境的考验，体内逐渐产生输送水分的输导组织——维管束。这样，它们逐渐具备登陆的条件，开始离开水的环境到陆地上生活。当然，这类植物构造简单，输导组织不发达。从外表看，是光秃秃的，这是最原始的蕨类植物（图1）。这类植物又经过几千万年的进化，受到陆地环境的影响，逐渐被改造成具有发达的输导系统和根毛的根。这种根不仅有固着作用，还能担负起吸收全身所需要的水分和矿质营养的任务。这就是真根。

图 1　晚志留纪的一种光蕨

种子植物完全生活在陆地环境，它们的根的构造更复杂、更完善，不仅适应吸收的功能，还发展成为能够承担合成、分泌和贮藏等功能的器官。下面主要以种子植物的根为例，来阐述根的形态构造、起源演化、生理功能以及与人类生产活动的关系。

一　根系和根的类型

（一）　定根和不定根

1．定根

种子吸足水分就膨胀起来，在充足的空气和合适的温度条件下，胚开始萌动。其中，胚根发育成幼根，突出种皮，与地面垂直地向下生长，这样长成的根叫主根。它是植物最初生长出来的根，也叫初生根。根据根的发生部位来分，凡是由胚根发育成的根叫做定根。大豆、棉花、油菜等双子叶植物的主根都是定根。

2．不定根

小麦的种子萌发以后，由胚根长成的主根与大豆等双子叶植物的主根不同，一般只生长一个很短时期就停止生长而枯萎，它的根是从主茎的基部和分蘖的基部产生出来的，所以是不定根。把水杉、法国梧桐等枝条插在湿润的土壤里，在插条的伤口处或茎上会产生根。把秋海棠、银杏的叶插在湿润的土壤里，在叶的缺口处或叶柄上也会发生根。落花生的子房在钻入土壤以后，就在子房柄上发生根。这些从茎、叶、果柄等处长出来的根都叫不定根。由此可知，定根与不定根的主要区别在于前者是由胚根发育而成的而后者不是。

我们挖起一棵白菜，可看到它有一根很粗的主根，在主根的两侧长有比较细的分枝，分枝与主根成近似直角方向生长，在这些分枝上还分出更细的枝来。其他植物的根也有类

似情况。在主根生长到一定的时候，都能长出许多分枝，这些分枝叫做侧根。侧根生长的方向往往与主根成一定的角度，向各方面生长，然后向下生长。侧根又可以反复分枝：在主根上所生的侧根叫做一级侧根，一级侧根上生有二级侧根，二级侧根上生有三级侧根，以此类推。不定根上长出的分枝也叫侧根。

（二）根系的类型

将一棵植物的地下部分，在清水中漂洗一下，可以看到它有许多粗粗细细的根。地下部分所有根的总称，叫做植物的根系。各种植物有不同的根系，综合起来可以分成两种类型，就是直根系和须根系。

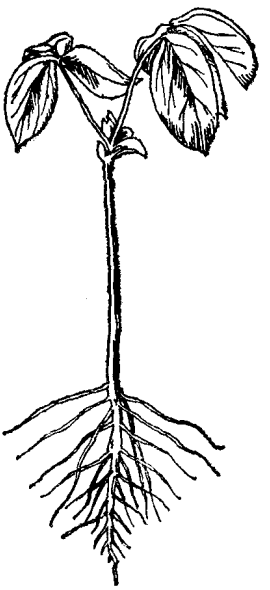


图 2　棉花的直根系

1．直根系

棉花的根象倒生的树枝，中间有一条比较发达的主根。主根粗而长，它的周围有许多细小的各级侧根，主根和侧根之间有明显的区别，这种根叫做直根系（图 2）。双子叶植物中的蚕豆、油菜、白菜、菠菜、苜蓿、花生、豌豆等的根系都属于这一类型。

2．须根系

水稻的根系象一把胡须。它的主根不发达。水稻的根主要由主茎和分蘖的基部产生的不定根

组成，不定根又能分枝，形成比较均匀的体系。这些根粗细差不多，主根与不定根之间没有明显的区别，这种根系叫做须根系(图3)。禾本科植物中的小麦、大麦、玉米、高粱等的根系都属于这一类型。

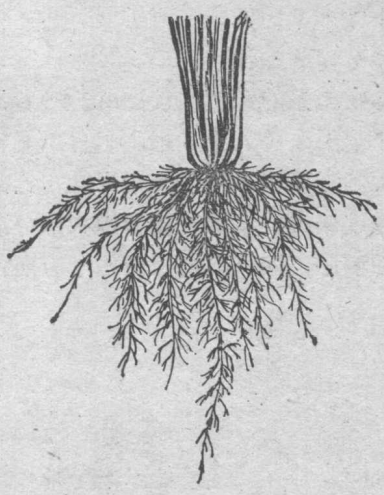


图 3　水稻的须根系

（三） 根系在土壤里的分布和耕作措施

把棉花和小麦从地里拔出来，它们的根好象比地上部分的茎、叶小得多。实际上不是这样，根的条数很多，在地下又长得很长，它的总表面积比地上的茎、叶加起来的总表面积还要大。因为它长得细，拔的时候容易拔断，所以感觉它小。那末根在地下能长得多长呢？根长得很长对植物有什么意义呢？看一下根系在土壤里分布的特点，就可以回答这些问题。

1．根系在土壤里分布的特点

根系在土壤里分布的特点是深、广、多，这对于植物的生活有很大意义。植物体所有的地上部分，靠根系固着，所需的水分和矿质营养靠根系吸收。植物的根系在土壤中广泛分布，既向下深入又向四面八方扩展。

植物根系分布的深浅、广泛和多少，常常超过人们的想象。从各种作物根系的深度比较图(图4)看出，根系的分布是多么深。小麦根系可入土2米。豌豆、马铃薯的根系可入土1米半以上。洋葱根系可入土半米，水稻的根系可入土1米上下。从宽度来说，水稻在拔节前大部分的根伸展到植株四周20厘米的范围。向日葵的根向水平方向伸展，它伸展的

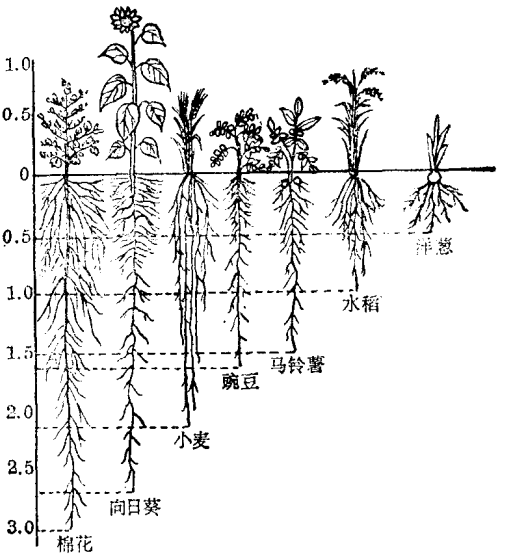


图 4　各种作物根的深度比较

(图上数字示米)

直径约有5米(图5)。西瓜和南瓜的根系伸展的宽度也有5米。果树中青香蕉苹果的根系伸展宽度的最大距离可达27米，比它的树冠大2～3倍。从根的数目和总长，也可以看到植物根系分布很广。玉米生长到8片叶子时，它的侧根数达到8,000～10,000条。成熟的水稻的根有200～300条，多的达600～700条。有人测定，在自然环境中生长的春黑麦的根包括三级侧根，如果连接起来，它的总长约80公里。

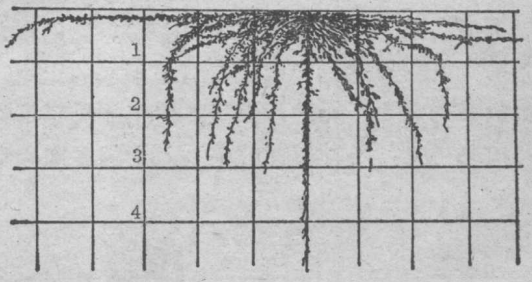


图 5　向日葵根的分布

(图上数字示米)

植物根系只有在土壤里分布得这样深广，才能保证水分和矿物质养分的吸收。根系受了伤，使根系和茎、叶之间吸水、耗水的平衡失调，就会妨碍植物的正常生长，甚至使枝、叶枯萎和死亡。所以在移栽植物时常常剪除一部分枝叶，减少水分蒸腾的面积，使植物能维持正常生长。在移栽番茄、辣椒、南瓜等作物时，常使秧苗根部带一团泥土，尽量减少根系的损伤。其实，任何农作物在移栽时总会损伤一些根的。在移栽有些作物时，还要有意摘断主根的尖端，使主根不能伸长但能长粗，并产生侧根，以增加吸收的总面积。

在自然界中各种植物的根系长期受自然条件的影响和选

择，形成各种适应能力。例如在沙漠里有一种生命期很短的植物叫“短命菊”，它生活的地方地下水很深，根吸收不到需要的水分，只能靠雨季降下的雨水，但是雨量却少得可怜，只能使表土层湿润一下。这样，就使“短命菊”的根系分布在表土层，向宽处扩展，形成发达的浅根。在这种自然环境条件下，它的生长发育很迅速，一生只能活几个星期，当大旱来临时，它的生命周期就完成了。而它的种子只要有一点点雨水就能萌发生长，开花结实。沙漠里还有一种植物叫“骆驼刺”，是很矮小的灌木(图6)。它的根却向土壤深处伸长，深度可以达到30米左右有地下水的土壤里。所以，它虽生长在灼热而干燥的沙漠里，但仍能满足植物所需要的水分。由此可见，各种植物的根系入土的深度和宽度很不一样。

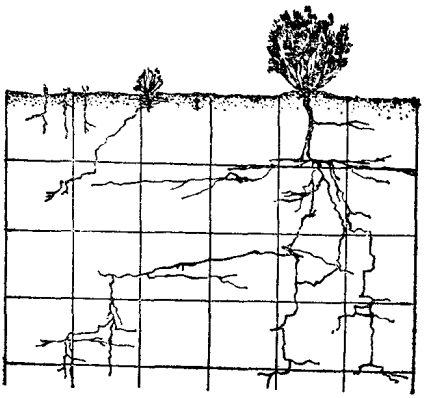


图 6　沙漠里的骆驼刺根系的分布

(图中每格表示5米)

2．不同根系的栽培措施

有些常见的直根系植物，它的主根比较发达、长而明

显，分布在较深的土层中，叫做深根性植物，象棉、大豆等。有些须根系植物，主根较短，由侧根或不定根向四周围发展，它们的根大都分布在较浅的土层内，叫做浅根性植物，象芹菜和禾本科植物等。

根据不同植物的根系在土壤里的分布情况，采用深根植物和浅根植物轮作、间作或套作搭配栽种，可有效地利用土壤表层和深层的水分和养分。例如，华东地区采用水稻和棉花轮作，水稻是浅根作物，它的根系大部分分布在10～20厘米的表土层内，横向扩展在20厘米范围内。棉花是深根作物，根系大部分分布在15～30厘米的表土层内。稻、棉轮作，可以充分利用土壤的肥力，做到粮、棉双丰收。轮作还能改良土壤，提高土壤肥力。例如上海市松江县的土质大多是青紫泥，土质粘重。稻田因为长期浸水，地温低，土壤里的空气少，作物不易发棵，长不大，产量不高。稻棉轮种的田中间套种麦，经过秋耕深翻以及春季两次的春耕细削，免使土壤板结。含水量大的稻田泥块在寒冬的冰冻和阳光的暴晒下逐渐风化，成为土质疏松、通气良好的田块，有利于好气性细菌的繁殖，便于土壤中养料的释放，从而提高土壤肥力。根据测定，稻棉轮种田的土壤，其中铵态氮含量比水稻连种的田增加22.2%。第二年棉田轮种水稻，在拔棉花秸前可以适时套种绿肥（红花草）。而且绿肥壮，稻田可以少施基肥，来年两熟制水稻可以种得早，根系深，苗粗壮，易发棵，成熟早，产量高，一般可以增产一、二成。所以贫下中农说："年花年稻，眉开眼笑"。又如大寨大队用早熟豌豆套种玉米，克服无霜期短一年不能种两熟的困难，取得了玉米亩产1380斤，豌豆亩产270斤，两熟合计亩产1650斤的高产。早熟豌豆是深根作物，根系伸入土层有150厘米深，能吸收土壤深

层中的钙质，巩固土壤团粒。豌豆的根系上生有根瘤，能固定空气里的氮，提高土壤肥力（据测定田里种了豌豆，在地表面15厘米土层内全氮量① 增加0.02%左右，全磷量② 增加0.03%左右，有机质增加0.2%左右）。玉米是浅根作物，根系伸入在表土层内20～40厘米，可以利用豌豆创造的营养条件。因此，豌豆和玉米之间争夺水、肥的矛盾比较小，可以充分利用不同深层土壤里的水分和养分。豌豆植株矮小，套种玉米后，豌豆不会对玉米遮阴挡光，对适当提早玉米套种的时间是很有利的。因此玉米和豌豆套种，既使深根性、浅根性作物充分利用水分和肥料，又解决了无霜期短的矛盾。

3．外界环境对根系分布的影响

作物的根系会因耕作、灌溉等条件发生变化。不同的水分条件能改变根系伸入土壤的深度。棉花生长在雨水较少的季节，地下水位较低，土壤排水和通气良好，肥料和光照充足，它的根系就比较发达，能伸入较深的土层。如果生长在雨水较多的季节，地下水位较高，土壤排水和通气不好，肥力差，它的主根伸长较慢，侧根较快向宽处扩展，根系入土就比较浅。

土壤里含养分不同，根系生长也不同。在养分少的土壤里根系分布的范围小；否则根系分布的范围就大。豌豆是用硝酸盐合成氨基酸的，因此在施硝酸盐的田里，豌豆的根系分布得较深较广。

土壤结构情况也影响根系生长。结构疏松的土壤里有大

---

① 全氮量　指土壤里有机态氮和无机态氮的总和。有机态氮主要是土壤里的腐殖质、蛋白质和其他复杂的有机氮化合物；无机态氮主要是铵盐和硝酸盐状态的氮化物。

② 全磷量　指土壤里有机态磷和无机态磷的总和。

大小小的土粒，土粒之间有许多空隙，含有丰富的水分和空气，有利于根系吸水和呼吸，也有利于好气性细菌的活动，使腐殖质不断分解成为无机盐，供给根系吸收利用。所以疏松的土壤能促使根系向深广处伸展。在坚实的土壤里，土壤板结、僵硬，土粒之间空隙小而少，土中贮不了水，通气又不良，根系生长就浅而窄。可见在不同的生长条件下，根系能产生各种适应性变化，以保持植物体的正常生长。

4．耕作方式对根系分布的影响

作物的根系如果长得壮、发得多、分布广、钻得深，作物就能获得高产。怎样使根系发达呢？可以采取深耕、中耕和开沟等措施，创造根系生长、分布的适宜环境，满足作物生长、发育的条件。

（1）深耕　植物的根系大部分分布在土壤的疏松耕作层里。例如小麦的须根系分布在30厘米以内的土层里，最深可达2米，而主要根系分布在耕作层内。所以栽培小麦时泥土要翻得深。耕得太浅，犁底层高，下土层坚实，不利于根系的伸展。根据河南省孟县小麦成熟期调查，在深耕16～20厘米的田块里50厘米深的土层内，取10厘米见方的土层，测得总根量为0.80克，小麦每亩产量为300斤。在另一块深耕36～40厘米的田块作同样的测定，得到总根量为1.30克，小麦亩产466斤。在这两块田里小麦根系因耕作的深度不同，根系的分布也不同。在深耕16～20厘米的田块中，20厘米以内土层里的根占总根量为92.5%。在深耕36～40厘米的田块中，20厘米以内土层里的总根量下降为83.2%。在深耕16～20厘米的田块中，20～30厘米的土层内根量占总根量5%，在深耕36～40厘米的田块中，20～30厘米土层内的根增加了，占总根量9.3%。同样，16～20厘米的田块中，30～50厘米土层内

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com