

生物学基础知识丛书

孙敬三 朱至清 编



植物细胞的结构与功能

科学出版社

植物细胞的结构与功能

孙敬三 朱至清 编

科学出版社

1 9 8 3

内 容 简 介

本书曾在《植物杂志》以《细胞学讲座》形式连载过，后经补充增改、重新编辑而成。全书共十三章：形形色色的植物细胞；原核细胞和真核细胞；细胞壁和胞间连丝；质膜的结构和物质运转；叶绿体和光合作用；线粒体和呼吸作用；细胞核、染色体和基因；核糖核蛋白体和蛋白质合成；内质网、高尔基体和液泡；溶酶体、过氧化物体和乙醛酸循环体；细胞周期与细胞分裂；微管及其功能，以及减数分裂和受精作用等。可供广大植物学工作者、中学和大专院校有关专业师生参考。

植物细胞的结构与功能

孙敬三 朱玉清 编

责任编辑 王龙华

科学出版社 出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院开封印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1983年7月第 一 版 开本：787×1092 1/32

1983年7月第一次印刷 印张：5 1/4

印数：0001—8,450 字数：118,000

统一书号：13031.2322

本社书号：3175·13—10

定价：0.68 元

《生物学基础知识丛书》

植物学编委

主任编委 汪振儒

副主任编委 吴相钰 高信曾

编委 (按姓氏笔画排列)

王文采 刘金鉴 朱家桢

张述祖 陈阜东 陈绍煌

郑慧莹 胡昌序 祝廷成

顾巧英 桂耀林

责任编辑 张述祖

目 录

第一章 形形色色的植物细胞.....	(1)
分生细胞和薄壁细胞.....	(2)
表皮细胞.....	(6)
运输管道细胞.....	(8)
厚角细胞和厚壁细胞.....	(10)
性细胞.....	(13)
第二章 原核细胞和真核细胞.....	(17)
第三章 细胞壁和胞间连丝.....	(24)
细胞壁的发育、结构和组分.....	(24)
细胞间的通道——胞间连丝.....	(32)
第四章 质膜的结构和物质运转.....	(41)
质膜的基本结构.....	(41)
质膜的通透性和物质运转.....	(45)
第五章 叶绿体和光合作用.....	(52)
叶绿体的结构.....	(52)
叶绿体的色素.....	(57)
叶绿体的功能——光合作用.....	(61)
叶绿体的发育和遗传.....	(68)
第六章 线粒体和呼吸作用.....	(75)
呼吸作用.....	(75)
线粒体的结构.....	(79)
线粒体的起源和进化.....	(82)
第七章 细胞核、染色体和基因.....	(86)

细胞核的结构和成分	(86)
染色体和染色质的细微结构	(89)
DNA和基因	(95)
细胞核的功能	(98)
第八章 核糖核蛋白体和蛋白质合成	(105)
核糖核蛋白体的构造及组成	(105)
细胞质中的蛋白质的合成	(109)
第九章 内质网、高尔基体和液泡	(112)
内质网	(112)
高尔基体	(115)
液泡	(119)
第十章 溶酶体、过氧化物体和乙醛酸循环体	(123)
溶酶体	(123)
过氧化物体和乙醛酸循环体	(127)
第十一章 细胞周期与细胞分裂	(130)
细胞周期	(130)
间期的大分子合成	(132)
有丝分裂的过程	(134)
第十二章 微管及其功能	(139)
微管的结构和成分	(139)
微管的功能	(141)
第十三章 减数分裂和受精作用	(145)
减数分裂	(146)
受精作用	(153)
编后语	(162)

第一章 形形色色的植物细胞

除病毒和噬菌体外，种类繁多的生物都是由细胞组成的。细胞的体积很小，直径一般在1—100微米之间（1微米 = 1/1000毫米），只有用显微镜才能看见它们。人类早在十六世纪就发明了显微镜，但过了100多年才用它发现了细胞。首先看到的细胞就是植物细胞。1665年英国学者胡克（Robert Hooke）想了解做瓶塞的软木为什么那样轻，于是他就削下一片薄薄的软木放在自制的复式显微镜下观察。他发现，软木是由一个个极小的小室构成的（图1.1）。他把这些小室叫做细胞（cell，原意为小室）。实际上胡克看到的只是植物细胞的外壳——细胞壁。



图 1.1 胡克（Hooke）和他所看到的细胞

胡克的发现引起了研究生物显微构造的兴趣。人们广泛地观察了各种动植物的细胞，逐渐发现了细胞内部的各种结构，也认识到生物都是由细胞组成的。植物学家施莱登 (Matthias Jacob Schleiden) 在1838年提出：“一切植物，如果它们不是单细胞的话，都完全是由细胞集合成的。细胞是植物构造的基本单位。”细胞是生物的结构功能和发育的单位，这就是施莱登和动物学家施旺 (Theodor Schwann) 共同创立的细胞学说的基本论点。细胞学说提出之后，细胞学受到更多的重视，发展很快。本世纪四十年代以来，电子显微镜和超速离心机广泛地用于细胞学研究，人们逐步查明了各种细胞器的微细构造和功能，并能够直接观察和研究细胞中大分子的结构，对细胞的认识也日益深化。在这本小书中，我们将着重介绍植物细胞的基本结构及功能，读者可以从中了解到植物细胞的共性。然而除共性外，各类植物细胞还有自己的特点，如果仔细划分，可把植物细胞分成几十种类型。在介绍各种亚细胞单位结构之前，我们先看看植物细胞有哪些基本类型。

分生细胞和薄壁细胞

植物的根端和茎端各有一团不断生长的分生组织 (meristem)，组成分生组织的细胞叫做分生细胞 (meristematic cell)。分生细胞是植物体中非常重要的细胞，它们长期保留着胚性，能不断进行细胞分裂，产生出根和茎、叶的各种组织，使植物体不断生长壮大。如图1.2所示，分生细胞具有薄的细胞壁，细胞中央没有大液泡，细胞核占据着中央位置。核的周围有丰富的细胞质 (cytoplasm) 和各种细胞器 (organelle)，其中的质体处在不分化



图 1.2 独行菜(*Lepidium sativum*)根尖分生细胞 CH——染色质 CW——细胞壁 D——高尔基体 ER——内质网 M——线粒体 MB——微粒体 NE——核膜 NL——核仁 PD——胞间连丝 PM——质膜 PP——原生质 V——液泡

的状态，这种不分化的质体叫做原质体。分生细胞分裂产生的子细胞中一部分保持分生状态，另一部分朝着成熟细胞的方向分化，发育为各种特化的细胞。

在分化了的细胞中最基本的一种类型叫做薄壁细胞 (parenchymatous cell)，它们构成植物各种器官中的基本组织，如茎和根中的髓和皮层，叶子的叶肉组织，种子中的胚乳及果实中的果肉等。它们也存在于植物的输导组织中。薄壁细胞的特化程度不高，其细胞壁是很薄的初生壁，细胞外形多为等径的多面体。和分生细胞的区别之一是细胞质明显地液泡化，成熟的薄壁细胞常常具有中央大液泡。薄壁细胞在机体中执行着各种不同的功能，例如叶片中的薄壁细胞含有发育良好的叶绿体，主要功能是光合作用，这类薄壁细胞也叫做叶肉细胞 (图 1.3)。块根、块茎、果实和种子中的一些薄壁细胞常常是贮藏食物的场所，它们积累淀粉、蛋白质和油脂等细胞内含物。在捕蝇草 (*Dionaea muscipula*) 等食虫植物的分泌腺中的薄壁细胞能够执行一种十分特殊的功能：它们含有由蛋白酶等多种酶组成的酶原颗粒，一旦捕蝇草捉住昆虫，酶便分泌出来把虫子消化掉。还有一类特化的薄壁组织细胞叫做传递细胞 (transfer cell)，这类细胞常常分布在各种需要快速排出或吸收物质的组织中，如分泌腺、节和小叶脉中的薄壁组织中和筛管附近。此外植物有性器官中的助细胞、反足细胞、胚柄细胞、内珠被细胞、绒毡层、花粉管和花柱道细胞等也都具有传递细胞的特性。传递细胞的最显著的特征是细胞壁不规则地向细胞内突起，形成许多分枝状的延伸物，使得与之相接触的质膜的面积增大数倍乃至十倍，这样细胞排出或吸收物质的速度就大为增加，因此传递细胞在物质的短途和快速转运方面起着重要的作用。

在植物细胞学上一般都用薄壁细胞，来表示植物细胞的

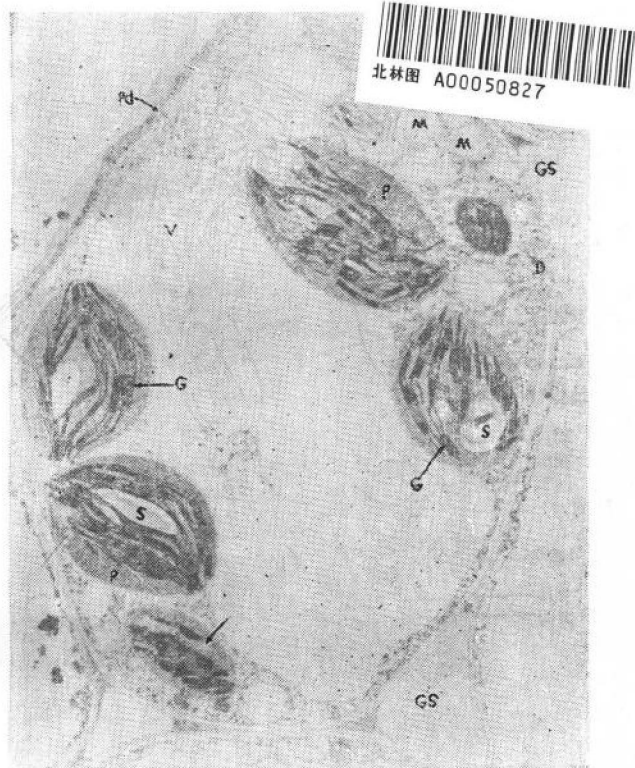


图 1.8 梯牧草属 (*Phleum*) 的叶肉细胞
具薄壁和中央液泡 (V), 叶绿体 (p) 中有充分发育的光合片层系统、基粒 (G) 和 DNA 区 (箭头所示) D——高尔基体 GS——细胞间隙 M——线粒体 Pd——胞间连丝 S——淀粉

模式构造。图 1.4 是高等植物薄壁细胞的立体图解。图中列出了植物细胞的细胞核和各种细胞器, 它们是: 叶绿体、线粒体、细胞壁、质膜、核糖体、内质网、高尔基体、微体、微管和液泡。据细胞学家估计, 一个叶肉细胞的几种主要细胞器的数目如下: 1 个细胞核、50 个叶绿体、500 个线粒体、50 万个核糖核蛋白体和 5 亿左右的酶分子。由此可见, 细胞虽小, 其

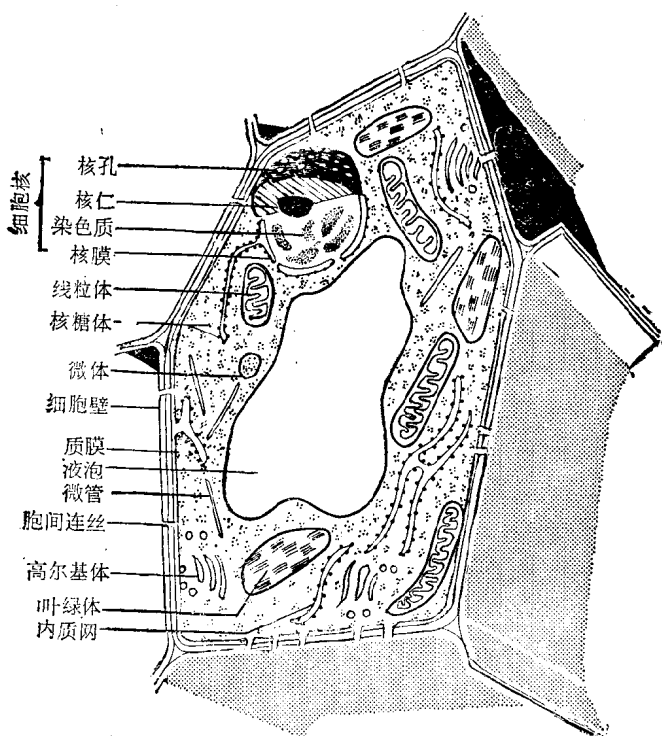


图1.4 薄壁细胞模式图

结构和功能是十分复杂的。

表皮细胞

表皮 (epidermis) 是植物体最外面的细胞层, 它除具有保护作用外, 还有通气、吸水、排水和分泌等多种功能。表皮层包括几种特化程度较高的细胞分别执行上述功能。

表皮细胞的内部结构与薄壁细胞相似, 但其外表面是加厚的。茎和叶的表皮细胞的外表面上沉积着一层脂肪类的物

质——角质 (cutin) (图1.5)。有人认为根表皮上也有一薄层角质膜。角质膜的功能有点象人的皮肤，主要起保护作用。角质是不透水的，它能防止植物体内水分的散失，一般生长在干旱地区的植物有较厚的角质膜。角质层还能有效地防止微生物的侵袭。

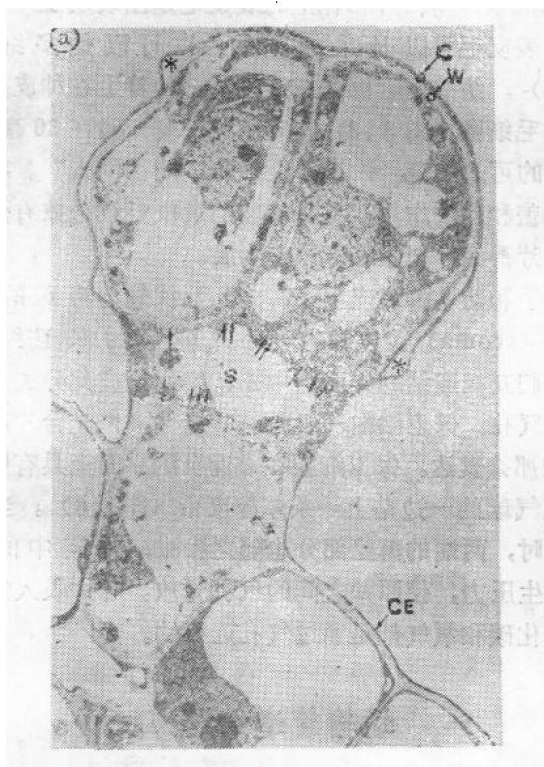


图1.5 野芝麻属 (*Lamium*) 叶的表皮细胞及腺毛细胞
表皮细胞上覆盖着角质层 (CE)。着生在表皮上的腺毛由几个细胞组成。腺毛的柄细胞 (S) 的壁上有很多胞间连丝 (箭头) 以便分泌物的运输。柄细胞的侧壁充满厚厚的角质 (星号)，可防分泌物的倒流与渗漏。腺毛细胞壁 (W) 和角质层 (C) 之间的空隙 (*号) 可贮存分泌物

毛细胞是表皮层上另一种常见的特化细胞。根、茎、叶、花和果实表面都可能有毛。根毛着生在根端的表皮上，它是由根表皮上的生毛细胞横向生长形成的，根毛细胞的核常常比较大，脱氧核糖核酸（DNA）和核糖核酸（RNA）含量也比周围的表皮细胞高好几倍。它们的功能是从土壤中吸收水分和无机盐。茎、叶和花上的表皮毛是由表皮细胞突起形成的。表皮毛可以是单细胞的，也可以是多细胞的（图1.5）。纺织用的棉花纤维也是一种着生在种皮上的极度特化的毛细胞（图3.3）。它们的长度一般在30毫米左右，最长的可达65毫米，算得上细胞中的“巨人”。毛细胞主要起覆盖和保护作用，有些植物的表皮毛细胞兼有分泌功能，分泌芳香油、树脂和樟脑等物质。

在叶子和幼茎的表皮上还有一种形状颇为特殊的构造——气孔（stoma）。气孔由一对肾脏形的保卫细胞组成，在它们互相连结的界面的中部，细胞壁彼此分离，于是形成一个气孔。保卫细胞一般含有叶绿体，但光合片层不像叶肉细胞那么发达。保卫细胞在靠近孔的平面上具有厚壁，就象是在气球的一边贴上一条厚橡皮带（图1.6）。当保卫细胞膨胀时，两端的薄壁部分也随之膨胀，并向中间的厚壁部分产生压力，使厚壁之间的气孔开放。叶片吸入空气和排出二氧化碳和氧气都是通过气孔进行的。

运输管道细胞

植物依靠维管束（vascular bundle）自下而上地输送水分和自上而下地转运有机物。维管束中有两种管状细胞——木质部中的导管分子（vessel element）和韧皮部的筛管分子（sieve element）。导管和筛管是高度特化的植物细胞，

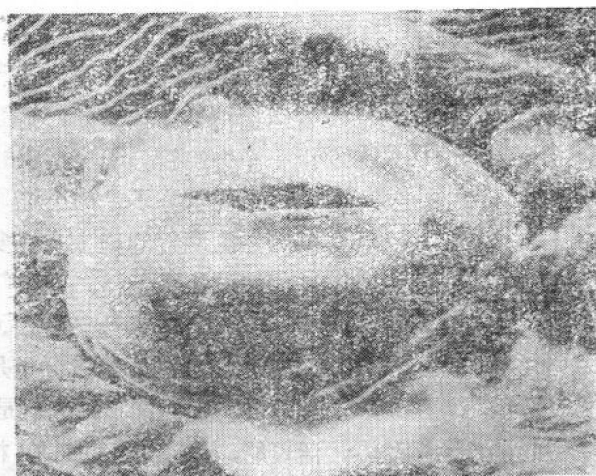


图1.6 扫描电子显微镜下的气孔器，由两个保卫细胞构成，中央为一张开的气孔

它们的细胞壁由于定向加厚而呈现各种花纹。

导管分子是木质部中负责输送水分和无机盐的细胞。为了观察导管细胞，可将柳枝的木质部切成细条，浸泡在10%的硝酸与10%的铬酸的混合溶液中。过一定时间各种细胞就被离析散开。在显微镜下检查时可以看到有一种长形的、两头贯通的管状细胞，在细胞壁上还有许多小孔，如果用特定的染料染色，还可看到细胞壁上有螺旋状或环状的加厚，这种细胞就是导管细胞（图1.7）。它们在机体内一个接着一个，可以形成几毫米到几尺长的输水管道，这些管道再构成纵横交错、四通八达的管道网。根从土壤中吸进的水分和无机盐能够通过管道网达到植物体的任何部位。

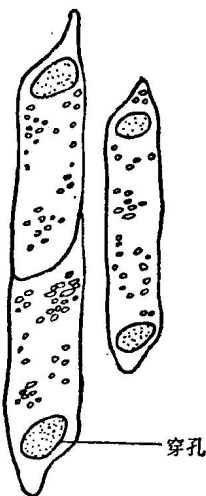


图1.7 导管细胞

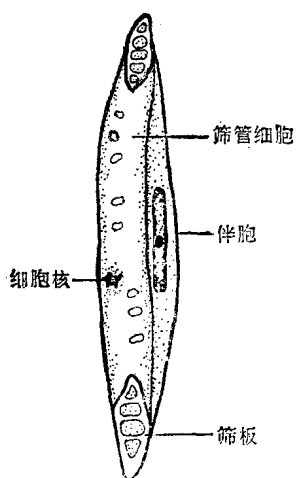


图1.8 筛管和伴胞

(companion cell)结合在一起(图1.8)。伴胞和筛管是由同一细胞分裂而来的,两者在生理功能上有密切的联系。

厚角细胞和厚壁细胞

厚角细胞和厚壁细胞对于维持植物体的机械强度是十分重要的。厚角细胞(collenchymatous cell)一般存在于茎和叶柄表皮下的皮层中。它们有时排列成圆筒状,有时呈束状。厚角细胞具有生活的原生质体和局部增厚的纤维素构成的细胞壁,具有相当大的弹性,主要是在生长中的器官里起支持作用。它们和薄壁细胞的主要区别是其细胞壁在一定的部位上加厚(图1.9)。由厚角细胞组成的厚角组织具有相当大的张应力。断裂载荷的测定表明,芹菜的厚角组织束的强度比同一叶柄中的维管束更强。厚角细胞壁的弹性也比韧皮纤维更大。

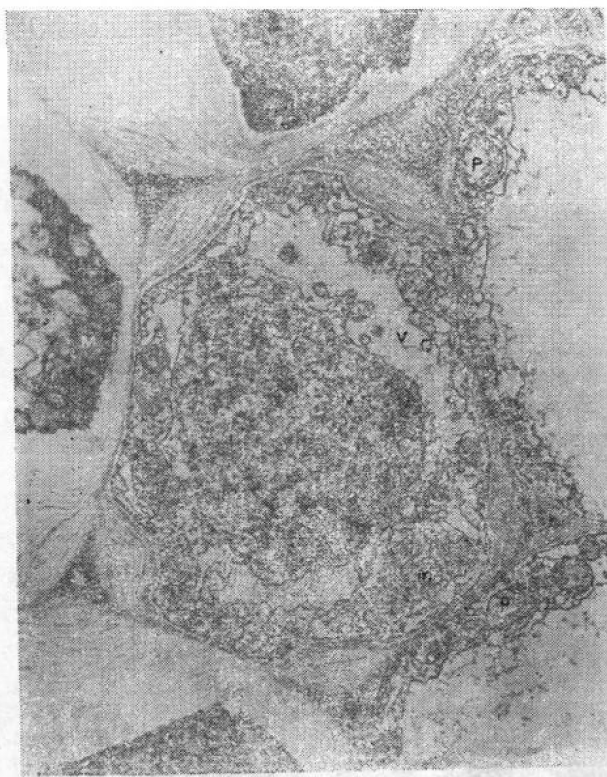


图1.9 小麦 (*Triticum aestivum*) 花丝中的厚角细胞
细胞壁在靠近细胞间隙(*)处加厚。M——线粒体 N——细胞核
P——质体 V——液泡

厚壁细胞 (sclerenchymatous cell) 分两类。一类叫做石细胞 (sclereid)，另一类是纤维细胞 (fiber cell)。两类细胞都有加厚的细胞壁，通常是硬而木质化的。成熟的厚壁细胞一般没有生活的原生质体。

石细胞(图1.10)因细胞壁坚硬如石而得名。它比纤维细胞粗短，细胞壁也更厚些。石细胞分布在一些根、茎、叶和果