

生物学通报 创刊三十周年丛书 一

植物学基础知识选编

《生物学通报》编委会 编



科学普及出版社

内 容 提 要

《生物学通报》创刊三十周年丛书共分四册：植物学基础知识选编；动物学基础知识选编；生理卫生基础知识选编；中学生物实验与标本制作。本册内容包括植物的细胞、组织、器官的结构与生理功能；植物的系统发育及植物生态学等方面的基础知识。并附图一百多幅。

这本书对于中学生物教师进修和教学均有参考价值。可供中学生物教师和大专院校生物系科师生阅读。也可供农、林、医工作者参考。

《生物学通报》创刊三十周年丛书 一

植物学基础知识选编

《生物学通报》编委会 编

责任编辑：战立克

封面设计：郝 战

*

科学普及出版社出版（北京白石桥紫竹院公园内）
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
国防科工委印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米 1/32 印张：7 字数：148千字

1983年2月第1版 1983年2月第1次印刷

印数：1—23,500册 定价：0.60元

统一书号：13051·1337 本社书号：0601

前 言

为纪念《生物学通报》创刊三十周年，我们选编了这套丛书。

本丛书具有以下几个特点：（一）注重基础，联系实际。紧密结合生物教学实际，有些直接联系生产和医疗实践，简明扼要、深入浅出地阐述了植物、动物、生理卫生和生物技术等方面的基础知识。（二）取材广泛，科学性强。所选文章大都是知名专家或具有丰富教学经验的教师撰写的，有理论、有资料、有分析，选编时又做了必要修改。有些文章虽非新作，但至今读起来仍感新鲜，富有启发性。（三）重点突出，针对性强。针对生物教学中的重点、难点，突出代表植物、代表动物、按教材顺序选编有关文章。（四）注重实用，简便易行。所选生物实验、标本制作等方法和技术均较简便，易于掌握，便于操作和演示。

这套丛书集中了我刊三十年来发表的优秀文章。在生物科学迅速发展、生物教学逐步加强的今天，它更是一份难得的教学、进修的参考资料。因此本丛书不仅供中学生物教师和大专院校生物专业师生教学用，也可供农、林、医工作者参考。本丛书由《生物学通报》编委会、编辑部编。

本丛书共四册：《植物学基础知识选编》、《动物学基础知识选编》、《生理卫生基础知识选编》和《中学生物实验及标本制作》。

本册内容包括植物的细胞、组织、器官的结构和生理功能；植物的系统发育及植物生态学方面的基础知识。

《生物学通报》编委会、编辑部
1981年12月

目 录

植物的细胞壁·····	张景钺	1
植物的组织·····	李正理	11
植物韧皮部的结构与功能·····	高信曾	25
毛白杨茎的解剖构造·····	北京师范大学生物系	35
	植物教研室	
被子植物胚及胚乳的形成和发育·····	张述祖	43
水果是如何形成的·····	董愚得	54
根系在植物生活中的作用·····	曹宗翼	61
茎的运输作用·····	刘庚年	69
叶和有机物的制造·····	董愚得	76
植物的光合作用·····	吴相钰	89
衣藻和水绵·····	齐雨藻 邓春匡	99
酵母菌及霉菌·····	董愚得	111
漫谈担子菌·····	蔡士侯	124
黑粉菌·····	张志强	135
我国的野生食用菌·····	刘 波	139
霉菌·····	韦安阜	148
地衣·····	周 瑛	159
葫芦藓·····	陈邦杰	172
中国的蕨类植物·····	傅书遐	181
问荆·····	刘鸣远	192
水杉与银杏·····	胡先骕	197
关于指示植物的概念·····	侯学煜	203
进展中的植物生态学·····	陈昌笃	212

植物的细胞壁

张景钺

(北京大学生物系)

植物的细胞具细胞壁是植物区别于动物的特征之一。在高等植物里，只有与有性生殖有关的极少数细胞是裸体的——即是无壁的。典型的例子是精子和卵。当它们通过受精作用形成合子时，细胞壁便出现。

细胞壁的厚度、化学成分和植物组织的功能及组织的分类有密切的关系，不过在研究植物的组织时也应防止片面的强调细胞壁而忽视包含在细胞壁里的原生质。

一、新细胞壁的形成

在高等植物里，细胞分裂紧随着核的分裂。当二子核进到分裂的末期时，在细胞的赤道处出现很象纺锤丝的一束细丝，叫做**成膜体**。成膜体由细胞中央逐渐向周边推移（即是说中央的丝逐渐消逝，向周边逐渐有丝出现，直到母细胞的侧壁为止）。在成膜体的中央（即赤道地位），出现膜状体，叫**细胞板**。之后在这里积累了果胶物质成为**中层**，在中层的两面出现二子细胞的细胞壁。新壁不局限于中层的两边，而是

包围着整个子细胞。新细胞出现以后，母细胞的老壁与原生质隔离，不再能积累壁物质。它随着子细胞的加大而变薄，终至破灭图 1。

二、原生质体和细胞壁

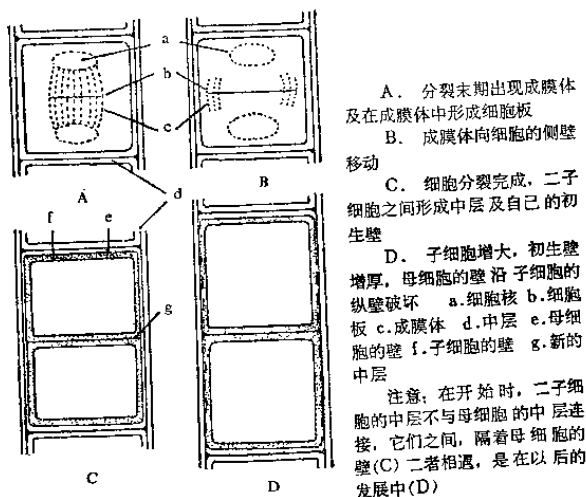


图 1 细胞分裂时细胞壁的形成

在植物体中——尤其是在木本的植株中，相当大一部分细胞在它成熟后，细胞的内容消失，只剩下细胞壁，所以容易使人持着一种概念，即细胞壁是无生命的。这样就可将植

物细胞分成两大部分：有生命的原生质体及包围它的无生命的细胞壁。但是细胞壁的产生也必定是原生质活动的结果。晚近细胞壁的研究提供新的事实证明细胞壁最重要的成分——纤维素的合成和纤维素的单位——微纤丝，在壁中的方向都取决于原生质的活动。在细胞生长期间，作为原生质主要成分的蛋白质与纤维素紧密结合，并且也是细胞壁组成的物质。若将幼期的生长细胞放在高渗糖溶液中时，往往不引起细胞的质壁分离，而是使整个细胞缩成一团，只是在成熟细胞里，才能引起质壁分离。细胞壁的结构学研究，显微化学的试验和X-射线的分析都支持蛋白质——参加组成细胞壁的组成这一结论。

由于原生质的活动，纤维素在细胞壁上逐步积累，同时原生质也逐步向后撤退。最后细胞壁中只留下联络两细胞的原生质细丝即胞间连丝。此时的细胞壁变成无生命的东西了。

在这里应当提一提胞间连丝，它在植物细胞中是普遍存在的，不过在薄壁的细胞中，极细的丝一般不易察觉，经过膨胀和特殊的染色，可以在光学显微镜下看见。近来利用电子显微镜更清楚地看见了。

三、细胞壁的组成部分

两相邻的细胞各自有壁，从一开始即由中层将它们粘在一起。在幼龄时细胞壁很薄，很难看出两细胞中间的隔壁是三层的。但若用适合的染料（如极淡的钒红溶液）染色，则中层染色特深。在偏振光显微镜下中层是黑暗的。此外还可

以用化学试剂将中层溶解，这样离析的组织它的每一细胞仍然保持自己的完整的壁。在细胞停止扩大以后，许多组织的细胞仍然继续积累细胞壁，形成次生壁。

中层 如上所述，细胞核分裂后在细胞板处产生中层。此层的化学物质主要是果胶物质。

初生壁 是植物细胞分裂后最初形成的壁。此壁的组成物质是纤维素和果胶质，也往往含有非纤维素的多糖和半纤维素。此壁后来也可以木质化。在初生壁中曾有人报导有蜡质存在。

初生壁是厚薄不匀的。在发育早期，在显微镜下壁作网状，在较迟时期仍保留着薄的区域，叫做**初生纹孔场**(图2)。当细胞在生活时，胞间连丝往往集中由初生纹孔场穿过，但有时它们也由壁的较厚处穿过。

初生壁一般是薄的，但有时也较厚。例如银杏苗端的生



图2 蚕豆胚根分生组织细胞(经离析)，示初生纹孔场，细胞壁在角处很厚

长锥中有些细胞的壁就相当厚。所以壁的厚薄不能为区别初生壁和次生壁主要特征。主要的分别，在于具有初生壁的细胞可以继续扩大，细胞壁的面积可以继续增加。植物体中活的细胞绝大多数只具初生壁。初生壁的可塑性强，所以具这种壁的成熟细胞在适宜的条件下可以重新生长和分裂。

次生壁 很多细胞在初生壁之内还累积次生壁。次生壁的出现，标志着细胞的大小已定，不再加大，也就是说次生壁一经出现，细胞壁不再有面积的增加而只有厚度的增加。在这里应当指出，当次生壁加厚还不妨碍初生壁的扩张时，初生壁仍然可以扩大。显著的例子是具环纹或螺旋纹的导管结构和管胞。它们壁上加厚的部分是次生的，但不限制这些分子的加长。这一点是很容易觉察的。当细胞内环纹(螺旋纹)加厚初出现时，它们是密集的，后来因为细胞加长环纹变得稀疏，螺旋纹也拉长了。

有次生壁的细胞成熟后，它们的原生质体往往消失，只留下躯壳。管胞和导管结构都是这样。但原生质体也有被保存的，例如木质部中的厚壁射线细胞及加厚的木质薄壁组织细胞。

次生壁有时很厚，几乎填满细胞腔。这时细胞腔在横切面上只是一个点。

次生壁的基本物质也是纤维素，或者是纤维素、其他多糖类和半纤维素的混合物。总之，次生壁是以纤维素为主体的，但它在形成之后，往往又有其他物质掺入，重要的物质将在下面讲到。

纹孔 上面讲过初生壁往往厚薄不匀，有初生纹孔场。次生壁则一般有纹孔，它们是次生壁上的腔穴。在这些地方

次生壁不存在而只有初生壁将纹孔覆盖着。

纹孔的研究在木材解剖学上占相当重要的地位。有一套丰富的术语用来描述它们的形状结构和分布。

细胞壁上有纹孔处，其相邻的细胞也有纹孔。这样，纹孔是成对出现的，我们叫它**纹孔对**，在很少的情况下，纹孔无对偶，例如纹孔发生处，正对着细胞间隙。无偶的纹孔叫作**盲纹孔**。

纹孔可以分成两大类：**单纹孔**和**具缘纹孔**，具缘纹孔在纹孔处次生壁离开初生壁向内穹出成为边缘。单纹孔则无此边缘。两相对的单纹孔成**单纹孔对**，两相对的具缘纹孔成**具缘纹孔对**。具缘纹孔也可以同单纹孔相偶成**半具缘纹孔对**（图3）。

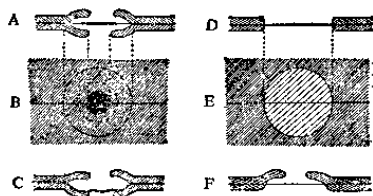


图3 图解表示三种形式的纹孔对

A、B.具缘纹孔的切面观和表面观；C.具缘纹孔对的切面观，示纹孔塞紧贴着纹孔口；D、E.单纹孔对的切面观和表面观；F.半具缘纹孔对的切面观

上面已经指出，在纹孔处次生壁是不存在的。纹孔对由相邻细胞的初生壁和它们之间的中层所共同组成的薄膜所隔断。这层在纹孔之间的隔膜叫作**纹孔膜**。由于次生壁不存在

所造成的小腔称之为**纹孔腔**。纹孔腔和纹孔膜是纹孔最基本的部分。

单纹孔存在于坚硬细胞的厚壁上及加厚的薄壁组织细胞的壁上。

最简单的纹孔是一个向细胞腔开口的圆筒状小穴，外边为纹孔膜所封闭。细胞壁很厚时，纹孔腔也相应地加长成管。

具缘纹孔主要存在于木质部的导管结构、管胞和木纤维上。与单纹孔相比，具缘纹孔是复杂的、多变的。

松柏类植物的管胞有大而清楚的具缘纹孔，所以在教学上普遍被采用为观察这种纹孔的材料。

四、细胞壁的化学成分

在上面描述中，已经涉及到细胞壁的化学成分。参加植物细胞壁的物质极其繁多，在这里只能择其重要的作简短的叙述，还应当指出的是在个体发育期间，壁物质的成分也会改变。甚至在细胞成熟后，壁物质仍有变动。例如木材由边材转化为心材时，壁物质有变化。

纤维素 纤维素是世界上最多的天然有机物。除比较少数例外（真菌的壁物质是几丁质，这是最重要的例外），植物的每个细胞都被它覆盖着。同有机界许多物质一样，它具有大分子。这个分子经过酸水解后全部或几乎全部都是葡萄糖^①，更准确地说，是 β -d-葡萄糖。每个葡萄糖分子去掉一

① 最近的研究似乎证明有时纤维的成分除葡萄糖外还有不少的其他糖类。

个水分子，彼此由氧相连成为长链。此长链即是纤维素分子，它是由上千个或更多的葡萄糖残基所组成，它的化学公式可以写成 $(C_6H_{10}O_5)_n$ ，它是亲水胶体却难以溶解。这样大的分子不易溶解是可以理解的。

果胶物质 它们是多缩半乳糖醛酸的衍生物，也可以纳入碳水化合物类。细胞的中层在起始时几乎纯是此类物质，初生壁里也有。果胶物质又可分为三类：原果胶质、果胶质和果胶酸，在细胞成熟时期，果胶酸与钙相结合变成不溶解的果胶酸钙。原果胶质的分子较大，不溶解于水。在苹果、花红等果实中，当它们成熟时，不溶解的原果胶质变为可溶解的果胶质，细胞因而彼此分离，果实变软。我们在组织学上所用的离析方法将以果胶物质所组成的中层用化学试剂除去，使组织解体。

果胶物质是亲水的胶体，所以当壁中有大量的果胶物质时，同时也含大量的水。

半纤维素 这个名词是不幸的，因为半纤维素在结构上和功能上都与纤维素很不相同。另一方面，半纤维在许多地方同果胶物质相似，半纤维素能溶解于弱碱溶液，并在弱酸作用下容易水解，半纤维素包括不同组成和不同性质的高聚糖，主要的是多缩木聚糖、多缩甘露糖和多缩阿拉伯糖。

含有大量半纤维素的细胞壁不仅有机机械功能，它显然是贮藏的化合物。例如柿、椰枣 (*Phoenix dactylifera*) 的胚乳细胞十分厚的壁主要的物质是半纤维素。在种子萌发的过程中厚壁变薄。

树胶和植物粘液 它们也是细胞壁物质，都是无定形的多糖类。树胶具有结构复杂的大分子。它的组成部分有己糖

(如半乳糖、甘露糖)和戊糖(如阿拉伯糖、木糖)以及糖醛酸等的残基。树胶多出现于果树树皮割伤的地方,常见的有桃胶、李胶、樱桃胶和金合欢树的阿拉伯胶。

植物粘液存在某些植物(例如亚麻、皂荚)种子的种皮中及某些水生植物表面细胞的细胞壁中。它们在成分上和树胶相似。二者也都是亲水物质,遇水膨胀。

木素 木素是很重要的细胞壁组份。木质部的绝大部分的细胞壁都含有木素,木质部以外的厚壁细胞也多含有木素。但是有的植物的韧皮纤维则含木素甚少,甚至全无(例如亚麻、苧麻)。

细胞壁中的木素是在壁的纤维素骨架已形成后再渗入的。所以成熟时含木素的厚壁在早期对木素试剂无反应,较迟才有这种反应。木素是存在纤维素骨架的空隙中。若用适当的试剂将木素从木化的厚壁中除去,壁中的纤维素呈辐射状的图样。反之,若将纤维素去掉,壁中留下的木素也呈辐射状的图样。正如照片和底片的正影和反影。在木化的细胞壁上用纤维素试剂时得不着纤维素反应,而用木素试剂时,则有木素反应。在化学反应上,纤维素被木质所遮掩,但是在偏振光显微镜下,各向同性的木素不能掩盖各向异性的纤维素,所以用偏振光显微镜检查,在棱镜正交时,纤维素的结 构仍然显现。

在成熟木质部里的管胞和导管结构的中层,初生壁和次生壁都木质化,而木质化的程序在中层和初生壁中较在次生壁中为强。

木素的化学成分很复杂,由于提取的困难,木素的化学结构至今未弄清楚。但确知道它的分子有一个芳香族物质的

核心，有侧链与它相连。木质分子不成长链，它是填充到纤维素的空隙中。

在机械作用方面，它增加组织的抗压力，但不增加它的抗拉力。木质是亲水的所以木化的细胞壁可以让水分通过。

角质、木栓质、蜡质等这些是细胞壁里的类脂物质。角质和栓质和木素一样，都是细胞的骨架已建立后才渗入的。角质存在于植物体地上部分的表面，栓质则渗入木栓组织的壁里。角质和栓质都是含有脂肪的高聚物质。角质化或栓化的壁对水的通过产生阻力。蜡质存在于细胞壁内，前面已讲到，它又出现于某些植物的表面成一层白色的蜡被。

矿质 矿质化是指细胞壁中有钙盐或硅化合物的渗入。钙化合物在细胞壁中的存在是相当普遍的。例如中层里有果胶酸钙。碳酸钙、草酸钙也常存在于细胞壁中。氧化硅存在于禾本科植物和木贼属的细胞壁上。用煅灰法可以烧去细胞的一切物质，只留下矿质的躯壳供仔细的观察。

此外，细胞壁中还有许多其他物质掺入。其中比较重要的物质，如分布在细胞中的鞣质。

五、细胞壁的生长

细胞壁形成后，大多数细胞加大。当然，细胞壁的面积也相应扩大，等到细胞停止加大时，细胞壁往往加厚。细胞壁加厚显然需要壁物质的增加，而早期细胞扩大的同时，壁一般不变薄，这势必也需要壁物质的增加。细胞壁的增长是采取什么方式呢？在这里有两种假说。一种是敷着生长说，即是认为新的壁物质在已成的壁上逐层向内堆积；另一种看

法是新的壁物质是在已有的壁物质之间形成的，这种增长的方式称为内填生长，敷着方式的生长是较容易理解，但有些观察到的事实，支持内填生长的说法，很可能两种方式都存在。

一般细胞壁的增长是向心的。由细胞中的原生质继续由外表向中央增加壁物质。但是花粉粒和某些孢子的外壁则是离心增长的。这些厚壁的产生是与花粉囊（或孢子囊）中解体的绒毡层显然有关。

(1963-3)

植物的组织

李正理

(北京大学生物系)

高等植物开始从一个形态上很简单的单细胞合子发生以后，发育成为胚胎；最后变成了成熟的孢子体——就是平常我们一般看到的树木花草。在这个发育生长的过程中，植物体内的细胞，不断地进行着分裂与分化。这样，这些细胞往往组成为某种集体，所谓组织及组织系统。

现在要对组织下一个全面而扼要的定义还有困难。不过现在普遍地认为组织是：一群功能与结构相同，并有共同的起源，时常在相同地位的细胞的集体。

为了说明植物组织上的一些概念，略举几种组织加以解释：

一、分 生 组 织

植物与动物的生长有一个很大的区别。就是植物一般都具有分生组织的活动，因此在生命的整个阶段里可以继续生长。

在植物体发展的过程中，具有很大分裂能力的细胞，后来多渐渐的限制在某些区域，这个仍旧具有这种能力部位的细胞组织，就称为分生组织。这种组织为形成各种器官的起点；它们的细胞有下面一些特点：细胞为等直径的；细胞壁很薄，壁上的纹孔很不明显；细胞质十分浓厚，活动力很强；液泡大都是多而细小，不易观察到；细胞核比例上很大；细胞间隙很小或者没有。

植物体中的分生组织，可以依照它们发育的时期，细胞的来源，在植物体中的地位，以及机能上的不同等等，而分成一些不同的类型。普通依照分生组织的性质和来源可以分为：**原分生组织**，系在根和茎的生长点的最先端部分，其中的细胞具有高度分生的能力。在植物生长时，细胞继续不断地分裂，然后形成了**初生分生组织**。初生分生组织的细胞，一方面不断地分裂，而另一方面则开始分化，形成了根内及茎中的各种初生组织。

初生分生组织又可以分为三种不同的组织：**原表皮层**，在生长点稍后最外面的一层，以后形成表皮层，有保护植物体的功能。**基本分生组织**，在原表皮层的里面，细胞一般比

原表皮层大，将来分化成皮层和髓部。**原形成层**，成束的在基本分生组织中，细胞成纺锤状，后来分化成初生维管组织。在裸子植物和双子叶植物中，这种组织的一部分继续保持分生的状态，成为**形成层**，由此产生次生的维管组织（图1）。

普通所说的初生组织，如表皮、皮层、髓、以及初生维管束等，都是由于这种初生分生组织分化的结果。次生分生组织则是已经形成薄壁组织以后，薄壁组织因为外界环境因素的刺激，又产生出分生能力的一种分生组织。

因此，次生分生组织几乎可以在植物体的任何地方，只要有薄壁组织的，都能够转

变产生出这种分生组织。园艺上树木的嫁接就全靠产生这种次生分生组织，引起以后组织上的愈合。

产生次生维管组织的形成层，则可以说是一种初生分生组织的延续，在很多双子叶植物中，形成层可按季节而有各种不同程度的分化活动。我们习见的树干的不断加粗，都是由于这种形成层活动的结果。

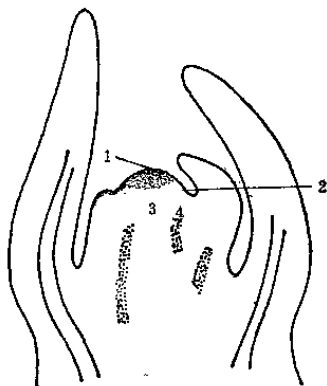


图1 图解说明分生组织的部位，原分生组织

- 1.初生分生组织； 2.原表皮层；
3.基本分生组织； 4.原形成层