

К. 伊稍 著 李正理 译

种子植物解剖学

上海人民出版社

中国 种子植物志

种子植物门

北京

种子植物解剖学

K. 伊 稍 著
李 正 理 译

上海人民出版社

ANATOMY OF SEED PLANTS
KATHERINE ESAU

种子植物解剖学

〔美〕K. 伊 稍 著

李 正 理 译

上海人民出版社出版

(上海绍兴路5号)

新华书店上海发行所发行 上海中华印刷厂印刷

开本 850×1168 1/32 印张 11 字数 290,000

1973年12月第1版 1973年12月第1次印刷

印数 1—15,000

统一书号: 13171·46 定价: 0.88 元

译 者 的 话

植物解剖学是植物学的一个重要分科，也是进一步学习植物学其他分科所必需的基础。这一基础学科，自本世纪来，随着生产实际的需要，内容上陆续不断地更新，各种基本概念也经过多年的修改补充，渐臻完善。此书是从植物发育解剖学的观点来说明种子植物的结构及其发展过程。原书虽在六十年代初期出版，译文也是在八年前已完成，但此十年来有关种子植物解剖学的基础知识，尤其是有关各种结构的基本概念，并无多大变动。因此，本书仍可作为植物解剖学入门书籍之一。

初学植物解剖学者，对很多植物解剖学名词和概念往往容易混淆。本书针对这种情况，叙述了种子植物的细胞、组织和器官的各种基本概念，以便初学者一开始就能打下一个正确的基础。本书作者为了较高年级学生及研究人员的需要，还编著了另外一本《植物解剖学》。但本书内容上远为精简扼要，文字上也较流畅易读，适于初学。

不过，此书是在六十年代初期出版，书中对于应用电子显微镜研究的植物超微结构虽已有一些描述，与当前七十年代在这方面的迅速发展相比，显然已觉不足；有些资料未能及时收入也是其缺点。

遵照毛主席关于“应当以中国人民的实际需要为基础，批判地吸收外国文化”和“洋为中用”的教导，现将这份译稿提供出来，以便我国植物学工作者有分析地阅读参考。由于译者的业务水平的限制，译文中难免有错误或不妥之处，尚请读者批评指正。

译 者

目 录

第一章 引言.....	1	细胞壁.....	31
植物体的内部组成.....	2	内含物.....	34
细胞和组织类型的综述.....	3	质体.....	35
表皮层.....	3	线粒体.....	37
周皮.....	4	后含物.....	38
薄壁组织.....	4	第五章 厚角组织.....	41
厚角组织.....	4	细胞壁.....	42
厚壁组织.....	4	植物体中的分布.....	43
木质部.....	5	结构和功能的关系.....	45
韧皮部.....	5	第六章 厚壁组织.....	47
分泌结构.....	5	细胞壁.....	47
第二章 胚胎.....	8	石细胞.....	52
双子叶植物的胚胎.....	8	茎中的石细胞.....	54
胚胎的各部分.....	8	叶中的石细胞.....	54
各部分的起源与发育.....	10	果实中的石细胞.....	55
组织组成的起始.....	11	种子中的石细胞.....	55
顶端分生组织.....	12	纤维.....	55
单子叶植物的胚胎.....	12	有经济价值的纤维.....	57
洋葱的胚胎.....	14	石细胞和纤维的发育.....	58
禾本科的胚胎.....	15	第七章 表皮层.....	61
第三章 由胚胎到成年		表皮层的组成.....	62
植物.....	20	细胞壁.....	64
分生组织和组织的起源.....	20	气孔.....	65
分化和特化.....	23	表皮毛状物.....	71
植物体组成上的表现.....	25	第八章 木质部：一般	
初生和次生生长.....	27	的结构和细胞	
第四章 薄壁组织.....	29	类型.....	73
细胞的形状.....	30		

次生木质部的大体结构·····	74	薄壁组织细胞·····	128
轴向与径向系统·····	74	初生韧皮部·····	128
生长层·····	75	次生韧皮部·····	130
边材和心材·····	75	松柏类韧皮部·····	130
次生木质部的细胞类型·····	75	双子叶植物韧皮部·····	134
管状分子·····	76	第十二章 周皮·····	139
纤维·····	82	周皮的结构和有关的组织··	140
管状分子和纤维细胞在系		复皮层·····	143
统发育上的特化·····	83	落皮层·····	144
薄壁组织细胞·····	85	周皮的发育·····	144
初生木质部·····	86	创伤周皮·····	147
原生木质部和后生木质部·····	87	单子叶植物的保护组织·····	148
初生管状分子的次生壁·····	89	树皮结构的外面观·····	149
第九章 木质部: 木材		皮孔·····	150
结构的变异·····	92	第十三章 分泌结构·····	153
松柏类木材·····	92	外部的分泌结构·····	153
双子叶植物木材·····	96	表皮毛状物和腺体·····	153
叠生和非叠生木材·····	100	蜜腺·····	155
导管的分布·····	101	排水器·····	156
轴向薄壁组织的分布·····	101	内部的分泌结构·····	157
射线的结构·····	103	分泌细胞·····	157
侵填体·····	104	分泌腔与分泌道·····	160
胞间道与胞间腔·····	105	乳汁器·····	161
反应木·····	105	第十四章 根: 初生生	
木材检索表·····	105	长状态·····	166
第十章 维管形成层·····	111	根的类型·····	166
形成层的组成·····	111	初生结构·····	167
原始细胞层在发育上的改		表皮层·····	168
变·····	114	皮层·····	171
第十一章 韧皮部·····	119	维管柱·····	173
细胞类型·····	119	根冠·····	174
筛分子·····	120	发育·····	176
伴胞·····	127	顶端分生组织·····	176
厚壁组织细胞·····	127	根尖的生长·····	177

初生分化·····	178	茎的类型·····	239
侧根·····	181	松柏类·····	239
第十五章 根: 次生生		木本双子叶植物·····	239
长状态及不		草本双子叶植物·····	240
定根·····	185	藤本双子叶植物·····	242
次生生长的普通类型·····	185	异常次生生长的双子叶植	
草本双子叶植物·····	189	物·····	244
木本种·····	190	单子叶植物·····	245
次生生长的变异·····	191	第十八章 叶: 基本结	
储藏根·····	192	构和发育·····	250
不定根·····	194	外部形态学·····	250
第十六章 茎: 初生生		被子植物叶的组织学·····	250
长状态·····	198	表皮层·····	250
茎为茎叶的一部分·····	198	叶肉组织·····	252
初生结构·····	198	维管系统·····	253
表皮层·····	200	发育·····	258
皮层和髓·····	200	叶原基的开始发生·····	258
维管系统·····	202	顶端生长和边缘的生长·····	259
发育·····	211	居间生长·····	263
顶端分生组织·····	211	叶肉组织的分化·····	263
叶的起源·····	220	维管组织的发育·····	264
芽的起源·····	221	脱离现象·····	265
茎的初生生长·····	223	第十九章 叶: 结构上	
维管分化·····	224	的变异·····	268
第十七章 茎: 次生生		叶的结构和环境·····	268
长状态和构		旱生形态·····	268
造类型·····	231	叶的结构和在植物上的位	
次生长·····	231	置·····	271
维管形成层的建立和发展·····	231	双子叶植物的叶·····	272
次生长对于初生植物体		叶肉结构的变异·····	272
的影响·····	235	支持组织·····	274
维管形成层的季节性活动·····	237	叶柄·····	275
创伤愈合和嫁接·····	238	单子叶植物的叶·····	275
		禾本科植物的叶·····	277

裸子植物的叶·····	279
第二十章 花·····	287
结构·····	287
花的各部分及其排列·····	287
萼片和花瓣·····	288
雄蕊·····	289
雌蕊群·····	290
维管解剖学·····	295
发育·····	296
花分生组织·····	296
花各部分的起源与发育·····	299

第二十一章 果实·····	305
果壁的组织学·····	306
干果壁·····	307
肉质果壁·····	310
周皮与皮孔·····	313
脱落现象·····	314
第二十二章 种子·····	316
种皮·····	316
胚乳·····	321
名词简释·····	325

第一章 引言

本书论述了现存种子植物的内部结构；其中特别着重在被子植物，但是也讨论到裸子植物营养体部分的一些特征。最后几章还描述了被子植物的花、果实和种子的解剖。

种子植物具有高度发展的植物体，结构和功能上的特化都很显著；这些表现在植物体的分化方面，就是外面形成各种器官，内部发生各类细胞、组织和组织系统。植物体中普通可以看到三种营养器官，即根、茎和叶；一般都认为花是一些器官的聚合，其中有的具有生殖作用（雄蕊和雌蕊），有的是不育的（萼片和花瓣）。至于内部的结构，一般多强调细胞和组织上的区别特征，并在这些不同特征的基础上分成各种类型。

这种对植物体的逐一叙述与其各部分的组合归类是合乎逻辑而又方便的研究方法。因为这样可以专心研究植物体各部分的构造与功能上的特化，但是也不能过份强调了这一方面而模糊了植物体本质上的整体性。

如果从发育上来研究，就可以清楚地理解植物体的整体性。这是一种方法，可以说明幼胚中比较不分化的植物体如何逐渐地现出了器官与组织。在种子植物的进化过程中也有相似的改变，由较不分化到更为分化，从较不特化到更为特化；因此我们会联想到根、茎、叶和花器官在系统发育上的相互关系，以及由不特化的所谓薄壁组织细胞中衍生出不同的细胞和组织。甚至从静态上也显出成熟植物各部分的整体性和相互的联系，它们全都有共同的组织系统。

因此植物就只能大概地分成各种器官，在茎叶（Shoot）与根之间、茎与叶之间就不可能划分得很清楚；花在许多方面很象营养器官茎叶。内部结构同样也没有十分明显的分界，各类细胞与组织

之间有许多中间的形式。

植物体的内部组成

植物体是由形态上可以辨认的单位——细胞所组成；每个细胞包裹在它自己的细胞壁里，依靠胞间物质相互粘结在一起。在这相互联合的一团中，某些群细胞与其他的细胞在结构或(和)功能上都可以不同；这种一群群的细胞就是组织。组织在结构上，由于组成细胞的不同和细胞彼此连结的方式不同而有变化。有的组织在结构上比较简单，只由一类细胞组成；有的组织比较复杂，可由几种细胞组成。

在整个植物体和主要器官中，组织的排列都表现出一定的构造和功能。输导食物和水分的组织——维管组织，形成了一种连结系统，连续地贯穿着整个植物的所有器官。这些组织连结着生长区、发育区和储藏区内吸收水分和合成食物的地方。非维管组织同样是连续的；它们的排列说明了特殊的相关（如储藏与维管组织之间）和特殊的功能（如支持和储藏）。为了要强调由组织构成了大的整体这一点来反映植物体基本上的统一性，一般是采用组织系统这一名词来表示的。

象本章开头所谈的，因为细胞与组织之间常常有许多中间的形式，它们的分类是有点人为的。然而为了有系统地描述植物的结构，建立各种分类的标准是必要的。经过大量的比较研究而进行的分类，可以清楚地显出变异和中间渐变的特征而加以适当的解释；这样不仅可以正确描述，而且也反映了整个分类上的自然关系。

本书按照 Sachs (1875) 的意见，把维管植物的主要组织根据部位的连续性归并成三种组织系统，即皮系统、维管系统和基本系统。皮系统包括表皮层（覆盖着植物体的初生保护层）和周皮（主要位于植物体的次生加厚部分，替代表皮层的保护组织）。维管系统包含两类输导组织，即韧皮部（输导食物）和木质部（输导水分）。

属于基本系统的组织在某种意义上是成为植物体的基本物质，但是同时也表现出各种程度的特化。主要的基本组织为各种各样的薄壁组织、厚角组织（与薄壁组织有关的厚壁支持组织）和厚壁组织（具有厚、硬而木质化壁的主要支持组织）。

植物体内的各种组织，依照植物的不同部分或（和）植物的类群而分布成各种特殊的式样。这些分布基本上都是一致的，就是基本组织包埋着维管组织，而皮组织则形成了外面的覆盖部分。分布式样上的变化主要是根据维管组织和基本组织的相对分布；例如在双子叶植物中，茎内的维管组织形成了一个空柱形状，包裹着一些基本组织（髓）；而有的基本组织则位于皮组织与维管组织之间（皮层）。叶子内的维管组织成为网状系统而包埋在叶肉的基本组织内。根部的维管柱可能并不含有髓，但是仍具有皮层。

植物的细胞和组织都是由合子（有时是卵的本身）经过胚胎的各个时期而衍生出来的。不过当胚胎发育成为成长植物以后并不会完全脱离胚性状态。植物有一种独特的、无限生长的能力，许多区域可长期保留着胚性的分生组织；当其他部分达到成熟时，这些区域可以继续产生新的细胞。位于根端和茎叶顶端的分生组织（顶端分生组织）所产生的细胞，衍生分化出根和茎叶新的部分。这种生长称为初生生长，由此产生初生植物体。许多植物的茎和根的增大是另外的维管组织加入到初生植物体的结果。这种加厚生长，是从维管形成层产生的，因而称为次生生长。次生生长普通还包括由木栓形成层所形成的周皮。维管形成层和木栓形成层与茎和根的侧面平行，可以称为侧生分生组织。

细胞和组织类型的综述

自从上一本植物解剖学(Esau, 1953)印行以来，关于细胞和组织类型方面的综述尚不需要有什么根本上的修改。经过稍为修改后，可同样地综述如下：

表皮层 表皮细胞在初生状态的植物体表面形成了一个连续

层。此层表现出与表面的位置有关的各种特殊的性状。表皮细胞的本身有各种形状,但是常成板状;其他的表皮细胞则是气孔的保卫细胞和各种毛(包括根毛)。表皮层中也含有分泌细胞和厚壁细胞。植物气生部分的表皮层细胞的显著特征是,外壁上具有角质层,外壁及有些壁或所有的壁都发生角化。表皮层有机械的保护作用,并可节制蒸腾和通气。在有次生生长的茎叶和根上,表皮层普通多为周皮所代替。

周皮 周皮由木栓(组织)、木栓形成层和栓内层所组成。进行次生生长的木栓形成层位于靠近轴器官的表面,本身是一种次生的起源。它由表皮、皮层、韧皮部或中柱鞘发生;向外产生木栓,向内形成栓内层。栓内层的数量很少或缺乏。木栓细胞普通成板状,紧密排列,成熟后无原生质体,并且具有栓化的壁。栓内层常常由薄壁细胞组成。

薄壁组织 薄壁组织细胞在茎和根的皮肤内,也在叶的叶肉中形成连续的组织。它们在维管组织中还形成了纵向束和射线。它们在皮层、髓和叶中,起源上都是初生的;在维管组织内则可以是初生的,也可以是次生的。薄壁组织细胞是活的细胞,能够生长与分裂。细胞有各种形状,通常是多角形的,但也有星状的或十分延长的细胞。细胞壁多数是初生壁,不过也可见到次生壁。薄壁组织和光合作用、各种物质的储藏、创伤的愈合以及不定结构的起源等有关系。薄壁组织细胞也可能特化成分泌的结构或排泄的结构。

厚角组织 厚角组织细胞在茎和叶柄的皮层近表面处或在沿着叶脉的地方可形成束或连续柱。它在根中并不普遍。厚角组织是活的组织,与薄壁组织的关系十分密切。事实上常把这种组织看做是薄壁组织在幼小器官中具有支持作用的特化形式。细胞的形状有短棱形的,有十分延长的。其中最显著的特征就是初生壁上有不均匀的加厚。

厚壁组织 厚壁组织的细胞可以形成连续的一团。它们或成小群,或为单个,夹杂在其他细胞中间。这种组织可以在整个植物

体上或在它的任何部分(初生的或次生的)发生而成为成熟植物各部分中增强的分子。厚壁组织细胞具有加厚的、次生的、常常木质化的壁,并且到成熟时原生质体消失;它们共有两类细胞,即石细胞和纤维。石细胞有各种形状,有多角形的,有伸长的形状,有的还可形成很多分枝;纤维一般是细长的细胞。

木质部 木质部细胞形成在结构和功能上比较复杂的组织,与韧皮部一起连续贯穿了整个植物体。此部分有输导水分、储藏和支持的作用。来源上可以是初生的或次生的。输导水分的主要细胞是管胞和导管分子。导管分子相互衔接成为导管。具有储藏作用的薄壁细胞纵向排列,在次生木质部中并可形成射线。机械细胞是纤维与石细胞。

韧皮部 韧皮部细胞也形成复杂的组织。与木质部一起贯穿了整个植物体;来源上,也有初生与次生的。韧皮部的作用是输导与储藏食物,并有支持能力。主要的输导细胞为筛胞和筛管分子,这些细胞到了成熟以后,细胞核消失。筛管分子相互衔接,形成筛管,并和一种特化的薄壁细胞(伴胞)结合。其他韧皮部薄壁细胞成为纵向的行列。次生韧皮部中还含有形成射线的薄壁细胞。韧皮部内的支持细胞是纤维与石细胞。

分泌结构 分泌细胞(产生各种分泌物的细胞)并不形成有明显分界的组织,而是成为单个的、或一群的、或一系列的细胞而在其他初生或次生的组织内;并且在植物体的表面成为一定的结构。植物体表面上的主要分泌结构是腺表皮细胞、毛、各种腺(如花内和花外的蜜腺)、某些排水器以及消化腺等。腺的表面常分化出分泌细胞,下面有不分泌的细胞支持着分泌细胞。内部的分泌结构为分泌细胞、胞间腔、或衬着分泌细胞的胞间道(树脂管、油管)、和由分泌细胞解体后形成的分泌腔(油腔)。乳汁管是一种内部的分泌结构。它们是单细胞而常分枝的(无节乳汁管),或者是细胞壁部分消失后的一系列细胞(有节乳汁管)。乳汁管中所含的液体称为乳汁,其中含有丰富的橡胶。它们通常是多核的。

一般参考文献

第二章至第二十二章末所附参考文献大部分选自近期的文献,但在引证或说明有关论题时,对伊稍著《植物解剖学》(1953)一书所附参考文献详细目录也加引用。本章所列的是植物解剖学书籍和若干植物形态学书籍的精选书目。其中大都适用于种子植物,但某些属于低等维管植物结构的材料亦予包括在内。

- Aleksandrov, V. G. *Anatomiia rastenii*. [Anatomy of plants.] Moskva, Sovetskaiā Nauka. 1954.
- Bailey, I. W. *Contributions to plant anatomy*. Waltham, Massachusetts, Chronica Botanica Company. 1954.
- Biebl, R., and H. Germ. *Praktikum der Pflanzenanatomie*. Wien, Springer. 1950.
- Boureau, E. *Anatomie végétale*. 3 vols. Paris, Presses Universitaires de France. 1954, 1956, 1957.
- Chamberlain, C. J. *Gymnosperms, structure and evolution*. Chicago, University of Chicago Press. 1935.
- De Bary, A. *Comparative anatomy of the vegetative organs of the phanerogams and ferns*. (English translation by F. O. Bower and D. H. Scott.) Oxford, Clarendon Press. 1884.
- Deysson, G. *Éléments d'anatomie des plantes vasculaires*. Paris, Sedes. 1954.
- Eames, A. J. *Morphology of vascular plants. Lower groups*. New York, McGraw-Hill Book Company. 1936.
- Eames, A. J., and L. H. MacDaniels. *An introduction to plant anatomy*. 2nd ed. New York, McGraw-Hill Book Company. 1947.
- Esau, K. *Plant anatomy*. New York, John Wiley and Sons. 1953.
- Foster, A. S. *Practical plant anatomy*. 2nd ed. Princeton, D. Van Nostrand Company. 1949.
- Foster, A. S., and E. M. Gifford, Jr. *Comparative morphology of vascular plants*. San Francisco, W. H. Freeman and Company. 1959.
- Haberlandt, G. *Physiological plant anatomy*. London, Macmillan and Company. 1914.
- Hasman, M. *Bitki anatomisi*. [Plant anatomy.] Istanbul, Matbaasi. 1955.
- Hayward, H. E. *The structure of economic plants*. New York, The Macmillan Company. 1938.
- Hector, J. M. *Introduction to the botany of field crops*. 2 vols. Johannesburg, South Africa, Central News Agency Ltd. 1938.
- Jackson, B. D. *A glossary of botanic terms*. 4th ed. New York, Hafner Publishing Co. 1953.
- Jane, F. W. *The structure of wood*. New York, The Macmillan Company. 1956.
- Jeffrey, E. C. *The anatomy of woody plants*. Chicago, University of Chicago Press. 1917.
- Küster, E. *Pathologische Pflanzenanatomie*. 3rd ed. Jena, Gustav Fischer. 1925.
- Linsbauer, K. *Handbuch der Pflanzenanatomie*. Vol. 1 and Following. Berlin, Gebrüder Borntraeger. 1922-1943.
- Mansfield, W. *Histology of medicinal plants*. New York, John Wiley and Sons. 1916.
- Metcalf, C. R., and L. Chalk. *Anatomy of the dicotyledons*, 2 vols. Oxford, Clarendon

- Press. 1950.
- Molish, H. *Anatomie der Pflanze*. 6th ed. Revised by K. Höfler. Jena, Gustav Fischer. 1954.
- Popham, R. A. *Developmental plant anatomy*. Columbus, Ohio, Long's College Book Company. 1952.
- Rauh, W. *Morphologie der Nutzpflanzen*. Heidelberg, Quelle und Meyer. 1950.
- Record, S. J. *Identification of the timbers of temperate North America*. New York, John Wiley and Sons. 1934.
- Reuter, L. Protoplasmatische Pflanzenanatomie. In: *Protoplasmatologia*. Vol. XI. pp. 1-113. Wien, Springer. 1955.
- Sachs, J. *Textbook of botany*. Oxford, Clarendon Press. 1875.
- Smith, G. M. *Cryptogamic botany*. Vol. 2: *Bryophytes and Pteridophytes*. New York, McGraw-Hill Book Company. 1938.
- Solereder, H. *Systematic anatomy of the dicotyledons*. Oxford, Clarendon Press. 1908.
- Solereder, H., and F. J. Meyer. *Systematische Anatomie der Monokotyledonen*. Berlin, Gebrüder Borntraeger. No. 1, 1933; No. 3, 1928; No. 4, 1929; No. 6, 1930.
- Stover, E. L. *An introduction to the anatomy of seed plants*. Boston, D. C. Heath and Company. 1951.
- Troll, W. *Praktische Einführung in die Pflanzenmorphologie*. Part 1: *Der vegetative Aufbau*. Part 2: *Die blühende Pflanze*. Jena, Gustav Fisher. 1954 and 1957.

第二章 胚 胎

胚胎发生(胚胎形成)的研究说明了植物营养体各部分的起源和组织组成的开始发生。因此,胚胎发生的知识对于研究成熟植物结构也有很大的作用。不过,胚胎的形成并不是一个简单的问题。在不同类群的植物中,胚胎发育的变化各有不同;并且对于幼小胚胎的各部分与以后成熟胚胎中的各部分的相互关系,尚有许多不同的意见。虽然有关胚胎早期发育的研究已有大量的文献,但是关于胚胎后期则报导得并不多;在后期,组织系统和顶端分生组织达到了最后胚性组成阶段。

胚胎这一名字原来在植物学中是指在种子中的幼小孢子体,但是后来变为较有伸缩性,还可以指任何植物开始发育的阶段(参考 Wardlaw, 1955)。本书内的讨论只限于被子植物的胚胎。

双子叶植物的胚胎

胚胎的各部分

成熟双子叶植物胚胎的基本部分为胚轴和两枚最初的叶状结构——子叶。胚轴处在子叶的下面,所以(至少部分的)称为下胚轴(图 2·1, E)。“部分的”这一限定是有必要的,因为胚轴的下端是新植物初发生的根。这一部分往往只是根的顶端分生组织,其外盖着根冠,但是有时候在种子萌发前胚轴的下端已发生出某些根的特征。这种胚胎性的根称为胚根。因为是否是一个胚根,或只是根的顶端分生组织,并不是很清楚的,所以胚轴可以就称为“下胚轴-根”轴。

成熟胚胎的两枚子叶之间,轴端仍存留着一些分生组织。这种组织就是将来茎叶的顶端分生组织或茎叶端(图 2·1, E)。有时