

ANATOMY OF SEED PLANTS

种子植物解剖学

(第二版)

K. 伊 稍 著 李 正 理 译

上海科学技术出版社

第二版

种子植物解剖学

K. 伊 稍 著

李 正 理 译

上海科学技术出版社

种子植物解剖学

第二版

K. 伊 稍 著

李 正 理 译

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 上海中华印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 23.75 字数 558,000

1982年2月第1版 1982年4月第1次印刷

印数: 1—5,000

统一书号: 13119-940 定价: (科五)2.90元

译者的话

这是《种子植物解剖学》在1977年刊行的第二版。自该书的第一版(1960年)出版以来,整整经过了十六年之久,才见此书第二版问世。在此期间,国际上植物解剖学已有很大的发展,特别是超微结构方面的成就更多,这些都已反映在此版的相应章节中。

根据近年的研究趋向,此版将有关细胞和细胞壁分别独立成章,而在花的结构和生殖方面,则也增加了内容,分开成为两章,同时删去了木材鉴定检索等部分。其他各章也都作了或多或少的补充。总之,此版接受了各方面的意见,作了较大的修改,这里就不一一赘述了。

此版仍保持原来第一版的特色,强调植物解剖学的各种基本概念,内容简要,说明清晰。所以本书仍不失为一本近年植物解剖学方面的重要参考书籍。

为配合加强基础理论的研究,特再翻译此书的第二版,以便我国植物学工作者有分析地阅读参考。由于译者受业务水平的限制,译文中难免有错误或不妥之处,请读者批评指正。

译者

1979年11月

目 录

第一章 引 言	1
植物体的内部组成	1
细胞和组织类型的综述	2
表皮层	2
周 皮	3
薄壁组织	3
厚角组织	3
厚壁组织	3
木质部	3
韧皮部	3
分泌结构	3
一般参考文献	4
第二章 种子植物的发育	6
胚 胎	6
由胚胎到成年植物	7
顶端分生组织及其衍生结构	8
分化、特化和形态发生	9
第三章 细 胞	13
细胞质	16
细胞核	16
质 体	18
线粒体	21
微 体	21
液 泡	22
隔壁体	23
核蛋白体	23
高尔基体	24
内质网	25
类脂球	26
微 管	26
后含物	27
淀 粉	27
单 宁	28
蛋白质	28

脂肪、油类和蜡	28
结 晶	29
第四章 细胞壁	33
壁的大分子组份及其组成	33
细胞壁层	35
胞间隙	36
纹孔, 初生纹孔场和胞间连丝	37
定义和结构	37
纹孔的类型	38
细胞分裂时细胞壁的起源	39
细胞壁生长	42
第五章 薄壁组织和厚角组织	45
薄壁组织	45
细胞的内含物	45
细胞的形状和排列	45
细胞壁	46
厚角组织	48
细胞壁	48
植株中的分布	50
联系到作用的构造	50
第六章 厚壁组织	52
石细胞	52
石细胞的分布	52
茎中的石细胞	53
叶中的石细胞	54
果实中的石细胞	54
种子中的石细胞	54
纤 维	54
有经济价值的纤维	55
石细胞和纤维的发育	56
第七章 表皮层	60
表皮层的组成	61
发育状况	62
细胞壁	63
气 孔	64
发生和作用	64

气孔复体的发育和成熟构型·····	66
表皮毛状体·····	68
第八章 木质部: 一般结构和细胞类型 ·····	73
次生木质部的大体结构·····	74
轴向与径向系统·····	74
生长层·····	74
边材和心材·····	74
次生木质部的细胞类型·····	75
管状分子·····	75
纤维·····	78
管状分子和纤维细胞在系统发育上的特化·····	78
薄壁组织细胞·····	80
初生木质部·····	80
原生木质部和后生木质部·····	80
初生管状分子的细胞壁·····	82
管状分子的分化·····	83
第九章 木质部: 木材结构的变异 ·····	90
松柏类木材·····	90
双子叶植物木材·····	92
叠生和非叠生木材·····	92
导管的分布·····	94
轴向薄壁组织的分布·····	95
射线的结构·····	96
侵填体·····	96
胞间道与胞间腔·····	97
次生木质部发育上的一些因素·····	97
反应木·····	99
木材鉴定·····	99
木材鉴定的应用特征·····	99
松柏类·····	99
双子叶植物·····	100
第十章 维管形成层 ·····	104
形成层的组成·····	104
原始细胞层的发育变化·····	107
形成层活动的式样和因果关系·····	109
第十一章 韧皮部 ·····	112
细胞类型·····	112

筛分子.....	113
细胞壁和筛域.....	113
筛胞和筛管分子.....	114
原生质体.....	116
筛板的分化.....	118
成熟筛分子的筛孔状态.....	118
伴 胞.....	120
薄壁组织细胞.....	121
厚壁组织细胞.....	121
初生韧皮部	121
次生韧皮部	123
松柏类韧皮部.....	124
双子叶植物韧皮部.....	125
第十二章 周 皮	129
周皮的结构和有关的组织	130
复皮层.....	131
落皮层.....	131
周皮的发育	132
单子叶植物的保护组织.....	136
创伤周皮.....	136
树皮结构的外面观	136
皮 孔	137
第十三章 分泌结构	141
外部的分泌结构	142
毛状物和腺体.....	142
蜜 腺.....	144
排水器.....	145
内部的分泌结构	146
分泌细胞.....	146
分泌腔与分泌道.....	147
乳汁器.....	148
第十四章 根：初生生长状态	153
根的类型	153
收缩根.....	153
菌 根.....	154
根 瘤.....	154
初生结构	154
表皮层.....	156

皮 层.....	156
内皮层.....	156
外皮层.....	158
维管柱.....	158
根 冠.....	159
发 育.....	161
顶端分生组织.....	161
根尖的生长.....	164
初生分化.....	164
表皮层.....	164
皮 层.....	165
维管柱.....	166
侧 根.....	166
根上的芽.....	168
第十五章 根：次生长状态及不定根	172
次生长的普通类型.....	172
草本双子叶植物.....	173
木本种.....	174
次生长的变异.....	176
储藏根.....	177
根次生长的生理.....	178
不定根.....	178
第十六章 茎：初生长状态	182
外部形态.....	182
初生结构.....	182
表皮层.....	184
皮层和髓.....	184
维管系统.....	184
维管束.....	184
叶子排列和维管组成.....	185
叶 隙.....	188
枝迹和枝隙.....	189
中柱的概念.....	190
发 育.....	191
茎 端.....	191
具有顶端细胞的顶端分生组织.....	193
原套-原体的组成.....	193
细胞-组织的分区.....	196
顶端原始细胞同一性的探究.....	197
叶的起源.....	198

枝的起源·····	199
茎的初生生长·····	200
维管分化·····	202
原形成层的起源·····	202
韧皮部和木质部的起源·····	203
芽与茎之间的维管连接·····	204
第十七章 茎：生长的次生状态和构造类型 ·····	208
次生生长·····	208
维管形成层的建立和发展·····	209
次生生长对早期形成的组织的影响·····	211
对叶隙和叶迹的影响·····	213
创伤愈合和嫁接·····	214
茎的类型·····	215
松柏类·····	215
木本双子叶植物·····	215
草本双子叶植物·····	215
藤本双子叶植物·····	218
异常次生生长的双子叶植物·····	219
单子叶植物·····	221
次生生长·····	223
第十八章 叶：基本结构和发育 ·····	226
形态学·····	226
被子植物叶的组织学·····	226
表皮层·····	226
叶肉组织·····	227
维管系统·····	228
小脉和溶质的运输·····	231
发育·····	233
叶原基的开始发生·····	233
长度和宽度的生长·····	235
叶片的生长·····	237
发育式样的变化·····	238
叶肉组织的分化·····	240
维管组织的发育·····	240
脱离现象·····	241
第十九章 叶：结构上的变异 ·····	245
叶的结构和环境·····	245
旱生形态·····	245

叶的形态和在植物上的位置·····	247
双子叶植物的叶·····	248
叶肉结构的变异·····	248
支持组织·····	249
叶 柄·····	249
单子叶植物的叶·····	250
禾草类的叶·····	252
禾草类叶结构和光合类型·····	254
裸子植物的叶·····	256
 第二十章 花：结构和发育·····	262
概 念·····	262
结 构·····	262
花、花的各部分和它们的排列·····	262
萼片和花瓣·····	263
雄 蕊·····	264
雌蕊群·····	265
心 皮·····	265
子 房·····	266
花柱和柱头·····	267
维管系统·····	269
发 育·····	270
成花诱导·····	270
花分生组织·····	271
花各部分的起源和发育·····	272
组织发生·····	272
器官发生·····	273
 第二十一章 花：生殖周期·····	280
小孢子发生·····	280
小孢子囊和小孢子·····	280
小孢子囊上的壁层·····	282
花 粉·····	283
雄配子体·····	285
配子发生·····	285
花粉管·····	287
大孢子发生·····	288
胚 珠·····	288
大孢子·····	289
雌配子体·····	289
受精作用·····	291

合 子	292
第二十二章 果 实	296
概念和分类	296
果 壁	297
果实类型	298
干 果	298
裂 果	298
闭 果	300
肉质果	302
具厚皮的果实	302
无厚皮的果实	305
果实的生长	307
果实的脱落	309
第二十三章 种 子	313
概念和形态学	313
种子的发育	314
种 皮	315
蓖 麻	316
芸苔和芥菜	317
南 瓜	317
大豆和菜豆	318
营养储藏组织	319
碳水化合物	321
蛋白质	322
脂 类	322
第二十四章 胚胎和幼苗	326
成熟胚	326
禾草类胚	327
胚的发育	328
芥菜胚	329
洋葱胚	331
禾草类胚	332
胚胎发生的异型	335
胚的分类	335
幼 苗	336
萌发和幼苗的建立	336
过渡区	339
名词简释	344

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,连续地贯穿着各个器官和整个植物。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(如支持或储藏)。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。

虽然细胞与组织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。而且,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,这样不仅有描述的用处,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、硬而常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。

植物的细胞和组织往往由合子(受精卵)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舍弃胚性时期。植物由于胚性组织区域——分生组织,具有无限生长的独特性质。当植物其他部分成熟时,分生组织不断地加入新的细胞。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

如本章开始所指出的,细胞和组织的分成各类,在某种意义上,是和结构特征变化与相互混级,以及它们能够从一类变成另一类的现象相矛盾的。可是,细胞和组织的,可由它们在植物体上的位置而获得有差别的特性。细胞和组织的分类是为了说明分化的现象(也即是植物各部分多样化的结果),是相关的和不相关的类群之间,一般特征和趋异特征的概括。它们从比较的和系统的角度,有可能讨论个体发育特化和系统发育特化的现象。现将种子植物的细胞和组织的通认种类综述如下:

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)。表皮层可能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,外壁上具有角质膜,外壁及有些壁或所有的壁都发生角质化。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。木栓细胞普通呈板状,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层内,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 韧皮部也是一种复杂的组织,由几类细胞组成,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管和筛管分子,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)。乳汁器是一种内部的分泌结构。它们是单细胞而常分枝的(无节乳汁器),或者是细胞壁部分消失后的一系列细胞(有节乳汁器)。乳汁器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

第二章至第二十四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》(1965)一书所附参考文献详细目录也加引用。此引言一章所列的是国内和国外的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包括在内。

- Aleksandrov, V. G. *Anatomiya rastenij* [Anatomy of plants.] 2nd ed. Moskva, Vysshaya Shkola. 1966.
- Bailey, I. W. *Contributions to plant anatomy*. Waltham, Massachusetts, Chronica Botanica Company. 1954.
- Biebl, R., and H. Germ. *Praktikum der Pflanzenanatomie*. 2nd ed. Wien, Springer. 1967.
- Bierhorst, D. W. *Morphology of vascular plants*. New York, Macmillan. 1971.
- Bold, H. C. *Morphology of plants*. 3rd ed. New York, Harper and Row. 1973.
- Boureau, E. *Anatomie végétale*. 3 vols. Paris, Presses Universitaires de France. 1954, 1956, 1957.
- Braune, W., A. Leman, and H. Taubert. *Pflanzenanatomisches Praktikum*. 2nd ed. Jena, Gustav Fischer. 1971.
- Carlquist, S. *Comparative plant anatomy*. New York, Holt, Rinehart and Winston. 1961.
- Clowes, F. A. L., and B. E. Juniper. *Plant cells*. Oxford, Blackwell Scientific Publications. 1968.
- Cutler, D. F. *Anatomy of the monocotyledons. IV. Juncales*. Oxford, Clarendon Press. 1969.
- Cutter, E. G. *Plant anatomy: experiment and interpretation*. Part 1. Cells and tissues. Part 2. Organs. London, Edward Arnold. 1969 and 1971.
- 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.
- Eames, A. J. *Morphology of vascular plants. Lower groups*. New York, McGraw-Hill. 1936.
- Eames, A. J. *Morphology of the angiosperms*. New York, McGraw-Hill. 1961.
- Eames, A. J., and L. H. MacDaniels. *An introduction to plant anatomy*. 2nd ed. New York, McGraw-Hill. 1947.
- Esau, K. *Plant anatomy*. 2nd ed. New York, John Wiley and Sons. 1965.
- Fahn, A. *Plant anatomy*. 2nd ed. Oxford, Pergamon Press. 1974.
- Foster, A. S., and E. M. Gifford, Jr. *Comparative morphology of vascular plants*. 2nd ed. San Francisco, W. H. Freeman. 1974.
- Haberlandt, G. *Physiological plant anatomy*. London, Macmillan and Company. 1914.
- Hayward, H. E. *The structure of economic plants*. New York, Macmillan. 1938.
- Jackson, B. D. *A glossary of botanic terms*. 4th ed. New York, Hafner Publishing Co. 1953.
- Jane, F. W. *The structure of wood*. 2nd ed. Revised by K. Wilson and D. J. B. White. London, Adam and Charles Black. 1970.
- Jeffrey, E. C. *The anatomy of woody plants*. Chicago, University of Chicago Press. 1917.
- Kaussmann, B. *Pflanzenanatomie*. Jena, Gustav Fischer. 1963.
- 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. *Anatomy of the monocotyledons*. I. *Gramineae*. V. *Cyperaceae*. Oxford, Clarendon Press. 1960 and 1971.
- Metcalf, C. R., and L. Chalk. *Anatomy of the dicotyledons*. 2 vols. Oxford, Clarendon Press. 1950.
- Rauh, W. *Morphologie der Nutzpflanzen*. Heidelberg, Quelle und Meyer. 1950.
- Sachs, J. *Textbook of botany*. Oxford, Clarendon Press. 1875.
- Sinnot, E. W. *Plant morphogenesis*. New York, McGraw-Hill. 1960.
- Soreder, H. *Systematic anatomy of the dicotyledons*. 2 vols. (English translation by L. A. Boodle and F. E. Fritsch.) Oxford, Clarendon Press. 1908.
- Soreder, H., and F. J. Meyer. *Systematische Anatomie der Monokotyledonen*. Berlin, Gebrüder Borntraeger. No 1, 1933; No. 3, 1928; No. 4, 1929; No. 6, 1930.
- Tomlinson, P. B. *Anatomy of the monocotyledons*. II. *Palmae*. III. *Commelinales—Zingiberales*. Oxford, Clarendon Press. 1961 and 1969.
- Troll, W. *Praktische Einführung in die Pflanzenmorphologie*. Part 1: *Der vegetative Aufbau*. Part 2: *Die blühende Pflanze*. Jena, Gustav Fischer. 1954 and 1957.
- Wardlaw, C. W. *Organization and evolution in plants*. London, Longmans, Green and Co. 1965.
- Zimmermann, W., P. Ozenda, and H. D. Wulff, eds. *Encyclopedia of plant anatomy (Handbuch der Pflanzenanatomie)*. Vol. 2 and following. Berlin and Stuttgart, Borntraeger. 1951 and following.