

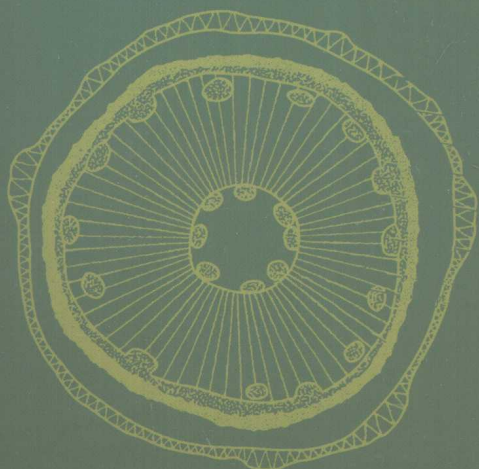


普通高等教育“十一五”国家级规划教材

P L A N T A N A T O M Y

植物解剖学

胡正海 主编



 高等教育出版社



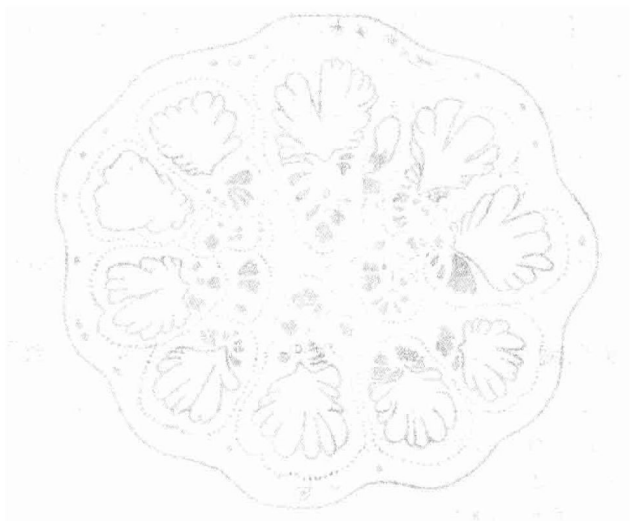
普通高等教育“十一五”国家级规划教材

P L A N T A N A T O M Y

植物解剖学

胡正海 主编

Z h i w u J i e p o u x u e



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内 容 提 要

本书是在多年教学实践的基础上,参照国内外植物解剖学方面著作,吸收近 20 年来此领域的国内外主要科研成果编写而成的。本书在文字叙述上力求简明通顺,便于学生自学。在内容安排上重视承上启下,先介绍本学科的研究内容、发展简史及其意义,并以种子植物为主介绍植物整体的结构规律。首先了解课程的目的、意义以及植物的整体结构,然后介绍植物体的基本结构和功能单位植物细胞的结构及其功能。在此基础上依次介绍植物体内由不同细胞构成的各类植物组织,在叙述上先从分生组织和组织分化开始,进而阐述各类组织及其组织系统,力求阐明植物体内各类组织的特异性和相关性。在明确植物组织特点基础上,分别介绍种子植物体各类器官的结构及其发生、发育规律,从而进一步明确植物体内部结构的规律性及其相互关系。植物结构中的名词概念是学习和应用植物解剖学知识的基础,为此本教材最后专门附有植物解剖学名词解释。此外,为了便于自学时扩展知识,在每章后都附有参考文献。

本书可作为综合性大学、师范、农、林、中医等高等院校有关专业本科生的教材,亦可作为研究生、教师、科研工作者的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

植物解剖学/胡正海主编. —北京:高等教育出版社, 2010. 5

ISBN 978 - 7 - 04 - 029129 - 2

I. ①植… II. ①胡… III. ①植物解剖学 - 高等学校 - 教材 IV. ①Q944. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 038580 号

策划编辑 李光跃 责任编辑 刘思涵 封面设计 赵 阳 责任印制 陈伟光

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
总 机 010 - 58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京人卫印刷厂

开 本 787 × 1092 1/16
印 张 23. 25
字 数 560 000

购书热线 010 - 58581118
咨询电话 400 - 810 - 0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landracom.com>
<http://www.landracom.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2010 年 5 月第 1 版
印 次 2010 年 5 月第 1 次印刷
定 价 34. 50 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究
物料号 29129 - 00

编写人员

主编 胡正海

编者 胡正海 刘文哲 蔡霞

吴鸿 宁熙平

前 言

植物解剖学是植物学科的一个分支学科,其主要内容是研究植物的细胞、组织和器官在个体发育、系统发育和不同生态环境下的显微结构和超微结构特点及其发生、发育规律以及如何利用这些结构规律为生产实践服务。近年来,随着植物学科的发展,植物解剖学在原有基础上引进了新理论、新技术,深入研讨植物结构发生的机制以及与其功能的关系等,在研究的深度和广度上都有了新进展。

植物结构的知识和实验技能是高等学校生物类和农、林、中药类专业植物学基础课内容的重要组成部分以及植物学专业研究生的专业课程,同时也是上述专业领域科研工作的基础。为此,在20世纪50—80年代,我国学者翻译出版了一批国外学者编著的植物解剖学教材或专著。1984年北京大学李正理、张新英教授编著并出版了《植物解剖学》(高等学校试用教材),为我国首本此方面的教材。西北大学生物系从1960年开始,在植物学专业开设“植物解剖学”课程,并编印了讲义和实验指导。近年来,在生物科学专业继续开设此门课程,并为植物学专业硕士生开设“植物解剖学”课程。通过多年的教学实践,积累了一定的教学经验。由于我国已出版的各种版本《植物解剖学》教材已有20多年,在此期间本学科领域已有许多新的研究进展,同时我国学者在植物解剖学方面的研究成果在以往的教材中收载甚少,为此编写《植物解剖学》新教材是新时代的需要,势在必行。本教材的编写得到高等教育出版社生命科学与医学出版中心的大力支持,并被列为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

本教材在编写上注意了以下方面:继承国内外《植物解剖学》教材的经验;吸收20多年来本学科的主要进展;反映我国学者在此领域的重要研究成果;在文字叙述上力求简明通顺,便于读者学习。在内容安排上重视承上启下,先介绍本学科的研究内容、发展简史及其意义,并以种子植物为主介绍植物整体的结构。首先了解课程的目的、意义以及植物的整体结构,然后介绍植物体的基本结构和功能单位植物细胞的结构及其功能,在此基础上依次介绍植物体内由不同细胞构成的各类植物组织,在叙述上从分生组织和组织分化开始,进而阐述各类组织及其组织系统,力求阐明植物体内各类组织的特异性和相关性,在明确植物组织特点基础上,分别介绍种子植物体各类器官的结构及其发生、发育规律,从而进一步明确植物体内部结构的规律性及其相互关系,重要内容都配以必要的插图说明。植物结构中的名词概念是学习和应用植物解剖学知识的基础,为此本教材最后附有植物解剖学名词解释。此外,为了便于读者自学时扩展知识,在每章后都附有主要参考文献。

本教材以多年教学实践中所编写的《植物解剖学》讲义为基础,参照国内外植物解剖学方面著作,吸收近 20 年来此领域的国内外主要科研成果,历经 3 年努力方完成。具体的编写分工如下:胡正海编写第一、二章和植物解剖学名词解释;吴鸿和宁熙平编写第三章;蔡霞编写第四至第十一章;刘文哲编写第十二至第十七章,最后由胡正海统稿。书中所用图表除少数为编者提供外,其余的都引自国内外植物解剖学方面的专著和论文,所有图表都注明其来源。在编写过程中,得到我的老师北京大学李正理教授的关心和支持以及胡适宜教授、崔克明教授、高信曾教授和张新英教授的支持,并得到以色列希伯来大学 A. Fahn 教授的支持。高等教育出版社生命科学与医学出版中心的编辑们对教材的编写提出了宝贵的意见。在此一并表示诚挚的谢意。

由于我们的水平有限,书中存在的不足和错漏之处,请读者和同行专家提出宝贵的意见。

西北大学 胡正海
2009 年 6 月于西安

目 录

第一章 绪论	1
第一节 植物解剖学的任务、研究内容和方法	1
第二节 植物解剖学研究简史	3
第三节 植物解剖学的理论意义和实际应用	6
一、植物解剖学在理论上的意义	6
二、植物解剖学在生产实践中的应用	7
主要参考文献	8
第二章 植物体	9
第一节 植物体内部组成的一般规律	9
第二节 植物体组织结构的来源和分化	10
第三节 植物形态结构发育中的一些特性	13
一、生长发育	13
二、极性	13
三、位置效应	14
四、相关现象	14
五、梯度现象	14
六、再生作用	15
七、对称	15
主要参考文献	16
第三章 植物细胞	17
第一节 植物细胞概述	17
一、细胞的形态	18
二、细胞的大小	19
三、细胞的排列方式	20
第二节 原生质体	23
一、原核细胞和真核细胞	23
二、质膜	24
三、细胞核	25
四、质体	27
五、线粒体	31
六、微体	31
七、液泡	32
八、内质网	33

九、高尔基体	34
十、核糖体	35
十一、细胞骨架	36
第三节 细胞的后含物	38
一、淀粉	38
二、单宁	41
三、结晶体	41
四、橡胶	44
五、脂肪和油类	45
第四节 细胞壁	46
一、细胞壁的显微结构	46
二、细胞壁的超微结构	50
三、细胞壁的化学成分	51
四、细胞壁的形成和生长	55
五、细胞壁上的附属结构	57
主要参考文献	62
第四章 分生组织和组织分化	64
第一节 分生组织与植物体的生长	64
第二节 分生组织的分类	66
一、分生组织的分类	66
二、各类分生组织的组织学特征	67
三、各类分生组织在植物个体发育中的相互关系	68
第三节 顶端分生组织	69
一、生长点的概念	69
二、原始细胞和衍生细胞	69
三、各类植物生长点的组织学特征	70
第四节 维管形成层	82
一、维管形成层的来源	82
二、维管形成层细胞的形态结构和排列	83
三、维管形成层细胞的分裂	85
四、维管形成层的活动规律	87
第五节 组织分化	90
第六节 植物的组织和组织系统	91
一、组织的定义	91
二、组织的分类	92
主要参考文献	93
第五章 表皮和周皮	97
第一节 表皮	97

一、表皮细胞	98
二、气孔复合体	100
三、毛状体	104
四、复表皮	105
第二节 周皮	106
一、周皮的形成	106
二、周皮的结构	107
三、皮孔	109
四、创伤周皮、复皮层和落皮层	110
主要参考文献	112
第六章 薄壁组织	116
第一节 薄壁组织细胞的特点	116
第二节 薄壁组织的类型	118
一、同化组织	118
二、贮藏组织	118
三、贮水组织	118
四、通气组织	118
第三节 薄壁组织细胞的排列和胞间隙的发生	120
一、细胞的排列	120
二、胞间隙的发生	121
第四节 植物体内的传递细胞	121
一、传递细胞的特征	121
二、传递细胞的分布	123
主要参考文献	126
第七章 厚角组织	130
第一节 厚角组织的结构特征和类型	130
一、厚角组织的结构特征	130
二、厚角组织的类型	130
三、厚角组织的分布	132
第二节 厚角组织的起源和发育	133
一、厚角组织的起源	133
二、厚角组织的发育	134
第三节 厚角组织的结构和功能的关系	134
主要参考文献	135
第八章 厚壁组织	136
第一节 纤维	136
一、纤维的结构特点和分布	136
二、纤维的类型	139

三、纤维的起源和发育	142
第二节 石细胞	144
一、石细胞的结构特点和分布	144
二、石细胞的类型	146
三、石细胞的起源、发育与调控因素	146
主要参考文献	148
第九章 分泌组织	152
第一节 外部的分泌组织	152
一、分泌表皮	152
二、腺毛	152
三、蜜腺	153
四、排水器	155
五、盐腺	156
六、消化腺	160
第二节 内部的分泌组织	160
一、分泌细胞	161
二、分泌囊(腔)	162
三、分泌道	163
四、乳汁器	163
主要参考文献	166
第十章 木质部	170
第一节 木质部的组成分子	171
一、管状分子	171
二、厚壁组织细胞	176
三、薄壁组织细胞	177
第二节 初生木质部	179
第三节 次生木质部	180
一、垂直系统和水平系统	181
二、生长轮	182
三、心材和边材	182
第四节 各类木材的结构	183
一、裸子植物的木材	183
二、双子叶植物的木材	184
第五节 木质部组成分子的演化	188
一、导管的起源和演化	188
二、木纤维的起源和演化	190
三、木薄壁细胞的演化	190
四、射线的演化	192

主要参考文献	192
第十一章 韧皮部	195
第一节 韧皮部的细胞类型	195
一、筛状分子	196
二、伴胞	202
三、薄壁组织细胞	204
四、厚壁组织细胞	205
第二节 初生韧皮部	206
第三节 次生韧皮部	208
一、松柏类植物的次生韧皮部	208
二、双子叶植物的次生韧皮部	210
三、筛管分子的起源和演化	212
主要参考文献	212
第十二章 根	215
第一节 根的初生结构及其发育	215
一、初生结构	215
二、初生结构的发育	221
三、侧根	223
第二节 根的次生生长及次生结构	224
一、次生生长的一般规律	224
二、草本双子叶植物	226
三、木本植物	226
第三节 不定根	226
第四节 根的异常生长	228
一、裸子植物的异常结构	228
二、双子叶植物的异常结构	228
三、其他的异常维管结构	232
四、异常保护组织	232
主要参考文献	232
第十三章 茎	234
第一节 茎的初生结构及其发育	234
一、初生结构的一般特征	234
二、初生结构的发育	237
三、叶迹和叶隙	241
第二节 茎的次生生长及次生结构	242
一、茎的次生生长的一般规律	242
二、次生生长对初生结构的影响	244
三、茎次生结构的类型	245

第三节 茎的异常生长	249
一、异常初生结构	249
二、异常次生结构	250
主要参考文献	254
第十四章 叶	256
第一节 叶的发生和发育	256
一、叶原基的发生	256
二、叶原基的生长	257
第二节 种子植物各类群叶的结构	260
一、双子叶植物	260
二、单子叶植物	263
三、裸子植物的叶	266
第三节 叶的结构与环境	268
一、旱生植物的叶	268
二、水生植物的叶	270
三、阳地植物和阴地植物的叶	270
第四节 叶的脱落	271
主要参考文献	272
第十五章 花	274
第一节 花各组成部分的结构	274
一、花柄和花托	275
二、萼片	275
三、花瓣	276
四、雄蕊	277
五、雌蕊	278
六、维管系统	282
第二节 花的发生发育	283
一、成花诱导	284
二、花器官的发生发育	286
第三节 被子植物的生殖周期	288
一、小孢子发生	288
二、雄配子体的形成	290
三、花粉的结构	291
四、大孢子发生	292
五、雌配子体(胚囊)的形成	294
六、受精作用	295
七、合子	296
主要参考文献	296

第十六章 果实	298
第一节 果实的类型及其结构	298
一、果实的分类	298
二、果实的类型及其结构	299
第二节 果实的发生发育	309
第三节 果实的脱落	311
主要参考文献	312
第十七章 种子	314
第一节 种子的发育	314
一、胚乳的发育	314
二、胚的发育	316
三、种皮的发育	319
第二节 种子的结构	322
一、胚	322
二、胚乳	323
三、种皮的结构	324
四、种子的类型	326
第三节 种子的萌发和幼苗的形成	327
一、种子的寿命	328
二、种子的休眠	328
三、种子的萌发	329
四、幼苗的生长	329
主要参考文献	331
植物解剖学名词解释	332

第一章

绪论

第一节 植物解剖学的任务、研究内容和方法

植物解剖学是植物科学的一个分支学科,本学科的主要任务是研究植物的细胞、组织和器官的显微和超微结构的规律,包括不同类群植物内部结构特征,植物在个体发育和系统发育中以及不同生态环境条件下内部结构的形成过程和变化规律,应用这些结构规律的知识和技术探讨植物的生命活动规律以及为相关的生产实践服务。

根据近年来植物解剖学领域国内外的研究报道,植物解剖学的主要研究内容可归纳为以下6个方面:

(1) 研究不同种类植物或其器官、组织的内部结构规律,阐明该种植物的结构特征。此研究领域属于描述性植物解剖学。

(2) 研究植物体或其器官、组织内部结构的发育规律。植物在个体发育中,其内部结构都有其分化、形成过程,而每种植物又各有其特点,此方面的研究内容把植物结构分化、形成的动态变化与生长发育过程联系起来。此研究领域属于植物发育解剖学。

(3) 比较研究不同种类植物的内部结构在系统进化中的变化规律。不同种类植物的内部结构都有一定的特点,但它们之间又有共同性。通常亲缘关系愈近的种类,其结构上的共同性越多;亲缘关系远的,则共同性少。为此,通过比较解剖研究,可以为研究植物的系统进化提供解剖学依据。此研究领域属于植物比较解剖学。

(4) 研究不同生态环境中植物内部结构的变化规律。每种植物的内部结构特征受其遗传因子的控制,同时,也与其生长环境相关,当植物的生长环境发生改变时,将会程度不同地影响其内部结构,并产生相应的变化。此研究领域属于植物生态解剖学。

(5) 研究植物的超微结构及其变化规律。植物内部结构的分化、形成以及生长、发育等生理活动都与其组成细胞的超微结构特点及其变化密切相关,而许多经济植物所含的有用化学成分通常是其细胞代谢过程中的次生产物,它们的产生、转运和贮存往往与植物体内的一些组织细胞

的超微结构及其变化相关。此研究领域属于植物超微结构学。

(6) 研究植物在自然条件下或其外植体在人工控制的条件下,形态结构形成的过程及其机理。应用植物形态解剖学、植物生理学、生物化学和分子生物学的理论和技术,研究植物体的外部形态和内部结构的发生、发育和建成的形态发生过程,调控一些对植物生理活动有重大影响条件,引起其形态结构发生变化,探索其形态形成机理。此研究领域属于植物形态发生学。

从以上6个方面的研究内容分析,植物解剖学的研究内容是研究植物内部结构在各方面的规律,在此基础上,利用这些规律为探索植物的个体发育规律和系统进化过程提供解剖学依据,并为农、林、医药和环境保护等生产实践服务。

由于植物解剖学的研究内容涉及面广,从而其研究方法也有多种,可概括为以下5种:

(1) 描述性方法 主要以该种植物具代表性植株为材料,选择发育成熟的植物体或其器官的内部结构为研究对象,观察记录并描述和分析其器官和组织的结构特点。

(2) 发育解剖的方法 主要以植物体或其器官的形态发育过程中内部结构变化为研究对象,系统采集其不同发育时期的材料,观察其组织分化过程,阐明其内部结构发生、发育的动态变化规律。

(3) 比较解剖学方法 主要以不同种类植物的结构特征为研究对象。通过所研究的植物或其器官的组织结构特征的比较观察和统计分析,总结出它们之间相同和不同处,在此基础上探讨它们在系统演化中内部结构的变化规律及它们之间可能的亲缘关系。

(4) 生态解剖的方法 主要以生长在不同生态条件下同一种植物或不同种植物的结构特征为研究对象。比较观察同一种植物生长在不同生态条件下其内部结构变化的规律,或者比较研究不同生态条件下生长的植物内部结构的特点,探索植物的结构及其形成过程与其生长环境的相互关系。

(5) 实验形态学方法 在充分了解和分析某种植物生物学特性基础上,利用人工设置的环境条件(含组织培养条件),观察其生长发育过程,研究该植物的形态结构的形成规律,并通过改变某种条件或采用某种措施,调控其形态发育,探索其形态结构变化的机理及其结构发育与有用化学成分产生的关系。

以上5种研究方法各有其目的,但在实际应用时,存在一定的联系,其中有些方法是相互交叉的。

植物解剖学研究植物的显微结构和超微结构规律,无法直接用肉眼观察,因此借助光学显微镜或电子显微镜才能观察。光学显微镜和电子显微镜是观察、研究植物内部结构的基本工具。其中,显微结构的观察必须将被研究的植物材料按一定的方法制成薄片,再经过染色或其他化学药品处理,然后按研究目的放置在不同类型显微镜下观察,并应用显微尺测录数据,利用显微描绘器、显微摄影装置记录其结构特点,在此基础上对观察结果进行分析总结。在超微结构研究时,应用电子显微镜制样技术,即先将被研究的植物材料制成供扫描电镜观察的样品,或者利用超薄切片技术制成超薄切片,前者供在扫描电镜下观察、摄影,后者供在透射电镜下观察、摄影,然后根据电镜照片进行分析总结。上述显微和超微研究的具体制样技术及仪器使用的原理和方法,可参阅此方面的专著。以上是植物解剖学研究的基本方法和技术。近年来,随着植物科学的发展,植物解剖学在原有基础上,引进了新理论和新方法,其研究技术也有了新发展。如通过植物解剖学方法与组织化学、植物化学技术结合,研究植物的结构、发育与其次生产物积累的关系。

又如,应用植物解剖学、植物生理学和分子生物学等技术,研究植物体内部结构的发生、发育和建成的形态学和细胞学过程及其细胞和分子生物学机理。由于进行了学科交叉,研究方法得到不断更新,从而进一步揭示了植物的结构与功能关系、形态发生过程及其机理等规律,并为生产实践提供了新的植物结构的依据。

第二节 植物解剖学研究简史

植物科学是随着人类的农业生产、医药事业及植物资源的开发利用的需要而产生和发展的。通常认为古希腊学者 Theophrastus (B. C. 370—B. C. 285) 是植物科学的奠基人。他通过收集、总结农业劳动者在生产实践中积累的植物学知识,编写了《植物学的历史》和《植物的探讨》两本专著,在书中首次提出乔木、灌木、多年生和一年生草本的概念,将植物体分为根、茎、叶等部分,并将茎分为皮部、木质部和髓部,所以他所总结的知识标志着科学的植物学的诞生。

植物科学包括多个分支学科,植物解剖学为其中之一。在植物科学的分支学科中,由于人们研究植物,开发植物资源,首先要认识植物的种类,所以植物分类学是最早建立和发展的分支学科。植物解剖学研究植物的显微结构规律,为此,必须先创制出能观察显微结构的仪器,因此,其学科的建立较迟。据记载,1590 年荷兰的眼镜制造商 Z. Janssen 试制成功第一架复式显微镜。英国物理学家 R. Hooke (1635—1703) 在 1665 年用自制的复式显微镜观察软木的薄片,发现有许多蜂窝状小空室,他称为细胞 (cell, 原意为小室), 其软木结构图片刊于当年英国出版的《显微图谱》上。在 R. Hooke 的研究发现的影响下,意大利的解剖学家 M. Malpighi (1628—1694) 在动、植物的显微结构方面进行大量观察,提出植物体的各部分都是由细胞组成,并比较观察了不同植物的结构,指出双子叶植物和单子叶植物结构的区别,并提出虫瘿是昆虫引起的。英国解剖学家 N. Grew (1641—1712) 提出植物的器官都是由薄壁组织和纤维组织组成,并指出此种类似纺织物经线和纬线的组合,决定了植物的内部结构,而上述组织都是由细胞组成,他提出的 parenchyma (薄壁组织) 名词沿用至今。此外,他还发现植物的叶上有气孔,可使植物体内的水分蒸发和吸入空气,并指出花是植物的生殖器官,其雌蕊、雄蕊相当于雌、雄性器官,并认为植物一般是雌雄同体的。他的著作《植物解剖学》(Anatomies Plantarum) 由 M. Malpighi 译成拉丁文,曾流传了 100 多年。由于上述两位学者首先较系统地研究了植物的显微结构,并提出一些植物结构的名词概念,为此,后人尊称他们是植物解剖学的创始人。

18 世纪以后,植物解剖学的研究中心转移到欧洲大陆,其主要研究工具显微镜也逐步改善。但是,当时欧洲新思想和新观点受到压制,影响了自然科学各学科的发展,植物解剖学也发展缓慢。在此时期中,贡献较大的如法国学者 H. L. Duhamel Du Monceau (1700—1781) 发现木本植物和一些老的草本植物茎和根内软硬组织之间有一种胶质的生殖层结构,它可使植物体增粗,并称之为 cambium (形成层)。又如 1759 年德国学者 C. F. Wolf 在他的著作《发生学》(Theoria Generations) 中提出植物最幼嫩的部分是茎端,它是透明的,含胶质和营养物质,叶和花都是由它产生,并认为植物的生长发育过程不是已形成的成熟结构的展开,而是由于顶端生长点胚性细胞的不断分化(后生论)。他提出的细胞和组织分化观点促进了人们对生长点的研究,从而在 19 世纪中研究总结出多种生长点结构理论,后人尊称他为发育解剖学的奠基人。

19 世纪欧洲资本主义兴起,由于经济发展的需要,促进了物理、化学的发展,进而促进显微镜技术的改进。由于开发植物资源的需要,促进了植物科学的发展,以后由于细胞学说的提出,又开阔了植物结构的研究思路。以上多方面因素,促使植物解剖学进入一个发展时期,出现了许多著名的植物解剖学家,出版了一批专著,并且在研究内容中逐渐形成一些专门领域。J. J. P. Moldenhawer 在 1812 年出版的《植物解剖》报道了利用水浸植物组织的离析方法,证明了植物的各种细胞都有细胞壁,并发现由纤维和导管组成长束,称之为 vascular bundle(维管束),提出茎是由表皮、薄壁组织和维管束构成,纠正了以往对茎结构的不正确的看法。H. von Mohl(1815—1872)在 1844 年提出了细胞内的胶体物质为 protoplasm(原生质),是生命的基本物质,并提出了细胞壁的组成和形成过程的想法,同时,还叙述了表皮层、角质膜、皮孔和木栓的结构和性质,树皮、导管的形成过程,并通过对棕榈等植物解剖,提出茎内具有复杂的维管系统以及其与叶的关系,指出维管束包括 xylem(木质部)和 phloem(韧皮部)两部分。E. A. Strasburger 研究了裸子植物为主的形态结构及其输导系统后,提出植物体中具有两种明显不同的系统:进行同化作用的皮层系统,有输导作用的中柱系统。以上的研究成果使人们对植物的显微结构有了较全面的正确认识。与此同时,德国生物学家 M. J. Schleiden(1804—1881 年)和 T. A. H. Schwann(1810—1882)分别观察了大量植物和动物的结构,于 1839 年共同创立了著名的细胞学说,明确了从单细胞生物到高等动、植物都是由细胞构成的。此学说对植物解剖学研究起了促进作用,引起人们对植物细胞分裂、分生组织的结构和活动的重视。C. Sanio(1832—1891)研究了形成层、次生组织、木材的结构以及分生组织转变为永久组织的过程。C. W. von Nägeli(1817—1891)在研究各种植物胚胎的原始细胞和生长点结构发育的基础上于 1845 年提出生长点的顶端细胞学说,将植物体内各种组织划分为分生组织和永久组织两类,并认为永久组织是由初生或次生分生组织产生,而双子叶植物茎的增粗是由次生长造成。J. van Hanstein(1822—1880)也进行了不同植物的生长点的研究,1868 年提出了生长点的组织原学说,并负责编辑国际性的植物形态解剖学专著。Herman Vochting(1847—1918)在 1878 年出版的《植物的器官发生》书中全面地讨论了植物的极性现象、分化和再生等问题。以上的研究工作成果为植物发育解剖学奠定了基础。德国学者 H. A. de Bary 在广泛观察不同种类植物结构的基础上,总结了前人在此方面的研究成果,在 1877 年出版了《显花植物和蕨类植物的比较解剖学》,比较系统地阐述了上述两类植物的结构。法国学者 P. van Tieghem(1839—1914)及其学生在比较研究了蕨类和种子植物根、茎的结构的基础上,提出了中柱学说(stelar theory),认为维管植物的轴器官内都有一个中柱,在植物进化过程中其中柱结构发生一系列变化。以上研究作为植物比较解剖学奠定了基础。在植物的结构与功能方面 J. van Sachs(1832—1892)从植物的生理功能出发,对植物的组织进行分类,划分为 6 类组织。G. Haberlandt 在 1844 年出版了《植物生理解剖学》专著,书中根据生理功能观点把植物组织划分为 12 个生理解剖系统(组织),并提出了植物细胞具有全能性的观点,为植物生理解剖学奠定了基础。

20 世纪以后,植物解剖学发展迅速。在研究方法上,在 50 年代以前主要利用各种光学显微镜进行观察,而 50 年代以后开始应用透射电镜和扫描电镜,并采用人工离体组织培养和各种物理的和化学的技术,从而对植物的结构及其与生理功能、系统演化的关系有了深入理解,并进一步扩大了植物解剖学的研究领域。在其他学科的相互渗透下,其研究内容逐步分化出若干专门领域,如植物比较解剖学、植物发育解剖学、植物生理解剖学、植物生态解剖学、植物病理解剖学