

面向 21 世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

植物生物学

周云龙 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

(京)112号

内容提要

本书是教育部“高等教育面向21世纪教学内容和课程体系改革计划”的研究成果,是面向21世纪课程教材和普通高等教育“九五”国家教委重点教材。本书为生物系专业合并、课时压缩后的“植物生物学”课程而设计,内容涉及植物形态学、植物类群和分类学、植物生理学、植物生态学、植物资源保护及植物进化等诸多方面内容,除绪论和附录外,共分17章,并在书后编有中英文索引,便于使用者查阅。

本书图文并茂,版面生动,可读性强,适合作为理、工、农、林、医各类高等综合院校和师范院校生命科学方向本科生教科书使用。

图书在版编目(CIP)数据

植物生物学/周云龙主编. —北京:高等教育出版社,
1999.9 ISBN 7-04-007747-7

I. 植… II. 周… III. 植物学:生物学—高等学校—教材
IV. Q94

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第37189号

植物生物学

周云龙 主编 方瑾 张崇浩 副主编

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街55号

邮政编码 100009

电 话 010-64054588

传 真 010-64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 北京民族印刷厂

纸张供应 山东高唐纸业集团总公司

开 本 850×1168 1/16

印 张 39.25

版 次 1999年11月第1版

字 数 800 000

印 次 1999年11月第1次印刷

插 页 2

定 价 49.50元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等
质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

《植物生物学》编写人员

主 编 周云龙

副主编 方 瑾 张崇浩

编 者 (按章节顺序排列)

周云龙 方 瑾 刘 宁

张崇浩 任海云 刘全儒

娄安如

《植物生物学》编写分工

绪论	周云龙	绘图:周云龙
第一章 植物细胞与组织	方瑾	绘图:方瑾,杨萌
第二章 植物体的形态结构和发育	刘宁	绘图:刘宁,宋晶
第三章 植物的无机营养	张崇浩	绘图:张崇浩
第四章 光合作用	任海云	绘图:周云龙
第五章 植物的繁殖	方瑾	绘图:方瑾,杨萌
第六章 植物的生长发育及其调控	张崇浩	绘图:张崇浩
第七章 生物多样性和植物的分类及命名	周云龙	
第八章 原核藻类	周云龙	绘图:周云龙
第九章 真核藻类	周云龙	绘图:周云龙
第十章 苔藓植物	周云龙	绘图:周云龙
第十一章 蕨类植物	周云龙	绘图:周云龙
第十二章 裸子植物	刘全儒	绘图:刘全儒
第十三章 被子植物	刘全儒	绘图:刘全儒
第十四章 植物的进化和系统发育	周云龙	绘图:周云龙
第十五章 粘菌、真菌和地衣	周云龙	绘图:周云龙
第十六章 植物与环境	娄安如	绘图:廖万金
第十七章 植物资源的利用与保护	刘全儒	

前 言

教材在提高教学质量和教学改革中具有极其重要的地位和作用,因为教材直接关系到教学内容、教学思想和教学方法等一系列重要问题,归根结底,关系到培养人才的大问题。同时,教材还是一个国家、一个地区教学和科研水平的重要体现。教材也不是一成不变的,它既是一定历史时期科学成果的结晶,又是随着科学技术的发展和社会的进步而不断地发展的,旧的、过时的教材总是不断地被新教材所替代,即使是一部很好的教材,它也必定要在不断的再版中充实、更新,甚至做大的改动。由此,教材也是一定历史时期科学技术发展水平的反映。

植物学教材亦然如此。20世纪50年代,由于我国尚无自己的适用教材,主要是从原苏联搬过来的。应该说那些教材虽有不足之处,但基本上是可用的,也是必要的,在培养我国50年代植物学和生物学工作者中起了好的作用。1958年,在我国发生社会、生产和教育大变革的时期,植物学的内容和体系受到了猛烈冲击,但又走向了另一极端的误区,即片面强调生产实践,忽视了基本理论和基本知识,一度出现了以小麦、水稻或棉花等粮食或经济作物的个体发育和栽培技术为中心的植物学内容体系,给植物学教学带来了严重不良后果。60年代初期总结了上述经验教训,纠正了一些偏向。但对于植物学究竟怎样改革仍然不大清楚。70年代后期逐步恢复正常的教学秩序以后,植物学教材建设受到了很大重视,而且发展很快。到90年代,我国高校教师已先后编写出版了综合大学和高等师范院校使用的两套全国统编教材,而且还有农、林院校以及一些地方院校编写出版的多套植物学教材和实验实习教材。显然,这些教材比50年代的教材有了很大提高,充实了很多内容,更新了很多旧的知识 and 观念,在培养这一时期的生物学人才上起了积极作用。但上述教材的体系仍为旧教材的基本框架。近30年来植物科学和其他科学一样发展迅速,特别是分子生物学和生态学的发展对植物学产生了巨大影响(见绪论)。目前正处于世纪之交,急需能够适应培养跨世纪人才需要的新教材问世。早在70年代,有些发达国家就编写了《植物生物学》,其中影响较大的如美国 Peter H Raven., Ray F Evert 和 Susan E Eichhorn 等人编写的《Biology of Plants》,自1971年第一版后,至今已出了第5版。其内容和体系已与传统植物学有了明显不同,具有明显优点。

20世纪80年代以来,我们也在植物学教学改革和教材建设上进行了探索,先后编写了植物学教材,录像教材和实验实习教材。1995—1997年经原国家教委批准立项,我们开展了“面向21世纪生物专业植物学课程内容和教学方法改革”的课题研究,提出了开设《植物生物学》课程的设想,并草拟了教材大纲。1997年又经原国家教委批准,我们正式承担了“九五”重点教材《植物生物学》的研究编写任务。一年多来,我们分析了国内外一些有代表

性的植物学教材,征求了一些高校教师的意见,在“大胆改革,努力创新,重视基础,推陈出新,面向 21 世纪,以适应培养有创造力的跨世纪人才”的思想指导下编写出了这部教材。本教材的内容、体系和主要特点如下:

第一,在体系上突破了传统植物学教材的框架,在内容上有了较大调整。全一册的《植物生物学》除绪论外共有 17 章。最大的变化是将植物生命活动中最重要的光合作用、植物对水分、无机营养的吸收、运输和利用、植物的生长发育及其调控等章包括在本书中,这种安排,一方面是考虑到植物的细胞、形态、结构与其生理功能密不可分,过去将它们人为的分别划分在植物学和植物生理学中分开讲授的情况不应该再继续下去了;另一方面,当代植物科学中各分支学科彼此交叉渗透,它们之间的界限逐渐淡化,这是现代植物科学发展的重要趋势之一。因此,在本教材中将植物的一些重要生命和生理活动与结构结合起来是完全必要的和恰当的。

在内容上也作了较大调整,植物生物学应涉及植物形态结构、植物生命活动、植物生态、植物系统进化等各个方面的知识。如为了使学生全面认识植物和其他生物的区别及联系,专门写了植物在生物分界中的地位一节;为了使学生对植物科学的过去、现在及未来有所了解,加强了植物科学简史的介绍;同时增加了生物多样性、植物进化的基本理论和基本过程,以及植物生态、植物资源及其利用等重要内容的章节。这样,本教材的内容较之传统植物学大大地丰富了。另一方面,对于种子植物分类的内容进行了大的削减,我们认为本教材的目的主要是让学生对植物界及其大类群有所认识,不宜在课堂上过多地讲授许多种类,而在实验和实习中去认识更多的植物和学习鉴别的方法效果更好。对于本应编入本教材中的植物遗传的基本知识暂未编入,主要是考虑到目前和今后一个时期我国教学改革的实际状况,当时机成熟时可在再版时增添。

第二,把握本教材为基础课教材的性质,吸取了过去曾发生过忽视基础知识的经验教训,既重视基本知识和基础理论,又注重知识更新,摒弃过时的和错误的一些旧知识旧观念。这一特点主要体现在 4 个方面:一是站在 21 世纪植物科学发展的高度来精选、组织基本知识和基础理论;二是用已被证明的新的研究成果代替过时的和错误的东西;三是对有些重要问题尚不能定论时,则将各种主要观点摆出来供分析;四是对植物科学中不宜于在教材中展开的一些新成果或研究热点,采取开设“窗口”的办法予以介绍,并提供主要参考文献。这样,教材明显具有科学性、先进性和信息性的特点。此外,为了使师生及时了解 and 查阅植物科学领域的信息和研究成果,特在本书后面附上了国内外有关植物科学领域中的主要文献期刊,这在过去的植物学教材中是没有的。

第三,本教材吸收了现代关于生物分界的新思想,提出植物界为“光合自养的真核生物”的概念,不赞成原生生物界的成立。因此,本教材的主要植物类群包括真核藻类、苔藓植物、蕨类植物、裸子植物和被子植物,这是本教材的主线。但也分别将原核生物界中的蓝藻、原绿藻和营吸收营养方式的真核生物真菌界(粘菌、真菌、地衣)予以介绍,其原因是考虑到二界系统的传统,它们和植物界的关系,以及便于在比较中更好地认识植物和分析植物界的系统发育等。

第四,坚持理论联系实际的原则。理论来源于科学实验、生产和生活实践,而又高于实践和指导实践。本教材坚持在重视基本理论和基本知识的同时也重视理论和实际的联系,

并将这一思想体现在本教材各章的内容中。特别是在植物细胞、植物对营养物质的吸收、植物的生长发育及其调控、植物多样性及其保护、植物类群等章节中都恰当而有重点的联系了生产、生活实际。这样不仅使基本理论变成活的知识,而且还可以提高学生的学习兴趣,激发学生的学习积极性,并对培养学生的科学学风和分析解决问题的能力有重要意义。

第五,有助于推动教学改革。特别是对课程设置、师资水平和学生素质的培养提高有明显的积极作用。教材覆盖了植物学科的多方面内容,特别是过去植物学和植物生理学的主要内容,至少可以将原有的两门课程改为一门课程,节省了很多教学时数用于开设更新一些内容的选修课和近代新学科;从教材本身来说也可提高教师的水平,一方面扩大了教师的知识领域,另一方面,教材中补充了一些新知识,特别是“窗口”的内容,对大多数教师都可以说是一个业务水平提高的重要措施。“窗口”的内容涉及到植物学科的新成就、研究热点或经典理论,其中许多窗口又是请有关知名专家撰写的。这对教师知识水平的提高具有重要意义。同时,这些“窗口”对学生也是一个极好的启迪,引导他们了解当代植物科学中的新动态,激发学生探讨植物更高层次和水平的问题。教师也可用“窗口”的题目组织学生讨论,举行学术报告会,请专家座谈等。这样,极有利于培养具有新思想、富有探索精神和有创造思维能力的人才。

第六,教材注重规范化、形象化和简明化。本教材所用名词均采用全国自然科学名词审定委员会公布的名词,而且在书后附有中英文名词索引。教材绘有 388 幅的插图,另外还没有几页彩色插页,不仅便于理解书本中的知识,而且大大增加了教材的形象化、真实感和美感。此外,在文字上力求简明,一本内容如此丰富的教材仅为 70 多万字,这与过去的教材相比也可说是一个大的变化。

本教材的计划授课学时为 65~70(不含实验)。适用于高等师范院校和综合大学生物专业本科(含专科),也适用于高等农、林院校的相关专业。使用时可根据各校的具体情况选取所需重点,有些叙述或描述性的内容可指导学生课后阅读,既可保证教师讲清重点和难点,又可提高学生的自学能力。

我们深知本教材的诞生不仅是我们全体编写组成员努力的结果,同时也是和国内不少高校和中国科学院的著名学者教授的支持、关心和帮助分不开的,特别是中国科学院院士魏江春、阎隆飞研究员和施定基、顾红雅、崔克明、桂耀林等教授为本教材撰写了“窗口”,马炜梁、周仪、母锡金等教授提供了一部分彩色照片,贺士元、汪劲武等教授对教材提出了许多具体意见,马金双、陈令静等教授提供了美国植物学教材的情况,均为提高本教材的质量和水平作出了贡献。在此特向上述专家教授和其他关心支持本教材编写的先生们表示衷心地感谢!由于编者水平有限,本教材一定还会存在许多不足和不当之处,敬请各位专家教授和各位教师提出宝贵意见。谢谢!

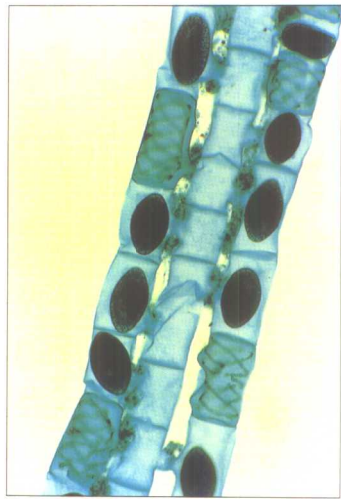
作者 1999 年 4 月

1. 发状念珠藻 (*Nostoc flagelliforme*)



▲周云龙 摄

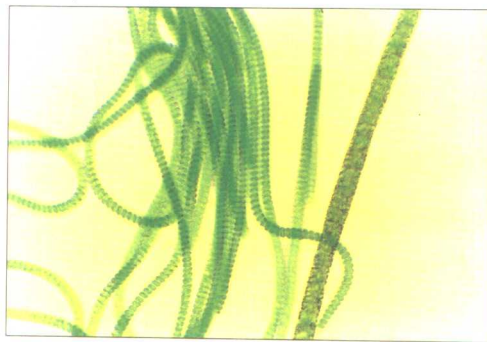
▶于明 摄



2. 水绵属 (*Spirogyra* sp.)
3 条藻丝接合

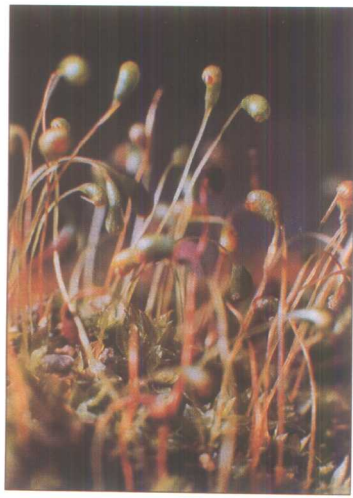
◀周云龙 摄

▼于明 摄



4. 螺旋藻属 (*Spirulina* sp.)

5. 葫芦藓 (*Funaria hygrometrica*)



5. 角蕨 (*Antiochoceros punctatum*)



▲马炜梁 摄▶

6. 紫萁 (*Osmunda japonica*) 两型叶



◀刘全儒 摄

7. 蕨 (*Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*) 叶背面观



▶周云龙 摄

8. 桫欏 (*Alsophila spirulosa*)





方瑾 摄

1. 露兜树 (*Pandanus tectorius*)



周云龙 摄

2. 榕属 (*Ficus*) 气生根



马炜梁 摄

3. 银杏 (*Ginkgo biloba*)

周瀑 摄

周云龙 摄



4. 苏铁 (*Cycas revoluta*) 雌球花



6. 水杉 (*Metasequoia glyptostroboides*) 球果

5. 苏铁 (*Cycas revoluta*) 雄球花

7. 可可 (*Theobroma cacao*)

8. 珙桐 (*Davidia involucrata*)



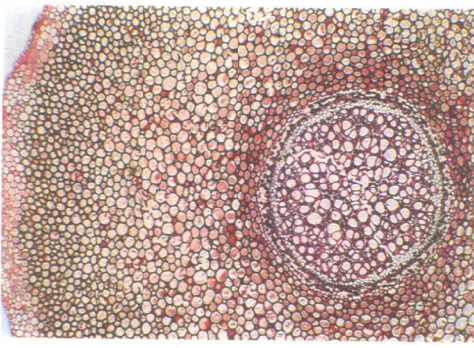
周瀑 摄



周云龙 摄

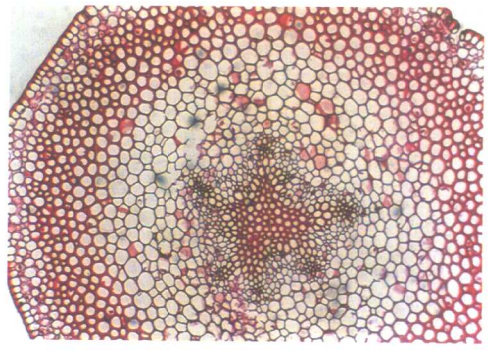


马炜梁 摄



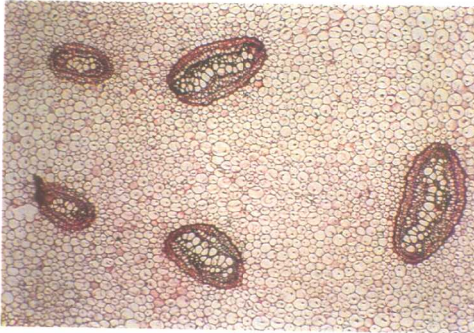
于明
摄

1. 单中柱 (里白属 *Diplazium*)



于明
摄

2. 星状中柱 (松叶蕨 *Psilotum nudum*)



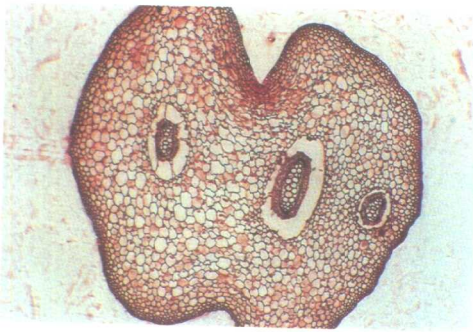
于明
摄

3. 网状中柱 (水龙骨科属 *Polypodium*)



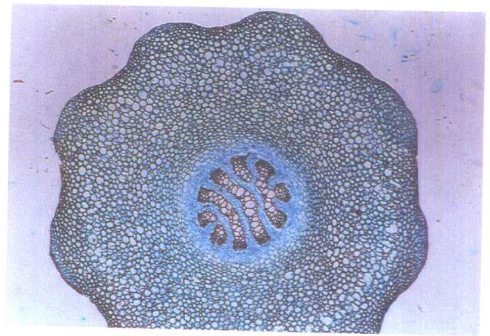
于明
摄

4. 双环管状中柱 (铁线蕨属 *Adiantum*)



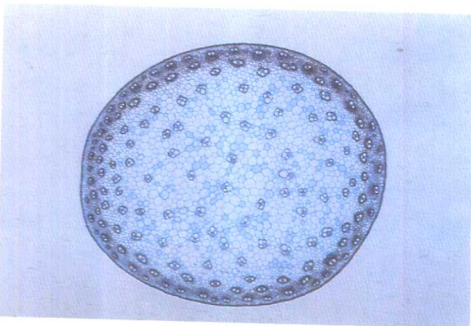
周仪
摄

5. 多体中柱 (卷柏属 *Selaginella*)



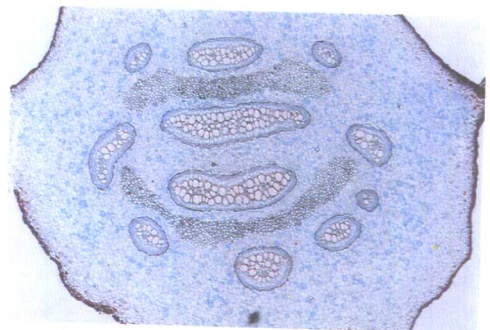
周仪
摄

6. 编织中柱 (石松属 *Lycopodium*)



于明
摄

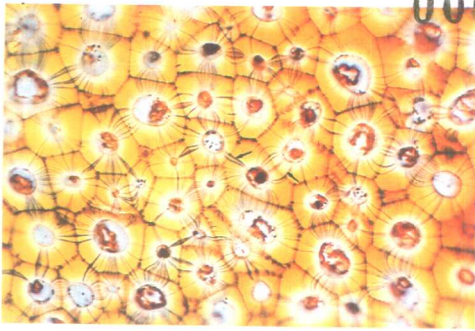
7. 星散中柱 (玉米 *Zea mays*)



于明
摄

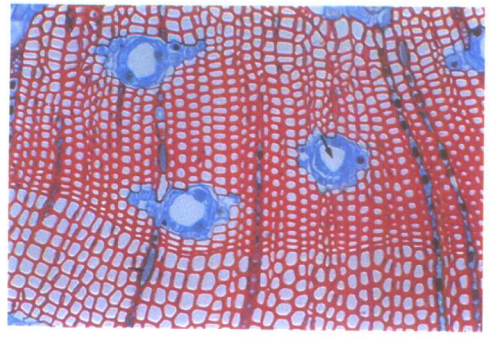
8. 多环网状中柱 (蕨属 *Pteridium*)

1. 柿属 (*Diospyros*)
胚乳细胞的胞间联丝



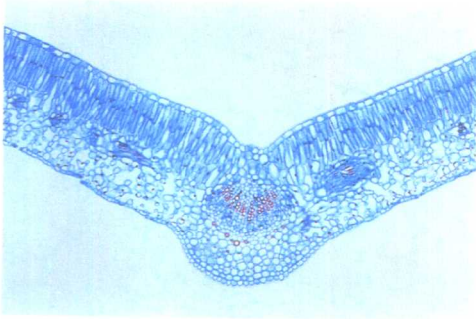
周仪 摄

2. 松属 (*Pinus*) 茎木质部横切
切(大箭头示树脂道, 小箭头示髓射线)



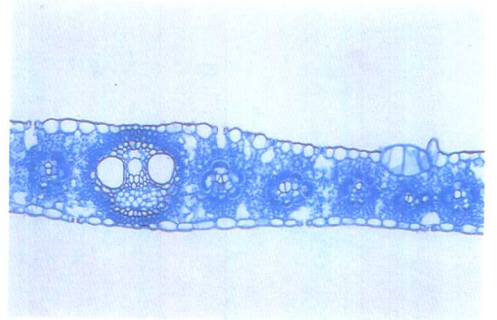
周仪 摄

3. 迎春 (*Jasminum nudiflorum*)
叶横切面



周仪 摄

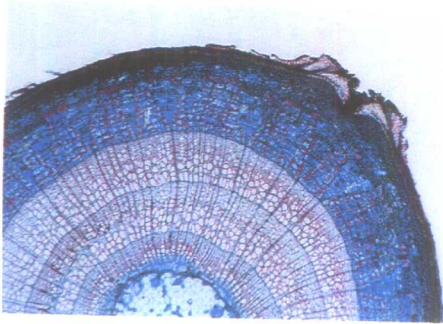
4. 玉米 (*Zea mays*)
叶片部分横切面



周仪 摄

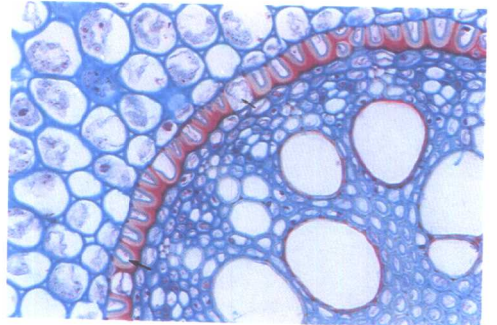
插图 IV

5. 椴属 (*Tilia*) 三年生茎横切面



周仪 摄

6. 鸢尾 (*Iris tectorum*) 根横切面一部分



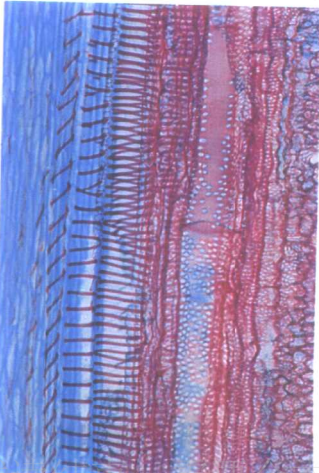
周仪 摄

周仪 摄

周仪 摄

周仪 摄

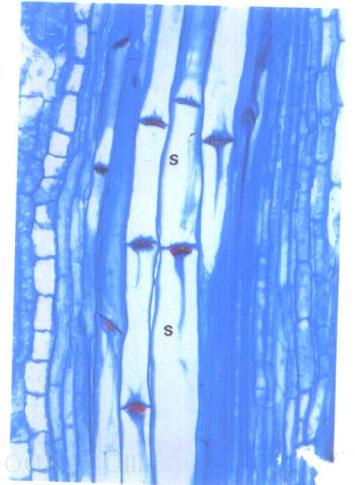
7. 南瓜 (*Cucurbita moschata*) 茎纵切面



8. 南瓜 (*Cucurbita moschata*) 茎横切面 (S 示筛管, SD 示筛板)



9. 南瓜 (*Cucurbita moschata*) 茎纵切面



目 录

绪 论

第一节 植物在生物分界中的地位 (1)	第四节 植物科学在自然科学和国民 经济发展中的意义 (8)
一、林奈的两界系统 (1)	第五节 植物科学的发展简史和当代 植物科学的发展趋势 (9)
二、海克尔的三界系统 (2)	一、描述植物学时期 (9)
三、魏泰克的四界、五界系统 (3)	二、实验植物学时期 (9)
四、六界和八界系统 (4)	三、现代植物学时期 (11)
五、三原界系统 (4)	四、中国植物科学发展的简要回顾 (12)
六、中国学者对生物分界的意见 ... (5)	第六节 学习植物生物学的要求和方法 (13)
第二节 植物在自然界和人类生活中 的作用 (6)	
第三节 植物科学的研究对象和基本 任务 (7)	

第一章 植物细胞与组织

第一节 细胞的化学组成 (16)	(一) 质膜 (28)
一、水和无机盐 (16)	(二) 细胞质 (29)
(一) 水 (16)	窗口 细胞骨架 (36)
(二) 无机盐 (17)	(三) 细胞核 (38)
二、有机化合物 (17)	四、细胞壁 (40)
(一) 糖类 (17)	(一) 细胞壁的化学成分 (40)
(二) 脂类 (19)	(二) 细胞壁的层次 (41)
(三) 蛋白质 (21)	(三) 胞间连丝与纹孔 (42)
(四) 核苷酸和核酸 (22)	(四) 细胞壁的形成与发育 (44)
(五) 维生素 (24)	五、后含物 (44)
第二节 植物细胞的基本结构 (24)	(一) 淀粉 (44)
一、植物细胞的形状与大小 (24)	(二) 蛋白质 (45)
二、植物细胞的基本结构 (26)	(三) 脂肪与油 (45)
三、原生质体 (28)	(四) 晶体 (45)

第三节 细胞的新陈代谢	(45)	(一) 有丝分裂的过程	(59)
一、生命和能量	(45)	(二) 染色体与纺锤体	(62)
(一) 自由能	(45)	三、无丝分裂	(63)
(二) ATP	(46)	四、减数分裂	(63)
二、酶	(46)	(一) 减数分裂的过程	(63)
三、细胞的呼吸	(47)	(二) 减数分裂发生的时间与	
四、细胞与外界环境的物质交换	(49)	产物	(65)
(一) 植物细胞对水分的吸收	(49)	窗口 植物细胞的全能性	(65)
(二) 植物细胞对矿质元素的		五、植物细胞的生长发育与分化	(66)
吸收	(53)	第五节 植物组织	(67)
第四节 植物细胞的增殖	(57)	一、组织与器官的概念	(67)
一、细胞周期	(57)	二、植物组织的类型	(67)
(一) 分裂间期	(57)	(一) 分生组织	(67)
(二) 分裂期	(59)	(二) 成熟组织	(69)
(三) 细胞周期的时间	(59)	窗口 植物细胞编程性死亡研究	
(四) 周期细胞、终端分化细胞		进展	(76)
与 G ₀ 期细胞	(59)	本章内容提要	(77)
二、有丝分裂	(59)		

第二章 植物体的形态结构和发育

第一节 种子的萌发和营养器官的		(一) 维管形成层的产生与活动	
发生	(80)	(95)
一、种子的构造和类型	(80)	(二) 木栓形成层的产生与活动	
(一) 种子的形态和构造	(80)	(97)
(二) 种子的类型	(82)	(三) 根的次生结构	(97)
窗口 人工种子	(84)	四、根瘤与菌根	(98)
二、种子的萌发和幼苗的形成	(85)	(一) 根瘤	(98)
(一) 种子的寿命和休眠	(85)	(二) 菌根	(98)
(二) 幼苗的形成和类型	(86)	五、根的功能	(99)
第二节 根	(87)	六、根的变态	(99)
一、根和根系	(87)	(一) 贮藏根	(99)
二、根的初生生长和初生结构	(88)	(二) 气生根	(100)
(一) 根尖及其分区	(88)	第三节 茎	(101)
(二) 根的初生结构	(90)	一、茎的基本形态	(101)
(三) 侧根的发生	(94)	(一) 茎的外形	(101)
三、根的次生生长与次生结构	(95)	(二) 芽的类型及构造	(102)

(三) 茎的生长习性和分枝	(103)	第四节 叶	(124)
二、茎尖及其发育	(104)	一、叶的形态	(124)
(一) 茎的顶端分生组织	(104)	(一) 叶的组成	(124)
(二) 叶原基和芽原基	(105)	(二) 叶的形态	(125)
三、茎的解剖结构	(105)	二、叶的解剖结构	(130)
(一) 双子叶植物茎的结构	(106)	(一) 被子植物叶的一般结构	(130)
窗口 植物木质部管状分子分化中的		(二) 裸子植物的叶	(132)
细胞程序性死亡	(109)	(三) 禾本科植物的叶	(133)
窗口 植物剥皮再生	(119)	三、叶的发育	(135)
(二) 裸子植物茎的结构特点	(120)	四、叶对不同生境的适应	(136)
(三) 单子叶植物茎的特点	(121)	五、落叶与离层	(137)
四、茎的生理功能	(123)	六、叶的变态	(138)
五、茎的变态	(123)	第五节 营养器官内部结构上的关系	(140)
(一) 地上茎的变态	(123)	本章内容提要	(141)
(二) 地下茎的变态	(124)		

第三章 植物的无机营养

第一节 植物的水分代谢	(143)	第二节 植物的矿质营养	(154)
一、植物根系对水分的吸收	(144)	一、植物必需的矿质元素及其作用	(155)
(一) 根系对水分的吸收	(144)	(一) 植物体内的元素	(155)
(二) 影响根系吸水的外界条件	(147)	(二) 植物必需的矿质元素	(156)
二、植物的蒸腾作用	(148)	(三) 必需元素的生理作用及其	
(一) 蒸腾作用的意义和指标	(148)	缺素症	(158)
(二) 气孔蒸腾和气孔运动	(148)	窗口 作物营养元素缺乏症检索表	(164)
窗口 气孔的运动	(151)	二、植物体对矿质元素的吸收	(164)
(三) 影响蒸腾作用的内外因子	(152)	(一) 根吸收矿质元素的部位	(164)
三、植物体内水分的运输	(152)	(二) 根部吸收矿质元素的过程	(165)
(一) 水分运输的途径	(152)	三、植物吸收矿质元素的特点	(167)
(二) 水分沿导管上升的动力	(152)	(一) 对矿质元素和水分的相对	
四、合理灌溉的生理学基础	(153)	吸收	(167)
(一) 作物的需水规律	(154)	(二) 离子的选择吸收	(167)
(二) 合理灌溉的指标	(154)	(三) 单盐毒害和离子拮抗	(168)

四、矿质元素在植物体内的同化	(二) 矿质元素在植物体内的分布
(一) 硝酸盐的还原	布
(二) 亚硝酸盐的还原	六、合理施肥的生理基础
(三) 氨的同化	(一) 影响根系吸收矿质元素的因素
五、矿质元素在植物体内的运输	(二) 作物的需肥规律
(一) 运输的途径和速度	(三) 合理施肥的指标
	本章内容提要

第四章 光合作用

第一节 光合器与光合色素	(二) ATP 的形成
一、光合色素的种类	四、二氧化碳同化
(一) 叶绿素	(一) C ₃ 途径
(二) 类胡萝卜素	(二) C ₄ 途径
(三) 藻胆素	(三) 景天酸代谢
二、光合色素的光学特性	第三节 光呼吸
(一) 吸收光谱	一、光呼吸过程——乙醇酸代谢
(二) 作用光谱	(二) C ₄ 植物和 C ₃ 植物的光呼吸
(三) 荧光现象和磷光现象	(三) 光呼吸的调节与控制
第二节 光合作用的机理和光合作用过程	第四节 影响光合作用的因素
一、原初反应	一、内部因子对光合作用的影响
(一) 光能的吸收和传递	(一) 叶龄
(二) 反应中心和光合单位	(二) 源与库间的关系
(三) 光化学反应	二、外部因素对光合作用的影响
二、光合电子传递	(一) 光
(一) 光系统	(二) 二氧化碳
(二) 光系统 II 的运转和水的分解	(三) 温度
(三) 电子从 PS II 向 PS I 的流动	(四) 水分
(四) PS I 的运转和 NADP ⁺ 的还原	(五) 矿质营养
三、光合磷酸化	窗口 光合作用研究展望——造出更好的植物
(一) 电子传递与光合磷酸化的偶联机理	本章内容提要

第五章 植物的繁殖

第一节 繁殖的类型	(213)	(二) 胚囊(雌配子体)的结构 与发育	(237)
一、植物的营养繁殖	(213)	第四节 传粉与受精	(241)
二、植物的无性生殖	(214)	一、传粉	(241)
三、植物的有性生殖	(214)	(一) 传粉的方式	(241)
四、植物的生活史与世代交替 ..	(215)	(二) 传粉的媒介	(242)
第二节 花	(216)	窗口 传粉生物学研究进展	(243)
一、花的组成与基本结构	(217)	二、受精作用	(244)
(一) 花柄和花托	(217)	(一) 花粉粒在柱头上的萌发	(244)
(二) 花被	(217)	(二) 花粉管在雌蕊组织中的 生长	(244)
(三) 雄蕊群	(218)	(三) 花粉管到达胚珠进入胚囊	(245)
(四) 雌蕊群	(219)	(四) 双受精	(246)
二、花各部分结构的多样性及其 演化	(221)	窗口 受精的不亲和性	(247)
(一) 花部数目的变化	(221)	三、无融合生殖与多胚现象	(249)
(二) 排列方式的变化	(221)	第五节 种子的形成	(249)
(三) 对称性的变化	(221)	一、胚的发育	(249)
(四) 子房位置的变化	(222)	(一) 合子	(250)
三、花序	(223)	(二) 原胚阶段	(250)
(一) 无限花序	(223)	(三) 胚的分化与成熟阶段	(250)
(二) 有限花序	(225)	二、胚乳	(251)
窗口 花器官发育研究进展	(226)	(一) 核型胚乳	(252)
第三节 被子植物的生殖结构与发育	(228)	(二) 细胞型胚乳	(252)
一、雄性生殖器官的结构与功能	(228)	(三) 沼生目型胚乳	(252)
(一) 花药的发育	(228)	三、种皮的形成	(253)
(二) 小孢子的产生	(231)	窗口 种子中贮藏蛋白的合成与利用	(254)
(三) 花粉(雄配子体)的发育	(231)	第六节 果实	(255)
(四) 成熟花粉的结构与功能	(231)	一、果实的形成与结构	(255)
窗口 雄性不育	(235)	二、果实的类型	(256)
二、雌性生殖器官的结构与发育	(236)	(一) 根据花与果实的结构分类	(256)
(一) 胚珠	(236)	(二) 根据果实成熟时果皮的性	

质分类	(257)	(三) 适应风力的传播	(261)
三、果实和种子对传播的适应 ..	(260)	(四) 适应水力的传播	(261)
(一) 以果实自身的机械力量散		窗口 植物生殖工程简介	(261)
布种子	(260)	第七节 被子植物的生活史	(263)
(二) 适应人及动物的传播	(260)	本章内容提要	(264)

第六章 植物的生长发育及其调控

第一节 植物激素对生长发育的调控	(288)	一、光	(288)
.....	(265)	(一) 光对生长的抑制作用	(289)
一、生长素类	(266)	(二) 光促进组织的分化	(289)
(一) 生长素的生理作用	(267)	二、温度	(290)
(二) 生长素的作用机理	(268)	(291)
(三) 类生长素的农业应用	(271)	一、低温和花的诱导	(291)
二、赤霉素和细胞分裂素	(271)	二、光周期和花的诱导	(293)
(一) 赤霉素	(271)	(一) 光周期反应的类型	(293)
(二) 细胞分裂素	(273)	(二) 光周期诱导	(295)
三、脱落酸和乙烯	(274)	(三) 光暗交替的重要性	(296)
(一) 脱落酸	(275)	(四) 红光、远红光的可逆现象	(297)
(二) 乙烯	(275)	三、光敏色素	(297)
四、激素间的相互作用	(277)	(一) 光敏色素的理化性质和作	
窗口 生长抑制物质的农业应用	(278)	用特点	(298)
第二节 植物的营养生长及其调控 ..	(279)	(二) 光敏色素的作用	(299)
一、种子萌发	(279)	第五节 植物的成熟、衰老及调控	(299)
(一) 种子的休眠	(279)	一、种子的成熟及调控	(300)
(二) 种子萌发的条件和生理变		二、果实的成熟及调控	(301)
化	(279)	三、植物的衰老及调控	(303)
二、植物的生长和运动	(281)	第六节 植物生长发育中的基因表达	
(一) 周期性	(281)	与调控	(303)
(二) 相关性	(284)	第七节 植物生物工程简介	(304)
(三) 植物的运动	(285)	本章内容提要	(306)
窗口 植物的向重力性	(286)		
第三节 光和温度对植物生长的影响			