



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

现代植物生理学

(第2版)

李合生 主编



高等教育出版社
Higher Education Press

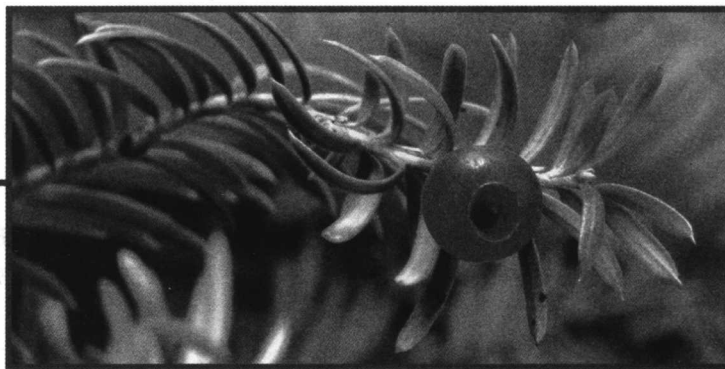


面向 21 世纪 课程 教材
Textbook Series for 21st Century

现代植物生理学

(第2版)

李合生 主编



高等教育出版社
Higher Education Press

内容简介

本书是“十五全国高等学校农林教材出版规划”的立项教材,也是面向 21 世纪课程教材《现代植物生理学》的第 2 版。

全书有绪论和正文 5 篇 12 章,内容包括:细胞生理——植物细胞的超微结构与功能;代谢生理——植物的水分生理、植物的矿质营养、植物的呼吸作用、光合作用、植物生长物质与细胞信号转导;生长发育生理——植物的生长生理、植物的生殖生理、植物的成熟和衰老生理;环境生理——植物的逆境生理;植物生理学的分子基础和应用——植物生理学与分子生物学及基因工程、植物生理学与农业应用。

本书可用作高等农林院校以及综合性大学、师范院校的植物生理学教材,也可供植物学科各领域的研究人员和科技工作者、中学生物学教师及考研学生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

现代植物生理学 / 李合生主编. - 2 版. - 北京: 高等教育出版社, 2006.7

ISBN 7-04-019192-X

I. 现... II. 李... III. 植物生理学—高等学校—教材 IV. Q945

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 049641 号

策划编辑 吴雪梅 责任编辑 张晓晶 封面设计 张楠 责任绘图 朱静
版式设计 范晓红 责任校对 张颖 责任印制 陈伟光

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	北京民族印刷厂		http://www.landaco.com.cn
		畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	787×1092 1/16	版 次	2002 年 1 月第 1 版
印 张	28.75		2006 年 7 月第 2 版
字 数	700 000	印 次	2006 年 7 月第 1 次印刷
		定 价	32.80 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 19192-00

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail：dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

本书编审人员

主 编 李合生(华中农业大学)

副主编 夏 凯(南京农业大学)

王学奎(华中农业大学)

曾汉来(华中农业大学)

苍 晶(东北农业大学)

蔡永萍(安徽农业大学)

参 编 韩建民(河北农业大学)

崔克辉(华中农业大学)

蔡庆生(南京农业大学)

陈大清(长江大学)

戴新宾(南京农业大学)

主 审 周 燮(南京农业大学)

第 2 版前言

面向 21 世纪课程教材《现代植物生理学》自 2002 年 1 月出版以来,被国内十多所高等学校选用作为本科植物生理学教科书,并于 2004 年成为国家精品课程“植物生理学”的主干教材之一。鉴于读者在使用本教材过程中提出了一些很好的意见和建议,以及近几年来植物生理学领域的新进展、新成果,需要在教材中有所反映;同时,也发现书中尚有不妥和印刷错误需要更正。在本教材再版之际,由曾汉来主持申报了国家“十五”高等农林院校规划植物生理学立体教材项目中标,《现代植物生理学》被列入国家规划骨干教材。因此,新组建了《现代植物生理学》编写委员会,对原来的面向 21 世纪课程教材《现代植物生理学》进行一次全面的修订。修订中,基本保持原有体系并作适当调整,内容更新,力求精益求精。

具体修订情况如下:

1. 在章节顺序上,将植物的水分生理列为第 2 章,植物的矿质营养列为第 3 章,植物的呼吸作用列为第 4 章,植物的光合作用列为第 5 章,第 6 章以后各章同第 1 版顺序。
2. 压缩第 1 章内容,将“细胞信号转导”移至植物生长物质一章。
3. 第 2 章删去细胞代谢性吸水内容,修改气孔运动机制和植物体内水分跨膜运输的途径和方式(集流概念、水孔蛋白等)及水分上升动力内容。
4. 第 3 章增加无土栽培内容,重写细胞对矿质元素的吸收,更换一些插图,修改根系吸收离子的特点,增加硫、磷的同化等内容。
5. 第 4 章修改电子传递链内容,更换呼吸链图;简述 3 类次生代谢物的合成途径和功能。
6. 第 5 章修改补充光反应中心、电子传递链内容,更换 PS I 和 PS II 蛋白复合体结构图;补充光保护机制内容。
7. 第 6 章先介绍细胞信号转导,然后再介绍植物激素。为便于教学,仍按每类植物激素的结构、性质、合成降解、作用机制及生产上应用等顺序编写。增加每类激素的信号转导途径,更新一些激素代谢和生理作用等内容。
8. 第 7 章修改了光敏色素在成花中的作用机制等方面的内容,增加光信号通过光敏色素的信号转导途径;在种子萌发之前先介绍细胞的生长、分化,再写细胞全能性与组织培养;修改向光性内容。
9. 第 8 章增加开花分子生物学方面的内容,介绍中国科学院植物所在春化作用机制及分子生理方面的研究。
10. 第 9 章重点介绍植物衰老机制中的自由基损伤假说,简介程序性细胞死亡与衰老之间关系的内容。
11. 第 10 章将逆境生理通论置于第 1 节,重点介绍几种逆境生理,更新一部分图;增加逆境下信号转导途径等内容。
12. 第 11 章适当更新内容。
13. 第 12 章增加超级杂交稻及分子农业的新进展等内容。

本书编写分工如下:绪论,曾汉来;前言、第1章,李合生;第2章,崔克辉;第3章,苍晶;第4章,韩建民;第5章,戴新宾;第6章,夏凯;第7、8章,王学奎;第9章,蔡庆生;第10章,蔡永萍;第11章,夏凯;第12章,陈大清。最后由李合生统稿、定稿。

本教材初稿完成后,承南京农业大学周燮教授精心审校,并提出了许多宝贵的修改意见,深表谢意。本教材在编写中引用了国内外许多有关论文与教材的资料和图表,在此表示感谢。在教材修订出版过程中得到高等教育出版社生命科学分社的大力支持和帮助,非常感谢。本书编写人员力求做到:“内容丰富,取材新颖,图文并茂,精简扼要,概念准确,理论联系实际,通俗易懂,以学为本,便于自学”。但限于水平,书中定有不妥和错误之处,敬请读者批评指正。

李合生

2005年12月于华中农业大学

第 1 版前言

植物生理学是生物专业和植物生产类各专业的一门专业基础课,也是高等农林院校本科生物系列课程中的骨干课程。因而,植物生理学教材建设备受国内外同行的重视。近年来,国外新版植物生理学教材纷纷登场,像 Salisbury 和 Ross 主编的“Plant Physiology”(1992), Taiz 和 Zeiger 主编的“Plant Physiology, 2nd ed”(1998), Hopkins 主编的“Introduction to Plant Physiology”(1999)等,这些教材的共同特点是将分子生物学及基因工程的新进展、新成果引入了植物生理学教材。国内近年来出版的植物生理学教材有十多本,其中影响较大的有师范院校潘瑞炽等主编的《植物生理学》(第 3 版)(1995),农业院校王忠主编的《植物生理学》(2000),综合性大学曹仪植、宋占午主编的《植物生理学》(1998)。这几本教材内容新,有特色,是一批能够反映近年来植物生理学发展水平的新教材。然而,随着分子生物学、基因工程及环境生态、信息转导研究的迅速发展,教学内容往往跟不上形势发展的要求,教材需要不断充实、修改和更新。1996—2000 年期间,我们结合“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”中关于“高等农林院校本科生物系列课程教学内容和课程体系改革的研究与实践”(04-10)项目研究,编写了这本《现代植物生理学》,并被教育部和高等教育出版社列入“面向 21 世纪课程教材”出版计划,期望能起到与国内已出版的植物生理学教材继承发扬、互补共勉的作用,以适应高等农业教育改革和本科人才培养的需要。

本教材是本项目组研究成员多年辛勤劳动的集体成果。它和其他教材一样,继承发扬了多本国内外传统教材的基本内容和特色,又根据国内外科学技术的新发展,编入了新概念、新技术、新理论及新成果。具体表现在以下几个方面:

1. 根据当今植物生理学研究发展趋势,在教材内容方面,宏观上加强生态、逆境生理等方面的内容;微观上能反映近年来细胞分子水平的研究成果,把分子生物学和基因工程内容渗透到教材的各个章节,并把有关植物生理学的分子生物学和基因工程的基本内容和技术方法、成果单列一章,以引起读者的重视,并且采用小号字排出,不作为课堂讲授内容,仅供有兴趣者自学、参考之用。

2. 坚持理论联系实际,除了单设一章“植物生理学与农业”以外,每章都注重了应用部分的内容,如节水灌溉的原理和技术,植物生长调节剂和植物组织培养技术的应用等。

3. 对植物生理学传统内容不面面俱到,不平均分配,而是突出重点,大胆取舍,重新组合,如将同化物的运输分配的内容合并至光合作用一章,有机结合在一起;删去糖、脂肪、蛋白质、核酸的合成和分解等内容,因为这些知识在《生物化学》教材中有详细介绍;植物矿质营养一章与“植物营养与肥料”教材有不少重复,适当进行了精简。植物激素一章全面更新,改为按类型、代谢、生理作用、机制及应用编写,加强横向比较和相互联系。

4. 本教材的整个系统,从植物生命活动的基本单位——细胞生理讲起,再以代谢生理为基础,全面叙述细胞分裂、分化、生长、运动、开花、结实直至衰老,然后重点介绍了逆境生理,最后是植物生理学的分子基础与应用。

5. 教材内容符合本科教学的基本要求,分量适当(课堂讲授50学时),篇幅中等,简明扼要,层次分明,概念准确,重实验证据。按照认识规律论述,文字通顺,图文并茂,便于自学;提出疑难问题,启发读者思维探索。各章中小号字排印内容,供课外参考学习。

6. 每章附有内容提要、思考题及参考文献。书尾附有英汉名词索引和汉英名词对照,便于查阅。

本教材共分5篇12章,绪论、第1、2章由李合生编写,第3、9章由孟庆伟编写,第4、10章由梁宗锁编写,第5章由宋克敏编写,第6、11章由夏凯编写,第7章由王晓峰编写,第8章由王学奎编写,第12章由陈大清编写。本教材初稿完成后,南京农业大学周燮教授、西北农林科技大学张继澍教授进行了精心的审校,并提出了许多宝贵的修改意见,我们深表谢意。本教材中引用了国内外许多有关论文和教材的资料和图表,对顺利完成本书编写任务发挥了重要作用;此外,王学奎、蔡刘体、李倩等同志协助打印书稿和绘制部分插图,在此一并表示感谢。

本书的编者,紧密协作,精益求精,力图使本书体现系统性、科学性、先进性及理论联系实际,成为一本具有特色的植物生理学教材。但由于编者水平有限,书中定有不妥和谬误之处,请各位同仁和广大读者批评指正。

编者

2001年6月

目 录

绪论	1	0.4 学习植物生理学的要求和方法	7
0.1 植物生理学的研究内容和任务	1	思考题	7
0.2 植物生理学的产生与发展	2	参考文献	8
0.3 植物生理学的展望	4		

I 细胞生理

1 植物细胞的超微结构与功能	11	1.2.7 液泡	27
1.1 细胞壁	12	1.3 胞间连丝	27
1.1.1 细胞壁的化学组成	12	1.3.1 胞间连丝的超微结构	28
1.1.2 细胞壁的超微结构	14	1.3.2 胞间连丝的功能	28
1.1.3 细胞壁的功能	16	1.4 植物细胞全能性及其基因表达	29
1.2 原生质体	17	1.4.1 植物细胞全能性	29
1.2.1 细胞膜	17	1.4.2 植物细胞基因的结构及其表达 调控	29
1.2.2 胞基质	21	本章内容提要	32
1.2.3 内膜系统	21	思考题	32
1.2.4 细胞骨架	23	参考文献	33
1.2.5 细胞器	24		
1.2.6 细胞核	26		

II 代谢生理

2 植物的水分生理	37	2.4.1 植物细胞的渗透吸水	42
2.1 水的物理化学性质	37	2.4.2 植物细胞的吸涨吸水	45
2.1.1 水的组成和结构	37	2.5 水分的跨膜运输	46
2.1.2 水的物理化学性质	37	2.5.1 扩散	46
2.2 水在植物生命活动中的作用	39	2.5.2 集流	46
2.2.1 植物体内的含水量	39	2.6 土壤中的水分与土壤水势	47
2.2.2 水对植物的生理作用	39	2.6.1 土壤中水分的基本性质	47
2.2.3 水对植物的生态作用	40	2.6.2 土壤水势	48
2.2.4 植物体内水分存在的状态	40	2.6.3 土壤中水分的移动	49
2.3 化学势、水势	40	2.7 植物根系对水分的吸收	49
2.3.1 自由能与化学势	40	2.7.1 根部吸水的区域	50
2.3.2 水的化学势与水势	41	2.7.2 根系吸水方式及其动力	50
2.4 植物细胞对水分的吸收	42	2.7.3 根系吸水阻力	52

2.7.4 影响根系吸水的因素	52	3.6.2 根系吸收矿质元素的特点	89
2.8 蒸腾作用	54	3.6.3 根系吸收矿质元素的过程	90
2.8.1 蒸腾作用的概念及生理意义	54	3.6.4 外界条件对根系吸收矿质元素的 影响	92
2.8.2 蒸腾作用的方式及度量	54	3.7 叶片营养	94
2.8.3 气孔蒸腾作用	55	3.8 矿质元素在植物体内的运输与 分配	95
2.8.4 影响蒸腾作用的因素	61	3.8.1 矿质元素在植物体内的运输	95
2.9 植物体内的水分运输	63	3.8.2 矿质元素在植物体内的分配	95
2.9.1 水分运输的途径	63	3.9 植物对氮、硫、磷的同化	96
2.9.2 水分沿导管或管胞上升的动力	64	3.9.1 氮的同化	96
2.10 合理灌溉的生理基础	65	3.9.2 硫的同化	101
2.10.1 植物的水平衡	65	3.9.3 磷的同化	101
2.10.2 作物的需水规律	66	3.10 合理施肥的生理基础	101
2.10.3 合理灌溉的指标	66	3.10.1 作物的需肥特点	102
2.10.4 合理灌溉增产的原因	67	3.10.2 合理施肥的指标	102
2.10.5 节水灌溉与节水农业	68	3.10.3 合理施肥与作物增产	104
本章内容提要	69	本章内容提要	104
思考题	69	思考题	105
参考文献	70	参考文献	106
3 植物的矿质营养	71	4 植物的呼吸作用	107
3.1 植物矿质营养的早期研究	71	4.1 呼吸作用的概念及其生理 意义	107
3.2 研究植物矿质营养的方法	71	4.1.1 呼吸作用的概念	107
3.2.1 灰分分析	71	4.1.2 呼吸作用的生理意义	108
3.2.2 溶液培养法	72	4.2 呼吸代谢途径的多样性	108
3.3 植物必需的矿质元素及其生理 作用	75	4.2.1 糖酵解	109
3.3.1 植物必需元素的标准和分类	75	4.2.2 无氧呼吸	110
3.3.2 植物必需矿质元素的生理作用 及其缺乏症	76	4.2.3 三羧酸循环	112
3.4 有益元素与稀土元素	79	4.2.4 戊糖磷酸途径	114
3.4.1 有益元素	79	4.2.5 乙醛酸循环	116
3.4.2 稀土元素	80	4.2.6 乙醇酸氧化途径	118
3.5 植物细胞对矿质元素的吸收	80	4.3 电子传递与氧化磷酸化	119
3.5.1 电化学势梯度与离子转移	80	4.3.1 电子传递链	119
3.5.2 被动吸收	81	4.3.2 氧化磷酸化	122
3.5.3 主动吸收	85	4.3.3 呼吸链电子传递途径的多样性	124
3.5.4 胞饮作用	88	4.3.4 末端氧化系统的多样性	125
3.6 植物根系对矿质元素的吸收	88	4.3.5 抗氰呼吸及其生理意义	126
3.6.1 根系吸收矿质元素的区域	88		

4.4 呼吸代谢能量的贮存和利用	128	5.4 光呼吸	169
4.4.1 呼吸代谢能量的贮存	128	5.4.1 光呼吸的生化历程	169
4.4.2 呼吸代谢能量的利用	129	5.4.2 光呼吸的生理功能	170
4.5 呼吸代谢与物质代谢	129	5.5 同化物的运输与分配	171
4.5.1 呼吸代谢与初生代谢的关系	129	5.5.1 同化物运输的途径	171
4.5.2 呼吸代谢与次生代谢的关系	130	5.5.2 同化物运输的形式	173
4.6 呼吸作用的调节	134	5.5.3 同化物运输的方向与速率	174
4.6.1 糖酵解的调节	134	5.5.4 同化物在源端的装载	174
4.6.2 丙酮酸有氧分解的调节	134	5.5.5 同化物在库端的卸出	176
4.6.3 戊糖磷酸途径的调节	135	5.5.6 同化物在韧皮部运输的机制	177
4.6.4 电子传递途径的调节	135	5.5.7 同化物的分配	178
4.6.5 能荷调节	135	5.5.8 同化物的分配与产量的关系	180
4.7 呼吸作用的指标及影响因素	136	5.5.9 同化物运输与分配的调控	180
4.7.1 呼吸作用的指标	136	5.6 影响光合作用的因素	182
4.7.2 呼吸商的影响因素	136	5.6.1 外部因素对光合作用的影响	182
4.7.3 呼吸速率的影响因素	136	5.6.2 内部因素对光合作用的影响	187
4.8 呼吸作用与农业生产	139	5.7 光合作用与作物生产	188
4.8.1 种子的呼吸作用与贮藏	139	5.7.1 光能利用率	188
4.8.2 果实、块根、块茎的呼吸作用与 贮藏	140	5.7.2 提高作物产量的途径	189
4.8.3 呼吸作用与作物栽培	141	本章内容提要	191
本章内容提要	141	思考题	191
思考题	142	参考文献	192
参考文献	142	6 植物生长物质与细胞信号转导	193
5 植物的光合作用	144	6.1 细胞信号转导	193
5.1 光合作用的早期研究	144	6.1.1 胞外刺激信号传递至胞膜	193
5.2 光合色素	145	6.1.2 跨膜信号转换	194
5.2.1 光合色素的结构与性质	145	6.1.3 胞内信号转导	196
5.2.2 光合色素的吸收光谱	147	6.1.4 类受体激酶	199
5.2.3 光合色素的荧光现象和磷光 现象	148	6.2 植物生长物质的概念和种类	199
5.2.4 叶绿素的生物合成及其与环境 条件的关系	149	6.3 生长素类	200
5.3 光合作用的机制	151	6.3.1 生长素类的发现和化学结构	200
5.3.1 原初反应	152	6.3.2 吲哚乙酸的代谢和运输	202
5.3.2 电子传递与光合磷酸化	153	6.3.3 生长素类的生理作用	206
5.3.3 碳同化	160	6.3.4 生长素类的作用机制及信号转 导途径	208
5.3.4 光合作用的产物	167	6.4 赤霉素类	210
		6.4.1 赤霉素类的发现和化学结构	210
		6.4.2 赤霉素类的代谢和运输	211

6.4.3 赤霉素类的生理作用	213	途径	228
6.4.4 赤霉素作用机制及信号转导 途径	215	6.8 其他天然的植物生长物质	229
6.5 细胞分裂素类	217	6.8.1 油菜素甾体类	229
6.5.1 细胞分裂素类的发现和化学 结构	217	6.8.2 多胺	230
6.5.2 细胞分裂素类的代谢和运输	217	6.8.3 茉莉酸类	230
6.5.3 细胞分裂素类的生理作用	220	6.8.4 水杨酸类	231
6.5.4 细胞分裂素的作用机制及信号 转导途径	221	6.8.5 玉米赤霉烯酮	232
6.6 脱落酸	221	6.9 植物激素的相互关系	232
6.6.1 脱落酸的发现和化学结构	221	6.9.1 植物激素代谢的相互关系	232
6.6.2 脱落酸的代谢和运输	222	6.9.2 植物激素生理作用的相互 关系	234
6.6.3 脱落酸的生理作用	223	6.10 植物激素和生长调节剂在农业上 的合理应用	235
6.6.4 脱落酸的作用机制及信号转导 途径	224	6.10.1 植物生长调节剂的类型	235
6.7 乙烯	225	6.10.2 植物生长调节剂在农业上的 应用	237
6.7.1 乙烯的发现和化学结构	225	6.10.3 植物生长调节剂的合理应用	238
6.7.2 乙烯的代谢和运输	225	本章内容提要	240
6.7.3 乙烯的生理作用	227	思考题	241
6.7.4 乙烯的作用机制及信号转导		参考文献	241

III 生长发育生理

7 植物的生长生理	245	7.3.2 植物组织培养的技术条件	256
7.1 植物细胞的生长和分化	245	7.3.3 植物组织培养在生产实践上的 应用	258
7.1.1 细胞的分裂	245	7.4 植物生长的周期性	259
7.1.2 细胞的伸长	246	7.4.1 植物的生长曲线和生长大周期	259
7.1.3 细胞的分化	247	7.4.2 植物生长的温周期性	260
7.1.4 程序性细胞死亡	248	7.4.3 植物生长的季节周期性	260
7.2 种子的萌发	249	7.5 植物生长的相关性	261
7.2.1 种子萌发的概念	249	7.5.1 地下部和地上部的相关	261
7.2.2 种子的生活力与活力	249	7.5.2 主茎和侧枝以及主根与侧根的 相关	263
7.2.3 影响种子萌发的外界条件	250	7.5.3 营养生长与生殖生长的相关	264
7.2.4 种子萌发时的生理生化变化	252	7.5.4 植物的极性与再生	265
7.2.5 种子预处理与种子萌发的调节	254	7.6 外界条件对植物生长的影响	265
7.3 植物组织培养的原理、技术及其 应用	255	7.6.1 温度对植物生长的影响	265
7.3.1 植物组织培养的原理	256		

7.6.2	水分对植物生长的影响	266	8.4.3	花粉管的伸长	309
7.6.3	光对植物生长的影响	266	8.4.4	受精过程中雌蕊的生理生化变化	310
7.7	光形态建成与光受体	267	本章内容提要	310	
7.7.1	光敏色素的发现和分布	267	思考题	311	
7.7.2	光敏色素的性质	268	参考文献	311	
7.7.3	光敏色素基因及其表达调控	270	9 植物的成熟和衰老生理	313	
7.7.4	光敏色素与光形态建成	271	9.1 种子的发育和成熟生理	313	
7.7.5	光敏色素的作用机制	272	9.1.1 种子的发育及其基因表达	313	
7.7.6	隐花色素和向光素	273	9.1.2 种子发育过程中有机物质的变化	314	
7.7.7	紫外线-B受体	274	9.1.3 种子成熟过程中其他生理变化	316	
7.8	植物的运动	275	9.1.4 外界条件对种子成分及成熟过程的影响	316	
7.8.1	向性运动	275	9.2 果实的生长和成熟生理	318	
7.8.2	感性运动	278	9.2.1 果实的生长特点	318	
7.8.3	近似昼夜节奏——生理钟	279	9.2.2 果实成熟时的生理生化变化	318	
本章内容提要		280	9.3 植物的休眠	320	
思考题		281	9.3.1 种子休眠的原因和破除	320	
参考文献		282	9.3.2 种子和延存器官休眠的调节	321	
8 植物的生殖生理		283	9.4 植物的衰老生理	321	
8.1	幼年期与花熟状态	283	9.4.1 植物衰老的类型与意义	321	
8.2	成花诱导生理	284	9.4.2 植物衰老过程中的生理生化变化	322	
8.2.1	春化作用	284	9.4.3 植物衰老的特殊形式——程序性细胞死亡	323	
8.2.2	光周期	288	9.4.4 植物衰老的机制	323	
8.2.3	成花诱导的途径	298	9.4.5 环境条件对植物衰老的影响	326	
8.2.4	春化和光周期理论在生产实际中的应用	299	9.5 器官脱落生理	326	
8.3	成花启动和花器官形成生理	301	9.5.1 器官脱落的概念和类型	326	
8.3.1	成花启动和花器官形成的形态及生理生化变化	301	9.5.2 器官脱落的机制及其影响因素	326	
8.3.2	影响花器官形成的条件	302	本章内容提要	329	
8.3.3	植物的性别分化	303	思考题	329	
8.3.4	控制花器官发育的基因——从 ABC 模型到 ABCDE 模型	304	参考文献	330	
8.4	受精生理	305			
8.4.1	花粉和柱头的生活力	305			
8.4.2	花粉和柱头的相互识别	306			

IV 环境生理

10 植物的逆境生理	333	10.1 逆境生理通论	333
-------------------	-----	-------------	-----

10.1.1 逆境的定义及种类	333	10.6 盐害生理与植物抗盐性	359
10.1.2 逆境对植物的伤害	333	10.6.1 盐害对植物的伤害	359
10.1.3 植物对逆境的适应	334	10.6.2 植物的抗盐性	361
10.1.4 植物对逆境的交叉适应	338	10.6.3 植物耐盐的分子机制及信号 转导	361
10.1.5 植物抗逆性的获得与信号 转导	339	10.6.4 提高植物抗盐性的途径	362
10.2 寒害生理与植物抗寒性	341	10.7 病害生理与植物抗病性	363
10.2.1 冷害生理与植物抗冷性	341	10.7.1 病原物对植物的伤害	363
10.2.2 冻害生理与植物抗冻性	344	10.7.2 植物抗病机制	364
10.2.3 植物对低温的适应性及信号 转导	345	10.7.3 植物抗病性的诱导及信号 转导	365
10.3 热害生理与植物抗热性	348	10.7.4 提高植物抗病性的途径	366
10.3.1 高温胁迫对植物的伤害	348	10.8 抗虫生理与植物抗虫性	366
10.3.2 植物抗热性的生理基础	349	10.8.1 抗虫性的概念	366
10.3.3 热激反应及信号转导	350	10.8.2 植物抗虫的机制	367
10.3.4 提高植物抗热性的途径	352	10.8.3 提高植物抗虫性的途径	367
10.4 旱害生理与植物抗旱性	352	10.9 环境污染伤害生理与植物 抗性	367
10.4.1 旱害的概念及类型	352	10.9.1 大气污染	367
10.4.2 干旱胁迫对植物的伤害	353	10.9.2 水体污染	370
10.4.3 植物抗旱类型和特征	354	10.9.3 土壤污染	371
10.4.4 植物干旱诱导蛋白	355	10.9.4 提高植物抗污染能力的措施	371
10.4.5 提高植物抗旱性的途径	356	10.9.5 植物与环境保护	372
10.5 涝害生理与植物抗涝性	357	本章内容提要	373
10.5.1 涝害的定义及类型	357	思考题	374
10.5.2 涝害对植物的伤害	357	参考文献	374
10.5.3 植物抗涝性的生理基础	357		
10.5.4 提高植物抗涝性的途径	359		

V 植物生理学的分子基础和应用

11 植物生理学与分子生物学及 基因工程	379	基因	386
11.1 高等植物细胞的基因组	379	11.2.3 利用互补法分离未知蛋白的编码 基因	388
11.1.1 细胞核基因组	379	11.2.4 借助转座子搜寻基因	389
11.1.2 质体基因组	382	11.3 基因工程	389
11.1.3 线粒体基因组	384	11.3.1 转化载体的构建	390
11.2 植物基因的分离	384	11.3.2 植物组织或细胞的转化	392
11.2.1 基因文库的构建	384	11.3.3 选择合适的启动子	392
11.2.2 利用探针从基因文库中筛选		11.3.4 通过转化作用关闭基因	394

11.4 植物生理学与分子生物学和 基因工程	395	参考文献	403
11.4.1 植物细胞壁伸展蛋白的基因表达 及调控	395	12 植物生理学与农业应用	404
11.4.2 Rubisco 的基因表达及其调控	395	12.1 植物生理学与适应农业	404
11.4.3 IAA 和 CTKs 代谢的分子 调控	396	12.1.1 光合作用与作物高产	405
11.4.4 ABA 对植物气孔关闭及特异基因 表达的调控	397	12.1.2 植物生长物质与适应农业	406
11.4.5 乙烯生物合成的基因工程	398	12.1.3 环境生理与抗逆栽培	406
11.4.6 开花诱导过程中的基因表达和 调控	399	12.1.4 植物组织培养与农业	407
11.4.7 植物个体性别决定基因与激素 调控	400	12.2 植物生理学与设施农业	408
11.4.8 种子发育过程中贮藏蛋白基因的 表达和调控	400	12.2.1 设施农业的概念	408
11.4.9 衰老过程中的基因表达和 调控	401	12.2.2 设施农业的类型	409
本章内容提要	402	12.2.3 设施农业与植物生理学	409
思考题	403	12.3 植物生理学与分子农业	409
		12.3.1 基因工程与分子育种	409
		12.3.2 基因工程与分子农业	411
		12.4 植物生理学在农业上应用的 展望	413
		本章内容提要	413
		思考题	413
		参考文献	414
英汉名词索引	415		
汉英名词索引	429		

绪 论

0.1 植物生理学的研究内容和任务

植物生理学(plant physiology)是研究植物生命活动规律及其与环境相互关系的科学。

植物生理学的主要研究对象是高等绿色植物,主要任务是揭示自养生物的生命现象本质及其与外界条件相互关系,并为生产实际服务。

随着生命科学特别是分子生物学的快速发展,人们对植物生命活动本质的认识已经从整体、器官、细胞水平深入到分子水平,从生命活动的描述性、组成性认识深入到动态的机制性和精细调控过程认识;另一方面,在宏观领域与环境科学、生态学等紧密结合,转向从生物圈及群体的角度进行综合研究,并对这种外界环境因子与植物生命活动的相互响应进行更深入的研究。因而,植物生理学的研究内容日益从宏观上扩展、从微观上深入。简而言之,植物生理学的研究内容可概括为以下几个方面:细胞生理、代谢生理、生长发育生理、逆境生理以及分子基础和生产应用。

高等植物的生命活动可大致分为生长发育与形态建成、物质与能量代谢、信息传递和信号转导等方面。

植物细胞(plant cell)是植物体内各种生命活动的组织、功能的基本单位。植物的一切物质代谢、能量代谢、信息传递和信号转导以及生长、分化、发育都发生在细胞中或源于细胞。植物细胞具有全能性,即植物体的每一个生活细胞都具有分化成一个完整植株的潜在能力。而植物细胞全能性的表现,又依赖于细胞内基因的表达和调控。因此,要了解植物生命活动的规律和本质,必须从细胞水平、分子水平开展细胞生理的研究。

代谢(metabolism)是指维持生命活动过程中各种化学变化的总称。在植物外部形态变化的同时,其内部进行着复杂的物质和能量转化过程。物质转化与能量转化紧密联系,构成统一的整体,生长发育是植物代谢活动的必然结果。植物代谢生理主要是研究水分代谢,矿质营养,光合作用,呼吸作用,植物体内有机物质(糖、蛋白质、脂肪、核酸及激素)的转化、运输等各种生理活动规律及代谢过程,它们是各种生命活动的基础和微观体现。植物的代谢,从性质上可分为物质代谢和能量代谢,从方向上可分为同化(或合成)和异化(或分解)。绿色植物代谢活动的一个最大特点是其自养性(autotrophism),能进行光合作用,这是代谢生理研究的一个重点领域。

生长发育(growth and development)是植物生命活动的外在表现,生长发育生理主要研究植物的生长、分化、发育的过程和本质。具体包括:细胞数目的增加、细胞体积的扩大而导致的植物体积和重量的增加;新器官的不断出现而发生的一系列的外部形态变化,即形态建成(morphogenesis),综合表现为从种子萌发,根、茎、叶的生长,直到开花、结实、衰老和死亡的全过程。

逆境(environmental stress)是指植物生长发育的不良环境条件(如干旱、水涝、寒冷、冰冻、