



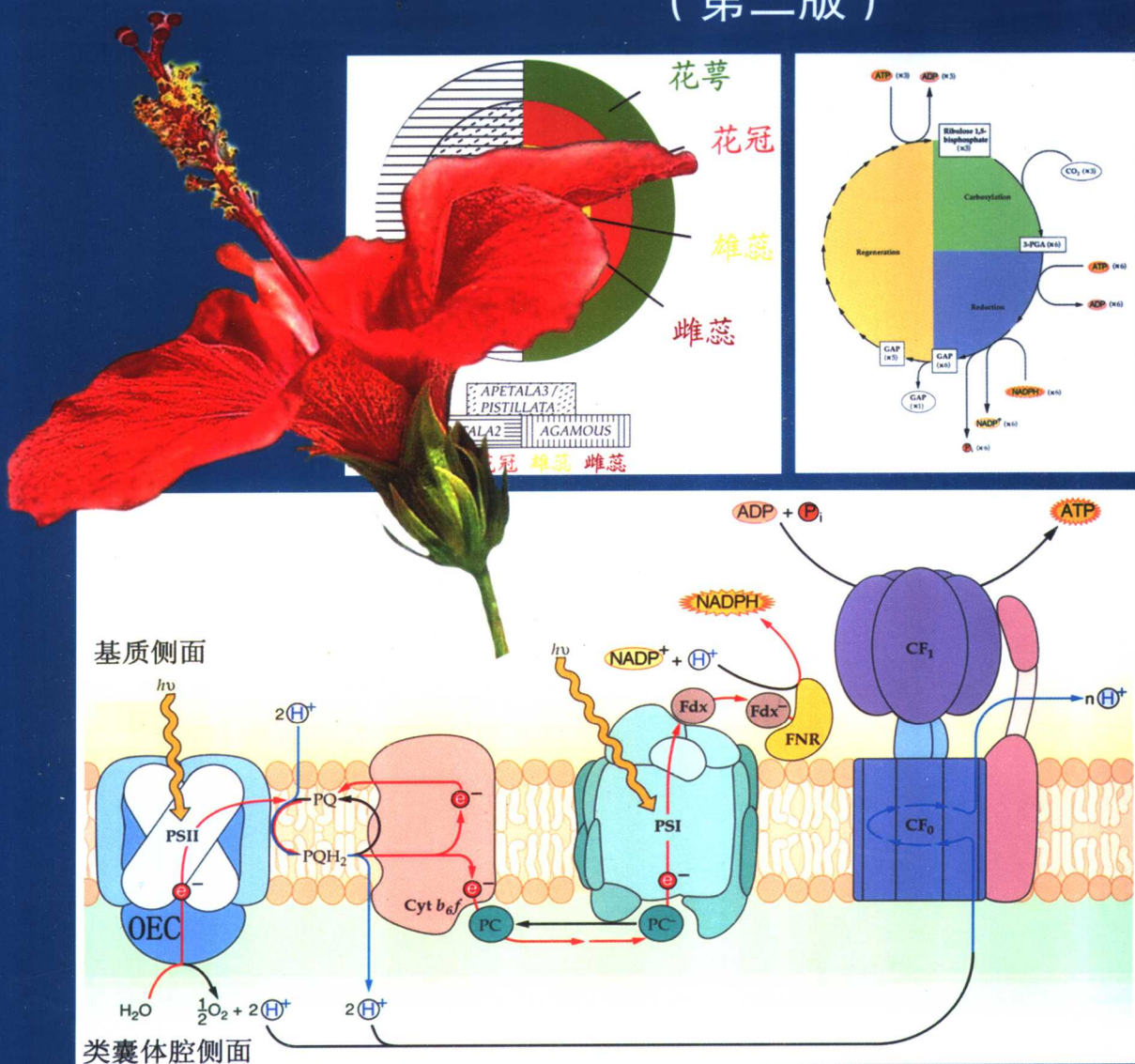
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高等师范院校**新世纪教材**

王宝山 主编

植物生理学

Plant Physiology

(第二版)



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高等师范院校新世纪教材

植物生理学

(第二版)

王宝山 主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是由科学出版社组织全国 10 余所高等师范院校从事植物生理学教学和研究的骨干教师编写而成的,在基本保持我国高等师范院校植物生理学教材的章节框架和内容的基础上,尽可能在反映国际上本学科的最新概念和成果。因此,除了每章补充许多本学科最新成果之外,又有机地增加了第 5 章植物细胞的信号转导、第 7 章植物的光形态建成和第 12 章植物分子生物学与植物生理。在全面阐述植物生理学的基本概念、基础知识及本学科最新成果的同时,还注意了与中学生物学教材相关内容的衔接和拓展。全书共 12 章:植物的水分代谢、植物的矿质营养、光合作用、植物的呼吸作用、植物细胞的信号转导、植物生长物质、植物的光形态建成、植物的生长生理、植物的生殖生理、植物的成熟和衰老生理、植物的逆境生理、植物分子生物学与植物生理。

本书可用作高等师范院校、高等师范专科学校、高等农林院校及综合性大学的植物生理学教材,也可作为其他教学科研人员及中学生物学教师的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

植物生理学/王宝山主编. —北京:科学出版社,2007
普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 高等师范院校新世纪教材

ISBN 978-7-03-019306-3

I. 植… II. 王… 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(2007)第 100326 号

责任编辑:陈 露 / 责任校对:连秉亮
责任印制:刘 学 / 封面设计:一 明

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

http://www.sciencep.com

江苏省句容市排印厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007 年 7 月第 二 版 开本:A4(890×1240)

2007 年 7 月第四次印刷 印张:22

印数:13 701—19 900 字数:604 000

定价:30.00 元

第二版前言

本教材是在教育部面向“21世纪生物学教育专业的培养目标、规格和课程方案的改革与实践”项目(项目号 JS182B)研究的基础上,由科学出版社组织全国 10 所高等师范院校从事植物生理学教学和研究的骨干教师编写而成。第一版于 2004 年问世后,在全国五十余所高等院校使用,受到教师和学生的广泛好评。于 2006 年被教育部列为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

作为一本新教材,一定在各方面存在许多问题和不足,这一点我自己在使用过程中已发现了不少。为了能更全面了解和发现本教材存在的问题,科学出版社组织全国 15 所高等院校老师于 2006 年 8 月在济南举行《植物生理学》教学研讨会。会议期间有关老师和编委就我们编写的《植物生理学》进行了广泛深入交流,提出了许多宝贵意见。会议要求编委们把书中问题或错误以书面形式于 2006 年 12 月 30 日前发给主编,也希望与会的有关老师把书中的有关问题以书面形式发给主编,然后由主编进行修改。本版是在第一版基础上进行修改的。主要改动的方面有:某些章节内容次序进行了调换(如光合作用中 3.6 光合产物的运输、分配及调控与 3.7 植物对光能的利用);更新了部分内容(如光敏色素作用机理和花器官发育的基因控制与 ABCDE 模型等);更换了部分图表(如叶绿体的结构和光敏色素通过光调节元件调节 Rubisco 小亚基基因和通过 PIF3 调控核基因等);增加了少部分图(如零下低温细胞间结冰示意图);在文字上也作了一些修改。

本书第一版问世三年来,得到读者们关爱,各兄弟院校的师生们提出了许多宝贵意见,特别是编委们在使用过程中发现了不少问题并在第二版中进行了修改,使本书在保持第一版章节结构和内容基础上,章节框架更合理、内容更条理清楚和反映最新进展、图表更新颖,有利于教师教和学生学,在此表示衷心感谢。但是,由于编者水平有限,书中错误和不妥之处在所难免,敬请读者批评、指正。

王宝山

2007 年 4 月于山东师范大学

前 言

本教材是在教育部面向“21世纪生物学教育专业的培养目标、规格和课程方案的改革与实践”(项目号JS182B)项目研究的基础上,由科学出版社组织全国10所高等师范院校从事植物生理学教学和研究的骨干教师编写而成,希望能与已出版的植物生理学教材相互学习,互补共勉,共同促进我国高等教育教材的繁荣和发展,适应生命科学飞速发展对教材的需要。

本教材是依据我国高等师范院校课程体系的特点编写的。因此,其主要对象是高等师范院校生物系学生、函授生、夜大生物专业的学生。教材某些扩展内容用小五号编写。本教材也可用作生命科学生物技术、生物学专业的教材。本教材也补充了许多必要的与植物生理相关的分子机制及实践应用内容,也可作为农林院校大学生的教科书或参考书。由于在章节编排及内容上充分考虑了我国高中及初中生物教科书中有关内容的拓展,也是中学生物学教师必备的参考书。

本教材主要根据植物生理学的基本内容、高等师范院校生物科学课程体系、初高中生物教材有关内容及近年来植物科学的新进展而进行编写的,主要特色有以下几点:

- 在教材内容方面,力求反映当今植物生理学研究新概念和新成果。重点补充了水孔蛋白、物质跨膜转运与矿质元素吸收机制(如质子泵、通道蛋白、载体蛋白)、光合膜蛋白复合体分子生物学、植物细胞信号转导、激素受体、植物光形态建成、开花基因和逆境分子生物学等内容。由于课时限制,补充这些新内容时力求做到简明扼要,某些内容用小五号字编写作为补充阅读。

- 在编写形式上,力求做到图文并茂,使读者对某些复杂的问题有直观形象的了解,也压缩了文字篇幅。全书共有223张插图,46个表格,某些图是编者在自己研究工作的基础上绘制的,如图2.8、2.11和3.36等。

- 在章节内容上,重点突出,大胆压缩,前后呼应。如水分代谢一章对水孔蛋白作了较详细的介绍,矿质元素一章对膜转运蛋白与矿质元素吸收也进行了较详细介绍等,而呼吸代谢围绕植物呼吸代谢多样性简要介绍。前面介绍过的内容,后面章节需要时仅提及参见章节号。

- 在教材的编写体系上,与多数传统教材相比,本教材增加三章内容:第5章植物细胞的信号转导放在植物激素、生长发育及环境生理之前,单列一章重点介绍。其原因一是本章之后内容与信号转导关系密切,为介绍这些内容奠定基础,二是信号转导进展很快,而且与生命活动息息相关;第7章植物的光形态建成,重点介绍光受体及光参与的形态建成机制;第12章植物分子生物学与植物生理,简要介绍了植物基因组特点及植物分子生物学方法,在此基础上重点叙述了近几年植物生理学分子机制的研究成果,如热激蛋白分子生物学等。增加这一章的目的,一方面考虑到前面章节中有关分子机制难以展开详尽介绍;另一方面,为某些不开设植物分子生物学课程的院校读者编写,当然也可以作为其他读者的补充阅读材料。

- 在章节布局上,每章前面有一个内容提要,引导学生有重点地学习本章内容。每章后面有思考题,这些思考题针对本章内容,同时考虑其他章节的相关内容,力求灵活,涵盖面广,有伸展性。书后列出本书参考的主要书目,以方便读者学习,同时还按英文字母顺序列出书中出现的英文专业名词及相应的中文说明,以方便读者学习专业英语。

本教材是全体编写人员集体智慧的结晶。绪论和第2.5章由王宝山编写;第1章由蒋小满编写;第3章由刘国富和陶宗娅编写;第4、7章由侯福林编写;第6章由李凤玉编写;第8章由李守淳编写;第9章由刘萍编写;第10章由张立富编写;第11章由刘家尧编写;第12章由余沛涛编写。本书主审是邹琦教授,对邹琦教授及其他对本教材提出宝贵意见的老师和同学深表谢

意。本教材也引用了大量国内外同行的有关研究结果和图表,对此一并致谢。对科学出版社的陈露女士在本书的组织与文字、图表及其格式的修改审定方面付出的辛勤劳动表示感谢。该教材得到山东省教育厅“改革试点专业——生物科学”项目立项经费、山东师范大学“新世纪教学改革计划”项目和“山东师范大学出版基金”资助。此外,丁同楼和陈敏等同志协助文字输入、图表编辑和文字校对,在此表示一并谢意。

各位编委在教材的编写过程中,充分发挥各自优势,做到一丝不苟,通力合作,在本书的系统性、科学性、新颖性和实用性方面都做了艰苦努力。但由于编者水平有限,书中定有不妥及错误之处,敬请各位读者批评指正。我们将每隔 3~4 年修改再版一次,希望再版时更加完美。

王宝山

于山东师范大学生命科学学院

2003 年 8 月

目 录

第二版前言

前言

绪论	1
0.1 植物生理学的概念和内容	1
0.2 植物生理学的产生和发展	2
0.2.1 植物生理学的产生	2
0.2.2 植物生理学的发展	2
0.3 植物生理学的学习方法	2
0.3.1 学习植物生理学的基础	3
0.3.2 要贯彻三个观点	3
0.4 对植物生理学的展望	3
第1章 植物的水分代谢	5
1.1 水分与植物的生命活动	6
1.1.1 水的某些理化特性	6
1.1.2 植物的含水量	7
1.1.3 植物体内水分的存在状态	7
1.1.4 水分在植物生命活动中的作用	8
1.2 植物细胞对水分的吸收	8
1.2.1 水势的概念及水的迁移过程	9
1.2.2 植物细胞的水势组成	12
1.2.3 植物细胞吸水的方式	13
1.2.4 水分的跨膜运送与水孔蛋白	14
1.2.5 细胞间水分的移动	16
1.3 植物根系对水分的吸收	17
1.3.1 土壤中的水分和土壤水势	17
1.3.2 植物根系吸水的部位	18
1.3.3 根系吸水的途径	18
1.3.4 根系吸水的动力	19
1.3.5 影响根系吸水的外部因素	20
1.4 植物体内水分向地上部的运输	21
1.4.1 植物体内水分运输的途径及速度	21
1.4.2 水分运输的动力	22
1.5 蒸腾作用	22
1.5.1 蒸腾作用的意义	22
1.5.2 蒸腾作用进行的部位与方式	23
1.5.3 气孔蒸腾	23
1.5.4 蒸腾作用的指标及影响蒸腾作用的因素	28
1.6 合理灌溉的生理基础	30

1.6.1	作物的需水规律	30
1.6.2	合理灌溉的指标	31
1.6.3	节水灌溉与节水农业	32
1.6.4	合理灌溉增产的原因	33
	思考题	34
第2章	植物的矿质营养	35
2.1	植物必需的矿质元素	36
2.1.1	植物体内的元素	36
2.1.2	植物必需的矿质元素及其生理作用	38
2.1.3	有益元素和稀土元素	42
2.2	植物细胞对矿质元素的吸收	42
2.2.1	被动吸收	43
2.2.2	主动吸收	46
2.2.3	胞饮作用	48
2.3	植物体对矿质元素的吸收	49
2.3.1	根系对矿质元素的吸收	49
2.3.2	环境因子对根系吸收矿质元素的影响	51
2.3.3	植物叶片对矿质元素的吸收	53
2.4	矿质元素在植物体内的运输与分配	53
2.4.1	矿质元素在植物体内的运输	53
2.4.2	矿质元素在植物体内的分配	54
2.5	植物对无机养料的同化	55
2.5.1	氮素的同化	55
2.5.2	硫酸盐的同化	61
2.5.3	磷酸盐的同化	61
2.6	合理施肥的生理基础和意义	61
2.6.1	作物的需肥规律	61
2.6.2	合理施肥的指标	62
2.6.3	合理施肥与现代农业	63
	思考题	63
第3章	光合作用	64
3.1	光合作用的概念及其重要性	64
3.1.1	光合作用研究简史	65
3.1.2	光合作用的概念和意义	66
3.2	叶绿体及光合作用色素	66
3.2.1	叶绿体的形态结构和成分	66
3.2.2	光合作用色素的种类及理化性质	67
3.2.3	叶绿素的形成及其条件	72
3.3	光合作用的机理	73
3.3.1	光合作用的原初反应	74
3.3.2	电子传递和光合磷酸化	75
3.3.3	碳素同化	81
3.3.4	光合作用的产物	88

3.4 光呼吸	89
3.4.1 光呼吸的现象与定义	89
3.4.2 光呼吸的生物化学过程	89
3.4.3 光呼吸的生理功能	89
3.4.4 光呼吸与其他代谢途径的联系	90
3.4.5 C_3 植物、 C_4 植物以及 CAM 植物的光合特点	91
3.5 影响光合作用的因素	92
3.5.1 光合作用的指标	92
3.5.2 外界因素对光合速率的影响	93
3.5.3 内部因素对光合速率的影响	97
3.6 植物对光能的利用	97
3.6.1 植物的光能利用率	97
3.6.2 提高光能利用率的途径	99
3.7 光合产物的运输、分配及调控	100
3.7.1 光合产物运输的途径、方向、速度和形式	100
3.7.2 光合产物运输的机理	100
3.7.3 光合产物装载和卸载的机理	102
3.7.4 外界条件对光合产物运输的影响	103
3.7.5 光合产物的分配及其与产量的关系	104
3.7.6 光合产物运输与分配的调控	105
思考题	105
第 4 章 植物的呼吸作用	107
4.1 呼吸作用的概念和指标	107
4.1.1 呼吸作用的概念	107
4.1.2 呼吸作用的指标	108
4.2 植物呼吸代谢的多样性和意义	109
4.2.1 呼吸途径的多样性	109
4.2.2 呼吸链电子传递系统的多样性	114
4.2.3 末端氧化系统的多样性	117
4.2.4 呼吸作用的生理意义	118
4.3 呼吸作用的调节、控制及与光合作用的关系	121
4.3.1 糖酵解的调控	121
4.3.2 TCA 循环的调控	122
4.3.3 PPP 的调控	122
4.3.4 “能荷”调节	122
4.3.5 pH 的调节	123
4.3.6 呼吸作用和光合作用的关系	123
4.4 影响呼吸作用的因素	124
4.4.1 内部因素对呼吸作用的影响	124
4.4.2 外界条件对呼吸作用的影响	125
4.5 呼吸作用和农业生产	126
4.5.1 呼吸作用与作物的栽培	126
4.5.2 呼吸作用和农产品的贮藏	126
思考题	127

第5章 植物细胞的信号转导	128
5.1 信号的概念及类型	128
5.1.1 信号	128
5.1.2 信号的类型	128
5.2 信号的跨膜转换	130
5.2.1 受体	130
5.2.2 G蛋白与跨膜信号转导	132
5.3 胞内信号和第二信使系统	134
5.3.1 环核苷酸信号系统	134
5.3.2 钙信号系统	134
5.3.3 磷脂酰肌醇信号系统	136
5.4 蛋白质的可逆磷酸化	137
5.4.1 蛋白激酶	138
5.4.2 蛋白磷酸酶	139
思考题	139
第6章 植物生长物质	141
6.1 生长素类	142
6.1.1 生长素类的发现	142
6.1.2 生长素的种类及其化学结构	143
6.1.3 生长素的分布、存在形式和运输	144
6.1.4 生长素的生物合成和降解	147
6.1.5 生长素的生理作用	148
6.1.6 生长素的作用机理	149
6.2 赤霉素类	152
6.2.1 赤霉素的发现和化学结构	152
6.2.2 赤霉素的分布和运输	153
6.2.3 赤霉素的生物合成	154
6.2.4 赤霉素的生理作用及应用	155
6.2.5 赤霉素的作用机理	156
6.3 细胞分裂素类	157
6.3.1 细胞分裂素的发现	157
6.3.2 细胞分裂素的种类及其化学结构	158
6.3.3 细胞分裂素的生物合成、运输和代谢	159
6.3.4 细胞分裂素的生理作用	161
6.3.5 细胞分裂素的作用机理	162
6.4 乙烯	163
6.4.1 乙烯的发现与分布	163
6.4.2 乙烯的生物合成及其调节	164
6.4.3 乙烯的代谢与运输	166
6.4.4 乙烯的生理作用及其应用	166
6.4.5 乙烯的作用机理	167
6.5 脱落酸	168
6.5.1 脱落酸的化学结构、分布与运输	168
6.5.2 脱落酸的生物合成和代谢	169

6.5.3	脱落酸的生理作用·····	171
6.5.4	脱落酸的作用机理·····	172
6.6	植物激素间的相互关系·····	173
6.6.1	不同激素间的比值对生理效应的影响·····	173
6.6.2	不同激素间的拮抗作用对生理效应的影响·····	174
6.6.3	不同激素间代谢的相互关系对生理效应的影响·····	174
6.6.4	不同激素间的连锁性作用对生长发育的调控·····	174
6.7	其他天然的植物生长物质·····	175
6.7.1	油菜素甾体类·····	175
6.7.2	多胺类·····	176
6.7.3	茉莉酸类·····	178
6.7.4	水杨酸类·····	181
6.7.5	其他内源生长物质·····	183
6.8	植物生长调节剂及其应用·····	183
6.8.1	植物生长调节剂的种类及其应用·····	183
6.8.2	植物生长调节剂施用的原理及技术·····	185
	思考题 ·····	187
第7章	植物的光形态建成 ·····	188
7.1	光受体·····	188
7.1.1	光敏色素·····	188
7.1.2	隐花色素·····	194
7.1.3	紫外光-B受体·····	194
7.2	光形态建成·····	194
7.2.1	光与种子萌发·····	194
7.2.2	光与营养生长·····	195
7.2.3	光与花色素苷和其他类黄酮物质的合成·····	196
7.2.4	光与叶绿体的向光性反应·····	196
7.2.5	光与细胞器的形成·····	196
7.2.6	光与气孔开启·····	196
7.2.7	光周期反应·····	197
	思考题 ·····	197
第8章	植物的生长生理 ·····	198
8.1	种子的萌发·····	198
8.1.1	种子萌发的概念·····	198
8.1.2	种子的寿命和活力·····	198
8.1.3	影响种子萌发的外界条件·····	199
8.1.4	种子萌发时的生理生化变化·····	201
8.1.5	种子预处理与种子萌发的调节·····	204
8.2	细胞的生长和分化·····	204
8.2.1	细胞分裂的生理·····	204
8.2.2	细胞伸长的生理·····	206
8.2.3	细胞分化的生理·····	207
8.3	植物组织培养·····	208

8.3.1	植物组织培养的概念及类型	208
8.3.2	植物组织培养的原理	209
8.3.3	植物组织培养的方法	209
8.3.4	组织培养的应用	211
8.4	植物的生长	213
8.4.1	植物生长的周期性	213
8.4.2	影响植物生长的外界条件	214
8.5	植物生长的相关性	216
8.5.1	地下部与地上部的相关	216
8.5.2	主茎与侧枝的相关	218
8.5.3	营养生长与生殖生长的相关	220
8.5.4	植物的极性与再生	220
8.5.5	植物生长的相互竞争和相生相克	221
8.6	植物的运动	222
8.6.1	向性运动	222
8.6.2	感性运动	226
8.6.3	近似昼夜节奏——生理钟	228
	思考题	228
第9章	植物的生殖生理	230
9.1	幼年期与花熟状态	231
9.2	春化作用	231
9.2.1	春化作用的发现	231
9.2.2	春化作用的条件	232
9.2.3	春化作用的时期和部位	233
9.2.4	春化作用刺激的传导	233
9.2.5	春化作用的生理生化变化	233
9.2.6	春化作用的机理	235
9.3	光周期	235
9.3.1	光周期现象的发现	235
9.3.2	光周期的反应类型	237
9.3.3	光周期刺激的感受和传导	238
9.3.4	光周期诱导	239
9.3.5	光对暗期的中断效应	240
9.3.6	光敏色素与开花诱导	241
9.4	光周期诱导开花的假说	241
9.4.1	成花素假说	241
9.4.2	开花抑制物假说	242
9.4.3	光敏色素假说	242
9.4.4	碳氮比理论	242
9.5	春化和光周期理论在生产实践中的应用	243
9.5.1	春化处理	243
9.5.2	指导引种	243
9.5.3	控制花期	243
9.5.4	调节营养生长和生殖生长	244

9.6 花器官形成及性别分化生理	244
9.6.1 花器官形成的形态和生理变化	244
9.6.2 花器官发育的基因控制和 ABC 模型	245
9.6.3 影响花器官形成的外界条件	246
9.6.4 植物性别分化	247
9.7 授粉和受精生理	248
9.7.1 花粉的生理生化特点	249
9.7.2 柱头的生理特点	251
9.7.3 花粉和柱头的相互识别	251
9.7.4 花粉的萌发和花粉管的伸长	253
9.7.5 受精前后雌蕊的生理生化变化	253
思考题	254
第 10 章 植物的成熟和衰老生理	255
10.1 种子的发育和成熟生理	255
10.1.1 种子的发育过程	255
10.1.2 种子发育过程中主要有机物质的变化	256
10.1.3 种子成熟过程中的其他生理生化变化	257
10.1.4 种子发育过程中的基因表达	258
10.1.5 影响种子成熟和化学组成的外界因素	259
10.2 果实的发育和成熟生理	260
10.2.1 果实生长的特点	260
10.2.2 果实发育成熟时的生理生化变化	260
10.3 植物的休眠生理	263
10.3.1 种子的休眠原因	264
10.3.2 休眠的人工调节	265
10.4 植物的衰老生理	265
10.4.1 植物衰老的类型与生物学意义	265
10.4.2 植物衰老时的生理生化变化	266
10.4.3 影响衰老的外界因素	268
10.4.4 植物衰老的机制	269
10.5 器官脱落生理	270
10.5.1 器官脱落的类型及生物学意义	270
10.5.2 器官脱落的机理	270
10.5.3 影响器官脱落的外界因素	273
10.5.4 器官脱落的人工调控	273
思考题	274
第 11 章 植物的逆境生理	275
11.1 植物逆境生理通论	275
11.1.1 逆境与植物的抗逆性	275
11.1.2 植物在逆境下的形态与代谢变化	276
11.1.3 植物对逆境的生理适应	277
11.2 寒害与植物抗寒性	281
11.2.1 冷害与植物抗冷性	281

11.2.2	冻害与植物抗冻性	283
11.3	热害与植物抗热性	286
11.3.1	高温对植物的伤害	286
11.3.2	植物抗热性的生理基础	287
11.3.3	提高植物抗热性的途径	287
11.4	旱害与植物的抗旱性	287
11.4.1	旱害及其类型	287
11.4.2	旱害的机理	288
11.4.3	植物的抗旱性	288
11.4.4	提高植物抗旱性的途径	289
11.5	涝害与植物抗涝性	289
11.5.1	水涝对植物的伤害	290
11.5.2	植物的抗涝性	290
11.5.3	提高植物抗涝性的途径	290
11.6	盐害与植物的抗盐性	290
11.6.1	盐害	291
11.6.2	植物的抗盐性	291
11.6.3	提高植物抗盐性的途径	293
11.7	病害与植物抗病性	293
11.7.1	病原微生物对植物的伤害	293
11.7.2	植物的抗病机制	293
11.7.3	提高植物抗病性的途径	294
11.8	虫害与植物抗虫性	294
11.8.1	植物抗虫性及其抗虫机制	294
11.8.2	提高植物抗虫性的途径	295
11.9	环境污染伤害与植物抗性	295
11.9.1	大气污染及其对植物的伤害	295
11.9.2	水体污染及其对植物的伤害及抗性	297
11.9.3	土壤污染	297
11.9.4	提高植物抗污染能力的措施	298
11.9.5	植物在环境保护中的作用	298
11.10	活性氧伤害与植物抗逆性	299
11.10.1	活性氧及其产生	299
11.10.2	活性氧对植物细胞的作用	301
11.10.3	活性氧的清除与植物抗逆性	302
	思考题	303
第12章 植物分子生物学与植物生理		304
12.1	植物分子生物学的历史与展望	304
12.1.1	植物分子生物学的历史	304
12.1.2	植物分子生物学的展望	304
12.2	高等植物细胞的基因组	305
12.2.1	高等植物细胞的核基因组	305
12.2.2	叶绿体基因组	308
12.2.3	线粒体基因组	310

12.3 植物分子生物学的研究方法	312
12.3.1 植物 DNA 和 RNA 的分离提取	312
12.3.2 限制性内切酶技术	312
12.3.3 cDNA 文库	312
12.3.4 基因组文库	312
12.3.5 目的基因的克隆	312
12.3.6 蛋白质组学	312
12.3.7 PCR	312
12.3.8 RAPD 分析	313
12.3.9 RNA 分析	313
12.3.10 RFLP 分析	313
12.3.11 分子杂交	313
12.3.12 原位杂交	313
12.4 植物基因工程	313
12.4.1 转化载体的构建	313
12.4.2 农杆菌 Ti 质粒介导的植物转基因	315
12.4.3 其他转化方法	317
12.4.4 转基因植物的检测	317
12.4.5 农杆菌介导的转基因植物技术的应用	317
12.4.6 转基因植物的安全及对策	318
12.5 植物生理的分子基础	318
12.5.1 Rubisco 的基因表达及酶蛋白组装	318
12.5.2 花器官发育的基因调控	318
12.5.3 种子成熟过程中贮藏蛋白的基因表达	320
12.5.4 植物抗逆的分子基础	320
思考题	327
参考文献	328
索 引	330

绪 论

0.1 植物生理学的概念和内容

植物生理学(plant physiology)是研究植物生命活动规律的科学。植物的生命活动,包括植物的水分代谢、矿质代谢、光合作用、呼吸作用、中间物质代谢,以及在此基础上植物的种子萌发、营养器官的生长和生殖器官的形成及开花、传粉、受精、果实和种子成熟等生长发育过程。植物的生命活动是一个十分复杂的过程,不但内容众多,而且各种代谢活动之间又具有相互联系、相互依存和相互制约的关系。

具体地说,植物生理学是一门研究植物的各种生理过程,作为这些生理过程基础的生物物理和生物化学过程,以及它们的机理,它们与外界环境、形态构造的关系等的科学。学习和研究植物生理学,不但要了解和掌握植物生命活动的规律,而且要应用这些规律为农、林、牧等各个方面的生产服务,使这门科学不但具有重要的理论意义,而且具有更大的经济和社会效益。

植物生理学的研究内容随着其他学科发展而拓展和深入。植物生理学的研究内容可以在个体、组织、器官水平上,也可以在细胞、亚细胞及分子水平上探讨植物生理活动规律及其与环境因子之间的相互关系。例如在 20 世纪 30~80 年代,植物生理学家们一般在器官、组织和细胞水平上研究矿质元素的吸收及其生理功能,但 80 年代后随着分子生物学等学科的迅速发展,人们逐步地从膜转运蛋白(泵、载体和通道)基因的克隆、表达调控及其分子结构与功能等分子水平上研究矿质元素的吸收及其生理生化作用机理。特别是近年来,随着拟南芥和水稻等高等植物基因组测序的完成,植物科学的研究已开始了“植物功能基因组学”(plant functional genomics)、“植物蛋白组学”(plant proteomics)和“植物代谢组学”(plant metabolomics)的研究,而植物生理学正是研究植物生命活动规律的科学,生命活动规律具体地讲就是植物各性状表达、生长和发育的生理生化机制,而生理生化过程又是由相应基因表达调控的。也就是说,从基因表达到性状表达的过程既依赖于许多生理生化过程及其调控来实现,也依赖于这些过程与环境因子的相互作用。因此,近年来出现了“植物分子生理学”(plant molecular physiology)和“植物生态生理学”(plant ecophysiology)等提法。所以,植物生理学的研究内容也是在不断发展和变化的。

从植物生命活动与环境之间关系来看,植物生理学可以划分为两大部分:植物正常生理学(即一般所说的植物生理学),是研究在正常环境条件下的植物生命活动规律;植物逆境生理学,是研究在逆境条件下植物生命活动规律。从植物生命活动内在关系来看,植物生理学可以划分

Note

为三大部分:物质与能量代谢(水分、矿质、光合和呼吸)、信息传递和信号转导(信号转导、植物生长物质和光形态建成部分内容)和生长发育与形态建成(生长、形态建成、生殖、成熟及衰老)。当然这种划分不是绝对的,它们之间是不能绝对分开的。在本教材中还增加了第12章植物分子生物学与植物生理,其主要目的是集中介绍近年来植物生理学某些领域中分子机制的最新成果,同时也为某些读者简要介绍了植物分子生物学方法等内容。

0.2 植物生理学的产生和发展

0.2.1 植物生理学的产生

植物生理学的产生和发展同其他学科一样受到生产力发展水平、相关学科的发展水平及思想意识形态制约。早在公元前1400~前1100年,我国劳动人民在农业生产中就积累了许多植物生理学方面的知识,例如豆科植物与谷物轮作可以增产,七九闷麦法(即春化法)的应用等。同样在西欧和罗马的农民,知道施加动物排泄物和某些矿物质(例如灰分、石膏、石灰等)可以增产,说明在许多国家的古代,已出现植物生理学的萌芽。有关植物生理学知识也在我国《汜胜之书》、《齐民要术》和《农政全书》等古农书中有较详细阐述。

14~16世纪的“文艺复兴”使人们从神学观念的束缚中解放出来,回到客观的物质世界。16~17世纪,开始了科学的植物生理学的实验工作,当时主要集中在土壤营养(矿质和水分)方面,这是“文艺复兴”哲学思想影响的结果。

此后,由于资本主义的发展,对农业提出各种各样的要求,与此同时,物理学和化学也有了飞跃发展,为生物学研究提供了更先进的方法,大大推动了植物生理学的研究和发展。到1882年萨克斯(J. Sachs, 1832~1897)编写了最早的《植物生理学讲义》,在此基础上Sachs的学生费费尔(W. Pfeffer, 1845~1920)于1897年编写成了一部三卷《植物生理学》,1904年第二版时把三卷合成一册,标志着植物生理学成为一门独立的学科。此时有代表性的植物生理学家有法国的布森戈(J. Boussingault, 1802~1879)和德国的李比西(J. Liebig, 1803~1873)。前者对氮素营养和光合作用提出重要理论,后者是利用化学肥料理论的奠基人。

0.2.2 植物生理学的发展

植物生理学成为一门独立的学科以后,很快即对植物的各种生理功能和代谢过程进行了比较深入的研究,形成了许多单一的植物功能生理学科,例如植物水分生理、矿质代谢生理、光合作用、呼吸作用、发育生理等,并且从总体水平逐步发展到组织水平、细胞水平和分子水平。到了20世纪,植物生理学在生物学中已成为一个很大的分支学科。由于植物生理学与许多学科(农学、林学、园艺学、环境科学等)有密切的关系,使其研究对象更为广泛,现在又从普通植物生理学中分出许多专门研究讨论某一类植物甚至某一种植物的生理学,以及与其他学科关联的综合性的植物生理学,例如作物生理学、林木生理学、大豆生理学、玉米生理学、生理生态学和生态生理学等。

我国植物生理学的发展由于历史的原因,起步较晚,文化大革命期间停顿了20多年,相对西方国家有一定的差距,但改革开放后随着我国科研水平的逐渐提高,我国植物生理学的发展与世界差距正日益缩小,某些领域已达到世界先进水平。

0.3 植物生理学的学习方法

植物生理学是一门比较复杂而又与许多学科有密切关系的学科,所以在研究和学习植物生理学,既要具备一些学科的基础知识,又要贯彻几个科学的基本观点。