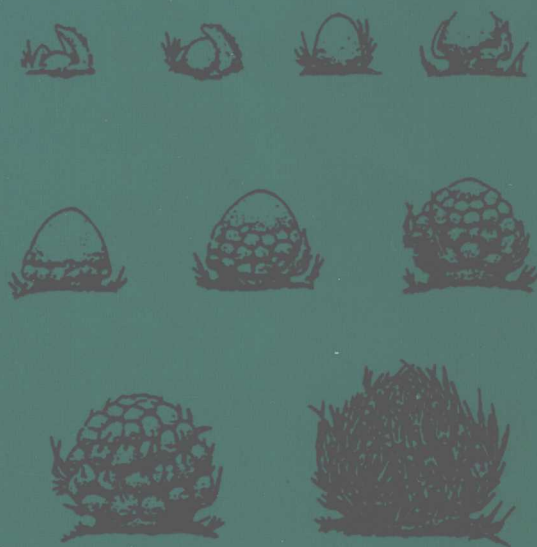
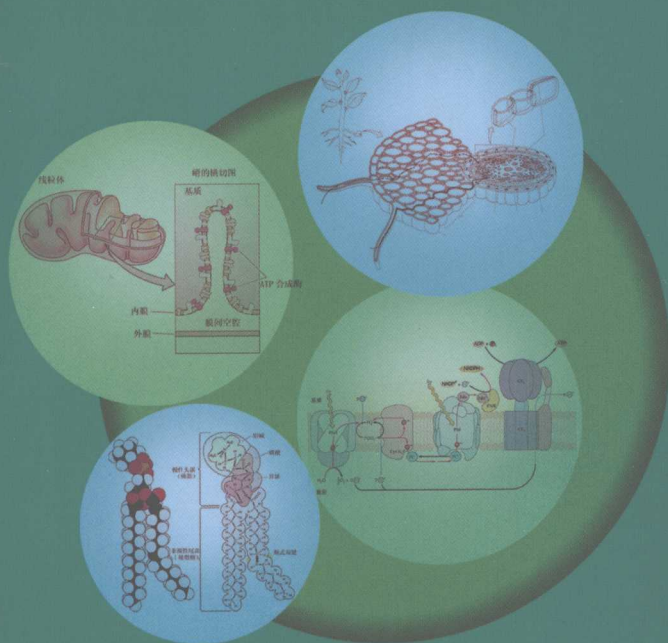




全国高等农林院校“十一五”规划教材

植物生理学

徐克章 主编



中国农业出版社

全国高等农林院校“十一五”规划教材

植物生理学

徐克章 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

植物生理学 / 徐克章主编. —北京: 中国农业出版社,

2007. 8

全国高等农林院校“十一五”规划教材

ISBN 978-7-109-11886-7

I. 植… II. 徐… 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 113004 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

责任编辑 李国忠

北京中兴印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行

2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月北京第 1 次印刷

开本: 820mm×1080mm 1/16 印张: 24.25

字数: 578 千字

定价: 34.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

主 编 徐克章 (吉林农业大学)

副主编 (按姓氏笔画排序)

刘 新 (青岛农业大学)

李虎林 (延边大学)

柯玉琴 (福建农林大学)

参 编 (按姓氏笔画排序)

马 尧 (吉林农业科技学院)

王燕凌 (新疆农业大学)

刘 新 (青岛农业大学)

刘爱荣 (安徽科技学院)

李虎林 (延边大学)

张治安 (吉林农业大学)

柯玉琴 (福建农林大学)

徐克章 (吉林农业大学)

高 巍 (长春大学)

前言

植物生理学是研究植物生命活动规律及其机理的科学，是生物专业和植物生产类各专业的一门重要专业基础课，也是高等农业院校本科生物系列课程中的骨干课程。近年来，随着生物化学、分子生物学、基因工程及环境科学等研究的飞速发展，植物生理学内容在不断地深化和发展。为适应我国高等农业教育教学内容和课程体系改革的需要，由吉林农业大学、福建农林大学、延边大学、安徽科技学院、吉林农业科技学院、青岛农业大学、新疆农业大学和长春大学 8 所高等院校具有多年教学经验的教师合作编写这本全国高等农林院校“十一五”规划教材。本教材可作为高等农业院校、综合性大学和师范院校相关专业学生的教材或参考书。期望能与已出版的植物生理学教材互相学习，互补共勉。本教材在编写过程中，我们一方面力求保持植物生理学作为一门独立学科的特性和内涵，注重本学科的发展历史、基础知识和基本概念的系统介绍；另一方面也参考和吸取了国内外最近出版的植物生理学教材的优点及本学科最新研究成果，做到基础与现代、系统性与先进性的有机结合。同时，注意理论联系生产实践和应用。

本教材保持了国内多数植物生理学教材的编排体系，由细胞生理、代谢生理、生长发育生理和逆境生理的 4 大部分组成，全书共分为 11 章。从植物生命活动的基本单位细胞开始，介绍植物生命活动的结构和功能基础；以植物的光合碳同化、水分生理、呼吸作用、矿质营养和有机物质运输阐述植物生理活动的本质特征和内在联系；以植物营养生长、植物的生殖生长以及植物的衰老阐明植物生命现象的表达过程及与环境的相互作用；最后部分为植物的逆境生理，重点强调植物与环境的关系以及植物对不良环境的适应和抗逆性的机理。在章节编排上，贯彻由浅入深、由易到难和循序渐进的原则。

本教材是全体编写人员集体智慧的结晶。绪论、第四章和第五章由吉林农业大

学徐克章编写；第一章由长春大学高巍编写；第二章由安徽科技学院刘爱荣编写；第三章由福建农林大学柯玉琴编写；第六章和第十章由吉林农业科技学院马尧编写；第七章由吉林农业大学张治安编写；第八章由延边大学李虎林编写；第九章由新疆农业大学王燕凌编写；第十一章由青岛农业大学刘新编写；最后由徐克章统稿。

本教材的编写得到了中国农业出版社和吉林农业大学教务处的指导和关怀。教材中引用了许多国内外教材、专著及科技期刊的大量资料和图片，在此一并表示感谢。

在教材的编写过程中，编者力求使本教材体现知识的系统性、科学性、新颖性和实用性，最大限度地满足教学的需要。但由于时间和编者水平所限，书中难免有不妥之处，敬请各位同行、读者批评指正，以便进一步修改完善。

编者

2007年6月

目 录

前言

绪论

- 一、植物生理学的定义和研究内容 1
- 二、植物生理学的产生和发展 2
- 三、怎样学好植物生理学 4
- 四、植物生理学的应用实践 6
- 五、植物生理学的展望 7

第一章 植物细胞生理

第一节 植物细胞概述

- 一、原核细胞和真核细胞 9
- 二、高等植物细胞 10
- 三、原生质的化学组成 11
- 四、原生质的特性 12

第二节 细胞壁

- 一、细胞壁的结构 14
- 二、细胞壁的化学组成 15
- 三、细胞壁的功能 16

第三节 生物膜

- 一、生物膜的化学组成 17
- 二、生物膜的结构 19
- 三、生物膜的功能 20

第四节 植物细胞亚显微结构与功能

- 一、内膜系统 21
- 二、细胞骨架 25
- 三、微球体系统 27
- 四、细胞质基质 29

第五节 胞间连丝

一、胞间连丝的结构	29
二、胞间连丝的功能	30
第六节 植物细胞的信号转导	30
一、胞外信号	30
二、膜上信号的转换	32
三、胞内信号的转导	33
四、蛋白质的磷酸化和去磷酸化	36
本章小结	37
复习思考题	38
第二章 植物的水分代谢	39
第一节 水在植物生命活动中的作用	39
一、植物的含水量	39
二、植物体内水分存在的状态	39
三、水对植物的生理作用	40
四、水对植物的生态作用	41
第二节 植物细胞对水分的吸收	41
一、植物细胞的吸水方式	41
二、细胞之间的水分移动	45
三、水分的跨膜移动	46
第三节 植物根系对水分的吸收	47
一、土壤中的水分	47
二、根系吸水的部位	48
三、根系吸水的途径	48
四、根系吸水的机理	50
五、影响根系吸水的土壤条件	51
第四节 植物的蒸腾作用	53
一、蒸腾作用的概念及生理意义	53
二、蒸腾作用的部位及度量	53
三、蒸腾作用的气孔调节	54
第五节 植物体内的水分运输	61
一、水分运输的途径	61
二、水分沿导管或管胞上升的动力	62
第六节 合理灌溉的生理基础	63
一、植物的需水规律	63
二、合理灌溉指标及灌溉方法	64
本章小结	66

复习思考题	67
第三章 植物的矿质营养与氮素营养	69
第一节 植物必需的矿质元素及其作用	69
一、植物体内的元素	69
二、植物必需的矿质元素和确定方法	70
三、植物必需元素的生理功能及缺乏病症	72
四、有益元素和有害元素	76
五、作物的缺素诊断	77
第二节 植物细胞对矿质元素的吸收	79
一、细胞膜运输蛋白与离子跨膜运输	79
二、离子跨细胞膜的运输机制	82
第三节 植物体对矿质元素的吸收	86
一、根系吸收矿质元素的区域	86
二、植物吸收矿质元素的特点	86
三、根系吸收矿质元素的过程	88
四、影响根系吸收矿质元素的因素	90
五、植物地上部对矿质元素的吸收	91
第四节 矿质元素在植物体内的运输和利用	92
一、矿质元素在植物体内的运输	92
二、矿质元素在植物体内的分配与利用	93
第五节 植物对氮、硫、磷的同化	93
一、氮的同化	94
二、硫的同化	99
三、磷酸盐的同化	99
第六节 合理施肥的生理基础	100
一、作物的需肥规律	101
二、合理施肥的指标	102
三、合理施肥与作物增产	103
四、增强肥效的措施	103
本章小结	104
复习思考题	105
第四章 植物的呼吸作用	106
第一节 呼吸作用的概念及其生理意义	106
一、呼吸作用的概念及特点	106
二、呼吸作用的生理意义	107

三、呼吸作用生理指标及其测定方法	108
第二节 植物呼吸作用的代谢途径	109
一、糖酵解	109
二、丙酮酸的去路	111
三、三羧酸循环	112
四、磷酸戊糖途径	113
五、乙醇酸氧化途径	115
六、乙醛酸循环	116
七、呼吸代谢途径之间的关系	118
第三节 生物氧化与能量储存	118
一、电子传递链	118
二、氧化磷酸化	120
三、末端氧化酶系统	121
四、呼吸过程中能量的储存和利用	124
第四节 呼吸作用的调节与影响呼吸作用的因素	125
一、呼吸作用的调节	125
二、影响呼吸作用的因素	127
第五节 呼吸作用与农业生产	129
一、呼吸效率的概念和意义	129
二、呼吸作用与作物栽培	130
三、呼吸作用与粮食储藏	130
四、呼吸作用与果蔬储藏	131
五、呼吸作用与作物抗病	131
本章小结	132
复习思考题	132
第五章 植物的光合作用	134
第一节 光合作用的概念、意义及其度量	134
一、光合作用的概念及意义	134
二、光合作用的度量	135
第二节 叶绿体及光合色素	136
一、叶绿体的结构	136
二、叶绿体的化学组成	138
三、叶绿体的光合色素	138
第三节 光合作用的机理	144
一、光合作用的研究历史	144
二、同化力的形成	145

三、碳同化作用	151
第四节 光呼吸	159
一、光呼吸的生物化学	159
二、光呼吸的生理功能	160
第五节 C_3 植物、 C_4 植物、CAM植物和 C_3 - C_4 中间型植物	161
第六节 影响光合作用的因素	162
一、内部因素	162
二、外界因素	163
第七节 作物对光能的利用	167
一、作物光能利用率	167
二、光合作用与作物产量的关系	168
本章小结	169
复习思考题	170
第六章 植物体内同化物的运输与分配	172
第一节 植物体内同化物运输概述	172
一、同化物运输的途径	172
二、同化物运输的形式	174
三、同化物运输的方向	175
四、同化物运输的速率	177
第二节 同化物运输的机理	177
一、同化物在源端的装载	177
二、同化物在库端的卸出	179
三、同化物运输的机理	180
第三节 同化物的分配	183
一、同化物的分配规律	183
二、同化物的再分配与再利用	184
三、同化产物的分配与产量形成的关系	184
第四节 同化物运输与分配的调控	185
一、代谢调控	185
二、激素调控	185
三、环境因素对同化物分配的影响	186
本章小结	187
复习思考题	187
第七章 植物生长物质	189
第一节 生长素类	189

一、生长素的发现与性质	189
二、生长素的分布、运输与存在形式	191
三、生长素的代谢	192
四、生长素的生理作用	193
五、生长素的作用机理	195
第二节 赤霉素类	198
一、赤霉素的发现与化学结构	198
二、赤霉素的分布、运输与存在形式	199
三、赤霉素的生物合成	199
四、赤霉素的生理作用	199
五、赤霉素的作用机理	201
第三节 细胞分裂素类	203
一、细胞分裂素的发现与化学结构	203
二、细胞分裂素的分布、运输与存在形式	204
三、细胞分裂素的代谢	204
四、细胞分裂素的生理作用	206
五、细胞分裂素的作用机理	207
第四节 脱落酸	208
一、脱落酸的发现和性质	208
二、脱落酸的分布与运输	208
三、脱落酸的代谢	209
四、脱落酸的生理作用	211
五、脱落酸的作用机理	212
第五节 乙烯	213
一、乙烯的发现和分布	213
二、乙烯的生物合成	214
三、乙烯的生理作用	214
四、乙烯的作用机理	216
第六节 植物激素之间的相互关系	218
一、生长素与赤霉素	218
二、生长素与细胞分裂素	218
三、生长素与乙烯	218
四、赤霉素与脱落酸	219
五、细胞分裂素与脱落酸	219
第七节 其他植物生长物质	219
一、油菜素甾体类物质	219
二、茉莉酸类	220

三、水杨酸	221
四、多胺	222
五、其他	222
第八节 植物生长调节剂及其在农业生产上的应用	223
一、植物生长促进剂	223
二、植物生长抑制剂	225
三、植物生长延缓剂	225
四、乙烯释放剂——乙烯利	226
五、应用植物生长调节剂的注意事项	227
六、农作物的化控工程	227
本章小结	228
复习思考题	228
第八章 植物的营养生长	230
第一节 植物生长的细胞学基础	230
一、细胞的分裂	230
二、细胞的伸长	231
三、细胞的分化	232
四、组织培养	232
五、插条繁殖生理	235
第二节 植物的生长	238
一、种子的萌发	238
二、植株的生长	243
三、植物生长的周期性	244
第三节 植物生长的相关性	245
一、地上部与地下部的相关性	245
二、主茎生长与侧枝生长的相关性	247
三、营养生长与生殖生长的关系	249
四、植物生长的独立性	249
第四节 植物生长的环境效应	250
一、植物的他感作用	250
二、光形态建成	251
三、温度对植物生长的影响	255
四、其他因子对植物生长的影响	257
第五节 植物的运动	257
一、植物的向性运动	257
二、植物的感性运动	260

三、植物的近似昼夜节奏运动	262
本章小结	263
复习思考题	264
第九章 植物的生殖生理	265
第一节 春化作用与成花诱导	265
一、春化作用的概念与反应类型	265
二、春化作用的条件	266
三、春化作用的时期和部位	268
四、春化作用的机理	268
五、春化作用的应用	270
第二节 光周期现象与成花诱导	271
一、光周期现象的发现和植物光周期类型	272
二、光周期诱导的机理	275
三、光敏色素在成花诱导中的作用	281
四、光周期理论在农业生产上的应用	282
第三节 花器官形成和性别表现	283
一、成花启动和花芽分化	283
二、影响花器官形成的条件	284
三、性别分化	286
第四节 授粉受精生理	289
一、授粉生理	289
二、受精生理	293
本章小结	295
复习思考题	296
第十章 植物的成熟、衰老和脱落生理	297
第一节 种子和果实的成熟生理	297
一、种子成熟时的生理生化变化	297
二、果实的生长和果实成熟时的生理生化变化	301
第二节 植物的休眠生理	304
一、植物休眠的概念和类型	304
二、种子休眠的原因和破除	304
三、器官休眠的打破和延长	306
第三节 植物的衰老生理	306
一、植物衰老的概念、类型及意义	306
二、植物衰老的变化	307

三、植物衰老的机理	308
四、植物衰老的调节	310
第四节 植物器官脱落的生理	312
一、植物器官脱落的概念	312
二、器官脱落的机理及其影响因素	313
本章小结	315
复习思考题	316
第十一章 植物的抗逆生理	317
第一节 植物与逆境概述	317
一、逆境和植物抗逆性	317
二、生物膜与植物抗逆性	318
三、逆境蛋白与植物抗逆性	319
四、渗透调节与植物抗逆性	321
五、植物激素与植物抗逆性	322
六、活性氧平衡与植物抗逆性	328
七、逆境中植物的交叉适应	329
第二节 植物的抗寒性	330
一、冷害与抗冷性	330
二、冻害与抗冻性	333
第三节 植物的抗旱性	335
一、干旱及干旱类型	335
二、干旱对植物的伤害	336
三、干旱伤害的机理	338
四、植物对干旱的适应	338
五、提高作物抗旱性的途径	339
第四节 植物的抗涝性	340
一、涝害对植物的影响	340
二、植物的抗涝性	341
三、提高植物抗涝性的途径	342
第五节 植物的抗盐性	342
一、盐胁迫对植物的伤害	342
二、植物对盐胁迫的适应机理	343
三、提高植物抗盐性的途径	344
第六节 植物的抗热性	344
一、热害对植物造成的伤害	344
二、植物耐热性的生理基础	345

三、提高植物抗热性的途径	347
第七节 环境污染与植物抗性	347
一、大气污染	347
二、水体污染和土壤污染	348
三、提高植物抗污染能力与环境保护	349
本章小结	350
复习思考题	351
附录 植物生理学常见名词英汉对照	353
主要参考文献	371

绪论

一、植物生理学的定义和研究内容

(一) 植物生理学的定义

植物生理学 (plant physiology) 是研究植物生命活动规律、揭示植物生命现象本质的科学。生命活动是信息传递、物质代谢、能量转化与形态建成的综合表现。任何一个活的有机体都有不断地同化外界物质, 利用所获取的能量建成自己躯体的本领, 这是生物的共同特征。

在生物界中, 绿色植物不需要任何含有能量的有机食物, 而是完全利用太阳能和无机物 (CO_2 、 H_2O 、矿质元素等), 合成其赖以生存的所有物质, 自给自养地建造自己的躯体, 这称为生物的自养性。绿色植物自养的生命活动是地球上一切有机物质的根本来源, 是生物利用太阳能的主要途径, 同时, 为人类及其他生命活动提供了氧气和有机物质。所以, 绿色植物是植物生理学研究的主要对象, 其生命活动的现象和过程是植物生理研究的核心问题和主要内容, 为生产实际服务, 造福于人类是植物生理学的主要任务。

(二) 植物生理学的研究内容

植物生理学的基本内容主要由细胞生理、代谢生理、生长发育生理和逆境生理 4 个部分组成。

1. 细胞生理 细胞是植物生命活动的基本单位, 是各种生理活动与代谢过程的组织基础。细胞生理主要包括细胞的结构与功能、细胞的生物化学、细胞器的结构与功能等, 是学习其他各部分的基础。

2. 代谢生理 植物代谢生理是植物生理学的核心内容之一。代谢 (metabolism) 是指维持生命活动过程中物质、能量交换和各种化学变化的总称。代谢生理主要研究植物的水分代谢、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、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, 可分为同化 (或合成) 作用和异化 (或分解) 作用。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。

3. 生长发育生理 生长发育 (growth and development) 是植物生命活动的外在表现, 它主要包括两个方面的内容: 一是由于细胞数目的增加、细胞体积的扩大而导致的植物体积和重量增