



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

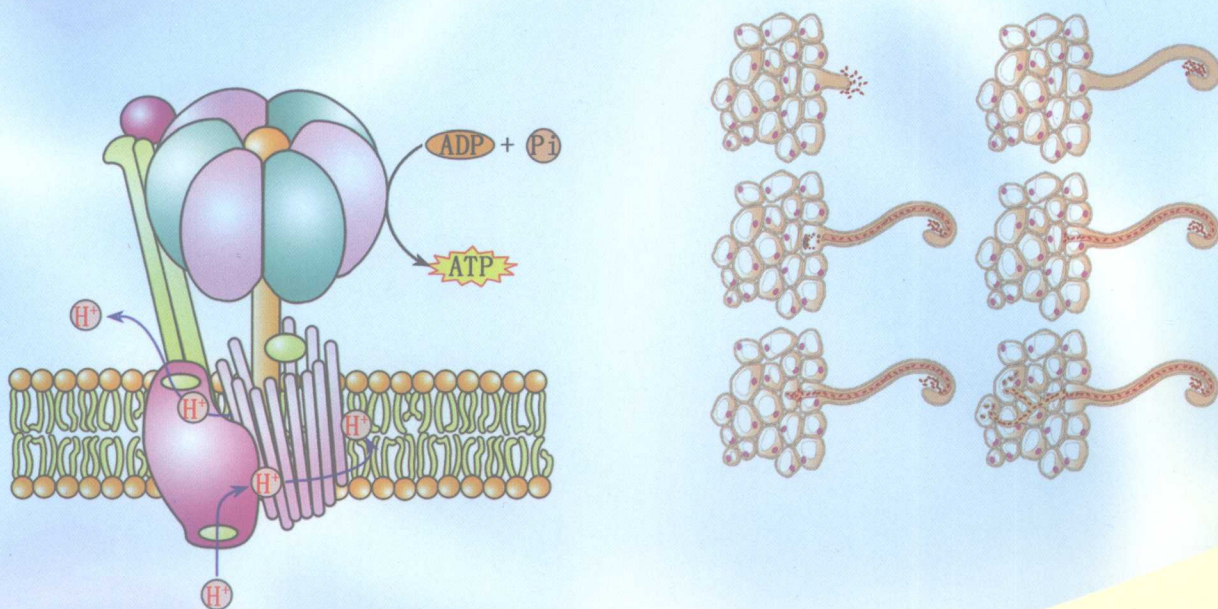
江苏省高等院校“十一五”重点建设教材

2005年度国家精品课程

植物生理学

第二版

王忠 主编



中国农业出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
江苏省高等院校“十一五”重点建设教材

植物生理学

王忠 主编

第二版

中国农业出版社

ZHUYU SHENGLIXUE

内容提要

植物生理学是研究植物生命活动规律及其与环境相互关系的科学，也是生物学、农学等各专业的重要基础课程。

本教材按照细胞生理→代谢生理→信号转导→发育生理→抗逆生理的体系编排，全书分为5篇13章，主要介绍植物的细胞结构与功能、水分代谢、矿质与氮素营养、光合作用、呼吸作用、同化物的运输与分配、信号转导、植物生长物质、光形态建成与运动、生长生理、成花生理、生殖和衰老及抗逆生理等方面的基本概念、原理、调控及应用。本次修改继承和发扬了第一版的联系生产实践的特点，并尽可能地吸收近年来国内外有关本学科的最新研究成果，图文并茂、深入浅出，是一本反映当今植物生理学发展水平的新教材。

本教材可作为与植物生产有关的各类专业的教科书，也可作为植物学科各领域中教学和科研人员的参考书。



主 编 王 忠 大(扬州大学) 王 忠 主

副主编 (王三根 大(西南大学) 王 忠 主 编

(顾蕴洁 大(扬州大学) 冷 李

编 者 王 忠 大(扬州大学) 王 忠 主

(王三根 大(西南大学) 王 忠

(顾蕴洁 大(扬州大学) 冷 李

(邹大琦 大(山东农业大学)

(梁建生 大(扬州大学) 高

(张蜀秋 大(中国农业大学)

(陈 刚 大(扬州大学) 高

(熊 飞 大(扬州大学) 高

(平 宋

(高 潮

(身 文 主 审

(高 潮 主 审

(高 潮



- 主 编** 王 忠 (扬州大学农学院) 主 编
- 副主编** 王三根 (西南农业大学) 副主编
李合生 (华中农业大学)
- 编 者** 王 忠 (扬州大学农学院) 参 编
王三根 (西南农业大学)
李合生 (华中农业大学)
邹 琦 (山东农业大学)
高俊凤 (西北农业大学)
张蜀秋 (中国农业大学生物学院)
顾蕴洁 (扬州大学农学院)
梁建生 (扬州大学生物科学与技术学院)
宋 平 (扬州大学农学院)
陈 刚 (扬州大学农学院)
- 主 审** 刘友良 (南京农业大学)
- 副 审** 高煜珠 (扬州大学农学院)
张继澍 (西北农业大学)

【第二版前言】

□□□□□□□□□□□□□□□□

2000年,我们编写普通高等教育“九五”国家级重点规划教材《植物生理学》,经全国高等农业院校教学指导委员会审定,由中国农业出版社出版,至今已印刷多次,被评为全国高等农业院校优秀教材,以此教材为基础的植物生理学课程也被列为2005年度国家精品课程。毋庸讳言,该教材对提高农业院校植物生理学的教学质量和推动以后的教材建设都起到了积极作用。

为适应生命科学发展的新形势,时隔数年,有必要对原教材作修正。《植物生理学》(第二版)被列为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。同时被列为江苏省高等院校“十一五”重点建设的精品教材。我们参考了近年来国内外出版的相关教材和文献,花了3年多时间对原教材做一次全面修订。新编教材按照细胞生理→代谢生理→信号转导→发育生理→抗逆生理的体系编排,新增了“植物细胞的信号转导”和“植物的光形态建成与运动”两章,全书分为5篇13章,编者分工有所变动,各章内容重新改写。

绪论仍由邹琦编写。概述了植物生理学研究内容、发展历史和与农业生产的关系。

第一章仍由王三根编写,按细胞壁→生物膜→亚微结构的层次阐述植物细胞的结构和功能;按微膜、微梁和微球三大系统阐述细胞的亚微结构和主要生理作用。

第二章由顾蕴洁改编,从热力学角度引入水势的概念,补充了水通道蛋白和气孔运动的新知识;将根系吸水途径由质外体、共质体两种途径改为质外体、共质体和跨膜3种途径;增加了对几种新型节水灌溉方式的介绍。

第三章由熊飞改编,增补了钠、硅、镍3种必需元素的生理作用;增添了硫和磷的同化;加强了溶质跨膜运转机理的论述;增加了根瘤菌固氮生理过程的论述。

第四章仍由王忠编写,介绍了光合膜上的蛋白复合体的组成和功能;增添了对

原初反应、电子和质子传递、光合磷酸化研究的新见解,更改了光合膜上能量调配以及碳同化代谢调控等方面的内容。

第五章由顾蕴洁改编,增补了丙酮酸脱氢酶复合体催化反应和Q循环转运质子的机制;改写了乙醛酸循环反应;增大了呼吸复合体的组成和功能的篇幅;充实了各呼吸途径调控方面的内容。

第六章由王忠编写,介绍伴胞的类型与韧皮部物质运输的关系;新增了源库细胞中同化物配置的内容;详细阐述了韧皮部装载、运输、卸出的途径和机理,以及同化物的分配及其控制。

第七章由梁建生编写,介绍了信号、受体的概念和类型,植物细胞信号转导的特性;阐述了信号的感知和跨膜转换、胞内信号的传导、细胞的生理生化反应等信号转导过程;列举了植物细胞信号转导的典型事例。

第八章仍由王三根编写,介绍生长素类、赤霉素类、细胞分裂素类、脱落酸、乙烯和油菜素内酯六大类植物激素和茉莉酸、水杨酸、多胺等植物生长调节物质的性质和生理作用;深化了对激素受体和作用机理的阐述。

第九章由王忠编写,阐述了光敏色素、隐花色素和向光素3种光受体的结构特点、参与反应的类型及其在光控发育中的作用机制;比较了植物向性运动与感性运动的特点和基本步骤,并探讨了各种运动的机理。

第十章仍由王忠编写,比较了细胞分裂、生长、分化概念上的差异和联系;总结了植物生长发育的生理特点、基本模式和控制因素;增添了植物胚胎发生模式,种子的萌发与调控,根尖、茎顶和枝叶等器官的生长分化特点等内容;重写了影响植物生长的物理、化学和生物等环境因子。

第十一章仍由张蜀秋编写,增添了成花诱导的多因子途径、性别分化与基因表达的相关知识;探讨了春化作用和光周期诱导的分子机理;突出了春化作用和光周期理论在农业生产中的应用。

第十二章由陈刚改编,增加了有关双受精、种子发育、果实成熟等方面研究进展的新知识;加强了花粉和柱头的相互识别、植物的休眠、衰老与脱落等分子机制的阐述。

第十三章仍由王三根编写,先总论逆境对植物形态和生理的伤害以及植物对逆

境的生理适应性,再各论植物的抗寒、热、旱、涝、盐、病、虫以及环境污染的特性;引入自由基、活性氧、SOD、交叉适应、胁迫蛋白、免疫诱导等抗性理论新概念。

全书的统稿、图表设计和绘制由王忠、顾蕴洁及他们的研究生完成。

考虑到全书篇幅较大,有些内容偏深,仍将偏深的内容用仿宋体排版,仅供参考。对全书的专业词汇做了突出处理。每章后面有小结,并附有复习思考题。本教材的编写得到江苏省教育厅和扬州大学的资助,得到了中国农业出版社的指导,扬州大学植物学科研究室的王慧慧、孔妤、张文虎、张春良、戴云霞、王敏、刘大同等研究生参加了教材的资料收集、绘图与校对等工作。对教材中所引用和借鉴的国内外相关的资料和图片尽可能作出标注,如有遗漏,敬请见谅。并在此对第一版编写人员曾为本教材作出的贡献一并表示感谢。

为了配合教学及学生自学,本教材编写人员还编写了与本教材配套的《植物生理复习思考题答案》一书,并与本教材一起由中国农业出版社出版。

由于编者水平有限,编写时间较仓促,不妥之处,敬请读者指正。

与本教材相关的教学内容、课件、彩图、习题与答案等内容展示在扬州大学植物生理学教学网站(<http://jpkc.yzu.edu.cn/course/zhwshl/index.asp>)上。

编者

2008年8月于扬州大学

【第一版前言】

□□□□□□□□□□□□□□□□

植物生理学是农学类学生必修的一门专业基础课程。本教材是根据农业部教育司(1997)91号文件由农业部组织编写的全国高等农业院校本科植物生理学的基本教材,也是中华农业科教基金和扬州大学教材建设基金的资助项目,并由国家教育部面向21世纪生物教材编写组人员参与编写。

本教材是在吸收和继承1979年原北京农业大学和1984年原江苏农学院主编的《植物生理学》等传统教材的优点和特色的基础上编写的。以上两本教材曾多年被我国各高等农业院校广泛采用,为培养和造就大批从事植物生理和农业的专门人材做出了重要贡献。面临当今学科的纵深发展和知识迅速更新的形势,本教材力求在阐明植物生理学的基本概念和基础知识的前提下,适当增加信息量,尽量反映本学科近年的发展和国内外的最新科研成果,同时为适应经济建设发展的需要,增强了植物生理学理论与农业生产实践相结合的内容,希望它能为读者铺设一条通往实际应用的桥梁。

本教材共分十一章,绪论部分由邹琦编写;第一、七、十一章由王三根编写;第二、五章由李合生编写;第三章由高俊凤编写;第四、八、十章由王忠编写;第六章由梁建生和王忠编写;第九章由张蜀秋编写。顾蕴洁、宋平、陈刚等也编写了部分内容。初稿编写后,由各编写人员交互审阅,并经正、副主编多次修改,然后由王忠统稿以及设计、绘制图表,最后经刘友良、高煜珠、张继澍认真审定了全稿。顾蕴洁、陈刚、熊飞、吕冰、李克武、吴晓霞、裴正蕾、梁国斌和韩鹰等人为原稿的润色、中英文名词对照与索引编排和书稿的校对付注了辛勤的劳动。

由于新增加内容较多,故本教材篇幅稍长。我们将其中一部分内容用仿体字体排版,不作课堂讲授的要求,仅供参考之用,以便于学生自学,拓宽思路。各院校使用时可根据本单位学时数和具体情况适当取舍。每章后附有思考题和主要参考文献,书末附有中英名词对照与索引,以备查用。

为了配合课堂讲授，由邹琦教授主编的《植物生理学实验指导》和由王忠教授主编的《植物生理复习思考题答案》两本书，将同本教材一起由中国农业出版社出版。

在教材的编写过程中我们得到了农业部教育司和教学指导委员会以及中国农业出版社的指导和关心，并通过了他们的审定，也得到了参编人员所在学校领导的支持和众多师生的帮助，在此一并表示衷心感谢。这部教材中引用了国内外许多相关的资料和图片，也借鉴了多所兄弟院校的教材，这些多数能从书后的参考文献中体现出来，但仍不可能全部列出，在此，特向有关人士深表歉意并谨致谢意。

由于编者水平有限，编审时间仓促，教材中定会存在不少缺点和错误，敬请科教界同仁和广大读者提出宝贵意见，以便今后作进一步的修改和补充。

编者

1999年5月

郑 重 声 明

中国农业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) 65005894, 59194974, 59194971

传 真：(010) 65005926

E - mail: wlxyaya@sohu.com

通信地址：北京市朝阳区农展馆北路2号中国农业出版社教材出版中心

邮 编：100125

购书请拨打电话：(010) 59194972, 59195117, 59195127

数码防伪说明：

本图书采用出版物数码防伪系统，用户购书后刮开封底防伪密码涂层，将16位防伪密码发送短信至106695881280，免费查询所购图书真伪，同时您将有机会参加鼓励使用正版图书的抽奖活动，赢取各类奖项，详情请查询中国扫黄打非网 (<http://www.shdf.gov.cn>)。

短信反盗版举报：编辑短信“JB, 图书名称, 出版社, 购买地点”发送至10669588128

短信防伪客服电话：(010) 58582300/58582301

【目 录】

□□□□□□□□□□□□□□□□

第二版前言 第一版前言

绪论	1
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、植物生理学与农业生产	7
小结	10
复习思考题	10

第一篇 细胞生理

第一章 植物细胞的结构与功能	12
第一节 植物细胞概述	12
一、高等植物细胞的特点	12
二、原生质的性质	14
第二节 细胞壁	17
一、细胞壁的结构与功能	17
二、胞间连丝的结构与功能	20
第三节 生物膜	21
一、生物膜的化学组成与结构特点	22
二、生物膜的功能	24
第四节 植物细胞亚微结构	25
一、植物细胞内的基本结构	25
二、微膜系统	29
三、微梁系统	36
四、微球系统	39
五、植物细胞结构与功能的统一	40
小结	40
复习思考题	41

第二篇 代谢生理

第二章 植物的水分代谢	44
第一节 水在植物生命活动中的作用	44
一、水分子的结构	44
二、水与植物生命活动有关的理化性质	45
三、植物的含水量	46
四、植物体内水分存在的状态	46
五、水分在植物生命活动中的作用	46
第二节 植物细胞对水分的吸收	47
一、水势的概念	47
二、含水体系的水势组分	50
三、水的移动	52
四、植物细胞的吸水	53
五、细胞间的水分移动	58
第三节 植物根系对水分的吸收	59
一、根系吸水的部位	59
二、根系吸水的途径	59
三、根系吸水的机理	60
四、影响根系吸水的土壤条件	62
第四节 蒸腾作用	63
一、蒸腾作用的生理意义、方式和指标	63
二、气孔蒸腾	65
三、影响蒸腾作用的内外因素	70

第五节 植物体内水分的运输	71	二、无土栽培的营养液	120
一、水分运输的途径和速度	71	三、无土栽培的优点	121
二、水分在植物体内上升的机制	72	小结	122
第六节 合理灌溉的生理基础	73	复习思考题	122
一、合理灌溉增产的原因	73	第四章 植物的光合作用	124
二、作物的需水规律	74	第一节 光合作用的概念和意义	124
三、灌溉指标	75	一、光合作用的概念	124
四、灌溉方式	76	二、光合作用的意义	125
小结	77	第二节 叶绿体和光合色素	125
复习思考题	78	一、叶绿体	125
第三章 植物的矿质与氮素营养	80	二、光合色素	128
第一节 植物体内的必需元素	80	第三节 光合作用的机理	132
一、植物体内的元素	80	一、原初反应	133
二、植物必需元素及其确定方法	81	二、电子传递和光合磷酸化	138
三、植物必需元素的生理作用	84	三、碳同化	152
四、元素的重复利用与作物的缺素 诊断	88	第四节 影响光合作用的因素	174
第二节 植物细胞对溶质的吸收	89	一、光合速率和光合生产率	174
一、被动吸收	90	二、影响光合作用的内部因素	175
二、主动吸收	94	三、影响光合作用的外部因素	176
第三节 植物对矿质元素的吸收和 利用	98	第五节 光合效率与作物生产	186
一、植物吸收矿质元素的特点	98	一、光能利用率	186
二、根系对矿质元素的吸收	100	二、提高作物产量的途径	187
三、影响根系吸收矿质元素的因素	102	小结	188
四、地上部对矿质元素的吸收	104	复习思考题	190
五、矿质元素在体内的运输和利用	104	第五章 植物的呼吸作用	193
第四节 植物对氮、硫、磷的同化	106	第一节 呼吸作用的概念和意义	193
一、氮的同化	106	一、呼吸作用的概念	193
二、硫的同化	112	二、呼吸作用的生理意义	194
三、磷的同化	115	第二节 植物的呼吸途径	195
第五节 合理施肥的生理基础	115	一、糖酵解	196
一、作物需肥特点	115	二、酒精发酵和乳酸发酵	198
二、施肥指标	116	三、三羧酸循环	199
三、发挥肥效的措施	118	四、磷酸戊糖途径	202
第六节 植物的无土栽培	119	五、乙醛酸循环	205
一、无土栽培的种类和设施	120	六、乙醇酸氧化途径	206
		第三节 电子传递与氧化磷酸化	206
		一、电子传递	206

第四节 细胞分裂素类	326	三、光敏色素的生理作用和反应类型	374
一、细胞分裂素的发现和种类	326	四、光敏色素的作用机理	379
二、细胞分裂素的运输和代谢	327	第二节 蓝光受体和蓝光反应	380
三、细胞分裂素的生理效应	328	一、蓝光受体	380
四、细胞分裂素的作用机理	330	二、蓝光反应	382
第五节 脱落酸	332	三、紫外光反应	388
一、脱落酸的发现和结构特点	332	第三节 植物的运动	389
二、脱落酸的分布和代谢	333	一、向性运动	389
三、脱落酸的生理效应	335	二、感性运动	396
四、脱落酸的作用机理	336	三、近似昼夜节奏——生物钟	398
第六节 乙烯	338	小结	401
一、乙烯的发现和结构特点	338	复习思考题	402
二、乙烯的生物合成和运输	339		
三、乙烯的生理效应	341	第四篇 发育生理	
四、乙烯的作用机理	342		
第七节 油菜素内酯	344	第十章 植物的生长生理	404
一、油菜素内酯的发现和种类	344	第一节 生长发育的概念及控制	405
二、油菜素内酯的合成和分布	345	一、生长、分化和发育的概念	405
三、油菜素内酯的生理效应	347	二、植物生长发育的特点	406
四、油菜素内酯的作用机理	348	三、植物生长发育的控制	407
第八节 其他植物生长物质	349	第二节 植物细胞的分裂、生长与 分化	408
一、茉莉酸类	349	一、植物细胞的分裂	408
二、水杨酸	352	二、植物细胞的生长	412
三、多胺	355	三、植物细胞的分化	415
四、其他	357	四、植物程序性细胞死亡	419
第九节 植物生长物质在农业生产上的 应用	359	第三节 植物的组织培养	421
一、植物激素间的相互关系	359	一、组织培养的概念和类型	421
二、植物生长调节剂在生产上的应用	361	二、组织培养的原理和特点	422
三、应用生长调节剂的注意事项	364	三、组织培养的基本方法	424
小结	365	四、组织培养的应用	428
复习思考题	366	第四节 植物体的生长与分化	428
第九章 植物的光形态建成与运动	367	一、植物胚胎发生	428
第一节 光敏色素与光形态建成	368	二、种子的萌发	432
一、光敏色素的发现和分布	368	三、根尖的构造和分化	435
二、光敏色素的化学性质和光化学 转换	369	四、茎尖的构造和分化	437
		五、叶的发生和分化	440

