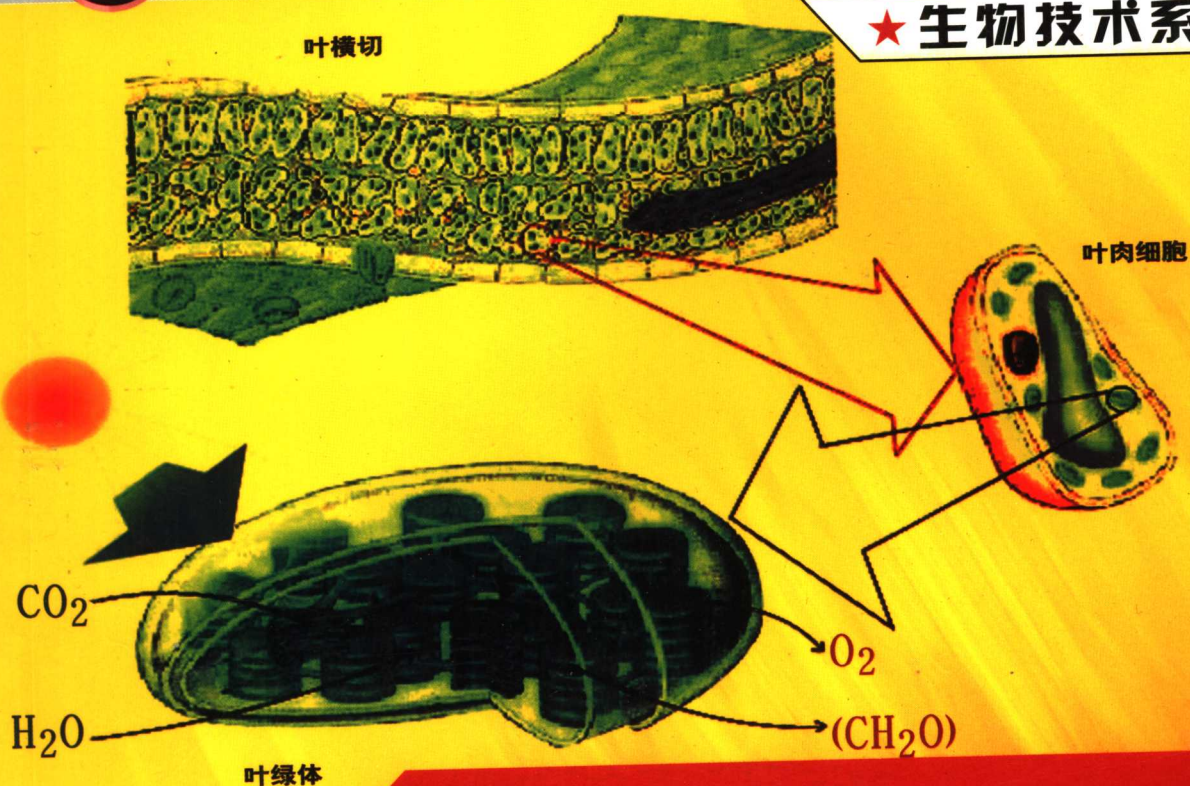




高职高专“十一五”规划教材

★ 生物技术系列



植物生理学

张新中 章玉平 主编

ZHIWU
SHENGLIXUE



化学工业出版社



高职高专“十一五”规划教材

★生物技术系列

叶横切

叶肉细胞

叶绿体

CO₂

O

O₂

(CH₂O)

植物生理学

张新中 章玉平 主编

ZHIWU

SHENGLIXUE



化学工业出版社

·北京·

本教材以“必需、够用、适用、密切联系生产实际”为原则,以突出高职高专职业教育为特色,深入浅出地介绍了植物生理学的基本理论及最新进展。重点讲述了植物生理学的基本理论及实践操作技术。理论部分的内容主要包括植物细胞的生物化学基础、水分代谢、矿质营养、光合作用、呼吸作用、有机物的运输与分配、植物的生长物质、植物的生长与运动、植物的成花生理、植物的成熟与衰老及植物的逆境生理。每章都附有小结和题型多样的复习题,以便学生能够更好地学习和掌握每章的知识要点和基本知识。实践操作部分包括13项单项实验实训和4项综合实训,以加强对学生实践操作能力的培养,提高学生分析解决问题的能力。

本教材可供高职高专院校生物技术类、生物类、生物资源、园林、园艺、植物保护、植物生产类等相关专业的学生使用,也可供农业技术人员、中等专业学校、职业高中师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

植物生理学/张新中,章玉平主编. —北京:化学工业出版社,2007.8
高职高专“十一五”规划教材★生物技术系列
ISBN 978-7-122-00564-9

I. 植… II. ①张…②章… III. 植物生理学-高等学校:技术学校-教材 IV. Q945

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第123941号

责任编辑:李植峰 郎红旗 梁静丽
责任校对:顾淑云

文字编辑:郭庆睿
装帧设计:张辉

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:北京中科印刷有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张17¼ 字数426千字 2007年8月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:28.00元

版权所有 违者必究

高职高专生物技术类“十一五”规划教材 建设委员会委员名单

主任委员 陈电容

副主任委员 王德芝

委员 (按姓氏笔画排序)

王云龙	王芳林	王幸斌	王德芝	李崇高	李敏骞	吴高岭
员冬梅	辛秀兰	宋正富	张胜	张海	张文雯	张温典
张德新	陆旋	陈红	陈电容	陈忠辉	陈登文	周庆椿
郑瑛	郑强	赵凤英	赵书芳	胡红杰	姜金华	钱志强
黄根隆	崔士民	程云燕				

高职高专生物技术类“十一五”规划教材 编审委员会委员名单

主任委员 章静波

副主任委员 辛秀兰 刘振祥

委员 (按姓氏笔画排序)

王利明	王幸斌	王晓杰	卞勇	叶水英	包雪英	兰蓉
朱学文	任平国	刘振祥	关力	江建军	孙德友	李燕
李双石	李玉林	李永峰	李晓燕	李晨阳	杨贤强	杨国伟
杨洪元	杨福林	邱玉华	余少军	辛秀兰	宋京城	张文雯
张守润	张星海	张晓辉	张跃林	张温典	张德炎	陈玮
陈可夫	陈红梅	罗合春	金小花	金学平	周双林	周济铭
赵俊杰	胡斌杰	贺立虎	夏红	夏未铭	党占平	徐安书
徐启红	郭晓昭	陶令霞	黄贝贝	章玉平	章静波	董秀芹
程春杰	谢梅英	廖威	廖旭辉			

高职高专生物技术类“十一五”规划教材 建设单位名单

(按汉语拼音排序)

安徽第一轻工业学校
安徽万博科技职业学院
安徽芜湖职业技术学院
安徽医学高等专科学校
北京城市学院
北京电子科技职业学院
北京吉利大学
北京协和医学院
北京医药器械学校
重庆工贸职业技术学院
重庆三峡职业学院
甘肃农业职业技术学院
广东科贸职业学院
广西职业技术学院
广州城市职业学院
贵州轻工职业技术学院
河北承德民族师范专科学校
河北承德职业技术学院
河北旅游职业学院
河南安阳工学院
河南工业大学
河南科技学院
河南漯河职业技术学院
河南濮阳职业技术学院
河南三门峡职业技术学院
河南信阳农业高等专科学校
黑龙江农业职业技术学院
呼和浩特职业学院
湖北大学知行学院
湖北恩施职业技术学院
湖北黄冈职业技术学院

湖北荆门职业技术学院
湖北荆州职业技术学院
湖北三峡职业技术学院
湖北生态工程职业技术学院
湖北十堰职业技术学院
湖北咸宁职业技术学院
湖北中医学院
湖南省药品检验所
湖南永州职业技术学院
华中农业大学
江苏常州工程职业技术学院
江西景德镇高等专科学校
江西应用技术职业学院
开封大学
山东滨州职业技术学院
山东博士伦福瑞达制药有限公司
山东东营职业学院
陕西杨凌职业技术学院
上海工程技术大学
四川工商职业技术学院
苏州农业职业技术学院
武汉软件工程职业学院
武汉马应龙药业有限公司
武汉生物工程学院
浙江大学
浙江金华职业技术学院
浙江经贸职业技术学院
浙江医药高等专科学校
郑州牧业工程高等专科学校
郑州职业技术学院
中国食品工业(集团)公司

《植物生理学》编写人员

主 编 张新中

章玉平

副 主 编 王振启

董自梅

包雪英

编写人员 (按姓氏笔画排序)

王文静 (郑州牧业工程高等专科学校)

王振启 (湖北咸宁职业技术学院)

包雪英 (河北旅游职业学院)

邢路军 (河北旅游职业学院)

汪 妮 (河南濮阳职业技术学院)

张新中 (甘肃农业职业技术学院)

赵 晖 (甘肃农业职业技术学院)

章玉平 (广州城市职业学院)

董自梅 (河南濮阳职业技术学院)

舒孝喜 (甘肃农业职业技术学院)

谭卫萍 (广东科贸职业学院)

出版说明

“十五”期间，我国的高职高专教育经历了跨越式发展，高职高专教育的专业建设、改革和发展思路进一步明晰，教育研究和教学实践都取得了丰硕成果。但我们也清醒地认识到，高职高专教育的人才培养效果与市场需求之间还存在着一定的偏差，课程改革和教材建设的相对滞后是导致这一偏差的两大直接原因。虽然“十五”期间各级教育主管部门、高职高专院校以及各类出版社对高职高专教材建设给予了较大的支持和投入，出版了一些特色教材，但由于整个高职高专教育尚未进入成熟期，教育改革尚处于探索阶段，故而现行的一些教材难免存在一定程度的不足。如某些教材仅仅注重内容上的增减变化，过分强调知识的系统性，没有真正反映出高职高专教育的特征与要求；编写人员缺少对生产实际的调查研究和深入了解，缺乏对职业岗位所需的专业知识和专项能力的科学分析，教材的内容脱离生产经营实际，针对性不强，新技术、新工艺、新案例、新材料不能及时反映到教材中来，与高职高专教育应紧密联系行业实际的要求不相适应；专业课程教材的编写缺少规划性，同一专业的各门课程所使用的教材缺乏内在的沟通衔接等。为适应高职高专教学的需要，在总结“十五”期间高职高专教学改革成果的基础上，组织编写一批突出高职高专教育特色，以培养适应行业需要的高级技能型人才为目标的高质量教材不仅十分必要，而且十分迫切。

“十一五”期间，教育部将深化教学内容和课程体系改革作为工作重点，大力推进教材向合理化、规范化方向发展。2006年，教育部不仅首次成立了高职高专40个专业类别的“教育部高等学校教学指导委员会”，加强了对高职高专教学改革和教材建设的直接指导，还组织了普通高等教育“十一五”国家级规划教材的申报工作。化学工业出版社申报的200余本教材经教育部专家评审，被列选为普通高等教育“十一五”国家级规划教材，为高等教育的发展做出了积极贡献。依照教育部的部署和要求，2006年化学工业出版社与生物技术应用专业教育部教改试点高职院校联合，邀请50余家高职高专院校和生物技术相关企业作为教材建设单位，共同研讨开发生物技术类高职高专“十一五”规划教材，成立了“高职高专生物技术类‘十一五’规划教材建设委员会”和“高职高专生物技术类‘十一五’规划教材编审委员会”，拟在“十一五”期间组织相关院校的一线教师和相关企业的技术人员，在深入调研、整体规划的基础上，编写出版一套生物技术相关专业基础课及专门课的教材——“高职高专‘十一五’规划教材★生物技术系列”。该批教材将涵盖各类高职高专院校的生物技术及应用专业、生物化工工艺专业、生物实验技术专业、微生物技术及应用专业、生物科学专业、生物制药技术专业、生化制药技术专业、发酵技术专业等专业的核心课程，从而形成优化配套的高职高专教材体系。该套教材将于2007~2008年陆续出版。目前，该套教材的首批编写计划已顺利实施。首批编写的教材中，《化学》、《细胞培养技术》和《药品质量管理》已列选为“普通高等教育‘十一五’国家级规划教材”。

该套教材的建设宗旨是从根本上体现以应用性职业岗位需求为中心，以素质教育、创新教育为基础，以学生能力培养为本位的教育理念，满足高职高专教学改革的需要和人才培养的需求。编写中主要遵循以下原则：①理论教材和实训教材中的理论知识遵循“必需”、“够用”、“管用”的原则；②依据企业对人才的知识、能力、素质的要求，贯彻职业需求导向的

原则；③坚持职业能力培养为主线的原则，多加入实际案例、技术路线、操作技能的论述，教材内容采用模块化形式组织，具有一定的可剪裁性和可拼接性，可根据不同的培养目标将内容模块剪裁、拼接成不同类型的知识体系；④考虑多岗位需求和学生继续学习的要求，在职业岗位现实需要的基础上，注重学生的全面发展，以常规技术为基础，关键技术为重点，先进技术为导向，体现与时俱进的原则；⑤围绕各种具体专业，制订统一、全面、规范性的教材建设标准，以协调同一专业相关课程教材间的衔接，形成有机整体，体现整套教材的系统性和规划性。同时，结合目前行业发展和教学模式的变化，吸纳并鼓励编写特色课程教材，以适应新的教学要求；并注重开发实验实训教材、电子教案、多媒体课件、网络教学资源等配套教学资源，方便教师教学和学生学习，满足现代化教学模式和课程改革的需要。

在该套教材的组织建设和使用过程中，欢迎高职高专院校的广大师生提出宝贵意见，也欢迎相关行业的管理人员、技术人员与社会各界关注高职高专教育和人才培养的有识之士提出中肯的建议，以便我们进一步做好该套教材的建设工作；更盼望有更多的高职高专院校教师和相关行业的管理人员、技术人员参加到教材的建设工作和编审工作中来，与我们共同努力，编写和出版更多高质量的教材。

化学工业出版社 教育分社

前 言

21 世纪是生命科学的世纪。植物生理学是生命科学的基础学科之一,是高职高专院校生物技术类、生物类、生物资源、园林、园艺、植物保护、植物生产类等相关专业必修的一门专业基础课。近几十年来,由于分子生物学、分子遗传学和生物化学的迅速发展,对植物生理学产生了深刻影响,使植物生理学的内容不断更新、充实并完善。正是植物生理学日新月异的发展,促使我们几所高职高专院校从事多年植物生理学教学和研究工作的教师们,在充分研讨的基础上,共同编写了《植物生理学》一书,以便教材能适应当前高职高专教育,满足目前教学之需。

尽管植物生理学受到了分子生物学强有力的影响,但考虑到高职高专相关专业培养应用型人才对植物生理学的要求,以及职业教育的特点,我们在教材的编写过程中依然确立了“必需、够用、适用、密切联系生产实际”的基本编写原则,适当强调教材的系统性、科学性及先进性,力求教材在内容上确实能突出高职高专职业教育的特色。在教材的编写过程中,我们始终从以下几方面不懈地努力,以实现本教材确立的编写目标。

1. 始终以“必需、够用”为基本编写原则,以讲解细胞生理、水分代谢、矿质营养、光合作用、呼吸作用、生长物质、植物的生长与发育、成熟与衰老及逆境生理等为基础,主要介绍了植物生理学的基本理论和基本知识。

2. 力求反映植物生理学的新概念、新知识、新技术,以使本教材能够适应高等职业教育不断发展的需要。

3. 在编写过程中,还力求突出“适用”的特色。为此,我们精选教学内容,并通过融合、重组及增设使教材能够更好地适应高等职业教育、适应不同专业的需要。如我们在充分调研的基础上发现,很多院校的部分专业在学习植物生理学之前并未开设生物化学课程,考虑到这一实际情况,在教材的编写中特增加了“植物细胞的生物化学基础”一章,以供这些院校选择。对于开设了生物化学课程的院校可将这章略去不讲。

另外,我们还增设了部分阅读材料,以供不同专业的教学需要,可开阔学生视野,扩大学生知识面,激发学生学习兴趣及作为课外学习参考。需要说明的是,各地生产发展对植物生理学的要求不同,各院校可根据本地实际情况对部分教学内容做出取舍。

4. 在编写过程中力求理论能够密切联系生产实际。为此,我们在教材的内容中尽可能多地安排实例分析,尽可能突出理论在生产实践中的应用。

在实训部分的编写中,力求从生产需要出发,尽可能多地安排了技术性较强的实验实训内容,减少了验证性实验,还特地增设了综合实训内容,尤其将能直接用于生产的内容列入其中,增强了实用性和对学生综合实践能力的培养。

5. 在编写过程中安排了较多的图表,以使教学内容更加直观,便于学生学习。每章均附有学习目标、小结及复习题,以便学生能够更好地学习和掌握每章的知识要点和基本知识,多样性的习题为学生复习、掌握、巩固本章知识提供了便利。

参加本教材编写的人员都是高职高专院校中长期从事植物生理学教学和科研的骨干教师,根据各位编写人员在各自专业领域的特长进行编写分工,从而更好地保证了教材的质量

和特色。

本教材的前言、绪论、第一章、第五章由张新中（甘肃农业职业技术学院）编写，第二章、第九章由章玉平（广州城市职业学院）编写，实验实训一～实验实训十三、综合实训一和综合实训二由王振启（湖北咸宁职业技术学院）编写，第八章由董自梅（河南濮阳职业技术学院）编写，第三章由包雪英（河北旅游职业学院）编写，第七章由谭卫萍（广东科贸职业学院）编写，第四章由邢路军（河北旅游职业学院）编写，第十章由汪妮（河南濮阳职业技术学院）编写，第十一章由舒孝喜（甘肃农业职业技术学院）编写，第六章、综合实训三和综合实训四由赵晖（甘肃农业职业技术学院）编写，王文静（郑州牧业工程高等专科学校）也参加了部分编写工作。全书由张新中、章玉平统稿。

本教材在编写过程中得到了化学工业出版社各级领导的关心和支持，同时也得到了本教材编写人员所在院校领导及同行的关心、帮助和支持，在此一并表示衷心感谢！

由于时间仓促，且植物生理学领域的发展日新月异，同时编者水平有限，教材中出现不足和疏漏在所难免，恳请专家和使用教材的广大师生批评指正。

编者

二〇〇七年四月

目 录

绪论	1	五、影响根系吸水的环境因素	36
一、植物生理学的概念及基本内容	1	第四节 植物的蒸腾作用	37
二、植物生理学的发展历程	2	一、蒸腾作用的生理意义和方式	37
三、植物生理学在生产实践中的应用	3	二、气孔蒸腾	38
四、学习本课程的目的与方法	5	三、蒸腾作用的指标	41
小结	5	四、调节蒸腾作用的途径	41
复习题	5	第五节 植物体内水分向地上部分的运输	42
第一章 植物细胞的生物化学基础	6	一、水分运输的途径和速度	42
第一节 植物细胞生命活动的物质基础	6	二、水分沿导管或管胞上升的动力	43
一、新陈代谢是细胞生命活动物质的基 本特征	6	第六节 植物的水分平衡在生产中的意义	43
二、原生质的化学组成	7	一、作物的水分平衡	43
三、组成原生质的主要有机物质	7	二、作物的需水规律	43
四、原生质的胶体特性	15	三、合理灌溉指标及灌溉方法	44
第二节 植物细胞的催化体系——酶	16	小结	46
一、酶的概念	17	复习题	46
二、酶的化学组成	17	第三章 植物的矿质与氮素营养	50
三、酶催化作用的特点	17	第一节 植物体内的必需元素	50
四、酶的命名及分类	19	一、植物体内的元素	50
五、酶催化作用的机理	21	二、植物必需的矿质元素和确定方法	50
六、影响酶促反应的因素	22	三、必需元素的生理功能及缺乏症	52
七、同工酶	24	第二节 植物对矿质元素的吸收与运输	58
小结	25	一、植物吸收矿质元素的特点与方式	58
复习题	26	二、根系吸收矿质元素的区域和过程	59
第二章 植物的水分代谢	30	三、影响根系吸收矿质元素的因素	60
第一节 植物体内水分存在状况及生理 作用	30	四、叶对矿质元素的吸收	61
一、植物的含水量及水分存在的状态	30	五、矿质元素在体内的运输和利用	61
二、水在植物生活中的重要作用	30	第三节 植物的氮素同化与利用	62
第二节 植物细胞对水分的吸收	31	一、植物的氮源	62
一、植物细胞的水势	31	二、硝酸盐的还原	62
二、植物细胞间的水分移动	33	三、氨的同化	63
第三节 植物根系对水分的吸收	34	四、生物固氮	63
一、土壤中的水分	34	第四节 缺素诊断和施肥生理	64
二、根系吸水的部位	34	一、缺素诊断	64
三、根系吸水的途径	35	二、施肥生理	64
四、根系吸水的机理	35	三、发挥肥效的措施	67
		小结	68
		复习题	68

第四章 光合作用	72	二、内、外部因素的影响	125
第一节 光合作用的概念及意义	72	第四节 呼吸作用在农业生产中的应用	129
一、光合作用的概念	72	一、呼吸作用与作物栽培	129
二、光合作用的重要性	72	二、呼吸作用与种子贮藏	130
第二节 叶绿体及叶绿体色素	73	三、呼吸作用与果实、蔬菜的贮藏	131
一、叶绿体	73	四、呼吸作用与鲜切花保鲜	132
二、叶绿体色素	75	五、呼吸作用与作物的抗病性	132
第三节 光合作用的过程	80	小结	133
一、原初反应	80	复习题	134
二、电子传递和光合磷酸化	82	第六章 同化产物的运输与分配	137
三、二氧化碳的固定和还原	83	第一节 植物体内有机物质的运输	137
四、光呼吸	86	一、有机物质运输的途径	137
五、C ₃ 植物、C ₄ 植物、CAM 植物的 光合特性	89	二、同化产物运输的主要形式	139
六、光合作用的产物	90	三、同化产物运输的度量	140
第四节 影响光合作用的因素	90	阅读材料 有机物运输的机理	140
一、光合速率	90	第二节 植物体内同化产物的分配及其 调控	142
二、内部因素对光合速率的影响	91	一、源与库的概念	142
三、外部因素对光合作用的影响	92	二、同化产物的分配规律	143
四、光合速率的日变化	97	三、同化产物的再分配与再利用	144
第五节 光合作用与作物产量	97	四、同化产物的分配与产量形成	145
一、作物产量的构成因素	97	五、影响同化产物运输和分配的因素	145
二、光能利用率	98	小结	147
三、作物群体对光能的利用	99	复习题	147
四、提高光能利用率的途径	100	第七章 植物生长物质	150
小结	101	第一节 植物激素的种类及其生理作用	150
复习题	102	一、生长素类	150
第五章 植物的呼吸作用	105	二、赤霉素	152
第一节 呼吸作用的概念及生理意义	105	三、细胞分裂素	153
一、呼吸作用的概念	105	四、脱落酸	155
二、呼吸作用的类型	105	五、乙烯	156
三、呼吸作用的生理意义	106	六、植物激素间的相互作用	157
四、呼吸作用的场所	107	第二节 植物生长调节剂及其在农业生产 中的应用	158
第二节 高等植物的呼吸代谢途径	108	一、生长素类	158
一、呼吸底物的氧化降解	108	二、生长抑制剂类	159
二、电子传递和氧化磷酸化	115	三、生长延缓剂类	159
阅读材料 植物体中的其他电子传递途 径——抗氰呼吸	117	四、乙烯利	160
三、高等植物呼吸代谢的多样性	120	阅读材料 除草剂	161
四、呼吸作用中的能量的贮存、利用 及其调节	121	第三节 植物生长调节剂的合理应用	162
五、光合作用与呼吸作用的关系	123	一、植物生长调节剂的剂型	162
第三节 影响呼吸作用的因素	124	二、常用的植物生长调节剂施用 的方法	162
一、呼吸作用的生理指标	124	三、影响生长调节剂施用效果的因素	163

四、植物生长调节剂的合理应用	164	第二节 种子和果实成熟时的生理变化	205
小结	165	一、种子成熟时的生理变化	205
复习题	166	二、果实成熟时的变化	206
第八章 植物的生长生理	168	三、外界条件对种子与果实成熟的 影响	208
第一节 种子的萌发	169	第三节 休眠	209
一、种子萌发的概念及过程	169	一、休眠的概念及意义	209
二、影响种子萌发的外界条件	171	二、种子休眠的原因	209
三、种子生活力和种子活力	173	三、芽休眠的原因	210
第二节 植物的营养生长	174	四、打破及延长休眠的方法	211
一、植物生长的一般特性	174	第四节 衰老与脱落	212
二、植物生长的相关性	177	一、衰老	212
第三节 外界条件对植物生长的影响	180	二、脱落	214
一、光	180	小结	215
二、温度	181	复习题	215
三、水分	182	第十一章 植物的抗性生理	218
四、矿质营养	182	第一节 寒害与植物的抗寒性	218
五、生物因子	182	一、冷害	219
六、植物激素	183	二、冻害	219
阅读材料 植物在失重空间的生理	183	三、植物对低温的适应性变化	220
小结	183	四、提高植物抗寒性的途径	221
复习题	184	五、抗寒植物的类型	221
第九章 植物的成花生理	186	第二节 热害与植物的抗热性	222
第一节 春化作用	187	一、植物热害的基本概念	222
一、春化作用的概念和反应类型	187	二、高温伤害的机理	222
二、植物通过春化作用的条件	187	三、提高植物抗热性的途径	223
三、春化作用的机理	188	四、植物抗热性的机理	223
四、春化作用在农业生产上的应用	189	第三节 旱害与植物的抗旱性	224
第二节 光周期现象	190	一、旱害	224
一、植物光周期现象的发现和光周期 反应类型	190	二、干旱对植物的伤害	224
二、光周期诱导的机理	191	三、抗旱植物的形态及生理特征	224
三、光敏色素及其在成花诱导中的 作用	195	四、提高植物抗旱性的途径	225
四、光周期理论在农业生产中的应用	196	五、植物的抗旱类型	225
五、花器官的形成和性别分化	198	第四节 涝害与植物的抗涝性	226
小结	199	一、水涝对植物的危害	226
复习题	200	二、植物的抗涝性	226
第十章 植物的成熟与衰老	203	第五节 盐害与植物的抗盐性	227
第一节 授粉与受精	203	一、盐害与植物的抗盐性	227
一、花粉的生理特点	203	二、盐分过多对植物的危害	228
二、花粉的生活力与贮藏	203	三、植物抗盐性的生理基础	228
三、花粉的萌发与花粉管的伸长	204	四、提高植物抗盐性的途径	229
四、外界条件对授粉的影响	204	第六节 环境污染对植物的伤害	229
五、双受精过程	205	一、大气污染	229
		阅读材料 植物对空气的净化功能	230

二、水污染及其对植物的危害	231	谱法)	241
三、土壤污染及其对植物的危害	231	实验实训七 植物光合强度的测定 (改良	
四、提高植物抗污染的途径	231	半叶法)	242
小结	231	实验实训八 滴定法测定呼吸速率	244
复习题	232	实验实训九 种子生活力的快速测定	245
第十二章 实验实训	234	实验实训十 花粉生活力的观察测定	247
实验实训一 植物组织水势的测定 (小液		实验实训十一 苍耳的光周期诱导	248
流法)	234	实验实训十二 植物体内游离脯氨酸含量	
实验实训二 植物根系活力的快速		的测定	249
测定 (TTC 法)	235	实验实训十三 逆境对植物的影响 (电	
实验实训三 植物体内硝态氮含量的		导仪法)	250
测定	236	综合实训一 植物的溶液培养与缺素症状	
实验实训四 叶绿体色素的提取、分		的观察	251
离和理化性质	237	综合实训二 植物生长调节剂对植物插条	
实验实训五 叶绿素 a、叶绿素 b 和类胡萝卜		不定根发生的影响	253
素含量的定量测定 (分光光		综合实训三 作物生理指标的综合测定	255
度法)	239	综合实训四 玉米种子纯度鉴定	257
实验实训六 叶绿体色素的分离 (柱色		参考文献	260

绪 论

一、植物生理学的概念及基本内容

植物生理学是研究植物生命活动规律及其与外界环境相互关系的科学。这决定了植物生理学必然要以生活植物为研究对象，尤其要以与人类关系极为密切的绿色高等植物为主要研究对象，通过研究来揭示绿色植物生命活动的规律和本质，为高产、优质、高效和可持续发展的现代农业提供理论依据和措施。

随着科学技术的不断发展，人们对植物生命活动奥秘的认识也在不断深化。就目前而言，植物生理学的研究已经从个体、器官、细胞水平深入到了分子水平；在宏观领域转向群体水平的研究。因此，植物生理学就是从不同水平上来研究植物生命活动的规律及其与外界环境条件的关系。具体地说，就是研究植物从合子形成，经过种子、幼苗、植物的营养生长、开花、结果至成熟、衰老的整个生命周期中，植物在遗传信息的调控和外界环境信号的影响下，如何通过物质代谢、能量代谢和信息传递使植物在时间和空间上有序地进行生长和发育。因此，植物生理学的内容概括起来基本包括以下几个方面。

1. 植物的物质代谢

植物从土壤和空气中吸收水分、二氧化碳、矿质以及简单有机物，在植物体内进行重新组合，转化为植物生命活动所需的各种物质；与此同时，植物又将体内的有机物降解、转化或排出体外。这些代谢过程构成了植物生命活动的物质基础。

2. 植物的能量代谢

植物在进行物质代谢的同时，也相伴着进行能量代谢。绿色植物进行光合作用时，将光能转变为电能，又将电能进一步转变为化学能贮存在有机物中。同时，植物体内不断进行的有机物质的降解与氧化，又将贮存在有机物中的能量释放出来，供植物生命活动的需要。这些代谢过程就构成了植物生命活动的能量基础。

3. 植物的生长发育

在不断进行物质代谢和能量代谢的基础上，植物的细胞、组织、器官经过生长分化，逐渐使植物个体由小到大，形态上逐渐发生变化，植物从营养生长转向生殖生长，最终开花、结实、成熟、衰老、脱落或进行休眠，完成整个生命过程。由此可见，植物的生长发育过程实际上就是植物形态建成的过程。而这一过程既受到来自植物内部因素，如内源生长物质、光敏素等的调节和控制，又受到来自光、热、水、气等外部环境条件（包括顺境和逆境）的影响。而这些恰好又能为控制植物生长发育，满足高效和可持续发展的现代农业提供依据。

4. 植物的信息传递

植物的生命活动始终受到来自亲代传递的遗传信息的调控（如植物可通过其体内复杂的信息传递实现对多种代谢途径的调控，以实现对植物生命进程的调控），这种调控使植物个体发育总是沿着既定的方向进行，并使植物不断进化与发展。植物的生长发育除受到遗传信息的调控外，还受到环境信号传递的影响。例如，当进入秋季后，随着日照时间的缩短或夜长的增加，一年生短日植物的叶片感受到夜长增加的环境信号后，经过一系列信息传递过程使植物茎顶端的分生组织发生一系列的成花生理反应，促使花芽形成和开花；而多年生落叶树木的叶片在感受到夜长增加的信号后，则会启动叶柄离层的形成、叶的脱落、枝条进入休眠状态等一系列生理反应。植物在这些信息传递的调控下，生命活动过程得以协调进行。可见，遗传信息和环境信号在植物体内的信息传递是控制植物生长发育的开关，人类可通过一

定的物理、化学方法和技术改变信息的传递类型，由此调控植物的生长发育，使其按照人们的需要发展，以便为农业生产服务。

以上各部分构成了植物生理学的基本内容，各部分之间彼此紧密联系、相互依赖、相互制约，经有机整合构成了植物生理学研究内容的整体。它们之间的关系表现为：物质代谢与能量代谢是植物生长发育的基础，信息传递是调控生长发育的开关，而形态建成则是物质代谢、能量代谢、信息传递的综合表现。

二、植物生理学的发展历程

植物生理学是一门实践性很强的科学，它是从植物学这门古老的学科中分化而来，随着化学、物理学及生产力的发展而产生和发展起来的。其发展过程可大致分为三个阶段。

1. 植物生理学的孕育阶段

这一阶段从植物生理学尚未形成独立的科学体系之前，直到 19 世纪 40 年代德国化学家李比希（J. von Liebig）创立植物矿质营养学说为止。

远在植物生理学诞生之前，劳动人民通过长期的观察、记载和生产实践，积累并总结出了许多有关植物生理学方面的感性知识。如我国古代劳动人民在农业生产中总结出的豆科植物与禾谷类植物的轮作法、粪种法（用粪水浸泡种子）以及七九闷麦法（即春化法）；古罗马人使用肥料促进农作物生长等。这些方法都符合现代植物生理学原理，是古代劳动人民植物生理学知识的原始积累。但是，由于受当时发展水平的制约，劳动人民积累的这些知识和经验很难上升到理论水平。

直到 17 世纪人们才开始了对植物生命活动规律真正意义上的科学研究。这一时期荷兰植物学家凡·海尔蒙特（Van Hel mont）进行了一个著名的试验，他将一株 2.27kg 的小柳树栽植于一只盛有 90kg 土壤的桶里，每天除浇水外，不供给任何物质。5 年后，小柳树长到 76.7kg，而桶内的土壤只减少了 57g。于是，凡·海尔蒙特认为柳树增加的质量主要是从水中获得的，构成植物躯体的所有物质都来自于水。尽管凡·海尔蒙特的认识有些片面，但是他仍证明了水参与植物有机物的制造。1771 年英国化学家普利斯特利（J. Priestley）对燃烧和呼吸进行了研究，他发现在密闭的玻璃罩内燃烧蜡烛，生成的空气不能再维持燃烧，放入这种空气中的老鼠会很快死去。可是，放一枝绿色的薄荷枝条在这种空气中，蜡烛便能燃烧，老鼠便能生活，证实了绿色植物有净化空气的作用。1779 年荷兰科学家英根浩兹（Jan Ingenhousz）通过一系列实验证实，绿色植物只有在光下才具有净化空气的作用，即吸收二氧化碳和放出氧气。1782 年，瑞士的谢尼别尔（Jean Senibier）用化学分析的方法证明了 CO_2 是植物光合作用必需的， O_2 是光合作用的产物。以后又经过许多人的试验研究，才得出了植物的营养一部分来自土壤和水中，另一部分是从空气中获得的结论，由此初步建立了土壤营养和空气营养的概念。

2. 植物生理学的诞生、成长阶段

这一阶段从 1840 年德国学者李比希建立了他的矿质营养学说起，到 19 世纪末植物生理学逐渐形成一门独立的学科为止，经历了大约半个世纪的时间。

1840 年德国学者李比希在总结了过去经验和试验的基础上，出版了他的《化学在农学和生理学上的应用》一书，创立了矿质营养学说，提出施矿质肥料以补充作物对土壤矿质营养的消耗。1845 年德国学者罗伯特·迈尔（Robert Meyer）认为，植物的光合作用也遵从能量守恒定律，提出光合作用中积累的化学能来源于太阳能。到了 19 世纪末，德国植物生理学家萨克斯（J. von Sachs）和费弗尔（W. Pfeffer）在全面总结了植物生理学以往研究成果的基础上，萨克斯的著作——《植物生理学讲义》及费弗尔的巨著——《植物生理学》先

后问世。这两本巨著的出版标志着植物生理学已经达到成熟阶段，并从植物学和农学中脱颖而出，成为一门独立的学科。

3. 植物生理学的迅速发展阶段

这一阶段从 20 世纪初至今，是植物生理学快速发展的阶段，并逐渐确立了它在植物学科中的重要地位。

进入 20 世纪以后，由于物理学、化学、生物化学和遗传学等学科的迅速发展，尤其是诸如放射性同位素示踪技术、色谱技术、电子显微镜、X 射线衍射、电泳技术和超速离心技术等高新技术在植物生理学研究上的应用，极大推动了植物生理学的发展。20 世纪 30~60 年代，先后发现了五大类植物激素。20 世纪 50 年代，美国学者卡尔文 (M. Calvin) 等采用 ^{14}C 示踪技术和色谱技术，揭开了光合作用中 CO_2 的固定和还原之谜 (即 C_3 途径)。随后又相继发现了 C_4 途径、CAM 途径、光呼吸及光敏色素等。近 20 年来，随着分子生物学及其技术的快速发展，使植物生理学的研究发生了前所未有的变化，在分子水平上研究植物生长、发育、代谢及其与环境相互作用的机理，以有效调控这些生命过程为生产实践服务，已成为植物生理学研究最活跃的领域。通过导入反义基因阻断乙烯的生物合成以延缓果实成熟的技术，就是应用于生产的成功例子。

可以预见，随着科学技术的发展，新技术、新理论、新思维和新方法将会不断地应用于植物生理学的研究，21 世纪的植物生理学将会永葆活力，在众多的生命科学中仍能占有重要地位。

三、植物生理学在生产实践中的应用

植物生理学虽然是一门重要的基础理论学科，但其研究对象和研究内容决定了它与以植物生产力为基础的生产实践之间有着密切的关系。它也是一门实践性很强的学科，是合理农业的基础，与农业、林业、生态环境保护、资源合理利用、农产品贮藏保鲜、医药工业和食品等有着千丝万缕的联系，尤其对解决当今人类面临的重大问题 (如粮食、能源、环境、资源等) 有着重要作用。

1. 光合作用与“绿色革命”

光合作用是农作物产量的基础，构成作物产量的干物质中，占总干重 90%~95% 的有机物是从光合作用中得来的。因此，作物高产的关键问题就是提高作物的光能利用率。人类将近代光合作用研究成果应用于农业生产，根据如何提高光合效率培育出了矮化型、株型紧凑的新品种，促进了粮食产量的快速增加，被誉为“绿色革命”。今后，通过基因工程、细胞工程与常规杂交、生理育种相结合，选育出高光合速率、叶片光合功能期长、群体光能利用率高、经济系数高的超高产新品种，将会使农业生产再上一个新台阶，完成新的“绿色革命”。

2. 矿质营养与无土栽培

植物的生长发育离不开矿质营养，植物矿质营养的研究导致了化肥的大量生产和在农业生产中的施用，并为合理施肥奠定了基础，使农业生产得到了飞跃发展。但长期施用化肥又带来许多负面影响，诸如环境污染、能源消耗、食品中化学物质残留等。植物营养生理学及分子遗传学的研究将会阐明植物吸收利用矿质营养元素的分子机理，挖掘植物吸收、利用矿质营养的潜能，培育能在低浓度营养元素条件 (如低钾、低磷、低氮等) 下高效吸收、利用自然资源且能正常生长发育的作物或苗木新品种，为资源节约型可持续发展农业做出贡献。而无土栽培更是矿质营养理论在生产实践中的进一步应用，它为植物生产的工厂化、自动化开辟了一条崭新的道路。