



高职高专“十一五”规划教材

★ 农林牧渔系列

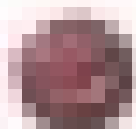
植物生理学

ZHIWU
SHENGLIXUE

杨玉珍 朱雅安 主编



化学工业出版社



教育部“十一五”规划教材
普通高等教育

植物生理学

ZHIWU
SHENGLIXUE

第2版 2008年11月



高等教育出版社



高职高专“十一五”规划教材

★ 农林牧渔系列

植物生理学

ZHIWU
SHENGLIXUE

杨玉珍 朱雅安 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书在阐明植物生理学的基本概念、基本原理的基础上,以基本知识和基本技能为主,注重在农林生产实践中的应用。本书主要内容包括植物细胞生理、水分生理、矿质营养、光合作用、呼吸作用、植物生长物质、植物生长生理、植物生殖生理、植物的成熟与衰老生理、植物的逆境生理等。在教材最后的实验实训部分的编写中,减少了验证性实验,并增设了综合实训内容,增强了实用性,有利于学生综合实践能力的提高。每章均附有学习目标、本章小结及复习思考题,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。

本书可作为高职高专院校植物生产类和生物类等相关专业的教学用书,也可供相关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

植物生理学/杨玉珍,朱雅安主编. —北京:化学工业出版社,2010.3
高职高专“十一五”规划教材★农林牧渔系列
ISBN 978-7-122-07546-8

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

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第011456号

责任编辑:李植峰 梁静丽 郭庆睿
责任校对:战河红

装帧设计:史利平

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:大厂聚鑫印刷有限责任公司
787mm×1092mm 1/16 印张16 1/4 字数421千字 2010年2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:29.50元

版权所有 违者必究

“高职高专‘十一五’规划教材★农林牧渔系列” 建设委员会成员名单

主任委员 介晓磊

副主任委员 温景文 陈明达 林洪金 江世宏 荆 宇 张晓根
窦铁生 何华西 田应华 吴 健 马继权 张震云

委 员 (按姓名汉语拼音排列)

边静玮	陈桂银	陈宏智	陈明达	陈 涛	邓灶福	窦铁生	甘勇辉	高 婕	耿明杰
官麟丰	谷风柱	郭桂义	郭永胜	郭振升	郭正富	何华西	胡繁荣	胡克伟	胡孔峰
胡天正	黄绿荷	江世宏	姜文联	姜小文	蒋艾青	介晓磊	金伊洙	荆 宇	李 纯
李光武	李彦军	梁学勇	梁运霞	林伯全	林洪金	刘俊栋	刘 莉	刘 蕊	刘淑春
刘万平	刘晓娜	刘新社	刘奕清	刘 政	卢 颖	马继权	倪海星	欧阳贞	潘开宇
潘自舒	彭 宏	彭小燕	邱运亮	任 平	商世能	史延平	苏允平	陶正平	田应华
王存兴	王 宏	王秋梅	王水琦	王晓典	王秀娟	王燕丽	温景文	吴昌标	吴 健
吴郁魂	吴云辉	武模戈	肖卫苹	肖文左	解相林	谢利娟	谢拥军	徐苏凌	徐作仁
许开录	闫慎飞	颜世发	燕智文	杨玉珍	尹秀玲	于文越	张德炎	张海松	张晓根
张玉廷	张震云	张志轩	赵晨霞	赵 华	赵先明	赵勇军	郑继昌	周晓舟	朱学文

“高职高专‘十一五’规划教材★农林牧渔系列” 编审委员会成员名单

主任委员 蒋锦标

副主任委员 杨宝进 张慎举 黄 瑞 杨廷桂 刘 莉 胡虹文
张守润 宋连喜 薛瑞辰 王德芝 王学民 张桂臣

委 员 (按姓名汉语拼音排列)

艾国良	白彩霞	白迎春	白永莉	白远国	柏玉平	毕玉霞	边传周	卜春华	曹 晶
曹宗波	陈传印	陈杭芳	陈金雄	陈 璟	陈盛彬	陈现臣	程 冉	褚秀玲	崔爱萍
丁玉玲	董义超	董曾施	段鹏慧	范洲衡	方希修	付美云	高 凯	高 梅	高志花
弓建国	顾成柏	顾洪娟	关小变	韩建强	韩 强	何海健	何英俊	胡凤新	胡虹文
胡 辉	胡石柳	黄 瑞	黄修奇	吉 梅	纪守学	纪 瑛	蒋锦标	鞠志新	李碧全
李 刚	李继连	李 军	李雷斌	李林春	梁本国	梁称福	梁俊荣	林 纬	林仲桂
刘革利	刘广文	刘丽云	刘贤忠	刘晓欣	刘振华	刘振湘	刘宗亮	柳 遵	龙冰雁
罗 玲	潘 琦	潘一展	邱深本	任国栋	阮国荣	申庆全	石冬梅	史兴山	史雅静
宋连喜	孙克威	孙雄华	孙志浩	唐建勋	唐晓玲	陶令霞	田 伟	田伟政	田文儒
汪玉琳	王爱华	王朝霞	王大来	王道国	王德芝	王 健	王立军	王孟宇	王双山
王铁岗	王文焕	王新军	王 星	王学民	王艳立	王云惠	王中华	吴俊琢	吴琼峰
吴占福	吴中军	肖尚修	熊运海	徐公义	徐占云	许美解	王瑞辰	羊建平	杨宝进
杨平科	杨廷桂	杨卫韵	杨学敏	杨 志	杨治国	姚志刚	易 诚	易新军	于承鹤
于显威	袁亚芳	曾饶琼	曾元根	战忠玲	张春华	张桂臣	张怀珠	张 玲	张庆霞
张慎举	张守润	张响英	张 欣	张新明	张艳红	张祖荣	赵希彦	赵秀娟	郑翠芝
周显忠	朱雅安	卓开荣							

“高职高专‘十一五’规划教材★农林牧渔系列”建设单位

(按汉语拼音排列)

安阳工学院
保定职业技术学院
北京城市学院
北京林业大学
北京农业职业学院
本钢工学院
滨州职业学院
长治学院
长治职业技术学院
常德职业技术学院
成都农业科技职业学院
成都市农林科学院园艺研究所
重庆三峡职业学院
重庆水利电力职业技术学院
重庆文理学院
德州职业技术学院
福建农业职业技术学院
抚顺师范高等专科学校
甘肃农业职业技术学院
广东科贸职业学院
广东农工商职业技术学院
广西百色市水产畜牧兽医局
广西大学
广西职业技术学院
广州城市职业学院
海南大学应用科技学院
海南师范大学
海南职业技术学院
杭州万向职业技术学院
河北北方学院
河北工程大学
河北交通职业技术学院
河北科技师范学院
河北省现代农业高等职业技术学院
河南科技大学林业职业学院
河南农业大学
河南农业职业学院
河西学院

黑龙江农业工程职业学院
黑龙江农业经济职业学院
黑龙江农业职业技术学院
黑龙江生物科技职业学院
黑龙江畜牧兽医职业学院
呼和浩特职业学院
湖北生物科技职业学院
湖南怀化职业技术学院
湖南环境生物职业技术学院
湖南生物机电职业技术学院
吉林农业科技学院
集宁师范高等专科学校
济宁市高新技术开发区农业局
济宁市教育局
济宁职业技术学院
嘉兴职业技术学院
江苏联合职业技术学院
江苏农林职业技术学院
江苏畜牧兽医职业技术学院
金华职业技术学院
晋中职业技术学院
荆楚理工学院
荆州职业技术学院
景德镇高等专科学校
丽水学院
丽水职业技术学院
辽东学院
辽宁科技学院
辽宁农业职业技术学院
辽宁医学院高等职业技术学院
辽宁职业学院
聊城大学
聊城职业技术学院
眉山职业技术学院
南充职业技术学院
盘锦职业技术学院
濮阳职业技术学院
青岛农业大学
青海畜牧兽医职业技术学院

曲靖职业技术学院
日照职业技术学院
三门峡职业技术学院
山东科技职业学院
山东理工职业学院
山东省贸易职工大学
山东省农业管理干部学院
山西林业职业技术学院
商洛学院
商丘师范学院
商丘职业技术学院
深圳职业技术学院
沈阳农业大学
沈阳农业大学高等职业技术学院
苏州农业职业技术学院
温州科技职业学院
乌兰察布职业学院
厦门海洋职业技术学院
仙桃职业技术学院
咸宁学院
咸宁职业技术学院
信阳农业高等专科学校
延安职业技术学院
杨凌职业技术学院
宜宾职业技术学院
永州职业技术学院
玉溪农业职业技术学院
岳阳职业技术学院
云南农业职业技术学院
云南热带作物职业学院
云南省曲靖农业学校
云南省思茅农业学校
张家口教育学院
漳州职业技术学院
郑州牧业工程高等专科学校
郑州师范高等专科学校
中国农业大学

《植物生理学》编写人员

- 主 编** 杨玉珍（郑州师范高等专科学校）
朱雅安（湖南环境生物职业技术学院）
- 副 主 编** 赵 军（宜宾职业技术学院）
弓建国（集宁师范学院）
杨玉红（鹤壁职业技术学院）
- 编写人员**（按姓名汉语拼音排列）
弓建国（集宁师范学院）
孟长军（荆楚理工学院）
邱运亮（湖南环境生物职业技术学院）
王 闯（聊城职业技术学院）
王育水（焦作师范高等专科学校）
杨玉红（鹤壁职业技术学院）
杨玉珍（郑州师范高等专科学校）
赵 军（宜宾职业技术学院）
朱雅安（湖南环境生物职业技术学院）

序

当今,我国高等职业教育作为高等教育的一个类型,已经进入到以加强内涵建设,全面提高人才培养质量为主旋律的发展新阶段。各高职高专院校针对区域经济社会的发展与行业进步,积极开展新一轮的教育教学改革。以服务为宗旨,以就业为导向,在人才培养质量工程建设的各个侧面加大投入,不断改革、创新和实践。尤其是在课程体系与教学内容改革上,许多学校都非常关注利用校内、校外两种资源,积极推动校企合作与工学结合,如邀请行业企业参与制定培养方案,按职业要求设置课程体系;校企合作共同开发课程;根据工作过程设计课程内容和改革教学方式;教学过程突出实践性,加大生产性实训比例等,这些工作主动适应了新形势下高素质技能型人才培养的需要,是落实科学发展观,努力办人民满意的高等职业教育的主要举措。教材建设是课程建设的重要内容,也是教学改革的重要物化成果。教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)指出“课程建设与改革是提高教学质量的核心,也是教学改革的重点和难点”,明确要求要“加强教材建设,重点建设好3000种左右国家规划教材,与行业企业共同开发紧密结合生产实际的实训教材,并确保优质教材进课堂。”目前,在农林牧渔类高职院校中,教材建设还存在一些问题,如行业变革较大与课程内容老化的矛盾、能力本位教育与学科型教材供应的矛盾、教学改革加快推进与教材建设严重滞后的矛盾、教材需求多样化与教材供应形式单一的矛盾等。随着经济发展、科技进步和行业对人才培养要求的不断提高,组织编写一批真正遵循职业教育规律和行业生产经营规律、适应职业岗位群的职业能力要求和高素质技能型人才培养的要求、具有创新性和普适性的教材将具有十分重要的意义。

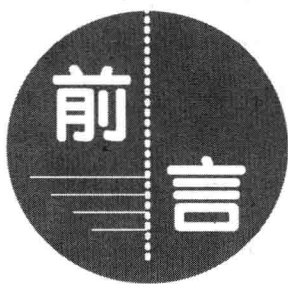
化学工业出版社为中央级综合科技出版社,是国家规划教材的重要出版基地,为我国高等教育的发展做出了积极贡献,曾被新闻出版总署领导评价为“导向正确、管理规范、特色鲜明、效益良好的模范出版社”,2008年荣获首届中国出版政府奖——先进出版单位奖。近年来,化学工业出版社密切关注我国农林牧渔类职业教育的改革和发展,积极开拓教材的出版工作,2007年底,在原“教育部高等学校高职高专农林牧渔类专业教学指导委员会”有关专家的指导下,化学工业出版社邀请了全国100余所开设农林牧渔类专业的高职高专院校的骨干教师,共同研讨高等职业教育新阶段教学改革中相关专业教材的建设工作,并邀请相关行业企业作为教材建设单位参与建设,共同开发教材。为做好系列教材的组织建设与指导服务工作,化学工业出版社聘请有关专家组建了“高职高专农林牧

鱼类“十一五”规划教材建设委员会”和“高职高专农林牧渔类“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，编写出版一套适应农林牧渔类相关专业教育的基础课、专业课及相关外延课程教材——“高职高专‘十一五’规划教材★农林牧渔系列”。该套教材将涉及种植、园林园艺、畜牧、兽医、水产、宠物等专业，于2008~2009年陆续出版。

该套教材的建设贯彻了以职业岗位能力培养为中心，以素质教育、创新教育为基础的教育理念，理论知识“必需”、“够用”和“管用”，以常规技术为基础，关键技术为重点，先进技术为导向。此套教材汇集众多农林牧渔类高职院校教师的教学经验和教改成果，又得到了相关行业企业专家的指导和积极参与，相信它的出版不仅能较好地满足高职高专农林牧渔类专业的教学需求，而且对促进高职高专专业建设、课程建设与改革、提高教学质量也将起到积极的推动作用。希望有关教师和行业企业技术人员，积极关注并参与教材建设。毕竟，为高职高专农林牧渔类专业教育教学服务，共同开发、建设出一套优质教材是我们共同的责任和义务。

介晓磊

2008年10月



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类和植物生产类等相关专业必修的一门专业基础课。近年来，分子生物学、生物信息学、基因组学、蛋白质组学及环境生态学等研究的迅速发展对植物生理学产生了深刻影响。随着学科的发展，新知识、新理论的不断涌现，植物生理学教学内容日益庞大。另一方面，由于教学课时有限，如何在有限的教学课时内，将植物生理学的完整体系和主要内容教授给学生，使学生能掌握植物生理学的知识体系、基本概念和原理，并加以应用，举一反三，更成为重中之重。为此，化学工业出版社组织了八所高职高专院校从事多年植物生理学教研工作的教师，在充分研讨的基础上，共同编写了《植物生理学》一书。本教材主要面向农林类高职高专院校和师范专科学校，也可作为其它专科院校的教材。

根据职业教育的特点，在教材的编写过程中确立了“以必需、够用、能用、适用为度，密切联系生产实际”的基本原则，以基本知识和基本技能为主，力求教材在内容上确实能突出高职高专职业教育的特色，满足目前教学的需要。适当强调教材的系统性、科学性及先进性，开阔学生视野，扩大知识面，突出适用，达到通俗易懂。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，并增设了综合实训内容，尤其是与生产实际密切联系的内容，增强了实用性和对学生综合实践能力的培养。另外，在编写过程中力求图文并茂，每章均附有学习目标、本章小结及复习思考题，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。

本教材是参编老师多年教学经验的总结和集体辛勤劳动的成果，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；又根据学科的发展，编进了新概念、新技术和新理论成果，期望能为提高高职高专植物生理学教学水平发挥应有的作用，以适应高职高专教学改革和人才培养的需要。

本教材具体的编写分工如下。绪论、第二章和实验实训十四及综合实训四由杨玉珍编写；第一章、实验实训一～实验实训四由王育水编写；第三章、实验实训五、实验实训六及综合实训一由朱雅安编写；第四章、实验实训七～实验实训

九由弓建国编写；第五章、实验实训十由赵军编写；第六章、实验实训十一、实验实训十二及综合实训二、综合实训三由杨玉红编写；第七章、实验实训十三由王闯编写；第八章由孟长军编写；第九章、第十章由邱运亮编写。全书最后由杨玉珍、朱雅安进行统稿。

本教材的编者精益求精，力图使其成为一本具有特色的高职高专植物生理学教材，但由于编者水平有限，书中不足和疏漏之处，敬请同行专家和读者批评指正。

编 者

2010 年 1 月于郑州



绪论	1
一、植物生理学的定义和内容	1
二、植物生理学的产生和发展	1
三、植物生理学与农业生产	2
四、学习植物生理学的要求和方法	3
复习思考题	4
第一章 植物细胞的生理基础	5
第一节 植物细胞概述	5
一、细胞的基本概念	5
二、细胞学说的建立	6
三、植物细胞的形状和大小	7
四、细胞的化学组成	8
五、细胞生命活动的物质基础——原生质	9
第二节 植物细胞的结构	10
一、细胞壁	11
二、原生质体	13
三、细胞核	17
四、胞间连丝	19
五、植物细胞的后含物	20
第三节 植物细胞的繁殖、生长和分化	21
一、植物细胞的繁殖	21
二、植物细胞的生长和分化	24
第四节 植物细胞的信号转导	26
一、胞外刺激信号传递	26
二、胞间信号传递	26
三、跨膜信号转换	27
本章小结	27
复习思考题	28
第二章 植物的水分生理	29
第一节 水分在植物生命活动中的作用	29
一、植物的含水量	29
二、植物体内水分存在的状态	29
三、水对植物的生理作用和生态作用	30
第二节 植物对水分的吸收	31
一、植物细胞对水分的吸收	31
二、植物根系对水分的吸收	34
第三节 植物体内水分的散失	36
一、蒸腾作用及其生理意义	36
二、蒸腾作用的部位及指标	36
三、气孔蒸腾	37
四、影响蒸腾作用的内外条件	39
第四节 植物体内水分的运输	40
一、植物水分的运输及机理	40
二、植物水分沿导管或管胞上升的动力	40
第五节 合理灌溉的生理基础	41
一、作物的需水规律	41
二、合理灌溉的指标	42
本章小结	42
复习思考题	43
第三章 植物的矿质营养	44
第一节 植物体内的必需元素	44
一、植物体内的元素	44
二、植物必需矿质元素的确定标准和确定方法	44

三、植物必需元素的生理作用及失衡	
症状	45
四、植物的有益元素和有害元素	49
第二节 植物细胞对矿质元素的吸收	50
一、细胞膜的选择性	51
二、细胞吸收溶质的方式和机理	51
第三节 植物对矿质元素的吸收	54
一、植物吸收矿质元素的部位	54
二、植物吸收矿质营养的特点	55
三、影响植物吸收矿质营养的因素	56
四、矿质元素在植物体内的运输和分布	57
第四节 植物对矿质元素的同化与利用	58
一、氮的同化	59
二、硫的同化	62
三、磷的同化	62
第五节 矿质营养在生产实践中的应用	63
一、植物缺乏矿质元素的诊断	63
二、园林植物的合理施肥	64
三、植物的无土栽培	67
本章小结	70
复习思考题	70

第四章 植物的光合作用

第一节 光合作用概述及意义	71
一、光合作用概述	71
二、光合作用的意义	71
第二节 光合作用的结构基础	72
一、叶绿体的结构及成分	72
二、光合色素的种类及理化性质	73
三、叶绿素的生物合成及其与环境条件的关系	74
第三节 光合作用的机理	75
一、原初反应	75
二、光合电子传递	76
三、光合磷酸化	78
四、二氧化碳的同化	79
第四节 光呼吸	81
一、光呼吸的概念及意义	81
二、光呼吸的过程	82
三、光呼吸的生理功能	83
四、 C_3 与 C_4 植物的光呼吸	83
五、光呼吸的调节和控制	84
第五节 影响光合作用的因素	85
一、影响光合作用的内部因素	85
二、影响光合作用的外界因素	86
第六节 光合作用产物的运输与分配	89
一、光合作用的产物	89
二、光合产物的运输与分配	89
三、光合产物的分配规律	92
四、光合产物的再分配与再利用	92
五、光合产物的分配与产量的形成	93
第七节 光合作用及其在生产实践中的应用	93
一、光合作用与作物产量	93
二、作物的光能利用率	94
三、光能利用率低的原因	94
四、提高光能利用率的途径	95
第八节 光合作用研究在各领域的应用前景的展望	97
一、利用不同色光, 改善光合产物品质	97
二、应用生长调节物质, 提高光合作用效率	98
三、光合作用在其它方面的应用	98
本章小结	99
复习思考题	100

第五章 呼吸作用

第一节 呼吸作用的概念与生理意义	101
一、呼吸作用的概念	101
二、呼吸作用的类型	101
三、呼吸作用的场所	102
四、呼吸作用的生理意义	103
第二节 高等植物的呼吸系统	104
一、糖酵解-三羧酸循环 (EMP-TCA)	104
二、戊糖磷酸途径 (HMP 途径)	107
三、酒精发酵和乳酸发酵	109
四、乙醛酸循环 (GAC)	110
五、电子传递和氧化磷酸化	111
六、光合作用与呼吸作用的关系	114
第三节 影响呼吸作用的因素	114
一、呼吸作用的生理指标	114
二、影响呼吸速率的主要因素	115
第四节 呼吸作用在农业生产中的应用	118
一、呼吸作用与种子的储藏	118

二、呼吸作用与果蔬的储藏	120	本章小结	120
三、呼吸作用与栽培技术	120	复习思考题	121
第六章 植物的生长物质	122		
第一节 植物生长激素	122	七、植物激素间的相互关系	128
一、生长素	122	第二节 植物生长调节剂	128
二、赤霉素	123	一、常用植物生长调节剂	128
三、细胞分裂素	124	二、植物生长调节物质在农业中的 应用	131
四、脱落酸	125	本章小结	133
五、乙烯	126	复习思考题	133
六、其它植物生长物质	127		
第七章 植物的生长生理	134		
第一节 种子的萌发	134	二、植物生长的周期性	148
一、种子萌发的特点与调节	134	第六节 植物生长的相关性	149
二、影响种子萌发的条件	135	一、地上部分与地下部分的相关	149
三、种子的寿命	137	二、主茎与侧枝的相关	151
第二节 植物生长、分化和发育的概念	137	三、营养生长与生殖生长的相关	154
第三节 植物生长和分化的控制生理	138	四、植物的极性与再生	155
一、细胞的分裂生理	138	第七节 环境对植物生长的影响	155
二、细胞的伸长生理	139	一、物理因子	155
三、细胞的分化生理	141	二、化学因子	157
第四节 组织培养	142	三、生物因子	158
一、组织培养的概念与分类	142	第八节 植物的运动	159
二、组织培养的基本方法	143	一、向性运动	159
三、组织培养的应用	146	二、感性运动	160
第五节 植物的生长生理	148	本章小结	161
一、植物的生长大周期与生长曲线	148	复习思考题	161
第八章 植物的生殖生理	163		
第一节 植物的幼年期与花熟状态	163	三、光敏色素与成花诱导	174
第二节 春化作用	164	四、光周期理论在生产实际中的应用	175
一、春化作用的发现及植物对低温反应的 类型	164	第四节 成花启动和花器官的形成生理	176
二、春化作用的条件	164	一、成花启动和花器官形成的形态及生理 生化变化	176
三、春化作用的时期、部位和刺激 传导	165	二、影响花器官形成的条件	176
四、植物在春化过程中的生理生化 变化	166	三、植物的性别分化	177
五、春化作用的机理	166	四、花形态发生中的同源异形基因和 ABC 模型	178
六、春化作用在农业生产上的应用	167	第五节 受精生理	178
第三节 光周期	167	一、花粉和柱头的生活力	178
一、植物光周期现象的发现和光周期 类型	167	二、影响花粉生活力的外界条件	179
二、光周期诱导的机理	169	三、花粉和柱头的相互识别与受精	179
		四、受精过程中雌蕊的生理生化变化	180
		本章小结	180

复习思考题	181		
第九章 植物的成熟与衰老生理	182		
第一节 种子和果实的成熟生理	182	一、植物的衰老	188
一、种子成熟时的生理生化变化	182	二、植物器官的脱落	191
二、果实成熟时的生理生化变化	185	本章小结	193
第二节 植物衰老与器官脱落	188	复习思考题	193
第十章 植物的逆境生理	194		
第一节 干旱、高温、水涝胁迫对植物的伤害	194	一、盐害	205
一、植物的抗旱性	194	二、盐分过多对植物的危害	206
二、植物的抗热性	198	三、植物的抗盐性	207
三、植物的抗涝性	200	第四节 环境污染对植物的危害	208
第二节 寒害与植物的抗寒性	201	一、大气污染对植物的危害	208
一、冷害	201	二、土壤污染对植物的危害	212
二、冻害	203	三、植物在环境保护中的作用	212
三、植物对寒害的适应性	204	本章小结	214
第三节 盐害与植物的抗盐性	205	复习思考题	214
第十一章 实验实训和综合实训	215		
第一部分 实验实训	215	实验实训十 植物种子呼吸强度的测定 (滴定法)	228
实验实训一 植物组织中自由水和束缚水含量的测定	215	实验实训十一 生长素对小麦根和芽生长的影响	229
实验实训二 植物组织渗透势的测定 (质壁分离法)	218	实验实训十二 赤霉素对 α -淀粉酶的诱导	229
实验实训三 植物组织水势的测定 (小液流法)	220	实验实训十三 种子生活力的快速测定	231
实验实训四 离体快速称重法测定植物的蒸腾速率	221	实验实训十四 花粉储藏及花粉生活力的测定	234
实验实训五 植物根系活力的快速测定 (TTC 法)	222	第二部分 综合实训	236
实验实训六 植物根系对离子的选择吸收	223	综合实训一 植物溶液培养和缺素症状的观察	236
实验实训七 叶绿体色素的提取、分离和理化性质	223	综合实训二 植物生长调节剂对植物插条不定根发生的影响	238
实验实训八 叶绿素含量的定量测定 (分光光度法)	225	综合实训三 植物激素对愈伤组织的形成和分化的影响	239
实验实训九 植物光合强度的测定 (改良半叶法)	226	综合实训四 玉米种子纯度的鉴定	241
参考文献	244		

绪 论

【学习目标】

掌握植物生理学的定义、内容，了解植物生理学的产生和发展简史及其与农业生产的关系；掌握正确学习植物生理学的方法。

一、植物生理学的定义和内容

植物生理学 (plant physiology) 是研究植物生命活动规律的科学。

植物的生命活动是在水分代谢、矿质营养、光合作用和呼吸作用等基本代谢的基础上，植物表现出的种子萌发、生长、运动、开花、结实直至衰老等生长发育过程。其大致可分为生长发育与形态建成、物质与能量转化、信息传递和信号转导等 3 个方面。

生长发育 (growth and development) 是植物生命活动的外在表现。生长是指增加细胞数目和扩大细胞体积而导致的植物体积和重量不可逆的增加。发育是指细胞不断分化，形成新组织、新器官，即形态建成 (morphogenesis)，具体表现为种子萌发，根、茎、叶生长，开花、结实、衰老死亡等过程。人类对植物生命活动的认识正是从对其生长发育的观察和描述开始的，所谓“春华秋实”，“春发、夏长、秋收、冬藏”等，便是人类对植物生长发育规律直观认识的写照。

物质与能量转化是生长发育的基础。而物质转化与能量转化又紧密联系，构成统一的整体，统称为代谢 (metabolism)。植物代谢包括对水分和养分的吸收和利用，碳水化合物化合物的合成和代谢等。绿色植物的光合作用将无机物 CO_2 和 H_2O 合成碳水化合物化合物的同时，将太阳能转变为化学能，贮存于碳水化合物中，这就完成物质转化 (material transformation) 和能量转化 (energy transformation) 步骤。

信息传递 (message transportation) 和信号转导 (signal transduction) 是植物生命活动的另一个重要方面。植物生长在复杂多变的环境中，必须对环境的变化作出响应，或顺应环境有规律的变化，形成植物固有的生命周期，或对不适宜的环境条件进行适应与抵抗，以保持物种的繁衍。这种响应是从“感知”环境条件的物理或化学信号开始的。植物感知环境信息的部位与发生反应的部位可能是不同的，这就存在信息感受部位将信息传递到发生反应部位的过程，是环境的物理或化学信号在器官或组织上的传递，即所谓信息传递。而所谓信号转导是指单个细胞水平上，信号与受体结合后，通过信号转导系统，产生生理反应。

二、植物生理学的产生和发展

植物生理学的产生离不开生产实践。早在科学的植物生理学诞生之前，人类在生产实践中已经积累了丰富的植物生理学知识。公元前 3 世纪，战国荀况著的《荀子·富国篇》中就记载有“多粪肥田”；同时期，在韩非著的《韩非子》中记载有“积力于田畴，必且粪灌”，这反映了战国时期古人对作物施肥、灌溉已相当重视。公元前 1 世纪，西汉的《汜胜之书》中已将施肥方式划分为基肥、种肥和追肥，还提出了种子安全贮藏的要点是“种，伤、湿、郁，热则生虫也”。强调种子要“曝使极燥”，降低种子含水量，是种子安全贮藏的关键所在。公元 6 世纪 30 年代，北魏贾思勰著有《齐民要术》，这是中国古代最完整的一部综合性

农书,该书中描述的“热进仓”贮麦法、“嫁枣法”、“嫁李法”、绿肥应用等民间至今沿用。我国劳动人民为解决冬小麦春播不能正常抽穗问题而创造了“七九闷麦法”,实际就是现在的“春化”法。这些例子说明我国古代劳动人民远在公元前就已有丰富的植物生理的感性认识和经验,但由于时代的限制,当时还不可能上升为理论。

科学的植物生理学开始于土壤营养实验,后来发展到解决空气营养问题。17世纪,荷兰的 Van Helmont (1577~1644) 是最早进行以实验方法探索植物长大的物质来源的学者。他在盆中扦插一条柳枝,每天浇水,5年以后柳枝增重30倍,而盆中土的重量减少甚微,因此他认为植物的物质来源不是土而是水。1840年,德国的 J. von Liebig (1803~1873) 出版了《化学在农业和植物生理学上的应用》,成为利用化学肥料的理论创始人。英国的 J. Priestley (1733~1804) 发现老鼠在密封钟罩内不久即死,老鼠与绿色植物一起放在钟罩内则不死。荷兰的 J. Ingenhousz (1730~1799) 接着了解到绿色植物在日光下才能清洁空气,初步建立起空气营养的观念。法国的 G. Boussingault (1802~1899) 建立了砂培实验法,证明植物体内的碳、氢、氧来自于水和空气,高等植物不能利用空气中游离的氮,硝酸盐是植物体内氮素的来源。

19世纪末,德国的 J. Von Sachs (1832~1897) 编写了第一本《植物生理学讲义》,他的弟子 W. Pfeffer 在1904年出版了《植物生理学》,这两部书是当时植物生理学的总结,使植物生理学独立成为一门新兴的学科。

20世纪,植物生理学进入了迅速发展的时期。1920年,美国学者 W. W. Garner 和 H. A. Allard 发现了植物光周期现象。20世纪30年代到60年代相继发现了五大类植物激素。50年代,美国学者 M. Calvin 等采用 ^{14}C 示踪技术和层析技术,揭开了植物光合碳循环(C_3 途径)之谜。60年代末期, M. D. Hatch 和 C. R. Slack 又发现了 C_4 双羧酸途径(C_4 途径)。在发现 C_3 、 C_4 途径的同时,人类还发现了光呼吸和景天酸代谢途径以及光敏色素、钙调素等。植物组织培养也取得了飞速发展,并且在生产领域得到广泛应用。近20年来,随着遗传学、分子生物学、基因工程技术的迅速发展,植物生理学的研究正在进入一个崭新的发展阶段,即在分子水平上研究植物的生长、发育、代谢及其与环境的相互作用等重要生命过程或现象的机制以及有效地调控这些生命过程为人类服务方面取得了一系列新成果、新进展。

我国植物生理学起步较晚,发展又缓慢。钱崇澍(1883~1965)1917年在国际刊物上公开发表“钼、锶及铈对水绵的特殊作用”论文,又在各大学讲授植物生理学,他是我国植物生理学的奠基人。20世纪30年代初是我国植物生理学教学和研究的起始期。李继侗(1892~1961)、罗宗洛(1899~1978)和汤佩松(1903~2001)等先后回国,在大学任教,建立实验室,进行科学研究,为我国的植物生理学奠定了基础,他们三人是我国植物生理学的奠基人。新中国成立前,从事植物生理研究的队伍小,设备差,加上颠沛流离,发展极慢。新中国成立后,植物生理学有了较大的发展,具体表现在研究和教学机构剧增,队伍迅速扩大,研究成果众多,其中比较突出的有殷宏章等的作物群体生理研究,沈允钢等证明光合磷酸化中高能态存在的研究,汤佩松等首先提出呼吸的多条途径的论证,姜成后等深入研究细胞原生质的胞间运转等。这些研究在国际上都是较早发现或提出的。近年来,组织培养和细胞培养研究迅速开展,特别在花药和花粉培养、单倍体育种方面做了大量工作,在逆境生理、采后生理等方面都取得可喜的成果。

三、植物生理学与农业生产

农业生产实践孕育了植物生理学,而植物生理学的每一重大成果又使农业技术产生重大变革,极大地提高了产量。例如对矿质营养的研究奠定了化肥生产基础,提供了无土栽培