



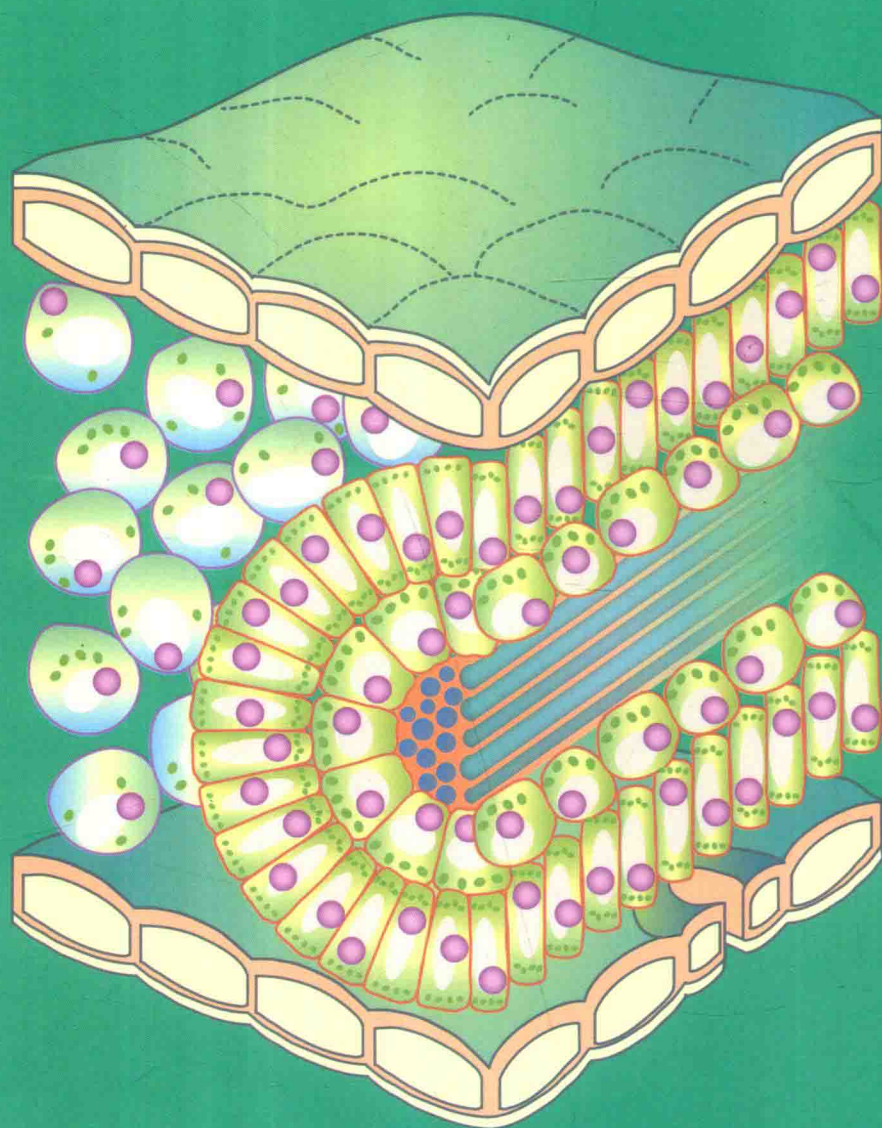
“十二五”普通高等教育  
本科国家级规划教材

# 植物生理学

Plant Physiology

第8版

主编 王小菁



高等教育出版社



“十二五”普通高等教育  
本科国家级规划教材

# 植物生理学

Plant Physiology

第8版

---

主 编	王小菁	
副主编	李 玲	张盛春
编著者	王小菁	李 玲
	张盛春	彭长连
	朱建军	李娘辉
	李海航	施和平
	邢 惕	方 璐

高等教育出版社·北京

## 内容简介

本版教材力求保持前7版逻辑性强、简明扼要、易于自学、与时俱进的特色,并注重联系生产生活实际,体现中国科学家的重要工作,关注全球范围内与植物生理相关的热点和前沿。为充分反映学科发展,对主要植物生理过程所涉及的分子机理以及近年来的一些新发现进行了补充和完善,同时对各篇章安排进行了调整。

全书分为4篇,共13章。第一篇植物的水分和矿质营养,讲述植物的水分生理和矿质营养;第二篇物质代谢和能量转换,包括植物的光合作用、呼吸作用、同化物运输和次生代谢物;第三篇植物的信号转导,包括细胞信号转导、植物生长物质和光形态建成;第四篇植物的生长和发育,包括植物的生长生理、生殖生理、成熟和衰老生理以及植物对胁迫的应答与适应。全书插图进行了重新设计和绘制。

与主教材配套的数字课程,包括知识拓展、重要事件、术语解释、推荐阅读以及参考文献等内容,同时配套了与正文知识点相对应的专题讲座,以满足个性化教学和学习需要。

本书主要作为高等师范院校、综合性大学和农林院校的植物生理学教材,也可供相关领域的科技工作者参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

植物生理学 / 王小菁主编. --8版. --北京:高等教育出版社, 2019.3

ISBN 978-7-04-050044-8

I. ①植… II. ①王… III. ①植物生理学-高等学校-教材 IV. ①Q945

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第017161号

Zhiwu Shenglixue

策划编辑 王莉

责任编辑 田红

封面设计 李小璐

责任印制 尤静

出版发行 高等教育出版社  
社址 北京市西城区德外大街4号  
邮政编码 100120  
印刷 涿州市星河印刷有限公司  
开本 889mm×1194mm 1/16  
印张 23.5  
字数 580千字  
购书热线 010-58581118  
咨询电话 400-810-0598

网址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>  
网上订购 <http://www.hepmall.com.cn>  
<http://www.hepmall.com>  
<http://www.hepmall.cn>  
版次 1979年4月第1版  
2019年3月第8版  
印次 2019年3月第1次印刷  
定价 58.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换  
版权所有 侵权必究  
物料号 50044-00

数字课程 (基础版)

# 植物生理学

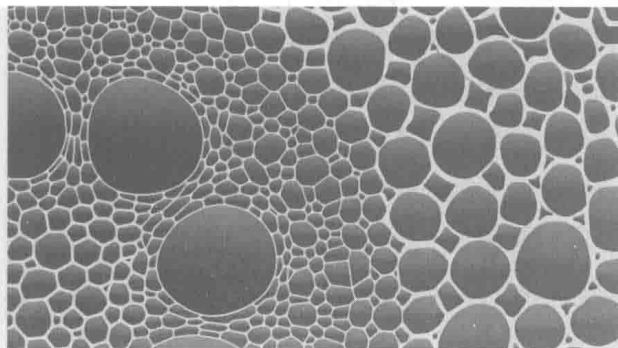
(第8版)

主编 李玲 李娘辉

## 登录方法:

1. 电脑访问 <http://abook.hep.com.cn/50044>, 或手机扫描下方二维码、下载并安装 Abook 应用。
2. 注册并登录, 进入“我的课程”。
3. 输入封底数字课程账号 (20 位密码, 刮开涂层可见), 或通过 Abook 应用扫描封底数字课程账号二维码, 完成课程绑定。
4. 点击“进入学习”, 开始本数字课程的学习。

课程绑定后一年为数字课程使用有效期。如有使用问题, 请点击页面右下角的“自动答疑”按钮。



## 植物生理学 (第8版)

本数字课程与纸质教材一体化设计, 紧密配合。立足全面展现课程知识体系并反映学科快速发展的趋势和成果, 数字课程涵盖了知识拓展、重要事件、术语解释、推荐阅读及参考文献等多种资源, 不仅丰富了知识的呈现形式, 而且立体化的教学设计更加贴合课程教学的实际需要。在提升课程教学效果的同时, 为学生学习提供了更多思考和探索的空间。

用户名:  密码:  验证码:  5360 忘记密码?

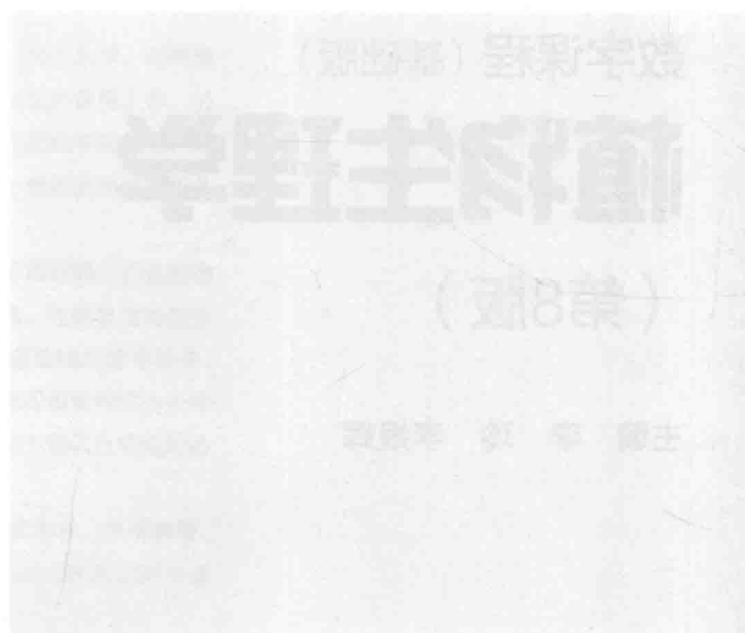
<http://abook.hep.com.cn/50044>



扫描二维码, 下载 Abook 应用

# 植物生理学数字课程 编委会

**主 编** 李 玲 李娘辉  
**副主编** 彭长连 张盛春 胡 博  
**编 委** 李 玲 李娘辉 彭长连  
张盛春 胡 博 王小菁  
朱建军 李海航 施和平  
张立新 王柏臣 邢 惕  
夏光敏 王金祥 刘 林  
钟春梅 刘 星 李丽梅  
任桂萍 邢 岩 方 璐



# 序

潘瑞炽先生是我国老一代著名的植物生理学家。由高等教育出版社出版、潘瑞炽先生主编的《植物生理学》教材从20世纪50年代至今,历经“文革”前2版、“文革”后7版,是我国发行年代最长、使用面最广、影响力最大的植物生理学品牌教材,为我国植物生理学和农业生物学人才培养做出了卓越贡献。潘先生的教材是20世纪80年代最重要的两个《植物生理学》教材之一,也是我大学时代的重要专业参考书。我第一次见到潘先生是在1985年,潘先生在兰州大学讲学,后来多次见面交谈是在我的导师谭克辉先生办公室,先生渊博的知识和开阔的思路,至今印象深刻,学术思想使我受益匪浅。

华南师范大学的王小菁教授在植物发育生理研究方面取得了突出的成绩,在教学方面有丰富的经验。令人高兴的是王小菁教授领衔修订并出版了《植物生理学》第8版。新一版教材一方面继承了前7版简明扼要、适于自学的传统;另一方面与时俱进,通过对各篇章的调整和相关章节的重写和增补,力求体现国内外植物生理学相关领域的研究前沿和进展,注重从分子和细胞水平阐述生理学问题,并将植物生理学原理与全球生态环境、绿色农业、健康医药等重大问题结合起来。此外,由于植物生理学的学科发展日行千里,如何面对挂一漏万的信息爆炸是编写教材需要解决的问题。新一版教材采用主教材讲述核心内容,与之配套的数字课程则通过重要事件、知识拓展、专题讲座、术语解释以及推荐阅读等模块,展示植物生理学重要问题的发现和研究历史、重要概念和内容的研究进展。这样的编排有利于读者在各自感兴趣的领域扩大知识面,更多了解植物生理学相关领域的研究进展,对于掌握知识和建立科学思维有所帮助。

近年来,植物科学的发展十分迅猛,基因组学、转录组学、代谢组学,蛋白质组学等各种组学技术的飞跃发展、基因编辑新技术的不断涌现以及各种显微技术的持续进步都大力推动了从分子、细胞、组织器官乃至整体水平阐明植物生理学问题的机理。我国科学家以水稻和拟南芥等为材料,在植物生理学多个领域如激素、植物株型控制、开花机制、光合作用、光信号转导、低温和盐胁迫信号转导以及广谱抗病机制等研究中都获得了引领国际的卓越成果。在新一版教材中也特别关注了我国科学家相关的研究成果。

植物生理学作为研究植物生命活动规律的科学,是农业、林业、环境生态、食品、医药

等相关产业发展的基础，也是植物科学的一个重要分支。国家在植物科学和农林相关产业持续不断的投入，需要更多高素质的人才。第八版《植物生理学》既具有学科系统性框架，又具有反映学科前沿，以及图文并茂简明扼要等特点，相信该的出版将为我国植物生理学教学和人才培养做出更大的贡献。

种康

2018年12月于北京

# 前言

潘瑞炽先生主编的《植物生理学》教材自 1958 年至 2012 年共出版了 9 版（“文革”前 2 版，“文革”后 7 版）。第 5 版、第 6 版和第 7 版分别被列入普通高等教育“十五”“十一五”和“十二五”国家级规划教材，第 6 版被评为 2009 年普通高等教育精品教材。本教材供高等院校本科生使用，立足于阐明植物生理学基本概念、基本原理和植物生命活动基本规律，联系生产实际和生活实际，力求内容精简扼要，易于自学。

为充分反映学科发展，第 8 版的修订增加了副主编和参编人员，对主要植物生理过程所涉及的分子机理以及近年来的一些新发现进行了补充和完善，同时对各篇章安排进行了调整，主要变动如下：全书由第 7 版的 3 篇改为 4 篇，第一、第二篇及其所涉及各章的名称与第 7 版保持一致；第三篇改为“植物的信号转导”，包括细胞信号转导、植物生长物质和光形态建成等 3 章；第四篇为“植物的生长和发育”，包括植物的生长生理、生殖生理、成熟和衰老生理以及植物对胁迫的应答与适应等 4 章。全书大部分插图进行了重新设计和绘制（方璐负责）。

与第 7 版相比，各章主要修订的内容如下：

绪论（王小菁修订）概述我国近 40 年来植物生理学研究发展。

水分生理（朱建军重写）新增了大气的水势，修订了根系吸收途径示意图，增添了吐水和伤流模型图，改写了植物体内水分的长距离运输、合理灌溉的生理基础。

矿质营养（李娘辉修订）改写了离子的跨膜运输方式，增加了简单扩散、离子通道运输、细胞膜质子泵运输和胞饮作用的示意图，修订了单向运输载体示意图。

光合作用（彭长连修订）新增光合膜蛋白的晶体结构、细胞核与叶绿体间的信号调控、叶绿体蛋白转运机制以及  $C_4$  途径的分类，改写了 Rubisco 和光呼吸的功能。

呼吸作用（施和平修订）改写光合作用与呼吸作用的关系，增加了呼吸作用与农产品加工，调整呼吸作用的指标。

同化物运输（李玲修订）改写同化物运输途径和运输方向，补充了韧皮部装载途径，改写了韧皮部卸出，增加了蔗糖转运蛋白作用机制，补充了磷酸丙糖在同化物配置中的功能。

次生代谢物（李海航修订）新增萜类物质在医药中的应用，改写了酚类化合物的种类，



补充了苯丙素类和黄酮类化合物的生物合成，增加了生物碱的生物合成途径以及次生代谢物的开发利用技术。

细胞信号转导（邢惕、王小菁修订）增加了脂类信号分子，新增 CDPK 的生理功能和植物细胞信号转导的特点。

生长物质（李玲修订）增加了一节介绍植物油菜素甾醇类激素，增补了合成代谢的新内容，强调了稳态的调节，改写了主要的植物激素信号转导通路，增添了独脚金内酯，补充了生长延缓剂抑制赤霉素合成的原因。

光形态建成（王小菁重写）重新撰写并独立成章，增加了紫外光受体，修订了主要的光形态建成反应类型，补充了光形态建成的反应机理。

生长生理（王小菁修订）各节安排有所改动，第一节改为“细胞的生长生理”，并修订了细胞伸展的生理；第二节改为“种子萌发”，包括种子萌发的生理生化变化和种子萌发的调节；第三节增加了根尖和茎尖发育；第四节增补了激素调节顶端优势机制；删除了第五节“植物的光形态建成”（另独立成章）；第五节增补了生理钟的调控。

生殖生理（张盛春修订）增加了植物幼年期向成年期转换的机制，开花素 FT 的运输机制；增补了春化作用的感知和作用机理，修订了花器官发育的 ABCDE 模型和花发育的信号转导网络，改写了花粉管导向和自交不亲和的机理。

成熟和衰老生理（张盛春修订）增补了种子成熟过程中贮藏物质积累的调控机制，果实成熟的分子调控机制，植物激素与休眠调控基因。改写了衰老时的生理生化变化，程序性细胞死亡的特征。增加了植物衰老调控相关的转录因子、细胞自噬、脱落的基因调控等。

植物对胁迫的应答与适应（李玲、张盛春、邢惕重写）各节安排及改动较大，第一节改为“胁迫应答与适应生理通论”，对内容进行了重写；原第二节、第三节和第四节合并为第二节“植物对温度胁迫的应答与适应”；原第五节和第六节合并为第三节“植物对水分胁迫的应答与适应”；第四节“植物对盐胁迫的响应”，增加了 SOS 信号转导途径。第五节“植物的抗病性”，增加了植物的天然免疫系统及抗病机制，以及植物激素在抗病中的功能。

修改和更新了各章的思考题，旨在培养学生利用已学习的专业基础知识分析问题的能力。重新编写和制作了与纸质教材配套的数字课程（<http://abook.hep.com.cn/50044>），包括知识拓展、重要事件、术语解释、推荐阅读以及参考文献等内容。同时配套了与正文知识点相对应的专题讲座，读者可通过微信扫相应位置的二维码付费浏览。这些数字资源增加了知识点广度与深度，以满足个性化教学和学习的需要。

特别感谢种康院士为第 8 版作序。在修订过程中，中国科学院植物研究所童哲先生和山东大学夏光敏教授为主教材的整体布局和修改提出指导性意见；童哲研究员，夏光敏教授，南开大学王宁宁教授，中国科学院上海植物生理与生态研究所刘宏涛研究员，山东大学程爱霞和向凤宁教授，南方科技大学梁建生教授，香港中文大学张建华教授，中国科学院南京土壤研究所施卫明研究员，中国科学院遗传与发育研究所储成才研究员，中国科学院植物研究所张立新、王柏臣、卢从明研究员，中国科技大学苏吉虎教授，兰州大学胡建成教授，华南农业大学侯学文、朱国辉教授、王金祥副教授，临沂大学刘林教授，河南师范大学刘萍教授以及其他高等院校教师对教材的修改和数字课程的编写提供宝贵意见，有的还参与了数字课

程的部分编写；陈凤婷女士协助绘图；张玲瑞博士、文李副教授、李娟副教授帮助查找参考资料。高等教育出版社王莉提出许多宝贵意见和建议，田红、孟丽在文字、图表以及格式方面进行了细致的修改和审定。在此一并表示衷心感谢！

近年来，植物生理学相关研究迅猛发展，新成果、新进展层出不穷，修订教材过程中时时感到自己的知识储备有限，语言能力尚待提高。虽经仔细修改，书中错误之处仍在所难免，希望读者多多指教。

谨以本教材的再版纪念潘瑞炽先生！

王小菁

2018年6月于华南师范大学

◎ 《植物生理学》教材建设历程



# 目录

绪论·····001	
001 一、植物生理学的定义、内容和任务	028 一、作物的需水差异和规律
002 二、植物生理学的产生和发展	028 二、合理灌溉的指标
004 三、植物生理学的展望	029 三、节水灌溉的方法
	029 四、合理灌溉的意义
第一篇	
植物的水分和矿质营养	
第一章 植物的水分生理·····009	第二章 植物的矿质营养·····032
010 第一节 植物和水的关系	033 第一节 植物必需的矿质元素
010 一、植物的含水量和水分状况	033 一、植物体内的元素
013 二、水的性质及其对植物的重要性	033 二、植物必需矿质元素的确定
014 第二节 植物的水分交换	034 三、植物必需矿质元素的生理作用
014 一、水分迁移的方式	038 四、作物缺乏矿质元素的诊断
016 二、植物细胞的水分交换	038 第二节 植物细胞对矿质元素的吸收
018 第三节 根系的水分吸收和远距离运输	038 一、生物膜
018 一、土壤中的水分	039 二、离子的跨膜运输
019 二、根系吸水的途径和动力	047 第三节 植物体对矿质元素的吸收
023 三、植物体内水分的远距离运输	047 一、植物吸收矿质元素的特点
024 第四节 蒸腾作用	048 二、根部对土壤中矿质元素的吸收
024 一、蒸腾作用的定量描述	050 三、叶片对矿质元素的吸收
024 二、气孔蒸腾	051 第四节 矿质元素的运输和利用
026 三、影响蒸腾作用的因素	051 一、矿质元素运输的形式
027 四、蒸腾作用的生理意义	052 二、矿质元素运输的途径
027 第五节 合理灌溉的生理基础	052 三、矿质元素在植物体内的利用
	053 第五节 植物对氮、硫、磷的同化
	053 一、氮的同化
	058 二、硫酸盐的同化
	059 三、磷酸盐的同化
	059 第六节 合理施肥的生理基础
	059 一、作物的需肥规律

061	二、合理追肥的指标	116	一、糖酵解
062	三、发挥肥效的措施	116	二、发酵作用
		117	三、三羧酸循环
		118	四、磷酸戊糖途径
		121	第三节 电子传递与氧化磷酸化
		121	一、电子传递链
		124	二、氧化磷酸化
		126	三、末端氧化酶
		128	第四节 呼吸过程中能量的贮存和利用
		128	一、贮存能量
		129	二、利用能量
		130	三、光合作用和呼吸作用的关系
		130	第五节 呼吸作用的调控
		130	一、巴斯德效应和糖酵解的调节
		131	二、三羧酸循环的调节
		133	三、腺苷酸能荷的调节
		133	第六节 呼吸作用的影响因素
		133	一、内部因素对呼吸速率的影响
		134	二、外界条件对呼吸速率的影响
		135	第七节 呼吸作用与农业生产
		135	一、呼吸作用与作物栽培
		135	二、呼吸作用与粮食贮藏
		136	三、呼吸作用与果蔬贮藏
		136	四、呼吸作用与农产品加工
			第五章 植物同化物的运输……138
		139	第一节 同化物运输的途径和方向
		139	一、运输途径
		142	二、运输方向
		142	三、运输的速率和汁液成分
		144	第二节 韧皮部装载
		145	一、质外体装载途径
		146	二、共质体装载途径
		148	三、扩散途径
		148	第三节 韧皮部卸出
		148	一、韧皮部卸出途径
		150	二、依赖代谢进入库细胞
		150	第四节 韧皮部运输的机理
		150	一、压力流学说
		151	二、胞质泵动学说
		152	三、收缩蛋白学说
			第二篇
			物质代谢和能量转换
			第三章 植物的光合作用……067
068	第一节 光合作用的重要性		
069	第二节 叶绿体及其色素		
069	一、叶绿体的结构和成分		
071	二、光合色素的化学特性		
073	三、光合色素的光学特性		
075	四、叶绿素的合成及降解		
076	第三节 光合作用过程		
077	一、原初反应		
079	二、电子传递		
085	三、光合磷酸化		
087	四、碳同化		
098	第四节 $C_3$ 、 $C_4$ 与 CAM 植物的光合特性比较		
098	一、叶片结构		
098	二、生理特性		
101	第五节 光呼吸		
101	一、光呼吸 ( $C_2$ 环) 的途径		
103	二、光呼吸的生理功能		
104	第六节 影响光合作用的因素		
104	一、外界条件对光合速率的影响		
108	二、内部因素对光合速率的影响		
108	第七节 植物对光能的利用		
108	一、植物的光能利用率		
110	二、提高光能利用率的途径		
			第四章 植物的呼吸作用……113
114	第一节 呼吸作用的概念和生理意义		
114	一、呼吸作用的概念		
115	二、呼吸作用的指标		
115	三、呼吸作用的生理意义		
115	第二节 呼吸代谢途径		

152	第五节 同化物的分布	第八章 植物生长物质……192
152	一、配置	193 第一节 生长素类
153	二、分配	193 一、生长素的种类和化学结构
第六章 植物的次生代谢物……158		194 二、生长素在植物体内的分布和运输
159	第一节 初生代谢物和次生代谢物	197 三、生长素生物合成和降解
160	第二节 萜类化合物	200 四、生长素的信号转导途径
160	一、萜类化合物的种类	202 五、生长素的生理作用和应用
161	二、萜类化合物的生物合成	202 第二节 赤霉素类
162	三、萜类化合物的功能	202 一、赤霉素的结构和种类
164	第三节 酚类化合物	204 二、赤霉素的分布和运输
164	一、酚类化合物的种类	204 三、赤霉素的生物合成与代谢
166	二、酚类化合物的生物合成	206 四、赤霉素的信号转导途径
169	三、酚类化合物的功能与应用	207 五、赤霉素的生理作用和应用
173	第四节 次生含氮化合物	207 第三节 细胞分裂素类
173	一、生物碱	207 一、细胞分裂素的种类和化学结构
177	二、含氰苷	208 二、细胞分裂素的分布和运输
178	三、芥子油苷	209 三、细胞分裂素的生物合成和代谢
178	第五节 次生代谢物的开发利用技术	211 四、细胞分裂素的信号转导途径
178	一、植物细胞、组织与器官培养技术	211 五、细胞分裂素的生理作用和应用
179	二、基因工程技术	212 第四节 乙烯
第三篇		212 一、乙烯的分布、生物合成和代谢
植物的信号转导		215 二、乙烯的信号转导途径
第七章 细胞信号转导……183		217 三、乙烯的生理作用和应用
184	第一节 信号与受体结合	217 第五节 脱落酸
184	一、信号	217 一、脱落酸的化学结构和分布
184	二、受体	218 二、脱落酸的生物合成、代谢和运输
184	第二节 跨膜信号转换	221 三、脱落酸的信号转导途径
184	一、二元系统	222 四、脱落酸的生理作用
185	二、受体激酶	222 第六节 油菜素甾醇类
186	第三节 细胞内信号转导形成网络	222 一、油菜素甾醇的结构和种类
186	一、第二信使	223 二、油菜素甾醇的分布和运输
188	二、蛋白质可逆磷酸化	223 三、油菜素甾醇的生物合成和代谢
190	三、蛋白质降解	224 四、油菜素甾醇的信号转导途径
		225 五、油菜素甾醇的生理作用
		225 第七节 其他天然的植物生长物质
		226 一、水杨酸
		226 二、茉莉素
		227 三、独脚金内酯
		228 四、多胺
		229 五、多肽激素
		230 六、植物激素之间的相互作用

230	第八节 植物生长调节剂	272	一、向性运动
230	一、植物生长促进剂	275	二、感性运动
231	二、植物生长抑制剂	276	三、生物钟
231	三、植物生长延缓剂		
第九章 植物的光形态建成……235		第十一章 植物的生殖生理……280	
237	第一节 光受体	281	第一节 幼年期
238	一、光敏色素	281	一、幼年期的特征
241	二、蓝光受体	282	二、幼年期向成年生殖期转变
242	三、紫外光受体	282	三、提早成熟
243	第二节 光形态建成反应	283	第二节 成花诱导
243	一、反应类型	283	一、春化作用
244	二、主要的反应	285	二、光周期现象
247	第三节 光形态建成的反应机理	288	三、成花诱导的信号转导网络
247	一、细胞膜上的调控	291	四、农业生产上对开花的调控措施
248	二、叶绿体运动的调控	292	第三节 花原基和花器官原基的形成
249	三、细胞核基因表达的调控	292	一、花原基的形成
		292	二、花器官原基的形成
		294	三、影响花器官形成的条件 and 生产应用
		295	四、植物性别分化
		296	第四节 受精生理
		296	一、花粉的成分、寿命和贮存
		296	二、柱头的生活能力
		297	三、外界条件对授粉的影响
		297	四、花粉萌发和花粉管伸长
		299	五、受精后雌蕊的代谢变化
		300	六、自交不亲和性
第四篇		第十二章 植物的成熟和衰老生理……304	
植物的生长和发育			
第十章 植物的生长生理……255		第一节 种子成熟生理	
256	第一节 细胞生长生理	305	一、主要有机物的变化
256	一、细胞分裂的生理	305	二、其他生理变化
257	二、细胞伸展的生理	306	三、外界条件对种子成熟和化学成分的影响
260	三、细胞分化的生理	307	
261	第二节 种子萌发	308	第二节 果实成熟生理
262	一、种子萌发的生理生化变化	308	一、果实的生长
265	二、种子萌发的调节	309	二、呼吸跃变
265	第三节 植物营养器官生长	310	三、肉质果实成熟时的色香味变化
266	一、根尖和茎尖	311	四、果实成熟时植物激素的变化
267	二、营养器官的生长特性	312	五、果实成熟的分子调控机制
268	三、影响营养器官生长的条件	313	第三节 植物休眠的生理
270	第四节 植物生长的相关性	313	一、种子休眠的原因和破除
270	一、根和地上部的相关性		
270	二、主茎和侧枝的相关性		
272	三、营养生长和生殖生长的相关性		
272	第五节 植物的运动		

315	二、延存器官休眠的打破和延长	329	二、植物对逆境胁迫的适应生理
315	<b>第四节 植物衰老的生理</b>	334	三、提高植物抗逆性的途径
316	一、衰老时的生理生化变化	335	<b>第二节 植物对温度胁迫的应答与适应</b>
318	二、影响衰老的条件	335	一、低温胁迫的应答
318	三、植物衰老的原因	336	二、高温胁迫的应答
319	四、植物衰老调控相关的转录因子	337	三、植物对温度胁迫的适应
320	<b>第五节 程序性细胞死亡</b>	338	<b>第三节 植物对水分胁迫的应答与适应</b>
320	一、程序性细胞死亡发生的种类	339	一、水分胁迫的应答
321	二、程序性细胞死亡的特征	340	二、植物对水分胁迫的适应
321	三、细胞自噬与程序性细胞死亡	341	<b>第四节 植物对盐胁迫的响应</b>
322	<b>第六节 植物器官的脱落</b>	341	一、对盐胁迫的应答
323	一、脱落时细胞及生化变化	341	二、对盐胁迫的适应
324	二、脱落的基因调控	342	<b>第五节 植物的抗病性</b>
324	三、脱落与植物激素	342	一、病原微生物对植物的伤害
325	四、环境因子对脱落的影响	343	二、植物响应病原微生物的生理生化变化
		345	三、植物的天然免疫系统及抗病机制
		347	四、植物激素在抗病反应中的功能
			<b>索引……349</b>
<b>第十三章 植物对胁迫的应答与适应……328</b>			
329	<b>第一节 胁迫应答与适应生理通论</b>		
329	一、胁迫对植物的伤害		

# 绪论

## 一、植物生理学的定义、内容和任务

### (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。

植物的生命活动是十分复杂的, 它的内容大致可分为生长发育与形态建成、物质与能量转化、信息传递与信号转导 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植物体积和质量的增加。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。

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, 糖类 (碳水化合物) 的合成与代谢, 以及次生代谢物的合成与代谢等。绿色植物的光合作用将无机物  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$  合成糖类的同时, 将太阳能转变为化学能, 贮存于糖类中, 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) 与信号转导 (signal transduction) 是植物适应环境的重要环节。植物生长在复杂多变的环境中, 必须适应环境有规律的变化或抵抗逆境的变化, 要完成这些任务, 植物必须响应或“感知”环境的变化。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, 即所谓信息传递。例如, 土壤干旱 (物理信号) 时, 根系迅速合成脱落酸, 运送到叶片, 使气孔关闭, 以适应干旱。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。例如赤霉素 (化学信号) 与大麦种子糊粉层细胞质膜上的受体结合, 进入细胞, 经过信号转导系统, 产生  $\alpha$ -淀粉酶。简而言之, 信息传递是指环境的物理或化学信号在器官或组织上的传递, 而信号转导是指细胞水平上的传递。



## （二）植物生理学的任务

植物生理学的任务是研究和了解植物在各种环境条件下进行生命活动的规律和机制，并将这些研究成果应用于一切利用植物生产的事业中。

植物通过光合作用，利用光能同化  $\text{CO}_2$  和其他无机物，形成有机物，作为动物（包括人类）和微生物的食物和能量来源。植物体内的光合产物，通过转变形成各式各样的有机（其中有些是次生代谢物），其中有些有机物又是工业、医药原料或中草药的有效成分。

植物对地表、水域和大气的化学成分产生着巨大的影响，占大气体积 21% 的氧气，就是植物光合过程中释放出来的。植物遗体参与土壤形成的过程；豆科植物与固氮微生物共生的生物固氮，大大丰富了生物圈中流通和积累的总氮量。植物根部吸收矿质元素，对岩石和水流中某些无机元素也起到了集聚作用。

由此可见，植物的生长发育是农业生产和林业生产的中心过程，它为畜牧业和水产业提供了有机物质基础；水土保持和环境净化与植物生长有密切关系；植物合成的生物碱、橡胶、鞣质等又是工业原料或药物的有效成分。我们认识了植物的生理、生化过程和本质，就可以合理地利用光、气、水、土资源，发展农、林、牧业生产，加强生态环境保护，为加快建设现代化强国和实现农业现代化服务。

## 二、植物生理学的产生和发展

早在六七千年以前，我国劳动人民就以农耕为主要生产活动，因此与农业生产密切相关的植物生理学知识就不断得到孕育和总结，内容十分丰富。在《荀子·富国篇》（战国荀况，公元前 3 世纪）里有“多粪肥田”，在《韩非子》（战国韩非，公元前 3 世纪）里记有“积力于田畴，必且粪灌”，说明战国时期古人已十分重视施肥和灌溉。西汉《汜胜之书》（西汉汜胜之，公元前 1 世纪）已记载施肥方式有基肥、种肥和追肥之分，也记载了杂草压青做绿肥的技术。《汜胜之书》提出种子安全贮藏的基本原则：“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。窖麦法必须“日曝令干，及热埋之”，这种“热进仓”的窖麦法民间一直流传至今。《齐民要术》种枣篇中写道，“正月一日日出时，反斧斑驳椎之”，名曰“嫁枣”，可使树干韧皮部受轻伤，有机物质向下运输减少，地上枝条有机营养相应增多，促使花芽分化，有利于开花结实。至今我国果树产区对枣、梨、柿、李等果木所用的“开甲”“割树”“删树”“压枣”“刮皮”等技术，正是“嫁枣”法的演进。这里仅举部分例子说明我国古代劳动人民很早就已有丰富的植物生理学的感性认识和生产经验，但由于时代的限制，当时还不可能上升为理论。

在古时，西欧的罗马人所使用的肥料，除动物的排泄物外，还包括某些矿物质（如灰分、石膏和石灰等）。他们也知道绿肥的作用。他们记载的很多方法和我国总结的相似。

植物生理学的发展大致可分为 4 个时期。

第一时期是植物生理学的孕育时期（16 世纪至 17 世纪）。荷兰的 Van Helmont（1577—1644）是最早进行植物生理学实验的学者，他进行柳树枝条实验，探索植物长大的物质来源。其后，英国的 S. Hales（1672—1761）研究蒸腾作用，从理论上解释水分吸收与转运的道理。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