



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

植物生理学

(第六版)

潘瑞炽 主编

潘瑞炽 王小菁 李娘辉 编著



高等教育出版社
Higher Education Press



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

植物生理学

(第六版)

潘瑞炽 主编

潘瑞炽 王小菁 李娘辉 编著



高等教育出版社
Higher Education Press



内容提要

本书在基本保持第五版体系的基础上,修改或重写部分内容,适当增加本学科的新成就,对分子生物学知识和生化过程亦加以介绍。增设若干窗口,介绍独立的新的问题;每章之后新设名词解释和思考题。全书共分3篇13章,第一篇植物物质生产和光能利用,内容包括植物的水分生理、矿质营养、光合作用;第二篇植物体内物质和能量的转变,内容包括植物的呼吸作用、植物体内有机物的代谢、植物体内有机物的运输;第三篇植物的生长和发育,内容有细胞信号转导、植物生长物质、光形态建成、植物的生长生理、植物的生殖生理、植物的成熟和衰老生理、植物的抗性生理。

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/潘瑞炽主编. —6版. —北京:高等教育出版社, 2008.6

ISBN 978-7-04-023974-4

I. 植… II. 潘… III. 植物生理学 IV. Q945

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第070899号

策划编辑 李光跃 责任编辑 孟丽 封面设计 张楠 责任绘图 尹莉
版式设计 王莹 责任校对 俞声佳 责任印制 朱学忠

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
总机 010-58581000

经销 蓝色畅想图书发行有限公司
印刷 人民教育出版社印刷厂

开本 787×1092 1/16
印张 21
字数 510 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landraco.com>
<http://www.landraco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版次 1989年4月第1版
2008年6月第6版
印次 2008年6月第1次印刷
定价 28.80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 23974-00



序 一

潘瑞炽教授是我国著名的植物生理学家,长期在大学从事植物生理学教学和科学研究。他编写的《植物生理学》大学教材,简明扼要,文字通畅,分量适中,深受读者欢迎。从1958年至今50年来,不断修改,再版八次(“文革”前两版,“文革”后六版),被全国各类高等院校选用,是我国发行时间最长、发行量最大的《植物生理学》教材,对我国植物生理学教学起着很大的作用。我在北京大学学习期间,此书也是“植物生理学”课程的主要参考书,受益不浅。在保持前一版优点的基础上,2008年新版质量又有所提高。例如,修正全书图表与文字的一些错误,加强基本概念的叙述,全书区分必读和选读,重视新成就的介绍,加强理论联系实际,增添复习内容,等等。这些修订,既使学生获得必要的知识,又能满足不同水平学生的要求,无疑,此书是一本符合大学生使用的好教材。

北京大学生命科学学院教授,中国科学院院士

许智宏

2008年2月

植物生理学(第8版)潘瑞炽等编

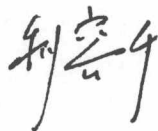
PL 11 R 5 - 2008

序 二

半个世纪以来,潘瑞炽教授从事植物生理学的教学与研究,具有丰富的实践经验,发表了许多论文和专著,为其编著《植物生理学》教材奠定了雄厚、扎实的基础。

1958年出版的潘瑞炽主编的《植物生理学》教材,由于全书内容丰富,分量恰当,逻辑性强,文字精练,组织严密,叙述问题清楚,跟上时代发展,适合同学预习和复习,被全国各类高等院校采用;加上不断再版,教育了多代数以万计的学子,影响面甚广。最近有机会阅读该教材2008年第六版的原稿,发现其质量比第五版又有显著的提高。主要表现在:第一,将全书内容分为必读和选读,满足不同水平同学的要求;第二,修正全书全部文字和图表,减少错误;第三,简化第五版激素信号转导途径的分子生物学内容,变为较易懂的轮廓;第四,重新编写光合作用机理,吸取较新成就(如特殊叶绿素a对将光能直接转变为化学能的光化学反应),深入浅出,比较条理化而且易懂;第五,加强理论联系实际的内容,如控制性分根交替灌溉,测土配方施肥,赤霉素与“绿色革命”;第六,增添评定矿质元素的标准,NO的信号转导,植物激素间与其环境间的交叉反应等;第七,增加较佳图片,如水孔蛋白的“水漏模型”,光电子的电荷分离,花器官发育的ABCDE模型等;第八,加强复习内容。上述改编内容,我确信,符合时代科学的发展和大学生的实际需要,有利于提高教学质量。将会产生重要的影响。

武汉大学生命科学学院教授



2008年2月14日

第六版前言

本教材自 1958 年问世至今,不断修改再版,被全国一些兄弟院校使用,是我国目前影响最大的《植物生理学》教材,对我国植物生理学教学起到了重要的指导作用。本教材立足于阐明植物生理学基本概念和基本原理,联系生产实际和生活实际,内容少而精,适合大学本科使用。

根据学科的发展和教学使用的经验,第六版修订的原则是:①基本保持第五版的结构体系;②修正全书文字和图表的一些错误;③完善基本概念的描述;④修改或重写部分内容;⑤适当增加新成就;⑥在满足教学要求的前提下,以灰背景有无将内容区分为选读或必读,以满足不同学生的要求;⑦增设窗口,介绍独立的新问题,扩充视野;⑧充实复习内容,启发学生深入理解基本原理和联系实际。

与第五版相比,本教材各章具体修订内容如下:

绪论。举例说明植物生理学是农业生产坚强的基础和良好的先导,增加改革开放后我国植物生理学研究蓬勃发展的概况。

水分生理。新增水孔蛋白的水漏模型,重写气孔运动机理,介绍控制性分根交替灌溉。

矿质营养。添加评定植物必需矿质元素的 3 条标准,删去根据生化功能将矿质元素分为 4 组的分法,全面改写细胞对溶质吸收的机制,重写硝酸盐的代谢还原,修改硫酸盐的同化,新写测土配方施肥内容。

光合作用。把第五版“光合作用机制”一节分为三节,即:Ⅰ.光的吸收;Ⅱ.电子传递与光合磷酸化;Ⅲ.碳同化,修改光合作用的能量转变概况,介绍特殊叶绿素 a 对的光化学反应,补充 Hill 反应、增益效应,添加光合电子传递抑制剂的作用位点,新编写了 ATP 合成的机制和卡尔文循环的调节。

呼吸作用。改写 P/O,增补抑制氧化磷酸化的两种方式。

有机物代谢。改写莽草酸途径和木质素的生物合成途径。

有机物运输。改写韧皮部汁液成分,补充营养生长与生殖生长同在时,不同部位叶片光合产物的分配情况。

信号转导。增加 NO 的信号转导。

植物生长物质。重写生长素极性运输,修改生长素的生物合成,新写植物激素突变体,简介植物激素信号转导途径,简化生长素、赤霉素、细胞分裂素、乙烯和脱落酸等五种激素各自的信号转导途径并附简图,新写赤霉素与绿色革命内容,新写植物激素间与其环境间的交叉反应,重写细胞分裂素生物合成途径,修改植物多肽激素,将“植物生长抑制剂”一节改为“植物生长调节剂”一节,内分 3 类。

光形态建成。调节第一、二节内容,增设去黄化反应的信号转导途径。

生长生理。充实种子萌发时的生理生化变化,改写酸-生长假说,重写生理钟,将“程序性细胞死亡”一节调至第十二章,把“植物的生长”改为“植物营养器官的生长”,新写“根和地上部的相关性”和“主茎和侧枝的相关性”,并与“营养生长和生殖生长的相关性”合为“植物生长的相关性”

一节。

生殖生理。新增与开花有关的植物生长调节剂的作用,新增模式植物拟南芥,介绍花器官发育的ABCDE模型,充实成花诱导途径,增写花粉管到达胚珠进入胚囊的途径,重写自交不亲和性。

成熟和衰老生理。另写果实成熟时植物激素的变化,新辟“植物休眠的生理”一节,将第十章的程序性细胞死亡调至该章。

抗性生理。在冷害机理中增加活性氧破坏,改写冻害的机制。

由于全国教学计划未统一,本课程的前置课不尽相同,教学时数又少,学生水平也参差不齐,因此读者对本教材的反映也颇有分歧。本人认为,教材是教与学的基本材料,各校在使用本书时,可根据本校和学生的条件,适当增减内容,以便完成教学任务。

与本教材配套的有《植物生理学学习指导》(第二版),亦将相继出版。

本书修改过程中,得到高等教育出版社王莉、李光跃和孟丽同志的协助,在此,深表感谢!

潘瑞炽

2007年8月

E-mail: panrch@scnu.edu.cn

第五版前言

教材要不断更新,反映科学的新成就,才能满足学生的要求。本书第五版幸蒙列为普通高等教育“十五”国家级规划教材之一。因此,在第四版(2001年出版)的基础上,本书进行了较大的修改。

植物生理学是一门发展迅速的学科。近十多年来,以植物为材料的研究越来越广泛而且深入,从基因水平到性状表达,从细胞分裂到开花结果,更深入地说明植物生命活动的内在变化。因此,本书扼要介绍细胞生长、激素的信号转导途径、成花多因子途径等问题的分子生物学新进展。

增添新的科学成就,以跟上时代。例如,程序性细胞死亡、植物多肽激素、逆境蛋白等。

第七、八、九等3章主要讲授细胞信号转导、植物生长物质和光形态建成等本身的生理变化,至于它们对生长发育具体问题的影响,则分散到以后各处。例如,各种激素的促进细胞伸长作用,则集中在细胞伸长生理一题中。

把一些参考性的材料印为小字体;在每章之后增加思考题。

与第四版相比,本书具体修改的地方是:

绪论 删去较多的我国古代农业生产知识。

第一章 把细胞吸水的吸涨和渗透两种方式改为扩散、集流和渗透三种方式,补充蔗糖和K在气孔一天运动中的变化。

第二章 根据生化功能,将矿物质的生理作用分为5组,增加膜片钳技术,删去生理酸性盐类、生理碱性盐类和单盐毒害,充实硫的同化。

第三章 增添全球生产力,删去藻类的色素和吸收光谱,充实ATP合酶的结构,在卡尔文循环中简化更新阶段,以图代替,改写卡尔文循环调节,改写淀粉和蔗糖合成的调节,将光呼吸独立为一节。

第四章 更改呼吸作用的全貌图,重写糖酵解、发酵、三羧酸循环和戊糖磷酸途径,重写氧化磷酸化、末端氧化酶系统和能量利用率。

第五章 改写萜类对植物的作用,增加植物次生代谢的基因工程一节。

第六章 把同化物的分配一节改为同化产物的分布,包括配置和分配两个步骤。

第七章 全章按照修改的细胞信号转导途径重新编排。

第八章 改写生长素的生物合成和酶促降解,新加生长素的信号转导途径,改写赤霉素的生物合成,新加赤霉素的信号转导途径,改写细胞分裂素的生物合成,新加细胞分裂素的信号转导途径,新加乙烯的信号转导途径,改写脱落酸生物合成和代谢途径,新加脱落酸的信号转导途径。

第九章 改写光敏色素作用机制一节,增加光敏色素接受光刺激后的信号转导途径。

第十章 改写细胞周期及其控制,新写细胞分裂与植物激素一题,增加植物在失重空间的生理变化,重写酸生长假说和细胞伸长与植物激素的关系,新写程序性细胞死亡一节,改写向光性和向重力性运动。

第十一章 改写春化作用的生理生化变化,增加成花诱导的多因子途径,增加自交不亲和性的分子基础。

第十二章 改写植物衰老的原因,新写植物细胞程序性死亡。

第十三章 改写冷害的机制,增加抗冻基因和抗冻蛋白,新写热激蛋白,改写植物对盐胁迫的适应,充实作物对病原微生物的适应。

初稿完成后,承蒙在教学第一线的石德成(东北师范大学)、刘伟(华南农业大学)、余小平(陕西师范大学)、李家儒(武汉大学)、陈京(西南师范大学)、陈善娜(云南大学)、吴国荣、陆长梅(南京师范大学)、黄勤妮(首都师范大学)、瞿伟菁(华东师范大学)等教授、副教授在百忙之中审阅全书内容,提出宝贵意见,非常感谢。本书修改过程中,高等教育出版社的林金安、吴雪梅和王莉等同志也提出指导性意见,在此,深表感谢。

教材要在使用过程中不断修改。希望读者对书中不妥或错误之处,及时指出,以便再版时修改。谢谢!

潘瑞炽

2004年1月于华南师大
E-mail: panrch@scnu.edu.cn

第四版前言

本教材第三版 1995 年问世以来,至今已有五六年了。在此期间,植物生理学飞跃发展,新成就不断出现。为了跟上学科发展,本书有必要做一些修订。修订的原则是:基本保持原有体系;增添近年成熟的新成就;文字上力求精简、通顺;密切联系农业生产。

在 21 世纪之初的今天,分子生物学渗透到植物生理学的每一个领域内,在已有知识的基础上更全面、深入地揭示了植物的生命活动规律,植物生理学不可能不涉及分子生物学的有关研究成果。因此,本版教材在有关章节增添了分子水平的内容,以便更深入地说明其机理。例如,利用基因工程改变花色和延长番茄的后熟期,光敏色素的基因调节假说,细胞信号转导的分子途径,植物激素作用的分子机理,植物抗逆性的分子生物学基础,等等。

植物在长期进化过程中形成信号转导系统,以适应环境的变化,更好地生存。这是植物适应环境的重要内部机制,非常重要。近年来,信号转导是植物生理学研究的热点之一。本书因此新添“植物体内的细胞信号转导”一章,放在第三篇“植物的生长和发育”最前边,介绍信号、受体、信号转导网络和反应等基础知识,为后续各章讨论各生育过程的信号转导打下基础。具体的生理信号转导途径则分散于有关章节中讲授。

长期以来,植物生理学教材中的糖类、脂肪、核酸和蛋白质等物质代谢的内容,与生物化学教材重复。但为了教材的系统性和完整性,一般编者都舍不得割爱。本版教材对这部分内容仍保留原章名“植物体内有机物的代谢”,仅以一节一图概述植物体内各种主要有机物之间的联系,作为一个过渡,而主要讲述植物的次级产物。因为叶绿素、植物激素、花色素、木质素等植物特有的重要有机物都属于次级产物,而生物化学教材则不讨论这些内容。至于蔗糖和淀粉的生物合成,本书将之作为光合产物放在“植物的光合作用”一章中介绍。

植物生殖生理与农业关系极为密切。本版教材从花发育的感受、决定和表达三个环节讨论,加强春化作用机理的讲述,介绍湖北光周期敏感核不育水稻的两个光周期,花器官形成的 ABC 模型和花粉管向胚囊方向生长的可能机理等。

与第三版相比,本版教材在编排上作了一些改动。增添“植物体内的细胞信号转导”一章,删去篇名“植物对不良环境的反应”和“环境污染对植物的危害”一章,加强“植物的抗性生理”一章,将之并入“植物的生长和发育”一篇中。

本版教材是本人和华南师范大学王小菁教授、李娘辉副教授合编的。初稿完成后,承蒙上海植物生理研究所的沈允钢院士、(以下按姓的笔画排列)中国农业大学的王学臣教授、东北师范大学的石德成教授、河北师范大学的孙大业教授、武汉大学的何之常教授、华中农业大学的李合生教授、北京师范大学的张崇浩教授、首都师范大学的邱泽生教授、厦门大学的杨汉金教授、华中师范大学的罗红艺副教授、西南师范大学的谈锋教授、华东师范大学的黄祥辉教授、南京师范大学的魏锦城教授等在百忙之中审查全书内容,提出许多宝贵意见,使本书质量有所提高,编者非常感谢。

教材要在使用中不断修改。编者诚恳地希望读者对书中错误和不妥之处提出意见,作今后

修改用。谢谢!

在本教材第四版即将问世之际,本人对长期合作伙伴董愚得教授在第一、二版的贡献深表谢意,并对他的不幸仙逝深表怀念。

潘瑞炽

2000年4月于华南师范大学

第三版前言

本教材第二版问世以来,至今已有 10 年了。在此期间,植物生理学迅速发展,新成就不断出现,原来教材中有些内容显得过时了,有些新成果又未能反映,所以教材要作修订,以跟上学科的发展。读者在使用本教材过程中,曾提出很好的意见和建议,加上印刷上的一些错误,趁此第三版的机会,加以修正润饰。

第三版修订总的原则是重点在生长发育,兼顾其他章节。我们认为,生长发育是多种代谢的综合反映,密切联系生活实际和生产实际,非常重要。在国家大力提倡为农业生产服务的今天,更应该加强生长发育的生理生化,为农业生产服务架好桥梁。对作为未来中学生物教师的师范院校学生来说,较详细地掌握植物生长发育的内在变化规律,有利于指导中学生的学习,引起他们的学习兴趣,因为中学生会提出许多在生活实际中看到的植物生长发育问题。基于这些原因,第三版教材中对第三篇“植物的生长和发育”各章作了较大的变动和充实:1)增加“光形态建成”一章,因为光敏色素的生理作用极为广泛,光控制植物生长、分化和发育,有必要另成一章,以便系统叙述;2)对“植物生长物质”一章,删去除草剂一节,增添一些新成就,如油菜素内酯、钙调素和多胺等;3)对“植物的生长生理”一章改动较大,较详细讨论细胞分裂、伸长和分化生理;将原来“植物的生长”一节,按茎、根、叶的生长来叙述;最后讨论营养生长和生殖生长的相关。

在其他章节中,第三版也作了一些修改。例如,在“植物体内有机物的转化和运输”一章中,删去“有机物代谢的调节”一节,增添“韧皮部有机物的装载和卸出”等内容。在“植物的抗性生理”一章中,新添“抗性生理通论”一节,讨论抗性生理的共性问题,然后才分别扼要叙述各种抗性的各自特点。

由于长期合作者北京师范大学董愚得教授不幸于 1984 年仙逝,第三版修订工作只好由本人独立完成。但是董教授诚诚恳恳的工作态度和与我愉快共事的情景,使我铭记不忘。

前两版教材分为上下册,使用不大方便,现合为一册。书末增加中英文名词索引,供读者查阅;同时,在英文名词之后,注上国际音标,使学生能正确拼读。此外,感谢华南农业大学周肇基教授提供有关中国古代植物生理学知识的素材。

植物生理学的研究成果浩如烟海,如何选择、吸收和消化各种资料,最终成为教材内容,则颇费思考。本人主观上力求本教材适合教与学;力求加强基础,又重视联系生产。但个人能力有限,惟恐未能达到这个要求,仍请读者不吝指教。

潘瑞炽

1993 年 8 月于华南师范大学

第二版前言

本书第一版是在 1977 年教学计划和教学大纲都未制定的特殊条件下,于极其短暂的时间内编写和印刷的,所以在内容上和文字上都存在一些问题。第一版问世后,得到读者们的鼓励和支持,也承蒙各兄弟院校的师生们提出了不少宝贵意见,深表感谢!

现在,全国试行的教学计划和教学大纲已经制定,编写教材就有个依据;并且第一版已使用了多年,优缺点也逐渐清楚;同时,随着学科的发展和对教材认识的加深,修改教材的条件逐渐成熟。本版是在第一版的基础上,根据教育部颁发的高等师范院校用的植物生理学教学大纲进行修改的。主要变动的地方是:删节了一些与其他课程完全重复的内容(如固氮微生物,脂肪、蛋白质和核酸代谢等),增添了一些必要的内容(如呼吸调节控制等),并增写了“环境污染对植物的影响”一章(由潘瑞炽执笔),调整了个别章节,在文字上也作了一些修改。

作为教材,在分量上要适合教学时数,在叙述上要符合认识规律。编者很想将本教材写为基本教材,将架子搭好,将基本内容讲透,简明扼要,条理清楚,利于自学。这样,教师就有可能补充一些必要的内容,学生就有时间参阅一些必要的课外读物,扩大眼界。不过,这只是主观愿望,能否达到这个要求,还得由读者评论。

编者

1982 年 12 月

潘瑞炽

1983 年 8 月 8 日

第一版前言

本书是根据 1977 年 10 月在成都召开的高等学校理科生物类教材会议上拟定的植物生理学教学大纲编写的。本书共十章,即植物的水分代谢、植物的矿质营养、植物的光合作用、植物的呼吸作用、植物体内有机物的转化和运输、植物的生长物质、植物的生长、植物的成花生理、植物的生殖生理和植物的抗性生理。本书主要供高等师范院校生物系使用,也可供综合大学生物系和其他高等院校有关系科教学使用和参考。

按照教学计划,本课程是在植物学、无机化学、有机化学和生物化学等课程之后开设的,因此,本书是在上述课程基础上讨论植物生理知识,避免一些不必要的重复。本书的体系是以生理功能为主线贯穿各部分,从物质合成和光能利用入手,进一步讨论它们的转变,最终表现于生长发育。这样安排,对各个生理功能叙述,既讨论其群体生理、个体生理,也深入到细胞水平、分子水平,内在联系紧凑,使学生对各功能形成一个整体概念;同时,也符合由浅入深、由易到难和循序渐进的教学法原则。

本书的绪论、第一、二、三、四、五、十章是由华南师范大学潘瑞炽执笔,第六、七、八、九章是由北京师范大学董愚得执笔。初稿完成后,由华东师范大学、北京大学、北京师范学院、华中师范学院、东北师范大学、西南师范学院、陕西师范大学和南京大学等院校的部分教师审稿,倪晋山、余叔文、王天铎、王万里、周佩珍、戴云玲、邵莉眉和吴兆明等同志及各兄弟院校提出许多宝贵意见,在此表示感谢。

在编写过程中,我们注意基本概念,重视基础理论,努力反映新的科学成就,尽力贯彻少而精、理论联系实际的原则。但是,由于我们水平有限,而且时间仓促,书中错误和不妥之处在所难免,请读者批评、指正。

潘瑞炽
董愚得

1979 年 3 月

绪论	1	第一章 植物的水分生理	7
一、植物生理学的定义、内容和任务	1	第一节 植物对水分的需要	8
二、植物生理学的产生和发展	2	一、植物的含水量	8
三、植物生理学的展望	3	二、植物体内水分存在的状态	8
小结	5	三、水分在植物生命活动中的作用	8
复习	5	第二节 植物细胞对水分的吸收	9
		一、扩散	9
		二、集流	9
		三、渗透作用	11
		第三节 根系吸水 and 水分向上运输	14
		一、根系吸水	14
		二、水分向上运输	17
		第四节 蒸腾作用	18
		一、蒸腾作用的生理意义、部位和指标	18
		二、气孔蒸腾	19
		三、影响蒸腾作用的条件	23
		第五节 合理灌溉的生理基础	24
		一、作物的需水规律	24
		二、合理灌溉的指标	25
		三、节水灌溉的方法	25
		四、合理灌溉增产的原因	26
		小结	26
		复习	27
		第一篇 植物的物质生产和光能利用	
		第一节 植物必需的矿质元素	28
		一、植物体内的元素	28
		二、植物必需的矿质元素	28
		三、植物必需矿质元素的生理作用	29
		四、作物缺乏矿质元素的诊断	32
		第二节 植物细胞对矿质元素的吸收	33
		一、生物膜	33
		二、细胞对溶质的吸收	35
		三、液泡膜上的运输蛋白	40
		第三节 植物体对矿质元素的吸收	40
		一、根部对溶液中矿质元素的吸收过程	40
		二、根部对被土粒吸附着的矿质元素的吸收	41
		三、影响根部吸收矿质元素的条件	41
		四、植物地上部分对矿质元素的吸收	43
		第四节 矿质元素在植物体内的运输和分布	43
		一、矿质元素运输的形式	43
		二、矿质元素长距离运输的途径	44
		三、矿质元素在植物体内的分布	44
		第五节 植物对氮、硫、磷的同化	45
		一、氮的同化	45
		二、硫酸盐的同化	49
		三、磷酸盐的同化	50
第二章 植物的矿质营养	28		

第六节 合理施肥的生理基础	50	二、光合电子传递体及其功能	70
一、作物的需肥规律	51	三、光合磷酸化	76
二、合理追肥的指标	52	第五节 光合作用过程(Ⅲ):碳同化	78
三、发挥肥效的措施	53	一、卡尔文循环—— C_3 途径	78
小结	53	二、 C_4 途径	83
复习	54	三、景天酸代谢(CAM)途径	86
第三章 植物的光合作用	56	四、光合作用的产物	87
第一节 光合作用的重要性	56	第六节 光呼吸	89
第二节 叶绿体及其色素	58	一、光呼吸的途径	89
一、叶绿体的结构和成分	59	二、光呼吸的生理功能	92
二、光合色素的化学特性	60	三、 C_3 、 C_4 与CAM植物的光合特性	
三、光合色素的光学特性	62	比较	93
四、叶绿素的形成	64	第七节 影响光合作用的因素	95
第三节 光合作用过程(I):光的		一、外界条件对光合速率的影响	95
吸收	66	二、内部因素对光合速率的影响	99
一、光反应和碳反应	66	第八节 植物对光能的利用	99
二、原初反应	67	一、植物的光能利用率	100
第四节 光合作用过程(Ⅱ):电子		二、提高光能利用率的途径	101
传递与光合磷酸化	69	小结	102
一、光系统	69	复习	103
第二篇 植物体内物质和能量的转变			
第四章 植物的呼吸作用	105	第四节 呼吸过程中能量的贮存和	
第一节 呼吸作用的概念和生理		利用	120
意义	105	一、贮存能量	121
一、呼吸作用的概念	105	二、利用能量	121
二、呼吸作用的生理意义	106	三、光合作用和呼吸作用的关系	121
第二节 植物的呼吸代谢途径	106	第五节 呼吸作用的调节和控制	123
一、糖酵解	106	一、巴斯德效应和糖酵解的调节	123
二、发酵作用	109	二、三羧酸循环的调节	124
三、三羧酸循环	109	三、腺苷酸能荷的调节	125
四、戊糖磷酸途径	111	第六节 影响呼吸作用的因素	126
第三节 电子传递与氧化磷酸化	114	一、呼吸作用的指标	126
一、呼吸链	114	二、内部因素对呼吸速率的影响	126
二、氧化磷酸化	116	三、外界条件对呼吸速率的影响	127
三、线粒体上的末端氧化酶	117	第七节 呼吸作用与农业生产	128
四、线粒体外的末端氧化酶	119	一、呼吸作用与作物栽培	128

二、呼吸作用与粮食贮藏	128	三、药用植物的细胞工程与基因工程	143
三、呼吸作用与果蔬贮藏	129	小结	143
小结	129	复习	144
复习	130		
第五章 植物体内有机物的代谢	131	第六章 植物体内有机物的运输	145
第一节 植物的初生代谢和次生代谢	131	第一节 有机物运输的途径、速率和溶质种类	145
第二节 萜类	132	一、运输途径和方向	145
一、萜类的种类	132	二、运输的速率和溶质种类	147
二、萜类的生物合成	133	第二节 韧皮部装载	148
第三节 酚类	135	一、质外体途径	149
一、酚类的种类	135	二、共质体途径	150
二、酚类的生物合成	135	第三节 韧皮部卸出	151
三、简单酚类	136	一、同化产物卸出途径	151
四、木质素	138	二、依赖代谢进入库细胞	152
五、类黄酮类	139	第四节 韧皮部运输的机理	152
六、鞣质	141	一、压力流学说	152
第四节 含氮次生化合物	141	二、胞质泵动学说	154
一、生物碱	141	三、收缩蛋白学说	154
二、含氰苷	142	第五节 同化产物的分布	154
第五节 植物次生代谢的基因工程	143	一、配置	154
一、花卉育种	143	二、分配	155
二、农作物性状改良	143	小结	157
		复习	158
		第三篇 植物的生长和发育	
第七章 细胞信号转导	159	第八章 植物生长物质	167
第一节 信号与受体结合	161	第一节 生长素类	167
一、信号	161	一、生长素类的种类和化学结构	167
二、受体	161	二、生长素在植物体内的分布和运输	168
第二节 跨膜信号转换	161	三、吲哚-3-乙酸的生物合成和降解	172
第三节 细胞内信号转导形成网络	162	四、生长素的信号转导途径	175
一、Ca ²⁺ /CaM 在信号转导中的作用	162	五、生长素的生理作用和应用	176
二、NO 在信号转导中的作用	163	第二节 赤霉素类	176
三、IP ₃ /DAG 在信号转导中的作用	164	一、赤霉素类的结构和种类	176
四、信号转导中的蛋白质可逆磷酸化	165	二、赤霉素的分布和运输	177
小结	166	三、赤霉素的生物合成与代谢	177
复习	166	四、赤霉素的信号转导途径	179