



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 现代植物生理学

(第3版)

主编 李合生



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 现代植物生理学 (第3版)

## Modern Plant Physiology (Third Edition)

XIANDAI ZHIWU SHENGLIXUE

主编 李合生

## 内容简介

本书第1版入选“面向21世纪课程教材”，第2版入选普通高等教育“十一五”国家级规划教材，本次修订侧重突出前沿、精简课程间交叉内容和配以数字课程，比如将“植物细胞信号转导”单列一章；精简“植物生理学与分子生物学及基因工程”一章；配有50多个知识点的动画彩图形象讲解知识点等。

本书有绪论和正文5篇12章，内容包括：细胞生理——植物细胞的亚显微结构与功能；代谢生理——植物的水分生理、植物的矿质营养、植物的光合作用、植物的呼吸作用、植物体内同化物的运输和分配、植物细胞信号转导、植物生长物质；生长发育生理——植物的生长生理、植物的生殖生理、植物的成熟和衰老生理；环境生理——植物的逆境生理；植物生理学在农业上的应用——植物生理学与现代农业。

本书可用做高等农林院校以及综合性大学、师范院校的植物生理学教材，也可供植物学科各领域的研究人员和科技工作者、中学生物学教师及考研学生参考使用。

## 图书在版编目(CIP)数据

现代植物生理学 / 李合生主编. --3版. --北京 : 高等教育出版社, 2012.6  
ISBN 978-7-04-034007-5

I. ①现… II. ①李… 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(2012)第072339号

策划编辑 孟丽 责任编辑 孟丽 特约编辑 薛秀花 封面设计 张志奇  
版式设计 杜微言 插图绘制 尹莉 责任校对 刘莉 责任印制 尤静

---

出版发行	高等教育出版社	网 址	<a href="http://www.hep.edu.cn">http://www.hep.edu.cn</a>
社 址	北京市西城区德外大街4号		<a href="http://www.hep.com.cn">http://www.hep.com.cn</a>
邮政编码	100120	网上订购	<a href="http://www.landaco.com">http://www.landaco.com</a>
印 刷	北京凌奇印刷有限责任公司		<a href="http://www.landaco.com.cn">http://www.landaco.com.cn</a>
开 本	787mm×1092mm 1/16	版 次	2002年1月第1版
印 张	27		2012年6月第3版
字 数	560千字	印 次	2012年12月第2次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	44.80元
咨询电话	400-810-0598		

---

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 34007-00

## 本书编委会

主编

李合生

副主编

王学奎 夏 凯 苍 晶  
曾汉来 郑彩霞 蔡永萍  
蔡庆生 赵会杰 徐克章  
韩建民 陈 伟 刘 明  
陈疏影 刘延吉

编委 (按编写章次先后排序)

曾汉来 华中农业大学  
李合生 华中农业大学  
陈疏影 云南农业大学  
崔克辉 华中农业大学  
文 涛 四川农业大学

苍 晶 东北农业大学  
丰胜求 华中农业大学  
郑彩霞 北京林业大学  
姚洪军 北京林业大学  
韩建民 河北农业大学  
谢国生 华中农业大学  
赵会杰 河南农业大学  
高俊山 安徽农业大学  
刘延吉 沈阳农业大学  
娄来清 南京农业大学  
夏 凯 南京农业大学  
杨特武 华中农业大学  
黄见良 华中农业大学  
夏新莉 北京林业大学  
王学奎 华中农业大学  
陈 伟 福建农林大学  
蔡庆生 南京农业大学  
于 晶 东北农业大学  
蔡永萍 安徽农业大学  
刘 明 塔里木大学  
徐克章 吉林农业大学



数字课程

# 现代植物生理学

(第3版)

登录方法:

1. 访问 <http://res.hep.com.cn/34007>
2. 输入数字课程账号(见封底明码)、密码
3. 点击“LOGIN”、“进入4A”
4. 进入学习中心

账号自登录之日起一年内有效,过期作废。

使用本账号如有任何问题,

请发邮件至: [lifescience@pub.hep.cn](mailto:lifescience@pub.hep.cn)

登录以获取更多学习资源!

## 现代植物生理学 (第3版)

李合生 主编

内容介绍 | 纸质教材 | 相关资源 | 版权信息 | 联系方式

4A

学习中心

欢迎登录

账号

密码

LOGIN

### 内容介绍

本教材第1版(2002年)入选教育部“面向21世纪课程教材”,第2版(2006年)入选普通高等教育“十一五”国家级规划教材。历经近10年的发行,本教材已然成为高等农林院校使用面最广、影响力最大的植物生理学教材。本次修订在知识内容上,除增添新进展外,对已有体系也进行了适当的精简,更值得一提的是本版特结合数字课程,将拓展内容和丰富的动画、彩图展现给师生,可灵活用于教学。为了增强数字资源内容的系统性,特将各章内容以提要形式放于其上,可引导读者有效学习。

高等教育出版社版权所有 2012

<http://res.hep.com.cn/34007>

试读结束,需要全本请在线购买: [www.cerifongbook.com](http://www.cerifongbook.com)

# 现代植物生理学

## (第3版)

制作人员:

王学奎 魏中海 李合生 崔克辉 杨特武  
丰胜求 黄见良 苍晶 郑彩霞

### 动画彩图目录

- |            |                         |         |                  |
|------------|-------------------------|---------|------------------|
| CT01-01-1  | 植物细胞模式图                 | DH04-08 | 光合反应中心及原初反应      |
| CT01-01-2  | 动物与植物细胞结构比较模式图          | DH04-09 | 电子传递链            |
| CT01-06    | 细胞膜结构模型                 | DH04-15 | 光合电子传递及其磷酸化      |
| CT01-09    | 高尔基体形成示意图               | DH04-16 | 类囊体膜上的 ATPase    |
| CT01-08    | 细胞核结构模式图                | DH04-17 | 光合作用化学渗透学说图解     |
| DH01-02    | 细胞壁的亚显微结构               | DH05-01 | 线粒体结构模式图         |
| DH01-06    | 流动镶嵌模型                  | DH05-03 | 主要呼吸途径及其相互关系     |
| DH01-07    | 磷脂双分子层的共价连接             | DH05-08 | 线粒体电子传递及其磷酸化     |
| DH01-09    | 胞间连丝的超微结构               | DH05-09 | 线粒体膜上的 ATPase    |
| DH01-11    | 微管形成示意图                 | DH05-11 | 呼吸作用的化学渗透假说      |
| DH01-13    | 真核细胞基因表达及其调控            | DH05-13 | 呼吸代谢的概括图解        |
| DH02-03    | 水分子的跨膜转运途径              | DH06-05 | 韧皮部装载示意图         |
| DH02-07    | 根部吸水的途径                 | DH06-09 | 压力流动学说图解         |
| DH02-11    | 钾离子累积学说                 | DH07-01 | 细胞信号转导的分子途径      |
| DH02-12    | 气孔运动机制图解                | DH07-05 | 肌醇磷脂信号传递         |
| DH02-15    | 水分从根部向地上部运输的途径          | DH07-11 | 细胞内钙运输系统         |
| DH03-001-1 | 溶液培养                    | DH08-04 | IAA 的极性运输图解      |
| DH03-001-2 | 溶液培养                    | DH08-06 | 细胞伸长的酸生长理论       |
| DH03-001-3 | 溶液培养                    | DH08-07 | IAA 诱导生长的基因激活假说  |
| DH03-01    | 溶质跨膜转运类型及其模型            | DH08-12 | 赤霉素诱导淀粉酶的合成      |
| DH03-02    | 离子通道假想模型                | DH09-05 | 种子萌发时贮藏物质的动员和再利用 |
| DH03-03    | 膜片钳技术                   | DH09-07 | 土壤干旱时化学信号的产生及转导  |
| DH03-07    | 离子的同向转运及反向转运            | DH09-16 | 光敏色素调控基因表达的信号转导  |
| DH03-08    | ATPase 逆电势梯度主动转运离子的可能机制 | DH09-19 | 根横放时的向地性反应       |
| DH03-09    | 离子的共向转运模型               | DH09-20 | 根的向地性反应          |
| DH03-12    | 根毛区吸收的离子到达输导组织的图解       | DH10-14 | 红光和远红光对植物开花的可逆控制 |
| DH04-01    | 叶绿体结构                   | DH10-17 | 叶片在光周期反应中的作用     |
| DH04-02    | 叶绿体的发育及其亚显微结构           | DH10-18 | 苍耳嫁接实验           |
| DH04-07-1  | 光反应                     | DH12-04 | 冷害的机制图解          |
| DH04-07-2  | 碳同化                     | DH12-14 | 病原菌入侵后植物的防御方式    |

# 序 言

植物生理学是阐述植物生命活动基本规律的科学。“一个好医生必定熟悉人体生理学”，同理，要想在植物科学的基础研究和生产应用中有所创新，也需要学好植物生理学。《现代植物生理学》第2版自发行以来，受到广大读者的好评，已被近60所高等农林、师范、科技院校选作教材。相隔5年，为了与时俱进，体现“现代”两字的含义，李合生教授带领其他编者不辞辛劳，在第2版教材的基础上“精益求精”，编写了第3版教材。该教材的特色如下：

1. 内容的编排更趋合理。在原有体系的基础上，新编了“植物细胞信号转导”和“同化产物的运输和分配”两章。细胞信号转导机制是探索植物生长发育调控和对外界环境响应的基石，掌握其内容是进一步理解现代植物生理学所必需的。将“同化产物的运输和分配”单独成章，使读者更能理解作物产量和质量形成的理论基础，并有助于学好后续的多门课程。

2. 继承了理论联系实际、学以致用传统。新编了“植物生理学与现代农业”内容，力求更加合理地将植物生理学基础理论和现代农林生产实际相结合，这无疑符合新形势下高校重视培养应用型和创新型人才的目标。

3. 全书各章都增添了若干较成熟的新成果：更新了若干重要模式图，如光合磷酸化插图、生长素诱导的早期基因和晚期基因图等；介绍了油菜素甾醇类及一些新的植物激素（植物肽激素、独脚金内酯等）。

4. 与网络出版技术相结合，采用“纸质教材+数字课程”的出版形式，将丰富的拓展内容及动画彩图等放于数字课程上，既方便教学，又利于培养学生自主学习的兴趣。书后附有汉英名词索引，便于读者查阅。全书的文句较精练，深入浅出，图文并茂，便于学生课后复习和读者自学。

我期盼着这本新教材能为我国生物学和农、林业人才的培养，为新世纪的科教事业做出重要的贡献。

周 俊

南京农业大学

中国植物生理学会荣誉会员

2011-09-30



## 第3版前言

普通高等教育“十一五”国家级规划教材《现代植物生理学》(第2版),自2006年7月出版以来,受到国内广大读者的认可,被近60所高等农林、师范、科技院校选用作为本科教材及考研主要参考书,也是多所高等学校国家级、省级精品课程“植物生理学”的首选教材之一。本教材至今取得的这些成果,加之近几年植物生理学研究取得了不少的新理论和新技术,鼓励编者不断地总结和发现教材须提升之处。2011年8月,编者们在华中农业大学召开了“植物生理学”教学研讨会暨本教材第3版修订会议。经研讨,本版修订的主要内容有四:(1)鉴于目前细胞信号转导研究已成为生命科学研究领域的热点,进展很快,并已深入到植物生长发育过程的各个环节,本版将“植物细胞信号转导”单列一章。(2)第2版把光合作用和同化产物的运输和分配结合在一起介绍的,鉴于当前同化产物的运输和分配研究的不断细化和拓展,本版将原光合作用一章内的“同化产物的运输和分配”内容单列为一章。(3)第2版中“植物生理学与分子生物学及基因工程”一章的部分内容属于分子生物学内容,学生可以通过分子生物学必修课或选修课完成,本版将其舍去。(4)为加强教材网络建设,开展立体化教学,本版采用“纸质教材+数字课程”的出版形式,将丰富的拓展内容及动画等放在数字课程上,供学有余力的学生学习。

本版具体修改内容如下:

1. 细胞生理一章,重写细胞壁、植物细胞膜系统,将叶绿体、线粒体等细胞器放入光合作用、呼吸作用中介绍;更新细胞骨架、细胞壁、细胞膜结构的图片;充实植物细胞全能性的应用内容。

2. 植物的水分生理一章,删去水的组成和结构;重写植物细胞吸收水分的两种类型和水分的跨膜运输方式;增加水通道蛋白开关模式图和水分通过植物叶片的途径模式图。

3. 植物的矿质营养一章,扩充无土栽培内容;重写植物细胞对矿质元素的主动吸收内容,更新插图;增加主要营养元素的利用效率和测土配方施肥技术。

4. 光合作用一章,重写光合作用的机制;加强光合链中电子和质子跨膜转移机制内容;更新光合磷酸化插图;增加叶绿体亚显微结构与功能和光能的分配调节与光保护。

5. 呼吸作用一章,简化生化途径的文字介绍;改无氧呼吸为发酵途径;重写呼吸链蛋白复合体内容,更新插图;改写抗氰呼吸;修改补充次级代谢物概念和功能;增加线粒体亚显微结构与功能。

6. 植物体内同化产物的运输和分配一章,从光合作用中独立单列为一章,重写韧皮部装载内容;增加聚合物-陷阱模型;更新压力流动学说内容和插图;增加同化产物的配置。

7. 植物细胞信号转导一章,从植物生长物质一章中独立单写一章,充实植物材





料;加强钙信号系统。

8. 植物生长物质一章,充实生长素“化学渗透极性扩散假说”;更新世界公认的六大植物激素的信号转导途径的分子水平进展;增加第六大植物激素油菜素固醇类;增加新发现的植物激素内容,如植物肽激素、独脚金内酯类等的介绍。

9. 植物的生长生理一章,删去与植物学重复的内容;压缩植物组培技术;修改光形态建成和感性运动,重写光敏色素;增加种子萌发前休眠的破除;增加少量树木生长生理基础知识。

10. 植物的生殖生理一章,更新成花理论和花器官发育ABC模型与ABCDE模型的内容;重写控制植物开花的发育途径;增加春化作用和光周期及自交不亲和的分子机制内容。

11. 植物的成熟和衰老生理一章,增加衰老和脱落生理的分子机制内容,简写程序性细胞死亡。

12. 植物的逆境生理一章,引入“植物的整体抗逆性”,修改冻害、冷害机制,补充热激蛋白的进展,简化涝害、盐害内容,加强抗污染与环保相关内容。

13. 植物生理学与现代农业一章,作为学生延伸学习之用;引入气孔导度与作物产量、改善光合作用提高农作物产量的基因工程内容,补充分子农业新进展。

14. 加强数字课程资源建设,将各章内容提要、拓展内容和匹配知识点的动画放于数字资源中。拓展内容在文中以④知识窗形式列出标题,50多个知识点的动画、彩图以④DH、CT标注,提示学生登录数字课程网站(见数字课程页及书后)学习。

为实现编写一本有特色的优秀教材,我们借鉴了美国 Taiz & Zeiger 主编 *Plant Physiology* 的宝贵经验,组建了一个优秀的多作者团队,每章两位编委,各尽其能,依靠团队的智慧和力量,把第3版教材编得更好。参加本版编写的编委按章节顺序有:曾汉来、李合生、陈疏影、崔克辉、文涛、苍晶、丰胜求、郑彩霞、姚洪军、韩建民、谢国生、赵会杰、高俊山、刘延吉、娄来清、夏凯、杨特武、黄见良、夏新莉、王学奎、陈伟、蔡庆生、于晶、蔡永萍、刘明和徐克章。本教材初稿完成后,由编写人员交叉互审(每章有2~3人互审),全书由李合生统稿,然后又邀请了各兄弟院校在相关领域研究有专长的主讲教师:韩玉珍、李颖章、曾晓春、李家儒、李娘辉、何龙飞、陈大清等专家教授审阅,并提出了许多宝贵意见,在此深表谢意。非常感谢著名植物生理学家周燮教授为本版写了“序言”。高等教育出版社的吴雪梅、孟丽、李光跃等同志,华中农业大学教务处都给予了大力支持、关心及热情指导,在此一并表示感谢!本教材编写中引用了国内外许多有关论文与教材的资料和图表,在此深表谢意。本教材在修订再版过程中,做了很大努力,力求不断提高本教材质量,但书中差错不足之处难免,希望广大读者批评指正,以便本书下次再版时修改。

李合生

2011年9月30日



## 第2版前言

面向21世纪课程教材《现代植物生理学》自2002年1月出版以来,被国内十多所高等学校选用作为本科植物生理学教科书,并于2004年成为国家精品课程“植物生理学”的主干教材之一。鉴于读者在使用本教材过程中提出了一些很好的意见和建议,以及近几年来植物生理学领域的新进展、新成果,需要在教材中有所反映;同时,也发现书中尚有不妥和印刷错误需要更正。在本教材再版之际,由曾汉来主持申报了国家“十五”高等农林院校规划植物生理学立体教材项目中标,《现代植物生理学》被列入国家规划骨干教材。因此,新组建了《现代植物生理学》编写委员会,对原来的面向21世纪课程教材《现代植物生理学》进行一次全面的修订。修订中,基本保持原有体系并作适当调整,内容更新,力求精益求精。

具体修订情况如下:

1. 在章节顺序上,将植物的水分生理列为第2章,植物的矿质营养列为第3章,植物的呼吸作用列为第4章,植物的光合作用列为第5章,第6章以后各章同第1版顺序。

2. 压缩第1章内容,将“细胞信号转导”移至植物生长物质一章。

3. 第2章删去细胞代谢性吸水内容,修改气孔运动机制和植物体内水分跨膜运输的途径和方式(集流概念、水孔蛋白等)及水分上升动力内容。

4. 第3章增加无土栽培内容,重写细胞对矿质元素的吸收,更换一些插图,修改根系吸收离子的特点,增加硫、磷的同化等内容。

5. 第4章修改电子传递链内容,更换呼吸链图;简述3类次生代谢物的合成途径和功能。

6. 第5章修改补充光反应中心、电子传递链内容,更换PS I和PS II蛋白复合体结构图;补充光保护机制内容。

7. 第6章先介绍细胞信号转导,然后再介绍植物激素。为便于教学,仍按每类植物激素的结构、性质、合成降解、作用机制及生产上应用等顺序编写。增加每类激素的信号转导途径,更新一些激素代谢和生理作用等内容。

8. 第7章修改了光敏色素在成花中的作用机制等方面的内容,增加光信号通过光敏色素的信号转导途径;在种子萌发之前先介绍细胞的生长、分化,再写细胞全能性与组织培养;修改向光性内容。

9. 第8章增加开花分子生物学方面的内容,介绍中国科学院植物所在春化作用机制及分子生理方面的研究。

10. 第9章重点介绍植物衰老机制中的自由基损伤假说,简介程序性细胞死亡与衰老之间关系的内容。

11. 第10章将逆境生理通论置于第1节,重点介绍几种逆境生理,更新一部分图;增加逆境下信号转导途径等内容。



12. 第 11 章适当更新内容。

13. 第 12 章增加超级杂交稻及分子农业的新进展等内容。

本书编写分工如下:绪论,曾汉来;前言、第 1 章,李合生;第 2 章,崔克辉;第 3 章,苍晶;第 4 章,韩建民;第 5 章,戴新宾;第 6 章,夏凯;第 7、8 章,王学奎;第 9 章,蔡庆生;第 10 章,蔡永萍;第 11 章,夏凯;第 12 章,陈大清。最后由李合生统稿、定稿。

本教材初稿完成后,承南京农业大学周燮教授精心审校,并提出了许多宝贵的修改意见,深表谢意。本教材在编写中引用了国内外许多有关论文与教材的资料和图表,在此表示感谢。在教材修订出版过程中得到高等教育出版社生命科学分社的大力支持和帮助,非常感谢。本书编写人员力求做到:“内容丰富,取材新颖,图文并茂,精简扼要,概念准确,理论联系实际,通俗易懂,以学为本,便于自学”。但限于水平,书中定有不妥和错误之处,敬请读者批评指正。

**李合生**

2005 年 12 月于华中农业大学



# 第 1 版前言

植物生理学是生物专业和植物生产类各专业的一门专业基础课,也是高等农林院校本科生物系列课程中的骨干课程。因而,植物生理学教材建设备受国内外同行的重视。近年来,国外新版植物生理学教材纷纷登场,像 Salisbury 和 Ross 主编的《Plant Physiology》(1992), Taiz 和 Zeiger 主编的《Plant Physiology, 2nd ed》(1998), Hopkins 主编的《Introduction to Plant Physiology》(1999) 等,这些教材的共同特点是将分子生物学及基因工程的新进展、新成果引入了植物生理学教材。国内近年来出版的植物生理学教材有十多本,其中影响较大的有师范院校潘瑞炽等主编的《植物生理学》(第 3 版)(1995), 农业院校王忠主编的《植物生理学》(2000), 综合性大学曹仪植、宋占午主编的《植物生理学》(1998)。这几本教材内容新,有特色,是一批能够反映近年来植物生理学发展水平的新教材。然而,随着分子生物学、基因工程及环境生态、信息转导研究的迅速发展,教学内容往往跟不上形势发展的要求,教材需要不断充实、修改和更新。1996—2000 年期间,我们结合“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”中关于“高等农林院校本科生物系列课程教学内容和课程体系改革的研究与实践”(04-10)项目研究,编写了这本《现代植物生理学》,并被教育部和高等教育出版社列入“面向 21 世纪课程教材”出版计划,期望能起到与国内已出版的植物生理学教材继承发扬、互补共勉的作用,以适应高等农业教育改革和本科人才培养的需要。

本教材是本项目组研究成员多年辛勤劳动的集体成果。它和其他教材一样,继承发扬了多本国内外传统教材的基本内容和特色,又根据国内外科学技术的新发展,编入了新概念、新技术、新理论及新成果。具体表现在以下几个方面:

1. 根据当今植物生理学研究发展趋势,在教材内容方面,宏观上加强生态、逆境生理等方面的内容;微观上能反映近年来细胞分子水平的研究成果,把分子生物学和基因工程内容渗透到教材的各个章节,并把有关植物生理学的分子生物学和基因工程的基本内容和技术方法、成果单列一章,以引起读者的重视,并且采用小号字排出,不作为课堂讲授内容,仅供有兴趣者自学、参考之用。

2. 坚持理论联系实际,除了单设一章“植物生理学与农业”以外,每章都注重了应用部分的内容,如节水灌溉的原理和技术,植物生长调节剂和植物组织培养技术的应用等。

3. 对植物生理学传统内容不面面俱到,不平均分配,而是突出重点,大胆取舍,重新组合,如将同化物的运输分配的内容合并至光合作用一章,有机结合在一起;删去糖、脂肪、蛋白质、核酸的合成和分解等内容,因为这些知识在《生物化学》教材中有详细介绍;植物矿质营养一章与“植物营养与肥料”教材有不少重复,适当进行了精简。植物激素一章全面更新,改为按类型、代谢、生理作用、机制及应用编写,加强横向比较和相互联系。



4. 本教材的整个系统,从植物生命活动的基本单位——细胞生理讲起,再以代谢生理为基础,全面叙述细胞分裂、分化、生长、运动、开花、结实直至衰老,然后重点介绍了逆境生理,最后是植物生理学的分子基础与应用。

5. 教材内容符合本科教学的基本要求,分量适当(课堂讲授 50 学时),篇幅中等,简明扼要,层次分明,概念准确,重实验证据。按照认识规律论述,文字通顺,图文并茂,便于自学;提出疑难问题,启发读者思维探索。各章中小号字排印内容,供课外参考学习。

6. 每章附有内容提要、思考题及参考文献。书尾附有英汉名词索引和汉英名词对照,便于查阅。

本教材共分 5 篇 12 章,绪论、第 1、2 章由李合生编写,第 3、9 章由孟庆伟编写,第 4、10 章由梁宗锁编写,第 5 章由宋克敏编写,第 6、11 章由夏凯编写,第 7 章由王晓峰编写,第 8 章由王学奎编写,第 12 章由陈大清编写。本教材初稿完成后,南京农业大学周燮教授、西北农林科技大学张继澍教授进行了精心的审校,并提出了许多宝贵的修改意见,我们深表谢意。本教材中引用了国内外许多有关论文和教材的资料和图表,对顺利完成本书编写任务发挥了重要作用;此外,王学奎、蔡刘体、李倩等同志协助打印书稿和绘制部分插图,在此一并表示感谢。

本书的编者,紧密协作,精益求精,力图使本书体现系统性、科学性、先进性及理论联系实际,成为一本具有特色的植物生理学教材。但由于编者水平有限,书中定有不妥和谬误之处,请各位同仁和广大读者批评指正。

**编者**

2001 年 6 月



# 目 录

绪论 .....	1	0.3 植物生理学的发展前景 .....	5
0.1 植物生理学的研究内容和任务 .....	1	0.4 学习植物生理学的要求和方法 .....	8
0.2 植物生理学的产生与发展 .....	2	思考题 .....	8
0.2.1 植物生理学的诞生与成长 .....	2	参考文献 .....	9
0.2.2 中国植物生理学的发展 .....	4		

## I 细胞生理

1 植物细胞的亚显微结构与功能 .....	13	1.3.4 核基质 .....	22
1.1 细胞壁 .....	14	1.4 细胞骨架 .....	23
1.1.1 细胞壁的亚显微结构 .....	14	(知识窗) 01-02 细胞骨架——微管、微丝和 中间纤维	
1.1.2 细胞壁的功能 .....	16	1.5 胞间连丝 .....	23
1.2 植物细胞膜系统 .....	17	1.5.1 胞间连丝的亚显微结构 .....	23
1.2.1 细胞膜的组成成分 .....	17	1.5.2 胞间连丝的功能 .....	23
1.2.2 细胞膜的亚显微结构 .....	20	1.6 植物细胞全能性及其基因表达调控 .....	24
1.2.3 细胞膜的功能 .....	20	1.6.1 植物细胞全能性 .....	24
1.2.4 内膜系统 .....	21	1.6.2 植物细胞基因的结构及其表达调控 .....	25
(知识窗) 01-01 内膜系统——内质网、 高尔基体和液泡		(知识窗) 01-03 植物细胞基因的结构 及其表达调控	
1.3 细胞核 .....	21	本章内容提要 .....	25
1.3.1 核膜 .....	21	思考题 .....	26
1.3.2 染色质 .....	22	参考文献 .....	26
1.3.3 核仁 .....	22		

## II 代谢生理

2 植物的水分生理 .....	29	2.3 植物细胞对水分的吸收 .....	32
2.1 水分在植物生命活动中的作用 .....	29	2.3.1 植物细胞的渗透性吸水 .....	33
(知识窗) 02-01 水的物理化学特性		2.3.2 植物细胞的吸胀吸水 .....	35
2.1.1 植物体内的含水量和水分存在的 状态 .....	29	2.4 水分的跨膜运输 .....	36
2.1.2 水在植物生命活动中的生理作用 .....	30	2.4.1 扩散 .....	36
2.1.3 水在植物生命活动中的生态作用 .....	30	2.4.2 集流 .....	36
2.2 化学势、水势 .....	31	2.4.3 水分的跨膜渗透运动 .....	38
2.2.1 自由能与化学势 .....	31	2.5 土壤中的水分与土壤水势 .....	38
2.2.2 水的化学势与水势 .....	31	(知识窗) 02-02 土壤水特性	
		2.5.1 土壤水势 .....	38





2.5.2 土壤中水分的移动 .....	39	3.4.1 电化学势梯度与离子转移 .....	72
2.6 植物根系对水分的吸收 .....	39	3.4.2 被动吸收 .....	73
2.6.1 根部吸水的区域 .....	40	3.4.3 主动吸收 .....	76
2.6.2 根系吸水方式、途径及其动力 .....	40	3.4.4 胞饮作用 .....	80
2.6.3 根系吸水阻力 .....	42	3.5 植物根系对矿质元素的吸收 .....	80
2.6.4 影响根系吸水的因素 .....	42	3.5.1 根系吸收矿质元素的区域 .....	80
2.7 蒸腾作用 .....	44	3.5.2 根系吸收矿质元素的特点 .....	80
2.7.1 蒸腾作用的概念及生理意义 .....	44	3.5.3 根系吸收矿质元素的过程 .....	81
2.7.2 蒸腾作用的方式及度量 .....	44	3.5.4 外界条件对根系吸收矿质元素的 影响 .....	83
2.7.3 气孔蒸腾 .....	45	3.6 叶片营养 .....	85
2.7.4 影响蒸腾作用的因素 .....	51	3.7 矿质元素在植物体内的运输与分配 .....	86
2.8 植物体内的水分运输 .....	54	3.7.1 矿质元素在植物体内的运输 .....	86
2.8.1 水分运输的途径 .....	54	3.7.2 矿质元素在植物体内的分配 .....	86
2.8.2 水分沿导管或管胞上升的动力 .....	55	3.8 植物对氮、硫、磷的同化 .....	87
2.9 合理灌溉的生理基础 .....	55	3.8.1 氮的同化 .....	87
2.9.1 植物的水分平衡 .....	55	④知识窗 03-01 生物固氮	
2.9.2 作物的需水规律 .....	56	3.8.2 硫的同化 .....	92
2.9.3 合理灌溉的指标 .....	57	3.8.3 磷的同化 .....	92
2.9.4 植物水分利用效率 .....	58	3.9 合理施肥的生理基础 .....	93
2.9.5 合理灌溉增产的原因 .....	58	3.9.1 主要营养元素的利用效率 .....	93
2.9.6 节水灌溉与节水农业 .....	58	3.9.2 作物的需肥特点 .....	94
本章内容提要 .....	60	3.9.3 合理施肥的指标 .....	95
思考题 .....	60	3.9.4 合理施肥与作物增产 .....	97
参考文献 .....	61	本章内容提要 .....	97
<b>3 植物的矿质营养</b> .....	<b>62</b>	思考题 .....	98
3.1 研究植物矿质营养的方法及 无土栽培 .....	62	参考文献 .....	98
3.1.1 灰分分析 .....	62	<b>4 植物的光合作用</b> .....	<b>100</b>
3.1.2 溶液培养法 .....	62	4.1 光合作用概述 .....	100
3.1.3 植物的无土栽培 .....	64	4.1.1 光合作用的发现 .....	100
3.2 植物必需元素及其生理作用 .....	65	4.1.2 光合作用的重要性 .....	101
3.2.1 植物必需元素的标准和分类 .....	65	4.2 叶绿体的结构与光合色素 .....	101
3.2.2 植物必需元素的主要生理作用及其 缺乏症 .....	66	4.2.1 叶绿体的结构与功能 .....	101
3.3 有益元素与有害元素 .....	70	4.2.2 光合色素的结构与光化学特性 .....	103
3.3.1 有益元素 .....	70	4.2.3 叶绿素的生物合成及降解 .....	107
3.3.2 有害元素 .....	71	4.2.4 叶绿素蛋白复合体 .....	109
3.4 植物细胞对矿质元素的吸收 .....	71	4.3 光合作用的机制 .....	110
		4.3.1 光能的吸收传递与转换 .....	110



4.3.2 光合电子传递与质子转移 .....	112	5.4.2 丙酮酸有氧分解的调节 .....	162
4.3.3 光合磷酸化 .....	118	5.4.3 磷酸戊糖途径的调节 .....	163
4.3.4 光能的分配调节与光保护 .....	120	5.4.4 电子传递途径的调节 .....	163
④知识窗 04-01 光能分配与保护作用详解		5.4.5 能荷调节 .....	163
4.3.5 光合作用的碳同化 .....	121	5.5 呼吸代谢能量的贮存和利用 .....	164
4.3.6 光合作用的产物 .....	127	5.5.1 呼吸代谢能量的贮存 .....	164
4.4 光呼吸 .....	129	5.5.2 呼吸代谢能量的利用 .....	164
4.4.1 光呼吸的生化途径 .....	129	5.6 呼吸代谢与其他物质代谢 .....	165
4.4.2 光呼吸的生理功能 .....	130	5.6.1 呼吸代谢与初生代谢的关系 .....	165
4.5 光合作用的生理生态 .....	131	5.6.2 呼吸代谢与次级代谢的关系 .....	166
4.5.1 光合速率及测定 .....	131	④知识窗 05-02 含氮次级代谢物详解	
4.5.2 影响光合作用的因素 .....	131	5.7 呼吸作用的指标及影响因素 .....	170
4.5.3 光合作用与作物产量 .....	138	5.7.1 呼吸作用的指标 .....	170
本章内容提要 .....	141	5.7.2 呼吸商的影响因素 .....	170
思考题 .....	141	5.7.3 呼吸速率的影响因素 .....	171
参考文献 .....	142	5.8 呼吸作用与农业生产 .....	173
<b>5 植物的呼吸作用</b> .....	143	5.8.1 种子的呼吸与贮藏 .....	173
5.1 呼吸作用的概念及其生理意义 .....	143	5.8.2 果实、块根、块茎的呼吸作用与贮藏 .....	174
5.1.1 呼吸作用的概念 .....	143	5.8.3 呼吸作用与作物栽培 .....	174
5.1.2 呼吸作用的生理意义 .....	144	本章内容提要 .....	175
5.1.3 线粒体的亚显微结构及功能 .....	145	思考题 .....	175
5.2 呼吸代谢途径的多样性 .....	145	参考文献 .....	176
5.2.1 糖酵解 .....	146	<b>6 植物体内同化产物的运输与分配</b> .....	177
5.2.2 发酵途径 .....	148	6.1 植物体内同化产物的运输 .....	177
5.2.3 三羧酸循环 .....	149	6.1.1 同化产物运输的途径及研究方法 .....	177
5.2.4 磷酸戊糖途径 .....	151	6.1.2 韧皮部溶质的种类及研究方法 .....	179
5.2.5 乙醛酸循环 .....	153	6.1.3 同化产物运输的方向与速率 .....	180
④知识窗 05-01 乙醛酸循环的化学过程和生理意义		6.2 同化产物的装载与卸出 .....	181
5.2.6 乙醇酸氧化途径 .....	153	6.2.1 同化产物在源端韧皮部的装载 .....	181
5.3 电子传递与氧化磷酸化 .....	153	6.2.2 同化产物在库端的卸出 .....	184
5.3.1 电子传递链 .....	154	6.3 韧皮部同化产物运输的机制 .....	185
5.3.2 氧化磷酸化 .....	156	6.4 同化产物的配置和分配 .....	186
5.3.3 呼吸链电子传递途径的多样性 .....	158	6.4.1 同化产物的配置 .....	187
5.3.4 末端氧化系统的多样性 .....	159	6.4.2 同化产物的“源”、“库”、“流” .....	188
5.3.5 抗氰呼吸及其生理意义 .....	160	6.4.3 同化产物分配的特点 .....	188
5.4 呼吸作用的调节 .....	162	6.4.4 同化产物的分配与产量的关系 .....	189
5.4.1 糖酵解的调节 .....	162	6.5 同化产物运输与分配的调控 .....	190



6.5.1 代谢调控	191	7.6.1 植物细胞钙离子动态及其 调控机制	207
6.5.2 激素调控	191	7.6.2 植物细胞钙离子信号特异性的 产生	211
6.5.3 环境因素调控	191	④知识窗 07-06 植物细胞 $\text{Ca}^{2+}$ 信号特异性的 产生详解	
本章内容提要	192	7.6.3 钙信号的产生、终止及传递途径	211
思考题	192	④知识窗 07-07 钙信号的产生、终止及时 空性详解	
参考文献	193	7.6.4 植物细胞 $\text{Ca}^{2+}$ 信号的 下游靶蛋白	212
<b>7 植物细胞信号转导</b>	<b>194</b>	7.7 蛋白质的可逆磷酸化及其对基因 转录水平的调控	213
7.1 细胞间通讯方式与信号传递	194	7.7.1 蛋白质的可逆磷酸化	213
7.1.1 细胞间通讯方式	194	7.7.2 蛋白质可逆磷酸化对基因转录水平的 调控	215
7.1.2 胞外刺激信号传递	195	④知识窗 07-08 蛋白质可逆磷酸化对基因转录 水平的调控详解	
7.2 受体、G 蛋白与跨膜信号转导	197	本章内容提要	215
7.2.1 受体	197	思考题	215
④知识窗 07-01 膜受体主要的三种类型		参考文献	216
7.2.2 GTP 结合调节蛋白	198	<b>8 植物生长物质</b>	<b>217</b>
④知识窗 07-02 植物异三聚体 G 蛋白组成及 结构特点		8.1 植物生长物质的概念和种类	217
④知识窗 07-03 植物小 G 蛋白的结构与 功能		8.2 生长素类	218
7.3 cAMP 信号转导	199	8.2.1 生长素类的发现、分布和 化学结构	218
7.3.1 cAMP 的发现及第二信使学说的 提出	200	8.2.2 吲哚乙酸的代谢和运输	218
7.3.2 cAMP 信号转导通路	201	④知识窗 08-01 吲哚乙酸的运输详解	
④知识窗 07-04 cAMP 的产生及其作用的 靶分子		8.2.3 生长素类的生理作用	223
7.4 植物细胞中 cAMP 的生理调节功能	202	8.2.4 生长素类的作用机制及 信号转导途径	224
7.4.1 调控离子通道	202	8.3 赤霉素类	227
7.4.2 参与植物细胞生长	202	8.3.1 赤霉素类的发现和化学结构	227
7.4.3 参与逆境胁迫的信号转导	202	8.3.2 赤霉素类的代谢和运输	228
7.4.4 参与植物抗病	202	8.3.3 赤霉素类的生理作用	230
7.5 肌醇三磷酸 / 二酰甘油信号转导	203	8.3.4 赤霉素作用机制及信号转导 途径	231
7.5.1 肌醇磷脂信号分子的产生与灭活	203	8.4 细胞分裂素类	234
④知识窗 07-05 双信使的产生、 $\text{IP}_3$ 的 灭活和 DAG 的降解			
7.5.2 $\text{IP}_3/\text{Ca}^{2+}$ 和 DAG/PKC 信号 传递途径	203		
7.5.3 植物细胞的肌醇磷脂信息传递系统的 生理调节功能	206		
7.6 植物钙信号转导	207		

