

现代植物生理学 学习指南

李合生 主编



高等教育出版社
Higher Education Press

现代植物生理学 学习指南

李合生 主编



高等教育出版社
Higher Education Press

内容简介

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材《现代植物生理学》(第2版)的配套学习辅导教材,也是“植物生理学”立体化教材之一。其内容涉及植物细胞生理、代谢生理、生长发育生理、环境生理、植物生理学的分子基础和应用。本书共分为12章。书中各章节与新出版的“十一五”国家级规划教材《现代植物生理学》(第2版)保持一致。各章由学习内容要求(了解内容、熟悉内容、掌握内容)、学习内容提要(基本内容、重点内容)、自测试题、自测试题参考答案及启发性思考题组成。题型分为名词解释、缩写符号翻译、填空题、选择题(单选和多选)、是非判断题及简答题、论述题。书后附有近几年来中国农业科学院、中国林业科学研究院及多所高等农业院校考研试题,供考研人员参考。

本书编写内容信息量大、题型多样化、简明扼要、通俗易懂、适应面广,可供高等农林院校、师范院校、综合性大学的本科生、成人教育学院学生、考研人员及专升本考生自学复习之用。

图书在版编目(CIP)数据

现代植物生理学学习指南 / 李合生主编. —北京: 高等教育出版社, 2007.3

ISBN 978-7-04-020759-0

I. 现… II. 李… III. 植物生理学—高等学校—教学参考资料 IV. Q945

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 008408 号

策划编辑 李光跃 责任编辑 丁燕娣 封面设计 张楠
版式设计 王莹 责任校对 殷然 责任印制 陈伟光

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 100011

总机 010-58581000

经销 蓝色畅想图书发行有限公司

印刷 北京民族印刷厂

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.landaco.com>

<http://www.landaco.com.cn>

畅想教育 <http://www.widedu.com>

开本 787 × 1092 1/16

印张 16.25

字数 400 000

版次 2007年3月第1版

印次 2007年3月第1次印刷

定价 20.60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 20759-00

《现代植物生理学学习指南》编写人员

主 编：李合生（华中农业大学）

副主编：夏 凯（南京农业大学）

王学奎（华中农业大学）

崔克辉（华中农业大学）

韩建民（河北农业大学）

参 编：曾汉来（华中农业大学）

苍 晶（东北农业大学）

蔡庆生（南京农业大学）

蔡永萍（安徽农业大学）

陈大清（长江大学）

前 言

为配合普通高等教育“十一五”国家级规划教材《现代植物生理学》(第2版)的自学以及帮助本科生和考研人员系统复习植物生理学,我们在高等教育出版社的大力支持下,组织全国多所农业院校从事大学本科教学有丰富教学经验的骨干教师,集体编写了《现代植物生理学学习指南》,作为“植物生理学”立体化教材的配套系列教材之一。

在本书编写过程中,主要是参考李合生主编的“十一五”国家级规划教材《现代植物生理学》(第2版)、潘瑞炽主编的《植物生理学》(第5版)及李合生主编的《植物生理学学习指导与题解》(2003年)等。其内容涉及植物细胞生理、代谢生理、生长发育生理、环境生理、植物生理学的分子基础和应用。本书共分12章。书中各章节与新出版的规划教材《现代植物生理学》(第2版)保持一致。各章由学习内容要求(了解内容、熟悉内容、掌握内容)、学习内容提要(基本内容、重点内容)、自测试题、自测试题参考答案及启发性思考题组成。题型分为名词解释、缩写符号翻译、填空题、选择题(单选和多选)、是非判断题及简答题、论述题。书后附有近几年来中国农业科学院、中国林业科学研究院及多所高等农业院校考研试题,供考研人员参考。

本书编写内容信息量大、题型多样化、简明扼要、通俗易懂、适应面广,可供高等农林院校、师范院校、综合性大学的本科生、成人教育学院学生、考研人员及专升本考生自学复习之用。

本书由李合生(编写第1章、第5章)主编,夏凯(编写第6章、第11章)、王学奎(编写第7章、第8章)、崔克辉(编写第2章)、韩建民(编写第4章)为副主编,参加编写人员有曾汉来(编写绪论)、苍晶(编写第3章)、蔡庆生(编写第9章)、蔡永萍(编写第10章)、陈大清(编写第12章)。

限于编者的水平,书中的错误和不妥之处,敬请读者批评指正。

李合生

2006年10月于华中农业大学

目 录

绪论	1	5.5 启发性思考题	96
0.1 学习内容要求	1	第6章 植物生长物质	97
0.2 学习内容提要	1	6.1 学习内容要求	97
0.3 自测试题	2	6.2 学习内容提要	97
0.4 自测试题参考答案	2	6.3 自测试题	100
0.5 启发性思考题	6	6.4 自测试题参考答案	106
第1章 植物细胞的超微结构与功能	7	6.5 启发性思考题	114
1.1 学习内容要求	7	第7章 植物的生长生理	115
1.2 学习内容提要	7	7.1 学习内容要求	115
1.3 自测试题	10	7.2 学习内容提要	115
1.4 自测试题参考答案	13	7.3 自测试题	118
1.5 启发性思考题	18	7.4 自测试题参考答案	123
第2章 植物的水分代谢	19	7.5 启发性思考题	131
2.1 学习内容要求	19	第8章 植物的生殖生理	132
2.2 学习内容提要	19	8.1 学习内容要求	132
2.3 自测试题	21	8.2 学习内容提要	132
2.4 自测试题参考答案	26	8.3 自测试题	135
2.5 启发性思考题	34	8.4 自测试题参考答案	141
第3章 植物的矿质营养	35	8.5 启发性思考题	149
3.1 学习内容要求	35	第9章 植物的成熟和衰老生理	150
3.2 学习内容提要	35	9.1 学习内容要求	150
3.3 自测试题	37	9.2 学习内容提要	150
3.4 自测试题参考答案	43	9.3 自测试题	152
3.5 启发性思考题	53	9.4 自测试题参考答案	155
第4章 植物的呼吸作用	54	9.5 启发性思考题	163
4.1 学习内容要求	54	第10章 植物的逆境生理	164
4.2 学习内容提要	54	10.1 学习内容要求	164
4.3 自测试题	57	10.2 学习内容提要	164
4.4 自测试题参考答案	62	10.3 自测试题	166
4.5 启发性思考题	70	10.4 自测试题参考答案	172
第5章 植物的光合作用	71	10.5 启发性思考题	184
5.1 学习内容要求	71	第11章 植物生理学的分子基础和应用	185
5.2 学习内容提要	71	11.1 学习内容要求	185
5.3 自测试题	74	11.2 学习内容提要	185
5.4 自测试题参考答案	83	11.3 自测试题	186

11.4	自测试题参考答案	190	华中农业大学 2005 年硕士研究生入学考试试题 (植物生理学)	231
11.5	启发性思考题	195	华中农业大学 2006 年硕士研究生入学考试试题 (植物生理学)	234
第 12 章	植物生理学与农业应用	196	东北农业大学 2003 年攻读硕士研究生入学考试 试题(植物生理学)	237
12.1	学习内容要求	196	东北农业大学 2003 年攻读博士研究生入学考试 试题(植物生理学)	239
12.2	学习内容提要	196	东北农业大学 2004 年攻读硕士研究生入学考试 试题(植物生理学)	240
12.3	自测试题	198	东北农业大学 2005 年攻读博士研究生入学考试 试题(植物生理学)	242
12.4	自测试题参考答案	203	东北农业大学 2005 年攻读硕士研究生入学考试 试题(植物生理学)	243
12.5	启发性思考题	212	中国林业科学研究院 2004 年硕士学位研究生入 学考试试题(植物生理学)	245
例卷		213	中国林业科学研究院 2005 年硕士学位研究生入 学考试试题(植物生理学)	248
	南京农业大学 2004 年攻读硕士学位研究生入学 考试试题(植物生理学)	213	中国农业科学院研究生院 2004 年硕士研究生入 学考试试题(植物生理生化)	250
	河北农业大学 2003 年硕士研究生《植物生理学》 试题(植物学专业)	220	中国农业科学院研究生院 2005 年硕士研究生入 学考试试题(植物生理生化)	252
	河北农业大学 2003 年硕士研究生《植物生理学》 试题(农学、植保、园艺等专业)	222		
	安徽农业大学 2003 年招收硕士生入学考试试题 (植物生理学)	224		
	安徽农业大学 2004 年招收硕士生入学考试试题 (植物生理学)	225		
	安徽农业大学 2005 年招收硕士生入学考试试题 (植物生理学)	227		
	华中农业大学 2004 年硕士研究生入学考试试题 (植物生理学)	229		

绪 论

0.1 学习内容要求

了解植物生理学的概念、研究内容及任务;其次是了解植物生理学的产生和发展趋势及学习方法。

0.2 学习内容提要

0.2.1 植物生理学的研究内容和任务

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。

植物生理学研究对象是高等绿色植物,研究内容包括:细胞生理、代谢生理、生长发育生理、逆境生理以及植物生理学的分子基础和生产应用。

植物生理学的任务:在不同层次(基础、应用)、不同领域(宏观、微观)、不同水平(分子、细胞、组织、器官、个体和群体)上,研究和了解植物在各种环境条件下进行物质代谢、能量转化、信息传递和信号转导及形态建成等生命活动的规律和机制,并服务于祖国的农业现代化建设。

0.2.2 植物生理学的产生和发展

植物生理学既是一门基础理论学科,也是一门实践性很强的学科,它的诞生和发展与农业生产有着极为密切的关系。植物生理学在农业现代化中占有非常重要的地位,因此,对于农林院校的本科学生来说,必须对植物生理学的学习给予高度重视。

植物生理学是一门实验性科学,它是从植物学这门古老的科学中分化而来的,随着生产力的发展以及其他基础学科的发展而发展的,大致经历了以下3个阶段。

第一阶段:植物生理学的奠基阶段。从植物生理学尚未形成独立的科学体系之前,直到矿质营养学说的建立。

第二阶段:植物生理学诞生与成长阶段。从1840年Liebig建立营养学说时起,直到19世纪末植物生理学逐渐形成独立体系。

第三阶段:植物生理学的发展阶段。从20世纪初到现在,它逐渐在植物学科中占中心地位,所有各个植物学的分支都离不开植物生理学。

我国现代植物生理学的研究起步较晚。第一个发表植物生理学方面科学论文的是钱崇澍,他于1917年在国外的杂志上发表了一篇有关离子吸收的论文。20世纪30年代初,罗宗洛、李继侗、汤佩松分别从日本和美国留学归来,在中山大学、武汉大学、中央(南京)大学建立了植物

生理的教学和研究中心,他们三人是我国植物生理学的奠基人。新中国成立后,殷宏章、沈允钢、汤佩松、姜成后、匡廷云等在作物群体生理、光合作用、呼吸作用、物质运转等方面做了很多研究工作,有的曾接近于当时的国际先进水平,甚至居于领先的地位。

0.2.3 植物生理学的发展趋势

21世纪是生命科学的世纪,而且是一个各学科相互渗透与相互交融的“大生物学”时代,植物生理学研究的发展趋势可归纳以下几个方面。

(1) 与其他学科交叉渗透,从研究生物大分子到阐明个体生命活动功能、生产应用与环境生态相结合。

(2) 对植物信号传递和转导的深入研究,将为揭示植物生命活动本质,调控植物生长发育开辟新的途径。

(3) 植物生命活动过程中物质代谢和能量转换的分子机制及其基因表达调控仍将是研究的重点。

0.2.4 学习植物生理学的方法

为学好植物生理学,必须要正确的观点和方法。首先,要建立历史的观点、发展的观点。既要了解植物生理学的过去和现在,又要知道本学科的发展趋势。其次,要坚持理论联系实际。在学习植物生理学的理论知识一定要认真学习相关研究的实验设计思路、方案、方法及实验结果和结果分析,掌握科学实验的方法,加强实验技能的训练。

0.3 自测试题

1. 什么叫植物生理学?
2. 植物生理学研究和任务是什么?
3. 植物生理学是如何诞生和发展的? 从中可以得到哪些启示?
4. 21世纪植物生理学的发展趋势如何?
5. 简述中国植物生理学的过去、现在和未来。
6. 怎样才能学好植物生理学?

0.4 自测试题参考答案

1. 答:植物生理学是研究植物生命活动规律及其与环境相互关系的科学。在细胞结构与功能的基础上研究植物感受环境刺激的信号转导、能量代谢、物质代谢。

2. 答:植物生理学研究的内容包括:细胞生理、代谢生理、生长发育生理、逆境生理以及植物生理学的分子基础和生产应用。

植物生理学研究的任务包括:① 以实践为手段,应用观察分析的方法,研究植物生命活动规律,为生产实践提供理论依据。② 通过提高单产,增加产量,解决粮食问题。③ 解决能源问题。人工模拟光合作用,截获叶绿素受光激发时最初释放的高能电子,在常温常压下产生不污染的能

源。④ 维持生态平衡。大气中 20% 的氧分压主要是靠绿色植物的光合作用提供的。

3. 答:植物生理学的诞生和发展,以及从中得到的启示如下。

(1) 诞生和发展 植物生理学既是一门基础理论学科,也是一门实践性很强的学科,它的诞生和发展与农业生产有着极为密切的关系。远在科学的植物生理学诞生之前,劳动人民通过生产实践对植物的生命活动就已经积累了丰富的感性知识。14—15 世纪,资本主义的生产方式在封建制度内部萌芽,开始了文艺复兴时代,促使人们的思想从神学的观念中解放出来,回到物质世界,生产、商业以及技术都要求对自然及其他现象进行研究,这时自然科学和技术都有了一定的发展,描述的植物生理学已经出现。

其发展大致经历了以下 3 个阶段:

第一阶段:植物生理学的奠基阶段。从植物生理学尚未形成独立的科学体系之前,直到矿质营养学说的建立。

1627 年,荷兰人 J. B. van Helmont 做柳枝实验,意识到土壤中有植物生长必需的物质存在,预示了植物对矿质营养和水分的需求。

1779 年,氧的发现者英国的 J. Priestley 发现绿色植物具有放氧的作用。

1779 年,荷兰的 Jan Ingenhousz 指出植物只有在光下才能放氧,在黑暗中则放出二氧化碳。

1804 年,瑞士的 N. T. de Saussure 利用定量化学实验证明,植物在光下吸收的二氧化碳与放出的氧气有等量关系。并指出二氧化碳同化的产物是糖和淀粉,光是推动此过程的动力,将叶片中的绿色色素定名为叶绿素(chlorophyll)。氮素是以无机盐的形式从土壤中吸收来的。

第二阶段:植物生理学诞生与成长阶段。

1840 年德国的化学家 J. von Liebig 创立植物矿质营养学说。指出除了碳素来自空气以外,植物体内所有的矿物质都是从土壤中得到的。

1845 年德国学者 J. R. Mayer 提出光合作用中积累的化学能来自于太阳能。

1859 年德国学者 J. von Sachs、W. Knop、W. Pfeffer 等人创立植物的无土栽培技术,对矿质营养研究做出巨大贡献。

1882 年 J. von Sachs 撰写《植物生理学》讲义以及课程的问世。

1904 年 J. von Sachs 的弟子 W. Pfeffer 出版了三卷本《植物生理学》巨著。J. von Sachs 和 W. Pfeffer 被称为植物生理学的两大先驱。

19 世纪自然科学的三大发现:细胞学说、能量守恒定律、进化论的建立,以及之后的物理化学、生物化学、遗传学的发展,为植物生理学的发展提供了新理论、新方法。

第三阶段:植物生理学的迅速发展阶段。

1920 年美国学者 W. W. Garner and H. A. Allard 发现光周期现象,使发育生理获得新进展。同时,物理学、化学的发展以及技术、设备、方法的进步,使得植物生理学的各个领域都取得了突飞猛进的发展。

20 世纪 30—60 年代相继发现了五大类植物激素。50 年代,美国学者 M. Calvin 等发现植物光合碳循环的 C_3 途径。60 年代末期, M. D. Hatch and C. R. Slack 发现植物光合碳循环的 C_4 途径。同时,还发现了光呼吸、CAM 途径、光敏色素、钙调素等,植物组织培养也取得了飞跃发展。

最近 20 年,伴随着遗传学、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。

(2) 从中可以得到的启示 植物生理学既是一门基础理论学科,也是一门实践性很强的学科,它的诞生和发展与农业生产有着极为密切的关系,植物生理学是合理农业的基础。当今,在光合效率与农业生产、作物对不良环境的抗性、提高作物体系的竞争能力、植物生长发育与激素、生物固氮、矿质营养吸收效率、遗传工程、菌根和土壤微生物、大气污染及病虫害综合防治等全球性农业亟待解决的重大研究课题中,有多项是属于植物生理学的研究范畴。这也充分说明植物生理学在农业现代化中占有的非常重要的地位。因此,对于高等农林院校本科学生来讲,应对植物生理学的学习给予高度重视。

4. 答:植物生理学的发展趋势如下。

(1) 与其他学科交叉渗透,从研究生物大分子到阐明个体生命活动功能、生产应用与环境生态相结合。在微观方面,由于生物科学领域中的细胞学、遗传学、分子生物学的迅速发展,使植物生命活动机制方面的研究向分子水平深入并不断综合。在宏观方面,植物生理学与环境科学、生态学等密切结合,产生了环境生态学、生态生理学,使生理学朝向更为综合的方向发展,即由植物个体扩大到群体:人类-地球-生物圈的大范围,大大扩展了植物生理学的研究范畴。

(2) 对植物信号传递和转导的深入研究,将为揭示植物生命活动本质,调控植物生长发育开辟新的途径。50年前,Watson and Crick 发现了遗传信息传递的中心法则,由此建立了分子生物学,引起生物学领域的一场革命。而今,特别是近 10 余年生理学诺贝尔奖获得者在细胞信号转导上研究的进展,揭示了环境信息传递的中心法则,必将为现代生物学研究带来一次革命。生命的本质问题是信息问题,生命活动是三个物理量即信息、物质、能量在时间上、空间上综合作用的表现。在 21 世纪,对光信号、植物激素信号、重力信号、电波信号及化学信号等所诱导的信号传递和转导机制的深入研究,将会揭开植物生理学崭新的一页。

(3) 植物生命活动过程中物质代谢和能量转换的分子机制及其基因表达调控仍将是研究的重点。在自然界中,植物为其他生物包括人类的生产和生活,提供赖以生存和发展的物质和能量基础。因而,在新世纪里,对植物生命活动过程中物质代谢和能量代谢转换的深入研究占有特别重要的位置。由于光合作用在植物乃至地球上能量转换中的作用和地位,因而对光合作用能量转换的研究备受重视。近 20 多年来,诺贝尔化学奖中就有三次是与光合作用能量转换研究有关,光合作用(也包括呼吸作用)能量转换机制将在分子水平上得到阐明。目前,将光和能量转换机制与生理生态联系起来进行研究正在走向高潮,这类研究不仅能够较全面地了解影响田间作物光能转换效率的原因,并且还将逐渐寻找出各种改善的途径(包括各种理化技术,基因表达调控等),从而将光和能量转换机制研究与解决人类面临的粮食、能源问题紧密联系起来,以便在生产中发挥更大的指导作用。

5. 答:我国历代的古农书和药用本草是前期灿烂文明的重要组成部分,受到世界科学家的高度称赞。可惜的是,我国 2000 多年来的封建统治和小农经济的局限,使得资料散失,宝贵的经验不能集中起来上升为更高的理论。因此,近代植物生理学的研究起步较晚。据文献记载,我国第一个发表植物生理学方面科学论文的是钱崇澍,他于 1917 年在国外的杂志上发表了一篇有关离子吸收的论文,但是以后没有再从事植物生理方面的研究。20 世纪 30 年代初,罗宗洛、李继侗、汤佩松分别从日本和美国留学归来,分别在中山大学、武汉大学、中央(南京)大学建立植物

生理的教学和研究中心,培养了不少人才,为中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,由于从事植物生理学的队伍小,设备差,加上颠沛流离,发展极慢。新中国成立后,尽管有一些曲折,但植物生理学还是有较大的发展,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论点,姜成后等深入研究细胞原生质的胞间运转,匡廷云等在光系统Ⅱ反应中心的结构与功能方面的研究等。这些研究都达到了国际先进水平。

中国植物生理学会在1963年成立时约有会员425人,目前已发展到5000余人,创办的学术刊物有《植物生理学通讯》、《植物生理学报》和《植物学报》等,出版了数十种植物生理学教材和百余部专著,拓宽了研究领域,填补了空白。以下将国内从事植物生理学研究的中科院的两个研究所现状作一简介。中国科学院上海生命科学研究院植物生理生态研究所主要研究方向:①功能基因组学研究:水稻及拟南芥的突变群体构建,基因表达图谱和DNA芯片,转录因子,细胞分化和形态建成。②分子生理与生物化学研究:光合作用,植物和微生物次生代谢,植物激素作用机制,光信号传导和生物钟,植物蛋白质组学研究。③环境生物学和分子生态学研究:植物-昆虫相互作用,植物-微生物相互作用,共生固氮,植物和昆虫抗逆及对环境的适应机制,现代农业,空间生物学。④基因工程与生物技术:植物遗传转化技术,优质高抗农作物基因工程,植物生物反应器。⑤系统昆虫学与协同进化:现生六足动物的系统演化与分类地位,寄生蜂与寄主昆虫的协同进化。2001年发表研究论文120余篇,申请专利7项,授权专利5项。中国科学院植物研究所是以基础理论和应用基础理论研究为主的综合性研究所,学科方向是整合植物生物学研究及其知识创新体系的建立,其主要研究任务是:①植物生态学与生物多样性。②植物分类学与演化植物学。③资源植物分子及发育生物学。④植物光合作用。新中国成立后的近50年间,已取得科研成果594项,其中重要成果350项;获国家、中国科学院及省、市、部级等奖励287项次,获国家三大奖13项。以上两个研究所近年担任多项国家科技攻关项目,取得多项成果,紧跟国外科技发展前沿,但与国外发达国家相比,我国还存在一定的差距。

对于植物生理学未来的发展,从国家到地方都给予高度重视,如正在进行的“光系统Ⅱ反应中心的结构与功能”(863项目)、“作物抗逆性与水分、养分高效利用的生理及分子基础”(973项目)是国家近20年投资最大的有关植物生理研究项目。全国各地的高等院校、研究院也在积极行动,投入大量的人力物力,进行相关研究。此外,国外人才及技术的引进,也将在一定程度上推动国内植物生理学的发展。

6. 答:首先,要建立历史的观点、发展的观点。既要了解植物生理学的过去和现在,又要知道本学科的发展趋势。作为初学者,必须认真阅读教材,掌握本学科的基本概念、基本理论知识及科学实验方法。因此,必须重视学习植物生理学研究中的思想方法和创新精神,学会查阅国内外科技文献,注意了解学科发展的新成就、新动向。而不要把主要精力放在死记硬背已有的研究结论上,要在前人总结的理论知识基础上,提出问题,分析问题,善于独立思考,并进行自己的探索。同时要辩证思维,把握知识间的内在联系。植物生命活动是动态的,植物与外界环境之间、体内的各种生理代谢过程之间,各种器官生长、分化、发育之间都是紧密相连的,并处于经常变化之中,只有摆脱孤立静止的和片面的思维方式,才能学到真正有用的知识。

其次,要坚持理论联系实际。在学习植物生理学的理论知识的同时,一定要认真学习相关研

究的实验设计思路、方案、方法及实验结果和结果分析。在某种意义上说,它比学习一个研究结论要重要得多。也要重视实验课的学习,以验证和丰富课堂理论,掌握科学实验的方法,加强实验技能的训练,克服高分低能的现象。此外,要特别重视观察和联系农业生产实际,到生产实践中去发现问题,通过观察分析和综合,解决问题,从生产实践和科学实验中提高和发展植物生理学的理论知识。

0.5 启发性思考题

21 世纪是生命科学的世纪,植物生理学的地位如何?

第 1 章 植物细胞的超微结构与功能

1.1 学习内容要求

1.1.1 了解内容

1. 细胞壁、原生质体、胞间连丝的超微结构和功能。
2. 植物细胞基因结构与表达的调控。

1.1.2 熟悉内容

叶绿体、线粒体、生物膜的超微结构和功能。

1.1.3 掌握内容

植物细胞全能性的概念和意义。

1.2 学习内容提要

1.2.1 基本内容

细胞是生物体(病毒和噬菌体除外)结构和功能的基本单位。所有生物细胞按其结构的复杂程度和生命活动方式可分为原核细胞和真核细胞两大类。细菌和蓝藻的细胞是典型的原核细胞,原核细胞结构简单,没有核膜,遗传信息载体为裸露的环状 DNA,除核糖体、细胞膜及其特化结构外,几乎不存在其他复杂的细胞器,以无丝分裂方式繁殖。真核细胞包括了绝大多数单细胞生物与全部的多细胞生物的细胞。真核细胞结构复杂,有明显核膜包围的细胞核,有明显分工的各种细胞器,细胞较大,以有丝分裂为主要繁殖方式。

高等植物和动物的细胞都是真核细胞,二者结构和功能相似,主要区别在于植物细胞具有一些特有的细胞结构与细胞器,如细胞壁、液泡与叶绿体及其他质体。

植物细胞的主要结构是由细胞壁和原生质体构成,在相邻细胞间有管状通道胞间连丝相连。

1. 细胞壁的超微结构与功能

1) 细胞壁的化学组成

(1) 纤维素 纤维素是植物细胞壁的主要成分,占 90%,它是由 β -D-葡萄糖残基以 β -1,4-糖苷键相连的无分支的长链。相对分子质量约为 5 万~40 万。

(2) 半纤维素 半纤维素是由木糖、半乳糖和葡萄糖等组成的高度分支的多糖,通过氢键与

纤维素微纤丝连接。

(3) 果胶物质 是胞间层和初生壁的主要成分。根据其性质和成分可分为3类,即果胶酸、果胶和原果胶。

(4) 细胞壁蛋白质 最早发现的是伸展蛋白,是一类富含羟脯氨酸的糖蛋白(HRGP),还分离出了富含苏氨酸和羟脯氨酸的糖蛋白(THRGP),富含组氨酸和羟脯氨酸的糖蛋白(HHRGP),阿拉伯半乳糖蛋白(AGP),富硫蛋白,钙调素(CaM,又称钙调蛋白)等。

(5) 细胞壁中主要的酶类 含有20种以上的酶类,如纤维素酶、多聚半乳糖醛酸酶、酸性磷酸酶、 β -葡糖苷酶、 β -甘露糖苷酶、淀粉酶、过氧化物酶等。

(6) 植物凝集素 是一类存在于细胞壁中能与多糖结合或使细胞凝集的蛋白,参与细胞壁的认识反应。

(7) 木质素 木质素不是多糖,是由苯基丙烷衍生物的单体所构成的聚合物,在木本植物成熟的木质部中,其含量达18%~38%,主要分布于纤维、导管和管胞中。

(8) 细胞壁中的矿质元素 主要是钙($10^{-5} \sim 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)。

2) 细胞壁的超微结构

细胞壁中的主要成分纤维素分子,通过彼此间的羟基形成的大量氢键相互平行地集结成立体晶格状,称为分子团,又叫微团。微团组合成微纤丝。微纤丝又组成大纤丝。组成纤维素网系,并与伸展蛋白网系交织在一起。关于细胞壁结构有多种假说,其中影响较大的是细胞壁“经纬”模型假说。

3) 细胞壁的功能

(1) 稳定细胞形态。

(2) 控制细胞生长扩大。

(3) 参与胞内外物质运输与信息传递。

(4) 防御功能。细胞壁中一些片段能诱导植保素的形成。

(5) 参与植物与根瘤菌共生固氮的相互识别作用以及砧木和接穗嫁接过程中的识别反应。

2. 原生质体的结构与功能

原生质体由质膜、细胞质和细胞核组成。细胞质由细胞质基质及细胞器等组成。细胞器是细胞质中具有特定形态和特定生理功能的细微结构。即双层膜细胞器,如细胞核、线粒体、质体等;单层膜细胞器,如内质网、液泡、高尔基体等;无膜细胞器,如核糖体、微管、微丝等。

1) 生物膜的结构与功能

生物膜是指构成细胞的所有膜的总称。按其所在位置可分为两种:一种叫原生质膜;另一种是处于细胞质中构成各种细胞器的膜,叫内膜。

(1) 生物膜的化学组成

膜脂:主要是复合脂质,包括磷脂(如卵磷脂、脑磷脂)、糖脂、硫脂等。

膜蛋白:膜蛋白分为两类:外在蛋白(又称膜周边蛋白)与内在蛋白(又称膜内在蛋白)。外在蛋白含有较多的亲水性氨基酸,具有亲水性,与膜结合不牢固。内在蛋白含有较多的疏水性氨基酸,能与膜脂疏水性部分相互作用,并且结合得很牢固,很难分离。

膜糖:主要以糖脂和糖蛋白形式分布于质膜外表面。

(2) 生物膜的超微结构 关于生物膜超微结构的假说和模型有多种,流动镶嵌模型受到广

泛支持,其特点是强调膜的不对称性和流动性。

(3) 生物膜的功能 生物膜的主要功能包括分室作用、物质运输、能量转换、信息传递和识别功能、抗逆能力及提供物质合成场所等。

2) 胞基质

在真核细胞中除去可分辨的细胞器以外的胶状物质称为胞基质,也叫细胞浆。

胞基质的化学组成:水约 85%,蛋白质 10%,核酸 1.1%,脂质 2%,糖及其他有机物 0.4%,无机物 1.5%。胞基质具有亲水胶体性质,是细胞代谢的重要场所。

3) 内膜系统

内膜系统指主要包括内质网、高尔基体、核膜及液泡膜等在结构上相连,功能上相关的膜网络系统。

(1) 内质网 有两种类型:即粗面内质网(RER),可合成蛋白质;另一种是光面内质网(SER),可合成脂质和固醇。内质网也是胞内外信息传递和物质运输的通道,与高尔基体囊泡的产生、液泡和微体膜的起源有关。

(2) 高尔基体 参与细胞分泌作用、多糖和糖蛋白的合成、细胞壁的形成以及溶酶体和液泡膜的形成。

4) 细胞骨架

(1) 微管 控制细胞分裂和细胞壁的形成,参与细胞运动与细胞内物质运输,具有保持细胞形态的功能。

(2) 微丝 参与胞质运动,物质运输和细胞感应。

(3) 中间纤维 中间纤维内接核膜,外连质膜,构成一个支撑网架结构,起支架作用。中间纤维还与细胞分化、信息传递有关。

5) 细胞器

(1) 线粒体 呈封闭的双层膜结构,外膜较光滑,内膜向中心内陷为嵴。内膜与外膜之间的空隙,称为膜间空间或膜间隙。线粒体是进行呼吸作用的细胞器。

(2) 质体 通常分为白色体、有色体、叶绿体三大类。叶绿体由被膜(内膜和外膜)、类囊体、基质构成,主要完成光合作用,也与光呼吸有密切关系。

(3) 核糖体 是由蛋白质(60%)和 rRNA(40%)组成的微小颗粒,多数分布于胞基质中,呈游离状态或附于粗糙型内质网上,少数存在于叶绿体、线粒体及细胞核中。核糖体是蛋白质生物合成的场所,其唯一的功能是按照 mRNA 的指令由氨基酸合成多肽链。

(4) 微体 是由单层膜包被的球状细胞器。根据功能不同,微体可分为过氧化物酶体和乙醛酸体。过氧化物酶体参与光呼吸等,乙醛酸体参与脂肪酸氧化、乙醛酸循环及葡萄糖异生途径等。

(5) 圆球体 又称油体,由一层(或半层)单位膜包被的球状细胞器,含多种水解酶,参与油脂的分解代谢。

(6) 溶酶体 溶酶体内含多种酸性水解酶,可降解细胞内大分子物质及病毒、细菌等异物,发生细胞“自溶”现象。

6) 细胞核

细胞核由核膜、染色质、核基质和核仁组成,是细胞遗传、代谢、分化和繁殖的控制中心。

7) 液泡

液泡是植物细胞代谢产物的贮藏场所,并经常与细胞质进行物质、信息交流,具有渗透调节能力。

3. 胞间连丝

胞间连丝是植物体内物质运输和信息传递的通路。胞间连丝把原生质体连成一体称为共质体,而细胞壁、质膜与细胞壁间的间隙以及细胞间隙等相互连成一体叫作质外体。共质体与质外体都是植物体内物质运输和信息传递的通路。

4. 植物细胞全能性及其基因表达

1) 植物细胞全能性

植物细胞全能性是细胞分化的理论基础和植物组织培养技术的理论依据,这在理论和实践上都具有重大意义。

2) 植物细胞基因结构及其表达调控

基因是 DNA(有时是 RNA)分子上具有遗传学效应的核苷酸顺序。植物细胞基因的细微结构与其他真核生物细胞基因的结构很相似。

基因表达是指基因在 RNA 聚合酶的作用下转录成前体 RNA,再经加工产生 mRNA,以及 mRNA 翻译成多肽并折叠成有活性的蛋白质分子的过程。基因的转录与翻译过程非常复杂,有明显的时空专一性,受多种因子级联调控,包括转录调控、转录后调控、翻译调控、翻译后调控、蛋白质活性的调控。植物细胞基因表达的调控以转录水平上的调控为主。

1.2.2 重点内容

1. 植物细胞壁的超微结构和功能。
2. 叶绿体、线粒体、生物膜的超微结构和功能。
3. 植物细胞全能性的概念和意义。

1.3 自测试题

一、名词解释

- | | |
|-----------|-----------|
| 1. 伸展蛋白 | 2. 经纬模型 |
| 3. 生物膜 | 4. 流动镶嵌模型 |
| 5. 内膜系统 | 6. 细胞骨架 |
| 7. 胞间连丝 | 8. 共质体 |
| 9. 质外体 | 10. 细胞器 |
| 11. 细胞全能性 | 12. 基因 |
| 13. 转录 | 14. 翻译 |
| 15. 基因表达 | 16. 基因组 |

二、写出下列常用缩写符号的中文名称

- | | |
|---------|----------|
| 1. ER | 2. RER |
| 3. SER | 4. GRP |
| 5. HRGP | 6. HHRGP |