



2009 全国硕士研究生入学统一考试

农学门类联考辅导丛书

# 植物生理学

## 复习指南暨习题解析

李颖章 ◎ 主编

面向农学门类 名校名师编审 融通主流教材 轻松复习应考  
解读考研大纲 精讲重点考点 解析习题试题 提供备考捷径



中国农业大学出版社

ZHONGGUONONGYEDAXUE CHUBANSHE



2009 全国硕士研究生入学统一考试

农学门类联考辅导丛书

# 植物生理学

## 复习指南暨习题解析

李颖章 主编

面向农学门类 名校名师编审 融通主流教材 轻松复习应考  
解读考研大纲 精讲重点考点 解析习题试题 提供备考捷径



中国农业大学出版社

ZHONGGUONONGYEDAXUE CHUBANSHE

## 图书在版编目(CIP)数据

植物生理学复习指南暨习题解析/李颖章主编. —北京:中国农业大学出版社,2008.9  
ISBN 978-7-81117-538-7

I. 植… II. 李… III. 植物生理学-研究生-入学考试-自学参考资料 IV. Q945

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 111155 号

书 名 植物生理学复习指南暨习题解析

作 者 李颖章 主编

策划编辑 席清 丛晓红

责任编辑 韩元凤

封面设计 郑川

责任校对 陈莹 王晓凤

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路2号

邮政编码 100193

电 话 发行部 010-62731190,2620

读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617,2618

出版部 010-62733440

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

e-mail [cbsszs@cau.edu.cn](mailto:cbsszs@cau.edu.cn)

经 销 新华书店

印 刷 涿州市星河印刷有限公司

版 次 2008年9月第1版 2008年9月第1次印刷

规 格 787×1092 16开本 14.25印张 349千字

定 价 26.00元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

**主 编** 李颖章(中国农业大学)

**副 主 编** 蔡庆生(南京农业大学)

刘 新(青岛农业大学)

**编写人员** 於丙军(南京农业大学)

甘立军(南京农业大学)

夏新莉(北京林业大学)

刘玉军(北京林业大学)

# 出版说明

面向全国硕士研究生入学统一考试农学门类初试科目的系列辅导书又要和大家见面了！作为出版者，我们真诚地希望考生能通过这套书的学习和引导，熟悉各科考试大纲，温习贯通考试内容，巩固和掌握所学知识，提高解题能力和应试技巧。

针对农学门类考生组织编写的考研辅导书共 5 本，即《数学》、《化学》、《动物生理学》、《植物生理学》、《生物化学》。2009 版辅导书是编写人员在分析 2008 年农学门类联考试题及考试情况、征询有关权威专家意见和建议、吸纳各有关高校辅导老师教学经验的基础上，以我社 2008 版辅导书为蓝本，经过必要、适当的修改和补充而成的。

自该套书的 2008 版于 2007 年 10 月出版发行以来，受到农学门类考生的格外青睐。她既是在全国范围内率先正式出版发行、最系统全面的农学门类考研辅导书，同时也是目前权威性高、适用性广、实用性强的考研宝典。2009 版农学门类考研辅导书具有以下特点：

(1) 读者定位明确，针对性强。专门针对参加全国农学门类硕士研究生入学统一考试的考生。此外，也可作为在校大学生学习相关课程及复习考试的辅导用书。

(2) 作者学术水平高、经验丰富、权威性强。各书主编均为治学严谨、学术声誉高的知名专家学者。编写队伍汇聚了教育部直属的 5 所国家重点农林高校和多所省属重点高校常年从事相关学科教学的骨干教师和考研辅导专家，其中大多是往年负责或参加研究生考试命题和阅卷工作的。

(3) 严格遵循考试大纲，全面收录本学科重点要点。以《联考考试大纲》为依据，并参照有关院校相关课程的教学要求，对编写内容进行合理筛选，以最大限度地提高考生复习效率。

(4) 注重问题的总结与分析。设置重点难点解析模块，对重要内容和易出错问题作出重点剖析；列出主要知识点和学习脉络，帮助考生在短时间内完成知识的梳理和内化过程。

(5) 提供高质量的典型习题和综合试题，书后附录往年真题。书中的例题、习题、自测题以考试大纲规定的题型形式给出，以期帮助读者提早适应考试要求。通过各类题的解析和练习，提高考生的知识迁移及应用能力，获得解题思路和应试技巧。相比 2008 版，2009 版农学门类考研辅导教材大大扩充了解析例题、习题和自测题的类型和数量。

为了编好这套书，使考生有章可循、有书可依，不至于无所适从，各位编写人员本着为考生着想、对教学负责的态度，牺牲了大量休息时间，反复斟酌拿捏内容的广度和深度，把握例题和习题的代表性，尽心尽力从考生的角度去组织内容和体系。这种高度的责任心和奉献精神使我们深受感动，在此向他们表示诚挚的感谢和崇高的敬意！

尽管我们本着帮助考生更好地系统复习和备考的良好愿望，尽力组织编写好和出版好这套书，但限于时间，仍不免有疏漏之处，恳请各位同学及老师们批评指正，以利我们今后不断地改进和提高。

最后，预祝各位考生取得好成绩！

中国农业大学出版社

2008 年 8 月

# 前 言

《植物生理学复习指南暨习题解析》是依照教育部考试中心颁布的《2009年全国硕士研究生入学统一考试农学门类联考考试大纲》(简称《联考考试大纲》)中规定的有关植物生理学考查范围,由部分农业院校相关课程教师共同编写的一本复习、备考用书。

《联考考试大纲》规定了考试题型包括“单项选择题”、“简答题”、“实验题”、“分析论述题”四种,本书严格遵循《联考考试大纲》。在编写过程中,我们参考多部国内外近年植物生理学相关教材,结合自己多年的教学经验,并参照有关院校在植物生理学课程的教学要求,列举了各章节的内容提要,包括概述、学习目标、基本内容及重点和难点,以期帮助正在准备研究生入学考试的考生和正在学习“植物生理学”的大学本科生物生尽可能全面掌握各章节相关内容。书中的自测题和自测试卷尽可能以《联考考试大纲》规定的考试题型的形式给出,以期帮助考生适应考试要求。

本书编写仓促,书中缺点和错误在所难免,敬请读者指正。

编 者

2008年7月

# 目 录

第一章	植物生理学概述	1
第二章	植物细胞生理	4
第三章	植物的水分生理	21
第四章	植物的矿质营养	35
第五章	光合作用	49
第六章	植物的呼吸作用	74
第七章	韧皮部运输与同化物分配	89
第八章	植物生长物质	104
第九章	植物的生长生理	126
第十章	植物的生殖生理	144
第十一章	植物的休眠、成熟和衰老生理	163
第十二章	植物的逆境生理	180
自测试卷-1		197
自测试卷-2		200
自测试卷-3		204
自测试卷-4		207
自测试卷-5		210
自测试卷-6		214
参考文献		218

# 第一章 植物生理学概述

## 内容提要

### 一、概述

本章主要介绍植物生理学的研究内容和植物生理学的发展简史。

### 二、学习目标

- (1)掌握植物生理学的研究内容。
- (2)了解植物生理学的发展简史。

### 三、基本内容

植物生理学是研究植物生命活动过程中植物体的功能及其调控机理的科学,研究领域包括个体、组织、器官、细胞和分子水平。植物完成其生活史的生命活动过程十分复杂,植物生理学研究内容大致可分为生长发育与形态建成、物质与能量代谢、信息传递和信号转导 3 个大方面。

植物的生长发育是植物生命活动的外在表现,主要是指植物个体体积和重量的增加和由于细胞分化导致的新组织、新器官的出现造成的形态建成。植物的物质与能量代谢活动包括水分和矿质营养的吸收、各种物质在植物体内的运输、无机物的同化和利用、碳水化合物的合成和转化、分解等。植物的物质与能量代谢过程是植物生长发育的基础。信息传递和信号转导是植物适应环境的重要环节。植物生长在多变的环境中,必须适应环境有规律的变化才能完成其生命周期。植物对环境因素变化的感知到植物响应环境信号发生特定生理效应的过程中存在信息传递,植物体通过复杂的信息传递过程调控多种代谢过程。在单个细胞水平上的信息传递过程就是信号转导。

植物生理学的发展可分为 3 个时期:①植物生理学孕育时期,科学家开始用实验方法观察和验证生命过程,探索掌握植物长大的物质来源,解释水分吸收与运转的现象,建立了空气营养的观念;②植物生理学的诞生、成长时期,建立沙培试验法,提出使用化学肥料的理论,促使植物生理学形成一个完整的体系,出版了第一本植物生理学,标志着植物生理学作为一门学科的诞生;③植物生理学的发展时期,随着 20 世纪以来科学技术的突飞猛进,促进了植物生理学从微观到宏观各个层面研究工作的开展,使植物生理学得到了快速的壮大和发展。

## 自 测 题

1. 植物生理学的定义是什么?



2. 植物生理学研究的内容是什么?
3. 当前植物生理学的发展特点是什么?
4. 简述植物生理学与农业和人民生活的关系。

## 参 考 答 案

### 1. 植物生理学的定义是什么?

植物生理学是研究植物生命活动规律、揭示植物生命现象本质的科学。

### 2. 植物生理学研究的内容是什么?

植物生理学研究内容大致分为生长发育与形态建成、物质与能量代谢、信息传递和信号转导 3 个大方面。

植物的生长发育是植物生命活动的外在表现。生长是指植物个体体积和重量的增加。发育是指由于细胞分化导致的新组织、新器官的出现,即形态建成,具体表现为种子萌发,根、茎、叶的生长,开花、结实、衰老、死亡等过程。

植物的物质与能量代谢活动包括水分和矿质营养的吸收、各种物质在植物体内的运输、无机物的同化和利用、碳水化合物的合成和转化、分解等。植物的物质与能量代谢过程是植物生长发育的基础。不同的代谢过程间存在相互联系和制约,植物体通过复杂的信息传递过程调控多种代谢过程。

信息传递和信号转导是植物适应环境的重要环节。植物生长在多变的环境中,必须适应环境有规律的变化才能完成其生命周期。植物对环境因素变化的响应始于植物对环境信号的感知,植物感知环境信号的部位和植物响应环境信号发生特定生理效应的部位可能是不同的,在这个过程中存在信息传递。植物体能感受环境因素变化的信号并做出相应的反应,植物内部的不同器官和细胞间、细胞内部的不同亚细胞结构间也存在频繁的信息传递过程。在单个细胞水平上的信息传递过程是细胞信号转导过程。

### 3. 当前植物生理学的发展特点是什么?

(1)研究层次越来越宽广。植物生理学研究水平从个体水平深入到器官、组织、细胞、细胞器一直到分子水平,向微观方向发展;另一方面,根据农林生产的需要,植物生理学研究从个体水平扩展到群体、群落水平,向宏观方向发展。

(2)学科之间相互渗透。植物生理学的研究内容在不断引进相关学科的新概念、新方法,推动了本学科迅速和深入的发展,而且植物生理学取得的许多研究成果对其他学科如作物栽培措施的应用和改进、作物新品种的培育等产生了巨大影响。

(3)理论联系实际。植物生理学虽然是一门基础学科,但其研究对象和研究内容是以植物生产为基础的,因此与生产实践有密切关系。

(4)研究手段现代化。随着现代科学的发展,实验技术越来越细致,仪器设备越来越精密,研究手段的现代化大大促进了植物生理学的发展。

### 4. 简述植物生理学与农业和人民生活的关系。

植物生理学的研究与农业生产和人民生活水平的提高有着密切关系。植物生理学的研究对农业生产有多方面的理论指导意义,植物生理学是合理农业的基础,植物矿质营养学说的创立为无机肥料的施用奠定了理论基础,由于化肥的大量施用促使世界粮食产量急增;植物激素

的陆续发现导致了植物生长调节剂和除草剂的普遍应用,给农业生产带来革命性的变革;在光合作用与产量关系的理论指导下,植物生理学家与育种学家相结合,开创了以培育矮秆、耐肥、抗倒、叶片直立、株型紧凑的水稻、小麦品种为主要内容的“绿色革命”,使稻、麦产量获得了新的突破;植物细胞全能性理论的确立,不但使人们掌握了如组织培养、细胞及原生质体培养等高效快速的植物无性繁殖新技术,而且为植物基因工程的开展和新种质的创造提供了先决条件。

随着人民生活水平的提高,植物生理学的研究成果与人们日常生活关系也越来越密切。随着植物生物技术的广泛应用,植物生理学的研究成果影响到生态环境保护、资源合理利用、食品加工贮藏和医药工业生产等方面。在改善农作物、蔬菜、水果的营养品质,并实现对谷物、蔬菜、水果的长期保质和保鲜方面,在保护原有植被、保护和利用植物的多样性方面,以及利用植物作为“生物反应器”生产药物等方面,植物生理学的研究成果越来越渗透到人类生活品质提高的方方面面。

## 第二章 植物细胞生理

### 内容提要

#### 一、概述

本章主要介绍植物细胞的结构特征和功能,重点介绍植物细胞壁的组成、结构和功能;对植物细胞信号转导途径进行初步概述,简要介绍不同细胞信号转导途径的主要特征。

#### 二、学习目标

- (1)掌握植物细胞的一般结构特征以及细胞内和细胞间的通讯。
- (2)掌握植物细胞壁的组成、结构和功能。
- (3)了解细胞膜、细胞核、核糖体、高尔基体、线粒体、质体、液泡和细胞骨架的功能。
- (4)了解植物细胞信号转导途径的组成及主要特征。

#### 三、基本内容

##### (一)细胞的共性和高等植物细胞的特点

细胞是生物体(病毒和噬菌体除外)结构和功能的基本单位。细胞具有共同的基本特性:具有基本相同的化学组成,如蛋白质、核酸、脂类和糖类等;具有磷脂双分子层和镶嵌蛋白组成的生物膜;所有细胞都以DNA和RNA作为遗传和转录载体;都具有合成蛋白质的核糖体;一分为二的分裂方式是所有细胞进行增殖的共同方式。

与动物细胞相比,植物细胞具有许多显著不同的特性。植物细胞具有进行光合作用的叶绿体,绝大多数植物细胞具有细胞壁,多数植物细胞中具有中央大液泡。植物细胞的结构在植物的许多生理过程中起重要作用。例如,植物的光合作用是植物体内重要的生命活动过程,光合产物是所有有机体的直接或间接物质来源;植物的生长、发育、形态建成、物质运输、信号传递等都与细胞壁有关;液泡在细胞的水分运输、细胞生长、细胞代谢等方面具有至关重要的作用。植物细胞生长和分化的控制机制与动物细胞有相当大的不同。

##### (二)植物细胞的亚显微结构与功能

###### 1. 细胞壁的组成、结构和生理功能

(1)细胞壁的组成:细胞壁是由多种大分子聚合物组成的,主要包括多糖和蛋白质。细胞壁中的多糖包括纤维素、半纤维素和果胶质。纤维素是细胞壁的主要组成物质,纤维素分子是由 $\beta(1\rightarrow4)$ 连接的D-葡萄糖组成的高分子聚合物,纤维素分子间通过大量的氢键形成相互平行排列的结构,60~70个纤维素分子形成一束,称为纤维素微纤丝。纤维素微纤丝排列组成细胞壁的基本网络骨架结构,果胶质、半纤维素、木质素等填充在网络骨架中。纤维素微纤丝

赋予细胞壁刚性和抗张力性。纤维素的合成是通过纤维素合酶(cellulose synthase)进行的,纤维素合酶是由6个亚基组成为莲座状的复合体,复合体存在于细胞质膜上。纤维素合酶将葡萄糖供体上的葡萄糖基加到葡萄糖链上催化合成 $\beta(1\rightarrow4)$ 连接的D-葡萄糖。纤维素微纤丝沉积的方向是由质膜下的微管控制的(图2-1)。

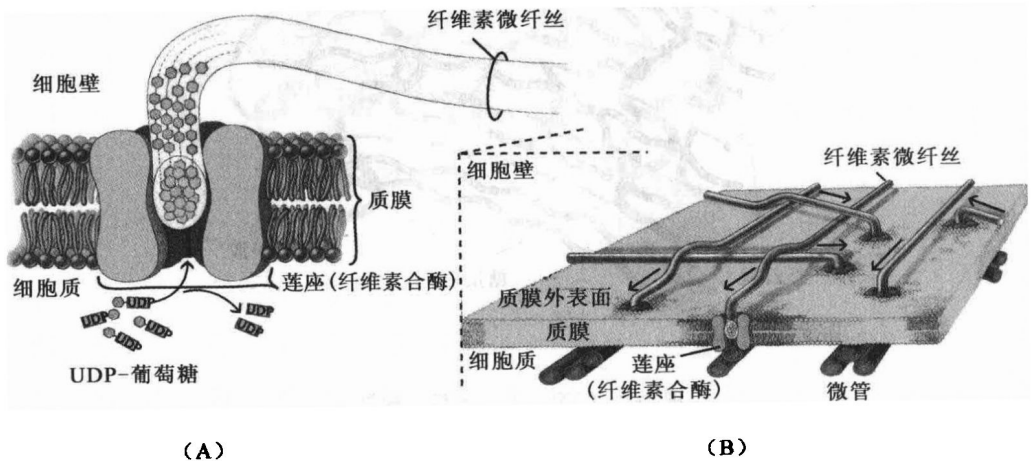


图 2-1 纤维素微纤丝的合成(A)和在细胞壁上的沉积(B)

(Raven et al., 2005)

半纤维素是由木聚糖、阿拉伯木聚糖、半乳糖甘露聚糖、木葡聚糖等聚合而成的高度分支的异质多糖。不同种类植物、不同组织的细胞细胞壁含有的半纤维素组分不同。半纤维素中较丰富的木葡聚糖与纤维素一样具有 $\beta(1\rightarrow4)$ 连接的D-葡萄糖骨架,还有木糖、半乳糖的侧链。半纤维素通过氢键与纤维素微纤丝连接,从而限制了相邻的纤维素微纤丝(图2-2),因此,半纤维素在控制细胞扩大中起重要作用。

果胶质是一大类异质多糖,包括半乳糖、阿拉伯糖、鼠李糖和半乳糖醛酸。果胶分子是由 $\alpha(1\rightarrow4)$ 连接的D-半乳糖醛酸组成的链状。主要有两大类:一类是半乳糖醛酸聚糖和鼠李半乳糖醛酸聚糖,另一类是阿拉伯半乳糖。果胶质是高度亲水的多糖,形成了一个亲水的凝胶,填充在纤维素、半纤维素间的空隙中。生长中的细胞细胞壁含果胶质较多,因此,细胞初生壁的含水量较高。当植物体受到病原菌侵染时,从细胞壁释放的果胶质碎片能够启动植物体的防卫反应。

细胞壁中还包括许多种类的蛋白质。

①结构蛋白:包括富羟脯氨酸糖蛋白(HRGP)、富甘氨酸蛋白(GRP)、富脯氨酸蛋白(PRP)、富组氨酸和羟脯氨酸的糖蛋白(HHRGP)等。伸展蛋白(extensin)是富羟脯氨酸糖蛋白(HRGP)中的一大类。伸展蛋白通过肽键交联构成独立的网状结构,增加了细胞壁的强度和刚性。②酶类:主要包括纤维素酶、多聚半乳糖醛酸酶、木葡聚糖转葡糖基酶、酸性磷酸酶、 $\beta$ -葡糖苷酶、 $\beta$ -甘露糖苷酶、淀粉酶、过氧化物酶、蛋白激酶等。与细胞壁相关的蛋白激酶能跨越质膜,将细胞壁信号传递到细胞质中。③调节蛋白:如扩张蛋白(expansin)、钙调素(CaM)等。扩张蛋白可以可逆地结合在细胞壁中纤维素微纤丝和其他多糖结合的交叉处,使其非共价键断裂,从而使细胞壁松弛。

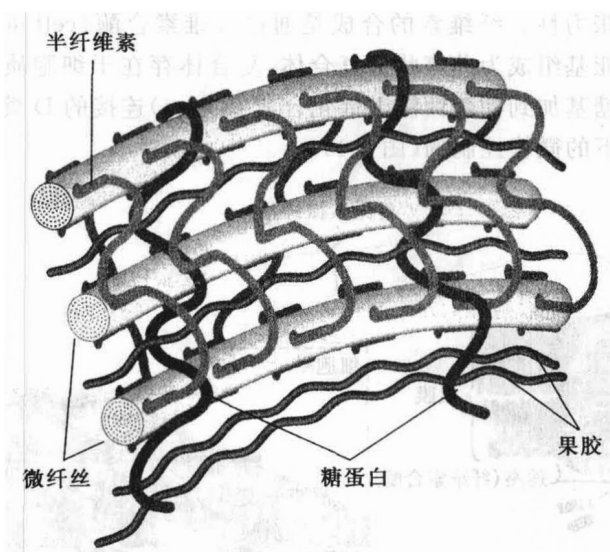


图 2-2 细胞壁的分子组成模型  
(Karp G, 2008)

细胞壁中还存在有植物凝集素(lectin),在植物的防御反应中其重要作用,并参与细胞壁的识别反应。细胞壁也是植物细胞的最大钙库,钙浓度可达 $10^{-5} \sim 10^{-4}$  mol/L。

细胞壁中的半纤维素、果胶质以及蛋白质是由细胞内分泌囊泡运输而来的。细胞合成和分泌的壁物质与细胞的发育时期有关,在细胞的扩大期分泌的果胶质较多,细胞停止扩大后分泌的半纤维素较多。

(2)细胞壁的结构:植物细胞壁一般分为初生壁、次生壁和中胶层。成熟细胞的细胞壁从质膜向外依次为次生壁、初生壁和中胶层。

关于初生壁结构有多种假说,其中影响较大的是细胞壁“经纬模型”假说。“经纬模型”假说认为,纤维素微纤丝与伸展蛋白网状结构交织在一起,纤维素微纤丝形成初生壁的“经”,平行排列于壁平面;伸展蛋白形成初生壁的“纬”,垂直排列于壁平面。伸展蛋白通过环绕微纤丝而形成封闭环使之交织在一起,半纤维素中的木葡聚糖以氢键与纤维素组分结合,从而控制微纤丝在伸展蛋白网状结构中的移动。

次生壁位于初生壁以内,在初生壁、次生壁中聚合物的组成不完全相同。次生壁比初生壁含有更多的纤维素,还含有木聚糖和木质素,但果胶质、结构蛋白和酶含量相对较少。在次生壁形成过程中,纤维素微纤丝与木质素紧密交联形成一个致密的网状结构,阻止细胞的进一步伸长。木质素增加了细胞壁的机械强度和对病原菌的抵抗力。

中胶层位于两个相邻细胞的中间,富含果胶。中胶层对细胞起粘连作用。

值得注意的是,细胞壁是动态结构,在环境条件变化时,细胞壁的结构会发生相应的调整。

(3)细胞壁的功能:细胞壁的主要功能包括维持细胞形态和体积、控制细胞的生长、细胞膨压的形成、参与胞内外物质运输与信息传递、具有防御功能、参与细胞的识别反应等。

## 2. 植物细胞膜系统

(1)细胞膜的结构与功能:细胞膜主要由脂类和蛋白质组成,也有少量的糖。脂类包括磷

脂(如卵磷脂、脑磷脂)、糖脂、硫脂等。膜蛋白分为外在蛋白和内在蛋白,膜蛋白是膜功能的主要承担者,如接受外界信号分子的受体蛋白、进行物质运输的载体蛋白和通道蛋白、催化各种反应的酶蛋白等。膜糖主要以糖脂和糖蛋白形式分布于质膜外表面。

关于细胞膜的亚显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。

细胞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、抗逆及提供物质合成场所等。

(2)内膜系统:内膜系统主要包括内质网、高尔基体、液泡以及它们形成的分泌囊泡。

内质网:粗糙型内质网(RER)可合成蛋白质;光滑型内质网(SER)可合成脂类和固醇。内质网合成的蛋白质被装入小囊泡,或被运输到高尔基体进行进一步加工,或被分泌排出细胞。内质网也是胞内外信息传递和物质运输的通道。

高尔基体:加工、分类和包装内质网合成的蛋白质,特别是糖蛋白,然后由分泌囊泡运输到细胞的特定部位或分泌到细胞外。参与细胞壁的形成过程,细胞壁中除纤维素外其他成分如半纤维素、果胶质、木质素等都在高尔基体中合成,细胞壁中的糖蛋白也在高尔基体中进行加工。

### 3. 细胞骨架

细胞骨架由3种类型的丝状体组成,即微丝、微管和中间纤维。

(1)微丝:微丝由单体肌动蛋白(actin)聚合组成,聚合体是由两条肌动蛋白丝相互螺旋盘绕排列而成(图2-3),每37 nm盘绕一周。微丝具有动态特征,而且有明显的极性,(+)端比(-)端聚合更快。微丝控制细胞质运动、物质运输和细胞感应。

(2)微管:微管由微管蛋白(tubulin)聚合组成,微管蛋白是由 $\alpha$ -微管蛋白和 $\beta$ -微管蛋白组成的二聚体。二聚体是可延伸的、不对称的原丝。13条不同的原丝构成圆筒状的微管(图2-3)。微管与微丝一样,微管也存在有动态特征和明显的极性,(+)端聚合更快,(-)端相对稳定。微管具有控制细胞的分裂和细胞壁的形成、参与细胞运动与细胞内物质运输,维持细胞形态的功能。

(3)中间纤维:与微丝、微管不同,中间纤维是由异质蛋白组成的,但在蛋白结构上有共同点,具有相似的长度和同源的氨基酸序列。中间纤维较微丝和微管更稳定,一般不发生聚合和解聚的动态变化。中间纤维的功能可能主要是起骨架作用,在维持细胞的形态和结构方面起主要作用。但不是所有的中间纤维有这样的基本功能,有些细胞中,中间纤维具有组织特异功能。

### 4. 胞间连丝

胞间连丝是植物细胞间质膜的管状延伸,胞间连丝将植物体内大多数细胞的原生质体连成一个连续的整体,称为共质体。胞间连丝在植物体内物质运输和信息传递中起重要作用。胞间连丝的大小随细胞的发育而发生变化,胞间连丝的大小也受细胞膨压、细胞内钙离子浓度的调节。

## (三)植物细胞信号转导

植物细胞信号转导是将胞外刺激信号与其所引起的特定生理效应相联系的一系列分子反应机制。植物细胞信号转导途径可分为4个阶段:①胞外刺激信号的感受和传递;②膜上信号转换;③胞内信号传递和信号放大;④传递和放大的次级信号调控细胞生理生化反应的分子机制。植物细胞信号转导途径详见图2-4。

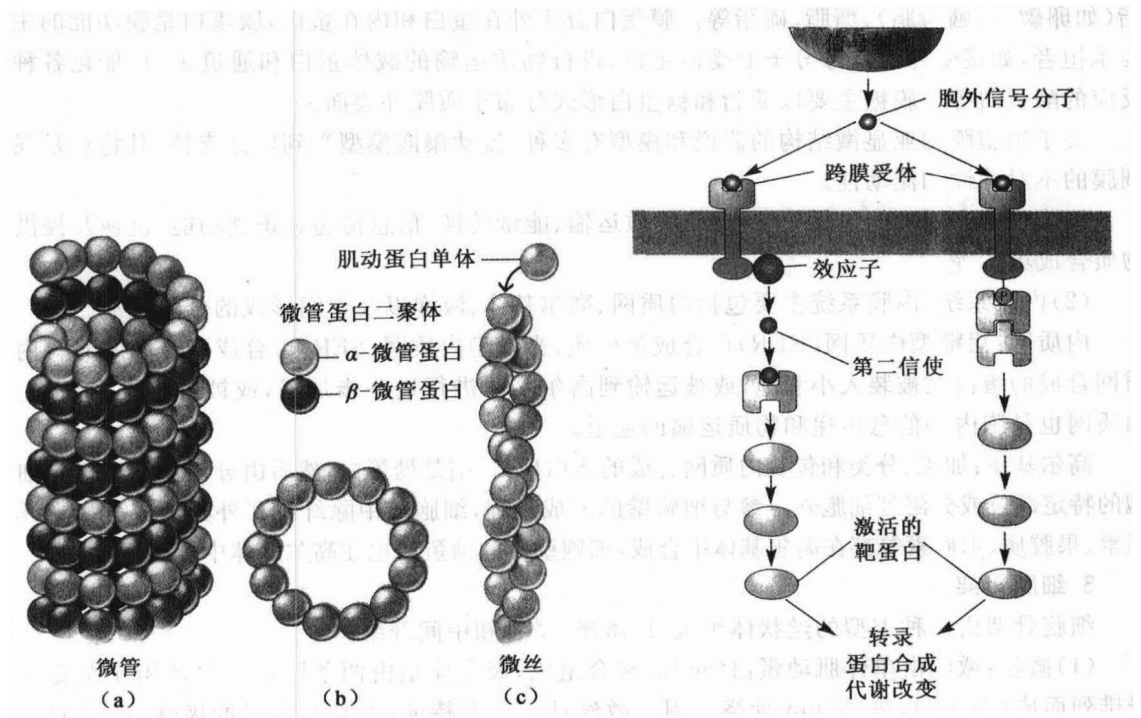


图 2-3 微管和微丝的结构

(Raven et al., 2005)

图 2-4 细胞信号转导的概况

(Karp G, 2008)

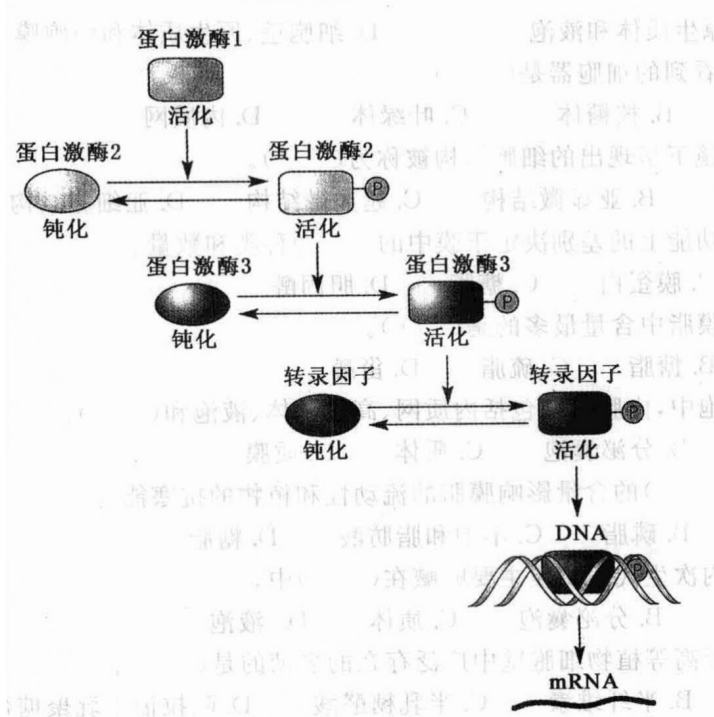
胞间信号是细胞信号转导过程中的初级信号,也称为第一信使,包括环境因子或由环境因子刺激植物产生的;可以传递信息引起细胞反应的物质。胞间信号包括化学信号和物理信号,光、电等刺激属于物理信号,激素、病原因子等属于化学信号。

跨膜信号转导主要指信号与细胞表面的受体结合后,通过受体将信号转导进入细胞的过程。参与跨膜信号转导的主要因子是受体和 G 蛋白。

胞内信号是指由胞外刺激信号激活或抑制的、具有生理调节活性的细胞内因子,也被称为细胞信号转导过程中的次级信号或第二信使。第二信使包括三磷酸肌醇、环化单磷酸腺苷、钙离子等。胞内信号转导是指由第二信使进一步传递和放大的信号系统,最终引起细胞反应的过程。将由三磷酸肌醇、环化单磷酸腺苷、钙离子传递的信号系统分别称为磷酸肌醇信号系统、环核苷酸信号系统和钙信号系统。

每一个信号途径都包括一系列顺序起作用的、不同的蛋白质。在信号转导途径中的每个蛋白的作用是改变下游蛋白的形态,从而激活或抑制下游蛋白(图 2-5)。

信号沿着这样的信号途径传递最终到达靶蛋白,由靶蛋白启动的反应包括基因的表达、代谢酶活性的改变、细胞骨架的重组、细胞代谢的增强或降低、离子渗透的改变、DNA 合成的活化甚至细胞的死亡。



蛋白激酶1激活蛋白激酶2,活化的蛋白激酶2催化蛋白激酶3的磷酸化,使其活化,然后,蛋白激酶3催化转录因子的磷酸化,增加了转录因子结合DNA的亲和性,转录因子结合到DNA,从而影响基因的表达。在信号途径中蛋白激酶催化的活化步骤被蛋白磷酸酶逆转。

图 2-5 蛋白激酶和蛋白磷酸酶构成的信号转导途径

(Karp G, 2008)

## 四、重点和难点

### 1. 重点

- (1) 植物细胞壁的结构和功能；
- (2) 细胞膜的结构和功能；
- (3) 植物细胞骨架；
- (4) 植物细胞信号转导。

### 2. 难点

- (1) 细胞壁的结构和功能；
- (2) G 蛋白参与的跨膜信号转换；
- (3) 钙信号传递系统和  $IP_3$ /DAG 双信号转导系统。

## 自 测 题

### 一、单项选择题

1. 一个典型的植物成熟细胞包括( )。
  - A. 细胞膜、细胞质和细胞核
  - B. 细胞质、细胞壁和细胞核



- C. 细胞壁、原生质体和液泡                      D. 细胞壁、原生质体和细胞膜
2. 光镜下可看到的细胞器是( )。
- A. 微丝      B. 核糖体      C. 叶绿体      D. 内质网
3. 光学显微镜下呈现出的细胞结构被称为( )。
- A. 显微结构      B. 亚显微结构      C. 超显微结构      D. 亚细胞结构
4. 生物膜在功能上的差别决定于膜中的( )种类和数量。
- A. 磷脂      B. 膜蛋白      C. 糖脂      D. 胆固醇
5. 植物细胞膜脂中含量最多的是( )。
- A. 磷脂      B. 糖脂      C. 磷脂      D. 甾醇
6. 在植物细胞中,内膜系统包括内质网、高尔基体、液泡和( )。
- A. 线粒体      B. 分泌囊泡      C. 质体      D. 质膜
7. 细胞膜中( )的含量影响膜脂的流动性和植物的抗寒能力。
- A. 蛋白质      B. 磷脂      C. 不饱和脂肪酸      D. 糖脂
8. 植物细胞内次生代谢物质主要贮藏在( )中。
- A. 高尔基体      B. 分泌囊泡      C. 质体      D. 液泡
9. 下列不属于高等植物细胞壁中广泛存在的多糖的是( )。
- A. 纤维素      B. 半纤维素      C. 半乳糖醛酸      D. 阿拉伯半乳聚糖蛋白
10. 下列蛋白质中,属于植物细胞壁结构蛋白的是( )。
- A. 伸展蛋白      B. 扩张蛋白      C. G 蛋白      D. 蛋白激酶
11. 细胞壁的形成与下列哪种细胞器密切相关( )
- A. 高尔基体      B. 线粒体      C. 叶绿体      D. 核糖体
12. 伸展蛋白是细胞壁中一种糖蛋白,其富含( )。
- A. 亮氨酸      B. 精氨酸      C. 色氨酸      D. 羟脯氨酸
13. 伸展蛋白除增加细胞壁的强度和刚性外,还具有( )功能。
- A. 防御和抗性      B. 识别      C. 控制细胞生长的方向      D. 控制微纤丝的沉积
14. 果胶分子中的基本结构单位是( )。
- A. 半乳糖醛酸      B. 葡萄糖      C. 氨基酸      D. 果糖
15. 植物初生细胞壁中的多糖包括( )。
- A. 纤维素、半纤维素和果胶                      B. 纤维素和果胶  
C. 果胶、半纤维素和木质素                      D. 淀粉、纤维素和角质
16. 细胞壁上存在的纤维素酶的主要底物是( )。
- A. 纤维素      B. 木葡聚糖      C. 半乳糖醛酸      D. 寡糖素
17. 细胞壁中含有多种蛋白质,其中对细胞壁松弛起关键作用的是( )。
- A. 酶蛋白      B. 糖基转移酶      C. 扩张蛋白      D. 伸展蛋白
18. 植物细胞壁中含量较多的矿质元素是( )。
- A. 铁      B. 钙      C. 磷      D. 镁
19. 与初生壁相比,次生壁的组成中含( )。
- A. 更多纤维素和木质素                      B. 更多果胶质、结构蛋白和酶  
C. 更多纤维素和果胶质                      D. 更多半纤维素