

植物生理学 学习指导与题解

主编 张继澍



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

植物生理学 学习指导与题解

ZHIWU SHENGLIXUE XUEXI ZHIDAO YU TIJIE

主 编 张继澍

副主编 胡景江 曹翠玲

编 者 （按姓氏笔画排序）

王渭玲 李月梅 张继澍 胡景江

曹翠玲 龚月桦 魏永胜

内容提要

本书根据高等农林院校植物生产类、生物类和林学各专业大学本科植物生理学的教学基本要求及教育部考试中心、中国学位与研究生教育学会农林工作委员会《全国硕士研究生入学统一考试农学门类联考考试大纲》要求，按照普通高等教育“十一五”国家级规划教材《植物生理学》（张继澍主编，高等教育出版社，2006）“细胞—营养和代谢—细胞信号转导—生长发育—逆境生理”体系编写，共12章。

全书共分为三部分，第一部分是教学基本要求及复习思考题解析，第二部分是自测试题及参考答案，第三部分是研究生入学考试模拟试题。附录收录了《全国硕士研究生入学统一考试农学门类联考考试大纲》（2010年版）相关内容摘录，供教师备课及学生备考参考。

本书可作为高等农林、师范和综合大学相关专业学生及报考硕士研究生的读者的学习指导书，也可作为植物生理学教师备课的教学指导和参考书。

图书在版编目(CIP)数据

植物生理学学习指导与题解/张继澍主编. —北京：高等教育出版社，2011.6

ISBN 978-7-04-028871-1

I. ①植… II. ①张… III. ①植物生理学—研究生—入学考试—习题集 IV. ①Q945

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2011）第 103104 号

策划编辑 李光跃 责任编辑 李光跃 封面设计 张 志 责任印制 刘思涵

出版发行	高等教育出版社	咨询电话	400-810-0598
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	网 址	http://www.hep.edu.cn
邮政编码	100120		http://www.hep.com.cn
印 刷	北京人卫印刷厂	网上订购	http://www.landraco.com
开 本	787×1092 1/16		http://www.landraco.com.cn
印 张	17.5	版 次	2011 年 6 月第 1 版
字 数	420 000	印 次	2011 年 6 月第 1 次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	28.50 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 28871-00

前 言

随着学科的发展,特别是分子生物学的渗透、生物技术和环境科学的发展,以及生态环境建设的需要,国家对农业地位的进一步提高和加强,作为现代合理农业理论基础的植物生理学,更受到人们的重视。但由于植物生理学具有理论性和综合性强、涉及知识面广、与农业生产联系紧密、与宏观微观学科交叉渗透等特点,学生普遍反映“爱学易懂,考试难”。为了指导青年教师更好地教学、帮助学生更好地学好本门课程,以及帮助备考人员系统地复习,提高分析问题的能力,我们特编写此书,希望对读者有所帮助。

本书第一部分为教学基本要求及复习思考题解析。其一,针对老师如何教的问题,主要通过“教学基本要求及重点”和“复习思考题解析”与必要的评注,帮助青年教师掌握各章教学基本要求和重点,以及在教学过程中应注意的问题。其二,针对学生怎样学的问题,根据教材每章后适合教学基本要求和重点的复习思考题,给出分析问题的思路、指出可能出现的问题或容易出现的错误,帮助学生巩固所学知识,掌握正确的解题思路和方法,为提高学生分析问题解决问题能力提供帮助。为帮助学生复习课程基本内容,给出各章习题和参考答案,以供学生复习时自测理解和掌握情况。

本书第二部分为学生自测试题及参考答案,第三部分为研究生入学考试模拟试题。书中所编试题大多来自历年的本科生考试试题、研究生入学考试试题及试题库中试题;针对学生在考试、答疑中较易出现的错误,突出了题目的代表性和典型性,力求起到典型引导、举一反三的效果。

本书附录收录了《全国硕士研究生入学统一考试农学门类联考考试大纲》相关内容摘录,供教师备课及学生备考参考。

本书根据高等农林院校植物生产类、生物类和林学各专业大学本科植物生理学的教学基本要求及教育部考试中心,中国学位与研究生教育学会农林工作委员会《全国硕士研究生入学统一考试农学门类联考考试大纲》要求,主要依据普通高等教育“十一五”国家级规划教材《植物生理学》(张继澍主编,高等教育出版社,2006)并参考了近年出版的国内植物生理学教材及有关学习指导书,按照“细胞—营养和代谢—细胞信号转导—生长发育—逆境生理”体系编写,共分12章。张继澍编写前言、绪论、第1章、第5章、第7章和第11章;胡景江编写第4章、第9章和第12章;曹翠玲编写第3章;魏永胜编写第2章;龚月桦编写第6章;李月梅编写第8章;王渭玲编写第10章。全书由张继澍、胡景江和曹翠玲负责统稿。

需要着重指出的是,在利用此书时,不能丢开对植物生理学教材的系统学习。对复习思考题和习题,不要急于翻阅答案,想想运用什么原理、怎样去解答,充分调动个人思维,提高学习效果。

我们希望本书不仅对学习植物生理学的学生有所帮助,而且能对承担植物生理学教学的青年教师有所启发。我们在主观上虽做了很大努力,但因水平有限,错误和欠妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正(联系方式:jishu@nwsuaf.edu.cn,jingjianghu@yahoo.com.cn)。

编 者

目 录

第一部分 教学基本要求及 复习思考题解析

绪 论	3	二、复习思考题解析	109
一、本章教学基本要求及重点	3	三、习题6	115
二、复习思考题解析	4	四、习题6 参考答案	117
第1章 植物细胞的结构与功能	7	第7章 植物细胞信号转导	121
一、本章教学基本要求及重点	7	一、本章教学基本要求及重点	121
二、复习思考题解析	7	二、复习思考题解析	121
三、习题1	16	三、习题7	126
四、习题1 参考答案	17	四、习题7 参考答案	127
第2章 植物的水分代谢	20	第8章 植物生长物质	130
一、本章教学基本要求及重点	20	一、本章教学基本要求及重点	130
二、复习思考题解析	21	二、复习思考题解析	131
三、习题2	30	三、习题8	139
四、习题2 参考答案	33	四、习题8 参考答案	141
第3章 植物的矿质营养与氮素同化	40	第9章 植物的生长生理	149
一、本章教学基本要求及重点	40	一、本章教学基本要求及重点	149
二、复习思考题解析	41	二、复习思考题解析	150
三、习题3	53	三、习题9	159
四、习题3 参考答案	56	四、习题9 参考答案	161
第4章 植物的光合作用	64	第10章 植物的生殖生长	166
一、本章教学基本要求及重点	64	一、本章教学基本要求及重点	166
二、复习思考题解析	65	二、复习思考题解析	167
三、习题4	77	三、习题10	172
四、习题4 参考答案	81	四、习题10 参考答案	176
第5章 植物的呼吸作用	89	第11章 植物的成熟和衰老生理	181
一、本章教学基本要求及重点	89	一、本章教学基本要求及重点	181
二、复习思考题解析	90	二、复习思考题解析	182
三、习题5	100	三、习题11	194
四、习题5 参考答案	103	四、习题11 参考答案	197
第6章 植物体内有机物质运输分配	109	第12章 植物的抗性生理	205
一、本章教学基本要求及重点	109	一、本章教学基本要求及重点	205
		二、复习思考题解析	206
		三、习题12	217

四、习题 12 参考答案	219
--------------------	-----

第二部分 自测试题及参考答案

自测试题一	229
自测试题一参考答案	231
自测试题二	233
自测试题二参考答案	235
自测试题三	237
自测试题三参考答案	239
自测试题四	241
自测试题四参考答案	243
自测试题五	246
自测试题五参考答案	248
自测试题六	250

自测试题六参考答案	251
自测试题七	255
自测试题七参考答案	257

第三部分 硕士研究生入学 考试模拟试题

硕士研究生入学考试模拟试题一	261
硕士研究生入学考试模拟试题二	263
硕士研究生入学考试模拟试题三	265
硕士研究生入学考试模拟试题四	267

附录	269
主要参考文献	270

第一部分 教学基本要求及 复习思考题解析

绪 论

一、 本章教学基本要求及重点

通过绪论学习，了解植物生理学的对象、内容、产生和发展、发展趋势及其对农业作出的贡献，为了解、认识和学习植物生理学打下基础。

要重视绪论的教学。通过教学，认识植物生理学的对象、内容，把学生引入探索植物生活奥秘的“殿堂”；通过对植物生理学的产生和发展历史的简要回忆，提高学生学习兴趣和爱国热情；通过植物生理学对农业作出的贡献和发展趋势的了解，激发学生树立献身生命（农业）科学事业的志向，为把自己培养成祖国需要的新时代创新人才而努力奋斗！

面临现代分子生物学的渗透和影响，正确认识植物生理学与分子生物学的关系，从中汲取新思想、新观点、新概念和新方法，做到相互促进、共同发展。

在绪论的教学中，还应对课程的性质、任务及教学态度进行强调。应认识到，植物生理学是现代合理农业的理论基础，是高等学校植物生产类、生物类和林学各专业本科生必修的重要专业基础课。通过本门课程的学习，不仅为学习有关后续课程和掌握专业知识打好必要的基础，而且还为将来创造性地学习运用现代农业和生命科学技术创造条件，对于培养学生分析问题、解决问题的能力，发展创造性思维及提高综合素质具有重要作用。植物生理学具有理论性和综合性强、涉及基础课专业课知识面广、与农业生产联系紧密、与宏观微观学科交叉渗透等特点。为了学好这门课，教师要甘心为学生成长当人梯，当好做人的楷模，做好新人生征途的引路人；要有高尚的敬业精神、职业道德和满腔热情。学生要有强烈求知欲望和时代紧迫感，要努力学习，还要善于学习；要钻进去，跳出来，多问为什么。不仅学习知识，更应培养自己提出问题、分析问题、解决问题的创造性思维能力。要自觉学习和运用辩证法和矛盾分析方法，用实践的观点、历史唯物主义观点、对立统一观点正确认识和分析问题。

要重视实验教学，实验教学是基础课教学的重要组成部分，担负着培养学生科学实践技能的任务。实验教学是在特定条件下，排除干扰，通过变革现实的实践以认识客观规律，并通过抽象思维以认识客观规律的科学方法。实验课应该是学生主动进行学习的过程，也就是通过实践以发展思维能力的过程。在实验课中不仅重复做前人所创拟的实验过程，也不仅重复观察前人所观察的现象，而且还重复着前人所经历过的思维过程，且发展它。通过实验课，培养学生实事求是、严谨的科学态度和工作作风，提高学生科学素质和综合素质。

按照考试大纲要求，植物生理学考查的目标是：

1. 了解植物生理学的研究内容和发展史，认识植物生命活动的基本规律，理解和掌握植物生

理学的基本概念、基础理论和主要实验的原理与方法。

2. 能够运用植物生理学的基本原理与方法综合分析、判断、解决有关理论和实际问题。

二、 复习思考题解析

0.1 植物生理学的定义和内容。

分析 植物生理学 (plant physiology) 是研究植物生命活动规律的科学, 或者说是揭示、认识和控制植物生命活动规律的科学。它是在认识植物形态、解剖和分类基础上, 采用不断发展的生物学、物理学、化学等理论和方法, 研究植物生命现象的生物物理及生物化学变化及其过程, 以及环境条件对植物生命活动影响的本质。

解 生命活动是一种以蛋白质和核酸为主体的特殊的物质和能量的运动, 包括物质的代谢、能量的转化、信息转导和形态建成。

植物生命活动的基本规律是营养、代谢、生长和繁殖。

植物营养分为无机营养和有机营养。无机营养包括水、 CO_2 及矿质元素; 有机营养分为需要量大的糖类、蛋白质、氨基酸、核酸、脂肪及微量的维生素、生长素、赤霉素、细胞分裂素、乙烯等。

植物的基本代谢主要包括: 水及无机盐代谢, 植物光合作用, 物质运输分配, 呼吸作用, 物质转化和细胞信号转导等。

生长和繁殖是植物各个生理功能的综合表现。生长表现在体积、重量不可逆地增加和形态有规律地演化。繁殖是内部一系列生理生化变化, 最后导致性器官出现, 经开花、授粉、受精、籽实生长, 产生新一代。

植物对逆境的适应和抵抗能力是植物在长期的系统发育中与不良环境条件(逆境)斗争而产生和发展起来的, 是植物长期进化的结果。

植物生理学的基本内容概括为四部分:

① 细胞结构与功能 它是各种生理活动与代谢过程的组织基础。

② 功能与代谢生理 主要包括光合、呼吸、水分、矿质、运输和细胞信号转导等各种功能、机理与环境条件的影响。

③ 生长发育 它是各种功能与代谢活动的综合反应, 包括生长、分化、发育与成熟、休眠、衰老(包括器官脱落)及其调控。

④ 逆境生理 包括植物在逆境条件下的生理反应、抗逆性等。

这四个部分相互联系构成了植物生理学的整体。

0.2 试述植物生理学对农业作出的贡献和发展趋势。

分析 从植物生理学研究成果推动农业技术变革的事实, 说明植物生理学是现代农业的重要理论基础。从当前世界面临的问题和植物生理学所肩负的历史使命, 说明植物生理学向宏观和微观两个方向发展的趋势。

解 农业生产实践孕育了植物生理学, 而近代植物生理学的每一重大成果又使农业技术产生重大变革, 产量极大提高。例如:

对矿质营养的研究奠定了化肥生产基础,提供了无土栽培新方法,并对合理施肥、提高作物产量作出了贡献。

光合作用研究为农业生产上间作套种、多熟栽培、合理密植、矮秆化和高光效育种等提供理论依据。

植物激素的研究推动了生长调节剂和除草剂的人工合成及应用,为防止器官脱落、打破休眠、控制生长、调节花果形成、插条生根、贮藏保鲜和提高产量质量开辟了新途径。

春化和光周期现象的发现及研究,对栽培、引种、育种有重要指导作用。

植物根源信号转导的研究为节水灌溉提供新思路。

组织培养技术的发展,实现“细胞全能性”预言,为发展花药育种、原生质体培养、细胞杂交融合、基因导入等育种新方法提供了基础,为快速繁殖、脱除病毒和植物性药物的工业化生产提供了可靠的途径等等。

这些成果充分证明植物生理学是现代农业的重要理论基础。

当前世界面临着食物、能源、资源、环境和人口五大问题,这些问题都与生物学有关。在21世纪,作为自养生物的绿色植物在增加食物、增加资源、保护环境和改善环境中发挥着重要的、不可取代的作用。而研究植物生命活动规律和机理的植物生理学,其责任重大,并且仍将处于持续发展阶段。它围绕如何解决食物、能源、资源等全球性问题向宏观和微观方向深入发展。

宏观上,它与环境生物学、生态生理学等更广泛地结合,从群体、群落着眼研究植物间的相互影响,植物与环境的相互作用,自然生态系统和农业生态系统中所出现的生理问题等。

微观上,它在细胞和分子水平上研究植物体内的物质代谢、能量转化、信息转导、形态建成和植物抗逆性及其他生理活动的机理。

此外,受控生态系统、人类-地球-生物圈系统、未来气候变化系统、外层空间站、沙漠开发、水域利用以及生态农业、持续农业等等,为植物生理学提供了难得的机遇。植物生理学与农学结合起来,在农业、林业、轻工业等方面可以发挥重大作用。这就可能赋予植物生理学比几十年前更强大的生命力,从而进入一个更活跃的发展时期,为21世纪人类社会发展作出更大贡献。

0.3 试讨论植物生理学和分子生物学的关系。

分析 从学科的研究内容、方法及相互渗透、交叉和配合的研究推动学科发展的事实,说明植物生理学和分子生物学的相互促进及不可取代性。

解 当今,植物生理学面临着分子生物学和现代农业的挑战,这也是更新和发展植物生理学的极好机遇。分子生物学的渗透,为植物生理学带来了新思想、新观点、新概念和新方法,为植物生理学注入了新的活力。

不同的学科有不同的研究对象和方法,有不同的研究层次,因而,当今分子生物学的发展和渗透不会取代植物生理学。Taiz和Zeiger主编的Plant physiology(1991)一书序言中做了如下说明:“以光合作用为例,用生物化学手段来提纯光合作用的酶,在试管中研究它们的特性;用生物物理的方法分离光合膜,在比色杯中研究它们的作用光谱;分子生物学家克隆编码光合蛋白的基因,研究它们在发育过程中的调节;而植物生理学研究上述这些组成的相互作用及其与周围环境的关系,从而在叶绿体、细胞、叶器官和整体水平上认识光合作用过程及功能”。这就从某种意义上说明,植物生理学是植物整体的科学,它正是在各个学科的相互渗透、相互交叉和配合的

研究中不断深入。

植物生理学的深入研究也为分子生物学及其他学科的研究提供了重要基础。如控制番茄等果实成熟的分子生物学和基因工程是著名植物生理学家杨祥发在完成乙烯生物合成的研究，并确定蛋氨酸循环是控制番茄乙烯生物合成和果实成熟衰老唯一调控机构的基础上而获得成功的。现在已获得的一些植物重要生物过程有关基因或其 cDNA 克隆，例如 RuBP 羧化酶基因，与抗旱/盐碱密切相关的脯氨酸合成酶基因和甜菜碱基因等，都是以弄清楚这些酶的生理生化背景或有关生物合成途径为基础的。

相反，一些重要的植物生命现象，由于其生理生化的本质不完全清楚，因而制约了其分子生物学研究和基因工程的进展。例如抗逆性的研究，虽然人们观察到植物在逆境条件下（干旱、盐碱、热激等）产生各种各样的逆境蛋白，但这些逆境蛋白是如何产生的及其生理功能并不清楚。目前的研究是先分析逆境蛋白氨基酸顺序，然后合成探针，再分离基因，反过来对蛋白的生理功能进行研究。可见，植物生命活动各过程，特别是酶促过程的研究是植物生理学的重要方面，它是进行相关分子生物学及基因工程的基础。

0.4 试述植物生理学的产生和发展。

解 植物生理学的产生和发展与其他学科一样，是由生产实践的需要和生产力及其他基础学科的发展决定的。植物生理学的发展大致可分为三个阶段，李比希（Liebig）矿质营养学说提出之前为第一阶段。李比希矿质营养学说提出（1840 年）以后到 19 世纪末为第二阶段，20 世纪初以后为第三阶段。

植物生理学发展的第一阶段是从探讨植物营养问题开始的。第一阶段的发展导致土壤营养和空气营养概念的初步建立，并认识到叶在植物营养中的作用。

第二阶段是以李比希的《化学在农学和生理学上的应用》一书于 1840 年问世为起始标志。植物生理学从孕育、诞生到茁壮成长，是植物生理学发展的黄金时期，并与其他学科一起极大地推动了农业生产的发展，提高了作物产量。在这一阶段有关植物生理学的专著也陆续问世，标志着植物生理学已达成熟阶段，成为一门独立的学科，对植物生理学的发展起了很大的推动作用。第二阶段的成就与当时的细胞学、进化论和能量守恒定律的建立和影响是分不开的。

第三阶段是从 20 世纪初开始至今，经过动荡与分化，植物生理学进入飞速发展时期。其研究范围从微观到宏观，在分子、细胞、器官和个体、群体不同层次上发展着。21 世纪的植物生理学将逐步发展成为围绕植物生命活动过程的“功能实现及其调控机理”、在植物功能基因组的水平上全面探讨植物生长发育分子机理的全新学科。

第1章 植物细胞的结构与功能

一、 本章教学基本要求及重点

通过本章对植物细胞亚显微结构的学习，重点了解细胞结构与功能的关系。

细胞是构成植物体结构与功能的基本单位。按其结构的复杂程度分为原核细胞和真核细胞两大类。高等植物的细胞是真核细胞。原生质的胶体性质、黏性、弹性和液晶性质与生命活动有密切关系。

高等植物的细胞最外面是细胞壁，内部是内膜系统、质膜以及由内膜分隔的具有各自功能的细胞器，细胞内部按室分工，保证了细胞有序的生化反应顺利进行。细胞精细结构与其所承担的功能相适应。

二、 复习思考题解析

（一）名词解释

1. 黏性（viscosity）：又称黏滞性、黏度或内摩擦。黏性指流体物质抵抗流动的性质，也就是物质流动时它的一部分对另一部分物质所产生的阻力。原生质黏性和生命活动的强弱有关，当细胞处于生长旺盛或代谢活跃状态时，原生质黏性相当低，休眠时则很高。黏性可能影响代谢活动，而代谢结果反过来也可改变原生质的黏性。

2. 弹性（elasticity）：是指物体受到外力作用时形态改变，除去外力后能恢复原来形状的性质。细胞壁、原生质、细胞核都具有弹性。原生质弹性和植物的抗旱性有关，弹性大时抗旱性强，弹性大小可作为抗旱性的生理指标。

3. 液晶态（liquid crystalline state）：是物质介于固态与液态之间的一种状态，它既有固体结构的规则性，又有液体的流动性；在光学性质上像晶体，在力学性质上像液体。在植物细胞中，有不少分子如磷脂、蛋白质、核酸、叶绿素、类胡萝卜素与多糖等在一定温度范围内都可以形成液晶态。液晶态与生命活动息息相关，如膜的流动性是生物膜具有液晶特性的缘故。当温度过高时，膜状态会从液晶态转变为液态，其流动性增大，膜透性加大，导致细胞内葡萄糖和无机离子等大量流失。温度过低时膜状态由液晶态转变为凝胶态，膜透性增大。

4. 伸展蛋白（extensin）：是植物细胞初生壁中富含羟脯氨酸的糖蛋白，它除了作为壁结构成分（增加了壁的强度和刚性，赋予了壁一定的韧性）外，还有防御、抗病和抗逆的功能。

5. 寡糖素 (oligosaccharin) : 是植物细胞初生壁多糖降解物碎片中有一定生物活性的分子, 在植物体防御反应中有重要作用。

6. 胞间连丝 (plasmodesma) : 是穿越细胞壁、连接相邻细胞原生质 (体) 的管状通道。由于胞间连丝联结着相邻细胞的原生质体, 使生活整体的原生质体具有连续性, 因而把这些连续的原生质常称为共质体 (symplast)。胞间连丝有很重要的生理功能: 相邻细胞的原生质体可通过胞间连丝进行物质交换, 使可溶性物质 (如电解质和小分子有机物)、生物大分子物质甚至细胞核、细胞质都可相互交换, 互通有无。通过胞间连丝发生体内信息的传递, 包括电刺激或发育信息。胞间连丝可传递由核发出的成壁信号, 在细胞壁的形成、细胞分化中起作用。

7. 生物膜 (biological membrane) : 构成细胞所有膜的总称, 包括细胞质膜和内膜系统。

8. 内膜 (inner membrane) : 是指质膜以内构成各种细胞器的微膜, 叫内膜或内膜系统。内膜系统确切的含义是真核细胞内由膜分隔而形成的具有连续功能的系统, 主要指核膜、内质网、高尔基体以及细胞质的各种囊泡。质膜、液泡膜以及溶酶体膜是这些内膜体系活动的最后产物。虽然叶绿体和线粒体的膜也可直接、间接与内膜系统相连, 但不包含在内膜系统内。在植物细胞中, 构成生物膜的脂类主要是复合脂类 (complex lipids), 包括磷脂、糖脂和硫脂。

9. 外在蛋白 (extrinsic protein) : 又称外周蛋白 (peripheral protein), 它们以静电或离子键等较弱的共价键与膜脂相连, 分布在膜表面, 结合不牢固。这类蛋白质占膜蛋白的 20%~30%, 为水溶性蛋白, 一旦从膜上分离下来, 不能再聚合形成膜结构的成员。

10. 内在蛋白 (intrinsic protein) : 又称整合蛋白 (integral protein), 它们与膜脂的结合形式多种多样, 有的横跨整个膜, 叫跨膜蛋白; 有的与外在蛋白结合以多酶复合体形式与膜脂结合; 有的则以疏水部分和亲水部分分别与磷脂的疏水与亲水两部分结合。内在蛋白占膜蛋白的 70%~80%。膜蛋白都是具有生理功能的活性蛋白, 有的与物质运输有关, 有的与物质和信号传递有关, 有的具有催化活性 (酶)。

11. 单位膜 (unit membrane) : 是磷脂分子成两层排列, 疏水性尾部向内, 亲水性头部向外, 与蛋白质分子结合成三层构造膜。

12. 膜的流动镶嵌模型 (fluid mosaic model) : 由辛格尔 (S J Singer) 和尼柯尔森 (G Nicolson) 在 1972 年提出, 认为生物膜是由脂类双分子层构成, 蛋白质并不都位于磷脂外面, 有些蛋白质在外面与膜的外表面相连, 称为外周蛋白; 有些蛋白质镶嵌在磷脂之间, 甚至穿透膜的内外表面称为嵌入蛋白。由于蛋白质在膜上的分布不均匀, 膜的结构是不对称的。脂类双分子层大部分为液体状, 整个膜就像轻油一样, 可以自由地侧向流动, 所以称之为流动镶嵌模型。

13. 内质网 (endoplasmic reticulum, ER) : 分布于细胞质中由膜构成的网状管道系统, 管道以各种形状延伸和扩展, 成为各类管、泡、腔交织的状态。内质网有两种:

(1) 糙面内质网 (rough endoplasmic reticulum, RER) 附有颗粒 (合成蛋白质的细胞器——核糖体) 的内质网。糙面内质网上的核糖体参与将 mRNA 分子翻译为蛋白质的过程, 是细胞内蛋白质、脂类和多糖的合成、贮藏及运输系统。

(2) 滑面内质网 (smooth endoplasmic reticulum, SER) 膜外面不附有核糖体, 表面光滑。主要是合成和运输脂类和多糖, 它也可能是细胞之间通讯与传递系统。

细胞中内质网可以与细胞核的外膜相连, 同时也可与细胞表面的质膜相连, 而且还能随同胞

间连丝穿过细胞壁，与相邻细胞的内质网发生联系。因此有人认为内质网构成了一个从细胞核到质膜，甚至与相邻细胞相连而直接贯通的管道系统。

14. 高尔基体 (dictyosome 或 Golgi body)：由一叠扁平的囊 (也称泡囊或槽库) 所组成，主要功能是分泌和合成多糖，参与新细胞壁的形成。一个细胞内的全部高尔基体，总称为高尔基器 (Golgi apparatus)。

15. 溶酶体 (lysosome)：起源于内质网或高尔基体的一种内膜系统，一层膜，内无结构，主要包含各种酸性水解酶，如水解蛋白质、核酸、多糖、脂类等的约几十种水解酶类。当溶酶体膜被破坏时，这些酸性水解酶即可释放于细胞质中，使细胞发生自溶作用。

16. 液泡 (vacuole)：具有一个大的中央液泡是成熟的植物生活细胞的显著特征。液泡的生理功能有：

(1) 贮存物质 液泡由一层液泡膜包裹，膜内充满着细胞液，是含有多种有机物和无机物的复杂水溶液 (有的是细胞代谢产生的贮藏物，例如糖、有机酸、蛋白质、磷脂等；有的是排泄物，例如草酸钙、花色素苷等，都有再度转化利用的可能)。此外，液泡是细胞内的钙库， Ca^{2+} 可因内外刺激信号而进出液泡，调节原生质中可溶性 Ca^{2+} 浓度，进而调节生理反应。

(2) 调节细胞吸水机能 液泡的出现使细胞与外界环境构成渗透系统，由于液泡膜的选择透性与液泡内溶质积累，调节细胞具有适宜的吸水能力，维持细胞膨压使之具有一定的挺度。

(3) 便于原生质体与外界发生气体和养料的交换 借助于大的中央液泡，把细胞质挤压成贴壁的薄层，这样便有利于原生质体与外界发生气体和养料的交换。

(4) 类似溶酶体的作用 已发现在液泡内存在有许多酸性水解酶、 α -半乳糖苷酶、蛋白酶、转化酶等，这些酶可类似于溶酶体作用即把进入液泡内的大分子进行消化，供细胞吸收。

17. 细胞核 (nucleus)：一般为圆球形或卵形。高等植物细胞核的直径 $5\sim 20\ \mu\text{m}$ 。核被两层膜所包裹，称为核膜 (nuclear membrane)，核膜由外膜和内膜组成，膜上还具有许多小孔，称为核孔 (nuclear pore)。核孔控制细胞核与细胞质之间物质的交换。膜内充满均匀透明的胶状物质称为核质 (nuclear substance)，其中有一到几个折光强的球状小体称为核仁 (nucleolus)。核仁是核内合成和贮藏 RNA 的场所，它的大小和细胞代谢强度有关。当细胞固定染色后，核质中被染成深色的部分称为染色质 (chromatin)，其余染色浅的部分称为核液 (nucleochylema)。在电子显微镜下显出一些交织成网状的细丝，主要成分是 DNA 和蛋白质。当细胞进行有丝分裂时，这些染色质丝便转化成粗短的染色体。染色质是细胞中遗传物质存在的主要形式。核液是核内没有明显结构的基质，可能含有蛋白质、RNA 和多种酶。

细胞核功能主要是贮存和传递遗传信息，在细胞遗传中起重要作用。同时细胞核对细胞的生理活动，也起着重要的调控作用，如果把核从细胞中除去，就会引起细胞代谢的不正常，并且很快导致细胞死亡。

18. 微体 (microbody)：起源于内质网的亚细胞颗粒，形状有圆球形、椭圆形、卵圆形、或哑铃形。它的直径为 $0.2\sim 1.5\ \mu\text{m}$ ，一般为 $0.5\ \mu\text{m}$ 。外面由光滑单层膜所包裹，膜内衬质是均一的，或者是呈颗粒的，但无内膜片层结构。

微体可分为两种主要类型：

过氧化物酶体 (peroxisome)，是光呼吸底物乙醇酸氧化的场所，它与线粒体、叶绿体共同完

成光呼吸的过程。

乙醛酸体 (glyoxysome)，主要出现于油料种子萌发的胚乳或子叶内，乙醛酸体含有脂肪 β -氧化与乙醛酸循环的各种酶类。它可使贮藏脂肪 90% 转化为糖。

19. 核糖体 (ribosome)：是无膜包裹的核蛋白颗粒，可以附着于各种膜性细胞器上，如内质网 (糙面内质网)、线粒体等，也可以分散于细胞质中。

核糖体主要由核糖核酸 (rRNA) 与核糖体蛋白质组成。每个核蛋白体由大、小两个亚基组成。高等植物细胞中至少有两类核蛋白体：70 S (具有 30 S 和 50 S 两个亚基) 和 80 S (具有 40 S 和 60 S 两个亚基)，80 S 在真核细胞的细胞质中，70 S 在细菌与叶绿体中。两个核糖体可以进一步结合变成具有 120 S 的二聚体，核糖体的聚合是可逆的，主要受 Mg^{2+} 离子浓度等外界条件控制。

在正常生长的细胞中，若干个核糖体由一个宽度为 1nm 的 mRNA 贯穿形成多聚核糖体，它是合成蛋白质的主要场所。一个多聚核糖体由 5~6 个核糖体串联而成，也可多至 50 个以上。多聚核糖体的聚合与解聚对蛋白质合成有直接的影响，它受各种因素的调节，例如各种激素 (如 IAA、GA、CTK 等)、光强以及细胞发育时期等都有调节多聚核糖体的作用。

20. 嵴 (cristae)：线粒体内膜向内褶皱，形成许多隔板状或管状突起称为嵴。一般说来，嵴的形状多是管状，较不整齐。线粒体内膜由于嵴存在，大大增加了表面积。

21. 类囊体 (thylakoid)：是在叶绿体内部间质里悬浮着的复杂的层膜系统，在切片断面上它表现为层层叠叠的片层结构，每个片层是由自身闭合的双层膜组成，外形像只扁平的囊，故这种片层也称为类囊体。

在叶绿体内一些部位类囊体垛叠在一起形成基粒 (grana)。构成基粒的类囊体称为基粒类囊体 (grana thylakoid) 或基粒片层 (grana lamella)。

在间质中伸展着的，没有构成基粒的类囊体称为间质类囊体 (stroma thylakoid) 或间质片层 (stroma lamella)。一个间质类囊体往往与几个基粒相连接，好像高层建筑之间的“空中走廊”，把所有类囊体连接成一个复杂的膜系统，有人称为“回纹结构” (fret structure)。叶绿体中类囊体垛叠成基粒，使捕获光能的机构高度密集，更有效地收集光能，加速光反应进行。

22. 光合膜 (photosynthetic membrane)：凡是光合细胞 (不论原核细胞还是真核细胞) 都具有类囊体。因为光合作用的能量转化过程是在类囊体膜上进行的，所以类囊体膜特称为光合膜。

23. 细胞骨架 (cytoskeleton)：是指真核细胞中的蛋白质纤维网架体系，包括微管、微丝和中间纤维等。它们都由蛋白质组成，没有膜的结构，互相连接成立体的网络，也称为细胞内的微梁系统 (microtrabecular system)。

细胞骨架不仅在维持细胞形态、保持细胞内部结构的有序性方面起着重要作用，而且与细胞运动、物质运输、能量转换、信息传递、细胞分裂和分化、基因表达等生命活动密切相关。植物的许多生理过程，如极性生长、叶绿体运动、气孔保卫细胞分化、卷须弯曲等都有细胞骨架的参与。

24. 微管 (microtubule)：植物细胞质内有一些长形、中空不分支的筒状结构，称作微管。微管由微管蛋白 (tubulin) 组成。这种蛋白为球形，它连接成丝，每根丝状体就是一种亚基。而后再由丝状体亚基联合成微管。管壁上生有突起，通过这些突起 (或桥) 使微管相互联系或者与其他细胞器如质膜、内质网等相连。微管的生理功能：与细胞形状的维持有一定关系，参与细胞壁的

形成和生长,微管与细胞的运动及细胞内细胞器的运动方向有密切关系。

25. 微丝 (microfilament): 微丝比微管细得多,直径为 5~8 nm,经常几条到 20 条以上成束平行排列在一起,丝束的直径为 100 nm,长达几微米。每一细胞内有几条丝束,经常和细胞的长轴或细胞质环流的方向平行。微丝是由收缩蛋白所构成。收缩蛋白类似于肌肉中的肌动蛋白,它是一种直径 5~7 nm 的丝状分子,同时还与肌球蛋白与其他蛋白分子构成复合物。

由于微丝的主要成分是类似于肌动蛋白和肌球蛋白的蛋白质,因此,它具有像肌肉一样的收缩功能,除了起支架作用外,它的主要功能是与微管配合,控制细胞器的运动。微管的排列为细胞器提供了运动的方向,而微丝的收缩功能,直接导致了运动的实现。另外微丝与胞质的环流有密切关系。

26. 中间纤维: 是一类柔韧性很强的蛋白质丝,直径为 10 nm,因其直径介于肌粗丝和细丝之间,故被命名为中间纤维,又称中间丝 (intermediate filament)。其成分比微丝和微管复杂,由丝状亚基 (fibrous subunits) 组成。

中间纤维蛋白亚基合成后,游离的单体很少,它们首先形成双股超螺旋的二聚体,然后再组装成四聚体,最后组装成为圆柱状的中间纤维。

中间纤维的功能:

(1) 支架作用 中间纤维可以从核骨架向细胞膜延伸,提供了一个细胞质纤维网,起支架作用,可使细胞保持空间上的完整性,并与细胞核定位有关。

(2) 参与细胞发育与分化 有人认为中间纤维与细胞发育、分化有关的 mRNA 或调控因子的运输有关。

27. 圆球体 (spherosome): 是由一层单位膜包裹的圆球状小体,直径 0.5~1.0 μm ,内部有细微的颗粒结构,圆球体含有 40% 的脂类。圆球体来源于内质网,可继续发育成为油滴。

圆球体的生理功能是贮藏脂肪,同时也具有溶酶体的性质。在含油组织的圆球体内含有水解酶与脂肪酶,在非含油组织的圆球体内含有酸性磷酸酶和其他一些水解酶。

28. 细胞浆 (cytosol): 包含在质膜以内和各种内膜结构以外的原生质是细胞质基质 (cytoplasmic matrix, cytomatrix), 也称为细胞浆。内质网纵横交错穿过细胞浆,各种细胞器悬浮于细胞浆中。它是富含蛋白质 (酶),具有一定黏度,能流动的透明物质,体积约占细胞质的一半。

细胞浆的功能可能有下列几个方面:

(1) 是进行某些生化过程的场所。如糖酵解、磷酸戊糖途径、脂肪酸合成、核酸和氨基酸代谢的一定阶段,都是由细胞浆中的酶催化完成的。

(2) 为维持细胞器的实体完整性提供所需要的离子环境。

(3) 供给细胞器行使功能所必需的一切底物。

(4) 保证各种复杂的生理生化过程的相互作用所涉及物质运输。

(二) 问答题

1.1 原核细胞与真核细胞各有何特点?

分析 真核细胞结构复杂,其主要特征是形成了界限分明的细胞核。

解 原核细胞结构简单,核质与细胞质之间没有明显的核膜,因而无明显的细胞核;除质膜外,细胞质内无其他膜层结构,细菌、蓝藻等单细胞生物属于原核细胞一类。