



生命科学学习指导系列

研究生入学考试指南

# 植物生理学学习指导

王宝山 主编



生命科学学习指导系列

# 植物生理学学习指导

王宝山 主编

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书是由科学出版社组织编写的高等师范院校新世纪教材配套《生命科学学习指导》丛书中的《植物生理学》教学分册。全书分为三部分:第一部分为植物生理学复习指南,按章节编排,共11章。第二部分为植物生理学考试模拟试卷。第三部分选登了近年来部分综合性大学、科研院所、师范大学和农林院校研究生入学考试的植物生理学试题供参考。

本书内容涵盖面广,分析清晰,题型灵活多样,题量充足,图文并茂。可供综合性大学、师范大学和农林院校中相关专业的在校本科生学习植物生理学课程和报考硕士或博士研究生人员复习时使用,也可供任课教师出题时参考。本书对函授、自学、专升本等各类人员的植物生理学课程学习和考试都会有很大的帮助。同时,本书对中学生物教师及参加生物奥林匹克竞赛的学生也有重要参考价值。

### 图书在版编目(CIP)数据

植物生理学学习指导/王宝山主编. —北京:科学出版社,2006

(生命科学学习指导系列)

ISBN 7-03-017491-7

I. 植... II. 王... 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(2006)第 069318 号

策划编辑:陈 露 / 责任编辑:陈 露 李 瑾  
责任印制:刘 学 / 封面设计:一 明  
责任校对:连秉亮

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

江苏省句容市排印厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2006年7月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2006年7月第一次印刷 印张:17

印数:1—4200 字数:328000

定价:24.00元

# 《生命科学学习指导系列》

总策划 安利国

## 《植物生理学学习指导》编委会

主 编：王宝山

副 主 编：侯福林 范 海 王兴安

编 委：(按姓氏笔画排序)

丁同楼 王兴安 王宝山 许 卉

陈 敏 范 海 郭建荣 侯福林

001191211

# 前 言

生命科学作为 21 世纪的带头学科发展日新月异。植物生理学作为植物生物学的主要分支学科涉及到植物生命活动的各个方面,而且近年来在光合作用光反应、激素受体、开花机制和抗性机制方面都取得了重大进展,国内外的大部分《植物生理学》教科书都进行了补充再版。可喜的是国内近年来也出版了适用于师范院校、农林院校和综合性大学等不同版本的《植物生理学》教材。2001 年由科学出版社组织发起编写高等师范院校新世纪系列教材,2003 年我们组织全国 11 所高等师范院校编写了其中的《植物生理学》和《植物生理学实验指导》,3 年来收到好评。为了配合该教材的使用,适应全国高等院校培养“高素质、厚基础、强能力、广适应”的复合型人才,帮助本科生和考研人员系统复习植物生理学及满足中学生物教师和部分学生的需求,科学出版社又组织编写与新世纪系列教材配套的系列《生命科学学习指导》丛书。为此我们组织多年从事植物生理学教学、有丰富教学经验的骨干教师和多年从事中学生物奥林匹克竞赛(植物生理部分)辅导的教授、副教授和博士等精心编写了这本《植物生理学学习指导》。

本书编写主要参考了我国综合性大学、师范大学和农林院校目前广泛使用的教材及相应的实验指导,如曹仪植和宋占午主编的《植物生理学》、王宝山等主编的《植物生理学》、潘瑞炽主编的《植物生理学》(第五版)、武维华主编的《植物生理学》、王忠主编的《植物生理学》、曾广文主编的《植物生理学》、李合生主编的《现代植物生理学》和 Hopkins 等主编的“Introduction to Plant Physiology”(第三版)等。其内容涉及植物的水分、矿物质、光合、呼吸、信号转导、光形态建成、生长物质、生长、开花、成熟与衰老及逆境生理等 11 章。全书分为三部分:第一部分为植物生理学复习指南,按章节编排,每章包括知识框架和精点解析(简述每一章节的知识要点)、重点与难点(指出重点和难点)、重点名词解释(基本概念和名词)、精点例题要点(指导如何解答不同类型题目)和习题(题型包括名词解释、填空、选择、判断、简答、计算题和实验题),都附有参考答案;第二部分为植物生理学考试模拟试卷(8 份),题型与第一部分习题相似;第三部分选登了近年来部分综合性大学、科研院所、师范大学和农林院校研究生入学考试的植物生理学试题供参考。

本书的主要特色有以下几方面:第一,在全面反映不同类型院校植物生理学教材基本内容的基础上,尽可能反映国际上本学科的最新概念和成果;第二,为了反映本学科的实验性及考研对技能和综合素质越来越高的要求,本书特别在每章节安排了实验、识图及实践应用题目;第三,为了满足高考和生物奥林匹克竞赛中对植物生理部分内容考试的要求,由多年参与中学生物教改并辅导生物奥林匹克竞赛(所辅导的学生获国际金牌)的侯福林教授负责在每章节编排了相关题目。

本书由王宝山教授主编,其他参加编写的人员有侯福林教授、范海副教授、王兴安副教授、陈敏、丁同楼、郭建荣和许卉,他们都是从事植物生理学教学的教师。

在本书编写过程中我们得到了科学出版社的指导和关心,并通过他们的审定,也得到了“山东师范大学出版基金”的资助,在此一并表示衷心感谢。该书中引用了国内外一些相关的资料和图片,也借鉴了兄弟院校所编写的复习思考题和引用了相关单位的考研试题。在此特向有关人士深表谢意。

由于编者对复习思考题的研究不多,水平有限,本书中定会存在不少缺点和错误,恳请科教界同仁和广大读者提出宝贵意见,以便更好地为读者服务。

编者

2006年4月

## 前言

## 第一部分 植物生理学复习指导

### 1 植物的水分代谢

知识框架和精点解析 .....	3
重点名词解释 .....	4
精点例题要点 .....	6
习题 .....	9
参考答案 .....	17

### 2 植物的矿质营养

知识框架和精点解析 .....	24
重点名词解释 .....	25
精点例题要点 .....	26
习题 .....	27
参考答案 .....	36

### 3 光合作用

知识框架和精点解析 .....	43
重点名词解释 .....	46
精点例题要点 .....	49
习题 .....	56
参考答案 .....	68

### 4 植物的呼吸作用

知识框架和精点解析 .....	76
重点名词解释 .....	77
精点例题要点 .....	78
习题 .....	79
参考答案 .....	89

<b>5 植物细胞的信号转导</b>	
知识框架和精点解析 .....	96
重点名词解释 .....	97
精点例题要点 .....	98
习题 .....	99
参考答案 .....	101
<b>6 植物的生长物质</b>	
知识框架和精点解析 .....	105
重点名词解释 .....	107
精点例题要点 .....	108
习题 .....	113
参考答案 .....	123
<b>7 植物的光形态建成</b>	
知识框架和精点解析 .....	127
重点名词解释 .....	128
精点例题要点 .....	129
习题 .....	130
参考答案 .....	132
<b>8 植物的生长生理</b>	
知识框架和精点解析 .....	136
重点名词解释 .....	137
精点例题要点 .....	138
习题 .....	142
参考答案 .....	149
<b>9 植物的生殖生理</b>	
知识框架和精点解析 .....	154
重点名词解释 .....	155
精点例题要点 .....	156
习题 .....	157
参考答案 .....	163



<b>10 植物的成熟和衰老生理</b>	
知识框架和精点解析 .....	168
重点名词解释 .....	168
精点例题要点 .....	169
习题 .....	171
参考答案 .....	175
<b>11 植物的逆境生理</b>	
知识框架和精点解析 .....	179
重点名词解释 .....	182
精点例题要点 .....	183
习题 .....	185
参考答案 .....	190

## 第二部分 植物生理学模拟试题

模拟题(一) .....	199
模拟题(二) .....	202
模拟题(三) .....	204
模拟题(四) .....	207
模拟题(五) .....	210
模拟题(六) .....	213
模拟题(七) .....	216
模拟题(八) .....	219

## 第三部分 科研院所及不同类型院校植物 生理学硕士研究生入学试题选登

### 综合性大学

复旦大学 2002 年植物生理学试题 .....	225
南开大学 2000 年硕士研究生入学考试植物生理学试题 .....	226
浙江大学 2002 年硕士研究生植物生理学入学试题 .....	227

厦门大学 2001 年植物生理学试题 .....	230
厦门大学 2002 年植物生理学试题 .....	231
湛江海洋大学植物生理学试题(2004) .....	232

### 科研院所

中国科学院攻读硕士学位研究生植物生理学入学 试题(2003) .....	236
中国科学院攻读硕士学位研究生植物生理学入学 试题(2004) .....	237
中科院植物所攻读硕士学位研究生植物生理学入学 试题(2001) .....	239

### 中国科学院西双版纳热带植物园

2003 年度硕士学位研究生植物生理学试题 .....	241
-----------------------------	-----

### 师范大学

华东师范大学 2005 年攻读硕士学位研究生植物生理学 入学试题 .....	243
华东师范大学 2004 年攻读硕士学位研究生植物生理学 入学试题 .....	244
华东师范大学 2001 年攻读硕士学位研究生植物生理学 入学试题 .....	246
北京师范大学 2001 年攻读硕士学位研究生植物生理学 入学试题 .....	248

### 农业大学

华中农业大学 2002 年硕士研究生入学考试植物生理学 试题 .....	250
2000 年南京农业大学攻读硕士学位研究生入学考试 植物生理学试卷 .....	251

### 林业大学

北京林业大学 2001 年攻读硕士学位研究生植物生理学 入学试题 .....	255
2002 年北京林业大学硕士研究生入学考试植物生理学试题 ..	257
南京林业大学 2003 年植物生理学考研试题 .....	258

# 第一部分

## 植物生理学复习指导



# 1 植物的水分代谢

## 知识框架和精点解析

水分对植物的生命活动有极其重要的作用。植物体内的含水量,一般约占组织鲜重的70%~90%,随植物种类、植物组织及外界环境条件而变化。水分在植物体内有自由水及束缚水两种形式,二者比值可反映代谢活性与抗性强弱。水对植物的生命活动有极重要的生理和生态作用。水是植物细胞原生质的主要成分,是植物体内各种代谢活动和物质吸收、运输的良好介质,还是植物光合作用的原料,呼吸作用和物质合成分解代谢的参与者。水能维持植物细胞或组织的紧张度,有利于生长发育的进行。水还可以调节植物的体温,调节微气候。

植物细胞间以及植物与环境间水分的流动方向是由水势决定的。水势是指相同温度和压力下每偏摩尔体积水的化学势与每偏摩尔体积纯水的化学势之差。水化学势是指偏摩尔体积水的自由能。一个典型植物细胞的水势由渗透势、压力势和衬质势三部分组成: $\Psi_w = \Psi_s + \Psi_p + \Psi_m$ ;具有中央大液泡的细胞水势: $\Psi_w = \Psi_s + \Psi_p$ ;分生细胞、风干种子的水势: $\Psi_w = \Psi_m$ 。在任何两个相邻部位之间或两个相邻细胞之间水分移动决定于两者水势的高低,水分总是从高水势区域流向低水势区域。

植物细胞吸水是不需直接消耗能量的被动吸水,并以渗透吸水为主。而干燥的种子、分生细胞的吸水,主要是吸胀吸水。水分的迁移包括扩散、集流和渗透作用三种方式。扩散对于短距离的迁移是有效的,集流适合长距离的迁移,而渗透作用是液体通过半透膜的一种特殊扩散。对植物细胞而言,水分跨膜运输的方式有两种:一是通过膜脂双分子层的间隙进出细胞;二是通过水孔蛋白进出细胞。水孔蛋白可通过在转录、翻译及磷酸化/脱磷酸化作用等不同水平的调节,从而控制水分的跨膜运输。

根系是植物吸水的主要器官,根尖的根毛区是吸水的主要区域。根系吸水的动力有根压和蒸腾拉力两种。根压与根系的生理活动有关,蒸腾拉力与蒸腾作用有关。所以影响根系生理活动与蒸腾速率的内外因素都影响根系吸水。水分在根部的运输,可分为质外体途径和共质体途径。前者运输阻力大,只适于短距离运输;后者对水分的阻力小,适于长距离运输。水分之所以沿导管和管胞上升,是因为下有根压、上有蒸腾拉力,其中以蒸腾拉力为主;水分子内聚力远大于水柱张力,从而保证水柱连续不断上升。这称为“蒸腾-内聚力-张力学说”,也称“内聚力学说”。

植物失水的方式有吐水和蒸腾两种。植物主要通过叶片蒸腾散失水分,叶片蒸腾又包括角质蒸腾和气孔蒸腾两种形式。气孔蒸腾是植物叶片蒸腾的主要形式,成熟叶片的角质蒸腾仅占总蒸腾量的5%~10%,其余为气孔蒸腾。气孔面积仅占叶表面积的1%左右,但通过气孔蒸腾的水量却是相同表面积自由水面蒸发量的50倍,原因在于通过气孔等小孔的液体扩散速率与周长成正比而不与面积成正比,这称为小孔律。气孔是由保卫细胞组成的,保卫细胞体积小,少量水分的进出就可引起气孔的开闭、细胞壁不均匀加厚、细胞内含有叶绿体并能进行光合磷酸化,这些都与气孔的功能密切相关。目前主要用淀粉-糖转化学说、 $K^+$ 积累学说和苹果酸代谢学说来解释气孔的运动。用于衡量蒸腾快慢和效率的指标主要有三个:蒸腾速率、蒸腾比率和蒸腾系数。气孔蒸腾的速率受到内外因素的影响,外界因素中以光照为主,内部因素中以气孔调节为主。

作物需水因种类不同而异,同一作物在不同的生育期需水要求不同,一般以生殖器官形成期和灌浆期对缺水最敏感,这一时期称为水分临界期。合理灌溉就是要用最少量的水取得最好的生产效果。合理灌溉的指标要综合考虑土壤含水量、作物形态指标及生理指标。发展节水农业是促进水资源合理利用和农业可持续发展的必然要求。节水灌溉方式有喷灌、滴灌、微灌、膜上灌等方式,另外近年发展的精确灌溉、调亏灌溉等新型灌溉方式应用于节水农业,收效显著。

### 重点与难点

#### 重点:

1. 水的理化性质与水在植物生命活动中作用的关系。
2. 植物细胞对水分的吸收。
3. 植物根系吸收水分的部位、途径与水分运输的动力。
4. 蒸腾作用、蒸腾的部位与方式、蒸腾的指标及其影响蒸腾的因素。
5. 气孔运动的机理。
6. 作物的需水规律。

#### 难点:

1. 水势的概念及植物细胞水势组成。
2. 气孔运动的机理。
3. 水分跨膜运输与水孔蛋白。

### 重点名词解释

1. 自由能(free energy):在恒温恒压下,体系能够用于做有用功的那一部分能

量,它是体系的固有性质。与自由能相对应,体系中不能用于做有用功的能量称为束缚能(bound energy)。

2. 化学势(chemical potential):用希腊字母  $\mu$  表示。在一个多组分体系中,某组分的化学势定义为该组分的偏摩尔自由能。或者说,在等温等压和保持其他组分浓度不变时,在多组分体系中加入 1 摩尔某组分所引起体系的自由能变化,称为该组分的化学势。化学势是用来描述体系中某组分发生化学反应的本领或转移的潜在能力。物质总是从化学势高的地方自发地转移到化学势低的地方,化学反应能否自发发生也取决于反应前后体系的化学势是否下降。化学势的单位是焦耳/摩尔( $\text{J} \cdot \text{mol}^{-1}$ )。人为规定标准状况下纯水的化学势为 0。

3. 水势(water potential):每偏摩尔体积水的化学势差,符号为  $\Psi_w$ 。在植物生理学中,水势是指每偏摩尔体积水的化学势差,即体系中水的化学势与纯水化学势之差除以水的偏摩尔体积所得的商,其单位为压力单位(Pa, MPa, 或 bar)。把常温常压下纯水的水势规定为零,任何溶液的水势因溶质的存在而小于零,为负值。植物细胞的水势则是由渗透势( $\Psi_s$ )、衬质势( $\Psi_m$ )和压力势( $\Psi_p$ )三部分组成。

4. 溶质势(solute potential)或渗透势(osmotic potential):溶质势是由于溶质颗粒的存在降低了水的自由能而使体系水势降低的数值。溶液的溶质愈多,其溶质势愈低,因此,任何溶液的水势均低于纯水的水势而为负值。溶质势常记作  $\Psi_s$  或  $\pi$ 。

5. 压力势(pressure potential,  $\Psi_p$ )是由于压力的存在而使体系水势改变的数值。对于植物细胞来说,由于细胞吸水膨胀原生质体对细胞壁产生一种压力,这种压力叫膨压(turgor pressure)。同时,细胞壁则产生出一个数值相等、方向相反的对原生质体的压力,这一压力的作用是使细胞内的水分向外移动,即等于提高了细胞的水势,这种由于细胞壁压力的存在而引起的细胞水势增加的值叫细胞的压力势( $\Psi_p$ )。细胞的压力势一般为正值,在特殊情况下,压力势也可为负值或等于零,例如原生质体与细胞壁分离后,细胞的压力势为 0;剧烈蒸腾时,原生质体快速失水收缩,而细胞壁与细胞质膜未能分离时,细胞的压力势为负值。

6. 重力势(gravitational potential,  $\Psi_g$ ):由于重力的存在使体系水势增加的数值,称为重力势。重力势的计算公式为  $\Psi_p = \rho gh$ ,规定海平面上的重力势为 0。当我们所考虑的是在很小范围内(即一个区域与另一区域的高度差不大)水的移动时,水势组成中的重力势可以略去。

7. 衬质势(matrix potential,  $\Psi_m$ ):表面能够吸附水分的物质即为衬质(matrix)(如木头、淀粉、蛋白质、泥土),由于衬质的存在而引起体系水势降低的值称为衬质势。

8. 渗透作用(osmosis):水分从水势高的系统通过半透膜向水势低的系统移动的现象。

9. 蒸腾拉力(transpirational pull):由于蒸腾作用产生的一系列水势梯度使导

管中水分上升的力量。

10. 水孔蛋白(aquaporins, AQPs):水孔蛋白是一类分子质量在 25~30 kDa 之间运输水分的通道蛋白,它介导细胞或细胞器与介质之间快速水的运输。植物细胞存在四种类型的水孔蛋白,分别定位在质膜(PIPs)、液泡膜(TIPs)、根瘤共生体外周膜(NIPs)上及在拟南芥和玉米中(SIPs)。

11. 永久萎蔫(permanent wilting):永久萎蔫是指土壤缺少植物可利用的水,即使降低蒸腾,植物仍不能消除水分亏缺恢复原状的萎蔫。

12. 永久萎蔫系数(permanent wilting coefficient),是指植物刚刚发生永久萎蔫时,土壤中存留的水分含量占土壤干重的百分比。

13. 暂时萎蔫(temporary wilting):萎蔫植株如果当蒸腾速率降低后(如放在暗处),可以恢复正常,这样的萎蔫称为暂时萎蔫。暂时萎蔫是吸水速率低于蒸腾速率造成的。

14. 蒸腾作用(transpiration):是指植物体内的水分以气态方式从植物的表面向外界散失的过程。主要包括皮孔蒸腾、角质蒸腾和气孔蒸腾,以气孔蒸腾为主。

15. 蒸腾速率(transpiration rate):又称蒸腾强度,指植物在单位时间内、单位叶面积通过蒸腾作用而散失的水量,常用单位有  $\text{gH}_2\text{O} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$  或  $\text{mmolH}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

16. 蒸腾比率(transpiration ratio):植物每消耗 1 kg 水时所形成的干物质的克数。又称为蒸腾效率。

17. 蒸腾系数(transpiration coefficient):植物制造 1 g 干物质所需消耗的水的量(g)。

18. 水分临界期(critical period of water):植物对水分缺乏最敏感的时期,一般为植物的生殖生长期,如花粉母细胞四分体形成期。

### 精点例题要点

1. 测定植物组织水势的方法主要有哪些?其基本原理是什么?

水势是指偏摩尔体积水的化学势,规定纯水的水势为零,水分总是从水势高处流向水势低处。根据这一原理,可以设想当植物组织的水势与其环境的水势(外界溶液)相等时,在组织与环境间便不发生水分交换;当组织水势大于外界环境水势时,组织失水,反之组织吸水。常用的测定植物水势的方法有:

(1) 组织体积法

把植物的组织放入一系列已知不同浓度的溶液中(如蔗糖),经过一段时间后,找出其中组织体积不发生变化的溶液。它表明组织与溶液间没有水分的净交换,



即二者的水势相等。因溶液的压力势为0,其水势就等于渗透势,故可利用计算渗透压的公式计算出溶液的渗透势,即水势。有时为方便起见,也可以用测定组织重量的变化来代替。

### (2) 小液流法

将植物材料切成小块,浸泡在一系列不同浓度的蔗糖溶液中一定时间,由于植物材料与蔗糖溶液间水势梯度的存在,导致蔗糖溶液从植物材料中吸水、失水或保持动态平衡,从而使蔗糖溶液变稀、变浓或保持浓度不变;然后向蔗糖溶液中加入少量染料如甲基蓝,用弯头吸管吸入少量加入到原浓度的蔗糖溶液中。如果小液流上升,说明组织水势高于蔗糖溶液水势,组织排水,蔗糖浓度变低;如果小液流下降,说明组织水势低于蔗糖溶液水势,组织吸水,蔗糖浓度变大;如果小液流不动,说明组织水势与蔗糖溶液水势相同,二者间无水分量的交换。由此可以找到与植物材料水势相当的蔗糖溶液浓度。算出植物组织的水势。

### (3) 热电偶法

把植物组织样品封入到小室中,小室内装有热电偶,热电偶上带一滴水或一定浓度的水溶液。开始时,水分同时从组织和液滴蒸发,使小室内的湿度升高,直至小室中空气被水蒸气饱和或接近饱和。此时,如果植物组织与液滴的水势相同,则在组织与液滴间没有水分的迁移,液滴的温度将与环境温度相同,如果组织的水势低于液滴的水势,那么水分将从液滴蒸发,通过空气扩散,最后被组织吸收。液滴水分蒸发的结果是使其温度降低,蒸发得越迅速(即组织与液滴间的水势差越大),温度降得越低;反过来,如果液滴的水势低于组织的水势,水分将从组织通过空气扩散,在液滴上凝结,使液滴的温度升高。根据温度升降的幅度,就可以测定组织的水势。

### (4) 压力室法

压力室法是一种可以快速测定植物某一部分,如枝条、完整叶、根系的水势的方法。其基本原理和操作方法是:将欲测定的部分从植株上取下,密封于钢制压力室内,使茎的切割端或叶柄伸出压力室。切断后水柱会从切口上被拉入导管分子中,测定时向压力室缓慢通入压缩空气(或氮气),直至水分恰好重新回到切口上。使水分重新回到切面所需的压力称为平衡压,可通过仪器的压力表显示,可以直接用测得的平衡压来代表组织或器官的水势。

## 2. 测定植物渗透势的方法有哪些?原理是什么?

渗透势是水势的组分之一,是指由于细胞内溶质颗粒的存在而使水势下降的数值。纯水的渗透势为零,溶液的渗透势为负值。常用于测定植物细胞与组织渗透势的方法有质壁分离法、冰点降低法等。

### (1) 质壁分离法

生活细胞的原生质膜是一种选择透性膜,可以看作是半透膜,它对于水是全透