

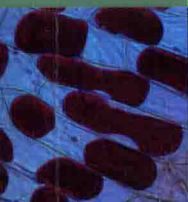


iCourse · 教材  
高等农林院校基础课程系列



自主创新  
方法先行

# 植物生理学实验



主编 陈刚 李胜

高等教育出版社



iCourse · 教材  
高等农林院校基础课程系列



自主创新  
方法先行

# 植物生理学实验

主 编 陈 刚 李 胜

副主编 龚春梅 徐庆华

编 委 (按姓氏拼音排序)

陈 刚 (扬州大学)

龚春梅 (西北农林科技大学)

李 胜 (甘肃农业大学)

吕 冰 (扬州大学)

熊 刚 (扬州大学)

徐庆华 (东北农业大学)



高等教育出版社·北京

## 内容简介

本书根据高等院校植物生理学实验的教学目标,并结合多年的教学实践编写而成。实验内容精选了植物的细胞生理、植物的水分及矿质营养、植物的光合与呼吸作用、有机物代谢、植物生长物质、植物生长发育、植物的逆境生理7个部分共28个实验,均是目前植物生理学实验教学中普遍开设的。内容涉及植物生理学相关实验的基本原理、基础知识、实验技能和拓展应用,既有基本的经典实验,又有较新的研究技术。每个实验都强调了实验过程中的注意事项和思考题,并附主要的参考文献。书后还列出了实验材料的处理、计量单位和试剂配制等参考资料。本书配有数字课程,包括17个拓展性实验,并提供了部分实验的相关图片、视频和学习资料等,为不同条件的学校及不同层次的学生提供教学参考。

本书可作为全国高等院校生物类和农林类相关专业的本科生实验教材,也可供相关专业研究生、教师和科研人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

植物生理学实验 / 陈刚, 李胜主编. — 北京: 高等教育出版社, 2016.2

iCourse·教材·高等农林院校基础课程系列

ISBN 978-7-04-044355-4

I. ①植… II. ①陈… ②李… III. ①植物生理学—实验—高等学校—教材 IV. ①Q945-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第013896号

## Zhiwu Shenglixue Shiyan

项目策划 王瑜 李光跃 陈琪琳 李艳霞 吴雪梅

策划编辑 孟丽 李融 责任编辑 孟丽 李融 封面设计 张楠 责任印制 田甜

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 100120  
印刷 北京宏伟双华印刷有限公司  
开本 850mm×1168mm 1/16  
印张 7  
字数 170千字  
购书热线 010-58581118  
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>  
网上订购 <http://www.hepmall.com.cn>  
<http://www.hepmall.com>  
<http://www.hepmall.cn>  
版 次 2016年2月第1版  
印 次 2016年2月第1次印刷  
定 价 16.80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 44355-00

iCourse·数字课程(基础版)

# 植物生理学 实验

主编 陈刚 李胜

<http://abook.hep.com.cn/44355>

## 登录方法:

1. 访问<http://abook.hep.com.cn/44355>, 点击页面右侧的“注册”。已注册的用户直接输入用户名和密码, 点击“进入课程”。
2. 点击页面右上方“充值”, 正确输入教材封底的明码和密码, 进行课程充值。
3. 已充值的数字课程会显示在“我的课程”列表中, 选择本课程并点击“进入课程”即可进行学习。

自充值之日起一年内为本数字课程的有效期  
使用本数字课程如有任何问题  
请发邮件至: [lifescience@pub.hep.cn](mailto:lifescience@pub.hep.cn)



iCourse·教材  
高等农林院校基础课程系列



自主创新  
方法先行

## 植物生理学实验

主编 陈刚 李胜

用户名  密码  验证码  9502 进入课程

内容介绍

纸质教材

版权信息

联系方式

“植物生理学实验”数字课程与纸质教材一体化设计, 紧密配合。数字课程包括彩图、视频及拓展阅读等多种资源类型, 丰富知识呈现形式, 以此辅助学生拓展知识、规范操作、跟踪前沿, 引导学生自主学习, 掌握相关技能点和知识点。充分运用多种形式媒体资源, 极大地丰富了知识的呈现形式, 拓展了教材内容。在提升课程教学效果同时, 为学生学习提供思维与探索的空间。

## 相关教材



生物统计与实验设计  
徐辰武 章元明



农业生态学  
林文雄 陈雨海



普通遗传学实验  
张祖新 严长杰

高等教育出版社

数字资源 先睹为快



视频



彩图



拓展阅读

# 出版说明

“十二五”是继续深化高等教育教学改革、走以提高质量为核心的内涵式发展道路和农林教育综合改革深入推进的关键时期。教育教学改革的核心是课程建设，课程建设水平对教学质量和人才培养质量具有重要影响。2011年10月12日教育部发布了《教育部关于国家精品开放课程建设的实施意见》(教高〔2011〕8号)，开启了信息技术和网络技术条件下校、省、国家三级精品开放课程建设的序幕。作为国家精品开放课程展示、运行和管理平台的“爱课程(iCourse)”网站也逐渐为高校师生和社会公众认知和使用。截至目前，已启动2911门精品资源共享课和696门精品视频公开课的立项建设，其中的1000多门精品资源共享课和600多门精品视频公开课已经在“爱课程(iCourse)”网站上线。

高等教育出版社承担着“‘十二五’本科教学工程”中国国家精品开放课程建设的组织实施和平台建设运营的重要任务，在与广大高校，特别是高等农林院校的调研和协作中，我们了解到当前高校的教与学发生了深刻变化，也真切感受到课程和教材建设所面临的挑战和机遇。如何建设支撑学生自主学习和校际共建共享的课程和新形态教材成为现实课题，结合我社2009年以来在数字课程建设上的探索和实践，我们提出了“高等农林院校基础课程精品资源共享课及系列教材”建设项目，并获批列入科技部“科学思维、科学方法在高等学校教学创新中的应用与实践”项目(项目编号：2009IM010400)。项目建设理念得到了众多农林高校的积极响应，并于2012年12月—2013年6月，分别在北京、扬州、武汉、哈尔滨、福州等地陆续召开了项目启动会议、研讨会和编写会议。2014年，项目成果“iCourse·教材：高等农林院校基础课程系列”陆续出版。

本系列教材涵盖数学、物理、化学化工、计算机、生物学等系列基础课程，在出版形式、编写理念、内容选取和体系编排上有不少独到之处，具体体现在以下几个方面：

1. 采用“纸质教材+数字课程”的出版形式。纸质教材与丰富的数字教学资源一体化设计，纸质教材内容精炼适当，并以新颖的版式设计和内容编排，方便学生学习和使用；数字课程对纸质教材内容起到巩固、补充和拓展作用，形成以纸质教材为核心，数字教学资源配合的综合知识体系。

2. 创新教学理念，引导自主学习。通过适当的教学设计，鼓励学生拓展知识面和针对某些重要问题进行深入探讨，增强其独立获取知识的意识和能力，为满足学生自主学习和教师教学方法的创新提供支撑。

3. 强调基础课程内容与农林学科的紧密联系，始终抓住学生应用能力培养这一重要环节。教材和数字课程中精选了大量有实际应用背景的案例和习题，在概念引入和知识点讲授上也总是从实际问题出发，这不仅有助于提高学生基础课程的兴趣，也有助于加强他们的创新意识和创新能力。

4. 教材建设与资源共享课建设紧密结合。本系列教材是对各校精品资源共享课和教学改革成果的集成和升华,通过参与院校共建共享课程资源,更可支持各级精品资源共享课的持续建设。

建设切实满足高等农林教育教学需求、反映教改成果和学科发展、纸质出版与资源共享课紧密结合的新形态教材和优质教学资源,实现“校际联合共建,课程协同共享”是我们的宗旨和目标。将课程建设及教材出版紧密结合,采用“纸质教材+数字课程”的出版形式,是一种行之有效的方法和创新,得到了高校师生的高度认可。尽管我们在出版本系列教材的工作中力求尽善尽美,但难免存在不足和遗憾,恳请广大专家、教师和学生提出宝贵意见与建议。

高等教育出版社

2014年7月

# 前 言

植物生理学实验是高等院校植物生理学教学的重要组成部分，通过本课程的学习，不仅可以加深学生对理论知识的理解，有助于学生掌握植物生理学相关的原理、研究方法和技术，而且使学生的实验操作技能得到充分训练，有助于培养学生的动手能力、综合分析能力、创新创造能力以及严谨求实的科学作风，为学生顺利开展科学研究或相关工作奠定基础。为了适应新世纪高等学校植物生理学的教学改革和发展以及应用型人才培养的需要，结合相关高校植物生理学实验教学实践，由高等教育出版社组织，国内相关高校的骨干教师编写了这本新形态的《植物生理学实验》。

本书在参考已出版的实验教材和相关文献、结合各院校多年的植物生理学实验教学的基础上编写而成。考虑到各院校仪器设备的现状和植物生理学实验的教学实际，本书在内容上进行精简优化，收录了各院校目前植物生理学实验教学中普遍开设的 28 个实验，并分为 7 章。本书既保留了一些传统、经典的实验，同时结合植物生理学的新进展，引入了一些体现现代植物生理研究新技术的实验项目。作为高等教育出版社的新形态教材，本书配套了数字课程，主要包含了 17 个拓展性实验（目录中用<sup>Ⓒ</sup>标出），并提供了部分实验的相关图片、视频和资料等，为不同条件的学校及不同层次的学生提供教学参考。

本书的编写分工如下：实验 2、实验 5、实验 14、实验 15 由陈刚编写；实验 16~18 由李胜编写；实验 8~13 由龚春梅编写；实验 3、实验 6、实验 19、实验 20 由徐庆华编写；实验 21~28 由熊飞编写；实验 1、实验 4、实验 7 由吕冰编写。各位编者也承担了 17 个拓展性实验的编写，分工详见数字课程。全书由陈刚组织统筹和审定。

由于编者水平有限，书中不足和错误在所难免，敬请广大读者和专家批评指正。

陈 刚 李 胜

2015 年 10 月

# 目 录

第一章 植物的细胞生理	1
实验 1 植物细胞的活体染色与细胞死活的鉴定	1
① 实验 1-1 植物细胞骨架的荧光检测技术	
第二章 植物的水分及矿质营养	4
实验 2 植物组织含水量的测定	4
实验 3 植物组织水势的测定	5
实验 4 植物组织渗透势的测定	10
实验 5 植物体内硝酸还原酶活力的测定	11
实验 6 植物根系活力的测定	15
实验 7 质膜 $H^+$ -ATPase 活性的测定	17
① 实验 2-1 植物组织渗透势的测定 (渗透势仪法)	
① 实验 2-2 气孔的运动及其影响因素	
① 实验 2-3 钙、铁、钾、镁、钠、磷、锌、氮等元素的测定	
① 实验 2-4 植物的溶液培养及其缺素观察	
第三章 植物的光合与呼吸作用	20
实验 8 叶绿体色素的提取和理化性质	20
实验 9 叶绿素含量的测定	22
实验 10 植物体内气体交换过程的测定	25
实验 11 真空渗入法测定环境因素对光合作用的影响	30
实验 12 广口瓶法 (小篮子法) 测定植物的呼吸速率	31
实验 13 丙酮酸激酶活力的测定	33
① 实验 3-1 氧电极法测定光合速率和呼吸速率	
① 实验 3-2 1,5-二磷酸核酮糖羧化酶 / 加氧酶活力的测定	
① 实验 3-3 磷酸烯醇式丙酮酸羧化酶活性的测定	



<b>第四章 有机物代谢</b> .....	36
<hr/>	
实验 14 植物组织中可溶性糖和淀粉含量的测定 .....	36
实验 15 植物组织中可溶性蛋白含量的测定 .....	40
<b>第五章 植物生长物质</b> .....	43
<hr/>	
实验 16 酶联免疫吸附法测定植物激素含量 .....	43
实验 17 生长素类物质对根、芽生长的影响 .....	46
实验 18 细胞分裂素的保绿效应 .....	47
④ 实验 5-1 IAA 和 CTK 含量的测定 (高效液相色谱法)	
④ 实验 5-2 GA 和 ABA 含量测定 (高效液相色谱法)	
④ 实验 5-3 乙烯含量测定 (气相色谱法)	
④ 实验 5-4 生长素的生物鉴定——芽鞘伸长法	
④ 实验 5-5 赤霉素诱导 $\alpha$ -淀粉酶的合成	
④ 实验 5-6 脱落酸的生物鉴定法	
<b>第六章 植物生长发育</b> .....	49
<hr/>	
实验 19 花粉活力的测定 .....	49
实验 20 种子生活力的快速测定 .....	50
④ 实验 6-1 植物组织培养的基本技术	
④ 实验 6-2 植物细胞的悬浮培养	
④ 实验 6-3 植物原生质体的培养	
<b>第七章 植物的逆境生理</b> .....	56
<hr/>	
实验 21 电导率法测定植物细胞质膜透性 .....	56
实验 22 植物体内游离脯氨酸含量的测定 .....	59
实验 23 植物组织中丙二醛含量的测定 .....	61
实验 24 超氧化物歧化酶活性的测定 .....	63
实验 25 植物组织中过氧化氢含量及过氧化氢酶活性的测定 .....	65
实验 26 植物组织中过氧化物酶活性的测定 .....	69
实验 27 抗坏血酸过氧化物酶活性的测定 .....	71
实验 28 苯丙氨酸解氨酶活性的测定 .....	72

附录	75
----	----

---

附录 1 实验材料的采集、处理与保存	75
附录 2 计量单位	80
附录 3 试剂的配制	82
附录 4 实验中常用酸、碱的相对密度和浓度的关系	84
附录 5 常用有机溶剂及其主要性质	84
附录 6 常用酸、碱指示剂及变色范围	86
附录 7 常用缓冲液的配制	87
附录 8 植物组织培养常用培养基	92
附录 9 常见的植物生长调节物质及其主要性质	94
附录 10 植物激素与生长调节剂在农业生产中的应用	95

## »» 第一章 植物的细胞生理

### 实验1 植物细胞的活体染色与细胞死活的鉴定

#### [目的]

掌握植物细胞活体染色的原理，学会用活体染色法鉴别植物细胞的死活。

#### [原理]

植物细胞的活体染色是利用某种对植物无害的染色剂与细胞的某些组分发生反应而着色的原理，对活细胞进行染色的技术。未经染色的植物组织切片或涂片各部分结构对光的折射率没有明显的差别，一般很难在光镜视野下直接观察辨别。而经染色剂染色后，可改变植物细胞各部分对光的折射率，使其可以在光镜下被辨识。染色法常用于植物亚细胞显微结构的观察和细胞死活的鉴定。

中性红(3-氨基-6-二甲氨基-2-甲基吩嗪盐酸盐, 3-amino-6-dimethylamino-2-methylphenazine hydrochloride)无毒, 是常用的活体染料之一。它是一种弱碱性pH指示剂, 变色范围在pH 6.4~8.0之间(由红变黄)。在中性和微碱性环境中, 活的植物细胞能大量吸收呈橙黄色的中性红并运向液泡中。而液泡通常呈酸性, 因此, 进入液泡的中性红便解离出大量阳离子而呈现桃红色。在这种情况下, 原生质和细胞壁一般不着色。死细胞由于原生质变性凝固, 且中性红不能运至液泡内, 因此, 用中性红染色后, 不产生液泡着色现象。相反, 中性红的阳离子却与带有一定负电荷的原生质及细胞核结合, 而使原生质与细胞核染色。

成熟植物细胞内部包含着一个大液泡, 具有一定的溶质势, 构成了一个渗透系统。当外界溶液水势低于细胞水势时, 细胞内的水分外渗, 原生质随着液泡一起收缩而发生质壁分离; 其后, 当与纯水(或高水势溶液)接触, 细胞又因液泡的吸水膨胀而发生质壁分离复原。死细胞因其原生质的选择透性已遭破坏, 故与低水势溶液接触时不产生质壁分离。

因此, 可以根据中性红染色情况和能否发生质壁分离来判别植物细胞的死活。

#### [材料、仪器设备及试剂]

##### 1. 材料

洋葱鳞茎或小麦叶片。

##### 2. 仪器设备

显微镜, 小培养皿, 玻片(载玻片与盖玻片), 单面刀片, 尖头镊子, 胶头滴管, 酒精灯, 火柴或打火机, 擦镜纸, 吸水纸。

##### 3. 试剂

(1)  $0.3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  中性红溶液(分子式:  $\text{C}_{15}\text{H}_{17}\text{ClN}_4$ ; 相对分子质量: 288.78): 先配成  $0.1 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  中性红溶液母液, 临用前稀释。

(2)  $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  硝酸钾溶液。

### [实验步骤]

#### 1. 制片染色

选取一片较幼嫩的洋葱鳞片，用单面刀片在鳞片内侧割划成  $0.5 \text{ cm}^2$  左右的小块，用尖头镊子将内表皮小块轻轻撕下，浸入  $0.3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  中性红溶液中染色  $5 \sim 10 \text{ min}$ （注意应将表皮内侧向下）。

如用小麦叶片为材料，可将叶片背面朝上平放在载玻片上，再将此载玻片放入盛有少量清水的培养皿内，用左手将叶片按平，右手用刀片从一个方向轻轻刮去下表皮和叶肉部分，只留下透明的上表皮细胞。当刮到只剩下少量叶肉细胞时要十分小心，用力太重容易损伤表皮细胞，甚至只剩下一层细胞壁，太轻又会留下过多的叶肉细胞，影响观察（除小麦外其他禾本科植物也可用此法制备表皮细胞）。将去除下表皮和叶肉部分的上表皮切成约  $0.5 \text{ cm}^2$  的小块后，同样浸入  $0.3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  中性红溶液中染色  $5 \sim 10 \text{ min}$ 。

#### 2. 观察

(1) 取出  $1 \sim 2$  鳞片，在蒸馏水中稍加冲洗。在载玻片上滴一滴蒸馏水，小心地将制片平展到载玻片上，加盖玻片。在显微镜下观察，可看到细胞壁被染成红色，而原生质和液泡均不染色。这是因为蒸馏水偏酸，在弱酸性条件下带负电荷的细胞壁和染料阳离子发生吸附的结果。

(2) 将步骤 1 中的活体染色制片取出几片放入弱碱性水（pH 略高于 7.0 的自来水）中浸泡  $10 \sim 15 \text{ min}$ ，再置于载玻片上镜检。将发现细胞壁脱色，而液泡却被染成红色，这是因为在溶液 pH 高于 7.0 的情况下，中性红分子的解离作用很弱，主要以分子状态存在，不易被细胞壁吸附，但较易透过质膜和液泡膜而进入液泡，而植物细胞液泡多呈酸性，进入液泡的中性红于是发生解离，将液泡染成桃红色。此时细胞核和原生质不染色。

(3) 从盖玻片的一边滴 2 滴  $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  硝酸钾溶液，在盖玻片的另一边用吸水纸吸盖玻片下的水，将硝酸钾溶液引入盖玻片下浸渍植物材料，并镜检，可以看到细胞很快发生质壁分离。

(4) 接着在盖玻片的一边加入  $2 \sim 3$  滴去离子水，在另一边用吸水纸吸去硝酸钾溶液，将去离子水引入盖玻片底，立即镜检。可以看到带有液泡的原生质体重新吸水膨大，最后充满整个细胞腔，即质壁分离复原。复原缓慢进行时，细胞仍可正常存活；如果进行很快，则会因原生质机械破坏而死亡。注意观察机械损伤的细胞的特点。

(5) 将一片经中性红染色的植物材料放在载玻片上，加一滴去离子水后加盖玻片，在酒精灯火焰上微微加热，以杀死细胞，再在显微镜下观察。可以看到细胞质凝结成不均匀的凝胶状，与细胞核一起染成红色。然后按 (3) 法加  $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  硝酸钾溶液，细胞不发生质壁分离。

#### 3. 记录

记录观察实验的结果，同时拍照并整理图片。

彩图 1-1  
蒸馏水的处理

彩图 1-2  
弱碱性水的处理

彩图 1-3  
硝酸钾溶液处理后的质壁分离

彩图 1-4  
硝酸钾溶液处理后  
再加去离子水的质壁分离复原

彩图 1-5  
加热处理后的结果

[ 注意事项 ]

1. 中性红溶液应贮存在棕色瓶并置于暗处保存, 否则易氧化形成沉淀而失去染色能力。

2. 对细胞进行染色时, 时间不宜过长, 以免干扰对结果的判断。

[ 思考题 ]

1. 成为植物细胞活体染料需具备哪些条件?

2. 活体染色法鉴定细胞死活有哪些优缺点?

[ 参考文献 ]

1. 张蜀秋. 植物生理学实验技术教程. 北京: 科学出版社, 2011

2. 邹琦. 植物生理学实验指导. 北京: 中国农业出版社, 2000

## » 第二章 植物的水分及矿质营养

### 实验 2 植物组织含水量的测定

#### [目的]

了解绝对含水量和相对含水量的区别及表示方法。掌握植物组织含水量的测量方法。

#### [原理]

植物组织的含水量是反映植物组织水分生理状况的重要指标,直接影响植物的生长、气孔运动、光合速率及作物产量,也是影响果蔬品质以及种子和粮食安全贮藏的重要因素之一。在环境胁迫情况下,植物组织的含水量也是反映植物受胁迫程度的重要指标之一。利用水遇热蒸发为水蒸气的原理,可用加热烘干法来测定植物组织中的含水量。植物组织含水量常以鲜重、干重为基础的绝对含水量(自然含水量)或相对含水量(饱和含水量)来表示。其中相对含水量更能反映植物的水分生理状态及需水程度。

#### [材料、仪器设备及试剂]

##### 1. 材料

植物鲜组织。

##### 2. 仪器设备

分析天平,剪刀,烘箱,铝盒,干燥器,吸水纸,坩埚钳。

#### [实验步骤]

##### 1. 绝对含水量的测定

(1) 将洗净的两个铝盒编号,放在 105℃ 恒温烘箱中烘 2 h 左右,用坩埚钳取出放入干燥器中冷却至室温后,在分析天平上称量。再于烘箱中烘 2 h,同样于干燥器中冷却称量。如此重复 2 次(2 次称量的误差不得超过 0.002 g),求得平均值  $W_1$ 。将铝盒放入干燥器中待用。

(2) 将待测植物材料(如叶子等)从植株上取下后迅速剪成小块,装入已知质量的铝盒中盖好,在分析天平上准确称取质量,得铝盒与鲜样品总量为  $W_2$ ,然后于 105℃ 烘箱中干燥 4~6 h(注意要打开铝盒盖子)。取出铝盒,待其温度降至 60~70℃ 后用坩埚钳将铝盒盖子盖上,放在干燥器中冷却至室温,再用分析天平称量,然后再放到烘箱中烘 2 h,在干燥器中冷却至室温,再称量,这样重复几次,直至恒重为止。称得质量是铝盒与干样品总质量  $W_3$ 。烘时注意防止植物材料焦化。如系幼嫩组织,可先用 100~105℃ 杀青后,再在 80℃ 下烘至恒重。

##### (3) 计算

$$\text{样品鲜重 } W_f = W_2 - W_1$$

$$\text{样品干重 } W_d = W_3 - W_1$$

$$\text{鲜重含水量} = \frac{\text{鲜重 } W_f - \text{干重 } W_d}{\text{鲜重 } W_f} \times 100\%$$

$$\text{干重含水量} = \frac{\text{鲜重 } W_f - \text{干重 } W_d}{\text{干重 } W_d} \times 100\%$$

## 2. 相对含水量的测定

(1) 同1, 先测得组织鲜重  $W_f$ , 然后将样品浸入蒸馏水中数小时, 使组织吸水达饱和状态。取出用吸水纸吸去表面的水分, 立即放于已知质量的铝盒中称量, 再浸入蒸馏水中一段时间后取出吸干外面水分, 再称量, 直至与上次质量相等为止。此即为植物组织在吸水饱和时的质量  $W_1$ 。再如1法将样品烘干, 求得组织干重  $W_d$ 。

### (2) 计算

$$\text{相对含水量} = \frac{\text{鲜重 } W_f - \text{干重 } W_d}{\text{饱和鲜重 } W_1 - \text{干重 } W_d} \times 100\%$$

### [ 注意事项 ]

1. 放入蒸馏水浸泡的材料要全部浸没于水中, 可以用吸水纸将其覆盖在水中。浸水时间因材料而定, 但要确保组织吸水达饱和状态。

2. 测定干重时一定要烘干至恒重。为确保精度, 最好使用感量在千分之一以上的天平。称量时要迅速, 不要使材料在空气中暴露的时间过长。

### [ 思考题 ]

1. 测定植物组织含水量有何意义?
2. 测定饱和含水量时, 植物材料在水中浸泡时间过短或过长会出现什么问题?

### [ 参考文献 ]

1. 张志良, 瞿伟菁. 植物生理学实验指导. 3版. 北京: 高等教育出版社, 2008
2. 张以顺, 黄霞, 陈云凤. 植物生理学实验教程. 北京: 高等教育出版社, 2009

## 实验3 植物组织水势的测定

### 一、压力室法

#### [ 目的 ]

掌握压力室法测定植物组织水势的原理和方法。

#### [ 原理 ]

植物叶片通过蒸腾作用不断地向周围环境散失水分, 产生蒸腾拉力。导管中的水分由于内聚力的作用而形成连续的水柱。因此, 对于蒸腾着的植物, 其导管中的水柱由于蒸腾拉力的作用, 承受着一定的张力或负压, 使水分连贯地向上运输。当叶片或枝条被切断时, 木质部中的液流由于张力解除迅速缩回木质部。将叶片装入压力室钢

筒，叶柄切口朝外，逐渐加压，直到导管中的液流恰好在切口处显露时，所施加的压力正好抵偿了完整植株导管中的原始负压。这时所施加的压力值（通常称为平衡压）将叶片中的水势提高到相当于开放大气中的导管中液体渗透势  $\Psi_s$  的水分。通过导管周围完整活细胞半透膜进入木质部导管的汁液，其渗透势常接近于零（活性溶质含量很低），见公式：

$$P + \Psi_w = \Psi_s \approx 0$$

$$\Psi_w = -P$$

式中： $P$  为平衡压（正值）；

$\Psi_w$  为叶片或枝条的水势（负值）；

$\Psi_s$  为木质部汁液的渗透势。

#### [材料、仪器设备及试剂]

##### 1. 材料

植物叶片或枝条。

##### 2. 仪器设备

压力室 1 台，充满压缩氮气（氮气含量 95% 左右）的钢瓶 1 个，剪刀，双面刀片，放大镜，塑料袋，纱布。

#### [实验步骤]

下面以美国土壤水分仪器公司生产的 SEC 3005 型压力室为例，介绍使用方法。

##### 1. 器材准备

将压力室的高压软管末端与钢瓶的出气口对接。压力室主控阀旋转到“关闭”位置。顺时针方向旋紧计量阀。取下压力室的压帽，逆时针旋转压帽上的固定样品的螺栓，将压帽竖放在样品处理板的凹槽内。打开高压气瓶的气封阀。在钢筒内侧粘贴一层湿滤纸，以减少水分蒸发导致的水势降低。选取一定叶位的叶片（或小枝条），从叶柄处切断，切口要平（若室外取样，可将叶片放入塑料袋中，在塑料袋中放一块潮湿纱布，迅速带回）。将叶片迅速装入夹样器的中央孔中，切口露出垫圈 3~5 mm，旋紧螺旋环套。将夹样器迅速放入钢筒内，顺时针方向旋转锁定夹样器。

2. 旋转调压三通阀到“加压”位置，打开调压阀，以每秒 30~50 kPa 的速度加压。左手持放大镜从侧面仔细观察样品切口的变化，当切口出现水膜时，迅速关闭调压三通阀，记录压力表读数，此即平衡压。

3. 旋转三通阀排气，使压力读数降低 0.1~0.2 MPa，再重新测定平衡压。用两次结果的平均值表示样品水势值。

4. 把调压三通阀旋转至“排气”位置，放气，压力表指针退回零。将夹样器逆时针方向旋转，取出夹样器，再进行第二个样品的测定。

#### [注意事项]

1. 装样时螺旋环套不要拧得太紧，以免压伤植物组织。

2. 加压速度不能太快，接近叶片水势时加压速度要缓慢，否则会影响测量精度。

3. 注意安全，加压时不要使脸部处于钢筒顶盖正上方。

◎彩图 3-1  
压力室图示



4. 高压钢瓶有危险，搬运或使用时应注意。

## 二、小液流法

### [目的]

掌握小液流法测定植物组织水势的原理和方法。

### [原理]

当植物组织与外液接触时，若组织的水势低于外液的渗透势（溶质势），组织吸水、质量增大而使外液浓度变大；反之，则组织失水、质量减小而使外液浓度变小；若两者相等，则水分交换保持动态平衡，组织质量及外液浓度保持不变。根据组织质量或外液浓度的变化情况即可确定与植物组织相同水势的溶液浓度，然后根据公式计算出溶液的渗透势，即为植物组织的水势。溶液渗透势的计算用公式：

$$\Psi_s = -i \cdot C \cdot R \cdot T$$

式中： $\Psi_s$ 为溶液的渗透势（MPa）；

$R$ 为气体常数，为  $0.008\ 314\ \text{L} \cdot \text{MPa} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ；

$T$ 为绝对温度（K），即  $273 + t^\circ\text{C}$ ；

$C$ 为溶液的等渗浓度（ $\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ ）；

$i$ 为溶液的等渗系数，蔗糖溶液为1（ $\text{CaCl}_2$ 为2.6）。

### [材料、仪器设备及试剂]

#### 1. 材料

植物叶片或马铃薯块茎。

#### 2. 仪器设备

试管（25 mL），指形管，青霉素小瓶，打孔器，镊子，解剖针，移液管（或移液器）等。

#### 3. 试剂

（1） $1\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 蔗糖溶液；

（2）亚甲蓝粉末。

### [实验步骤]

1. 取干燥洁净的试管8支，用 $1\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的蔗糖母液配制一系列浓度梯度的蔗糖溶液（ $0.05\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.10\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.20\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.30\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.40\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.50\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.60\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.70\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ）。每一浓度各取2 mL分别放入青霉素小瓶中，其余倒入指形管中。

2. 选取均匀一致的植物叶片8~10片，叠在一起，用打孔器打取叶圆片8~10片，分别放入盛有蔗糖液的青霉素小瓶中，使叶片浸入溶液，盖紧瓶塞，平衡20 min以上，期间多次摇动。

3. 到预定时间后，在青霉素小瓶用解剖针放入微量亚甲蓝粉末，摇匀，溶液变蓝。