

全国高等师范专科学校教材

全国高等师范专科学校教材



植物生理学

(修订本)

涂大正 主编

东北师范大学出版社

Q
G
G
D
S
F
Z
K
X
X
J
C

全国高等师范专科学校教材

植物生理学

(修订本)

涂大正 主编

东北师范大学出版社

1998·长春

(吉) 新登字 12 号

本书执笔人

涂大正 阎玉基 尹统利
姜兆俊 黄 韬

全国高等师范专科学校教材

植 物 生 理 学

ZHIWU SHENGLI XUE

(修订本)

涂大正 主编

责任编辑: 尹 辉 封面设计: 李冰彬 责任校对: 王小明

东北师范大学出版社出版 吉林省新华书店发行
(长春市人民大街 138 号) 东北师范大学出版社激光照排中心制版
(邮政编码: 130024) 长春市南关区文化印刷厂印刷

开本: 850×1168 1/32 1998 年 9 月第 2 版
印张: 13.875 1999 年 2 月第 7 次印刷
字数: 348 千 印数: 33 000—38 000 册

ISBN 7-5602-0258-3/Q·6 定价: 13.00 元

修订说明

10年前,国家教育委员会师范司组织制订了《1988~1990年二年制师专八个专业教材编写出版规划》,我社作为系列教材出版单位之一,承担了其中的部分教材的组织编写和出版的任务,涵盖了中文、历史、数学、地理、生物等学科。本套教材于1989、1990两年里陆续出版。

这套教材的出版,改变了我国以往师专教材不成体系、不成系统、不成规模的零散、单科的局面,为全国师专教学提供了一套统一的、高质量的教材。10年里,这套教材的广泛使用,对于提高师专的教学质量,起了很好的推动作用。

随着时间的推移,这套教程的修订工作也提到日程上来了。本次修订主要考虑到:

1. 10年里各学科的新成果、新进展需要加以吸收;
2. 一些陈旧的观点、提法、例句、引文等需要加以修改;
3. 一些结构、繁简不尽合理之处需加以调整;
4. 有些教材原来过详,类似自读课本,文字量也偏大,需进行压缩。

为此,我社组织本教材作者和聘请部分专家,针对每部教材的不同情况,分别作出全面修订、部分修订、暂不修订等决定。今年1月,第一批修订工作开始,首批修订的教材有《文学概论》、

《中国现代文学》、《中国当代文学》、《外国文学》、《古代汉语》、《中国古代文学》、《中学语文教材教法》、《世界通史》、《写作》、《中国历史要籍介绍及选读》、《高等数学》、《解析几何与线性代数》、《中国地理》(上、下册)、《世界地理》(上、下册)、《地图学》、《动物学》(上、下册)、《植物学》(上、下册)、《植物生理学》、《微生物学》、《人体解剖生理学》(上、下册)、《遗传学》、《农业基础》等。到10月初,各科修订已基本完毕,经组织专家对各科教材的审定,专家们认为通过此次修订,教材的内容更丰富也更精练,充分吸收了近年研究的新发现、新成果、新学说,又不失其基本框架、基本结构和基本体系,既突出了教材的特点,又为进一步深入学习和研究提供了更丰富的材料。相信这套修订本的出版,会给全国师专教学带来一股春风。

您在使用本套修订教材中,有什么建议,请随时来信告知。

东北师范大学出版社

1997年11月

出版说明

党的十一届三中全会以来,师范专科教育有了很大的发展,但是,作为师专教学三大基本建设之一的师专教材建设,却始终没有得到很好的解决。近几年来,有的地区和学校为了改变这种状况,也零星地编写了一些师专教材,可是,不成套,有的学科甚至编写了几种,水平参差不齐。这些工作虽使师专无教材的局面有了部分改变,但终因没有一套全国统一的、高质量的教材而影响了师专的教学质量。

为了进一步发挥师专的办学效益,彻底改变师专没有适合自己特色的教材局面,国家教委师范司在1987年制订了《二年制师范专科学校八个专业教学计划》;继之又约请了全国有教学经验的专家、教授编写了这八个专业的《教学大纲》;1988年7月在长春又召开了全国二年制师专教材编写出版规划会议,会上研究制订了《1988~1990年二年制师专八个专业教材编写出版规划》。八个专业是:中文、历史、政治教育、数学、物理、化学、生物和地理。

在国家教委师范司的统一部署、各省市自治区教委、高教局的大力帮助和出版社的积极组织下,这套教材聘请了一些长期从事师专教学工作,具有丰富的教学实践经验和较高学术水平的教授或副教授担任各科主编。各科教材由学术造诣比较深、熟悉师专教学情况的专家负责主审。各位主编根据国家教委师范司拟定的《关于编写二年制师专教材的指导思想和基本原则》及各科《教学大纲》的精神,组织编者收集资料,综合研究,争取编出一套具有师专自身特色的教材,以适应师专教育的迫切需要。

现在，在各方面的大力支持下，经过主编、主审和各位编写人员的努力和辛勤劳动，这套教材将陆续面世。我们热忱地欢迎师专的广大师生使用它，并在使用过程中，多提宝贵意见，使之不断完善，不断提高，以保持与当代科学和师专教育实践的同步发展。

1990年2月

绪 论

一、植物生理学的定义和内容

植物在自然界不仅分布广泛，而且种类繁多，构成了艳丽多彩的大自然。它们通过自养的生活方式，制造有机物，净化空气，维持大自然的生态平衡，使动物和人类赖以生存和繁衍。所以，研究植物在自然条件下进行自养生活的规律是众所瞩目的。植物生理学就是研究植物的生命活动规律及其与外界环境关系的科学，其目的在于保护环境，提高植物的生产力，满足人类生活的需要。

植物的根伸入土壤中，吸收水分和矿质营养，并运输到植物体的各部分，直至它的顶端，高大的树木可以上升至几十米，或百多米。这些物质在植物的生命活动中起着重要的作用。这一生理活动的规律是农业生产中进行合理浇水和施肥的理论基础。植物的绿色部分在阳光下进行光合作用，合成碳水化合物，或进一步转化成脂肪、蛋白质和各种其他物质并能将这些物质运输到植物体的各部分，供生命活动的需要。提高农业生产力的关键在于提高作物的光能利用率。植物生理活动所需要的能量是通过呼吸作用分解体内有机物而产生出来的，所以，保证植物正常的呼吸代谢或控制呼吸作用到最低限度，有利于植物的生长发育和种子、果实与蔬菜的贮藏。另外，植物和动物一样也有生长、生殖、衰老和死亡的过程，在酶的作用下进行各种生理活动，发生物质和能量的转化，受到激素的促进或抑制。研究清楚这一过程的实质，

便能调节植物的生长和生殖，延缓或促进植物的衰老和死亡。还有，植物的生理过程会由于环境的改变而发生变化，在逆境下会发生不良反应，以至死亡。研究植物的逆境生理，可以提高植物的抗逆性，并可使植物在保护环境 and 环境监测中发挥更大的作用。上述即为植物生理学的主要内容，也是本教材的主要内容。概括起来说，植物生理学是研究植物的物质转化、能量转化和形态建成的科学。其将分别在呼吸作用、光合作用、水分生理、矿质营养、植物生长物质、营养生长、生殖生长和植物的逆境生理等章中讲述。

二、植物生理学发展的历史

植物生理学的发展要追溯到远古时代，人类由渔猎、游牧转为以种植为主的定居生活，从对植物进行观察比较、移植利用，到获得大量的感性知识，随着生产的发展和许多学者孜孜不倦的探索，不断揭示出植物生命活动的奥秘，才发展成了独立的学科——植物生理学。

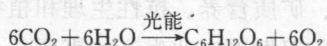
中华民族历史悠久，当西方尚处在蒙昧时期，我国已建成文明强国。我们的祖先对植物学的发展，曾做出重大贡献，传说远在 4 000 多年前的公元前 27 世纪，神农氏已种植五谷。距今 3 000 多年前（公元前 14 世纪～公元前 11 世纪）的甲骨文中，记载了那时我们祖先已认识到阳光和水对植物的重要作用，比古希腊的记载要早 1 000 多年。公元前 7 世纪，我国已有用栽培谷类为酿酒原料的酿造技术。后来，在公元前 2 世纪的《汜胜之书》，公元 6 世纪贾思勰的《齐民要术》，17 世纪徐光启的《农政全书》、宋应星的《天工开物》等著作中，分别记载了农、林、果树和野生植物的利用，植物嫁接技术，豆科植物可以肥田，豆类和谷类轮作可以增产，以及植物的性别，种子的处理、繁殖和贮藏、生长发育等植物生理学知识。但是在辛亥革命（1911 年）以前，我国处于

封建社会，政治腐败，崇尚空谈，压制了科学技术的发展，以致长期以来，植物生理学和其他学科一样，没有成为独立的科学体系。

从 20 世纪 20 年代开始，李继侗、罗宗洛、汤佩松致力于植物生理学的研究和人才的培养，对我国植物生理学的发展做出了很大的贡献，是我国植物生理学的奠基人。

新中国成立后，党和国家重视科学技术的发展，培养了大量人才，成立了各种专门研究机构，在老专家的指导下，后起之秀的不断涌现，推动了植物生理学的研究，使其在理论和应用方面，均取得了可喜的成就。

西方在 14 世纪~15 世纪，开始了文艺复兴，生产迅速发展，要求对自然现象有进一步的科学认识，促进了植物形态学和分类学的发展，科学的植物生理学开始于土壤营养试验，后来才发展到解决空气营养问题。17 世纪，凡·海尔蒙 (Van Helmont) 用一大桶称过重量的土，扦插一条柳枝，不断浇水，几年后长成一棵大树，而土壤重量减少甚微，说明了构成植物体的干物质主要不是来自于土壤。直到 1840 年，李比西 (J. Liebig) 出版了《化学在农业和植物生理学上的应用》，成为利用化学肥料的理论创始人。布森格 (J. Boussingault) 用实验证明了植物体内的碳、氢、氧来自于水和空气，高等植物不能利用空气中游离的氮，硝酸盐是植物体内氮素的来源。关于空气营养问题，18 世纪~19 世纪普利斯特利 (J. Priestley)、印根胡兹 (J. Ingenhousz) 和德·索苏尔 (T. de Saussure) 的实验，证明了植物的绿色部分从空气中吸收二氧化碳，合成碳水化合物，释放出氧。随后，许多学者对光合作用进行了广泛的研究，得出了下式：



19 世纪末，萨克斯 (J. Sachs) 写出第一本《植物生理学讲义》，费菲尔 (W. Pfeffer) 出版了《植物生理学》，这两部书是当

时植物生理学的总结，使植物生理学形成了专门的学科。

三、研究植物生理学的重要意义

随着科学技术的发展和进步，在植物生理学工作者的努力下，植物生理学在理论上和应用方面均取得了重大成就，例如：无土栽培（溶液培养）法是当今一项重大技术成果，它阐明了植物所需要的矿质元素及其作用，针对土壤情况合理施用化肥可使植物显著增产；植物激素的发现及对生长发育调节的研究，促进人工合成了许多生长调节物质，应用于插条生根、促进开花、防止脱落、疏花疏果、打破或延长休眠、促进成熟等，均取得了明显的效果；尤其是化学除草剂的使用，代替了几千年来的人工除草，大大地节约了劳动力；植物组织培养的研究，阐明了植物细胞的“全能性”，单个细胞可以培育出一棵完整的植株，是生物学领域中的一个重大突破，组织培养技术广泛地应用于花药培养、体细胞杂交和试管苗的生产上，并取得了明显的成绩；研究光合作用的机理，其目的是为了将来模拟光合作用，进行工厂化生产食物和其他有机物，这是人类改造自然的美好远景，目前主要是通过合理密植、选育高光效品种、改进种植方式和加强田间管理，达到提高光能利用率的目的；学习植物的逆境生理，主要是为了提高植物的抗逆性，这在盐害、寒害、旱害和涝害的研究中，均取得较好成就。

目前农业急需研究的六大问题是碳的增收、水分的增收、营养物质的增收、植物病虫害的防治、不良环境对植物的影响及植物发育过程等。其中有五项属于植物生理学范畴，即光合作用、生物固氮、水分生理、矿质营养、抗性生理和植物的生长发育，这说明植物生理学肩负着发展农业生产的重要任务。

当今世界面临能源、资源、食物、环境和人口五大危机，解决这五大危机，在很大程度上要依靠植物功能的发挥，因为植物

是自养的，可利用太阳能将无机物合成为有机物，并能净化环境和保护环境。在植物合成的有机物中，有的是食品，有糖类、脂肪、蛋白质和维生素等；有的是资源物质，如木材、橡胶、纤维、药物和化工原料等。利用植物产物或副产品发酵产生酒精或沼气来作为燃料以及通过更深入研究光合作用的机理，达到更有效地利用太阳能，都有助于解决能源危机。另外，研究植物与环境相互关系的现象和机理，使植物在保护环境中和净化环境中发挥更大的作用，是解决环境污染，维持生态平衡的重要途径。

总之，深入研究植物的物质转化、能量转化和环境保护等内容，需要多方面学者的工作，特别是植物生理学家的努力。这样，才有可能提高农业生产力和解决当前的五大危机，为人类造福。

四、学习植物生理学的方法

植物生理学是由生产实践和科学实验总结出来的一门学科，从它的产生和发展可以看出植物生理学牵涉的知识面很广，同许多学科有紧密的联系。植物学和化学是主要基础课，学习植物生理学要从复习这两门课程，打下良好的基础入手。生物化学、微生物学和遗传学对植物生理学的发展起了推动和促进作用，以至许多方面已成为植物生理学的部分内容，例如：光合作用，呼吸作用，物质转化过程，基因调节以及叶绿体和线粒体的结构和功能等，涉及到有机化学、生物化学、微生物学、遗传学和植物学的内容；植物组织培养的无菌操作和微生物的无菌操作在技术上基本相同。只有切实系统掌握上述有关课程的基本理论和技能，才能深入分析植物生理学的有关问题，从而解决问题。

在学习中，不要去死记某些概念或过程，应着重分析思考和有关方面的联系，去加强记忆，深入理解。例如：光合作用的生化过程，要和呼吸作用的生化过程相联系，在复习巩固呼吸作用的基础上，明确二者之间的逆转关系，并把学习重点放在起关键

作用的酶上。这样学习，对物质转化和能量转化，才能学得扎实，记得牢稳。

学习植物生理学要特别重视实验。要掌握实验设计和操作，学会正确使用各种仪器和药品，按实验指导要求，得到准确数据，分析实验结果，得出正确结论。如果实验失败了或结果不够合理，要认真分析原因，总结教训，争取重做，直到获得成功。

农业是靠植物利用太阳能合成有机物，生产出各种农产品，所以，植物生理学是合理农业的基础。植物生理学的研究只有服务于农业，才会有强大的生命力。为此，学习植物生理学要注意了解当地、当前农业生产中存在的 key 问题，农民有哪些成功经验，针对某一问题进一步学习有关知识，对农民的经验进行分析研究，找出科学依据，上升为理论。另外，还可以结合当地农业生产的实际情况，试验应用新的科学技术，在应用中学会掌握该项新技术，例如植物生长调节物质对作物的生长和抑制的应用，除草剂的使用等。

总之，学习植物生理学，除着重学习基本理论和基本技能之外，还要为服务于农业而努力。

目 录

绪 论	1
一、植物生理学的定义和内容	1
二、植物生理学发展的历史	2
三、研究植物生理学的重要意义	4
四、学习植物生理学的方法	5
第一章 植物的呼吸作用	1
第一节 呼吸作用的概念及其生理意义	1
一、呼吸作用的概念	1
二、呼吸作用的生理意义	2
第二节 呼吸作用中底物的降解和能量的转化	4
一、线粒体的结构和功能	4
二、呼吸过程底物降解的途径	6
三、呼吸链和氧化磷酸化	13
第三节 呼吸作用的调控	17
一、糖酵解途径的调节	17
二、三羧酸循环和磷酸戊糖途径的调节	19
第四节 呼吸作用与有机物合成的关系	20
一、呼吸代谢与氨基酸形成的关系	20
二、呼吸代谢与脂肪形成的关系	23
三、呼吸代谢与细胞壁结构物质形成的关系	23
四、呼吸代谢与核酸形成的关系	24
第五节 影响呼吸作用的因素	26
一、呼吸作用的生理指标	26

二、影响呼吸速率的内外因素	28
第六节 呼吸理论在农业生产上的应用	35
一、呼吸作用与作物栽培	35
二、呼吸作用与农产品贮藏	35
第二章 植物的光合作用	39
第一节 光合作用的意义	39
第二节 叶绿体及其色素	41
一、叶绿体的成分与结构	41
二、叶绿体色素	43
第三节 光合作用的机理	53
一、原初反应	54
二、电子传递和光合磷酸化	57
三、碳的同化	65
四、光合环的调节(卡尔文循环的调节)	73
五、光合产物	75
第四节 光呼吸	78
一、光呼吸的生化过程	79
二、 C_3 和 C_4 植物的光合特征	82
第五节 影响光合作用的因素	86
一、影响光合作用的外界条件	86
二、影响光合作用的内部条件	94
三、光合速率的日变化	96
第六节 植物对光能的利用	96
一、作物产量的构成因素	97
二、作物光能利用率和产量的关系	98
三、提高作物光能利用率	100
第七节 植物体内有机物的运输与分配	103
一、有机物运输的途径、方向与形式	103
二、有机物在植物体内运输的规律	107
三、有机物运输的动力	109

四、外界条件对有机物运输的影响	114
五、有机物质的再分配	117
第三章 植物的水分代谢	119
第一节 水分在植物生命活动中的作用	119
一、植物的含水量	119
二、植物体内水分存在的状态	120
三、水的生理作用	123
第二节 植物对水分的吸收	124
一、植物细胞对水分的吸收	124
二、植物根系对水分的吸收	131
第三节 植物体内水分的运输	136
一、水分运输的途径和速度	136
二、水分沿导管上升的动力	137
第四节 植物体内水分的散失——蒸腾作用	138
一、蒸腾作用的概念和生理意义	139
二、蒸腾作用指标	139
三、蒸腾作用的部位与气孔调节	139
四、影响蒸腾作用的因素	144
第五节 合理灌溉的生理基础	146
一、作物的需水规律	146
二、合理灌溉的指标	147
三、合理灌溉的作用	150
第四章 植物的矿质营养	152
第一节 植物必需的矿质元素及其作用	152
一、植物体内的元素	152
二、植物必需的矿质元素的确定	154
三、植物必需的矿质元素的生理作用	157
四、作物缺乏矿质元素的诊断	160
第二节 植物细胞对矿质元素的吸收	162
一、生物膜	162

二、细胞对矿质元素的吸收方式	165
第三节 植物对矿质元素的吸收	173
一、植物根系吸收矿质元素的特点	173
二、根系吸收矿质元素的过程	175
三、根对难溶性盐类的利用	176
四、影响根系吸收矿质元素的因素	177
五、根外营养	179
第四节 矿质元素在植物体内的运输	180
一、运输的形式、途径和速度	180
二、矿质元素在植物体内的分布和再利用	180
第五节 植物的氮同化	181
一、硝酸盐还原	181
二、氨的同化	183
三、生物固氮	185
第六节 合理施能的生理基础	189
一、作物的需肥规律	189
二、合理施肥的指标	191
第五章 植物生长物质	194
第一节 生长素类	195
一、生长素的发现	195
二、生长素在植物体内的分布和传导	197
三、生长素的生物合成与代谢	198
四、生长素的生理作用及其作用机理	199
五、人工合成生长素及其应用	205
第二节 赤霉素类	208
一、赤霉素的发现	208
二、赤霉素的分布及化学结构	209
三、赤霉素的生理作用	210
四、赤霉素的应用	211
第三节 细胞分裂素类	213