全国高等师范专科学校教材

植物生理学

涂大正　主编

东北师范大学出版社

China 需要全本请访问 www.ertongbook.com

全国高等师范专科学校教材

植物生理学

ZHIWU SHENGLIXUE

涂大正 主编

责任编辑：王翠婷　　封面设计：李冰彬　　责任校对：黄　珍

东北师范大学出版社出版
（长春市斯大林大街110号）
（邮政编码：130024）

吉林省新华书店发行
黑龙江新华印刷二厂激光制版
黑龙江新华印刷二厂印刷

开本：850×1168 毫米 1/32
印张：13
字数：321 千

1989 年 6 月第 1 版
1991 年 6 月第 2 次印刷
印数：8 001—16 000 册

ISBN 7-5602-0285-3/Q·6

（压膜）定价：4.25 元

China

本书执笔人

涂大正
阎玉基
尹统利
姜兆俊
黄　韬

China

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。长期以来，师范专科教材基本上是借用本科的教材，不但借用师范的本科教材，而且借用综合大学的本科教材，不适合师范专科的特点，影响了师范专科的教学质量。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，有的科甚至编写了几种，质量参差不齐。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、高质量的教材而限制了师专办学效益的提高，也给师专的教学管理和评估工作带来了许多困难。

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的局面，国家教育委员会师范教育司在1987年制订了《二年制师范专科学校八个专业教学计划》；继之又约请全国有教学经验的专家、学者编写了这八个专业的教学大纲；1988年7月在长春市东北师范大学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。同时，还准备组织编写二年制音乐、美术、体育和英语专业教材。

在国家教委师范司的统一布署，各省、市、自治区教委的大力帮助和出版社的积极组织下，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教材主编。各位主编根据国家教委师范司拟定的《关于编写二

China

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，组织编者搜集资料，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，经过各位主编和编写人员的辛勤劳动，这套教材将陆续问世。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，以保证师专教育实践和当代科学的同步发展。

1989 年 1 月

China 需要全本请访问 www.ertongbook.com

前　言

植物生理学是高等师范专科学校生物专业的主要基础课。本课的教学旨在使学生获得植物生理学方面的基础理论、基本知识和基本技能，树立辩证唯物主义观点和热爱科学、热爱劳动、热爱中学生物教学的思想，着力培养学生分析问题和解决问题的能力，以适应教育改革，实施九年制义务教育对中学生物课师资的迫切需要。

本教材是根据国家教育委员会 1988 年 7 月在吉林省长春市东北师范大学召开的全国二年制师专教材编写出版规划会议的决定，按照国家教育委员会 1988 年审定、颁发的高等范专科学校二年制《植物生理学教学大纲》内容和要求编写的。

本教材在编写过程中，既考虑了学科知识的系统性，又做到重点突出、简明扼要，注意吸收被广泛认定的新成果，密切联系农业生产技术的实际，以适应农村中学教学的需要。

由于本书是供全国的师范专科学校使用的，因此有关地方、乡土等方面的知识、技能不可能全面顾及，请讲授者结合当地实际，予以补充。

全书共 8 章，每章末附有复习思考题，书后附有实验指导。

本书主编为河南省信阳师范学院涂大正教授，副主编为河北省廊坊师范专科学校阎玉基副教授。编写分工是：绪论、第三章和第八章由涂大正执笔；第二章、第四章及部分实验内容由阎玉基执笔；第六章、第七章及部分实验内容由浙江省台州师范专科学校尹统利副教授执笔；第一章及大部分实验内容由辽宁省丹东师范专科学校姜兆俊副教授执笔；第五章由广东省雷州师范专科学校黄

韬讲师执笔。

本书第一次印刷版本，由于时间仓促，多有疏漏。本次重印前，作了认真校订。

大庆师专杨建国志，也参与了重印前的校订工作，在此谨表谢意。

由于编者水平有限，书中不妥之处在所难免，诚挚欢迎专家和广大师生批评指正。

涂大正

闫玉基

1991 年 5 月 20 日

China

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…… 3

四、学习植物生理学的方法…… 5

第一章　植物的呼吸作用…… 7

第一节　呼吸作用的概念及其生理意义……7

一、呼吸作用的概念…… 7

二、呼吸作用的生理意义…… 8

第二节　呼吸作用中底物的降解和能量的转化……10

一、线粒体的结构和功能……10

二、呼吸过程底物降解的途径……11

三、呼吸链和氧化磷酸化……19

第三节　呼吸作用的调控…… 23

一、糖酵解途径的调节……23

二、三羧酸循环和磷酸戊糖途径的调节……25

第四节　呼吸作用与有机物合成的关系…… 26

一、呼吸代谢与氨基酸形成的关系……27

二、呼吸代谢与脂肪形成的关系……28

三、呼吸代谢与细胞壁结构物质形成的关系……29

四、呼吸代谢与核酸形成的关系……31

第五节　影响呼吸作用的因素…… 32

一、呼吸作用的生理指标……32

二、影响呼吸速率的内外因素……33

第六节　呼吸理论在农业生产上的应用…… 40

China

一、呼吸作用与作物栽培……40
二、呼吸作用与农产品贮藏……40
第二章　植物的光合作用……44
第一节　光合作用的意义……44
第二节　叶绿体及其色素……46
一、叶绿体的成分与结构……46
二、叶绿体色素……49
第三节　光合作用的机理……57
一、原初反应……58
二、电子传递和光合磷酸化……61
三、碳的同化……68
四、光合环的调节(卡尔文循环的调节)……78
五、光合产物……80
第四节　光呼吸……83
一、光呼吸的生化过程……84
二、C_3 和 C_4 植物的光合特征……87
第五节　影响光合作用的因素……90
一、影响光合作用的外界条件……90
二、影响光合作用的内部条件……98
三、光合速率的日变化……100
第六节　植物对光能的利用……100
一、作物产量的构成因素……100
二、作物光能利用率和产量的关系……101
三、提高作物光能利用率……104
第七节　植物体内有机物的运输与分配……106
一、有机物运输的途径、方向与形式……107
二、有机物在植物体内运输的规律……108
三、有机物运输的动力……113
四、外界条件对有机物运输的影响……117
五、有机物质的再分配……119
第三章　植物的水分代谢……122
第一节　水分在植物生命活动中的作用……122

China

一、植物的含水量…… 122
二、植物体内水分存在的状态…… 123
三、水的生理作用…… 125
第二节　植物对水分的吸收…… 126
一、植物细胞对水分的吸收…… 126
二、植物根系对水分的吸收…… 133
第三节　植物体内水分的运输…… 138
一、水分运输的途径和速度…… 138
二、水分沿导管上升的动力…… 139
第四节　植物体内水分的散失——蒸腾作用…… 140
一、蒸腾作用的概念和生理意义…… 140
二、蒸腾作用指标…… 141
三、蒸腾作用的部位与气孔调节…… 141
四、影响蒸腾作用的因素…… 145
第五节　合理灌溉的生理基础…… 147
一、作物的需水规律…… 148
二、合理灌溉的指标…… 148
三、合理灌溉的作用…… 151
第四章　植物的矿质营养…… 153
第一节　植物必需的矿质元素及其作用…… 153
一、植物体内的元素…… 154
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…… 155
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…… 161
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…… 171
一、植物根系吸收矿质元素的特点…… 171
二、根系吸收矿质元素的过程…… 173
三、根对难溶性盐类的利用…… 175
四、影响根系吸收矿质元素的因素…… 175

China

五、根外营养…… 177
第四节　矿质元素在植物体内的运输…… 178
一、运输的形式、途径和速度…… 178
二、矿质元素在植物体内的分布和再利用…… 178
第五节　植物的氮同化…… 179
一、硝酸盐还原…… 179
二、氨的同化…… 181
第六节　合理施肥的生理基础…… 183
一、作物的需肥规律…… 183
二、合理施肥的指标…… 185
第五章　植物生长物质…… 188
第一节　生长素类…… 189
一、生长素的发现…… 189
二、生长素在植物体内的分布和传导…… 190
三、生长素的生物合成与代谢…… 193
四、生长素的生理作用及其作用机理…… 194
五、人工合成生长素及其应用…… 199
第二节　赤霉素类…… 202
一、赤霉素的发现…… 202
二、赤霉素的分布及化学结构…… 202
三、赤霉素的生理作用…… 203
四、赤霉素的应用…… 205
第三节　细胞分裂素类…… 206
一、细胞分裂素的发现…… 206
二、细胞分裂素的化学结构与分布…… 207
三、细胞分裂素的生理作用和应用…… 209
第四节　脱落酸…… 210
一、脱落酸的发现与分布…… 210
二、脱落酸的生理作用…… 211
第五节　乙烯…… 213
一、乙烯的发现…… 213
二、乙烯的生理作用…… 214

China 需要全本请访问 www.ertongbook.com

三、乙烯利的应用…… 216
第六节　生长抑制剂与应用…… 219
一、天然生长抑制剂…… 219
二、人工合成的生长抑制剂及其应用…… 220
第七节　除草剂…… 222
一、除草剂的类型…… 223
二、几类除草剂的应用…… 223
第六章　植物的生长与运动…… 229
第一节　种子的萌发…… 229
一、种子萌发的外界条件…… 229
二、种子的休眠与寿命…… 234
三、种子萌发的过程中生理生化变化…… 237
第二节　植物生长的规律性…… 237
一、植物生长大周期…… 245
二、植物生长的周期性…… 247
三、外界条件对植物生长的影响…… 248
四、植物生长的相关性…… 253
第三节　植物的组织培养…… 258
一、理论依据…… 258
二、培养方法简介…… 260
三、组织培养技术的发展前景…… 261
第四节　植物的运动…… 263
一、生长运动…… 263
二、紧张性运动…… 266
第七章　植物的生殖与衰老…… 268
第一节　花的形成…… 268
一、低温与花的诱导…… 268
二、光周期与花的诱导…… 271
第二节　植物受粉与受精生理…… 284
一、花粉的化学、寿命和贮藏…… 284
二、柱头的受粉能力…… 286

China

三、花粉与柱头的相互识别…… 287
四、花粉管的伸长…… 288
五、受粉和受精后雌蕊代谢的变化…… 289
六、单性结实…… 289
第三节　植物种子和果实成熟时的生理生化变化…… 290
一、种子成熟时的生理生化变化…… 290
二、果实成熟时的生理生化变化…… 294
第四节　植物的衰老与器官脱落…… 298
一、植物的衰老…… 298
二、植物器官的脱落…… 300
第八章　植物的逆境生理…… 304
第一节　植物的抗寒性…… 304
一、冷害与抗冷性…… 305
二、冻害与抗冻性…… 306
第二节　植物的抗旱性与抗涝性…… 309
一、旱害与抗旱性…… 309
二、涝害与抗涝性…… 311
第三节　植物的抗盐性…… 312
一、盐分过多的危害…… 312
二、盐生植物对盐碱的适应性…… 313
三、防治作物盐害的主要措施…… 315
第四节　环境污染与植物生长…… 316
一、大气污染…… 317
二、水和土壤污染…… 323
三、植物在环境保护中的作用…… 330
实验内容
实验 1　植物呼吸速率的测定(小篮子法)…… 334
实验 2　呼吸商的测定…… 336
实验 3　光合作用的必要条件…… 337
实验 4　光合作用释放氧…… 340
实验 5　叶绿体色素的提取、分离及理化性质的测定…… 341

China

实验 6　叶绿素含量的测定(分光光度法)…… 345
实验 7　植物光合速率的测定(改良半叶法)…… 347
实验 8　光合速率的测定(PH 比色法)…… 349
实验 9　物质运输途径的观察(课外进行)…… 352
实验 10　植物组织中自由水和束缚水含量的测定…… 358
实验 11　细胞质壁分离与复原…… 363
实验 12　植物组织渗透势的测定(质壁分离法)…… 364
实验 13　植物组织水势的测定(小液流法)…… 365
实验 14　蒸腾速率的测定(钴纸法)…… 367
实验 15　植物的砂基培养…… 369
实验 16　植物根系对离子的选择吸收…… 371
实验 17　植物的单盐毒害及元素对抗…… 372
实验 18　生长素对水稻根、芽生长的不同影响…… 373
实验 19　赤霉素对 α- 淀粉酶的诱导形成…… 375
实验 20　激动素对萝卜子叶的保绿作用…… 377
实验 21　乙烯对番茄的催熟作用…… 378
实验 22　生长延缓剂 B_9 对花生茎节生长的影响…… 378
实验 23　种子发芽率的快速测定…… 379
实验 24　谷物种子萌发时淀粉酶活性的测定…… 382
实验 25　花粉管生长的测定…… 384
实验 26　微量元素硼对花粉萌发的影响…… 385
实验 27　植物生长运动的观察…… 386
实验 28　低温对原生质的伤害及蔗糖的保护作用…… 388
实验 29　不良环境对植物的伤害…… 388

China

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，

China

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和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地探索，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--公元前11世纪）的甲骨文上，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《氾胜之书》，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

China

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 至 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 至 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：

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow{光能} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

19 世纪末，萨克斯(J. Sachs)写出第一本《植物生理学讲义》，费非尔(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

China需要全本请访问 www.ertongbook.com