植 物 生 理 学

(第四版)

潘瑞炽　主编
潘瑞炽　王小菁　李娘辉　编著

高等教育出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

内容提要

本教材是潘瑞炽、董愚得主编的《植物生理学》(第三版)的修订版。在保持原有体系的基础上,补充了近年来有关植物分子生物学、植物细胞信号转导等植物生理学发展的新成就,精简了生物大分子代谢等与生物化学课程重复的内容,突出与生产实践的结合。全书共分 3 篇 13 章,内容涉及植物的物质生产和光能利用、植物体内物质和能量的转变、植物的生长和发育等。

本书主要供高等师范院校、综合性大学、农林院校生物系本科生使用和参考。

图书在版编目(CIP)数据

植物生理学/ 潘瑞炽主编 .—4 版 .—北京:高等教育出版社,2001

ISBN 7 - 04 - 009554 - 8

Ⅰ.植… Ⅱ.潘… Ⅲ.植物生理学 - 高等学校 - 教材 Ⅳ.Q945

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 07737 号

责任编辑 王 莉 封面设计 张 楠 责任绘图 朱 静
版式设计 马静如 责任校对 王效珍 责任印制

植物生理学 第四版
潘瑞炽 主编

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号 邮政编码 100009
电 话 010 - 64054588 传 真 010 - 64014048
网 址 http://www.hep.edu.cn
http://www.hep.com.cn

经 销 新华书店北京发行所
排 版 高等教育出版社照排中心
印 刷

版 次 1979 年 3 月第 1 版
年 月第 版
开 本 787×1092 1/16
印 张 21 印 次 年 月第 次印刷
字 数 500 000 定 价 17.90 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

第四版前言

本教材第三版 1995 年问世以来,至今已有五六年了。在此期间,植物生理学飞跃发展,新成就不断出现。为了跟上学科发展,本书有必要作一些修订。修订的原则是:基本保持原有体系;增添近年成熟的新成就;文字上力求精简、通顺;密切联系农业生产。

在 21 世纪之初的今天,分子生物学渗透到植物生理学的每一个领域内,在已有知识的基础上更全面、深入地揭示了植物的生命活动规律,植物生理学不可能不涉及分子生物学的有关研究成果。因此,本版教材在有关章节增添了分子水平的内容,以便更深入地说明其机理。例如,利用基因工程改变花色和延长番茄的后熟期,光敏色素的基因调节假说,细胞信号转导的分子途径,植物激素作用的分子机理,植物抗逆性的分子生物学基础,等等。

植物在长期进化过程中形成信号转导系统,以适应环境的变化,更好地生存。这是植物适应环境的重要内部机制,非常重要。近年来,信号转导是植物生理学研究的热点之一。本书因此新添‘植物体内的细胞信号转导’一章,放在第三篇‘植物的生长和发育’最前边,介绍信号、受体、信号转导网络和反应等基础知识,为后续各章讨论各生育过程的信号转导打下基础。具体的生理信号转导途径则分散于有关章节中讲授。

长期以来,植物生理学教材中的糖类、脂肪、核酸和蛋白质等物质代谢的内容,与生物化学教材重复。但为了教材的系统性和完整性,一般编者都舍不得割爱。本版教材对这部分内容仍保留原章名‘植物体内有机物的代谢’,仅以一节一图概述植物体内各种主要有机物之间的联系,作为一个过渡,而主要讲述植物的次级产物。因为叶绿素、植物激素、花色素、木质素等植物特有的重要有机物都属于次级产物,而生物化学教材则不讨论这些内容。至于蔗糖和淀粉的生物合成,本书将之作为光合产物放在‘植物的光合作用’一章中介绍。

植物生殖生理与农业关系极为密切。本版教材从花发育的感受、决定和表达三个环节讨论,加强春化作用机理的讲述,介绍湖北光周期敏感核不育水稻的两个光周期,花器官形成的 ABC 模型和花粉管向胚囊方向生长的可能机理等。

与第三版相比,本版教材在编排上作了一些改动。增添‘植物体内的细胞信号转导’一章,删去篇名‘植物对不良环境的反应’和‘环境污染对植物的危害’一章,加强‘植物的抗性生理’一章,将之并入‘植物的生长和发育’一篇中。

本版教材是本人和华南师范大学王小菁教授、李娘辉副教授合编的。初稿完成后,承蒙上海植物生理研究所的沈允钢院士、(以下按姓的笔划排列)中国农业大学的王学臣教授、东北师范大学的石德成教授、河北师范大学的孙大业教授、武汉大学的何之常教授、华中农业大学的李合生教授、北京师范大学的张崇浩教授、首都师范大学的邱泽生教授、厦门大学的杨汉金教授、华中师范大学的罗红艺副教授、西南师范大学的谈锋教授、华东师范大学的黄祥辉教授、南京师范大学的魏锦城教授等在百忙之中审查全书内容,提出许多宝贵意见,使本书质量有所提高,编者非常感谢。

教材要在使用中不断修改。编者诚恳地希望读者对书中错误和不妥之处提出意见,作今后修改用。谢谢!

在本教材第四版即将问世之际,本人对长期合作伙伴董愚得教授在第一、二版的贡献深表谢意,并对他的不幸仙逝深表怀念。

潘瑞炽

2000 年 4 月于华南师范大学

第三版前言

本教材第二版问世以来,至今已有 10 年了。在此期间,植物生理学迅速发展,新成就不断出现,原来教材中有些内容显得过时了,有些新成果又未能反映,所以教材要作修订,以跟上学科的发展。读者在使用本教材过程中,曾提出很好的意见和建议,加上印刷上的一些错误,趁此第三版的机会,加以修正润饰。

第三版修订总的原则是重点在生长发育,兼顾其他章节。我们认为,生长发育是多种代谢的综合反映,密切联系生活实际和生产实际,非常重要。在国家大力提倡为农业生产服务的今天,更应该加强生长发育的生理生化,为农业生产服务架好桥梁。对作为未来中学生物教师的师范院校学生来说,较详细地掌握植物生长发育的内在变化规律,有利于指导中学生的学习,引起他们的学习兴趣,因为中学生会提出许多在生活实际中看到的植物生长发育问题。基于这些原因,第三版教材中对第三篇‘植物的生长和发育’各章作了较大的变动和充实:1) 增加‘光形态建成’一章,因为光敏色素的生理作用极为广泛,光控制植物生长、分化和发育,有必要另成一章,以便系统叙述;2) 对‘植物生长物质’一章,删去除草剂一节,增添一些新成就,如油菜素内酯、钙调素和多胺等;3) 对‘植物的生长生理’一章改动较大,较详细讨论细胞分裂、伸长和分化生理;将原来‘植物的生长’一节,按茎、根、叶的生长来叙述;最后讨论营养生长和生殖生长的相关。

在其他章节中,第三版也作了一些修改。例如,在‘植物体内有机物的转化和运输’一章中,删去‘有机物代谢的调节’一节,增添‘韧皮部有机物的装载和卸出’等内容。在‘植物的抗性生理’一章中,新添‘抗性生理通论’一节,讨论抗性生理的共性问题,然后才分别扼要叙述各种抗性的各自特点。

由于长期合作者北京师范大学董愚得教授不幸于 1984 年仙逝,第三版修订工作只好由本人独立完成。但是董教授诚诚恳恳的工作态度和与我愉快共事的情景,使我铭记不忘。

前两版教材分为上下册,使用不大方便,现合为一册。书末增加中英文名词索引,供读者查阅;同时,在英文名词之后,注上国际音标,使学生能正确拼读。此外,感谢华南农业大学周肇基教授提供有关中国古代植物生理学知识的素材。

植物生理学的研究成果浩如烟海,如何选择、吸收和消化各种资料,最终成为教材内容,则颇费思考。本人主观上力求本教材适合教与学;力求加强基础,又重视联系生产。但个人能力有限,惟恐未能达到这个要求,仍请读者不吝指教。

潘瑞炽

1993 年 8 月于华南师范大学

需要全本请访问 www.ertongbook.com

第二版前言

本书第一版是在1977年教学计划和教学大纲都未制定的特殊条件下,于极其短暂的时间内编写和印刷的,所以在内容上和文字上都存在一些问题。第一版问世后,得到读者们的鼓励和支持,也承蒙各兄弟院校的师生们提出了不少宝贵意见,深表感谢!

现在,全国试行的教学计划和教学大纲已经制定,编写教材就有个依据;并且第一版已使用了多年,优缺点也逐渐清楚;同时,随着学科的发展和对教材认识的加深,修改教材的条件逐渐成熟。本版是在第一版的基础上,根据教育部颁发的高等师范院校用的植物生理学教学大纲进行修改的。主要变动的地方是:删节了一些与其他课程完全重复的内容(如固氮微生物,脂肪、蛋白质和核酸代谢等),增添了一些必要的内容(如呼吸调节控制等),并增写了"环境污染对植物的影响"一章(由潘瑞炽执笔),调整了个别章节,在文字上也作了一些修改。

作为教材,在分量上要适合教学时数,在叙述上要符合认识规律。编者很想将本教材写为基本教材,将架子搭好,将基本内容讲透,简明扼要,条理清楚,利于自学。这样,教师就有可能补充一些必要的内容,学生就有时间参阅一些必要的课外读物,扩大眼界。不过,这只是主观愿望,能否达到这个要求,还得由读者评论。

编者

1982年12月

第一版前言

本书是根据1977年10月在成都召开的高等学校理科生物类教材会议上拟定的植物生理学教学大纲编写的。本书共十章,即植物的水分代谢、植物的矿质营养、植物的光合作用、植物的呼吸作用、植物体内有机物的转化和运输、植物的生长物质、植物的生长、植物的成花生理、植物的生殖生理和植物的抗性生理。本书主要供高等师范院校生物系使用,也可供综合大学生物系和其他高等院校有关系科教学使用和参考。

按照教学计划,本课程是在植物学、无机化学、有机化学和生物化学等课程之后开设的,因此,本书是在上述课程基础上讨论植物生理知识,避免一些不必要的重复。本书的体系是以生理功能为主线贯穿各部分,从物质合成和光能利用入手,进一步讨论它们的转变,最终表现于生长发育。这样安排,对各个生理功能的叙述,既讨论其群体生理、个体生理,也深入到细胞水平、分子水平,内在联系紧凑,使学生对各功能形成一个整体概念;同时,也符合由浅入深、由易到难和循序渐进的教学法原则。

本书的绪论、第一、二、三、四、五、十章是由华南师范大学潘瑞炽执笔,第六、七、八、九章是由北京师范大学董愚得执笔。初稿完成后,由华东师范大学、北京大学、北京师范学院、华中师范学院、东北师范大学、西南师范学院、陕西师范大学和南京大学等院校的部分教师审稿,倪晋山、余叔文、王天铎、王万里、周佩珍、戴云玲、邵莉眉和吴兆明等同志及各兄弟院校提出许多宝贵意见,在此表示感谢。

在编写过程中,我们注意基本概念,重视基础理论,努力反映新的科学成就,尽力贯彻少而精、理论联系实际的原则。但是,由于我们水平有限,而且时间仓促,书中错误和不妥之处在所难免,请读者批评、指正。

潘瑞炽

董愚得

1979年3月

目　　录

绪论 …… 1
一、植物生理学的定义和任务 …… 1
二、植物生理学的产生和发展 …… 1
三、植物生理学的展望 …… 4

第一篇　植物的物质生产和光能利用

第一章　植物的水分代谢 …… 8
第一节　植物对水分的需要 …… 8
一、植物的含水量 …… 8
二、植物体内水分存在的状态 …… 8
三、水分在生命活动中的作用 …… 9
第二节　植物细胞对水分的吸收 …… 9
一、细胞的渗透性吸水 …… 9
二、细胞的吸涨作用 …… 12
三、水分进入细胞的途径 …… 12
第三节　植物根系对水分的吸收 …… 13
一、根系吸水的途径 …… 13
二、根系吸水的动力 …… 14
三、影响根系吸水的土壤条件 …… 15
第四节　蒸腾作用 …… 16
一、蒸腾作用的生理意义和部位 …… 16
二、气孔蒸腾 …… 17
三、影响蒸腾作用的外、内条件 …… 19
第五节　植物体内水分的运输 …… 21
一、水分运输的途径 …… 21
二、水分运输的速度 …… 22
三、水分沿导管或管胞上升的动力 …… 22
第六节　合理灌溉的生理基础 …… 24
一、作物的需水规律 …… 24
二、合理灌溉的指标 …… 25
三、灌溉的方法 …… 25
四、合理灌溉增产的原因 …… 25
小结 …… 25
第二章　植物的矿质营养 …… 27
第一节　植物必需的矿质元素 …… 27
一、植物体内的元素 …… 27
二、植物必需的矿质元素 …… 27
三、植物必需的矿质元素的生理作用 …… 29
四、作物缺乏矿质元素的诊断 …… 32
第二节　植物细胞对矿质元素的吸收 … 33
一、生物膜 …… 33
二、细胞吸收溶质的方式和机理 …… 35
第三节　植物对矿质元素的吸收 …… 39
一、植物吸收矿质元素的特点 …… 39
二、根部对溶液中矿质元素的吸收过程 …… 40
三、根部对被土粒吸附着的矿质元素的吸收 …… 41
四、影响根部吸收矿物质的条件 …… 41
五、植物地上部分对矿质元素的吸收 …… 42
第四节　无机养料的同化 …… 43
一、硝酸盐的代谢还原 …… 43
二、氨的同化 …… 44
三、生物固氮 …… 46
四、硫酸盐同化 …… 47
五、磷酸盐同化 …… 48
第五节　矿物质在植物体内的运输 …… 48
一、矿物质运输的形式、途径和速度 …… 49
二、矿物质在植物体内的分布 …… 49
第六节　合理施肥的生理基础 …… 50
一、作物的需肥规律 …… 50
二、合理追肥的指标 …… 51
三、发挥肥效的措施 …… 53

小结 …… 53
第三章 植物的光合作用 …… 55
第一节 光合作用的重要性 …… 55
第二节 叶绿体及叶绿体色素 …… 57
一、叶绿体的结构和成分 …… 57
二、光合色素的化学特性 …… 59
三、光合色素的光学特性 …… 61
四、叶绿素的形成 …… 64
第三节 光合作用的机理 …… 66
一、光能吸收 …… 67
二、电子传递和质子传递 …… 69
三、光合磷酸化 …… 72
四、碳同化 …… 73
五、光呼吸 …… 85
六、光合作用的产物 …… 88
第四节 影响光合作用的因素 …… 91
一、外界条件对光合速率的影响 …… 91
二、内部因素对光合速率的影响 …… 95
第五节 植物对光能的利用 …… 95
一、植物的光能利用率 …… 95
二、提高光能利用率的途径 …… 97
小结 …… 98

第二篇 植物体内物质和能量的转变

第四章 植物的呼吸作用 …… 102
第一节 呼吸作用的概念、生理意义和场所 …… 102
一、呼吸作用的概念 …… 102
二、呼吸作用的生理意义 …… 103
三、呼吸作用的场所 …… 103
第二节 植物的呼吸代谢途径 …… 104
一、糖酵解 …… 104
二、三羧酸循环 …… 105
三、戊糖磷酸途径 …… 106
第三节 生物氧化 …… 108
一、呼吸链 …… 109
二、氧化磷酸化 …… 110
三、呼吸代谢电子传递的多条途径 …… 112
第四节 呼吸过程中能量的贮存和利用 …… 114
一、贮存能量 …… 114
二、利用能量 …… 114
三、光合作用和呼吸作用的关系 …… 115
第五节 呼吸作用的调节和控制 …… 116
一、巴斯德效应和糖酵解的调节 …… 116
二、戊糖磷酸途径和三羧酸循环的调节 … 117
三、腺苷酸能荷的调节 …… 117
第六节 影响呼吸作用的因素 …… 118
一、呼吸速率和呼吸商 …… 118
二、内部因素对呼吸速率的影响 …… 118
三、外界条件对呼吸速率的影响 …… 119
第七节 呼吸作用和农业生产 …… 120
一、呼吸作用和作物栽培 …… 120
二、呼吸作用和粮食贮藏 …… 121
三、呼吸作用和果蔬贮藏 …… 121
小结 …… 121
第五章 植物体内有机物的代谢 …… 123
第一节 各种有机物代谢的相互联系 …… 123
第二节 萜类 …… 125
一、萜类的种类 …… 125
二、萜类的生物合成 …… 126
第三节 酚类 …… 129
一、酚类的种类 …… 129
二、酚类的生物合成 …… 129
三、简单酚类 …… 130
四、木质素 …… 132
五、类黄酮类 …… 135
六、鞣质 …… 136
第四节 含氮次级化合物 …… 137
一、生物碱 …… 137
二、含氰苷 …… 138
三、芥子油苷 …… 138
四、非蛋白氨基酸 …… 140
小结 …… 140
第六章 植物体内有机物的运输 …… 142
第一节 有机物运输的途径、速度和溶质种类 …… 142

一、运输途径 …… 142
二、运输的速度和溶质种类 …… 143
第二节　韧皮部装载 …… 145
一、韧皮部装载的途径 …… 145
二、蔗糖 - 质子同向转运 …… 148
三、韧皮部装载的特点 …… 148
第三节　筛管运输机理 …… 148
一、压力流动学说 …… 148
二、胞质泵动学说 …… 149
三、收缩蛋白学说 …… 150
第四节　韧皮部卸出 …… 150
一、同化产物卸出途径 …… 150
二、依赖代谢进入库组织 …… 151
第五节　外界条件对有机物运输的影响 …… 152
一、温度 …… 152
二、矿质元素 …… 152
三、植物激素 …… 152
第六节　同化产物的命运和分配 …… 153
一、同化产物的命运 …… 153
二、分配方向 …… 153
三、分配规律 …… 154
小结 …… 155

第三篇　植物的生长和发育

第七章　植物体内的细胞信号转导 …… 158
第一节　环境刺激和胞外信号 …… 158
一、信号 …… 158
二、胞间信号 …… 159
第二节　受体和跨膜信号转换 …… 159
一、细胞受体 …… 159
二、跨膜信号转换 …… 159
第三节　细胞内信号分子和第二信使系统 …… 162
一、钙离子和钙结合蛋白 …… 162
二、IP_3 和 DAG …… 163
三、其他信号分子 …… 165
第四节　信号转导中的蛋白质可逆磷酸化 …… 166
一、蛋白激酶 …… 166
二、蛋白磷酸酶 …… 167
小结 …… 167
第八章　植物生长物质 …… 169
第一节　生长素类 …… 169
一、生长素的发现 …… 169
二、生长素在植物体内的分布和运输 …… 170
三、生长素的生物合成和降解 …… 172
四、生长素的作用机理 …… 174
五、生长素的生理作用 …… 176
六、人工合成的生长素类及其应用 …… 176
第二节　赤霉素类 …… 178
一、赤霉素的结构 …… 178
二、赤霉素的分布和运输 …… 179
三、赤霉素的生物合成 …… 179
四、赤霉素的作用机理 …… 180
五、赤霉素的生理作用和应用 …… 181
第三节　细胞分裂素类 …… 182
一、细胞分裂素的种类和化学结构 …… 182
二、细胞分裂素的分布和运输 …… 184
三、细胞分裂素的生物合成和代谢 …… 184
四、细胞分裂素的作用机理 …… 185
五、细胞分裂素的生理作用和应用 …… 186
第四节　乙烯 …… 187
一、乙烯的分布和生物合成 …… 187
二、乙烯的作用机理 …… 189
三、乙烯的生理作用和应用 …… 191
第五节　脱落酸 …… 192
一、脱落酸的化学结构和分布 …… 192
二、脱落酸的生物合成和代谢 …… 193
三、脱落酸的作用机理 …… 195
四、脱落酸的生理作用和应用 …… 195
第六节　其他天然的植物生长物质 …… 197
一、油菜素内酯 …… 197
二、多胺 …… 198
三、茉莉酸 …… 200
四、水杨酸 …… 201
第七节　生长抑制物质 …… 201
一、生长抑制剂 …… 201

二、生长延缓剂 …… 202
小结 …… 204
第九章 光形态建成 …… 206
第一节 光敏色素的发现和分布 …… 206
一、光敏色素的发现 …… 206
二、光敏色素的分布 …… 207
第二节 光敏色素的化学性质和光化学转换 …… 208
一、光敏色素的化学性质 …… 208
二、光敏色素基因和分子多型性 …… 210
三、光敏色素的光化学转换 …… 210
第三节 光敏色素的生理作用和反应类型 …… 211
一、光敏色素的生理作用 …… 211
二、光敏色素和植物激素 …… 212
三、光敏色素调节的反应类型 …… 212
第四节 光敏色素的作用机理 …… 214
一、膜假说 …… 214
二、基因调节假说 …… 215
第五节 蓝光和紫外光反应 …… 216
一、蓝光反应 …… 216
二、紫外光 - B 反应 …… 216
小结 …… 218
第十章 植物的生长生理 …… 219
第一节 种子的萌发 …… 219
一、影响种子萌发的外界条件 …… 219
二、种子萌发的生理、生化变化 …… 220
三、种子的寿命 …… 222
第二节 细胞的生长和分化 …… 223
一、细胞分裂的生理 …… 223
二、细胞伸长的生理 …… 225
三、细胞分化的生理 …… 225
四、组织培养 …… 227
第三节 植物的生长 …… 228
一、营养器官的生长特性 …… 228
二、影响营养器官生长的条件 …… 230
三、营养生长和生殖生长的相关 …… 232
第四节 植物的运动 …… 232
一、向性运动 …… 233
二、感性运动 …… 237
三、生理钟 …… 238
小结 …… 239
第十一章 植物的生殖生理 …… 241
第一节 幼年期 …… 241
一、幼年期的特征 …… 242
二、提早成熟 …… 242
第二节 春化作用 …… 243
一、春化作用的条件 …… 243
二、春化作用的时间、部位和刺激传导 …… 243
三、春化作用的生理、生化变化 …… 244
四、春化作用的机理 …… 244
第三节 光周期 …… 245
一、光周期反应类型 …… 245
二、光周期刺激的感受和传导 …… 247
三、光周期诱导 …… 248
四、光对暗期中断 …… 249
五、光敏色素和花诱导 …… 251
六、开花化学刺激物 …… 252
七、光周期诱导开花的假说 …… 252
八、春化和光周期理论在农业上的应用 …… 253
第四节 花器官形成及其生理 …… 254
一、花形态发生中的同源异形基因和 ABC 模型 …… 254
二、花器官形成所需的条件 …… 255
三、植物性别的分化 …… 256
第五节 受精生理 …… 257
一、花粉寿命和贮存 …… 257
二、柱头的生活能力 …… 258
三、外界条件对授粉的影响 …… 258
四、花粉和柱头的相互“识别” …… 259
五、花粉的萌发和花粉管的伸长 …… 260
六、受精前后雌蕊的代谢变化 …… 260
小结 …… 261
第十二章 植物的成熟和衰老生理 …… 263
第一节 种子成熟时的生理、生化变化 …… 263
一、主要有机物的变化 …… 263
二、其他生理变化 …… 264
三、外界条件对种子成熟和化学成分的影响 …… 265
第二节 果实成熟时的生理、生化

需要全本请访问 www.ertongbook.com

变化 …… 266
一、果实的生长 …… 267
二、呼吸骤变 …… 267
三、肉质果实成熟时色、香、味的变化 …… 268
四、果实成熟时蛋白质和激素的变化 …… 270
第三节　种子和延存器官的休眠 …… 270
一、种子休眠的原因和破除 …… 270
二、延存器官休眠的打破和延长 …… 271
第四节　植物的衰老 …… 272
一、衰老时的生理、生化变化 …… 272
二、影响衰老的外界条件 …… 273
三、植物衰老的原因 …… 273
第五节　植物器官的脱落 …… 274
一、环境因子对脱落的影响 …… 274
二、脱落时细胞及生化的变化 …… 274
三、脱落与植物激素 …… 275
小结 …… 277
第十三章　植物的抗性生理 …… 279
第一节　抗性生理通论 …… 279
一、逆境对植物的伤害 …… 279
二、植物对逆境的适应 …… 279
三、提高作物抗性的生理措施 …… 283
第二节　植物的抗寒性 …… 283
一、冻害的生理 …… 283
二、冷害的生理 …… 286
第三节　植物的抗热性 …… 288
一、高温对植物的危害 …… 288
二、内外条件对耐热性的影响 …… 289
第四节　植物的抗旱性 …… 290
一、干旱对植物的伤害 …… 290
二、作物抗旱性的形态、生理特征 …… 291
三、渗透调节物质和抗旱性 …… 291
第五节　植物的抗涝性 …… 291
一、淹水胁迫对植物的伤害 …… 291
二、植物对淹水胁迫的适应 …… 292
第六节　植物的抗盐性 …… 292
一、盐胁迫对植物的伤害 …… 292
二、植物对盐胁迫的适应 …… 293
第七节　植物的抗病性 …… 293
一、病原微生物对作物的伤害 …… 293
二、作物对病原微生物的抵抗 …… 294
小结 …… 296
主要参考文献 …… 297
索引 …… 301

绪　　论

一、植物生理学的定义和任务

植物生理学(plant physiology)是研究植物生命活动规律的科学。

植物的生命活动是在水分代谢、矿质营养、光合作用和呼吸作用等基本代谢的基础上,表现出种子萌发、生长、运动、开花、结果等生长发育过程。这些生命活动是相互联系、相互依赖和相互制约的。

植物生理学的任务是研究和了解植物在各种环境条件下进行生命活动的规律和机理,并将这些研究成果应用于一切利用植物生产的事业中。

植物通过光合作用,利用光能同化二氧化碳和其他无机物,形成有机物,作为动物(包括人类)和微生物的食物和能量来源。植物体内的光合产物,通过转变形成各式各样的有机化合物(其中有些是次生物质)。这些有机化合物又是工业、医药原料或中草药的有效成分。

植物对地表、水域和大气的化学成分产生着巨大的影响。占大气体积 21%的氧气,就是植物光合过程中释放出来的。植物遗体参与土壤形成的过程;豆科植物与固氮微生物共生的生物固氮,大大丰富了生物圈中流通和积累的总氮量。植物根部吸收矿质元素,对岩石和水源中某些无机元素也起到了集聚作用。

由此可见,植物的生长发育是农业生产和林业生产的中心过程,它为畜牧业和水产业提供了有机物质基础;水土保持和环境净化与植物生长有密切关系;植物合成的生物碱、橡胶、鞣质等又是工业原料或药物的有效成分。我们认识了植物的生理、生化过程和本质,就可以合理地利用光、气、水、土资源,发展农(林)业生产,保护和改造自然环境,为加快社会主义建设和实现农业现代化服务。

二、植物生理学的产生和发展

早在六七千年以前,我国劳动人民就以农耕为主要生产活动,因此与农业生产密切相关的植物生理学知识就不断得到孕育和总结,内容十分丰富。现扼要阐述我国古代植物生理学知识,这对弘扬中华民族历史上的科学技术成就,激发学生的爱国热情有现实意义。

1.水分代谢　早在距今 3 000 多年前,甲骨文卜辞拓片上已有"贞禾有及雨?三月"(释义是贞问庄稼有没有及时的雨水?三月卜问的)和"雨弗足年?"(释义是雨水不够庄稼用吗?)的记载,说明当时人们对水分和植物生长的关系已有了一些认识。现代农业上有一种新兴的滴灌技术,许多人认为这是外国的发明创造,殊不知 1621 年成书的《群芳谱》已有记载,无花果"结实后不宜缺水,常置瓶其侧,出以细溜,日夜不绝,果大如瓶"。

2.矿质营养　在《荀子·富国篇》(战国荀况,公元前 3 世纪)里有"多粪肥田",在《韩非子》(战国韩非,公元前 3 世纪)里记有"积力于田畴,必且粪灌",说明战国时期古人已十分重视施肥

和灌溉,而且把二者紧密联系起来,这是植物营养生理发展史上的一个重大进步。西汉《氾胜之书》(西汉氾胜之,公元前 1 世纪)已记载施肥方式有基肥、种肥和追肥之分,也记载了杂草压青做绿肥的技术。《广志》(晋代郭义恭,公元前 3 世纪)“苕草色青黄,紫花,十二月稻下种之,蔓延殷盛,可以美田,叶可食”,开创了人类历史上率先使用豆科绿肥的记录。

3.光合作用 《吕氏春秋》辩土篇里写有“正其行,通其风”,意思是播种方式由撒播改为条播,不但便于田间管理,也能改善株间通风透光条件。《论气》(明末清初宋应星)中写道“由气而化形,形复返于气,百姓日习而不知也”;“气从地下催腾一粒,种性小者为蓬,大者为蔽牛干霄之木,此一粒原本几何,其余皆气所化也”,说明当时已经知道植物长大是气体代谢的缘故。

4.呼吸贮藏 西汉《氾胜之书》提出种子安全贮藏的基本原则:“种,伤湿、郁,热则生虫也。”强调种子要“曝使极燥”,降低种子含水量。《齐民要术》(北魏贾思勰,公元 6 世纪 30 年代)提到“蒿艾簟盛之,良,以艾蒿闭窖埋之亦佳”,艾含多种芳香油成分,有杀菌灭虫作用。窖麦法必须“日曝令干,及热埋之”,这种“热进仓”的窖麦法民间一直流传至今。该法对种子无害,较高温度能杀灭部分病虫害,促进种子后熟,降低呼吸速率,提高种子生活力。1400 年前,我国已记载窖藏瓜果蔬菜的技术。窖藏低温、高湿、CO_2 浓度高,呼吸消耗降低,适合果蔬贮藏。此法至今仍为我国广大北方地区民间贮藏果蔬的主要方式。

5.植物生长物质 《种艺必用》载“凡接矮果及花,用好黄泥晒干,筛过,以小便浸之。又晒干,筛过,再浸之。又晒又浸,凡十余次。以泥封树枝,用竹筒破两片封裹之,则根生。次年,断其皮,截根栽之”。这就是反复用尿处理土壤,使土壤吸附尿中的成分(包括吲哚乙酸),促进果树圈枝(空中压条法)生根成活。

6.生长发育 《齐民要术》种榆白杨篇载“初生三年,不用采叶,尤忌捋心,捋心则科茹不长”,强调保护顶芽,使其保持顶端优势,成栋梁之材。对于地下部和地上部的相关性,明代《沈氏农书》说“麦根深而胜壅,根益深而苗益肥,收成必倍”。《农书》(宋代陈 ,1149 年)总结出水稻田由于过肥造成“苗茂而实不坚”的恶果,告诫农家禾苗营养生长过旺会引起生殖生长失调。气候条件对水稻开花结实的影响,《田家五行》(元末明初娄元礼)中有精辟的论述:“当知稻花见日方吐,阴雨则收,正当其盛吐之时,暴雨忽至,卒不能收,被雨所伤,遂致白飒(sà,白飒指瘪粒)之患。”《齐民要术》种枣篇记有“以仗击其枝间,振去狂花”,减少养分消耗,保持年年均衡生产。现在的人工疏花疏果就是由此演变发展而来。关于柿果脱涩法,《格物粗谈·果品》(宋代苏轼)云“红柿摘下未熟,每篮用木瓜三枚放入,得气即发,并无涩味”,显然是利用成熟的木瓜释放出乙烯,催熟柿果。古人当时虽不完全了解其中机理,但从“得气即发”四个字道出了催熟的关键是“气”。在控制果树物质运输以获得高产方面,《齐民要术》种枣篇“正月一日日出时,反斧斑驳椎之。名曰‘嫁枣’。不斧则花而无实,斫者子萎而落也”。休眠期内用斧之钝头在树干上敲打,使树干韧皮部受轻伤,有机物质向下运输减少,地上枝条有机营养相应增多,促使花芽分化,有利于开花结实。至今我国果树产区对枣、梨、柿、李等果木所用的“开甲”、“割树”、“删树”、“压枣”、“刮皮”等技术,正是“嫁枣”法的演进。

在古时,西欧的罗马人所使用的肥料,除动物的排泄物外,还包括某些矿物质(如灰分、石膏和石灰等)。他们也知道绿肥的作用。他们记载的方法很多和我国总结的相似。

上述中国和西欧的古代植物生理学知识记载,都说明由于生产实践才出现植物生理的萌芽。没有生产劳动,任何人都不可能凭空创造出植物生理学。

16 世纪至 17 世纪是植物生理学研究的开始时期。荷兰的 van Helmont(1577—1644)是最早进行植物生理学实验的学者,他进行柳树枝条试验,探索植物长大的物质来源。其后,英国的 S . Hales(1672—1761)研究蒸腾,从理论上解释水分吸收与运转的道理。英国的 J . Priestley (1733—1804)发现老鼠在密封钟罩内不久即死,老鼠与绿色植物一起放在钟罩内则不死。荷兰的 J . Ingenhousz(1730—1799)接着了解到绿色植物在日光下才能清洁空气,初步建立起空气营养的观念。

18 世纪至 19 世纪是植物生理学的奠基与成长时期。法国的 G . Boussingault(1802—1899)建立砂培试验法,并开始以植物为对象进行研究工作。德国的 J . von Liebig(1803—1873)提出施矿质肥料以补充土壤营养的消耗,成为利用化学肥料理论的创始人。德国的 J . von Sachs(1832—1897)对植物的生长、光合作用和矿质营养做了许多重要实验,促使植物生理学形成一个完整的体系。他于 1882 年编写了《植物生理学讲义》,他的弟子 W . Pfeffer 在 1904 年出版了《植物生理学》,标志着植物生理学作为一门学科的诞生,因此 Sachs 被称为植物生理学的奠基人, Sachs 和 Pfeffer 被称为植物生理学的两大先驱。这个时期自然科学的三大发现——细胞学说、进化论和能量守恒学说对植物生理学的发展也产生了深远的影响,如光合作用中光能转换为化学能,并以有机物形式贮存起来(能量守恒)。

20 世纪是植物生理学进入飞跃发展的时期。随着物理学和化学的成就以及研究仪器与方法的改进,使得分析结果更加精细和准确。在这个时期,植物生理学的各个方面都有突破性的进展。例如,基于植物细胞全能性的概念,成功地进行细胞培养和组织培养,形成完整的植株,在生产上发挥很大的作用;光合作用中光、暗反应,光呼吸, C_3、C_4 和 CAM 途径的发现,把光合作用研究推向了崭新阶段;生长发育过程中的光周期和光敏色素的发现,为调控植物生长发育打下理论基础;钙和钙调素的深入研究,了解到了细胞内功能的调节机理;各种植物生长物质的发现和合成,能更有效地控制植物的生长发育,提高产量。

我国植物生理学起步较晚,发展又缓慢。钱崇澍(1883—1965)1917 年在国际刊物上公开发表‘钡、锶及铈对水绵的特殊作用’论文,又在各大学讲授植物生理学,他是我国植物生理学的启业人。30 年代初是我国植物生理学教学和研究的起始期。李继侗(1892—1961)、罗宗洛(1899—1978)和汤佩松(1903—)等先后回国,在大学任教,建立实验室,进行科学研究,为我国的植物生理学奠定了基础。他们三人是我国植物生理学的奠基人。解放前,由于从事植物生理学研究的队伍小,设备差,加上颠沛流离,发展极慢。解放后,尽管有一些曲折,但植物生理学还是有较大的发展,具体表现在研究和教学机构剧增,队伍迅速扩大,研究成果众多,其中比较突出的有:殷宏章等的作物群体生理研究,沈允钢等证明光合磷酸化中高能态存在的研究,汤佩松等首先提出呼吸的多条途径的论证,娄成后等深入研究细胞原生质的胞间运转,等等。这些研究在国际上都是较早发现或提出的。近十多年来,组织培养和细胞培养研究迅速开展,特别在花药和花粉培养、单倍体育种方面做了大量工作,成绩显著。

近二三十年,植物生理学的发展有 4 大特点:

1 .研究层次越来越宽广　由于科学发展,植物生理学研究水平从个体水平深入到器官、组织、细胞、细胞器一直到分子水平,向微观方向发展;另一方面,根据生态平衡、农林生产需要,则从个体水平扩展到群体、群落水平,向宏观方向发展。从分子水平角度去研究植物生理成为一个潮流,并取得了引人注目的成就,有关这方面的文章迅速增多。美国出版的《植物生理学年评》

(Annual Review of Plant Physiology)从 1988 年开始改为《植物生理学和植物分子生理学年评》(Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology),这样易名,就反映了这种潮流。然而,宏观的群体水平研究也不容忽视,因为防止环境污染、保持生态平衡和提高农林生产等问题,都需要从宏观方面研究环境和植物的相互影响、植物(作物)成为群体时的生理生化变化等。事实上,从分子到群体不同层次的研究都是需要的,它们紧密联系,却不能相互代替。

2.学科之间相互渗透 随着科学发展,学科与学科之间相互渗透、相互借鉴的现象越来越多。植物生理学要不断引进相关学科新的概念、新的方法以增强本学科的活力,解决理论问题和实际问题。

3.理论联系实际 植物生理学虽是一门基础学科,但其任务是运用理论于生产实践,满足人类的需要。植物生理学的研究成果对一切以植物生产为对象的事业,有普遍性和指导性的作用。例如,对农业、林业和海洋业的植物,植物生理学不只是为它们的栽培和育种提供理论依据,而且不断提供新的和有效的手段,为进一步提高产量和改良品质以及综合利用作出贡献。新的植物生长物质的发现和合成,应用于调节作物和果树的生长发育,获得丰产,就是其中一例。

4.研究手段现代化 由于数学、物理和化学等学科的发展,实验技术越来越细致,仪器设备越来越精密和自动化。层析、电泳、分级离心、放射性同位素示踪、分光光度计等已是实验室的基本设备或必须掌握的技术。气相色谱仪、高效液相色谱仪、质谱仪、电子显微镜等仪器的应用逐渐普遍;分析仪与电脑配合,可以自动地分析蛋白质中各种氨基酸的含量和序列,以及其他物质等。研究手段的现代化,使研究数据精确可靠,而且获得速度快,大大促进了植物生理学的发展。

三、植物生理学的展望

植物的生命活动可分为物质代谢、能量转换和信息传递 3 个方面。一般来说,先研究物质转变,然后是能量转变,最终是信息传递,这是科学发展的规律。当然,这个顺序不是机械分割的,而是反复深入的。

经过长期的研究,现在大致已经知道植物体的主要化学成分、功能及其转变过程,如糖类、蛋白质和脂肪等。当然,还有一些特殊少量物质的形成和转变尚待研究。

能量转变是目前研究的重点。植物通过光合作用将太阳能转变成化学能,贮存在一些高能化合物中,也可在生物膜上形成电位差,还可以转变为电能或热能。ATP 是生物体内能量流通的主要‘通货”,贮存于化合物中。植物体内能量转变大都和生物膜有关,所以,生物膜结构和功能的研究已成为植物生理学的焦点。

信息传递的研究逐渐受到重视。现在知道,激素、光敏色素、钙调素等能传递细胞的一些信息,基因能传递植物世代与世代之间的信息,但都是初步的。植物生理学和分子遗传学协作对信息传递的深入研究,将有助于调控植物的生命活动,有意识地改变植物种性,在理论和实用上发生根本性的突破。

世界面临着食物、能源、资源、环境和人口五大问题。这些问题都和生物学有关。植物可利用太阳光能,吸收 CO_2 和放出 O_2,合成有机物,在增收粮食、增加资源和改善环境等方面起着不可替代的、重大的作用。因此,植物生理学在解决五大问题中扮演着重要角色。应当强调指出,中国植物生理学家还要充分认识到我国耕地少、人口多、单位面积产量低的国情,提高为农业服务的积极性,为我国农业现代化作出应有的贡献。农业现代化的本质是农业科学化,即创立一个

高产、稳产、优质、低耗的农业生产系统。低能消耗是农业发展的新方向。绿色植物可以固定转换太阳能,农业本来是增加能量的产业,但目前农业增产主要靠化学肥料、农药、农业机械,它们消耗的能量比作物产生的能量多得多。在当今世界能源紧张的情况下,这个局面应当改变。要发挥植物本身利用太阳能的本领。这就牵涉到光合作用、生物固氮等植物生理学问题。由此可见,植物生理学在社会主义建设中和在实现农业现代化过程中的任务非常艰巨。任重道远,我们要勇挑重担。

植物生理学近几十年来有很大的发展,在生产上起到了较好的作用,例如,植物激素深入的研究,在防止器官脱落、插条生根、防止倒伏、除草等方面产生了很好的效果;春化现象和光周期现象的发现,对作物栽培、引种和育种等方面有指导意义。然而,我们对植物生命活动内在变化规律的了解还不够,控制和改造植物的本领则差得更远。现代自然科学日新月异的今天,植物生理学面临着严峻的挑战,要奋起直追。

当前我国植物生理学在国民经济建设中的主要任务是:

1.深入基础理论研究　植物生理学的基础理论研究是探索植物生命活动的本质。过去许多例子说明,基础理论问题一旦突破,往往产生超出预期的效果,会给农业生产带来革命性的变化。例如,由于细胞培养、组织培养的研究成功,为遗传育种、植物繁殖提供了新技术。基础理论研究既要吸收国外的成就,又要有自己的特色;既要了解其作用机理,又要探讨其调节控制。

2.大力开展应用基础研究和应用研究　在部分力量从事重大基础理论研究的同时,要有较多人力、物力从事应用基础研究和应用研究,使科学技术迅速转化为生产力。植物生理学是指导科学种田的理论基础,光合、水分、矿质、抗性、呼吸、生长发育和有机物运输等都与提高作物产量,改善产品品质有直接关系。植物生理学应与农业各学科合作,针对当地生产存在的问题,进行研究,解决问题,促进农业现代化。

需要全本请访问 www.ertongbook.com