



21世纪全国高职高专农林园艺类规划教材

植物生理学

ZHIWU SHENGLI XUE

刘佃林 主 编



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高职高专农林园艺类规划教材

植物生理学

刘佃林 主 编

代彦满 副主编

陈玉琴 冯林剑 秦德志
杨忠仁 李文栓 邸 娜 参 编



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书包括绪论、植物的水分代谢、植物的矿质培养、植物的光合作用、植物的呼吸作用、植物生长物质、植物的生长生理、植物的生殖生理、植物的成熟和衰老生理、植物的抗性生理共 10 章。在阐明植物生理学的基本概念、基本原理的基础上,注重在农林生产中的应用,体现农林教材的特点。教材最后的实验指导包括共 17 个最基本实验供不同院校选择。

本书为农林类高职高专院校教材,可作为师范专科学校和各类相关专科院校的教材使用,也可作农林类中职学校及农、林、园艺专业技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

植物生理学/刘佃林主编. —北京:北京大学出版社, 2007.8

(21 世纪全国高职高专农林园艺类规划教材)

ISBN 978-7-301-12571-7

I. 植… II. 刘… III. 植物生理学—高等学校: 技术学校—教材 IV. Q945

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 114446 号

书 名: 植物生理学

著作责任者: 刘佃林 主编

责任编辑: 葛昊晗 解继华

标准书号: ISBN 978-7-301-12571-7/S-0015

出版者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62765126 出版部 62754962

网 址: <http://www.pup.cn>

电子信箱: xxjs@pup.pku.edu.cn

印 刷 者: 世界知识印刷厂

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787 毫米×980 毫米 16 开本 18 印张 390 千字

2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 33.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010—62752024; 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

根据教育部关于大力发展高职高专教育的精神,以及随着我国经济建设的发展对高职高专人才的要求,本着培养应用型人才的目标和以能力培养为本位的教育思想,我们编写了农林园艺类高职高专用《植物生理学》教材。本书共分10章,包括绪论,植物的水分代谢,植物的矿质培养,植物的光合作用,植物的呼吸作用,植物激素和生长调节剂,植物的生长生理,植物的生殖生理,植物的成熟和衰老生理,植物的抗性生理。最后的实验指导包括共17个最基本实验供不同院校选择。考虑到高职高专学生的特点,本书没有把细胞生理,细胞信号传递以及有机物质代谢编入。本教材主要面向农林类高职高专院校,也可作为师范专科学校类或其他专科院校的教材。

本书的特点是本着高职高专学生够用的原则,以简为主,兼顾本学科目前较为前沿的理论研究。以基础知识和基本技能为主,兼顾学生以后学习的扩展方向。结合国家农林类职业资格考试标准,尽可能在尊重科学的基础上,达到通俗易懂。章节排列,由浅入深,由易到难,循序渐进,符合教学法的原则。

本书绪论和第3章由呼和浩特职业学院的刘佃林编写,第1章、第8章由三门峡职业技术学院陈玉琴编写;第2章、第5章由三门峡职业技术学院代彦满编写;第4章由河南农业职业学院冯林剑编写;第6章的6.3、6.4节由呼和浩特职业学院的刘佃林编写;第6章的6.1、6.2节和第7章由内蒙古农业大学职业技术学院秦德志编写;第9章由内蒙古农业大学职业技术学院杨忠仁编写;实验部分由河套大学李文栓、邸娜编写。由于编者水平有限,时间仓促,不妥之处在所难免,衷心希望广大读者批评指正。

编 者

2007年5月

目 录

绪论	1
0.1 植物生理学的概念、内容和任务	1
0.2 植物生理学的发展历史和展望	2
0.2.1 植物生理学的发展历史	2
0.2.2 植物生理学的发展展望	3
0.2.3 学习植物生理学的方法	6
第1章 植物的水分代谢	7
1.1 水分在植物生命活动中的作用	7
1.1.1 水的性质及其在生命活动中的作用	7
1.1.2 植物体内水分存在的状态及其对代谢和抗性的影响	9
1.2 植物细胞对水分的吸收和水分在植物体内的运动	9
1.2.1 植物细胞对水分的吸收	9
1.2.2 相邻细胞间的水分移动	14
1.2.3 水分进入细胞的途径	15
1.3 植物根系对水的吸收	15
1.3.1 根系吸水的部位	15
1.3.2 根系吸水的动力	16
1.3.3 影响根系吸水的环境因素	18
1.4 蒸腾作用	19
1.4.1 蒸腾作用的概念及生理意义	19
1.4.2 植物的蒸腾部位	20
1.4.3 气孔调节	21
1.4.4 影响蒸腾作用的环境因素	24
1.5 植物体内水分的运输	25
1.5.1 水分的运输途径	25
1.5.2 水分沿导管和管胞上升的动力	26
1.6 合理灌溉的生理基础	27
1.6.1 作物的需水规律和合理灌溉增产的原因	27
1.6.2 合理灌溉的指标	28

1.6.3 改进灌溉方法和节水栽培的生理基础	29
1.7 思考与复习	30
第2章 植物的矿质培养	31
2.1 植物必需的矿质元素	31
2.1.1 植物体内的元素	31
2.1.2 植物营养必需元素及研究方法	32
2.1.3 植物必需的营养元素的生理作用及其缺乏病症	34
2.1.4 作物缺素症的诊断	39
2.2 植物对矿质元素的吸收	41
2.2.1 矿质元素的跨膜运动	41
2.2.2 根系对矿质元素的吸收	45
2.2.3 地上部对矿质元素的吸收	49
2.3 矿质元素在植物体内的运输、分布和利用	50
2.3.1 运输的形式、途径和速度	50
2.3.2 元素进入植物体中的分布、利用和再利用	51
2.3.3 植物体中矿质元素的流失	52
2.4 合理施肥的生理基础	52
2.4.1 作物的需肥规律	52
2.4.2 施肥指标	54
2.4.3 改进施肥方法、提高施肥效益	55
2.5 思考与复习	56
第3章 植物的光合作用	57
3.1 光合作用的意义	57
3.2 叶绿体及叶绿体色素	58
3.2.1 叶绿体的化学组成和结构	58
3.2.2 叶绿体色素	59
3.2.3 叶绿素的合成及其影响条件	62
3.3 光合作用机理	64
3.3.1 原初反应	64
3.3.2 电子传递和光合磷酸化	66
3.3.3 碳同化	71
3.4 光呼吸	77
3.4.1 乙醇酸代谢途径	77
3.4.2 光呼吸的生理意义	79
3.4.3 C ₃ 和C ₄ 植物光合特征	79

3.4.4	光合产物	81
3.5	影响光合作用的因素	83
3.5.1	影响光合作用的内部因素	83
3.5.2	影响光合作用的外部因素	84
3.5.3	光合强度的日变化及其调节	88
3.6	植物对光能的利用效率和提高光效的农业措施	88
3.6.1	植物对光能的利用效率	88
3.6.2	提高光能利用率的途径	90
3.7	植物体内有机物的运输及分配	91
3.7.1	有机物运输的途径、速率和溶质的种类	92
3.7.2	运输的动力	95
3.7.3	有机物运输的规律	97
3.7.4	同化产物的分配与再分配	98
3.7.5	环境因子对有机物运输的影响	99
3.8	思考与复习	100
第4章	植物的呼吸作用	102
4.1	植物呼吸作用的概念及生理意义	102
4.1.1	植物呼吸作用的概念	102
4.1.2	呼吸作用的类型	102
4.1.3	呼吸作用的生理意义	103
4.2	呼吸代谢的途径	104
4.2.1	底物降解	104
4.2.2	呼吸电子传递和氧化磷酸化	109
4.3	呼吸代谢的调节	113
4.3.1	糖酵解途径的调节	114
4.3.2	三羧酸循环的调节	114
4.3.3	戊糖磷酸途径的调节	115
4.3.4	能荷调节	115
4.4	呼吸作用量的指标及影响呼吸作用的因素	116
4.4.1	呼吸作用量的指标	116
4.4.2	影响呼吸作用的因素	116
4.5	呼吸作用与农业生产	119
4.5.1	呼吸作用与作物栽培	119
4.5.2	呼吸作用与粮食贮藏	119
4.5.3	呼吸作用与果蔬的保藏	120

18	4.6 思考与复习	120
	第5章 植物激素和生长调节剂	122
88	5.1 生长素类	123
48	5.1.1 生长素的发现	123
88	5.1.2 生长素的化学结构	124
88	5.1.3 生长素的分布和运输	125
88	5.1.4 生长素的生物合成与降解代谢	127
00	5.1.5 生长素的作用机理	128
10	5.1.6 生长素的生理作用及其应用	129
00	5.2 赤霉素类	131
20	5.2.1 赤霉素的发现	131
10	5.2.2 赤霉素化学结构	132
80	5.2.3 赤霉素分布和运输	133
00	5.2.4 赤霉素生物合成和降解代谢	133
001	5.2.5 赤霉素作用机理	135
501	5.2.6 赤霉素生理作用	135
501	5.3 细胞分裂素类	137
501	5.3.1 细胞分裂素的发现	137
501	5.3.2 细胞分裂素化学结构	137
501	5.3.3 细胞分裂素分布和运输	138
101	5.3.4 细胞分裂素生物合成和降解代谢	138
101	5.3.5 细胞分裂素作用机理	139
001	5.3.6 细胞分裂素生理作用和应用	139
011	5.4 脱落酸	141
111	5.4.1 脱落酸的发现	141
111	5.4.2 脱落酸的化学结构	141
111	5.4.3 脱落酸分布和运输	142
211	5.4.4 脱落酸生物合成和降解代谢	142
311	5.4.5 脱落酸作用机理	143
311	5.4.6 脱落酸生理作用和应用	143
011	5.5 乙烯	145
011	5.5.1 乙烯的发现	145
011	5.5.2 乙烯化学结构	145
011	5.5.3 乙烯分布和运输	145
051	5.5.4 乙烯生物合成和降解代谢	146

5.5.5	乙烯作用机理	146
5.5.6	乙烯生理作用和应用	146
5.6	油菜素内酯、多胺、茉莉酸、水杨酸	148
5.6.1	油菜素内酯	148
5.6.2	多胺	149
5.6.3	茉莉酸	149
5.6.4	水杨酸	149
5.7	植物生长调节剂在农业生产上的应用	150
5.7.1	生长抑制物质	150
5.7.2	植物激素间的相互作用	153
5.8	思考与复习	154
第6章	植物的生长生理	155
6.1	种子的萌发	155
6.1.1	影响种子萌发的外界条件	155
6.1.2	种子萌发过程中的生理生化变化	158
6.1.3	种子的寿命	164
6.2	植物的生长	166
6.2.1	植物生长的周期性	166
6.2.2	植物生长的相关性	168
6.2.3	外界条件对植物生长的影响	173
6.3	植物的运动	177
6.3.1	向性运动	177
6.3.2	感性运动	179
6.3.3	生物钟	181
6.4	植物组织培养	181
6.4.1	组织培养原理	181
6.4.2	培养方法	182
6.4.3	组织培养的应用	183
6.5	思考与复习	183
第7章	植物的生殖生理	185
7.1	成花的诱导作用	185
7.1.1	春化作用	185
7.1.2	光周期现象	189
7.1.3	春化作用和光周期理论在农业生产上的应用	198
7.2	受精生理	200

7.2.1	花粉寿命和贮藏条件	200
7.2.2	柱头的生活能力	201
7.2.3	外界条件对受粉的影响	201
7.2.4	花粉和柱头的相互识别	202
7.2.5	花粉的萌发和花粉管的伸长	203
7.2.6	受精后雌蕊的代谢变化	205
7.3	思考与复习	206
第8章	植物的成熟和衰老生理	207
8.1	种子成熟时生理生化变化	207
8.1.1	主要有机物在成熟时的转化	207
8.1.2	种子成熟时其他生理变化	209
8.1.3	环境条件对种子成熟和化学成分的影响	210
8.2	果实成熟时的生理生化变化	211
8.2.1	果实的生长过程	211
8.2.2	果实成熟时的生理生化变化	212
8.3	种子和延存器官的休眠	213
8.3.1	种子休眠的原因和破除	214
8.3.2	延存器官休眠的打破和延长	215
8.4	植物的衰老	215
8.4.1	衰老的生理生化变化	215
8.4.2	衰老的原因	217
8.4.3	影响衰老的外界条件	217
8.5	植物器官的脱落	218
8.5.1	影响植物器官脱落的外界条件	218
8.5.2	脱落时细胞及生化变化	219
8.5.3	脱落与植物激素	220
8.6	思考与复习	221
第9章	植物的抗性生理	223
9.1	抗性生理通论	223
9.1.1	抗性生理的概念	223
9.1.2	逆境对植物代谢的影响	224
9.1.3	植物对逆境的适应	224
9.2	植物的寒性	225
9.2.1	寒害的类型	225
9.2.2	冷害对植物的危害	226

9.2.3	冷害的机理	227
9.2.4	提高植物抗冷性的途径	227
9.2.5	冻害对植物的危害	228
9.2.6	冻害的机理	228
9.2.7	提高植物抗冻性的途径	229
9.3	植物的抗旱性	230
9.3.1	干旱对植物的伤害	230
9.3.2	作物抗旱性的形态、生理特征	231
9.3.3	提高作物抗旱性的途径	231
9.4	植物的抗热性	232
9.4.1	高温对植物的危害	232
9.4.2	内外条件对耐热性的影响	234
9.5	植物的涝性	235
9.5.1	涝害对植物的影响	235
9.5.2	克服涝害的应急措施	235
9.6	植物的抗盐性	235
9.6.1	盐分过多对植物的伤害	236
9.6.2	植物对盐的适应	236
9.6.3	防治作物盐害的措施	236
9.7	植物的抗病性	237
9.7.1	病原微生物对作物的危害	238
9.7.2	作物对病原微生物的抵抗	238
9.8	环境污染对植物伤害	239
9.8.1	大气污染物对植物的伤害	239
9.8.2	水和土壤的污染对植物的伤害	241
9.8.3	提高植物抗污染力的措施	241
9.9	思考与复习	242
实验一	植物组织中自由水与束缚水含量的测定	243
实验二	植物组织水势的测定(质壁分离法、小液流法)	246
	一、质壁分离法	246
	二、小液流法	247
实验三	离体快速称重法测定植物蒸腾速率	249
实验四	植物的无土培养和缺素症状	250
实验五	植物根系对离子的选择性吸收	252
实验六	叶绿体色素的提取、分离和理化性质	253

实验七 叶绿素的含量测定	255
实验八 光合作用的必要条件	258
实验九 改良半叶法测定植物光合强度	259
实验十 小筐子法(广口瓶法)测定植物呼吸速率	260
实验十一 生长素对小麦根、芽生长的影响	261
实验十二 赤霉素对 α -淀粉酶的诱导	262
实验十三 植物激素对愈伤组织的形成和分化的影响	263
实验十四 乙烯对番茄的催熟作用	266
实验十五 植物种子生活力的快速测定(TTC 法、染料染色法)	267
一、氯化三苯基四氮唑 (TTC) 法	267
二、红墨水 (酸性大红 G) 染色法	268
实验十六 植物抗逆性的鉴定 (电导仪法)	269
实验十七 盐度对植物体内脯氨酸含量的影响	271
参考文献	273

绪 论

0.1 植物生理学的概念、内容和任务

植物生理学(plant physiology)是研究植物生命活动规律的科学、即揭示植物生命现象本质的科学。研究的对象是高等绿色植物。其任务是揭示植物生命现象本质保护环境,提高植物的生产力,满足人类生活的需要。

植物生理学研究的内容,大致可区分为生长发育与形态建成、物质与能量代谢、信息传递和信号转导三个方面。

(1) 生长发育。是植物生命活动的外部特征的表现,主要包括了两个方面:一是由于细胞数目的增加、细胞体积的扩大而导致的植物体积和重量的增加,此为生长;二是由于细胞分化导致新器官的出现而带来的一系列形态变化,此为发育,即形态建成,包括从种子萌发,根、茎、叶的生长,直到开花、结实、衰老、死亡等过程。

(2) 物质与能量代谢。在植物形态变化的同时,也是物质和能量转化的过程,物质转化与能量转化紧密联系,构成统一的整体,即为代谢。植物的代谢活动包括水分的吸收、运输与散失;矿质营养的吸收、同化、转移与利用;光合作用;呼吸作用;有机物的转化、运输与分配等方面。代谢过程的本质是植物体内的一系列生物化学和生物物理的变化,而生长发育则是代谢作用的综合表现和最终结果。代谢作用是生命的基础,代谢一旦停止,生命也就不复存在,生长发育更无从谈起。某些代谢环节如果发生重大变化或遭到破坏,也必然会影响到生长发育。

(3) 信息传递和信号转导。植物虽不像动物那样具有发达的神经系统,但它对外界复杂多变的环境能作出反应,或顺应环境的有规律的变化,形成植物固有的生命周期,或对严酷的环境条件进行适应与抵抗,以保持物种的繁衍。这些反应都是从“感知”环境条件的物理或化学信号开始的。在许多情况下,感知信息的部位与发生反应的部位往往不是同一器官,这就需要感受器官将它所感受到的信息传递到反应器官,并使后者发生反应。如:而多年生落叶树木的叶片,则会在夜长增加的这一物理信号诱导下植物会形成脱落酸导致发生叶柄离层的形成和脱落、枝条进入休眠状态等一系列生理反应。

0.2 植物生理学的发展历史和展望

0.2.1 植物生理学的发展历史

植物生理学的发展,经历了漫长的岁月,可以追溯到远古时代,我国劳动人民有过突出的贡献。如远在公元前3世纪,战国时期的《荀子·富国篇》中,就有“多粪肥田”的记载。西汉《汜胜之书》已将施肥方式分为基肥、种肥、追肥。公元6世纪北魏贾思勰所撰《齐民要术》描述了“热进仓”贮麦法:“日曝令干,及热埋之”,此法在民间沿用至今。我国劳动人民为解决冬小麦春播不能正常抽穗问题而创造的“七九闷麦法”,实际上就是现在的“春化”法。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。

然而,统治我国两千余年的封建制度和重文轻理的思想,成了科学技术发展的沉重桎梏。西方工业革命开始以来,我国又屡遭列强侵略,国力日衰,致使我国科学技术的发展大大落后于西方;加之中国的传统哲学思想,不强调通过科学的对比实验认识客观世界,因此,在作为实验科学的植物生理学诞生的过程中,我们显得如此的苍白。直到20世纪初,首先是张挺(1884—1950)从日本留学回国,自1914年起在武昌高等师范学校讲授植物生理学课程。其次是钱崇澍(1883—1965)1916年从美国留学回国,先后在南京金陵大学、厦门大学讲授植物生理学,1917年在国际刊物上公开发表《钼、镨及铈对水绵的特殊作用》论文。在国内第一位从事植物生理学实验研究并发表论文的是李继侗(1892—1961)。20世纪30年代从日本、美国留学回国的罗宗洛(1898—1978)、汤佩松(1903—2001)先后在中山大学、中央大学、武汉大学、清华大学从事植物生理学的教学、科研工作,为中国的植物生理学奠定了基础。1941年,汤佩松和王竹溪发表了《活细胞水分关系的热力学论述》。殷宏章(1908—1992)在植物感光运动和磷酸化酶、萎成后在植物感应性及电生理、崔激在植物激素等研究领域都获得了重要研究成果。

植物生理学作为一门学科,它的起源可以追溯到1627年荷兰人凡·海尔蒙(J.B.van Helmont)做柳枝实验开始,直到19世纪40年代德国化学家李比希(J. von Liebig)创立植物矿质营养(mineral nutrient)学说为止,共经历了200多年的时间。

这一时期为植物生理学发展的第一阶段。凡·海尔蒙是第一个用科学实验来探讨植物营养本质的人,他用实验回答了水是植物生长的重要的原料。19世纪初,瑞士植物生理学家索苏尔(deSaussure)利用定量化学实验证明,植物在光下吸收的二氧化碳与放出的氧气有等体积关系。此外,这一时期还明确了二氧化碳同化的产物是糖和淀粉;光是推动此过程的动力;将叶片中的绿色色素命名为叶绿素;初步探讨了不同光谱成分对二氧化碳同化的影响。至此,关于植物光合作用的概念已粗具雏形。1840年,德国化学家李比希以植物灰分分析的多年实验结果为依据,在他的著作《化学在农业及生理学中的应用》中声称:植

物只需要无机物作为养料,便可维持其正常生活;除了碳素来自空气以外,植物体内所有的矿物质都是从土壤中取得的。这些结论宣布了植物矿质营养学说的诞生,使争论了两个世纪的植物营养来源问题终于有了一个正确的结论。

从 1840 年李比希矿质营养学说的建立到 19 世纪末德国植物生理学家萨克斯(J.Sachs)和他的学生费弗尔(W. Pfeffer)所著的两部植物生理学专著问世为止为植物生理学发展的第二阶段。这一时期,细胞学说、能量守恒定律和生物进化论的发现,有力地推动了植物生理学的发展。在植物矿质营养的研究方面,明确了植物不能从空气中直接同化氮素;法国学者布森格(J.B.D. Boussingault)以石英砂和木炭为基质,利用矿物盐溶液实现了植物的无土培养;1859 年,诺普(Knop)和费弗尔成功地使培养在按固定配方配制的营养液中的植物完成了其生活史,为植物必需的大量元素和微量元素的陆续发现创造了条件,也为农作物施肥奠定了理论基础。费弗尔和范特霍夫(J.H.van't Hoff)全面研究了渗透现象,提出了渗透学说,科学地解释了水分进出细胞的现象。19 世纪 60 年代,俄国著名植物生理学家季米里亚捷夫用自行设计的仪器对叶绿素的吸收光谱进行了比较精密的研究,证明光合作用所利用的光就是叶绿素所吸收的光,从而证明光合作用也符合能量守恒定律。到 19 世纪末 20 世纪初,萨克斯和费弗尔在全面总结了植物生理学以往的研究成果的基础上,分别写成了《植物生理学讲义》(J. Sachs, 1882)和三卷本的专著《植物生理学》(W. Pfeffer, 1897),成为影响达数十年之久的植物生理学经典著作和植物生理学发展史中的重要里程碑。这两部著作的问世,意味着植物生理学独立成为一门新兴的学科。

20 世纪初到现在为植物生理学发展的第三阶段。这一时期进入了迅速发展的时期。由于物理学、化学的发展以及技术、设备、方法的进步,使得植物生理学的各个领域都取得了突飞猛进的发展。从 20 世纪 30 年代到 60 年代相继发现了五大类植物激素。50 年代,美国学者卡尔文(M. Calvin)等采用 ^{14}C 示踪技术和层析技术,揭开了植物光合碳循环(C_3 途径)之谜。紧接着在 20 世纪 60 年代末期,考茨彻克(H.P.Kortschak)等发现了 C_4 途径。在发现 C_3 、 C_4 途径的同时,还发现了光呼吸和景天酸代谢(CAM)途径以及光敏色素、钙调素等。植物组织培养也取得了飞速发展,并且在生产领域得到广泛应用。近 20 年来,随着遗传学、分子生物学、基因工程技术的迅速发展,植物生理学的研究正在进入一个崭新的发展阶段,即在分子水平上研究植物的生长、发育、代谢及其与环境的相互作用等重要生命过程或现象的机制以及有效地调控这些生命过程为人类服务方面,取得了一系列新成果、新进展。

0.2.2 植物生理学的发展展望

植物生理学的发展有四大趋势。

1. 研究层次向微观和宏观两个方向发展

随着科学的发展,植物生理学的研究水平从个体水平到器官、组织、细胞、细胞器、

分子甚至到原子水平,向微观方向发展;另一方面,从个体水平扩展到群体、群落以及生态系统,向宏观方向发展。从分子水平角度去研究植物的生命活动的本质,已成为植物生理学发展一个主流,并取得了显著的成就。随着拟南芥、水稻等模式植物基因组全序列测序工作的完成,植物科学界普遍认为其整体研究工作的重点将逐步从“结构基因组”转向“功能基因组”的研究,即研究与植物生长发育调控机理、作物重要农艺性状(如抗旱、抗盐、抗病、水分养分高效利用、产量与品质形成等)表达密切相关的基因的功能及相互作用。而宏观的群体水平的研究,在防止环境污染、保持生态平衡和提高农林生产等问题,也做出了巨大的贡献。如怎样合理灌溉,合理密植,科学施肥等。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. 多学科之间相互渗透

学科与学科之间相互渗透、相互借鉴,取长补短。植物生理学在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。随着分子生物学、细胞学、遗传学、纳米生物学、计算机科学以及环境科学、生态学、遥感技术应用等学科的发展与植物生理学结合出现了一些新的学科,如基因组学、生物信息学、网络生物学、环境生理学、生态生理学等。这些学科的发展大大地扩展了植物生理学的范畴,在解决农业生产实际问题会发挥巨大的作用。

3. 理论与生产实践,尤其是与农业生产实践相结合

植物生理学虽是一门基础学科,是从农业生产实践活动中产生出来的,其任务就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具有普遍性和指导性的作用。对农、林、牧、渔等行业来说,植物生理学不只是为它们提供理论依据,而且不断提供新的和有效的手段。如植物矿质营养学说的创立为无机肥料的施用奠定了理论基础,同时促进了肥料工业的大发展;自20世纪30年代开始的植物激素的陆续发现导致了植物生长调节剂和除草剂的普遍应用,也为农药工业的发展开辟了新天地;自20世纪中叶开始,在光合作用与产量关系的理论指导下,如何提高光合效率,植物生理学家与育种学家共同培育出矮秆、耐肥、抗倒、叶片直立、株型紧凑的水稻和小麦品种导致作物生产的“绿色革命”;植物细胞全能性理论的确立,不但使人们掌握了组织培养、细胞及原生质体培养等高效快速的植物无性繁殖新技术,而且为植物基因工程的开展和新品种的创造提供了条件。

我国北方大部分地区自20世纪80年代以后大面积蔬菜种植大棚保证了反季节蔬菜的充足供应。这种设施农业也存在一些亟待解决的问题,如弱光照、低温或高温、病害等,这些问题都与植物生理学的研究密切相关。植物生理学家们结合材料科学、植物病理学、育种学、土壤学、气象学以及工业自动化等,研究植物的抗病性、抗寒性、抗热性和耐阴性等问题,解决存在的问题,设施农业将在21世纪为人类生活品质的提高做出更大贡献。

随着人类生活水平的逐步提高,人们对作物品质的要求也愈来愈高,而作物品质的形

成取决于作物生长发育过程中的代谢调控。例如,在植物生理学家逐步阐明各种物质代谢调控的机制的基础上,结合基因工程和育种技术就有可能有目的地通过对代谢的调控可培育能生产出蛋白质含量较高且蛋白质中氨基酸组成合理的作物新品种,培育富含各种人体必需维生素的蔬菜和果树新品种。

植物生物技术的发展使利用植物作为“生物反应器”而生产药物成为现实。例如,利用植物生物反应器生产动物口蹄疫、结核病等兽用疫苗、降钙素和人乳铁蛋白等功能蛋白植物生物反应器、组织和器官特异性基因表达启动子研究及高效表达载体构建、高效转化系统的研究和外源蛋白在受体植物中高效和稳定表达机制的研究等。一些“生物反应器”已用于生产。一些中药制剂,治疗癌症的有效药物紫杉醇、青蒿素等都是植物的次生代谢产物,用传统的方法利用野生植物提取这些药物不仅成本极高,而且还严重地破坏了野生植物资源。

总之,植物生理学的基础研究将对未来的农业生产实践有多方面的理论指导意义,而农业生产的发展也会不断地对植物生理学的研究提出需要解决的理论研究课题。

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。电泳、层析、放射性核素示踪、分级离心、分光光度计等已是实验室的基本设备或必须掌握的技术。高效液相色谱仪、气相色谱仪、质谱仪、电子显微镜等仪器的应用;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,尤其是计算机对数据的处理,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。

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,为我国农业现代化做出应有的贡献。农业现代化的本质是农业科学化,即创立一个高产、稳产、优质及低耗的农业生产系统。低能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。