

高等学校试用教材

植 物 生 理 学

上 册

曹宗巽 吴相钰 合编

人民教育出版社

高等学校试用教材

植物生理学

上册

曹宗翼 吴相钰 合编

*

人民教育出版社出版

新华书店上海发行所发行

上海新华印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 16 2/8 字数 372,000

1979年8月第1版 1980年3月第1次印刷

印数 1—20,000

书号 14012·037 定价 1.20 元

序 言

这本教材是根据 1977 年教育部在成都召开的生物学类教材会议上所制定的大纲编写的,供综合大学和师范院校生物学系本科开设植物生理学选用,也可供其它高等院校有关专业参考。会议暂定本课程为 180 学时,讲授 90 学时,这本教材的分量就是按照这个学时安排的。

考虑到实际讲授的学时可能不到 90 学时,所以本教材中有的章节如第七章中的大部分内容可以略去,其它章节也可根据具体情况精简。

北京大学生物学系 1974 年恢复植物生理生化专业以后,陆续编写了植物生理学讲义和植物代谢讲义。参加编写这些讲义的除曹宗巽、吴相钰外,还有梅慧生、方昭希、何笃修、刘厚田、李锡涇等同志,而且编写过程中也参考了一些兄弟院校的有关讲义。这本教材就是在这些讲义的基础上编写而成的。在讨论大纲和审查教材时,又有复旦大学、西北大学、南开大学、兰州大学、武汉大学、南京大学、中山大学、云南大学、内蒙古大学、北京师范大学和北京师范学院等十几所兄弟院校的有关教师参加。所以这本教材实际上是集体劳动的成果。

这次编写时,绪论、第九章至第十一章、第十三章由曹宗巽执笔,第一章至第三章,第六至第八章和第十四章由吴相钰执笔,第四章和第五章由曹宗巽和吴相钰共同执笔,第十二章由曹宗巽和刘厚田共同执笔。虽然经过集体努力,但由于我们的水平和知识所限,教材中不妥甚至错误之处在所难免,望有关教师、科学工作者及广大读者批评指正。

编者序于北京大学

1979 年 6 月 15 日

高等学校试用教材

植 物 生 理 学

下 册

曹宗巽 吴相钰 合编

人 民 教 育 出 版 社

目 录

序言	vii
绪论	1
第一章 植物细胞	7
第一节 植物细胞的化学成分	7
一、糖类	7
二、氨基酸和蛋白质	10
三、核酸	11
四、脂类	12
第二节 植物细胞的结构和代谢的区域化	13
一、光学显微镜下的植物细胞	13
二、植物细胞的超显微结构	13
三、组织化学和细胞化学	16
四、细胞各部分的分级分离	18
五、植物细胞中代谢功能的分布	20
第三节 胶体和细胞质的胶体特性	22
一、胶体	22
二、溶胶和凝胶	23
三、细胞质的胶体特性	24
第四节 细胞的膜	26
一、膜的特点	26
二、膜的化学成分	27
三、膜的结构	28
第二章 呼吸作用	31
第一节 呼吸作用的意义和特点	31
一、呼吸作用的意义	31
二、呼吸强度	32
三、呼吸商	33
四、呼吸作用的主要化学历程、研究方法和在细胞中的区域化	34
第二节 呼吸作用中糖的分解过程	38
一、糖酵解	38
二、柠檬酸环	41
三、磷酸己糖支路	45
第三节 电子传递链和氧化磷酸化	50
一、电子传递链	50
二、氧化磷酸化作用	55

三、电子传递的其它途径	59
第四节 呼吸作用的调节	62
一、呼吸作用反应的区域化	62
二、呼吸作用的调节	63
第五节 影响呼吸作用的因素	66
第六节 不同植物器官的呼吸作用	68
一、种子和幼苗的呼吸	68
二、根的呼吸	71
三、果实、块茎、块根等的呼吸作用	72
第三章 光合作用	75
第一节 光合作用的意义和特点	75
一、光合作用的意义和规模	75
二、光合作用的特点	77
三、光合作用的发现	79
第二节 叶绿体及其色素	79
一、叶绿体及其结构	79
二、叶绿体的化学成分	81
三、叶绿素类	83
四、类胡萝卜素类和藻色素类	85
第三节 光合作用的光反应	87
一、叶绿素在活体中的状态和光能的传递	87
二、光合作用中的两个色素系统	89
三、光合作用的原初过程	90
四、光合作用中的电子传递	91
五、光合磷酸化作用	94
六、光反应中能量利用的效率	95
第四节 光合作用中的碳代谢	96
一、卡尔文循环	96
二、C-4 途径	102
三、景天酸代谢途径 (CAM 途径)	105
四、光呼吸	105
第五节 细菌光合作用和化能合成作用	109
第六节 环境条件对光合作用的影响	112
一、植物的光合强度	112
二、光对光合作用的影响	113
三、二氧化碳对光合作用的影响	115
四、温度和其它条件的影响	118
第七节 植物群落和作物群体的光合作用	120
一、光合作用与作物产量的关系	120
二、植物的光能利用率	121
三、植物群落或群体的光能利用率	123

第四章 水分生理	126
第一节 水在植物生命活动中的意义	126
一、植物的含水量	126
二、水的生理生态作用	127
第二节 细胞的水分关系	129
一、水势	129
二、渗透势和压力势	130
三、植物细胞的水势	133
四、关于细胞水分关系的传统概念	135
五、吸胀作用	136
第三节 蒸腾作用	137
一、土壤-植物-大气连续系统	137
二、蒸腾作用及其指标	137
三、蒸腾作用的生理意义	138
四、蒸腾作用的气孔调节	139
五、蒸腾作用的非气孔调节	144
六、蒸腾作用的人工调节	144
第四节 水分的吸收和运转	145
一、土壤水分	145
二、植物根系对水分的吸收	147
三、植物体内水分的运输	151
第五节 灌溉的生理基础	153
一、作物的需水规律	153
二、灌溉量和灌溉方法	154
三、灌溉指标	154
第五章 矿质营养	157
第一节 植物的必要元素及其生理作用	157
一、构成植物体的元素及其含量	157
二、人工培养和必要元素的确定	158
三、必要元素的生理作用及其缺乏病症	161
第二节 植物对矿质元素的吸收	168
一、植物吸收矿质盐的特点	168
二、离子透过膜的原理	171
三、离子的积累及其与呼吸作用的关系	174
四、根吸收离子的过程	176
五、离子和分子的主动转运	177
六、主动转运的机理	180
七、胞饮作用	182
八、根在土壤中的吸收活动	183
第三节 影响根部吸收矿质盐的条件	184
一、温度的影响	185

二、通气状况	186
三、溶液浓度的影响	187
四、氢离子浓度的影响	187
五、微生物的影响; 菌根	188
第四节 矿质盐在植物体内的运输和再分配	189
第五节 施肥的生理基础	191
一、作物的需肥规律	191
二、合理施肥的指标	194
三、发挥和提高肥力的措施	196
第六章 氮素代谢	199
第一节 植物的氮源	199
第二节 生物固氮作用	200
一、固氮生物的类型	200
二、固氮作用的生物化学	203
三、研究生物固氮的意义	206
第三节 硝酸盐的还原	207
一、硝酸还原酶	207
二、亚硝酸还原酶	209
三、有机含氮化合物的形成	209
第四节 氨基酸的合成	211
一、脂肪族氨基酸的合成	211
二、芳香族氨基酸的合成	214
三、硫酸盐的还原和含硫氨基酸的合成	215
第五节 蛋白质的合成	217
第六节 自然界的氮素循环	222
一、土壤中氮素的转化	222
二、自然界的氮素循环	225
第七章 植物体内的其它代谢过程	227
第一节 寡糖与多糖的合成	227
一、蔗糖和其它寡糖的合成	227
二、淀粉和果聚糖的合成和分解	229
三、细胞壁成分的合成	230
第二节 脂类的代谢	232
一、脂肪酸与真脂和磷脂的合成	232
二、脂肪酸的氧化和乙醛酸环	236
三、萜类化合物的合成	238
第三节 芳香族化合物的生物合成	240
一、莽草酸途径	240
二、乙酸-丙二酸途径	241
三、苯丙烷衍生物的合成	242
四、黄酮类的生物合成	243

第四节 含氮碱和卟啉环的合成	245
一、生物碱的合成	245
二、嘌呤碱、嘧啶碱和核苷酸的合成	245
三、核酸的合成	246
四、卟啉环和叶绿素的合成	248

目 录

第八章 植物体内物质的运输	251
第一节 物质运输的形式、途径和方向	251
一、物质运输的形式	251
二、物质运输的途径和方向	252
第二节 韧皮部中物质运输的特点和原理	255
一、韧皮部中物质运输的特点	256
二、韧皮部中物质运输的原理	261
三、有机物质在植物体内的再分配	264
第九章 植物激素和生长调节物质	267
第一节 生长素类	269
一、生长素的发现;类似生长素	269
二、人工合成的类似生长素结构和功能的关系	271
三、生长素在植物体内的存在、分布和传导	273
四、生长素的生物合成和纯化	275
五、生长素对生长的促进和抑制作用	277
六、生长素的作用方式	278
七、生长素在农林业生产中的应用	280
第二节 赤霉素类	281
一、赤霉素的发现和存在	281
二、赤霉素的生物合成	282
三、赤霉素的生理作用、作用机理和实际应用	284
第三节 细胞分裂素类	287
一、细胞分裂素的发现和分离	287
二、细胞分裂素的生理作用和实践应用	289
第四节 脱落酸	292
一、脱落酸的发现与存在	292
二、脱落酸的生理作用	293
第五节 乙烯	296
一、乙烯是一种植物内源激素	296
二、乙烯的生物合成	298
三、乙烯的应用	298
第六节 天然和人工合成的生成抑制剂	301
一、植物体内天然抑制物——酚类化合物	301
二、人工合成的生长抑制剂	303
第七节 除草剂	305
一、除草剂的类别和使用方法	305
二、除草剂选择性的生理基础	310
第十章 种子萌发的生理	312
第一节 种子和其它延存器官中的贮藏物质及其在萌发过程中的变化	312

一、种子中的贮藏物质·····	312
二、种子萌发时的物质转化·····	315
第二节 种子萌发的条件·····	325
一、水分·····	326
二、温度·····	327
三、氧气·····	328
四、光线·····	329
第三节 种子的休眠·····	330
一、种皮或胚的其它部分限制氧的供应而造成的“休眠”·····	330
二、胚未发育完全,或种子未完成后熟作用而造成的“休眠”·····	331
三、萌发抑制剂与休眠的关系·····	331
第四节 种子的寿命与贮藏·····	332
一、种子的寿命·····	332
二、鉴别种子生活力的原理与方法·····	333
第十一章 植物的生长和分化·····	335
第一节 植物细胞的生长和分化·····	335
一、细胞周期或分裂周期·····	335
二、细胞延长期·····	337
三、细胞分化期·····	339
第二节 分化生长和形态建成·····	339
一、极性是分化的第一步·····	339
二、影响细胞分化的因素·····	342
三、细胞的全能性;分化的基因调节·····	345
四、组织培养或细胞培养作为研究生长和分化的一个重要手段·····	350
第三节 生长的动态分析·····	352
一、一年生植物的生长曲线·····	352
二、生长的数学表示·····	354
第四节 外界条件对于生长的影响·····	355
一、温度·····	355
二、光·····	358
三、水分·····	360
第五节 植物各部分的相互关系——相关现象·····	361
一、地上部分与地下部分的关系·····	361
二、主茎与分枝、主根与侧根的关系·····	362
三、营养生长与生殖生长的关系·····	365
第六节 植物生长的季节周期性——休眠·····	366
一、休眠的适应意义·····	366
二、芽休眠·····	367
三、种子休眠·····	368
第七节 植物的运动·····	371
一、向性运动·····	372
二、感性运动·····	373
三、原生质运动·····	374
四、近似昼夜节奏运动——生物钟·····	374

第十二章 成花生理	376
第一节 光周期现象	376
一、光周期反应类型	376
二、光周期效应和光周期诱导	378
三、光敏色素在成花中的作用	385
四、成花反应的分段过程	390
五、成花刺激物或成花抑制物	392
六、光周期的控制在农林业和园艺上的应用	393
第二节 春化作用	394
一、春化作用的一般性质	395
二、赤霉素与春化	397
第三节 从已知激素对开花的作用看成花激素的性质	397
第四节 花芽分化和性别表现	399
一、花的发端	399
二、性别表现(Sex Expression)	400
第十三章 生殖、成熟和脱落	405
第一节 花粉生理	405
一、花粉的生物化学	405
二、花粉的萌发和花粉管的生长	410
三、花粉的寿命和贮藏	412
四、通过花粉培养获得单倍体植株	414
第二节 传粉和受精生理	415
一、柱头分泌物和柱头生活力	415
二、关于“识别蛋白”的研究	416
三、传粉受精所引起的代谢变化	417
第三节 果实和种子的形成	418
一、果实的生长	418
二、种子成熟时的生理生化变化	420
三、肉质果实成熟时的生理生化变化	424
四、禾谷类作物空瘪粒问题	427
第四节 器官脱落的生理	428
一、器官脱落与离层的形成	429
二、影响器官脱落的内在因素	429
三、果树的落果	431
四、化学脱叶剂或脱果剂	432
第五节 衰老的生理(senescence)	435
第十四章 植物的逆境生理	435
第一节 逆境和逆境生理	435
第二节 抗旱性与抗涝性	437
一、干旱的为害	437
二、植物对干旱的抵抗	438
三、提高植物抗旱性的途径	440
四、水分过多的为害和植物的耐涝性	441
第三节 抗寒性、抗冻性与抗热性	442

一、寒害与抗寒性·····	442
二、冻害与抗冻性·····	443
三、热害与抗热性·····	445
第四节 盐害与抗盐性·····	446
一、盐分过多的为害·····	446
二、植物的抗盐性·····	447
第五节 环境污染对植物的危害·····	449
一、二氧化硫·····	449
二、臭氧·····	450
三、氟化物·····	450
四、含氮化合物·····	451
五、其它·····	451
第六节 植物的抗病生理·····	452
一、寄生对侵染的抵抗·····	452
二、寄生对病原物的生理反应和抗病的生理基础·····	453

绪 论

一、植物生理学的研究对象和内容

植物生理学是研究植物生命活动规律的科学。植物生理学应该研究整个植物界中各种类型植物的生命活动,但由于和人类关系最密切的植物(包括农作物、林木、资源植物等)中大多是高等植物,所以植物生理学所研究的植物对象,更多是高等植物。

具体地说,植物生理学的研究对象是植物体内所进行的各种生理过程,以及作为这些生理过程基础的生物物理过程和生物化学过程,这些过程的机理及其与环境条件的关系,各种生理过程与形态结构的关系,以及细胞、组织、器官的生长和分化等等。研究的最终目的不仅是认识和解释这些现象,掌握它的规律性,而且要积极地、能动地运用这些规律性为农、林、牧等各方面的生产服务。因此,一般认为植物生理学是农业科学的理论基础。

一年生高等植物的生活史,始于种子的萌发,终于种子的形成。在这期间,它和一切生物一样,经过了胚胎、幼年、性成熟、繁殖和衰老死亡等一系列循序渐进的阶段。这一生命活动的整个过程中,有许许多多的问题,如种子是如何萌发的?幼苗是如何成长为成年植株的?性器官(花)是如何形成的?植物从外界环境中摄取哪些物质?如何摄取这些物质?这些物质在植物体内发生了哪些变化?不同的植物要求什么样的环境条件?为什么要求这些条件?环境条件对植物又有什么影响?为什么有这些影响?等等,等等。这些问题概括起来为三大类,即物质转化、能量转化和形态建成。这就是植物生命活动的三个大的方面。物质转化和能量转化往往是同时发生的,形态建成一般稍稍落后一些。

绿色植物重要的特点就是它的自养性,也就是绿色植物不需要任何现成的有机物,完全依靠无机物作为养料。在叶绿素的参与下,绿色植物能将二氧化碳和水以及其它无机物转变为有机化合物,同时将太阳的辐射能转变为化学能。这个过程就是光合作用。光合作用所合成的有机物,是植物体内进行所有其它物质转化和能量转化的基础。植物除去同化二氧化碳(即进行光合作用)外,还要吸收和利用水分(水是光合作用的原料之一)和矿质盐。所有这些代谢过程就是植物生长发育的基础,而生长发育过程则是各个代谢过程的综合表现。正如恩格斯所说:由于无休止的分子变化的总和,这些分子变化形成生命,而其总的结果则一目了然地出现于各个生命阶段——胚胎生命,少年,性成熟,繁殖过程,老年,死亡。

从本书的结构可以略窥植物生理学的内容。本书共分为十四章。第一章讲述植物在细胞水平上的结构与功能的关系,第二章至第七章为植物体内进行着的各种代谢过程,这些过程依次为呼吸作用(第二章)、光合作用(第三章)、水分生理(第四章)、矿质营养(第五章)、氮素代谢(第六章)和其它物质代谢(第七章)。这些代谢过程综合表现为植物的生长发育,包括种子萌发(第十章)、生长和分化(第十一章)、花的形成(第十二章)以及生殖、成熟和衰老(第十三章)。在

分章讲述生长发育的各个阶段之前,先集中讨论植物激素和生长调节物质(第九章)。这是因为激素是生长发育各个过程的极为敏感的调节者。在结束代谢功能的讨论和开始讨论生长发育部分之前,安排了物质的运输与分配一章(第八章)。这样安排的理由是:正是物质的运输与分配过程使各个代谢功能之间发生相互联系,使细胞、组织、器官之间互通有无,从而使整株植物成为一个既有分工又有联系的高度协调的整体。最后一章(第十四章)讨论植物与环境的关系,着重于对各种逆境的适应和抵抗。总之,本书的内容是依下列层次安排的:细胞生理、代谢和功能生理、生长发育、植物与环境的关系。

二、植物生理学的产生和发展

远在科学的植物生理学诞生之前,劳动人民通过生产实践,对于植物的生命就已积累了丰富的感性知识。文化悠久的中国人民,在这方面曾作出了很大的贡献。例如,我国首创了豆科植物与谷物的轮作法,并认识到“美田之法,绿豆为上”,创造了“粪种”(即用粪水浸泡种子)的种子处理法以及“七九闷麦”法(即春化法),并认识了“橘生于淮南则为橘,生于淮北则为枳”等。这些经验都是符合现代植物生理学原理的。但是由于中国长期处于封建社会,劳动人民积累的生产知识和经验,不可能得到科学实验的验证和理论上的概括。

植物生理学的发展也是随着生产力的发展以及其它基础学科的发展而发展的。十四至十五世纪,资本主义的生产方式在封建制度内部萌芽,开始了文艺复兴时代,生产、商业以及技术都要求对自然及其它现象进行详细的研究,促使人们的思想从神学观念的束缚中解放出来,回到物质世界。这时自然科学和技术都有了一定的进步。描述的植物生理学已经出现。以形态学和分类学占中心地位的植物学,在十五至十八世纪期间,获得了蓬勃的发展。但是,关于植物生理的研究,则是从十七世纪才开始的。

植物生理学的发展可分为三个阶段:第一阶段是从植物生理尚未形成独立的科学体系之前,直到矿质营养学说的建立;第二阶段是1840年李比希(Liebig)建立矿质营养学说时起,直到十九世纪末植物生理学诞生并达到成长的阶段;第三个阶段是现代植物生理学的发展,它逐渐在植物科学中占中心地位,所有各个植物学的分支都离不开植物生理学。

植物生理学发展的第一阶段是从探讨植物的营养问题开始的。当时的植物学家把注意力集中在观察植物体内汁液的上升问题上,同时也在探讨植物到底依靠什么物质生长。十七世纪荷兰的凡·海尔蒙(Van Helmont)曾进行过有名的柳树枝条的试验(详见第五章),他的观察虽是正确的,但他却得到了错误的结论,即认为构成植物躯体的所有物质都是由水构成的。十八世纪海尔斯(Hales)将植物干馏,观察到有气体放出,他因而推测植物体内的大部分物质是从大气中以气体状态而吸收的。这些实验使人们注意到了空气营养。以后植物学家马尔皮基(Malpighi)的著名的环割实验,海尔斯根据水分吸收、运输、蒸腾和测量葡萄藤根压的实验,都正确地指出植物的营养物一部分是从土壤和水中得到的,一部分是从空气中吸收的。这样就建立了土壤营养和空气营养的概念,逐渐认识到了叶子在植物营养方面的作用。

植物生理学的发展除受生产力发展的影响外,还受到其它学科发展的影响,在第一阶段,

与化学上的成就关系特别密切。英国的普利斯特利(Priestley)发现氧气之后不久,于1779年就观察到植物的绿色部分有放氧的现象,同年荷兰的印根胡兹(Ingenhousz)指出植物的绿色部分只有在光下才能放出氧气,在黑暗中则放出 CO_2 。所以,印根胡兹不仅证实了光合作用的存在,而且也发现了呼吸作用。但是这些问题在1779年并未得到正确的认识。

总之,十八世纪末期,植物营养生理的研究发展迅速,1804年德·索苏尔(de Saussure)的著作《对于植物的化学分析》,可以代表当时的水平。他根据精密设计的定量分析,正确地指出水参与光合作用,并且指出植物不能同化空气中的氮素,必须供给植物以硝酸盐作为氮源。

科学的发展除了受生产力发展的影响和其它学科发展的影响外,各种思想体系也起着很大作用。尽管十九世纪植物生理学已经有了上述那些成就,但当时在生物学界盛行的“活力论”,却使得植物生理学的发展中断了差不多二十年之久。根据“活力论”的观点,植物的生命活动是被一种模糊而又神秘的“活力”所主宰的,也是无从研究的。可是1820~1840年之间,各方面的研究结果,都与“活力论”不相符合,这使人们逐步摆脱了神秘的“活力论”的羁绊,为植物生理学的发展铺平了道路。

在结束植物生理学发展第一阶段的讨论之前,应当追溯一下十九世纪的时代背景。从十七世纪中叶英国资产阶级革命起,到十九世纪七十年代是资本主义形成和成熟时期。十九世纪在西欧广泛进行的资产阶级产业革命,造成了社会生产力的高涨,出现了资本主义的农场主。机器和化学肥料的应用,促进了农业生产的发展,同时也要求对植物的内部活动过程进行深入的研究,因此,在十九世纪中叶以后,植物生理学逐渐形成了独立的体系。这就是植物生理学发展的第二个阶段。

这一阶段起始的标志,是1840年李比希出版的《化学在农学和生理学上的应用》一书,他根据植物灰分的分析结果和农业中物质循环的一般见解,认为植物体内碳素是从大气中获得的,而所有的矿物质都是从土壤中获得的,并对植物营养的原理作了如下论断:只有无机物质才能供给植物以原始材料。于是李比希的矿质营养学说问世了。

和李比希同时代的法国学者布森格(Boussingault),对于植物营养问题也进行了一系列的研究,他用实验的方法证明植物不能利用空气中的氮素。1859年克诺普(Knop)和费弗尔(Pfeffer)在无土条件下,成功地使植物在成分已知的溶液中生长,并且开花结实,这是关于植物营养理论的重大贡献。

十九世纪后半期,不仅是植物生理学飞跃发展的阶段,也是生物科学的其它分支取得重大成就的时期。在十九世纪三十至四十年代细胞学说的基础上,费弗尔等人开展了关于原生质的研究,费弗尔和樊特·霍夫(Van't Hoff)对渗透现象进行了全面的研究,并提出了关于渗透的理论,欧维尔顿(Overton)也对物质进入植物细胞进行了比较详细的研究。

1859年,达尔文(Darwin)的《物种起源》一书出版,这部著作对植物生理学的进一步发展产生了巨大的影响。此后,不仅展开了对植物生命活动中物质转变方面的研究,也展开了关于能量转变方面的研究;形态转变方面的生理学的研究,也有了良好的开端。

1842年确定了能量守恒定律之后三年,即1845年,罗伯特·迈尔(Robert Meyer)就把这一定律应用于植物生理学,确定了光合作用也服从于这一定律。光合作用中所形成的有机

物中所积累的能量就是日光能,因此,光合作用的基本特点,就是把光能转变为化学能。但是迈尔并没有用实验证明他的理论。俄国科学家季米里亚捷夫(Timiriachev)于十九世纪六十年代,根据物理学原理,设计了比较精密的仪器,研究叶绿素的吸收光谱,证明光合作用所利用的光,就是叶绿素所吸收的光,因此,光合作用符合于能量守恒定律。能量转化方面的另一项重大的进展,是关于呼吸作用的研究,即确认呼吸作用是一种“生物燃烧”,其所释放的能量来自呼吸底物中所贮藏的能量。在这方面俄国科学家巴赫(Bach)、巴拉琴(Palladin)和科斯梯切夫(Kostychev)有过重要的贡献。在形态转变方面,二十世纪初期开始了实验形态学的研究。

在教学方面,十九世纪末叶萨克斯(Sachs)的著作《植物生理学讲义》问世(1882年),随后费弗尔又写了一部三卷本的《植物生理学》,比萨克斯的著作更为详尽。这两部著作实际上就是十九世纪末植物生理学的总结。它们标志着植物生理学已达到成熟阶段,成为一门独立的科学。这两部著作对于植物生理学的发展起了很大的推动作用。

以上事实说明植物生理学在十九世纪末二十世纪初,已经有了本身的体系,并且在自然科学其它部门发展的影响下,不断成长壮大。这一时期的发展形成了植物生理学史上的第二个高峰。

二十世纪初期直到现在,是植物生理学发展的第三个阶段。而本世纪中叶直到现在,则是植物生理学发展的第三个高峰。这是由于物理学和化学的发展,以及先进技术的应用,尤其是原子物理、固体物理、电子学技术和计算机技术的进展,引起生物学实验技术的重大变革,从而使植物生理学也有了突飞猛进的发展。生物科学领域内兄弟学科的发展,如细胞学、遗传学、分子生物学、生物化学、生物物理学的发展,也大大促进了植物生理学的发展。植物生理学的生命力,在于它吸取了兄弟学科(特别是生物化学和生物物理学)中所积累的知识和思想,从而深入研究植物生命活动的作用机理、机能和结构的关系,以及植物对变化着的环境条件的反应等方面的问题。目前,在植物生理学的研究中,广泛应用了同位素示踪、各种分离分析的技术、电子显微镜技术、人工气候室等等。各项问题的研究都在向分子水平深入,而且在深入分析的基础上,又不断地进行综合,提出了不少新概念,例如细胞全能性的概念、土壤-植物-大气连续系统的概念等等。

我国植物生理学的概况 前已提及,我国劳动人民在生产实践中积累起来的经验,有不少是包含了植物生理学的某些原理的,但是,这些经验没有得到理论上的概括和提高。

据文献记载,我国第一位发表植物生理方面科学论文的是钱崇澍,他于1917年在国外的杂志上发表了一篇有关离子吸收的论文,但是以后没有再从事植物生理方面的研究。二十年代末,罗宗洛、李继侗和汤佩松分别从日本和美国留学归来,在我国开展植物生理方面的工作,并作了很大的贡献,为中国的植物生理学打下了基础。

解放以后,植物生理学也象其它自然科学一样得到了发展的机会。各个大学理科的生物学系以及农林院校等普遍开设了植物生理学课程,有的还设置了植物生理学专业;中国科学院设立了专门研究植物生理学的研究所和研究室;农林研究部门也纷纷设立了植物生理生化方面的研究机构。解放以后,已培养了一大批专门从事植物生理方面的工作人员,发表了很多论