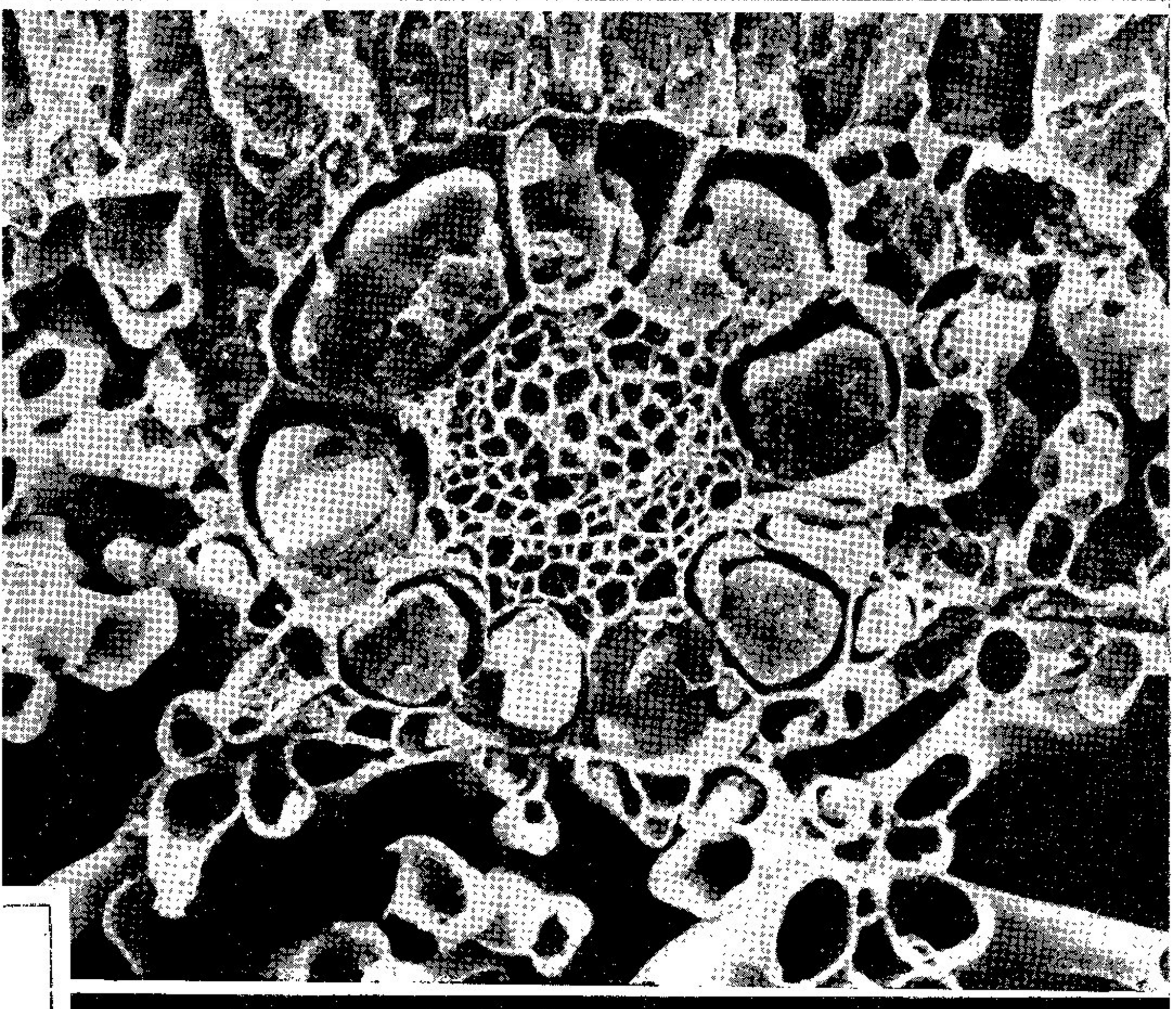
植物生理学



China 需要全本请访问 www.ertongbook.com

植物生理学

上　册

[加] R. G. S. 比德韦尔 著

刘宜林 译

*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

青浦县电印刷厂印装

*

开本787×1092 1/16　印张　20　字数 450,000

1982年5月第1版　1983年12月第1次印刷

印数 00,001—9,200

书号 13010 0763　　定价 2.50 元



China

代 译 序

——简评 R. G. S. Bidwell 著《植物生理学》

植物生理学教科书是以高等学校生物系及其它有关科系的学生为主要读者对象的，它必须包括植物生理学的全部基础知识。既不能遗漏主要内容和新的进展，也不能包罗万象，所以写教科书是一个艰巨的任务。外国教科书的著者一般是一至二人，限于知识领域和自己的独特观点，每一本书都有其特色。

Bidwell 教授写的植物生理学，第一次于 1974 年出版，受到一些教师和学生的欢迎，1979 年又增订印刷了第二版，删去了一些不中肯的材料，增加了一些新的内容。一般认为它在目前已有的外国植物生理学教科书中，从各个方面来衡量，是一本比较好的教材，主要表现在以下几个方面。

第一是思想体系明确 全书分为六个部分，共三十章。每章的内容分得比较细，把有联系的章节组在一起，构成了六大部分。避免了过去传统植物生理学教材中章节过大又孤立起来讲的缺点。第一部分共四章，其内容是学习植物生理需要的基础知识，包括植物生理学的范畴，物理、化学和植物学基本知识。第二部分共五章，讲植物的能量及物质代谢。第三部分共五章，讲矿质营养、碳素营养和水分关系。第四部分共八章，讲植物一生中根、茎、叶、花、果实形成的生理变化及其与空间和时间的关系。不难看出，上面这三部分是植物生理学的主体内容。第五部分共四章，以树木、海藻、寄生和共生植物为代表，讲特殊植物类型的生理。第六部分共三章，是讲植物的环境生理，特别是植物在不良环境中的生理变化。最后这两部分是体现植物生理与环境和人类生活有密切关系。

第二是内容丰富新颖 在现代的生命科学研究中，分子生物学的发展已经渗透到生物学的各个领域，植物生理学当然也不例外。书中的许多生理过程和机理都是在分子水平上阐明的，如呼吸作用中呼吸链的组成，抗氰途径，反馈和变构机制。光合作用中的量子体和类囊体，C_3 和 C_4 途径。物质运输与膜结构及 ATP 酶的关系。生长发育中分化的基因和激素调控等。尽管如此，本书所讲的植物生理学并未被分子生物学所取代。因为生理过程一方面是各种分子结构和功能相互作用的结果，另一方面又是细胞、组织、器官、个体甚至群体所表现的变化。

第三是理论联系实际 植物生理学是基础科学，所以在已有的教科书中都或多或少地忽视了联系实际的问题。这本书在这方面做得比较好。第五和第六两部分共七章都是为联系实际而写的，其中第五部分共四章，分别讲了树木生理、海藻生理、病害和共生生理。而第六部分阐述了植物分布与环境条件的关系，植物在干旱、冻害、辐射等不良条件下的抗逆性，以及植物与人类生活的关系。

第四是插图多而易理解 最近国外出版的教科书都显著地增加了图表数量。本书的插图是

数量多而易于引起学生的兴趣。在全书687页正文中，累计就有插图377幅，包括各种照片及示意和曲线图。许多用文字难以说清楚的内容，用插图表示，一目了然。如图3-1 B，用简单的示意图表示出植物细胞的复杂结构；图9-2，用化学结构式表示叶绿素的合成途径。图17-4，17-5用各种照片很清楚地表明从一个胡萝卜细胞长成一株胡萝卜的过程。图文并重不但可以提高学生学习的效果，而且能大大节省学习所费的时间。

第五是增进了中加友谊 Bidwell教授曾于1980年到我国各地参观访问，对我国植物生理的科学研究中理论联系实际备加赞赏。他在这本教科书中不但写入了我国对海带的人工养殖，而且把我国北方农民普遍使用的简易温室照片印在书中。这充分体现了他对中国人民的深厚友谊。

总而言之，这本书有逻辑性很强的思想体系，首先讲了学习植物生理必需的物理、化学和植物学基础知识，随后讲植物特有的能量转化和物质代谢，矿质营养，水分关系，碳素营养以及生长、分化和发育的各个过程。最后把植物生理与环境和人类生活的关系密切结合起来，达到学以致用的目的。全书内容多而不繁，深入浅出，文图并重，使学生读起来既能引起兴趣，又能达到学习目的。

最后必须指出，限于个人水平和时间，体会不深，请同志们批评指正。

崔　澂

1982.1.

序

本书是为大学生写的植物生理学或实验植物学基本教科书。它以现在通用的概念，用叙事体的形式，有条不紊地(尽可能)来表达植物如何执行复杂的代谢途径，或则说生化机制的功能。这些都分别在头几章(第二部分)中详尽地作了说明，而在后来的叙述中，根据需要只作简单的回顾或参考。凡是上一节或上一章内所包括的材料很复杂或有争论，需要评述的，那就在摘要中介绍。本书的第二版是大部分重写的和以最新材料修订的。一些离题较远的材料已删去，而对若干重要的论题已作了阐明和修订，以便使其与植物生理学中的最新进展相一致。

尽管课程的期限或教员的注意点要求学生深入钻研的只是此书的一部分内容，但我仍试图以极其生动的体裁来介绍命题，以便使学生读起教科书来感到很容易，并对植物生理学得到一个总的全面的了解。因此，本教科书既可用作半年课程，也可作为一年课程来讲授。植物生理学的整个领域与必要的生化基础，都有足够深度的论述，也可供高年级大学生和研究生用来作为一般基础课本或参考书。此外，本书的编排也便于植物生理学、实验植物学、植物生物化学或植物发育方面，用作一半课程或四分之一课程的讲授，而其中的材料，可以重新按排，或打破其顺序，以适应个别教员的选择。

第一部分主要是复习，但学生应当确信，在上本课前已熟悉这些基本知识。这也可作为生物化学、植物和细胞结构、水分状况，以及相关论题的分类和产生的简明参考。第二部分包括植物细胞代谢的基本过程。第三部分讨论整体植物的营养和代谢及其与内外营养来源的关系。第四部分概述了植物的发育过程和行为。第五和第六部分讲述特殊种类的有机体和特殊情况的生理学，以及植物相关性生理学。

本书有三方面与传统的植物生理学教科书版本不同。第一，我对植物的碳营养(第三部分，第十五章)的总看法归纳在一个观点中：植物的碳营养包括光合作用、光呼吸、暗呼吸及其有关氮代谢的全部过程。这是学生能够阅读和理解的，他们并不全力去钻研第二部分所谈到的代谢的详情细节。第二点新的处理是在第四部分，在这里植物发育的描述是根据正进行发育的植物生活史，而不是根据控制它的化合物和机制。机制的观点是以第四部分摘要的形式放在第二十三章内叙述。第三点是包括第五和第六部分的内容，是讨论关于特殊而且重要的生物和群落，如海藻、病害、共生生物以及影响植物分布的因素。对人类来说，植物总是比较重要的，而植物与人类之间的关系，特别是它们依赖于生理因素时，是研究植物生理学的一个重要部分。

在教科书中，不可能以这样的水平举出所有必须说明的概念和事实。另一方面，有许多事实，即使串连在一起写成可以接受的说明，仍不足以达到有效的学习。因此，我写进一些基础实验，通过描述实验技术和实际操作，以便提供一些比较重要的证据。我希望这将会使教科书读起来很有趣，同时激发学生重视植物生理学的实验基础。

在这本教科书中，我没有引用文献。只是每章后面附参考文献名单，包括专著、论文和书籍。

China 需要全本请访问 www.ertongbook.com

我觉得教师所列举的重要书目远比我能提供的任何参考书都有价值。与特殊的事实或物质有关的许多著名科学家的名字，我都已在教科书中叙述了。我曾强调要设法鼓励学生阅读下述出版物的重要性：F. C. Steward 的植物生理学专题论文集和植物生理学评论年鉴。这些和文献中的最新论文，都对课堂讨论或研究讨论会提供非常好的资料来源。

写一本植物生理教科书是一项极为重要的工作。但是没有一位植物生理学家是想知道这一切的，所以我特别重视要依靠同事和学生的建议和批评，以便使教科书内容尽可能精确。我衷心感谢读过本书手稿的一些评论作者的帮助。对这次修订，我要深切地感谢很多同事和学生，他们给我寄来他们的意见、勘误和改进的建议。我特别要感谢 A. T. Jagendorf, W. T. Jackson 和 I. A. Tarpas，他们对上一版曾作过热忱的评论。由于他们的详细批评，使本书得到许多改进和勘误，当然，至于本书要包括些什么或删去些什么的责任，就得要我自己承担了。

写成一本教科书也是一项巨大的工作。我非常感谢 Judy Bollen 夫人，原稿的大部分都是她用打字机打成的，也感谢她帮助收集和组织例子和补加材料。我还愿意表示我对麦克米兰出版公司的人员致谢，因为他们给予了考虑周到的帮助、耐心和鼓励，特别是 Woody Chapman 和 Pat Larson，在本书著述和出版时，他们给予了必要的帮助和支持。

R.G.S.B.

上 册 目 录

代译序 …… 1
序 …… 1
第一部分 …… 1
引言和概述 …… 1
第一章 引言 …… 1
植物生理学 …… 1
植物和动物 …… 1
植物和植物生活的特征，由此导出特殊生理学 …… 2
演 化 …… 3
应用植物学和经济学 …… 3
附参考文献 …… 5
第二章 化学基础知识 …… 6
溶液 …… 6
气体溶液 …… 6
浓度 …… 7
酸和碱 …… 8
缓冲剂 …… 9
胶体 …… 10
化学键 …… 11
电价键或离子键 …… 11
共价键 …… 12
氢键 …… 12
弱的力 …… 13
氧化和还原 …… 13
一些有机化合物 …… 13
碳水化合物 …… 20
立体异构体 …… 20
内酯 …… 21
二糖和多糖 …… 23
糖醇、糖醛酸和糖酸 …… 27
氨基酸、肽和蛋白质 …… 27
核酸 …… 32
附参考文献 …… 35
第三章 细胞 …… 36
细胞理论 …… 36
细胞及其各部分 …… 37
细胞壁 …… 37
膜 …… 40
细胞核 …… 43
内质网 …… 45
高尔基体和分散高尔基体 …… 46
核糖体 …… 46
线粒体 …… 46
质体 …… 46
乙醛酸循环体和过氧物酶体 …… 49
其他亚细胞结构 …… 49
液泡 …… 49
水分与细胞 …… 50
水势 …… 50
扩散作用 …… 51
分别透膜 …… 51
渗透作用 …… 51
渗透势和压力势 …… 52
测定 ψ_s …… 53
细胞内的水势 …… 53
水分在细胞间的移动 …… 55
吸涨作用 …… 56
对渗透作用和水分移动的旧有探讨 …… 56
细胞的生长 …… 56
附参考文献 …… 58
第四章 常见的高等植物的结构和生长 …… 59
萌发 …… 59
茎 …… 62
根 …… 65

叶片结构 ……67
花和果实 ……68
分生组织：生长的方式 ……69
附参考文献 ……71
第二部分 ……73
植物的代谢 ……73
第五章　能量代谢 ……73
氧化和还原反应 ……73
水解反应 ……74
ATP 的生产 ……74
电子传递链 ……76
测定能量变化 ……78
高能化合物 ……81
ATP 的合成机制 ……81
基团转移反应 ……84
"充能"概念和代谢控制 ……85
酶的作用 ……87
附参考文献 ……88
第六章　呼吸作用 ……89
引言 ……89
糖酵解 ……89
反应 ……89
能量平衡 ……91
克雷布斯环 ……91
乙酰辅酶A的形成 ……91
克氏环的反应 ……92
能量平衡 ……95
戊糖支路 ……95
反应 ……95
能量平衡 ……97
发酵 ……97
各种途径的部位 ……98
某些酶的功用 ……99
羧化反应 …… 101
乙醛酸循环 …… 102
呼吸的控制 …… 103
巴斯德效应 …… 103
反馈和变构控制 …… 104
辅因子控制 …… 105
交反应 …… 105
其它呼吸系统和氧化酶 …… 106
酚氧化酶 …… 106
抗坏血酸氧化酶 …… 106
过氧化氢酶和过氧化物酶 …… 107
乙醇酸氧化酶 …… 107
参与呼吸的其它氧化酶 …… 108
"替换"呼吸 …… 108
影响组织呼吸的其它因素 …… 109
呼吸底物和呼吸基质 …… 109
年龄和组织类型 …… 109
温度 …… 112
氧 …… 113
二氧化碳 …… 113
盐类 …… 114
创伤和机械刺激 …… 114
呼吸的研究和测定 …… 114
呼吸率的测定 …… 114
对呼吸途径的理解 …… 116
酶学 …… 118
附参考文献 …… 119
第七章　光合作用 …… 120
引言 …… 120
历史概述 …… 121
电子传递反应 …… 121
光 …… 124
色素 …… 125
电子传递 …… 129
实验证明 …… 130
光的捕获 …… 131
氧的释放 …… 132
结构的关系 …… 133
ATP 的合成 …… 133
能量平衡 …… 135
碳素反应：卡尔文循环 …… 136
引言 …… 136
放射性和色谱法 …… 136
卡尔文循环 …… 140
控制点 …… 142

能量平衡 …… 142
其它光合途径 …… 143
RuBP 加氧酶 …… 143
乙醇酸途径 …… 143
光呼吸 …… 144
C_4 光合作用 …… 145
C_4 光合作用概要；它对 C_4 光合植物的意义 …… 151
景天酸代谢 …… 152
其它化合物的光合形成 …… 152
蔗糖和淀粉的形成 …… 153
影响光合作用的因素 …… 154
温度 …… 154
氧 …… 155
二氧化碳 …… 155
光 …… 156
光合作用的演化 …… 156
附参考文献 …… 157

第八章　氮素代谢 …… 158

固氮作用 …… 158
共生固氮作用 …… 158
非共生固氮作用 …… 161
固氮作用机制 …… 161
硝酸还原作用 …… 163
硝酸还原作用机制 …… 163
硝酸还原作用的代谢 …… 164
植物吸收氮素 …… 165
无机氮 …… 165
有机氮 …… 166
氨基酸类 …… 166
有机氮的形成 …… 167
转氨基作用 …… 168
氮素转化 …… 169
一些代谢方式 …… 170
酰胺类 …… 172
合成 …… 173
代谢 …… 174
谷氨酰胺和天冬酰胺的作用 …… 175
蛋白质类 …… 177
蛋白质的种类 …… 177
蛋白质的形成和分解 …… 178
蛋白质周转 …… 179
肽类 …… 179
嘌呤和嘧啶类 …… 180
生物碱类 …… 186
附参考文献 …… 188

第九章　聚合物和大分子 …… 189

多糖类 …… 189
淀粉 …… 189
菊粉 …… 190
纤维素 …… 190
其它多糖 …… 190
脂类 …… 191
叶绿素 …… 193
类异戊二烯 …… 196
酚类和芳族化合物 …… 198
芳族氨基酸、吲哚乙酸 …… 198
简单酚类和木质素 …… 200
黄酮类和花色素苷类 …… 203
附参考文献 …… 203

第三部分 …… 205

土壤、水分和空气；植物的营养 …… 205

第十章　土壤和矿质营养 …… 205

土壤 …… 205
土壤质地和结构 …… 205
土壤水分 …… 206
养分 …… 208
矿质营养 …… 211
植物的化学组成 …… 211
大量营养元素和微量营养元素 …… 211
必需营养元素 …… 212
培养基 …… 213
大量营养元素 …… 213
钙 …… 214
镁 …… 215
钾 …… 215
氮 …… 216
磷 …… 216

硫 …… 216
微量营养元素 …… 217
铁 …… 218
锰 …… 218
硼 …… 219
铜 …… 219
锌 …… 219
钼 …… 200
氯 …… 220
缺素症检索表 …… 220
有益元素和有毒元素 …… 221
有益元素 …… 221
取代作用 …… 221
有毒元素 …… 222
经济植物中的微量元素 …… 222
动物的缺素病和毒效应 …… 222
指示植物 …… 223
附参考文献 …… 223

第十一章 水分的吸收和运行 …… 224
水分的运行 …… 224
水分丢失问题 …… 224
水分进入细胞 …… 224
无阻空间 …… 225
水分进入根部 …… 225
根压 …… 225
质外体和共质体 …… 225
吸收机制 …… 226
蒸腾植株的吸水 …… 227
水分通过组织的途径 …… 228
液流上升 …… 231
需要的力量 …… 231
水分的内聚力 …… 231
导管的大小 …… 232
其它理论 …… 233
水流 …… 233
概要 …… 234
附参考文献 …… 235
第十二章 溶质的吸收和运输 …… 236
溶质移动的机制 …… 236
扩散作用 …… 236
膜和溶质的特性 …… 236
扩散和透性 …… 237
通过扩散积累 …… 237
离子的移动 …… 238
特殊的问题 …… 238
拮抗作用 …… 238
电化学势 …… 238
唐南氏平衡 …… 239
膜电位 …… 240
主动运输 …… 240
定义 …… 240
主动运输的实验证据 …… 241
主动运输的演算和论证 …… 242
电荷平衡 …… 244
主动运输机制 …… 244
能源 …… 244
可能的机制 …… 244
主动运输的重要性 …… 247
附参考文献 …… 247

第十三章 运输 …… 248
运输问题 …… 248
运输的组织 …… 248
环割试验 …… 248
组织的分析 …… 249
示踪物试验 …… 250
概要 …… 252
木质部的运输 …… 253
木质部的结构 …… 253
木质部的运输 …… 254
韧皮部的运输 …… 254
韧皮部的结构 …… 254
韧皮部运输的机制 …… 255
集流 …… 256
活化扩散和泵动 …… 257
胞质流动 …… 258
界面扩散 …… 258
电渗 …… 259
概要 …… 260

运输的控制 …… 260
循环 …… 261
附参考文献 …… 262
第十四章 叶片和大气 …… 264
叶片 …… 264
气体交换 …… 267
通过孔扩散 …… 267
通过气孔进行气体交换 …… 267
气孔运动 …… 270
影响气孔作用的因素 …… 271
气孔的测量 …… 272
气孔作用的机制 …… 273
气孔的控制 …… 276
水分的丢失 …… 276
吐水作用 …… 276
蒸腾作用 …… 276
蒸腾作用 …… 277
影响蒸腾作用的因素 …… 277
蒸腾的控制 …… 279
蒸腾的必要性 …… 279
蒸腾的测定 …… 280
热交换 …… 280
植物与气候 …… 281
附参考文献 …… 282
第十五章 碳素营养——一种合成作用 …… 283
引言 …… 283
C_3 光合循环 …… 284
反应的概述 …… 284
自身催化 …… 284
调节 …… 285
活动的部位 …… 285
C_2 循环——光呼吸 …… 285
CO_2 交换的测定 …… 285
光呼吸的特征 …… 287
C_2 循环的反应 …… 288
活动的部位 …… 288
C_2 和 C_3 循环的统一——氧与光呼吸 …… 288
C_2 循环中的氮素代谢 …… 289
光呼吸的控制 …… 290
光呼吸可能起的作用 …… 290
C_4 光合循环 …… 291
反应的概述 …… 291
活动的部位——克朗氏叶片解剖结构 …… 292
C_4 循环中的氮素代谢 …… 294
C_4 循环的综合和调节 …… 295
C_4 植物的生产效率和生态意义 …… 296
C_4 循环的优越性 …… 296
收集 CO_2 和保存水分 …… 296
CO_2 的浓度 …… 296
C_4 植物内的光呼吸 …… 297
温度的影响 …… 298
生态适应 …… 298
生产效率 …… 298
景天酸代谢 …… 299
反应的概述 …… 299
CAM 的情况 …… 300
CAM的控制 …… 301
CAM 内的呼吸和光呼吸 …… 302
CAM 的生态意义 …… 302
暗呼吸 …… 302
暗呼吸的作用 …… 302
呼吸和光合的统一 …… 303
呼吸的光控制 …… 304
概要 …… 306
附参考文献 …… 306

China 需要全本请访问 www.ertongbook.com

第一部分　引言和概述

第一章　引　　言

植物生理学

植物生理学所研究的是植物的发芽、生长、发育、成熟、生殖和死亡过程，研究每株植物如何和为什么以其特殊的方式运转这些过程。这就是研究植物内这些过程的组建作用（organization）和运转方式（operation），正是这些过程决定着植物的发育和特性。每株植物是遗传信息的产物，这种信息又受其环境变化的影响，同时植物的每一部分或每一器官，均受到植物体每一部分的生理状态或内部环境变化的影响。植物生理学就是研究所有这些因素在植物生活中的相互作用的。

植物和动物

为什么我们要研究植物生理学与动物生理学或细胞生理学的区别？植物和动物经过演化，形成根本不同的生活方式和习性。动物的生长和生活是机械的和定型的——它们的构造象机器，而植物则在组织结构的基础上进行生长和运转。总的说来，动物能走动，必须找寻食物，因此要用小型的身躯来适应，使行动便利。动物象汽车——如果它们长得太大，或生得不对称，它们就不能行动自如。许多植物的位置是固定的，依靠其直接接触的环境限度内获得原料来制造食物。它们不受身材的限制，或则说不受呆板的构造限制——它们象造房子一样地建筑起来：新的房间可以继续增加（限于结构强度之内）而不会发生问题。植物在整个一生都能进行生长和发育，有些部分可以被废弃和让其死亡，需要的话，一些新的部分又可在各处形成。动物必须保持其机构的完整性；植物则没有这种必要。但动物能在其环境中走动，去找到它生活和生长所需要的东西。植物也能依靠其环境生长，但只能慢慢来，而且限于小规模。植物必须依赖于它直接可得到的东西。

由于这种生长的结构状况和不能走动的生活习性，植物在获得食物和生存中面临着许多特殊的问题，即通过各种不同的途径来解决。植物不仅必须经受住环境的预示性变化，而且还要经受住变化莫测的天气和气候。例如，生长在沙漠和缺少专门的贮水设施的植物，只有当下雨时和紧接下雨之后才长得茂盛。对动物有重要关系的有机营养，对许多植物来说就不成问题，因为植物是碳自养生物（carbon autotrophes）；这就是说它们能用二氧化碳（CO_2）制造其所需的全部含

China

碳化合物。但是，植物只能有限度地接近土壤中存在的少量无机营养，而在植物内进行着特化而高度保守的氮、磷、钾和其它重要无机元素的代谢。动物内却进行着碳素的保守代谢，使碳在其体内循环，而它们完全把氮作废物排除掉。植物的特性恰恰相反，它们保存氮而自由地利用碳。

当植物在一个地方长了根时，它就发生了特殊的需水问题。象动物一样，植物必需依靠气体交换来生活。但是，植物之所以需要气体交换，是为了其重要的营养活动：光合作用和呼吸作用。有效气体交换的自然而然的结果，便是散失水蒸气。植物需要靠阳光生活。太阳加热植物时，由于蒸发而增加水分的散失。植物的演化，造成巧妙的协调，使其能保存水分，同时进行氧和二氧化碳之间有效的气体交换。

植物的非机械结构的另一结果，就是它们没有水泵，也没有密闭的循环系统。有时植物长得既大又高，象动物一样，它们必须通过本身运输食物、调节物和废物。此外，它们必须运输大量的水，并且往往要运到很高的地方去。虽然没有机械泵，但植物有各种各样的化学的和物理化学的装置，促使液流移动，并具有特化组织形式的精密管道系统，使营养物的运输能定向进行。

植物与动物的根本区别在于发育过程。动物在一生中的一段短暂时间内，大部分的发育都已高度协调地完成，达到相当固定的状态，并能长期保持下去。植物则在整个一生都在继续发育，而且在很大程度上，各部分的发育、成熟和死亡都是彼此独立的。显然，植物内调节发育的控制系统与动物是完全不同的。动物产生许多高度专一性的激素，并对其起反应，这些激素都能以特种方式影响专门的组织。植物则能对少数共用激素起反应。这些激素中的每一种能影响植物内的所有(或几乎所有)的组织，同时在一个方向或另一方向起作用，这决定于受影响组织的各种内外环境条件。因此，植物发育的控制是激素、环境和相互作用的营养因素的综合性结果，同时，使其可能在各种环境情况下，有效地表达遗传特性。

最后，与动物不同之处还在于植物没有神经系统。进行机械动作的动物，需要神经不断严格地控制运动。经过很长时间的演化，动物就形成脑。植物不需要神经，它们的行为主要是表达其生长和发育方式的过程，这些过程是受生物化学和生理学的综合控制，而不是受神经和思维的综合控制。

植物和植物生活的特征，由此导出特殊生理学

1．植物多半是不会走动的，而且只能穿透和开拓其环境中有限的容积。

2．碳自养就造成极度浪费的碳素代谢。

3．依靠土壤供应矿质的结果，导致高度保守的矿质营养，特别是氮素。

4．当植物经演化而具备陆生习性时，便形成各种结构，借以防止其散失水分，而且允许其进行非呼吸性气体交换。

5．陆生习性还需要演化成精密的结构，以便得到和运输水分。

6．植物内逐渐演化成结构支撑系统——以坚固的细胞壁来代替特化的骨架——这就发生了许多问题。虽然有大量的细胞壁，植物细胞相互连系的程度远比动物细胞大得多。相邻细胞

China

的细胞含物往往要通过胞质的联系，以便密切地接触。

7．植物面临着严重的季节问题，因此需要演化形成测量时节的手段，以便其活动适应于环境的季节变化情况。生殖、种子生产、休眠、萌发、落叶等等，都由季节决定。

8．因为植物不能走动，它们就无法逃避和抗拒自然力的危害。于是就演化而具备抗御大风、干旱、寒冷、热害和光的特殊方法。

9．由于不能走动的生物也需要生殖，因此在演化中就形成各种高度特化的生殖结构和手段。对这些方面的控制和运转，组成了植物生活一书中最诱人的章节之一。

10．继续发育着的生物内的调控问题，需要综合生理-生化机制加以解决，这在植物内已发展到很高的水平。

11．生物的演化和适应性，不但通过改变解剖结构和形态来实现，而且还借生理和生化官能来实现。植物全靠顺利的生理或生化机制才能生存，从而各种很精致的生理作用也就演化形成。

12．植物没有条理井然的神经系统，而全依靠其各部分之间的生化联络手段。其结果是植物内的生理机制更加精致，而动物则没有相对应的情况发生。

所有这一切植物生活上的特殊问题，都可以很便利地根据生物物理和生物化学观点来研究，尽管它们是机械论意识。但是我们千万别忽略了这些问题比较重要的方面——在植物的功能统一体内，在植物与其环境和与其所生活的群落的关系中，所有这些过程的生理组建。植物所以获胜的基础就是在其环境中的竞争能力，而这种能力主要靠其生理演化和对环境的适应。

演化

植物过去在继续演化，现在仍在演化。我们所见到的、并加以分类的最显著的演化方面就是形状和类型，以及生长和生活习性的演化。植物内当然还进行生化和生理过程的演化。很可能大部分生化过程的演化很早就进行。即使最原始的植物，也具有充分能力进行光合、呼吸、蛋白质合成等等的系统。但是控制发育的类型和方式的生理机制，其演化必须同时与植物各部分的作用相协调。这些过程仍在演化着。最近的一些迹象表明，虽然长时期来，光合和呼吸的基本过程没有改变，但是在现代植物对不断变化着的环境的演化反应中，一些辅助过程以及过程之间的生化关系却进行着相当大的变异。凡是在范围极广的环境条件下，生命能有效运转的那些植物就是胜利者。自从出现了人类，无论在栽培条件下，还是在自然环境中，植物的成就逐渐为人类提供最有用的产品。

应用植物学和经济学

生理学家常常被要求用生理学概念去解决经济植物学和农业问题。应用生物学曾经被许多所谓的“纯”生物学家认为是比较次要的学科，他们看不起为解决经济问题从事研究的成果。但是，这种在应用上进行研究的惊人成就，由严格应用的学科开始的研究所产生的若干基本原

China

理，和目前生物学问题在社会学和经济学上重要性的增加，特别是今天世界上的大部分地区，食物短缺和饥饿的幽灵，使应用生物学提高到它目前突出的水平。在应用生物学中要研究的许多基本问题，目前正在进行研究，而有许多问题则更需要着手处理。

在经济植物学的发展中，植物科学最重要的一个方面，便是遗传学。几乎所有现代农作物的发展，都是由选种和种子繁育促成的，这些作物表现出象高产、色味鲜美、抗病以及对气候和环境条件适应范围很广等需要的特征。但是，这些普通品质：抗病、耐受严峻条件的能力和头等生产率；以及特殊的品质：象座果、人们需要的果实特征、早熟等等都是生理过程的表现。以前的育种实验都是通过寻找需要的特性，并通过选育试图选择和改进这些特性。这多方面的成就依赖于实验人员的巧合，他们注意一种有价值的品质，而且事实上这品质是可以选择和有发展前途的。许多大的成就往往是偶然的机会，或在上千次"试探性"实验中刚巧碰准了。但是随着植物生理学研究的进展，逐渐有可能挑选特殊的生理或生化机制，借以得到所需要的改进，并有可能决定植物的那一部分遗传补体是可靠的。当这些新技术加以充分改进时，就可能在完全新的水平上实现育种方案，通过选择最好的遗传特性的可能组合，以便产生适合于任何给定条件和环境的最完美的有机体。目前通用的典型的农作物育种方案，其目的在于产生这样的品种：具有高光合率与低呼吸率相结合（不单是代谢速度高）的特性；能生产最有用的果品；能将其同化的极大部分碳素运到果实和种子中去，而不是留在叶内和运往茎中；能耐寒，生长快和抗病。

除了这些特殊的品质外，植物的所有重要部分都能被改进，使其对人类有用。它们的高度和形态，其叶子朝向太阳，生殖的时节，其对营养的依赖性，这一切都能变异和改进。细胞生理学的现代技术能使单个细胞长成植物，即使规模还有限，但已能操纵体细胞内的遗传物质。要达到这样的实验进展，需要最广泛地应用关系密切的学科：植物的生物化学、生理学和遗传学知识。

毫无问题，植物生理学与遗传学的结合，对人类的未来是很重要的，或则说是非常必要的。世界上的食物都来源于植物，目前尽管在进行绿色革命，但食物供应不足已到了危机的地步。目前的森林工业已从盲目地乱砍乱伐天然森林资源，发展为有效地自我调节农业的有计划的工作。常常因世代的时间太长而受到妨碍的树木育种计划，已经由于阐明了生理机制而大大地得到促进，这就使试验人员能强迫树木在 2—4 年，而不是 10—15 年达到性成熟。海洋农业将成为重要的企业，需要新的洞察力去钻研海藻的习性和生长状况。

植物是使日益污染的世界——被污染的空气、土地和水分变得干净的主要工具。植物本身也受到污染。都市的重建、对城镇和整个环境设计的计划，都必然与植物有关；植物对土地的覆盖和保护、对水力富集、对食物、对环境美观和大气的更新都是必不可少的。植物约占有地球生物量的 99%。植物每年使生物圈内全部可用碳的 0.1%在邻近一些地方进行再循环。植物是我们的许多药剂和药材的来源。植物对天气和气候系统有极大的影响：改变温度、蒸发水分和产生大量多种多样的挥发性物质。植物也是世界上引起过敏症的主要因素，象枯草热患者所经受到的。几乎一切方面，人类都要依靠植物。

随着时间的逝去，对理解、发展和控制植物将变得越来越重要。只有完全理解植物的生理学、生物化学和遗传学，才能使我们成功地实现宏伟的经济生物学纲要，这是人类过舒适的生活，以至于生存所必需的。

China

附参考文献

Janick, J., R. W. Schery, F. W. Woods and V. W. Ruttan: *Plant Science*. W. H. Freeman and Co., San Francisco, 1974.

Handler, P. (ed.): *Biology and the Future of Man*. Oxford Unixersity Press, New York, 1970.

Plant Agriculture (Selection from Scientific American. W. H. Freeman and Co., San Francisco, 1970.

Tippo, O., and W. L. Stern: *Humanistic Botany*. W W. Norton and Co., Inc., New York, 1977.

China

第二章　化学基础知识

植物生理学是建立在物理学和化学以及生物学概念的基础上的，并应用这些科学的专门名词和测定系统。植物生理学本身是一门精密的科学，因此，必须用明确的专门名词来描述和表达。许多学生对本章所采用的材料和专门名词是熟悉的。但是，切勿把"精通"与"知道"两者混淆起来！你不可能会如你所想的那样有把握。要阅读，并且弄明白，你所精确知道的是你阅读和思考的东西。

溶　液

一切活质(living matter)都要依靠水分。原生质溶解或分散于水中，在细胞内差不多所有的物质都在水中进行运输，而几乎全部生物学反应都在水溶液中进行。溶液特殊的物理的、化学的和电的性质，以及物质在水中的分散作用，为活质提供了化学和物理过程的基础。因此，明确理解溶液的性质是很重要的。

一种溶液至少包括两种组分：溶剂和溶质，溶质(solute)以分子的形式分散于整个溶剂(solvent)中。许多天然的溶液是复合体，它们含有一种以上的溶质。但是，在很广的范围内，在一种复杂的溶液中的各溶质是彼此互不相干的，每一种溶质在溶液中作用时，别的溶质好象不存在一样。这种性质的例外情况将在后面谈到。但是，正如我们将知道的，在气-水溶液的作用情况中，这是很重要的特性。

在生物学上很重要的溶液包括气体与气体(所谓气体的"混合体"确实是溶液，并起溶液的作用)、气体与液体、液体与液体和固体与液体。有的溶质几乎是不可溶解的，有的则微溶或易溶。凡是溶质的浓度高到不能进一步溶解于某溶剂中时，这种溶液叫做饱和溶液(saturated solutions)，也就是说，在液体-液体溶液中形成层状或微滴时，或固体-液体溶液中发生结晶或沉淀时，便叫做饱和溶液。一种饱和溶液缓缓地冷却的结果，常常产生不稳定的过饱和溶液(supersaturated solutions)，但是这种溶液对震荡很敏感，过剩溶质会立刻形成沉淀或结晶。

水分可能是很近似于万能溶剂的东西，极大多数化合物都有点儿溶于水中。有许多化合物的溶解度随着溶液温度的增高而增加；不过，有些化合物的溶解度，象食盐，相对来说不受温度的影响，而另一些化合物的溶解度，包括一些重要酸类的钙盐，随着温度的升高而减低。

气体溶液　气体的水溶液在生物学上具有很重要的意义。在生物中，有许多气体交换要求在气体达到反应地点之前，先溶解于细胞溶液中，而反应的结果所释放的气体，总是在逸出细胞之前得先释放到溶液中去。

对生物很重要的气体，有的是微溶性的，如氧(O_2)、氢(H_2)和氮(N_2)，或则是易溶性的，如二氧化碳(CO_2)、氨(NH_3)、二氧化硫(SO_2)和三氧化硫(SO_3)。在正常条件下，象氧气之类的气体，

China 需要全本请访问 www.ertongbook.com