

● [苏] С. И. 列别捷夫 著

# 植物生理学

● ZHIWUSHENGLIXUE

杨汉金 卫新中 译

常娥 魏文铃 校

门大学出版社

445305

2945  
36

# 植物生理学

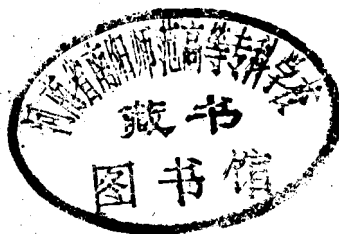
〔苏〕С. И. 列别捷夫 著

杨汉金 卫新中 译

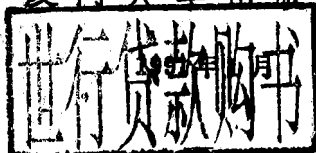
陈嫦娥 魏文铃 校



\*204453055\*



厦门大学出版社



ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

С. И. Лебедев

ВИША ШКОЛА

植 物 生 理 学

〔苏〕С. И. 列别捷夫 著

杨汉金 卫新中 译

陈常娥 魏文铃 校

\*

厦门大学出版社出版发行

福建省新华书店经销

福建第二新华印刷厂印刷

\*

开本787×1092 1/16 18.25印张 436千字

1991年1月第一版 1991年1月第一次印刷

印数：1—2000册

ISBN 7—5615—0360—1/Q·13

定价：4.50元

## 译 序

植物生理学教科书是以综合性大学和师范大学生物系以及农林高等院校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，又不能包罗万象，因此写教科书是一个艰巨的任务。1978年 С. И. Лебедев (列别捷夫) 教授按照苏共纲领提出的“科学应该更多地转变为直接的生产力，而生产必须应用现代科学技术”的方针，以自己独特的见解撰写的植物生理学具有这方面的特色。这本书是苏联综合性大学生物系、师范大学生物系及农学院农学系的教材。

这本教科书思想体系明确，逻辑性较强。全书共十章，即植物细胞生理生化，植物的水分代谢、光合作用，植物的呼吸作用，植物的矿质营养，植物体内有机物的合成、转化和运输，植物的生长，植物的发育，果实、种子和其它产品的成熟，植物的适应性和抗性。本书以结构与功能统一为主线贯穿各部分，以细胞为基础，从物质合成和光能利用入手，进一步讨论它们生理生化的转变，最后表现于生长发育。这样安排，对各个生理功能的叙述简明，内在联系紧凑，使学生对各生理功能形成一个完整概念，而且符合由浅入深，由易到难，学生容易理解。

此书反映了现代植物生理学的新成就，内容丰富新颖，书中的许多生理过程和机理都是在分子水平上阐明的。植物生理学是一门基础科学，所以在国外已有的教科书中或多或少忽视联系生产实际的问题。这本书在理论联系生产实际方面做得较突出。这能引起学生的兴趣，达到学以致用目的，而且有利于培养学生分析问题和解决问题的能力。同时，书中所应用的图表数量适中，恰到好处，堪称图文并茂，可以提高学生的学习效果。

总之，这本书具有较强的科学性、系统性和实践性，是一本理论紧密联系生产实际的教材。为了方便读者阅读，译者适当增添某些节的小标题。由于自己的水平有限，不妥之处，请读者批评指正。

杨 汉 金

1987年10月



445305

## 序 言

在准备这次出版俄文书时(第一、二次出版是用乌克兰文),书中内容已经作过大量修改和补充。作者尽力反映植物生理学领域和与植物有机体功能反应有直接联系的植物生物化学的各章的最新成就。

现在出版的教科书已经充实了活的植物细胞超微结构、整个植物有机体的调节系统、即酶、植物激素、抑制剂、植物色素(光敏色素)、基因调节以及光合作用、呼吸作用、矿质营养等生理生化过程的分子机理的新知识。

在教科书中非常注意植物生理学与农业生产实践相结合。已经认识了整个植物有机体的功能、生长和发育的规律是自动组成和自动调节系统,植物生理学是制定生产的合理技术、控制增产过程和农业产品质量以及植物栽培的理论基础。

作者对于在教科书准备出版时提出评审意见的学者深表感谢。

功勋科学家、生物学博士 教授

С. И. Лебедев

# 目 录

|                                      |        |
|--------------------------------------|--------|
| 绪论 .....                             | ( 1 )  |
| 一、植物生理学的研究对象和内容 .....                | ( 1 )  |
| 二、植物生理学的发展简史 .....                   | ( 2 )  |
| 三、植物生理学的方法 .....                     | ( 5 )  |
| 四、植物生理学的主要任务 .....                   | ( 6 )  |
| 第一章 植物细胞生理学和生物化学 .....               | ( 7 )  |
| 第一节 活的有机体的生命本质和特殊的性质 .....           | ( 7 )  |
| 第二节 细胞是生命的体现者、它的成分、超微结构和物理化学特性 ..... | ( 7 )  |
| 一、细胞是生命的体现者 .....                    | ( 7 )  |
| 二、细胞化学成分 .....                       | ( 9 )  |
| 三、蛋白质的结构 .....                       | ( 11 ) |
| 四、脂类及一些广泛分布的甘油磷脂的结构 .....            | ( 13 ) |
| 五、细胞的无机物质和离子成分 .....                 | ( 18 ) |
| 第三节 细胞的结构成分及植物细胞主要组分的性质 .....        | ( 21 ) |
| 第四节 细胞的膜系统及其对各种物质的透性 .....           | ( 27 ) |
| 第五节 生物催化剂—酶 .....                    | ( 29 ) |
| 一、酶的组分及其特性 .....                     | ( 29 ) |
| 二、维生素是酶的组成部分 .....                   | ( 31 ) |
| 三、酶与基质结构的相适应 .....                   | ( 32 ) |
| 四、酶的催化理论 .....                       | ( 33 ) |
| 五、酶的的分类及其特性 .....                    | ( 36 ) |
| 六、异构酶 ( 同工酶 ) .....                  | ( 39 ) |
| 七、结构酶和适应酶 .....                      | ( 39 ) |
| 八、酶在活的植物组织中的作用特点 .....               | ( 40 ) |
| 九、细胞是完整的生命系统 .....                   | ( 41 ) |
| 第六节 细胞生物电位和电流 .....                  | ( 42 ) |
| 第七节 细胞物质和能量的吸收与释放 .....              | ( 43 ) |
| 第八节 扩散作用 .....                       | ( 44 ) |
| 第九节 植物细胞是渗透系统 .....                  | ( 48 ) |
| 第十节 水的化学势和细胞水势的概念 .....              | ( 50 ) |
| 第十一节 植物细胞的吸水 .....                   | ( 51 ) |
| 第十二节 在整体植物的组织和器官中细胞的相关性 .....        | ( 53 ) |
| 第二章 植物的水分代谢 .....                    | ( 55 ) |
| 第一节 水在植物生命活动中的意义 .....               | ( 55 ) |

|                                     |         |
|-------------------------------------|---------|
| 第二节 植物根系对水分的吸收 .....                | ( 56 )  |
| 一、根系是吸收水分的器官 .....                  | ( 56 )  |
| 二、根压、根系吸水和吐水活动 .....                | ( 57 )  |
| 第三节 外界条件对植物吸收水分的影响 .....            | ( 60 )  |
| 一、影响根系吸水的外界因子 .....                 | ( 60 )  |
| 二、土壤持水力和萎焉系数 .....                  | ( 61 )  |
| 第四节 蒸腾作用及其与外部和内部条件的关系 .....         | ( 62 )  |
| 一、蒸腾作用 .....                        | ( 62 )  |
| 二、气孔蒸腾 .....                        | ( 63 )  |
| 三、蒸腾作用的气孔调节 .....                   | ( 64 )  |
| 四、气孔运动的周期性和角质层蒸腾 .....              | ( 65 )  |
| 五、蒸腾作用的非气孔调节 .....                  | ( 66 )  |
| 六、水分平衡和萎焉现象 .....                   | ( 66 )  |
| 七、冬季蒸腾 .....                        | ( 68 )  |
| 第五节 植物的水分运输 .....                   | ( 68 )  |
| 第六节 根据植物的水分状况植物分为几种类型 .....         | ( 71 )  |
| 一、旱生植物、湿生植物、中生植物 .....              | ( 71 )  |
| 二、关于各类植物对于水分不足的适应反应的本质 .....        | ( 72 )  |
| 三、土壤和大气干旱及水分过剩对植物的影响 .....          | ( 73 )  |
| 第七节 农作物灌溉的生理基础 .....                | ( 74 )  |
| 一、合理灌溉的定额和生理指标 .....                | ( 74 )  |
| 二、抗蒸腾剂 .....                        | ( 75 )  |
| 第三章 光合作用 .....                      | ( 77 )  |
| 第一节 光合器官及其色素 .....                  | ( 78 )  |
| 一、叶片是光合作用的器官 .....                  | ( 78 )  |
| 二、叶绿体及其结构、化学成分和功能 .....             | ( 79 )  |
| 三、叶绿素的结构特性及其物理和化学性质 .....           | ( 84 )  |
| 四、类胡萝卜素的化学和物理性质及其在植物体中的作用 .....     | ( 87 )  |
| 五、藻胆素 .....                         | ( 91 )  |
| 六、在质体内叶绿素的状态 .....                  | ( 91 )  |
| 七、黄酮类色素 .....                       | ( 94 )  |
| 第二节 光合作用的生物物理和生物化学 .....            | ( 96 )  |
| 第三节 羧化作用、光合作用是氧化还原的过程 .....         | ( 103 ) |
| 一、卡尔文循环 .....                       | ( 103 ) |
| 二、热带起源的某些植物种类的光合作用特性(光合C—4途径) ..... | ( 107 ) |
| 第四节 细菌光合作用 .....                    | ( 109 ) |
| 第五节 光合作用与植物的外界条件和内部特性的关系 .....      | ( 110 ) |
| 一、光合作用与叶绿素含量的关系 .....               | ( 110 ) |
| 二、光强度和光谱成分对光合作用的影响 .....            | ( 111 ) |
| 三、光的光谱成分 .....                      | ( 113 ) |

|                              |         |
|------------------------------|---------|
| 四、白天的光合作用过程                  | ( 114 ) |
| 五、温度条件的影响                    | ( 114 ) |
| 六、水分                         | ( 115 ) |
| 七、无机营养                       | ( 116 ) |
| 八、二氧化碳浓度的影响                  | ( 117 ) |
| 九、在人工光照的条件下载种植物              | ( 120 ) |
| 第六节 光合作用和产量                  | ( 121 ) |
| 第四章 植物的呼吸作用                  | ( 125 ) |
| 第一节 呼吸作用的生理意义和特点             | ( 125 ) |
| 一、呼吸作用的生理意义                  | ( 125 ) |
| 二、呼吸系数                       | ( 126 ) |
| 三、呼吸机制                       | ( 128 ) |
| 四、植物的氧化还原系统                  | ( 129 ) |
| 第二节 呼吸作用中糖的分解                | ( 132 ) |
| 一、无氧呼吸和有氧呼吸                  | ( 132 ) |
| 二、无氧呼吸阶段的机理                  | ( 133 ) |
| 三、有氧呼吸的机理                    | ( 135 ) |
| 四、乙醛酸循环                      | ( 136 ) |
| 五、戊糖磷酸循环                     | ( 137 ) |
| 第三节 生物氧化的能量转化及呼吸过程的动力学       | ( 139 ) |
| 一、生物氧化的能量转化                  | ( 139 ) |
| 二、氧化磷酸化的化学渗透假说               | ( 142 ) |
| 第四节 植物呼吸与环境因子的关系及控制植物呼吸作用的方法 | ( 143 ) |
| 一、温度对呼吸作用的影响                 | ( 143 ) |
| 二、水分状况                       | ( 143 ) |
| 三、无机营养对呼吸作用的影响               | ( 145 ) |
| 四、光对呼吸强度的影响                  | ( 145 ) |
| 五、光呼吸                        | ( 146 ) |
| 六、电离射线对呼吸作用的影响               | ( 146 ) |
| 七、环境气体成分对呼吸作用的影响             | ( 147 ) |
| 八、生理活性物质和抑制剂对呼吸的影响           | ( 147 ) |
| 第五节 光合作用和呼吸作用之间的相互关系         | ( 149 ) |
| 第五章 植物的矿质营养                  | ( 152 ) |
| 第一节 植物的必要元素及其生理作用            | ( 153 ) |
| 一、鉴定植物必要营养元素和土壤营养水平的方法       | ( 153 ) |
| 二、无机营养元素的生理作用                | ( 155 ) |
| 三、生物地质化学区系学说                 | ( 162 ) |
| 四、一些最重要的微量元素的生理作用            | ( 163 ) |
| 第二节 植物对矿质元素的吸收               | ( 167 ) |
| 一、根系是吸收、同化无机盐和物质代谢的器官        | ( 167 ) |

|                                    |         |
|------------------------------------|---------|
| 二、离子拮抗作用和平衡溶液、增效性及加和性              | ( 171 ) |
| 三、土壤是供养植物的培养基                      | ( 173 ) |
| 四、根的分泌物、对元素的再利用、植物对土壤钙盐含量和氢离子浓度的反应 | ( 174 ) |
| 第三节 植物的氮素营养                        | ( 179 ) |
| 一、植物的氮源                            | ( 179 ) |
| 二、在植物的蛋白质合成时氮的转化                   | ( 181 ) |
| 三、豆科植物氮素营养的特性                      | ( 182 ) |
| 第四节 施肥的生理基础                        | ( 185 ) |
| 一、无机肥料与产量                          | ( 185 ) |
| 二、施肥的生理基础                          | ( 186 ) |
| 三、叶是整体植物营养信息的器官                    | ( 188 ) |
| 四、农作物灌溉时的无机营养特性                    | ( 189 ) |
| 第五节 植物的无土栽培                        | ( 190 ) |
| 第六章 植物体内有机物质的合成、转化和运输              | ( 194 ) |
| 第一节 碳水化合物的合成                       | ( 194 ) |
| 第二节 蛋白质的生物合成                       | ( 197 ) |
| 第三节 脂类的代谢                          | ( 201 ) |
| 一、脂肪酸、脂肪和脂类的生物合成                   | ( 201 ) |
| 二、植物蜡、磷脂和甾族化合物的成分和性质               | ( 202 ) |
| 第四节 重要的维生素及其在植物生命活动中的作用            | ( 203 ) |
| 第五节 次生物质—有机酸、鞣质、橡胶、生物碱、抗生素和植物杀菌素   | ( 206 ) |
| 第六节 各种有机物质的相互关系                    | ( 210 ) |
| 一、结构物质和贮藏物质                        | ( 210 ) |
| 二、代谢物和抗代谢物(抑制剂)                    | ( 211 ) |
| 三、各种物质代谢的相互关系                      | ( 211 ) |
| 第七章 植物的生长                          | ( 215 ) |
| 第一节 植物的生长                          | ( 215 ) |
| 一、种子萌发                             | ( 215 ) |
| 二、生长阶段及其特性                         | ( 216 ) |
| 三、植物细胞、组织和器官的人工培养                  | ( 217 ) |
| 四、植物器官生长类型和生长大周期                   | ( 218 ) |
| 第二节 外界条件对生长的影响                     | ( 209 ) |
| 一、温度对植物生长的影响                       | ( 210 ) |
| 二、光对植物生长的影响                        | ( 220 ) |
| 三、土壤和大气湿度对植物生长的影响                  | ( 220 ) |
| 第三节 休眠现象                           | ( 221 ) |
| 第四节 植物的运动                          | ( 223 ) |
| 一、植物的运动                            | ( 223 ) |
| 二、攀曲植物                             | ( 226 ) |
| 三、植物有机体各部分的相关现象及其极性                | ( 227 ) |

|                              |         |
|------------------------------|---------|
| 四、电场和磁场对植物生长和发育的影响           | ( 228 ) |
| 五、感应性、刺激、生物电位                | ( 230 ) |
| 六、植物有机体的调节系统、协调和整体化过程及其功能    | ( 231 ) |
| <b>第五节 植物激素和生长调节物质</b>       | ( 231 ) |
| 一、关于植物激素和天然抑制剂的理论            | ( 231 ) |
| 二、人工合成的生理活性物质和除莠剂            | ( 234 ) |
| 三、脱叶剂和干燥剂                    | ( 237 ) |
| <b>第八章 植物的发育</b>             | ( 238 ) |
| 第一节 个体发育的概念                  | ( 238 ) |
| 第二节 植物的光周期现象和温周期现象           | ( 240 ) |
| 一、植物的光周期现象                   | ( 240 ) |
| 二、植物的光敏色素系统                  | ( 242 ) |
| 三、温周期现象                      | ( 245 ) |
| 第三节 植物阶段发育学说                 | ( 245 ) |
| 一、植物阶段发育学说                   | ( 245 ) |
| 二、植物发育的激素学说                  | ( 248 ) |
| 三、植物周期衰老和周期复壮的学说             | ( 248 ) |
| 第四节 植物个体发育的分子学说              | ( 250 ) |
| 第五节 植物授粉和受精生理学               | ( 253 ) |
| 第六节 被子植物大孢子、小孢子和配子的发生与受精     | ( 256 ) |
| <b>第九章 果实、种子和植物其它产品部分的成熟</b> | ( 259 ) |
| 第一节 果实、种子和其它产品的成熟            | ( 259 ) |
| 一、禾谷类植物种子的成熟                 | ( 259 ) |
| 二、肉质果实成熟的特性                  | ( 259 ) |
| 三、块茎和肉质直根的成熟                 | ( 260 ) |
| 第二节 产品质量变化的主要规律与土壤—气候条件的相关性  | ( 262 ) |
| 第三节 植物的化学的相互关系 ( 或异株相克 )     | ( 264 ) |
| <b>第十章 植物的适应性和抗性</b>         | ( 266 ) |
| 第一节 植物的抗旱性和抗热性               | ( 266 ) |
| 一、植物的抗旱性                     | ( 266 ) |
| 二、干旱                         | ( 267 ) |
| 第二节 植物的抗寒性和抗冻性               | ( 269 ) |
| 一、植物的抗寒性和抗冻性                 | ( 269 ) |
| 二、在秋—冬—春时期冬性作物的伤害            | ( 271 ) |
| 第三节 植物的抗倒伏                   | ( 271 ) |
| 第四节 植物抗毒气的的能力                | ( 272 ) |
| 第五节 植物的抗病性                   | ( 273 ) |

## 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有机体生命活动和功能过程的科学。《生理学》一词来源于希腊，它是由两个词组成：physis（自然界）和logos（概念、学说）。植物生理学是实验植物学最成熟的一门分支学科，在十九世纪末，它就已经形成了本身独立的科学体系。它同化学、物理学、生物化学、生物物理学、微生物学、分子生物学紧密地相联系。

绿色自养植物的所有功能（营养、呼吸、生长、发育、生殖以及许多各种各样的过程）都能反映出植物有机体的物质和能量转化、形态的变化和发展。植物每个器官的功能都直接影响着整个有机体的活动，而各个器官的功能又是相互依赖和相互制约。

植物有机体与其它活的系统一样，都隶属于物质和能量转化规律，而它们的生命特点包含结构的特性和它们同环境相互作用的方式。

植物制造和积累有机物质是相互联系的生理过程的结果，这些生理过程的强度取决于植物本身的特性及其栽培的条件。

植物生理学的主要任务是认识在各种环境条件下，个体发育中的植物有机体生命活动的规律性。辩证唯物主义是植物生理学方法论的基础科学，它来源于生命是物质运动的特殊形式的概念。

作为哲学体系的辩证唯物主义是了解和阐明生物界特别是植物有机体生命现象的复杂性和多样性的锁匙。辩证唯物主义的每个基本规律反映客观世界发展的任何本质方面。自然界几乎所有生物现象都具有矛盾趋势的特点。量变过渡到质变的规律在生物学里得到确立。蛋白质生物合成调节机制证实否定之否定的规律。在现代科学技术的水平上，应用辩证法的规律作为生理学研究的认识方法，并开拓新的科学境界和广阔的应用前景。

本世纪生物学的最伟大成就是揭示生命功能的物质体现者，确立辩证唯物主义的理论，并提出同自然界生命现象相互联系的和能够影响植物有机体的新问题。

19世纪末和20世纪初，科学的作用在于它揭示了自然的规律及其在实践中的应用途径。现在科学的作用颇有提高，它应当直接决定和带动生产工艺的发展。在科学实验和相应的研究基础上，现代生产部门的继续发展已经成为可能。现在，大学、实验室、牧场、农场、工厂组成统一的科研——生产的综合体。

化学、物理学、数学的成就在很大程度上影响着植物生理学的继续发展。生物化学、生物物理学同植物生理学紧密结合，促进植物生理学研究方法的现代化，因此，植物生理学成为较精细的科学。

研究有机体生命活动过程所发生的各种化学转化是生物化学的任务，生物化学的蓬勃发展，较大地推动自养绿色植物物质和能量代谢的研究朝着亚细胞和分子水平方向发展。

控制论在研究各种系统（技术、经济和自然界）的控制过程中给植物生理学的发展以一

定的影响，现代植物生理学原则上六个重要方向的区别。

生物化学方向研究植物光合、呼吸过程形成各种各样有机物质的功能作用；揭示植物无机营养的规律，即从简单的无机物质（二氧化碳、水、氮、硝酸盐、硫酸盐、磷酸、镁、钙、钾、微量元素）转化为有机化合物的生物合成途径；测定作为胶体状态的调节剂、催化剂和在细胞中作为电子传递中心的无机物质的作用，以及它们参加有机化合物的合成。

生物物理方向研究细胞力能学、植物电生理学、植物的水分状况、营养、生长、刺激、光合作用和呼吸作用的物理化学规律性的问题。

个体发育方向研究依赖于内部的生物化学和生物物理学过程的植物发育的年龄的规律性，形态建成和控制植物发育的可能途径（植物的光周期现象，春化作用，光照栽培，锻炼等）。

进化的或比较的方向揭示植物种的系统发育的特性，特别是在一定的外界条件下个体的发育；对于作为系统发育中形成的基因型功能的个体发育，植物年龄的变化，以及与遗传法则和外界条件的关系进行研究。

生态学方向深入研究植物有机体内部过程与外界环境的相关性。这方面的任务是研制农业生产中对植物有效作用的这些方法。这就是在施用同等肥料的条件下，采用合理密植的方法，创造最好的光照条件和适宜的水分状况，提高产品的蛋白质和糖的含量，以及提高植物对不良环境条件的抵抗力。

综合的或控制论的方向，研究植物生长的共同规律，各种相互联系的生理过程（光合作用、呼吸作用、营养和器官形成等）的力能学和动力学的一般规律。生命活动的复杂过程可以弄清楚的，但是必须注意所有有机体的整体性。

和动物一样，植物是非常复杂的、整体的、自动调节的控制系统。控制论深入研究有机体具体的生物物理学和生物化学的适应过程和反应。并详细研究生物系统的调节方法和控制过程。

生态学和控制论方向是研究有机体内发生的深入到生理过程的实质与农作学和林学之间相联系的环节。而今，这是苏共中央20次代表大会提出的主要任务之一，因为只有同生产实践相结合才能提高科学效益。

植物生理学的各个方向对于全面研究植物生命活动过程具有同等的重要，而且这些方向本身之间紧密联系。

## 二、植物生理学的发展简史

生物学领域的辩证唯物主义世界观战胜唯心论，对于现代植物生理学的发展具有重大意义。植物生理学发展的成就全靠克服对生命现象分析的形而上学的观点，并应用辩证统一的科学方法认识我们的世界（唯物辩证法）。卓越的俄国生物学家、唯物主义者季米里亚捷夫（К. А. Тимирязев）在这方面起着较大的作用。

季米里亚捷夫的生活和科学著作是生物科学的卓越历史作品之一。季米里亚捷夫是极热爱进化学说的达尔文主义者和宣传者、植物生理学家和合理农业的理论者、科学通俗作家和深刻的思想家，他还是努力为唯物主义世界观而斗争的哲学家。植物的巨大作用和达尔文进化论的两个最重要的问题是季米里亚捷夫的科学著作的基础。

植物生理学首先发展的是土壤营养科学。稍后，植物生理学开始研究大气环境因素作为

绿色植物生存的物质来源。绿色植物与动物和缺乏叶绿素的植物不同，绿色植物能够利用无机物作为营养，把无机物质转化为有机物质是绿色植物特殊的特性。因此，在植物生理学发展的整个历史时期，植物有机体的营养问题，在植物体内无机物质转化为有机物质占了核心的地位。

植物有机体的能量转化问题也已经包括在植物生理学之列，揭示物质和能量守恒定律是植物生理学继续发展的基础。

在植物学诞生的一个世纪时间，就已经注意到了植物体由什么物质构成的问题。荷兰人凡·海尔蒙（van Helmont, 1577-1644）是首先实验性地研究这个问题的学者。在实验的基础上，他做出了关于水是植物唯一的营养物质的错误结论。于是，后来才肯定了土壤和空气是植物营养的重要来源。

18世纪，天才的俄国学者洛蒙诺索夫（М.В. Ломоносов, 1711—1765）提出了关于植物借助于叶片，依靠周围大气来建造自己的躯体的概念。洛蒙诺索夫首先作出关于空气营养的结论，而这大约发生在普里斯特利（Д. Пристли）、谢涅比耶（Ж. Сенебье）和索特尔（Н. Соссюр）揭示自然界的光合作用前20年。

尽管已经揭示植物能够同化空气中的 $\text{CO}_2$ ，可是还出现许多所谓植物营养的腐植质理论的追随者。德国学者捷尔（А. Теер）就是其代表。他忽视植物的空气营养，而认为植物直接从土壤中吸收有机物质。

后来，德国化学家李比希（J. Von Liebig）在著名的《化学在农学和植物生理学的应用》一书中，尖锐地批评腐植质理论。他证实了必须向土壤归还每年被作物吸收的元素。但是，按照李比希的意见，仅仅需要向土壤归还植物的无机组成的部分；学者认为空气中含有足够数量的氨态氮，而且它同大气的沉淀物一起进入土壤中，因而不认为向土壤归还氮素具有的作用。李比希关于向土壤归还硅酸的必要性的断言是不正确的。

法国农业化学家和生理学家布森戈（J. B. Baussingault）首先在特别的培养器皿栽培植物。驳斥了李比希的错误概念。布森戈和德国学者赫尔里格尔（H. Hellrigel）确定了豆科植物能够固定大气中的分子氮，俄国植物学家沃罗宁（М. С. Воронин, 1866）证明了豆科植物根部由薄壁组织形成根瘤，在根瘤细胞中有根瘤菌。

俄国的微生物学家维诺格拉德斯基（С. Н. Виноградский）揭示了在自然界起重要作用的化能合成过程和化能合成细菌的存在。

著名的学者、农业化学家、植物生理学和植物化学家、苏联农业化学学校的创始人、季米里亚捷夫的学生普里亚尼施尼科夫（Д. Н. Прянишников, 1865—1948）从各方面研究了植物的氮代谢和其它重要的无机营养过程。

普里亚尼施尼科夫和他的学校确定了合理施肥是调节植物生理过程和形成产量的重要因素，而在比较低的消耗条件下，平衡肥料的应用是高效率的。

萨比宁（Д. А. Сабинин）、马茨科夫（Ф. Ф. Матков）、佩韦（Я. В. Пейве）等的研究，获得了关于无机营养学说的继续发展。

19世纪中叶，开始研究作为能量过程的光合作用。季米里亚捷夫的研究，证实了能量守恒定律与植物生理学完全有关系。特别是与光合作用这样重要的生命活动过程更有密切关系。苏联学者帕拉金（В. И. Палладин）、柳比门科（В. М. Любименко）、沃恰尔（Е.

Ф. Ветчял)、蒙特韦尔德(Н. А. Монтеверде)、盖杜科夫(Н. М. Гайдук)、克拉斯诺夫斯基(А. А. Красновский)、捷烈宁(А. Н. Теренин)、尼奇波罗维奇(А. А. Ничипорович)、戈德涅夫(Т. Н. Годнев)等的著作发展了季米里亚捷夫的思想。

呼吸作用是所有生物有机体固有的重要功能之一。18世纪末叶,进行了植物呼吸作用研究的第一个实验,这与空气的气体成分的查明和氧气及其燃烧特性的发现有密切联系。

法国化学家拉瓦济耶(А. Лавуазье)持有关于呼吸和燃烧过程的性质相同的错误意见。俄国的学者巴赫(А. Н. Бах)、帕拉金、科斯特契夫(С. П. Костычев)、德国的学者瓦尔布利格和美国学者开林等的研究,在揭示呼吸的化学机制方面起着重要作用。

达尔文的学说对于植物生理学的发展起着较大的影响,根据达尔文的学说,有机体形态发展的历史与功能和外界条件紧密联系。

卓越的自然改造者И. В. 米丘林证实了所有生物学的特性和有机体的特征是受外界环境的直接影响。

植物生理生态学的创始人马克西莫夫(Н. А. Максимов, 1880—1952)对我国生理学的发展做出卓越的贡献。马克西莫夫和他的学生杜曼诺夫(И. И. Туманов)、斯卡兹金(Ф. Д. Сказкин)、拉祖莫夫(В. И. Разумов)、莫施科夫(Б. С. Мошков)、贾帕里泽(Л. И. Джапаридзе)、阿列克山德罗夫(В. Г. Александров)、克勒施宁(А. Ф. Клешнин)、列曼(В. М. Леман)、克拉索夫斯卡娅(И. В. Красовская)、等在植物抗冬性和抗旱性生理、生长发育生理和光栽培生理方面的研究是非常有名的。

现在,光栽培(在人工光照下栽培植物)已经在温室农业、育种和科研机关、宇宙生物学的研究等方面得到广泛的应用。

生长物质的生理学理论研究的基础和合成的生长刺激物质在作物栽培学方面的实际应用是同马克西莫夫的思想体系有联系。

植物激素学说的创始人霍洛德涅(Н. Г. Холодный)和植物发育的激素理论的创始人柴拉轩(М. Х. чайлахян)对植物生理学的发展做出了较大的贡献。

在近20年来,库尔萨诺夫(А. Л. Курсанов)关于植物有机体整体的热力学、代谢系统、植物生理过程的相关性、植物生理生化机制的研究有成效地进展,无论在理论方面或者在实践方面都是重要的。

我们国家植物生理学发展的特点是既包括科学普及问题,又深入研究问题的本质。

俄罗斯植物生理学发展初期的特点,是认为只有综合性大学才具有普通教育,增加知识的作用。季米里亚捷夫强烈呼吁植物生理学在农学方面应该占有重要地位,像人体生理学和动物生理学与医学的关系一样的地位,虽然学者较权威并富有声望,但是很久都没有得到响应。

目前植物生理学发展的特征是紧密同实践相结合。植物生理学是现代农学的理论基础,这是科学的农业,它也是实际种植方法的根据。

1934年在苏联科学院系统的植物生物化学和植物生理学实验室的基础上创立植物生理学研究所以,1936年这个研究所被授予季米里亚捷夫植物生理学研究所以的称号。现在对于苏联植物生理学的发展起了重要作用的季米里亚捷夫植物生理学研究所以是苏联领先和主要的科学

## 研究机构。

著名的植物生理学家库尔萨诺夫(А. Л. Курсанов)、尼奇波罗维奇(А. А. Ницпоревич)、柴拉轩、金杰里(П. А. Генкель)、拉基京(Ю. Ф. Ракитин)、布坚科(Р. Г. Бутенко)、杜曼诺夫(И. И. Туманов)等都在苏联科学院季米里亚捷夫植物生理学研究所进行研究。

近20年来, 不仅已经开始注意到生理功能方面, 而且注意到影响生理功能的环境条件。由于植物生理学的《生物化学化》全部深入到物质代谢机制的各个方面。在植物生理学领域已获得了自身的发展和植物生物化学的创立。

应该指出植物生理学这个领域较有成就的是光合作用、根系营养和根外营养、抗冻性和抗旱性生理; 活性物质、生长促进剂、除莠剂的生理作用; 光、温度的影响, 核酸代谢的作用及其意义; 病害植物生理学。因此, 在我们国家能够创立植物生理学和生物化学的科学研究机构。

## 三、植物生理学的方法

实验是认识生理过程和现象的主要方法, 因此植物生理学是实验性的科学。

为了研究植物生理功能的物理化学性质和过程, 广泛地应用这些方法: 实验分析、营养液培养和砂基栽培、示踪原子、电子显微镜、电泳、色层分析、紫外光谱、荧光显微镜、分光光度计等。

除此外, 还应用人工气候室和人工气候箱, 在人工气候室栽培植物, 并在一定的空气成分、所需的温度和光照条件下进行试验。

植物生理学家应用这些方法, 在分子、亚细胞、细胞、有机体整体水平上研究植物生命活动规律。

现在, 在生物学研究方面, 广泛地应用具有0.15—0.5微毫米分辨能力的透射电子显微镜, 在电子显微镜下借助于通过材料的电子光束来进行观察材料。同光学显微镜相比较, 电子显微镜大大的提高分辨能力, 这取决于较短的电子波长(比紫外光波长短五个数量级)。

此外, 扫描电子显微镜也应用到生物学的研究。根据电视机成像原理, 创造扫描电子显微镜的图像。扫描电子显微镜的分辨能力为20—40微毫米, 用于研究花粉表面、细胞表面层、细胞形态等的结构。

电子显微镜应用到生物学的研究, 对于生物科学的发展, 特别是对于植物生理学的发展, 具有很大的意义。

植物细胞器(叶绿体、线粒体、核糖体、膜的结构)超微结构的研究, 使能够揭示光合作用来和呼吸作用过程的本质, 光合作用和呼吸作用决定地球本身生命的可能性。

细胞膜结构的研究, 揭示的细胞质膜的结构, 有助于阐明细胞物质和能量代谢过程, 促进植物细胞器结构与功能的研究。

应用电子显微镜研究RNA和DNA的结构, 以及它们在细胞结构组分中的定位具有很重要的意义。这些研究结果作为揭示核的基因作用和遗传问题的基础。

最近15—20年来, 为了研究植物光合作用, 根系营养、水分状况、有机物质的合成, 物质代谢, 在植物生理学领域广泛地应用放射性和稳定的同位素, 为此利用示踪原子的方法。其

Ф. Ветчин)、蒙特韦尔德(Н. А. Монтеверде)、盖杜科夫(Н. М. Гайдук)、克拉斯诺夫斯基(А. А. Красновский)、捷烈宁(А. Н. Терехин)、尼奇波罗维奇(А. А. Ничипорович)、戈德涅夫(Т. Н. Годнев)等的著作发展了季米里亚捷夫的思想。

呼吸作用是所有生物有机体固有的重要功能之一。18世纪末叶,进行了植物呼吸作用研究的第一个实验,这与空气的气体成分的查明和氧气及其燃烧特性的发现有密切联系。

法国化学家拉瓦济耶(А. Лавуазье)持有关于呼吸和燃烧过程的性质相同的错误意见。俄国的学者巴赫(А. Н. Бах)、帕拉金、科斯特契夫(С. П. Костычев)、德国的学者瓦尔布尔格和美国学者开林等的研究,在揭示呼吸的化学机制方面起着重要作用。

达尔文的学说对于植物生理学的发展起着较大的影响,根据达尔文的学说,有机体形态发展的历史与功能和外界条件紧密联系。

卓越的自然改造者И. В. 米丘林证实了所有生物学的特性和有机体的特征是受外界环境的直接影响。

植物生理生态学的创始人马克西莫夫(Н. А. Максимов, 1880—1952)对我国生理学的发展做出卓越的贡献。马克西莫夫和他的学生杜曼诺夫(И. И. Туманов)、斯卡兹金(Ф. Д. Сказкин)、拉祖莫夫(В. И. Разумов)、莫施科夫(Ъ. С. Мошков)、贾帕里泽(Л. И. Джапаридзе)、阿列克山德罗夫(В. Г. Александров)、克勒施宁(А. Ф. Клешнин)、列曼(В. М. Леман)、克拉索夫斯卡娅(И. В. Красовская)、等在植物抗冬性和抗旱性生理、生长发育生理和光栽培生理方面的研究是非常有名的。

现在,光栽培(在人工光照下栽培植物)已经在温室农业、育种和科研机关、宇宙生物学的研究等方面得到广泛的应用。

生长物质的生理学理论研究的基础和合成的生长刺激物质在作物栽培学方面的实际应用是同马克西莫夫的思想体系有联系。

植物激素学说的创始人霍洛德涅(Н. Г. Холодный)和植物发育的激素理论的创始人柴拉轩(М. Х. чайлахян)对植物生理学的发展做出了较大的贡献。

在近20年来,库尔萨诺夫(А. Л. Курсанов)关于植物有机体整体的热力学、代谢系统、植物生理过程的相关性、植物生理生化机制的研究有成效地进展,无论在理论方面或者在实践方面都是重要的。

我们国家植物生理学发展的特点是既包括科学普及问题,又深入研究问题的本质。

俄罗斯植物生理学发展初期的特点,是认为只有综合性大学才具有普通教育,增加知识的作用。季米里亚捷夫强烈呼吁植物生理学在农学方面应该占有重要地位,像人体生理学和动物生理学与医学的关系一样的地位,虽然学者较权威并富有声望,但是很久都没有得到响应。

目前植物生理学发展的特征是紧密同实践相结合。植物生理学是现代农学的理论基础,这是科学的农业,它也是实际种植方法的根据。

1934年在苏联科学院系统的植物生物化学和植物生理学实验室的基础上创立植物生理学研究所,1936年这个研究所被授予季米里亚捷夫植物生理学研究所的称号。现在对于苏联植物生理学的发展起了重要作用的季米里亚捷夫植物生理学研究所是苏联领先和主要的科学

# 第一章 植物细胞生理学和生物化学

## 第一节 活的有机体的生命本质和特殊的性质

生命与物理和化学相比较，生命是一种物质运动的特殊的最高级形式。它是在物质发展的一定历史阶段产生的，而且是我们这个行星上较大量的个体系统。

《按照恩格斯的定义，生命是蛋白体存在的形式，而这种存在的形式是按照本身的特性经常自我更新的蛋白体的化学组成部分》，因此，恩格斯阐明了《蛋白体》是生命的物质基质，而物质代谢是生命存在的重要因素。

蛋白体的概念近似于现代关于由蛋白质、核酸、脂类、复杂的碳水化合物、以及其它有机物质组成的原生质的概念。它与从活的有机体分离和独立出来的化学的个别蛋白质不相同。那里有生命，那里就可找到蛋白质。它们是细胞原生质、生物催化剂（酶）、贮藏物质的结构基础，在所有生命过程和完成本身各种各样的生理功能方面起着决定性的作用。原生质是多分子系统，固有生命特征的运动形式，物质的生物代谢是有机体生命过程的本质，是细胞许多生物化学和生物物理反应的综合作用，细胞彼此之间相互联系形成统一整体。

物质代谢是由同化作用和异化作用，也就是合成和分解组成的。通过上述的物质代谢实现和保持有机体同周围环境的相互作用。

遗传性是每种有机体固有的特性，在外界条件的直接影响下历史性形成的遗传性，它保证一定序列的物质代谢，不同植物的遗传性不一样。除此外，选择性也是有机体固有的特性。选择性是生物特有的特性，而这种特性与非生物具有本质的区别。选择性取决于植物有机体生长和发育过程所必需的一定条件。

## 第二节 细胞是生命的体现者，它的成分、亚显微结构和物理化学特性

### 一、细胞是生命的体现者

关于有机体的细胞结构学说是十九世纪的最大成就之一。

恩格斯认为细胞学说的创立，并不比能量转化定律和进化学说的创立对人类知识的贡献小。细胞学说使所有生命物质的结构和发展有明确的概念和统一的论证方法。

各种各样有机体的躯体都是由单元细胞组成的。戈里亚尼诺夫（П. Ф. Горянинов, 1796—1865）关于细胞的概念包括一定的生物内含物。他从原始细胞结构的概念发展了关于细胞的系统发育的概念，这接近于现代的概念。

德国学者植物学家施莱登（М. Шлейден, 1938）和动物学家施万（Т. Шван, 1939）