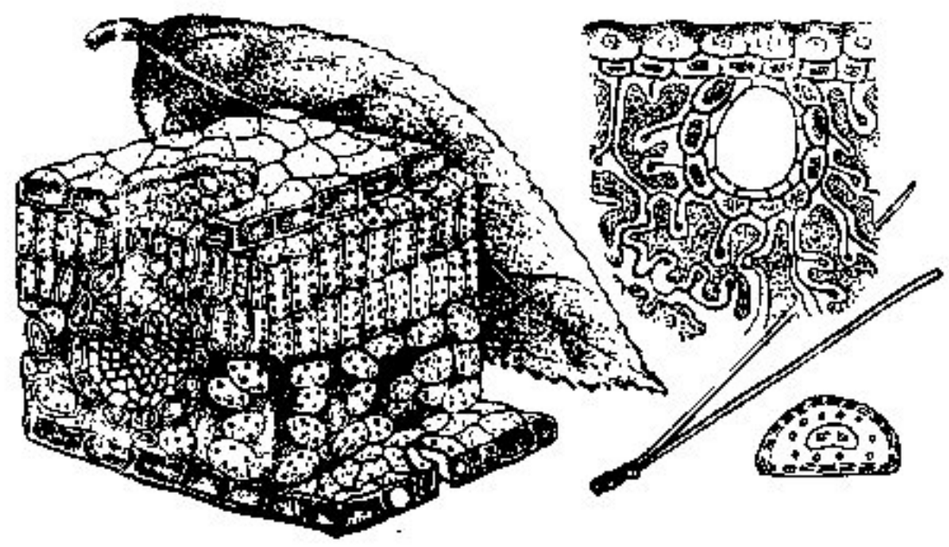
植物生理学

辽宁省林业学校　主编



China　需要全本请访问 www.ertongbook.com

主　编　李朝茂
编写人　章菁华　殷惟芬
审稿人　汪安琳　项蔚华　林良民　徐立慧　蔡朝伟　王育民
　　曾代碧　吴天福　陈　伟

全国中等林业学校教材
植物生理学
辽宁省林业学校主编

中国林业出版社出版（北京朝内大街130号）
新华书店北京发行所发行　　农业出版社印刷厂印刷

787×1092 毫米 16开本　14 印张　285 千字
1985 年 5 月第 1 版　1985 年 5 月北京第 1 次印刷
印数　1—19,600 册
统一书号　13046·1009　　定价 2.20 元

China

前　言

本书是根据林业部教育司1982年1月颁发的《中等林业学校林业专业四年制教学计划》和《植物生理学教学大纲》编写的。全书除绪论外共有10章，即：植物细胞及其催化系统、呼吸作用、光合作用、水分代谢、矿质营养、有机物的代谢和运输、植物激素和生长调节剂、营养生长、生殖生理和逆境生理，介绍植物生理学的基本理论和基本知识，供林业、园林绿化、森林保护等专业使用，也可作为林业职工的自学参考书。

本书的绪论和第二、三、七、八、九、十章是由辽宁省林业学校李朝茂编写；第一、六两章由山东省林业学校章菁华编写；第四、五两章由浙江省林业学校殷惟芬编写。初稿写成后，印送全国中等林业学校及有关高等院校，广泛征求意见。1982年12月由林业部教育司聘请南京林学院汪安琳、北京林学院项蔚华、福建林学院林良民、南京林业学校徐立慧、四川省林业学校蔡朝伟、贵州省林业学校王育民、湖南省林业学校曾代碧、黄山林业学校吴天福、福建省林业学校陈伟等同志对初稿进行审查，提出许多宝贵意见，特此致谢。在制订本书的编写大纲和计划时，并曾得到山东农学院程炳嵩副教授的指导，在此一并致谢。全书由李朝茂统一整理定稿。插图由辽宁省林业学校李汝芬绘制。

为了加强理论联系实际，在编写中，我们注意专业需要，对本书内容尽量联系木本植物，但是，这方面的内容还是有限。因为木本植物作为植物生理学的研究对象是比较困难的，有许多的必然王国正等待探索。因此，本书取材还不能排斥那些草本植物的内容，甚至低等植物的内容。

在编写中，我们注意基本概念，重视基础理论。在内容中力图能反映现代植物生理学的研究进展，并注意少面精的原则。但由于我们的学识水平有限，时间紧迫，教学经验不足，书中的错误和不妥之处，在所难免，希望读者批评、指正。

编　者

1982年5月

China

目　录

前　言

绪　论 …… 1

一、植物生理学及其基本内容 …… 1

二、植物生理学的发展 …… 2

三、植物生理学在植物栽培实践中的作用 …… 3

四、植物生理学的学习方法 …… 4

第一章　植物细胞及其催化系统 …… 5

第一节　植物细胞的结构及其功能 …… 5

一、细胞壁 …… 5

二、原生质体 …… 6

三、液泡 …… 9

第二节　原生质的特性 …… 10

一、原生质的化学成分 …… 10

二、原生质的胶体性质 …… 17

第三节　生物膜 …… 18

一、生物膜的结构 …… 18

二、生物膜的功能 …… 19

第四节　植物细胞的催化系统——酶 …… 19

一、酶的概念 …… 19

二、酶的作用特点 …… 20

三、酶的组成和分类 …… 20

四、影响酶促反应的因素 …… 24

五、酶在细胞内的分布与活动特点 …… 26

第二章　呼吸作用 …… 27

第一节　呼吸作用的概念和指标 …… 27

一、呼吸作用的概念 …… 27

二、呼吸指标 …… 27

三、呼吸作用的生理意义 …… 29

第二节　植物的有氧呼吸 …… 30

一、糖酵解—三羧酸循环途径 …… 30

二、磷酸戊糖途径（磷酸已糖支路） …… 36

第三节　植物的无氧呼吸 …… 37

第四节　影响呼吸作用的外界因素 …… 39

一、温度 …… 39

二、水分 …… 40

三、氧和二氧化碳的浓度……10
第五节　呼吸作用知识的应用……41
一、呼吸作用与种子果实的贮藏……41
二、呼吸作用与植物栽培……41
三、呼吸作用与植物育种……42
第三章　光合作用……43
第一节　光合作用的重要意义及其测定原理……43
一、光合作用的重要意义……43
二、光合强度及其测定原理……44
第二节　叶绿体的色素……46
一、叶绿体色素的种类及其化学性质……46
二、叶绿体色素的光学性质……48
三、叶绿素的形成……50
第三节　光合作用的过程……50
一、光能的吸收、传递和转换……51
二、电子传递和光合磷酸化……52
三、碳同化……54
四、光合产物……57
第四节　光呼吸……58
一、光呼吸的概念……58
二、光呼吸的过程——乙醇酸的氧化途径……58
三、C_3植物与C_4植物的生理区别……60
四、光呼吸的抑制问题……60
第五节　影响光合作用的因素……61
一、影响光合作用的内部因素……61
二、影响光合作用的外界因素……62
三、光合作用的日变化……66
第六节　植物对光能的利用……67
一、光合作用与植物产量的关系……67
二、植物的光能利用率……67
三、植物群落（或群体）的光能利用率……68
四、提高光能利用率的途径……69
第四章　水分代谢……72
第一节　水在植物生命活动中的重要性……72
一、植物的含水量……72
二、水分的生理作用……72
第二节　细胞对水分的吸收……73
一、吸胀作用……73
二、渗透作用……73
第三节　根系对水分的吸收……77
一、根系是植物吸水的主要器官……77
二、根系吸水的动力……77

China 需要全本请访问 www.ertongbook.com

三、环境条件对根系吸水的影响……79
第四节　植物体内水分的运输……81
一、水分运输的途径与方式……81
二、水分运输的动力……81
三、水分运输的速度……82
第五节　植物的蒸腾作用……82
一、蒸腾作用的概念和部位……82
二、蒸腾作用的生理意义……83
三、蒸腾作用的调节……83
四、蒸腾作用指标……86
五、影响蒸腾作用的外界条件……86
六、自然条件下蒸腾的昼夜变化和季节变化……87
第六节　合理灌溉的生理基础……88
一、植物的需水规律……89
二、植物对水分要求的临界期……89
三、合理灌溉的生理指标……89
四、灌溉过程中必须注意的问题……90
第五章　矿质营养……92
第一节　植物的必需元素及其生理作用……92
一、植物体内的元素……92
二、植物必需的矿质元素及其生理作用……93
三、植物缺乏必需元素所表现的症状……97
第二节　植物的氮素营养……98
一、植物体内氮素的来源……98
二、植物对铵态氮和硝态氮的利用……98
三、植物体内硝态氮的还原……99
四、生物固氮——游离氮素的同化作用……99
第三节　植物对矿质的吸收和利用……101
一、根吸收矿质的部位……101
二、根吸收矿质的原理……102
三、矿质元素在植物体内的运输和利用……104
四、根对离子的选择吸收……105
五、叶对矿质的吸收……105
第四节　影响根对矿质吸收的条件……106
一、内部条件……106
二、外界条件……106
第五节　合理施肥的生理基础……107
一、施肥增产的原因……107
二、植物的需肥规律……108
三、合理施肥的指标……109
第六章　植物体内有机物的代谢及运输……111
第一节　有机物的代谢……111

一、碳水化合物的代谢…… 111
二、脂肪的代谢…… 113
三、核酸的代谢…… 116
四、蛋白质的代谢…… 118
五、次生物质的代谢…… 120
六、主要有机物的相互转化…… 122
第二节　植物体内有机物的运输和分配…… 123
一、有机物运输的途径、方向、形式和速度…… 123
二、有机物运输的机理…… 124
三、有机物运输分配的规律…… 126
四、影响有机物运输的因素…… 127
第三节　有机物运输规律在生产实践上的应用…… 128
一、环割…… 128
二、摘心…… 128
三、修枝…… 128
四、合理施肥和灌溉…… 128
第七章　植物激素和生长调节剂…… 130
第一节 生长素…… 130
一、生长素的发现…… 130
二、生长素在植物体内的分布…… 131
三、生长素的运输…… 131
四、生长素的生理作用…… 132
五、类似生长素药剂的应用…… 133
第二节　赤霉素…… 134
一、赤霉素的发现和分布…… 134
二、赤霉素的生理作用…… 134
三、赤霉素的应用…… 135
第三节　细胞分裂素…… 135
一、细胞分裂素的分布…… 136
二、细胞分裂素的生理作用和应用…… 136
第四节　脱落酸…… 137
一、脱落酸的发现…… 137
二、脱落酸的生理作用…… 138
第五节　乙烯…… 139
一、乙烯的形成与分布…… 139
二、乙烯的功能和应用…… 139
第六节　生长抑制剂…… 140
一、天然的生长抑制剂…… 140
二、人工合成的生长抑制剂…… 141
第七节　除草剂…… 143
一、除草剂的杀草作用…… 144
二、除草剂的分类…… 145

China

第八章　营养生长 …… 148
第一节　种子萌发 …… 148
一、种子萌发的过程 …… 148
二、影响种子萌发的外界条件 …… 149
第二节　植物细胞的生长和分化 …… 151
一、细胞生长的过程 …… 152
二、分化生长和形态建成 …… 153
三、细胞的全能性 …… 155
四、组织培养 …… 156
第三节　植物生长的周期性 …… 158
一、生长大周期 …… 158
二、季节周期 …… 159
三、昼夜周期 …… 160
四、生理钟 …… 161
第四节　外界条件对植物生长的影响 …… 162
一、光 …… 162
二、温度 …… 163
三、水分 …… 165
第五节　植物生长的相关性 …… 165
一、地下部分（根）与地上部分（茎、叶）的相关性 …… 166
二、顶芽与侧芽、主根与侧根的相关性——顶端优势 …… 167
三、营养生长与生殖生长的相关性 …… 168
第六节　植物的运动 …… 168
一、向性运动 …… 169
二、感性运动 …… 170
第七节　植物的休眠 …… 171
一、休眠的概念 …… 171
二、种子的休眠 …… 172
三、芽的休眠 …… 173
第九章　生殖生理 …… 175
第一节　营养生长转向生殖生长的条件 …… 175
一、花前成熟 …… 175
二、春化作用 …… 176
三、光周期现象 …… 178
四、营养条件 …… 183
五、关于木本植物的成花问题 …… 183
第二节　花器的形成和性别表现 …… 184
一、花器的形成 …… 184
二、性别表现 …… 185
第三节　授粉和受精 …… 186
一、花粉的生理特点 …… 186
二、柱头的生理特点 …… 187

China

三、受精过程 …… 188
四、座果 …… 189
第四节 果实和种子的成熟 …… 190
一、种子成熟时的生理变化 …… 190
二、肉质果实的生长及生理变化 …… 191
第五节 器官脱落 …… 193
一、器官脱落与离层的形成 …… 193
二、影响器官脱落的内在因素 …… 193
三、果树的落花落果 …… 194
第十章 植物的逆境生理 …… 196
第一节 植物的抗旱性和抗涝性 …… 196
一、植物的抗旱性 …… 196
二、植物的抗涝性 …… 199
第二节 植物的抗寒性和抗冻性 …… 200
一、寒害与抗寒性 …… 201
二、冻害与抗冻性 …… 201
第三节 植物的抗盐性 …… 204
一、盐害 …… 204
二、植物的抗盐性 …… 205
三、提高植物抗盐性的途径 …… 205
第四节 大气污染对植物的危害 …… 206
一、大气污染物及其进入植物体的途径 …… 206
二、主要污染物对植物的危害 …… 207
三、植物对大气污染的抗性 …… 209
四、抗性植物的选择 …… 209
第五节 植物的抗病性 …… 210
一、植物抗病性的生理基础 …… 210
二、植物染病后的生理变化 …… 212
三、环境因子对植物抗病性的影响 …… 213

绪　论

一、植物生理学及其基本内容

植物生理学是研究植物生命活动规律的科学。所研究的范围是植物体内的各种生理过程；这些生理过程的机理及其与环境条件的关系；这些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。这些内容概括起来可以分为三个方面：代谢生理、生长发育生理和生态生理。

我们知道植物的种子播种到地里，在适宜的环境条件下，经过一系列的生理变化，就能萌发、生长，形成具有根、茎、叶等营养器官的植株。这是营养生长。在营养生长的基础上，又经过一系列的生理变化，就能开花结实，进行生殖生长，最后衰老死亡，完成整个生活周期。

所谓代谢生理就是指植物在整个生活周期中，根部要从土壤中吸收水分和矿质，叶子要从空气中吸收二氧化碳，利用太阳辐射能在体内制造有机物质，同时，被同化的这些有机物质还必须在体内进行分解，释放出能量来，以维持其生命活动的正常进行。所以，植物的代谢生理就是物质转化和能量转化的过程。其中包括呼吸作用、光合作用、矿质营养和水分代谢等几个方面的内容。在我们叙述这几方面的知识之前，还要概略地介绍些细胞的有关知识，因为上述代谢过程都是在细胞中进行的。一个植物细胞具有精巧的细微结构，而各种代谢过程就是由这些精巧的细微结构分工承担的。在代谢生理的讨论结束之后，还安排了一章有机物质的代谢和运输分配，以说明各个代谢作用之间是相互联系的，细胞、组织、器官之间是互通有无的，从而表明一个植物体内的生理功能既有分工又有联系，是一个高度协调的统一过程。

植物通过上述的各种代谢过程的结果，最后的综合表现就是植物的生长发育，使植物的细胞、组织、器官经过生长分化，逐渐成长壮大，并在一定的阶段开始开花，形成果实和种子。所以，植物的生长发育过程实际就是植物的形态建成过程。它包括营养生长和生殖生长，但我们在讨论植物的生长发育之前，还安排了植物激素和生长调节物质的内容，因为植物的生长发育过程是受植物激素调节的。

但是植物的每一个生理过程，都受外界环境条件的影响，如，光照、温度、水分、矿质等等。所以，在讨论每一个生理过程中，都要涉及这些外界环境条件对该过程的影响。不仅如此，而且在植物生活中往往还会遇到各种逆境，如干旱、水涝、低温、病害，以及大气污染等。不同植物具有不同的形态结构和生理代谢类型，因面对这些逆境具有不同的适应性和抵抗能力。植物生理学研究这类问题就是所谓逆境生理，被安排在

本书的最后一章。

二、植物生理学的发展

植物生理学的发展是随着生产力的发展和基础学科的发展而发展的。我国古代劳动人民在农业生产中总结出许多植物生理方面的经验。例如，豆类植物与禾谷类植物的轮作法、粪种法（用粪水浸泡种子），以及七九闷麦法（即春化法）等。这些方法都是符合现代植物生理学的原理的。

但是对植物的生理进行科学研究和探讨却是在十六到十七世纪的土壤营养试验基础上开始的。由于当时农业生产的发展，要求解释植物生理现象的问题很多，如植物体中的物质是从哪里来的；植物是怎样进行营养的。十七世纪荷兰植物学家凡·海尔蒙特(Van Helmont)第一个试图用实验的方法解决植物从什么地方获得本身所必需的物质。他在盛有一定重量的土壤的桶里，栽种一株柳树，5年后，发现柳树的重量增加了76.6公斤多，而土壤的损失不到100克。于是凡·海尔蒙特认为柳树所增加的重量是从水中得来的，认为构成植物躯体的所有物质都是水。这个结论当然是错误的。十八世纪海尔斯（Hales）将植物体干馏，观察到有气体放出，因而推测植物体内的大部分物质是从大气中以气体状态吸收的。以后经过许多人的试验研究，才正确地指出植物的营养一部分来自土壤和水中，一部分则是从空气中获得的。这样就建立了土壤营养和空气营养的概念，并逐渐认识了叶片在植物营养方面的作用。

在此后的许多岁月中，资本主义经济对农业提出更高的要求。同时，物理学和化学飞跃的发展，使植物生理学的研究方法有较大的改进。因此，从十八世纪到十九世纪植物生理学逐渐形成一门独立的科学。在总结过去的生产经验和试验研究的基础上，于1940年出版了德国李比希（Liebig）所著的《化学在农学和生理学上的应用》一书。该书作者根据对植物灰分的分析，指出植物体内的碳素是从大气中获得的，而所有矿物质都是从土壤中获得的。因而提出施矿质肥料以补充土壤营养的消耗，成为利用化学肥料的创始人。和李比希同时代的法国布森格（Boussingault）对植物的氮素营养进行较细致的研究工作，用实验方法证明植物不能利用空气中的氮素。

1845年，罗伯特·迈尔（Robert meyer）把能量守恒定律用于植物生理学，确定光合作用也服从于这一定律。光合作用形成的有机物中所积累的能量就是日光能。光合作用的基本特点，就是把光能转变为化学能。能量转化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。

萨克斯（Sachs）的著作《植物生理学讲义》和费弗尔（Pfeffer）的著作《植物生理学》，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经达到成熟阶段，成为一门独立的学科。

从二十世纪到现在，是植物生理学迅速发展阶段。由于物理学和化学的发展，以及

China 需要全本请访问 www.ertongbook.com

先进技术的应用，特别是吸取了生物化学和生物物理学中所积累的知识，从而深入开展了对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研究，已取得了十分惊人的成果。目前，广泛应用同位素示踪；各种分离分析技术；电子显微技术；人工气候室对植物生理中的各种问题的研究都在向分子水平发展。我国从解放以后，也培养出一大批专门从事植物生理研究的工作人员，在光合作用、呼吸作用、植物激素、物质运输、组织培养等方面都作出了不少的贡献。

从上述植物生理学的发展可以看出，植物生理学的发展，决定于生产和其它学科的发展，而植物生理学的发展又促进了农、林业等生产的前进。例如：利用溶液培养法了解植物的必需元素后，就奠定了施用化学肥料的理论基础，使作物产量成倍地增加；对植物激素的深入研究，导致生长调节物质的大量人工合成，应用于生产，在防止器官脱落、调节生长、促进插条生根、化学除草等方面，都取得了显著成果；通过植物的组织培养研究，可以从一个体细胞培养出完整植株。这是整个生物学领域中的一个重大突破。为植物育种提供了新的方法。利用组织培养法快速繁殖山楂，一年内由一粒种子可繁殖千万株小苗。现在各国科学家正在从事光合作用机理的深入研究。这个问题如果彻底解决，不仅将为人工模拟这一过程提供理论依据，而且将为太阳能的利用提供新的途径。在解决粮食问题和能源问题方面，都将发生巨大作用。

三、植物生理学在植物栽培实践中的作用

植物生理学是遗传育种和植物栽培的基础理论。它与林木育种学、造林学、森林学等课程息息相关。它的理论和实验方法都将帮助从事林业和其它经济树种栽培的技术人员提供分析问题和解决问题的能力。

几乎所有的植物栽培措施都需要通过影响植物的各种生理活动，才能得到提高产量和质量的效果。如果对这些措施的生理基础没有深刻的理解，就很难根据具体情况灵活运用，至于要从事某项科学研究，以期有所创新和发现，那就更不容易了。譬如，苗圃中培育壮苗要进行灌溉、施肥，必须根据树种特性，讲究适时适量，因地制宜；不能过多过少，过迟过早，不择地宜地随便进行。又如林木种子的休眠和萌发都因树种而各有不同的特性，在贮藏和播种时，都必须根据不同的特性，掌握种子的生理规律，因势利导，采取适宜的贮藏方法和处理措施才能达到预期的目的。

为了在本世纪末把我国建设成为四个现代化的社会主义国家，林业上需要提高林业科研水平，而植物生理学是研究植物生命活动规律的科学，通过对树木生命活动规律的研究，将有助于提高森林覆被率和森林生长率，加速实现林业现代化。如在打破林木种子休眠；为人工林间伐抚育强度及混交林混交图式提供生理依据；控制树木的营养生长；为树木早期鉴定提出生理指标；用组织培养方法繁殖优树；为城市和工业区选择适宜的绿化树种等方面，都需要植物生理学的理论和实验方法去进行深入的研究，为生产措施找出可靠的科学依据。随着现代科学技术的突飞猛进，我们不能只满足于调查、描述等传

统方法的运用，必须同基础科学和其它先进科学紧密配合，从树木的生命活动的内在规律着手，探索林业生产中的许多必然王国。这样，植物生理学在林业建设中将要发挥的积极作用，就会越来越显著了。

四、植物生理学的学习方法

植物生理学的内容丰富，理论性和实践性都很强。在学习过程中，在理解植物生理学的一般知识的基础上，要求根据专业需要，理论联系实际，课堂讲授与实验实习并重。因此，必须贯彻辩证唯物的观点和实践观点，掌握本学科的精神实质，这样才能学以致用。

植物的生命活动是一种高级的物质运动的形式表现，它与外界环境有着非常紧密的联系，因此在学习和运用植物生理学知识的过程中，必须坚持辩证唯物主义的观点。首先，必须理解植物的生命活动本身就是一种矛盾运动。例如，吸水与失水、光合与呼吸、生长与休眠等都是矛盾的现象。植物就是在各种错综复杂的矛盾中生长发育的。其次，必须理解内因和外因的相互关系。植物的生命活动是受植物本身的特性和外界环境共同影响的。不同植物在同一环境中的反应不一样，同一植物在不同环境中的反应也不相同。所以，任何一种生理过程都同时受到内因和外因的影响。外因是变化的条件，内因是变化的根据。在处理生产上出现的问题时，既要重视外因的影响，应用各种措施去调节植物的生命活动，同时更必须注意植物本身这个内因的特性，因势利导，才能得到积极的效果；还有一个方面，就是植物的生命活动是非常复杂的。就拿叶子发黄来说，原因就很多。光照不足、缺氮、低温、水分不足、病害、衰老等等，都会使叶色变黄。我们在处理这个问题时，一定要善于区别主要矛盾和次要矛盾，看清问题，抓住关键，问题就容易解决。同时，对待植物生活所必需的外界环境条件，如温度、水分、养分等，必须有量变和质变的观点。例如，植物需要水分，但只能在一定量范围内，对植物有利，如果水分过多或过少，就会使植物受到危害。

同时，植物生理学是一门实验科学，必须强调实验观察。一方面要到实际生产中去调查研究，取得感性知识；另一方面要在实验室中，在人工控制的条件下，借助实验仪器，以探索植物的生理变化的规律，测得生理数据。然后，根据调查和实验的结果，通过分析与综合的研究，最后得出结论，才能获得较完整的认识。

China

第一章　植物细胞及其催化系统

第一节　植物细胞的结构及其功能

细胞是植物进行生命活动的基本单位，极其复杂多样的代谢活动，都能同时在单个细胞内有节奏地协调进行，这说明细胞内部有复杂的机能结构。300 年前，虎克（Robert Hooke）发明光学显微镜，打开了观测细胞结构的大门。二十世纪 50 年代，由于应用电子显微镜、放射自显影、高速离心等新技术，对细胞的结构与功能之间的关系，有了进一步的了解。知道细胞内有条不紊的生理生化过程，是在细胞的精微结构内，按室分工和密切配合下完成的。

一个植物细胞具有细胞壁，原生质体和液泡三大部分，在植物学中已作了介绍，这里不再重述，下面仅着重谈谈在电镜下观察到的细胞超微结构及其生理功能（图1—1）。

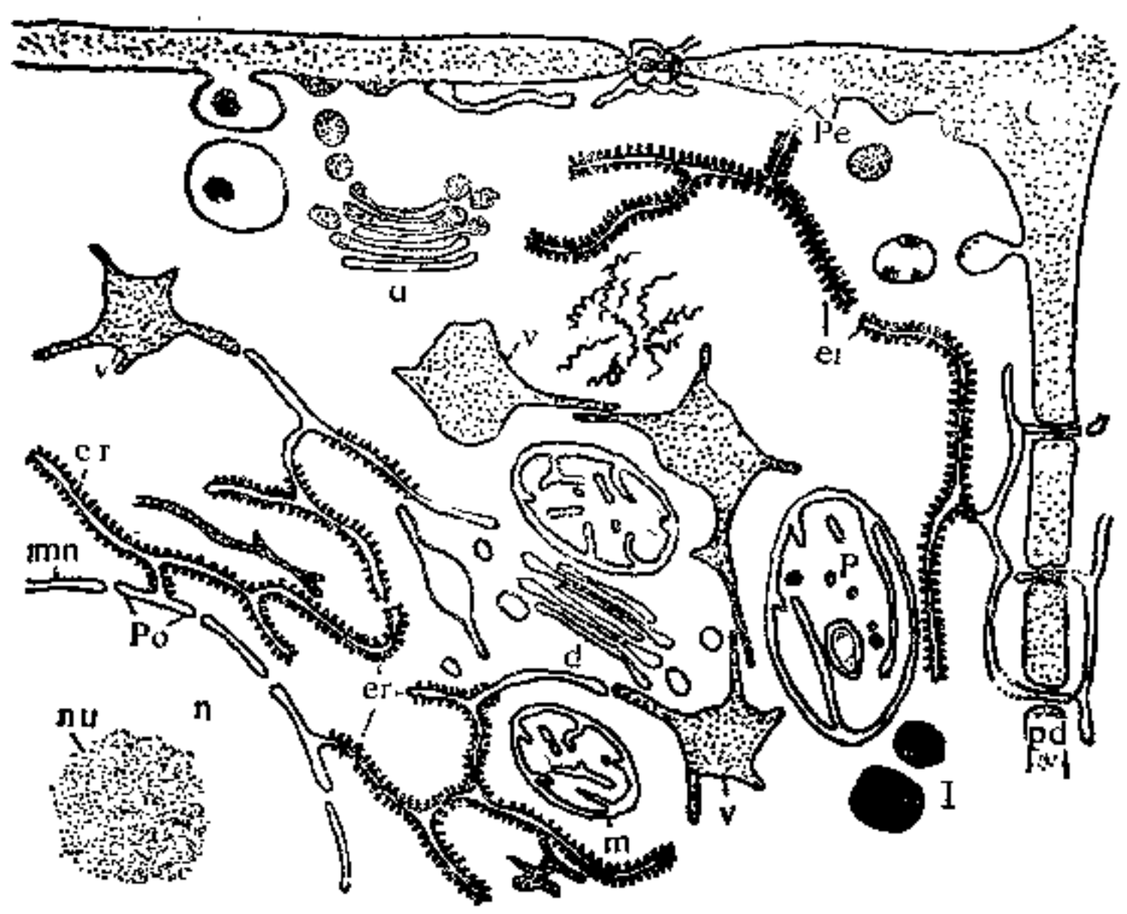


图 1—1　植物细胞超微结构示意

Cw.细胞壁与中层；Pd.胞间连丝；Pe.质膜；m.线粒体；er.内质网；d.高尔基体；v.液泡；I.油滴；n.细胞核；nm.核膜；Po.核膜孔；nu.核仁

一、细胞壁

具有细胞壁是植物细胞的显著特征之一。细胞壁是植物细胞的外壳，是支持植物体

China

的骨架。细胞壁是在细胞分裂过程中形成的，并随着细胞体积的增大而扩大。

细胞壁的组成和结构随着植物种类、细胞年龄和执行功能的不同而有很大差异。高等植物细胞壁的组成成分主要有纤维素、半纤维素、木质素和果胶质，其次还有角质、栓质、蜡质、蛋白质及色素等。

果胶质是构成胞间层的主要成分，而纤维素则是组成细胞初生壁和次生壁的“框架物质”。纤维素分子是一种多糖聚合物，组成它的基本单位是葡萄糖，是由β-葡萄糖之间通过1,4-苷键连接而成的长链。分子长度约为0.25—5微米。纤维素分子间常呈平行方向排列，横向以氢键相连接，有的整齐排列为晶状的分子团，叫做微团。近20个微团又组成一条直径为0.025—0.03微米的微纤丝，许多微纤丝又可聚合成较粗的大纤丝（图1—2）。在初生壁中微纤丝的排列无一定方向，而在次生壁上的排列则较为规则，微纤丝彼此平行绕细胞纵轴旋转，在相邻的二层次生壁中旋转方向常常相反。

除纤维素外，细胞壁中的其它成分，则多为框架间的填充物质，但细胞壁中的蛋白质，除作为结构成分外，还有催化性质。

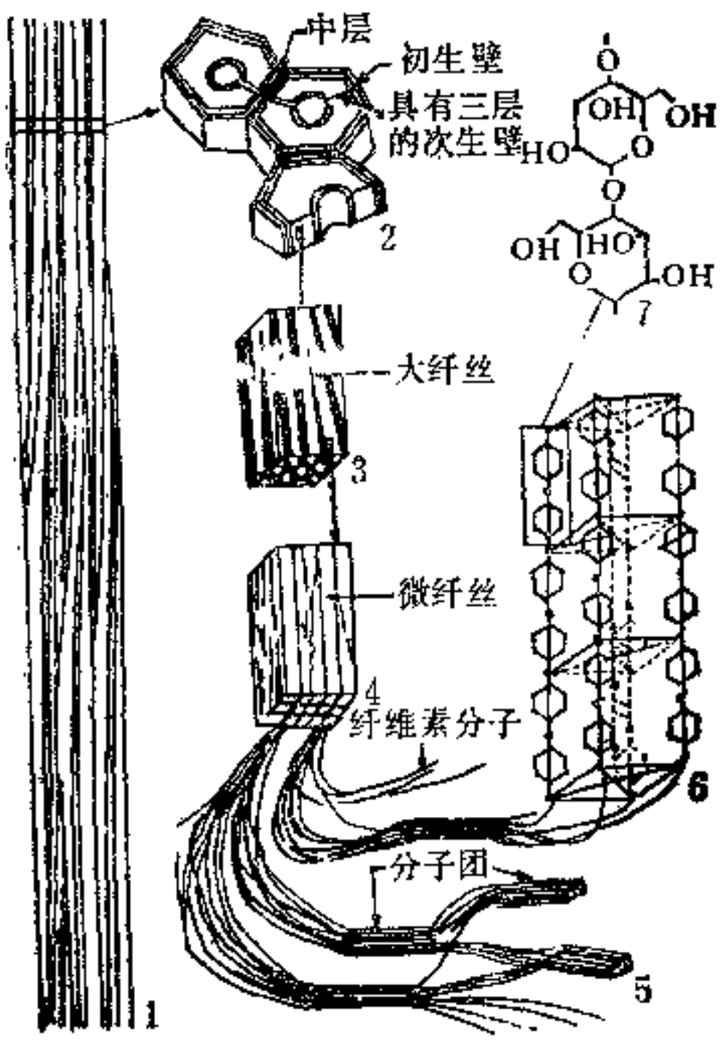


图1—2　细胞壁的细微结构

1.纤维细胞束；2.纤维细胞横切面；3.次生壁中间层的一小块，表示纤维素的大纤丝（白色）和纤维之间的空间（黑色），其中充满了非纤维素物质；4.大纤丝的一小部分，表示在电子显微镜下看到的微纤丝（白色），微纤丝之间的空间（黑色），则充满了非纤维素物质；5.微纤丝的结构，纤维素的链状分子，其中微纤丝的有些部分呈有规则地排列，这些部分就是分子团（微团）；6.分子团的一部分，表示链状纤维素分子的部分排列成空间晶格；7.由一个氧原子连接起的2个葡萄糖残基——纤维素分子的一小部分

总之，细胞壁是由多种化合物组成的一个复杂结构，具有亲水性和较高的抗张强度，它的功能除作为细胞的支持骨架，维持细胞的一定形状和大小外，还可保护原生质体，使原生质体具有一个很好的水合表面。另外，细胞壁上具有纹孔。纹孔对细胞间的物质和水分传导，具有重要的意义。

二、原生质体

原生质体是细胞进行生命活动的主要场所，按其结构的分化及功能，可分为细胞质、细胞核和各种细胞器等。

（一）细胞质

活细胞的细胞质具有质膜和液泡膜。两层膜之间具有复杂的膜系统。我们把细胞质中呈分枝的网状膜系统，叫做内质网（图1—3）。

内质网在细胞发育过程中，其数量变化很大，形状也很多，有的呈管状分枝，有的为小囊状，而大多是呈双膜片状。

质膜与液泡膜是具有选择性的薄膜，

它对调节水分与溶质进入细胞有重要作用。内质网既与细胞核的核膜相连，又与质膜上的胞间连丝相接，贯穿于整个细胞质，有运输和贮藏物质的功能。

内质网双膜的外侧常附着有核糖体，这种内质网叫做粗面内质网。无核糖体附着的内质网，则叫做光面内质网。由于内质网上有核糖体分布，因此内质网可能参与了蛋白质的合成。

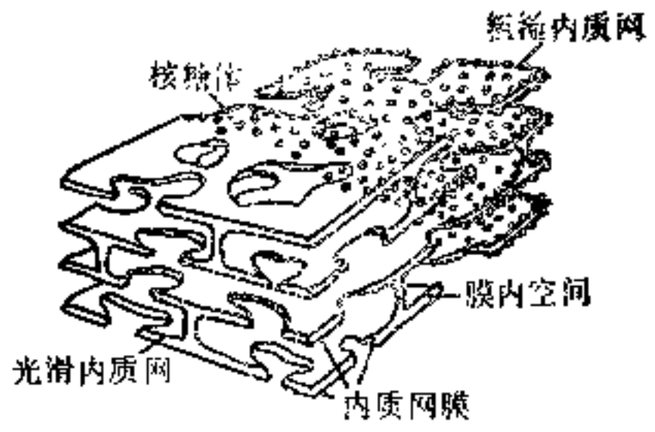


图 1—3　内质网立体模型

（二）细胞核和细胞器

细胞核及各类细胞器都存在于细胞质中，它们都有各自的细微结构，执行一定的功能，是细胞进行各种代谢活动的主要场所。

1，细胞核　细胞核也常被认为是一种细胞器，它在细胞机能分工上有着特别重要的意义。它能控制细胞的遗传性状和调节整个细胞的代谢，从而控制细胞的结构与发育。

细胞核具有两层核膜，并与细胞质中的内质网相连接。在核膜上规则排列着直径为200—700埃（Å）的小孔，叫做核孔，可以允许核内的核蛋白体亚单位和核糖核酸分子通过，使其由核中进入细胞质。核孔多在细胞代谢作用旺盛时开放。

核膜内充满着核质，其主要成分是染色质。在细胞分裂期，染色质便变成染色体。染色质是由脱氧核糖核酸、组蛋白和少量的酸性蛋白组成。

核内还有一至几个小球状物，叫做核仁。核仁是一部分染色质聚集形成的致密结构，其与核质间无被膜分隔，核仁是由核糖核酸和蛋白质组成，其功能是合成核糖体核糖核酸和核蛋白，并可将分散的核糖体核糖核酸配合成核糖体。

2。叶绿体　叶绿体是含有绿色色素的质体，是植物进行光合作用的场所。

高等植物体内的叶绿体，大多为圆盘形，具有两层膜。叶绿体内是一个复杂的片层系统，可分为无色的基质和绿色的基粒两部分。组成基粒的片层，叫基粒片层（又叫类囊体）。每个基粒约由 10—30 个类囊体垛叠而成。叶绿素和其它吸收光能的色素分子，均匀地分布在类囊体膜上，所以绿色的类囊体膜叫做光合膜。光合作用的光化学反应，就在光合膜上进行的。在基粒与基粒之间的片层称基质片层。基质片层是单一的片层，贯穿于整个基质。基质片层与基粒片层相互联系在一起，组成一个复杂的片层系统。在片层系统的周围，充满着水溶性的基质（图1—4）。

3。线粒体　线粒体是细胞中一种较小的细胞器，一般直径为 0.5—1.0 微米，长度 1—2微米。每个细胞中约有 500—2,000 个线粒体，它们是进行呼吸作用和能量转化的主要场所，因此线粒体也被称做细胞的“热电站”（图 1—5）。

线粒体外也具有双层膜，外膜为界膜，内膜向内折叠形成嵴。嵴常为搁板状或微型管状。嵴上具有带柄的小颗粒叫做亚基。它们可能是由电子传递系统的几种酶组成。嵴

China

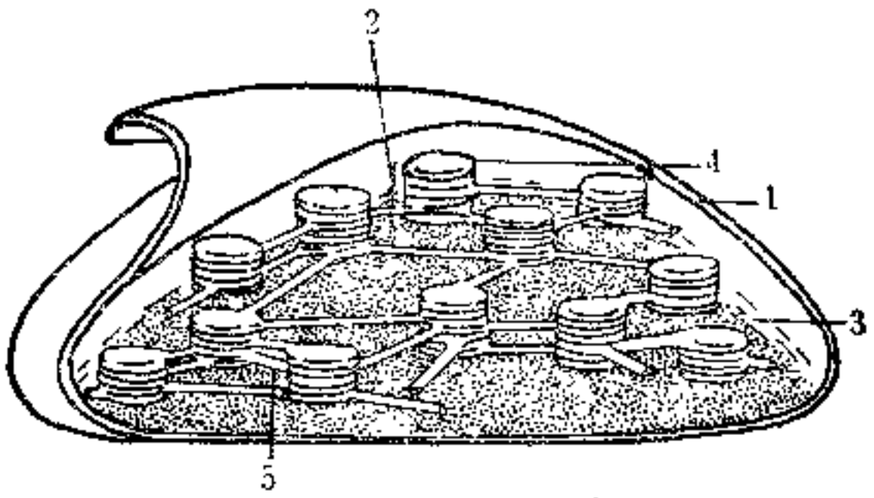


图 1—4　叶绿体的超微结构

1.叶绿体外膜；2.基粒；3.基质；4.类囊体（基粒片层）；5.基质片层

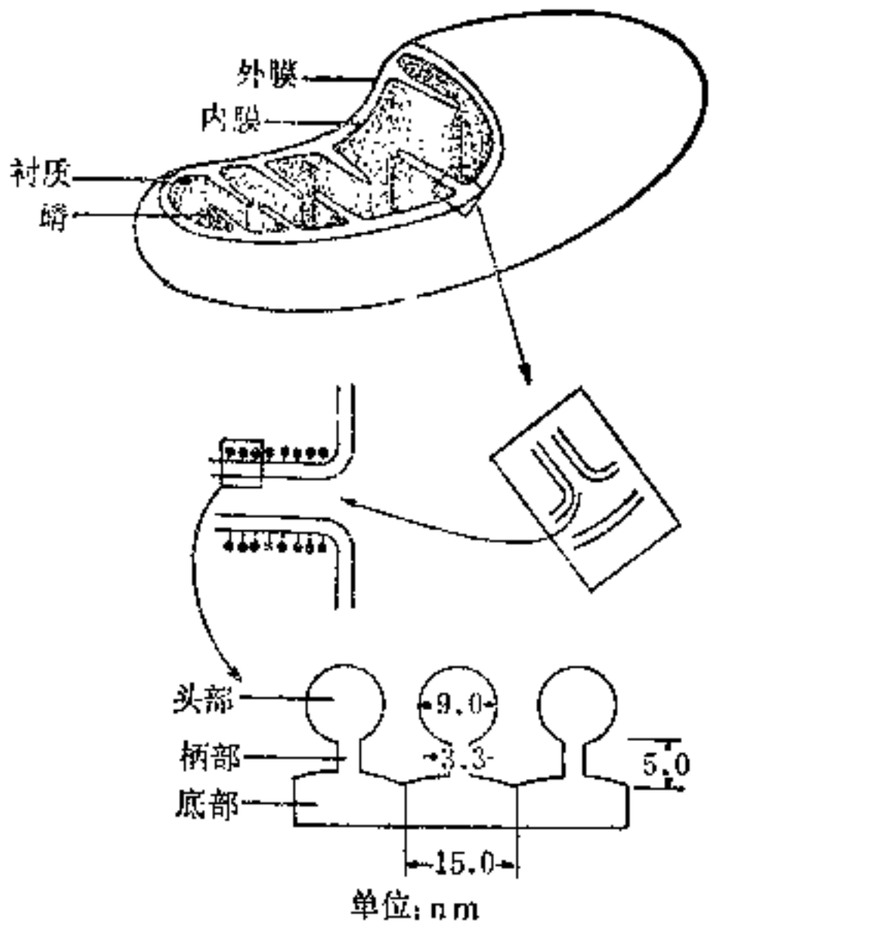


图 1—5　线粒体结构模式

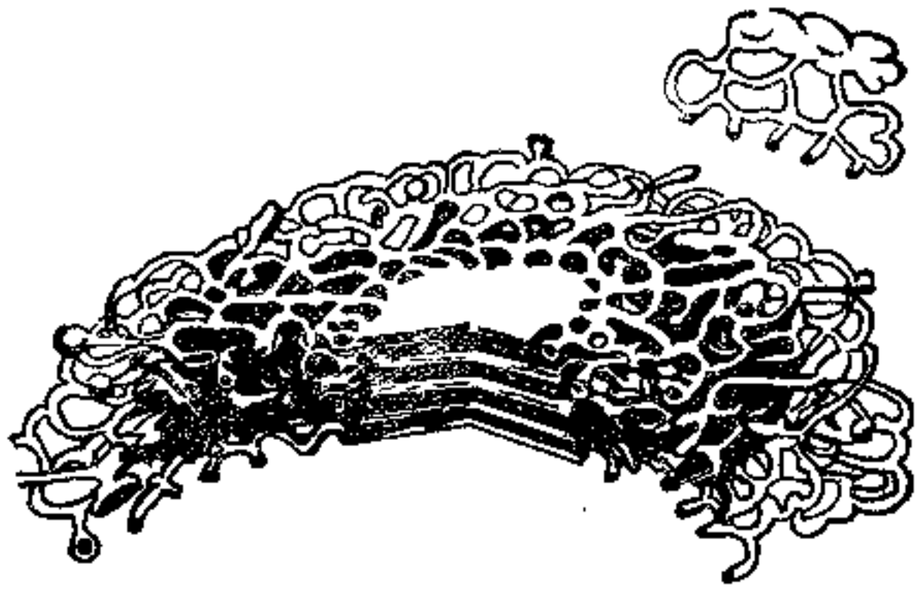


图 1—6　植物细胞中的高尔基体

的数量是发生呼吸作用量上的标志。因为它扩大了酶的附着面，有利于摄取大量的氧。在不同的组织中，或细胞处在不同生理状态时，嵴的多少有很大差异。

线粒体内膜的嵴之间为液状的基质。基质中含有蛋白质、核糖核酸、脱氧核糖核酸和核糖体等不同的溶质。线粒体能自我繁殖。

4.核糖体　核糖体又叫核糖核蛋白体或核蛋白体。它是由核糖核酸和蛋白质组成，是合成蛋白质的主要场所。

核糖体为细小近似圆形的颗粒。其直径大约为 20 毫微米，由大小两个亚单位组成。核糖体分布于细胞质中或附着于内质网的外侧，同时也出现在细胞核、叶绿体和线粒体内。

5.高尔基体　高尔基体在动植物细胞中都是普遍存在的，是细胞中重要的运输系统，具有分泌的功能，并参与细胞壁的形成。

高尔基体是由很多单层膜包围的小盘所组成，在盘的四周形成一个相互联络的小管状网状物（图 1—6）。小管的末端往往膨大形成囊泡。随着细胞的活动，盘和囊泡在大小和数量上是不断变化的。例如，在细胞壁生长期间，可以看到高尔基体的扩展或增殖，并产生囊泡。这些囊泡可向细胞壁移动，放出其内含物与壁的其它物质融合。

6.溶酶体　近年来发现细胞中还有一种与线粒体大小、形状相似

China　需要全本请访问 www.ertongbook.com