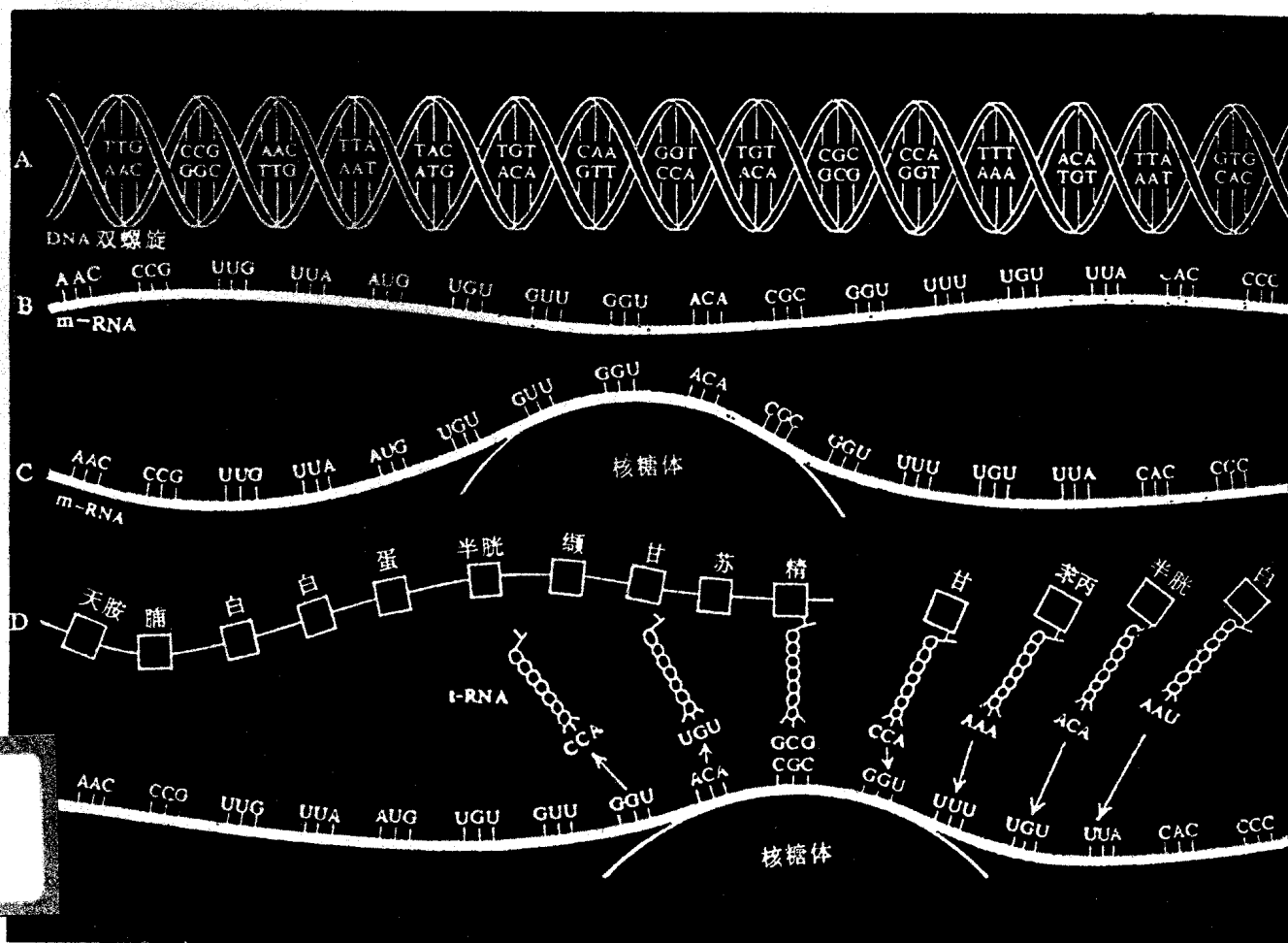


植物生理学

周 雯 陈婉芬 吴颂如 编

中央广播电视大学出版社



植 物 生 理 学

周 燮 陈婉芬 吴颂如 编

*

中央广播电视大学出版社出版
新华书店北京发行所发行
国防科工委印刷厂印装

*

开本787×1092 1/16 印张 19.5 千字 484

1988年9月第1版 1989年2月第1次印刷

印数 1—7500

定价 3.90 元

ISBN7-304-00339-1/S1.1

前 言

本书是专为中央广播电视大学农林、园艺与农教等专业而编写的一门专业基础课教材。按照教学计划，学习本书前，学生们应具备必要的植物学、有机化学、分析化学与物理学基础，从而，允许本书的讲授起点不低于一般农林院校的水平。但是，学生没有学过生物化学课，因此，有必要在本书中增添酶类等若干生化概念与理论。使本书具有生理与生化相结合的特色。

本书按照“细胞生理——营养与代谢——生长与发育——环境生理”的体系分十四章编写。在章节编排上，力求循序渐进；在内容取舍上、力求保证重点、讲透基本理论、注意联系实际，并尽量介绍我国学者在植物生理学方面的成就。

本书的绪论、第一、二、三、四、五、六、七及第八章由周燮编写，第九、十、十一、十二及第十三章由陈婉芬编写，第十四章由吴颂如编写。

在学习本书时，要切实弄懂基本概念与理论。学完每章之后，要认真回答复习思考题。力求从不同侧面加深对有关概念与理论的认识。

由于编者的水平所限，加上时间仓促，书中必有不对或不妥之处，恳请读者批评、指正。

作 者
1988年9月

目 录

绪论	(1)
第一节 什么是植物生理学	(1)
第二节 为什么要学习植物生理学	(2)
第三节 如何学习植物生理学	(3)
第一章 植物的细胞	(5)
第一节 植物细胞的结构与功能	(5)
一、高等植物细胞的概述	(5)
二、原生质体	(5)
三、细胞壁	(10)
第二节 生物膜	(12)
一、膜的化学成分	(12)
二、膜的结构与特性	(13)
三、膜的生理功能	(14)
第三节 原生质的胶体与液晶性质	(14)
一、原生质的胶体性质	(14)
二、原生质的液晶性质	(15)
第四节 酶——生物催化剂	(17)
一、酶的作用	(17)
二、酶的化学组成	(17)
三、酶的分类与命名	(19)
四、酶的催化特点	(21)
五、影响酶促反应的因素	(21)
六、同工酶	(24)
第二章 植物的呼吸作用	(27)
第一节 呼吸作用的生理意义	(27)
第二节 呼吸强度与呼吸商	(28)
一、呼吸强度	(28)
二、呼吸商(呼吸系数)	(28)
第三节 呼吸作用的全过程	(29)
第四节 无氧呼吸	(30)
第五节 有氧呼吸	(33)
一、线粒体——“细胞动力站”	(33)
二、有氧呼吸的主要途径	(33)
三、有氧呼吸与无氧呼吸的对比	(38)
第六节 植物呼吸的多条途径	(39)
一、磷酸戊糖途径(PPP)	(39)
二、乙醇酸氧化途径	(40)

三、末端氧化系统的多样性	(41)
第七节 影响呼吸作用的因素	(44)
一、影响呼吸强度的内因	(44)
二、影响呼吸强度的外因	(46)
第三章 植物的光合作用	(50)
第一节 光合作用的重要性	(50)
一、发展农业生产有赖于研究与利用光合作用	(50)
二、解决能源危机期待于研究与利用光合作用	(50)
三、改善人类的生态环境有赖于研究与利用光合作用	(50)
第二节 叶绿体及其色素	(51)
一、叶绿体的结构与化学组成	(51)
二、叶绿体的发育	(52)
三、叶绿体色素	(53)
四、叶绿素的生物合成与叶色变化	(56)
第三节 光合作用机理	(58)
一、光合作用方程式的演变	(58)
二、光合作用中“同化力”的形成	(58)
三、光合作用中的碳同化途径	(61)
四、光呼吸——C ₂ 循环	(68)
五、三碳植物与四碳植物的比较	(70)
第四节 影响光合作用的因素	(72)
一、光合强度的测定法与表示法	(72)
二、内部因素	(72)
三、外部因素	(73)
第四章 植物的水分代谢	(78)
第一节 植物对水分的需要	(78)
一、植物的含水量	(78)
二、生理需水	(78)
三、生态需水	(78)
第二节 植物细胞对水分的吸收	(78)
一、水势	(79)
二、种子或分生组织的吸水	(79)
三、液泡化细胞的吸水	(79)
四、细胞之间的水分流动	(82)
五、代谢性吸水	(83)
第三节 根系对水分的吸收	(83)
一、根系的生长和分布与吸水的关系	(83)
二、根系的被动吸水与主动吸水	(83)
三、影响根系吸水的环境因素	(86)
第四节 植物对水分散失的控制	(87)
一、角质膜及其蒸腾	(87)
二、气孔及其蒸腾	(88)
三、蒸腾作用的指标	(93)

第五节 植物体内水分的运输	(93)
一、水分运输的途径	(93)
二、水分运输的动力	(94)
三、水分运输的速度	(94)
第五章 矿质营养	(96)
第一节 植物必需的营养元素	(96)
第二节 必需元素的生理功能	(99)
一、氮	(99)
二、磷	(100)
三、钾	(100)
四、硫	(101)
五、钙	(101)
六、镁	(101)
七、微量元素	(101)
第三节 植物对矿质元素的吸收	(104)
一、根系吸收矿质元素的特点	(104)
二、根对离子的吸收过程	(106)
三、根系吸收矿质元素的机理	(107)
四、影响根系吸收矿质元素的因素	(111)
第四节 矿质元素的运输与分配	(115)
一、运输	(115)
二、分配与再分配	(116)
第六章 碳素代谢	(119)
第一节 糖类代谢	(119)
一、植物体中的糖类	(120)
二、蔗糖的合成与分解	(122)
三、淀粉的合成与分解	(123)
四、其他多糖的合成与分解	(124)
第二节 脂类代谢	(125)
一、植物体内的脂类化合物	(125)
二、脂肪的合成	(127)
三、脂肪的分解	(130)
四、乙醛酸循环	(131)
第三节 有机酸代谢	(132)
一、苹果酸	(132)
二、乌头酸	(133)
三、异柠檬酸	(133)
四、其他有机酸	(133)
第七章 氮素代谢	(135)
第一节 植物的氮源	(135)
第二节 同化性的硝酸盐还原过程	(136)
第三节 氨的同化过程	(138)
第四节 氨基酸的合成	(139)

一、脂肪族氨基酸的合成.....	(139)
二、芳香族氨基酸的合成.....	(141)
第五节 酰胺的合成与功能.....	(142)
第六节 蛋白质的合成.....	(144)
一、氨基酸的活化.....	(144)
二、氨基酸的转移.....	(144)
三、肽链的形成和延长.....	(146)
四、多肽链形成蛋白质.....	(146)
第七节 植物体内氮素的分配与再分配.....	(146)
一、初次分配与再次分配.....	(146)
二、N营养与器官生长的关系.....	(146)
第八章 植物体内有机物的运输与分配	(149)
第一节 有机物的运输.....	(149)
一、有机物的运输途径.....	(149)
二、韧皮部运输的物质.....	(151)
三、有机物运输的方向.....	(153)
四、有机物运输的速度及运输率.....	(154)
五、关于有机物运输机理的假说.....	(154)
第二节 植物体内光合产物的分配.....	(157)
一、代谢源与代谢库.....	(157)
二、源与库的相互关系.....	(157)
三、光合产物的分配规则.....	(158)
四、光合产物分配与产量形成.....	(159)
第三节 影响有机物运输与分配的因素.....	(161)
一、内部因素.....	(161)
二、外部因素.....	(162)
第九章 植物激素与生长调节剂	(165)
第一节 植物激素.....	(165)
一、植物激素的发现与化学结构.....	(165)
二、植物激素在体内的分布与运输.....	(171)
三、植物激素的生物合成与代谢.....	(173)
四、植物激素的生理作用.....	(180)
五、植物激素之间的相互作用.....	(185)
六、植物激素的作用机理.....	(191)
第二节 植物生长调节剂.....	(192)
一、农业上常用的生长调节剂.....	(192)
二、生长调节剂在农业上的应用.....	(195)
第三节 除草剂.....	(197)
一、除草剂的类型.....	(197)
二、除草剂的作用机理.....	(198)
第十章 种子生理	(199)
第一节 种子的休眠.....	(199)
一、种子休眠的重要性.....	(199)

二、种子休眠的原因·····	(199)
三、解除种子休眠的方法·····	(201)
第二节 种子的寿命·····	(201)
一、种子寿命的长短随物种而异·····	(202)
二、种子寿命的长短与贮藏条件有关·····	(202)
三、种子的生活力·····	(202)
第三节 种子萌发的外在条件·····	(203)
一、水分·····	(203)
二、温度·····	(203)
三、氧气·····	(204)
四、光照·····	(205)
第四节 种子萌发期间的生理变化·····	(205)
一、种子萌发的吸水过程·····	(205)
二、呼吸作用与酶活性·····	(206)
三、有机物和激素的变化·····	(206)
四、种子萌发的过程·····	(208)
第十一章 植物的生长与运动 ·····	(209)
第一节 植物细胞的生长过程·····	(209)
一、分裂期(或称分生期)·····	(209)
二、伸长期(或称扩展期)·····	(210)
三、分化期·····	(211)
四、组织培养·····	(211)
第二节 植株的生长·····	(214)
一、生长速率表示法·····	(214)
二、生长大周期与生长曲线·····	(214)
三、植物生长的周期性·····	(215)
第三节 植物生长的相关性·····	(216)
一、地上部和地下部的生长相关·····	(216)
二、主茎与侧枝的相关·····	(220)
三、营养生长与生殖生长的相关·····	(222)
四、极性与再生·····	(224)
第四节 环境条件对生长的影响·····	(225)
一、温度·····	(225)
二、光照·····	(228)
三、水分·····	(229)
第五节 植物的运动·····	(230)
一、向性运动·····	(230)
二、感性运动·····	(233)
三、近似昼夜节奏运动——生理钟·····	(234)
第十二章 花器官的形成 ·····	(237)
第一节 温度对花器官的诱导——春化作用·····	(237)
一、低温与花诱导·····	(237)
二、春化作用的条件·····	(237)

三、感受春化的时期和部位·····	(239)
四、春化作用在农业生产上的应用·····	(240)
第二节 光照对花器官形成的诱导——光周期现象·····	(240)
一、植物开花与日照长度关系的发现·····	(241)
二、光周期反应的类型·····	(241)
三、光周期现象与植物地理起源和分布的关系·····	(243)
四、光周期诱导·····	(244)
五、光敏色素·····	(248)
六、光周期理论在农业上的应用·····	(250)
第三节 花器官的形成与性别分化·····	(251)
一、花芽分化·····	(251)
二、性别分化·····	(254)
第十三章 植物的生殖与衰老 ·····	(257)
第一节 授粉与受精生理·····	(257)
一、花粉生理·····	(257)
二、授粉受精的生理·····	(260)
三、无融合生殖和单性结实·····	(264)
第二节 果实的生长与成熟生理·····	(266)
一、果实的生长·····	(266)
二、果实成熟生理·····	(268)
第三节 种子成熟生理·····	(272)
一、种子成熟时的代谢进程·····	(272)
二、环境条件对种子成分及成熟过程的影响·····	(277)
第四节 衰老与脱落·····	(278)
一、衰老的概念与类型·····	(278)
二、衰老时的生理生化变化·····	(279)
三、衰老的原因·····	(280)
四、控制衰老的途径·····	(281)
五、器官的脱落·····	(281)
第十四章 逆境生理 ·····	(285)
第一节 植物的抗旱性·····	(285)
一、旱害·····	(285)
二、干旱伤害植物的机理·····	(286)
三、旱生植物的类型及对干旱的适应性·····	(287)
四、提高作物的抗旱性·····	(288)
第二节 植物的抗涝性·····	(288)
一、涝害及其机理·····	(288)
二、植物的抗涝性·····	(289)
三、抗涝措施·····	(290)
第三节 植物的抗热性·····	(290)
一、高温对植物的伤害·····	(290)
二、植物抗热性的类型及其机理·····	(291)
第四节 植物的抗寒性·····	(292)

一、冻害及抗冻性·····	(292)
二、冷害及抗冷性·····	(294)
第五节 植物的抗盐性·····	(295)
一、盐害·····	(295)
二、盐分过多对植物伤害的原因·····	(295)
三、植物抗盐性及其机理·····	(296)
四、提高作物的抗盐性·····	(297)
第六节 大气污染与植物的生长·····	(297)
一、大气污染物及其对植物的危害·····	(298)
二、植物对大气污染的抗性·····	(298)
三、主要污染物与植物的生长·····	(299)

绪 论

第一节 什么是植物生理学

植物生理学是研究植物生命活动的基本规律性的科学。它研究植物的新陈代谢、刺激反应与生长发育等生命活动过程，也就是研究生活在环境中的植物，如何通过物质的转化、能量的转化与信息的传递表现出形态与类型转化的一系列循序渐进的过程。

在植物的生活中，有许多引人注目、发人深思的现象。例如，离地数十米、甚至百余米的参天大树的顶梢竟能违抗重力从地下得到水分；燃烧等量的干草，稻草灰显著多于麦秆灰；西瓜于采摘前一周，吸收多量氮肥后会变得不甜、出现“回生”现象；黑暗中，盆栽的稻苗与高粱苗都缺乏甜味，而在高温强光下生长的高粱叶却比稻叶甜得多；海芋等植物开花时，它的肉穗花序竟能在清晨迅速放热，其温度超过气温达 22°C 之多；喷洒赤霉酸与多效唑何以分别能使稻株徒长与矮化；刚收获的红皮小麦难于萌发；路灯下的杨树延迟落叶……将这些零散的现象加以分析与归纳，再用科学术语表达，就会涉及到水分的吸收、输导与蒸腾，无机盐类的吸收与同化，光合、呼吸、各种有机物的运转，激素、生长、发育、刺激感应等方面。吸收与输导主要涉及物质的转化，光合与呼吸包含着物质与能量的转化，植物体内的各种激素扮演着信使的角色，生长与发育属于形态与类型的转化。这些都属于植物生理学的研究范畴。

回顾历史，人类在远古时代就与植物发生了密切关系，并对植物的习性以及植物对环境条件的要求有了某些认识。国外的上古植物学史料，几乎全以实物与浮雕为依据，难以从中了解那时人类所具有的植物生理知识，而我国有青铜时代的甲骨卜辞可供推敲。据朱培仁考证，远在三千多年前（公元前14~11世纪），我们的祖先就已卜问“禾有及雨、三月”希望春雨及时，以便春耕。后来，在一些农学名著如《汜胜之书》、《齐民要术》、《论气》与《天工开物》中都有相当精彩的符合现今植物生理学原理的论述。

最早用试验来解答植物生命现象中的疑难，把结论建立在数据上的是17世纪荷兰凡海蒙（Van Helmont）。他将一定重量的柳枝栽于装有一定重量土壤的盆内，5年后，分别测定柳树与土壤的重量，发现柳树增重32倍，而土壤减重极微。从而，他认为柳树增重并非由土壤直接转化，水才是使植物增重的物质。他的实验结果虽是完全正确的。但因当时对“光合作用”一无所知以及思维方法上的局限，只得到了部分正确的结论。凡海蒙的上述实验标志着科学的植物生理学的开端。

十八世纪与十九世纪初叶，欧洲农业中的封建主义统治开始崩溃，新兴的资本主义经济对农业生产提出了更高的要求，同时，化学与物理学都有了飞跃的发展，这样就推动着植物生理学开辟扩大了许多研究领域，其中，特别重要的是发现了绿色植物的光合作用。1771年，英国普利斯特来（J. Priestley）证实绿色植物是高等动物“生命之友”。没有绿色植物，在密闭的玻璃钟罩内，老鼠不久便窒息而死；将老鼠与绿色植物一并放在钟罩内，则可

延长老鼠的生命。随后，荷兰的因根浩兹进一步发现植物的绿色部分只有在光下才能放出氧气，在暗中却放出 CO_2 。后一结论已意味着植物也有呼吸作用。

植物生理学是研究植物生命现象的科学，而生命是物质无比复杂的运动形式，正如研究物质在无限大空间运动形式的科学——天文学，与研究物质在无限小空间运动形式的科学——微观物理学那样，在植物生理学的发展史中同样充满着唯物论与唯心论的激烈斗争。

“活力论”是19世纪初在生命科学中盛行的一种唯心论流派。它认为一切生命活动都由一种神秘的活力所主宰，而生命的奥妙是不可知的。在“活力论”的羁绊下，十九世纪上半叶的植物生理学进展曾一度迟缓。

1840年，德国李比希（J.Leibig）出版《化学在农学与生理学上的应用》一书，提出了矿质营养学说。随后，法国布森高（J.B.Baussingault）也发表了《氮素在肥料中的地位》专著，他用实验证明植物不能利用空气中的 N_2 ，并提出“向植物本身询问”的原则。他俩的工作在植物生理学演化为一门独立科学中起了重要作用，也促进了合理施用化学肥料，使当时的农作物产量大幅度提高。

1859年达尔文发表了《物种起源》，促进植物生理学家们开始重视历史法，以弥补实验分析法之不足。达尔文学说启发人们不要脱离生活环境与进化过程去认识植物的新陈代谢类型。

在教学方面，1882年德国萨克斯（J.Sachs）出版了第一本植物生理学教科书。其后，他的学生费弗尔（W.Pfeffer）又出版了一部更详尽的教科书。这两部著作标志着植物生理学已达到成熟阶段，成为一门独立的科学。

从二十世纪初期到现在，随着化学与物理学等学科的发展以及农林等生产建设不断增长的需要，植物生理学的各个领域都得到了极大的发展。在基本概念与理论方面，光合作用中的进展最引人入胜。五十年代美国卡尔文（M.Calvin）采用了示踪与层析等技术终于揭开 CO_2 固定与还原之谜，六十年代 C_3 、 C_4 与CAM途径的阐明与对比以及光呼吸的发现都使光合作用受到许多国家制订科学技术战略时的特别关注。在应用方面，植物激素的发现与大量生长调节剂的人工合成最使人得益。化学调控技术已被广泛应用于农林、园艺等生产实践。组织、细胞以及原生质体的培养技术已成为当今植物生物技术的重要组成。在学科渗透方面，植物生理学与分子遗传学的结合最具有活力。现今植物生理研究的论文中差不多有四分之一牵涉到分子遗传，今后所占的比重还可能增长。

我国植物生理学的起步较晚，直到本世纪三十年代初，才由罗宗洛、汤佩松、李继桐分别在中山大学、武汉大学与南开大学建立数学和研究中心。新中国成立后，不仅在上海、北京建立了植物生理研究所(室)，而且，在各综合性大学、农、林、师范院校也都建有植物生理教研室。在不长的时期内已培养出一大批专家，并且在光合作用、呼吸作用、植物激素、物质运输、受精生理等领域取得了具有当代先进水平的科研成果，对发展我国农、林等生产做出了显著的贡献。

第二节 为什么要学习植物生理学

有志于献身祖国农林建设事业的人，想必都知道当前面临着人口不断增长和耕地、绿化面积显著减少的严峻事实。看来，根本的出路将在于把农林业生产从依靠自然资源为主转向依靠

科学技术为主。

植物生理学是农林科学的主要理论基础之一。回顾历史，每当植物生理学的研究有了新的进展，农林业生产水平就有所提高。

学习植物生理学，首先，有助于认识与掌握植物生命活动的基本规律，更好地运用栽培技术，改变环境条件，使之符合各类植物在不同生育阶段的需要，达到高产、优质、低成本的目标。各类植物的高产，需要从增加光能利用、减少无效呼吸、调节糖氮代谢与光合产物的分配等方面入手。随着植物激素研究的深入，“化学调控”成了提高农林生产水平的重要手段。例如，喷洒矮壮素缩短茎基节间是小麦抗倒、亩产超五百千克的必要措施；用赤霉酸促进穗轴伸长可显著减少杂交稻的“缩颈穗”；用乙烯利增加橡胶的产胶量；用催熟磷等增加甘蔗的糖分；用青鲜素等控制洋葱和马铃薯的发芽。

其次，有助于将植物的基本生理规律与遗传规律结合起来，更好地选育良种。自从1953年英国的克里克(F.H.C.Crick)和美国的沃森(J.D.Watson)查明基因的本质是DNA以来，随着中心法则(DNA→RNA→蛋白质)的阐明，生理学与遗传学已由生物化学的语言在分子水平上得到了充分的沟通。五十年代的稻麦理想株型的学说只是事后为耐肥矮秆品种的优点作了解释；六十年代光呼吸与C4类型植物的发现确为高光效育种提供了启示；七十年代质子泵的活性已被用于筛选抗缺铁胁迫的向日葵与大豆品种；现今，光周期、光敏素、植物激素与钙调素等已成为研究湖北光敏核不育水稻育性基因表达的必要内容；同样，要想深入探查陕西返白系小麦遗传性的实质，也必须相应地了解它的叶绿素生物合成途径。

再次，有助于更好地开发植物资源。目前，世界上有50余万种植物，其中只有数千种被人们栽种或培养。植物浑身都是宝，都有可供综合利用的特殊有机物。除了从植物得到糖类、蛋白质、脂肪等食物与制药原料外，还可提取更贵重的酶类等，例如，刺梨与木瓜分别是维生素E与蛋白酶的来源。“石油植物”与“酒精植物”随着能源危机的到来也受到越来越多的关注，前者如桉树、青珊瑚树，可在干旱地区和瘠薄土壤上生长，不与食用作物争地；后者如漂浮在水面的凤眼莲，水温高时，一年可收获10余次。

最后，对解决植物的土壤营养、施肥、植物病害等方面的问题也是很有用的。高产土壤的培育与合理施肥，需要了解植物的矿质营养与根系生理。植物病理是植物不正常的生理，有些病害，象甘薯花叶病毒往往在气温低、植物抵抗力弱时才猖獗蔓延。

第三节 如何学习植物生理学

为了学好植物生理学，首先要学习若干门基础课程。植物的一切生命活动几乎都在细胞中进行，也即在特定的细胞——组织——器官——整体的形态与结构条件下进行。不了解叶片的结构就无法确切地认识气孔的启闭原理；C4与C3类型植物，如玉米与水稻，它们的叶片维管束鞘细胞所含的细胞器不同，内部的生理活动当然也不同。所以，为了学好生理学，先要学习形态学、解剖学、最好还要知道一些分类学知识。另一方面，生命活动可看作是生物体内各种分子之间的转化。一粒大豆种子，可被榨出其干重18~20%的油，可是，一旦变成了黄豆芽，再也榨不出油。要想认识这些物质之间的转化，必须先学习有机化学、分析化学与胶体化学知识。现在，你们已经具备学习植物生理学的上述基础，这是有利条件。

不利条件是：相当多的人对植物缺乏足够的感性认识。植物的生命现象是丰富多采、令人神往的。希望每位同学能选择1~2种植物，从种到收，连续地定株观察。增强观察力是从事科学实验的基本功。苏联伟大的生理学家巴甫洛夫告诫从事科学研究的人们要“观察、观察、再观察”观察植物的种子发芽、出苗、一张又一张地展现叶片、茎秆伸长、出现花芽、开花以至结实的全过程，就生育期最短的早熟大豆或水稻而言，也要有八、九十天，这好比读一本“无字的书”，必须持续地准时去“读”；错过了日期与时间，往往无法补“读”。

当然，仅仅用肉眼与其他感官来认识事物是不够的，还要学习使用先进的仪器与工具，作为眼的扩大与手的延伸，特别是要学会从复杂现象的背后找出隐藏着的规律或规则。这时，若能得到马克思主义哲学思想的指导，往往有事半功倍的效益。树立辩证唯物主义自然观，将有助于我们更好地学习植物生理学。

第一章 植物的细胞

第一节 植物细胞的结构与功能

一、高等植物细胞的概述

细胞是生物体的结构与功能的基本单位，一棵参天大树虽由亿万个细胞组成，然而，这些细胞却来自同一个胚胎细胞。现代的生物技术已能从植物体内分离出一个薄壁细胞，使它在特定的培养基上恢复分裂能力并逐步分化出芽与根以至最终成为一个新个体。植物细胞是全能性的，它是个体发育的起点与基础。学习植物生理学，有必要从细胞开始。

从图1-1可见植物薄壁细胞的模式。在中央大液泡的四周，有一层薄而透明的浆状物，其中漂浮着一个体积较大的圆球状颗粒——细胞核；数十个椭圆形绿色颗粒，其长度往往只有核的一半——叶绿体；还有数目更多的，体积更小的其他颗粒——线粒体等等。这些颗粒通称为细胞器。细胞器与细胞浆被合称为原生质体。在原生质体外围还有一层坚硬而略有弹性的框架——细胞壁。这些细胞的形状大致象一个盒子，长约50微米，宽约20微米，厚约10微米，体积只有1万立方微米。1千万个这样的细胞紧密排列着，其总体积才只有1立方厘米。但是，植物的许多生理过程，象光合作用、呼吸作用、有机物的积累与转化、水分与无机盐类的吸收等等都能在如此微小的空间内有条不紊地进行着，这就表明其中必定存在着复杂而完善的结构。

光学显微镜的有效放大倍数不过1,200倍，只能识别大于0.2微米的物体，为了进一步探求细胞王国中的奥秘，必须借助于电子显微镜。现在，我国自行设计制造的电镜放大倍数可达80万倍，分辨率达到0.62埃；国际上最新式的电镜已可放大3亿倍，分辨率达0.1埃，相当于一个原子的1/10。随着显微技术的发展，人们逐渐认识了线粒体、叶绿体与细胞核内部的精细结构，并且发现了一系列新的细胞器，主要有高尔基体、内质网、微体（包括过氧化物酶体、乙醛酸循环体）和溶酶体等。八十年代以来，又确认了植物细胞中也有由微管、微丝等组成的微梁系统以及由细胞核内的核粒与细胞质中的核糖体组成的微球体系统。

以上描述的是高等植物的真核细胞，它与蓝藻等低等植物的原核细胞不同。真核细胞有典型的细胞核，而原核细胞只有类核，类核外面没有膜，往往只含有一条环状的DNA，其周围就是细胞质。

二、原生质体

（一）微膜系统

即由生物膜组成的系统，包括细胞的外周膜(质膜)和各种内膜。

1. 内质网 由单层膜构成的细管状、扁囊状或泡状的结构，彼此勾通成网状贯穿于细胞质之中。因为最初是在细胞质内层发现的，所以叫内质网。它往往在核附近分枝较多并与核膜相连，向外与质膜或胞间连丝相连。高尔基体常与它依附在一起。

内质网有粗糙型与光滑型之分（图1-2）。前者的外表面附有许多核糖体，是合成蛋白质

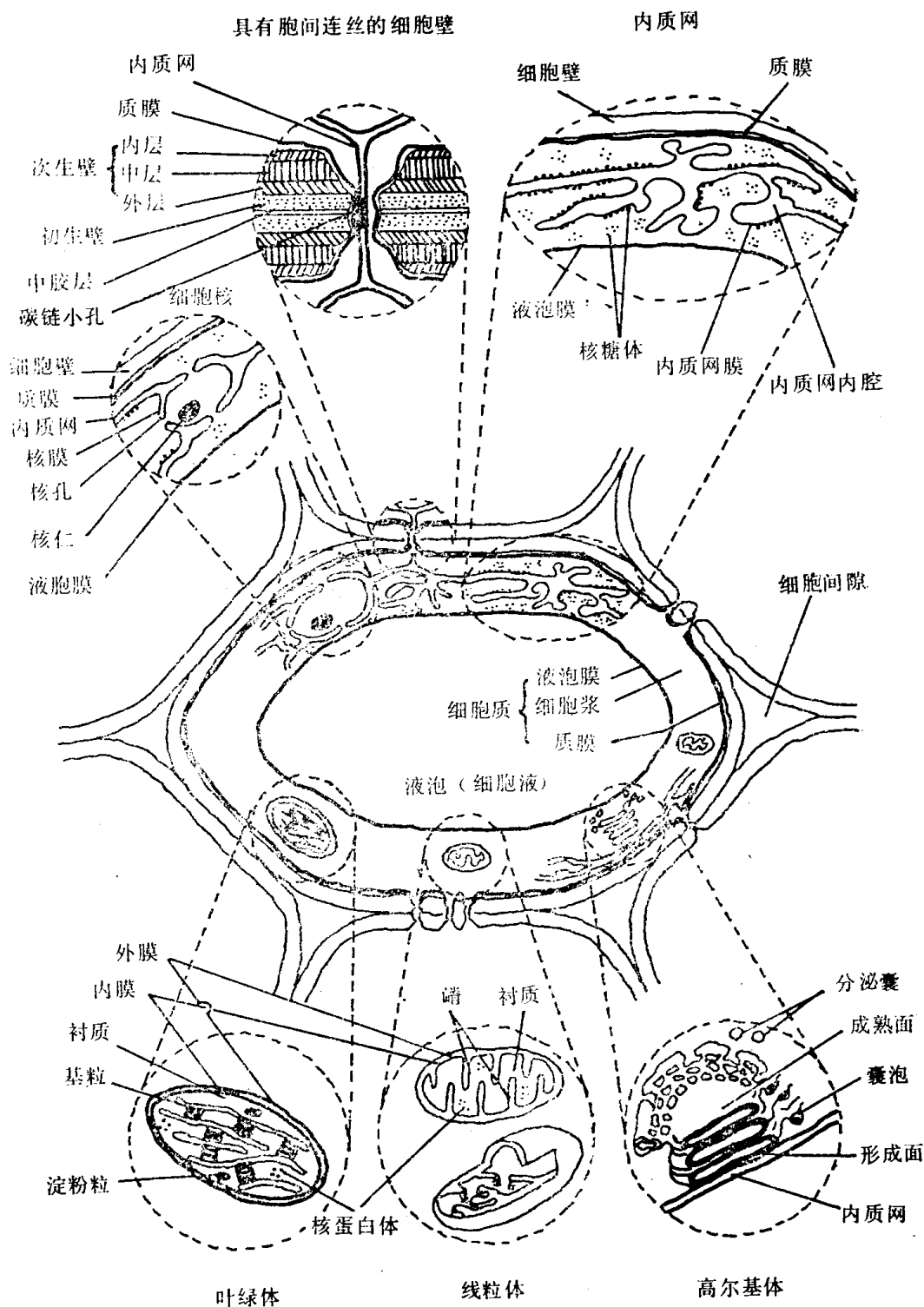


图1-1 植物细胞的结构

的主要场所，还能合成脂肪和固醇；后者的外表面没有核糖体附着，只能合成脂肪与固醇。但是两者的差别并非恒定不变，它们是可以相互转变的，如，形成层细胞的内质网，冬季呈平滑型，夏季却呈粗糙型，内质网能以出芽的方式产生小泡。

2. 高尔基体 在电镜下，很象一迭扁圆的瓷盘，从中可见三种基本组分：槽库，小泡和大泡。① 槽库是高尔基复合体中的基本组分，也称为扁平囊泡，一个高尔基复合体通常

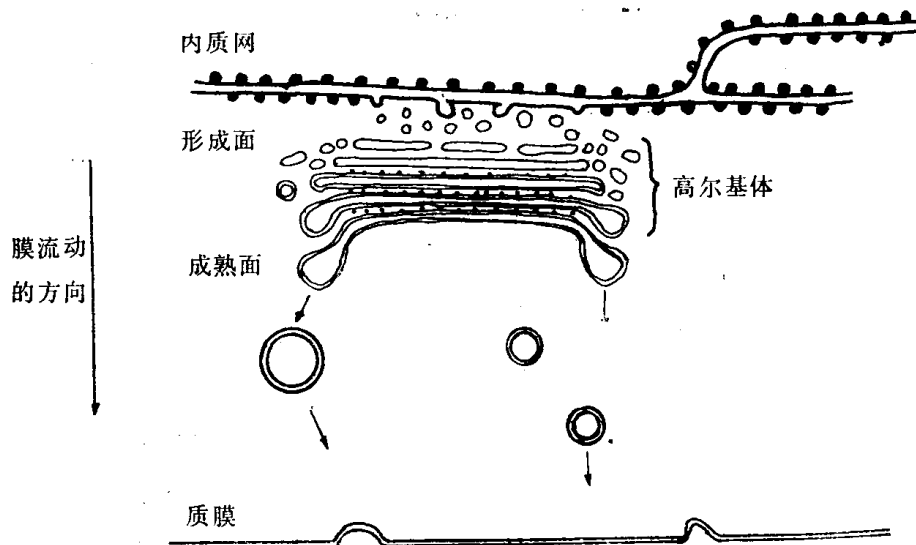


图1-2 内质网、高尔基体与质膜之间的关系

由平行排列的3~8层槽库堆垛而成。各槽库之间的距离约200~300埃，每一层槽库都呈现极性结构，只朝一个方向弯曲，内凹的一面被称为分泌面或成熟面，凸出的一面则被称为形成面或未成熟面，常朝向细胞的深层，形成面的囊膜较薄，近似内质网膜；而分泌面的囊膜较厚，近似质膜，约80埃厚，因此，可把高尔基槽库看作是处于内质网膜和质膜的中间分化阶段（图1-2）。② 小泡直径约400~800埃，数量较多，存在于槽库的形成面，它实质上就是粗糙型内质网膜产生的运输小泡，内含蛋白质。③ 大泡又称分泌泡或浓缩泡，直径约0.1~0.5微米，常存在于槽库的分泌面，由这些囊泡末端的球状膨大物变成。内含糖蛋白、纤维素、果胶与半纤维素等。小泡的并入与大泡的折离是高尔基槽库“收入与支出”的两个方面，高尔基体不仅能将输入的蛋白质进行加工、浓缩、储存或输出，而且还能合成多糖类与糖蛋白；既与质膜、细胞壁的建造有关，也与溶酶体和液泡膜的形成有关。

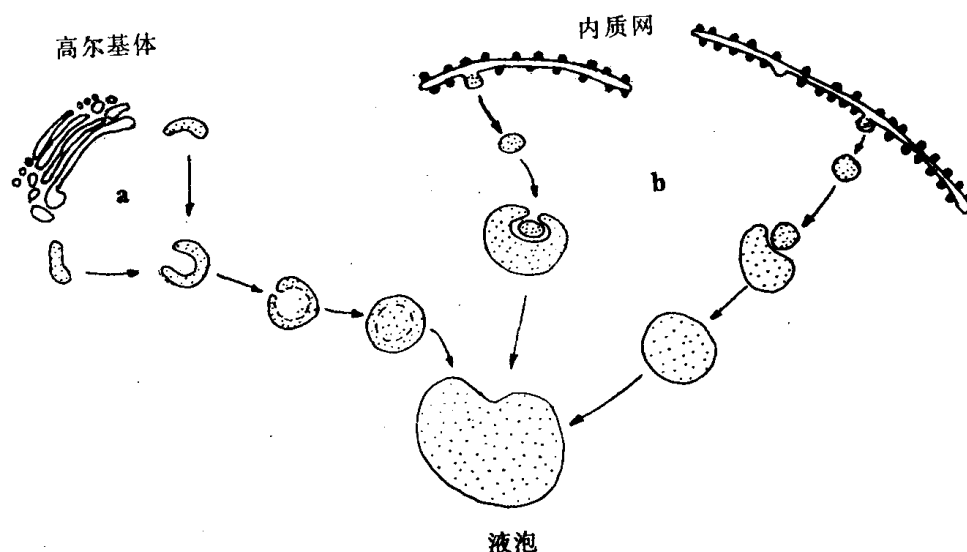


图1-3 液泡发生的可能途径

3. 溶酶体 由单层膜构成的小颗粒，其体积介于线粒体与微体之间，内含多种酸性