



高职高专园林工程技术专业系列规划教材

GAOZHI GAOZHUAN YUANLIN GONGCHENG JISHU ZHUANYE XILIE GUIHUA JIAOCAI

植物与植物生理

唐蓉 朱广慧 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn



高职高专园林工程技术专业系列规划教材

GAOZHI GAOZHUAN YUANLIN GONGCHENG JISHU ZHUANYE XILIE GUIHUA JIAOCAI

植物与植物生理

唐 蓉 朱广慧 主 编
韩 鹰 雷淑慧 副主编
陈忠辉 主 审



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

本书针对高职高专园林类专业对植物与植物生理知识与技能的需求,以园林植物为例,主要介绍了植物的形态、结构、分类、生命活动规律,以及植物和外界环境之间的关系。每一章均配有本章提要、复习思考题和实验实训指导,便于教师教学和学生自学。

本书可用作高等职业技术学院园林技术、园林工程技术等专业植物与植物生理教材,也可作为相关专业的学生和技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

植物与植物生理/唐蓉,朱广慧主编. —北京:中国电力出版社,2009

(高职高专园林工程技术专业系列规划教材)

ISBN 978-7-5083-8751-2

I. 植… II. ①唐…②朱… III. 植物生理学—高等学校:技术学校—教材 IV. Q945

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第134233号

中国电力出版社出版发行

北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>

责任编辑:周娟华 责任印制:陈焊彬 责任校对:李亚

航远印刷有限公司印刷·各地新华书店经售

2010年1月第1版·第1次印刷

787mm×1092mm 1/16·14印张·347千字

定价:32.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

本社购书热线电话(010-88386685)



前 言

植物与植物生理是高等职业技术学院园林类专业一门重要的专业基础课程，为搞好特色教材建设，有针对性地为社会培养相关的技术人才，我们根据园林类专业的特点和需要，组织了长期从事园林类专业植物与植物生理教学的老师共同编写了该教材。

本书包括绪论共9章，第1章、第8章由山东潍坊职业学院管虹编写；绪论、第2章由苏州农业职业技术学院韩鹰编写；第3章由山西林业职业技术学院雷淑慧编写；第4章由苏州农业职业技术学院朱广慧和韩鹰共同编写；第5章由朱广慧与雷淑慧共同编写；第6章由朱广慧编写；第7章由苏州农业职业技术学院唐蓉与朱广慧共同编写。本书由苏州农业职业技术学院唐蓉、朱广慧主编，苏州农业职业技术学院陈忠辉负责审稿。

由于编者水平有限，书中难免有疏漏之处，恳请读者批评指正。

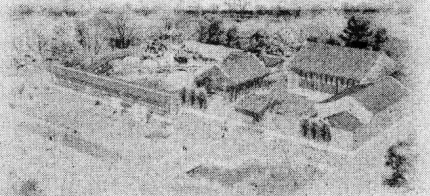
编 者



目 录

前 言	
绪 论	1
第 1 章 植物的细胞和组织	4
1.1 植物细胞的基本结构	4
1.2 植物细胞的主要物质	8
1.3 植物细胞的繁殖	13
1.4 植物的组织	16
复习思考题	22
第 2 章 植物的器官	23
2.1 植物的根	23
2.2 植物的茎	30
2.3 植物的叶	39
2.4 植物的花	46
2.5 植物的种子	56
2.6 植物的果实	59
复习思考题	64
第 3 章 植物的分类	65
3.1 植物的基本类群	65
3.2 植物分类基础知识	72
3.3 园林植物的主要分科	75
复习思考题	90
第 4 章 植物的水分及矿质营养	91
4.1 植物的水分代谢	91
4.2 植物的矿质营养	99
复习思考题	110
第 5 章 植物的物质与能量代谢	112
5.1 植物的光合作用	112
5.2 呼吸作用	125
复习思考题	131
第 6 章 植物生长物质	133
6.1 植物激素	133
6.2 植物生长调节剂	139
复习思考题	143

第7章 植物的生长与发育	144
7.1 植物的生长与分化	144
7.2 植物的生殖生理	165
7.3 果实与种子的成熟	170
7.4 植物的衰老与脱落	176
复习思考题.....	178
第8章 植物的逆境生理	180
8.1 植物的抗寒性和抗热性	180
8.2 植物的抗旱性和抗涝性	186
8.3 植物的抗盐性	188
8.4 环境污染对植物的影响	190
复习思考题.....	194
实验实训	195
参考文献	217



绪 论

1. 植物的基本特征和多样性

在地球上,已定名的生物约有 200 万种,其中约有 50 多万种是植物。植物是生物的一个大类,在地球上分布极广。它们在不同的环境中生长,形成了不同的形态、结构、生活习性和植物种类,包括菌类、藻类、地衣、苔藓、蕨类和种子植物。尽管形态多样,但一般植物均具有以下共同特征:具有细胞壁;能进行光合作用;具有无限生长的特性,大多数植物从胚胎发生到成熟的过程中,能不断产生新的器官或新的组织结构;体细胞具有全能性,在适宜的环境条件下,一个体细胞经过生长与分化,即可成为一个完整的植物体。

植物界各种植物的形态特征差异极大。细菌直径只有 1 微米到几微米,只有在高倍显微镜下才能看到;而北美的裸子植物巨杉高达 140 余米,澳洲的杏仁桉更是高达 150m,世界上最大的仙人掌重达 10 多吨。在结构上,最简单的植物体是由一个细胞构成的;最复杂的被子植物由数以万、亿计的细胞组成,分成根、茎、叶、花、果实、种子等六大器官。植物的生活方式也不一样。绝大多数植物具有叶绿素或类似色素,能进行光合作用,以制造有机养料供自身生活和生长,称为自养植物,又称绿色植物。有些植物(如细菌、真菌)体内不含叶绿素,不能制造有机养料,而是从活的或死的绿色植物体上吸收现成的养料,以维持生活或生长,因而,这些植物被称作异养植物,又称非绿色植物。其中,在活的植物体上吸收营养维持生活的植物称为寄生植物,在死的植物体上吸收营养维持生活的植物称为腐生植物。

大多数植物生活在陆地上称为陆生植物;少数植物生活在水中,称为水生植物。陆生植物中根据需要光照程度不同,又可分为阳生植物、阴生植物和耐阴植物。根据植物对土壤水分要求的不同,陆生植物还可分为旱生植物、中生植物和湿生植物。水生植物根据入水的程度可分为挺水植物、浮水植物和沉水植物。植物的寿命长短也不一样,一般木本植物寿命较长,草本植物体内木质化程度低,寿命较短。

植物的多样性是植物有机体在与环境的长期相互作用下,经过遗传、变异、适应和选择等一系列的矛盾运动而形成的,但是人类的干预对植物界产生了非常深刻的影响。一方面人们不断在培育新的植物种类;另一方面,由于人类活动的消极影响,造成生态恶化,使一些植物逐渐失去其生存环境而消失。据国际自然资源联盟所设物种保护监测中心估计,目前全球有 10% 的植物面临灭绝,地球上的植物正以每天 1 种的速度消失。因此,我们应该在合理开发、利用植物的同时,最大限度地保护植物资源不受破坏,并使植物的多样性不断丰富和持续发展。

2. 植物在自然界和人类生活中的作用

植物界除菌类以外,绝大部分植物都属于绿色植物,它不需要摄取现成的有机物作为食物来源,而以太阳光能作为能源,将简单的无机物如二氧化碳和水合成为碳水化合物,并释放大量的氧气,即绿色植物的光合作用。同时又以碳水化合物作为基本骨架,将吸收的各种

矿质元素如氮、磷、硫等合成蛋白质、核酸、脂类等生物大分子。由于植物代谢环节和代谢途径的多样性，其代谢产物多达数千种，至今仍有植物代谢产生的大量的化合物尚难以人工合成，也没有化工厂能将二氧化碳和水直接合成碳水化合物，更不要说成千上万种更加复杂的有机化合物。因此人们把绿色植物比作是“天然超级化工厂”。

光合作用制造的有机物不仅用于绿色植物本身的消耗，而且是异养生物的营养来源。当人类、动物以及非绿色植物从活的或死亡的绿色植物上摄取养料后，绿色植物体中的有机物被分解、利用，转化成异养生物体内的某种成分或参与构成其有机体的某个部分，同时将贮藏在有机物中的能量释放出来，用于推动异养生物生命活动的进行。自然界的物质总是处于不断的运动之中，植物在其中起着非常重要的作用。绿色植物如细菌、真菌、黏菌等具有矿化作用，把复杂的有机物分解成简单的无机物，再为绿色植物所利用。植物在自然界通过光合作用和矿化作用，即进行合成、分解的过程，使自然界物质循环往复、永无止境。

植物是人类赖以生存的物质基础，是发展国民经济的主要资源。粮、棉、油、菜、果直接来源于植物，肉类、毛皮、蚕丝、橡胶、造纸等也多依赖于植物提供原料，就是世界上为人类提供主要能源的煤炭、石油、天然气也是数千万年前被埋藏在地层中的动植物矿化而成的。此外，对于保护水土、改良土壤、绿化城市和庭园、保护环境、减少污染，植物的作用也影响深远。

植物在城市建设中有着重要的作用。这种作用集中表现在美化环境和保护环境两个方面。园林植物色彩变化丰富、姿态优美，和城市建筑相互映衬，不仅让它有美学的意义，还能使人们的神经系统得到调节，给人创造安静舒适的工作和休息环境。园林植物还能吸收二氧化碳和有毒气体、放出氧气、滞留粉尘、阻隔噪声、调节气候，很好地改善了生态环境，提高了人们的生活质量。

3. 植物与植物生理的研究内容、分科和发展趋势

植物学是研究植物的形态结构、生理机能、生长发育、遗传进化、分类系统以及生态分布等内容的生物学科。研究的目的在于全面了解植物、利用植物和保护植物，使植物更好地为人类的生活和生产服务。植物学在发展过程中形成了许多分支学科，通常分为植物分类学、植物形态学、植物生理学、植物遗传学和植物生态学。

植物分类学是研究植物类群的分类、鉴定和亲缘关系，从而建立植物进化系统和鉴别植物的科学。它是植物学中最基本的一门分支学科，也是进行植物资源调查的必要基础。

植物形态学是研究植物形态、结构及其在个体发育和系统发育中的建成过程和形成规律的一门学科。它又分为植物解剖学、植物细胞学和植物胚胎学等。

植物生理学是研究植物生命活动规律的一门学科。它用以指导科学施肥、灌溉、密植、植物生长发育调控、同化物质分配、贮藏保鲜和育种繁殖。不仅是农业科学的重要基础，同时与环境保护、航天、医药、食品工业、轻工业等方面关系密切。

植物遗传学是研究植物的遗传和变异以及人工选择理论与实践的科学。它不仅要研究基因、核酸、蛋白质彼此之间的关系，同时对保护种质资源、培育新品种、改良品质等方面有十分重要的指导作用。

植物生态学是研究植物及其周围环境相互关系的学科。随着科学的发展，它有四级研究水平，即植物个体生态学、植物种群生态学、植物群落生态学和生态系统学。植物生态学是

农业、林业及园林生产和环境保护的重要理论基础。

近几十年,植物科学的各个领域不断地与相邻学科如生物化学、遗传学、细胞生物学等相互渗透,一些传统学科间的界限越来越淡化,尤其是分子生物学的迅速崛起,对植物学的发展已产生重大影响,致使边缘学科和新的综合性研究领域层出不穷。可以预期,通过学科的渗透交叉和创新提高,植物科学将在探索植物生命的奥秘和发生发展的规律上获得巨大进步。

4. 植物与植物生理和农业科学的关系

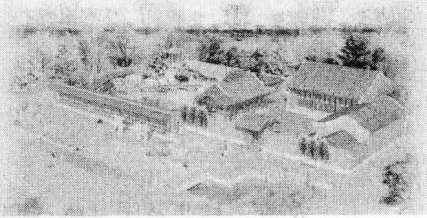
植物与植物生理和农业科学关系十分密切。植物学基础研究的重大突破,往往都会引起农业生产技术发生巨大变革。最显著的标志如植物矿质营养学说的创立为无机肥料的施用奠定了理论基础,由于化肥的大量施用使世界粮食产量急增,同时促进了肥料工业的大发展;自20世纪30年代开始,植物激素的陆续发现导致了植物生长调节剂和除草剂的普遍应用,给农业生产带来革命性的变革,也为农药工业的发展开辟了新天地;自20世纪50~60年代开始,在光合作用与产量关系的理论指导下,植物生理学家与育种学家相结合,开创了以培育矮秆、耐肥、抗倒、叶片直立、株型紧凑的水稻、小麦品种为主要内容的“绿色革命”,使稻麦产量获得了新的突破;20世纪50~60年代植物细胞全能性理论的确立,不但使人们掌握了如组织培养、细胞及原生质体培养等高效快速的植物无性繁殖新技术,而且为植物基因工程的开展和新种质的创造提供了先决条件。正在实施的我国超级杂交水稻基因组计划研究工作取得了显著的成就,科学家们已发现一些和稻米品质、光合作用等超高产因素相关的基因位点,为成功培育超级杂交水稻奠定了理论基础。

总之,农业生产发展的客观要求向植物与植物生理研究提出了一系列迫切需要解决的研究课题,为学科的发展注入了强大的生命力。只有能够不断地从农业生产中寻找问题、汲取营养,又以自己的研究成果去解决生产中的重大问题,不断强化它作为合理农业基础的作用,植物与植物生理学科就能够欣欣向荣地向前发展。

5. 学习本课程的目的与方法

植物及植物生理是园林及相关专业的一门重要的基础学科,它将为学习园林树木、园林花卉、园林植物栽培、园林植物保护以及园林规划设计等专业课程奠定必要的基础,是学好各门专业课的基础和出发点。因此,只有学好植物及植物生理的有关知识,才能更好地学习有关专业课程,才能认识植物、了解植物,进而掌握园林植物的生长发育规律,更好地控制、改造和利用植物,为园林事业和社会主义现代化城市服务。

植物与植物生理的学习方法主要有观察、比较和实验。正确地观察现象,提出问题、分析问题,巧妙地设计实验,采用适当、先进的实验手段精确地进行操作,对实验结果做出合理的解释,是从事植物与植物生理学习和研究所应有的素质。一方面要到生产第一线进行观察和调查研究,对植物的形态特征、生命活动有丰富的感性认识;另一方面要认真完成实验,借助实验仪器,掌握实验方法,验证所学知识,加深理解,探究未知领域。这样才能提高认识水平,做到理论联系实际,提高分析问题和解决问题的能力。



第1章 植物的细胞和组织

【本章提要】

人们对细胞的认识是从显微镜发明开始的，1665年英国人罗伯特·虎克用自制的显微镜发现并命名了细胞，这个名词一直沿用至今。细胞是生物体形态结构和生命活动的基本单位。细胞生命活动的物质基础是原生质。植物细胞经过生长和分化形成具有各种结构和功能的组织，它是植物体形成各器官的基础。本章主要介绍了植物细胞的结构功能、化学组成、繁殖方式以及植物组织的形成与主要类型。

1.1 植物细胞的基本结构

细胞在生物体当中的形状是多种多样的（图1-1）。由于单细胞植物体或分离的单个细胞一直处于游离状态，因此形状接近球形。在多细胞的植物体内，许多细胞都紧密地排列在一起，由于它们之间相互挤压，使细胞形状严重变形，多数细胞变成了不规则的多面体。除了这两种常见的形状之外，还有纺锤形和柱状体等形状。植物细胞是由原生质体和细胞壁组成的（图1-2）。

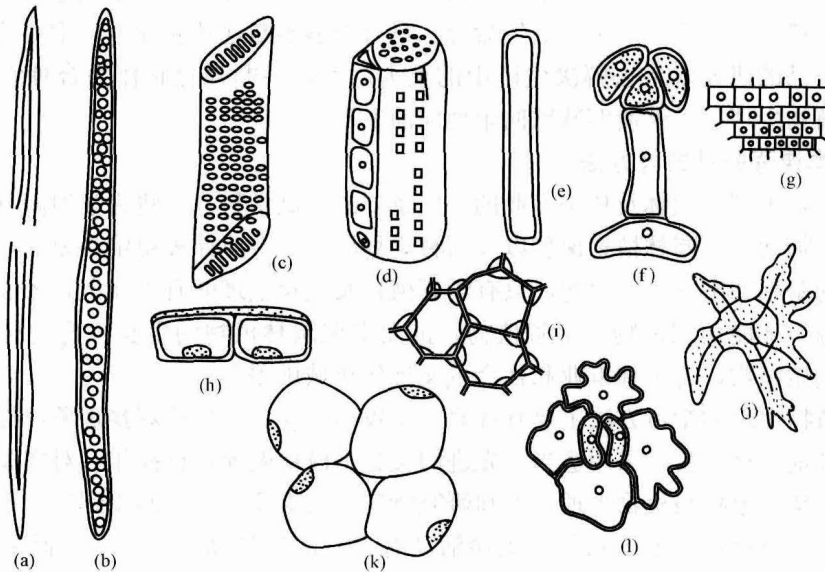


图 1-1 种子植物各种形状的体细胞

- (a) 纤维；(b) 管胞；(c) 导管分子；(d) 筛管分子和伴胞；(e) 木薄壁组织细胞；
- (f) 分泌毛；(g) 分生组织细胞；(h) 表皮细胞；(i) 厚角组织细胞；
- (j) 分枝状石细胞；(k) 薄壁组织细胞；(l) 表皮和保卫细胞

1.1.1 原生质体

细胞最重要的组成部分就是原生质体，它为生物细胞进行各种代谢活动提供主要场所。原生质体的构成成分为原生质。

原生质体可以明显地区分为细胞核和细胞质。细胞核成一个球状体，与细胞质有明显的分界。细胞质是原生质体除了细胞核以外的其余部分。

1. 细胞核

由于细胞内的遗传物质主要存在于细胞核内，因此，细胞核在细胞遗传中起到重要作用。细胞核还能通过控制蛋白质的合成对细胞的生理活动起着重要的调节作用。

植物中除细菌和蓝藻等最低等的类群外，所有的生活细胞都具有细胞核。通常一个细胞只有一个核，但有些细胞也可以是双核或多核的，这种细胞多见于菌藻植物和维管植物的少数细胞中。

细胞核的位置和形状随着细胞的生长而变化。细胞核外具有一层薄膜，与细胞质分界，称为核膜。膜内充满均匀透明的胶状物质，称为核质。其中有折光性强的球状小体，称为核仁。当细胞固定染色后，核质中被染成深色的部分，称为染色质，其余染色浅的部分称核液。

(1) 核膜。能控制核与细胞质间的物质交流，是物质进出细胞核的门户。目前通过电子显微镜观察到的核膜并不是一个单层薄膜，而是由内膜和外膜两层组成，其结构也不是完整的，上面有许多被称为核孔的小孔。这些小孔的开闭与细胞代谢的状态密切相关。研究表明，不仅一些小分子物质能够通过核膜，一些大分子物质，如 RNA 或核糖核蛋白体颗粒等，均能通过核孔自由出入细胞核。因此可见，细胞核并不是孤立存在的，它与细胞质有着密切的物质交换，这种交换功能能够调节细胞的代谢，具有十分重要的作用。

(2) 核仁。是细胞核内合成和贮藏 RNA 的重要场所。它的大小往往随细胞的代谢而发生变化。一般说来，像分生区这种代谢旺盛的细胞往往具有较大的核仁。

(3) 染色质。主要成分是 DNA 和蛋白质，它是细胞中遗传物质存在的主要形式。通常状况下染色质呈现交织成网状的细丝，当细胞有丝分裂进行的时候，这些染色质丝就转化成粗短的染色体。

2. 细胞质

在细胞核和细胞壁之间充满细胞质，它的外面有质膜包被着。质膜内透明的无结构物质称为基质。在基质内部包埋着一些具有一定形态和特定结构的小器官，这些微小结构被称为细胞器，包括质体、线粒体、内质网、高尔基体等。

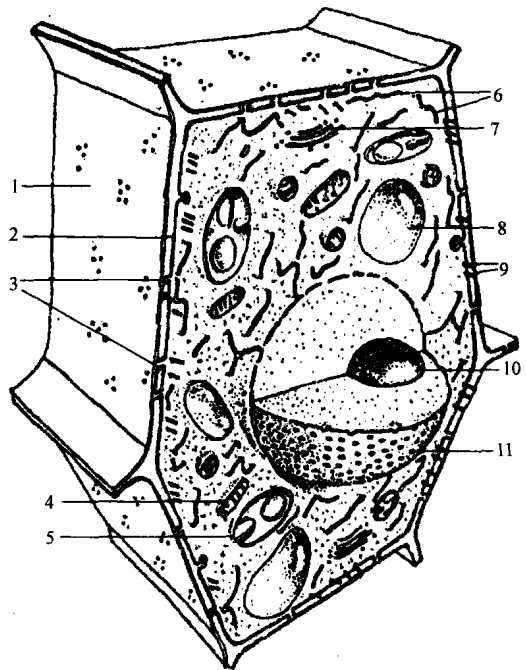


图 1-2 植物细胞的亚显微结构立体模式图

- 1—细胞壁；2—质膜；3—胞间连丝；4—线粒体；
5—前质体；6—内质网；7—高尔基体；
8—液泡；9—微管；10—核仁；
11—核膜

(1) 质膜。是包围在细胞质表面的一层薄膜，通常紧贴在细胞壁上不易观察到，如果使用高渗溶液处理使原生质体失水而收缩，则能与细胞壁发生分离，也就是通常所说的质壁分离。质膜的主要功能是控制细胞与外界环境的物质交换。

质膜具有明显的三层结构，两侧呈两个暗带，中间夹着一个明带。暗带的主要成分是蛋白质，明带的主要成分是类脂，这三层结构组成了一个单位的膜，称为单位膜。

(2) 细胞器。一般认为是散布在细胞之内具有一定结构和功能的微结构或微器官。细胞器表面包被的膜一般也是单位膜。根据单位膜的情况大致可以把细胞器分为双层单位膜结构的细胞器、单层单位膜结构的细胞器以及非膜结构的细胞器三种。

1) 双层单位膜结构的细胞器。这类细胞器具有内外两层单位膜，因此成为双层单位膜机构，包括质体和线粒体两类。

质体是一类与碳水化合物的合成与贮藏密切有关的细胞器，它是植物细胞所特有的结构。根据所含色素的不同，又将质体分为叶绿体、有色体（或称杂色体）和白色体三种类型（图 1-3）。

叶绿体（图 1-4）是植物进行光合作用的主要场所，所以只存在于植物的绿色细胞中。叶绿体含有叶绿素、叶黄素和胡萝卜素，其中叶绿素能直接参与光合作用，是主要的光合色素，而其他两种色素均不为绿色，也不能直接参与到光合作用当中，它们只能将植物吸收的光能传递给叶绿素，起到辅助光合作用的效果。

有色体只含胡萝卜素和叶黄素，不含叶绿素，多存在于植物的果实或花瓣当中。白色体不含色素，呈颗粒状存在，是淀粉和脂肪合成的中心。

线粒体（图 1-5）是细胞进行呼吸作用的场所，通过呼吸所释放的能量能够提供给各种代谢活动，因此，线粒体又被比喻成细胞的“动力工厂”。当细胞的代谢旺盛，需要的能量多时，线粒体数量就多；反之，代谢较弱的细胞，线粒体的数量就少。

2) 单层单位膜结构的细胞器。这类细胞器表面只有一层单位膜包被。内质网、高尔基体、溶酶体、微体和液泡都为这类细胞器。

内质网（图 1-6）与细胞内和细胞间的物质运输有关，它在细胞内及细胞间搭起了一个管道系统，用于物质的交换和运输。内质网有两种类型，一类膜的外侧有一些粗糙的小颗粒，称为糙面内质网，它主要与蛋白质（主要是酶）的合成有关；另一类在膜的外侧是光滑的，不具有颗粒存在，称为光滑型内质网，它主要合成和运输类脂和多糖。

高尔基体（图 1-7）与细胞的分泌功能相关。分泌物主要是多糖和多糖-蛋白质复合体，它们可以在高尔基体中合成，也可能来源于细胞的其他部分，在经过高尔基体的加工后运输到需要的地方。

溶酶体可以分解所有的生物大分子，原因是它内部含有各种不同的水解酶类。溶酶体在细胞内对贮藏物质的利用起重要作用，在细胞分化过程中对消除不必要的结构组成，以及在细胞衰老过程中破坏原生质体结构也都起到特定的作用。

微体的大小和形状与溶酶体相似，不同之处在于两者含有的酶类不同。

液泡被一层液泡膜包被着，内部充满了细胞液。由于液泡膜的选择透性，许多有机物和无机物都存在于液泡当中。具有一个大的中央液泡是成熟植物生活细胞的显著特征，也是植物细胞区别于动物细胞的显著特征之一。

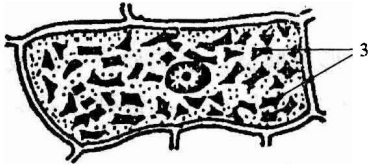
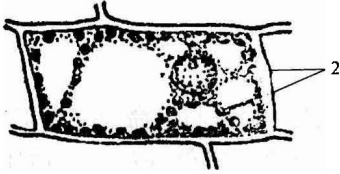
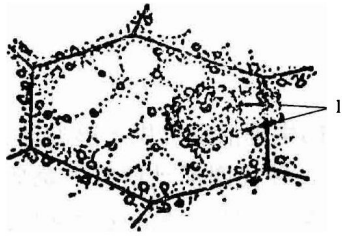


图 1-3 含有不同类型质体的细胞
1—白色体；2—叶绿体；3—有色体

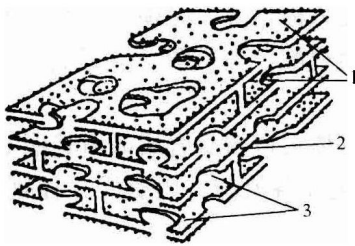


图 1-6 内质网立体结构图
1—膜；2—腔；3—核糖核蛋白体

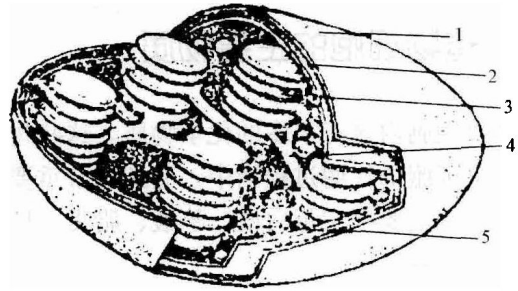


图 1-4 叶绿体立体结构图解
1—外膜；2—内膜；3—基粒；4—基粒间膜；5—基质

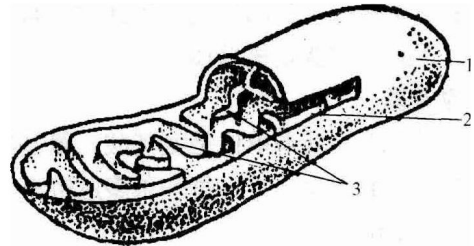


图 1-5 线粒体的立体结构图
1—外膜；2—内膜；3—嵴

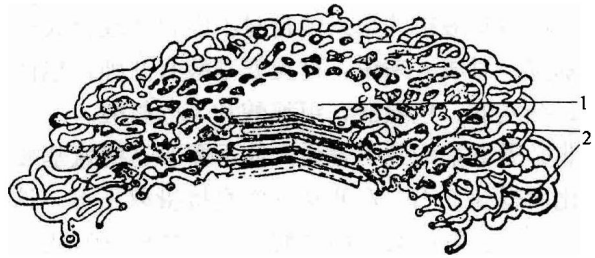


图 1-7 高尔基体的立体结构图
1—由膜围成的囊；2—小泡

1.1.2 细胞壁

细胞壁是植物细胞特有的结构，存在于植物细胞原生质体的外侧。细胞壁、液泡和质体一起构成了植物细胞与动物细胞相区别的三大特征结构。

细胞壁的主要功能有：①维持细胞形状，控制细胞生长。细胞壁增加了细胞的机械强度，并承受着内部原生质体由于液泡吸水而产生的膨压，从而使细胞具有一定的形状，这不仅具有保护原生质体的作用，而且维持了器官与植株的固有形态。②物质运输与信息传递。细胞壁允许离子、多糖等小分子和低分子量的蛋白质通过，而将大分子或微生物等阻于其外。③防御与抗性。细胞壁中一些寡糖片段能诱导植保素的形成，它们还对其他生理过程有调节作用。除此之外，细胞壁中的酶类广泛参与细胞壁高分子的合成、转移、水解、细胞外物质输送到细胞内以及防御作用等。

1.2 植物细胞的主要物质

植物细胞内含有很多的化学物质，这些物质能够给细胞的生理活动提供足够的动力，参与整个细胞的代谢过程当中，起到非常重要的作用。由于各种代谢活动所需的物质不同，植物细胞内主要存在蛋白质、核酸、脂类、糖类及各种酶，通过这些物质的转化和代谢来提供细胞的营养。

1.2.1 蛋白质

蛋白质是生命的物质基础，没有蛋白质就没有生命。因此，它是与生命及各种形式的生命活动紧密联系在一起的物质。机体中的每一个细胞和所有重要组成部分都有蛋白质参与。产生蛋白质的细胞器是核糖体。

1. 氨基酸

组成蛋白质的基本单位是氨基酸，氨基酸通过脱水缩合形成肽链。蛋白质由一条或多条多肽链组成的生物大分子，每一条多肽链有 20 至数百个氨基酸残基不等，各种氨基酸残基按一定的顺序排列。

食物中的蛋白质必须经过肠胃道消化，分解成氨基酸才能被人体吸收利用，人体对蛋白质的需要实际就是对氨基酸的需要。吸收后的氨基酸只有在数量和种类上都能满足人体需要，身体才能利用它们合成自身的蛋白质。氨基酸可分为必需氨基酸和非必需氨基酸两类。

必需氨基酸指的是人体自身不能合成或合成速度不能满足人体需要，必须从食物中摄取的氨基酸。对成人来说，这类氨基酸有 9 种，包括赖氨酸、蛋氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、苏氨酸、缬氨酸、色氨酸、组氨酸和苯丙氨酸。

非必需氨基酸并不是说人体不需要这些氨基酸，而是说人体可以自身合成或由其他氨基酸转化而得到，不一定非从食物直接摄取不可。这类氨基酸包括谷氨酸、丙氨酸、甘氨酸、天门冬氨酸、胱氨酸、脯氨酸、丝氨酸和酪氨酸等。

2. 蛋白质的结构

蛋白质的生物活性不仅决定于蛋白质分子的一级结构，而且与其特定的空间结构密切相关。

蛋白质一级结构（图 1-8）：指蛋白质中共价连接的氨基酸残基的排列顺序。

蛋白质二级结构：在蛋白质分子中的局部区域内氨基酸残基的有规则的排列。常见的有二级结构有 α -螺旋和 β -折叠。二级结构是通过骨架上的羰基和酰胺基团之间形成的氢键维持的。

蛋白质三级结构：蛋白质分子处于它的天然折叠状态的三维构象。三级结构是在二级结构的基础上进一步盘绕、折叠形成的。三级结构主要是靠氨基酸侧链之间的疏水相互作用、氢键、范德华力和盐键（离子键）维持的。此外共价二硫键在稳定某些蛋白质的构象方面也起着重要作用。

蛋白质四级结构：多亚基蛋白质的三维结构。实际上是具有三级结构多肽（亚基）以适当方式聚合所呈现的三维结构。

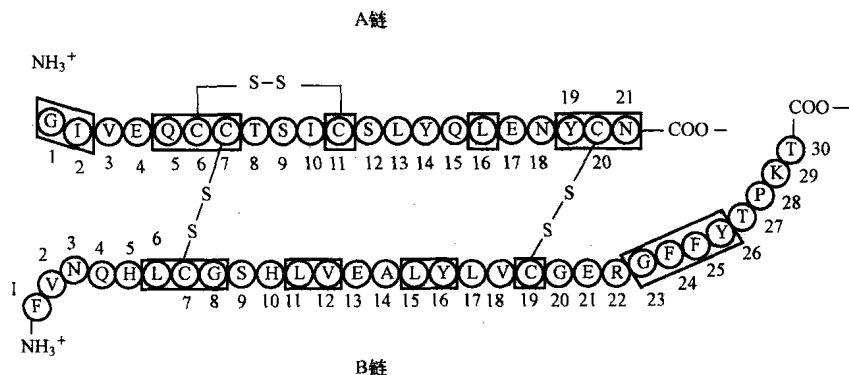


图 1-8 胰岛素的一级结构

3. 蛋白质的作用

蛋白质在细胞和生物体的生命活动过程中，起着十分重要的作用。生物的结构和性状都与蛋白质有关。蛋白质还参与基因表达的调节，以及细胞中氧化还原、电子传递、神经传递等多种生命活动过程。在细胞和生物体内各种生物化学反应中起催化作用的酶主要也是蛋白质。

1.2.2 核酸

核酸是由许多核苷酸聚合而成的生物大分子化合物，为生命的最基本物质之一。核酸最早是由米歇尔于 1868 年在脓细胞中发现和分离出来的。核酸广泛存在于所有动物、植物细胞和微生物内，生物体内核酸常与蛋白质结合形成核蛋白。不同的核酸，其化学组成、核苷酸排列顺序等不同。根据化学组成不同，核酸可分为核糖核酸（简称 RNA）和脱氧核糖核酸（简称 DNA）。

单个核苷酸是由含氮有机碱（称碱基）、戊糖（即五碳糖）和磷酸三部分构成的。构成核苷酸的碱基分为嘌呤和嘧啶二类。前者主要指腺嘌呤（A）和鸟嘌呤（G），DNA 和 RNA 中均含有这两种碱基。后者主要指胞嘧啶（C）、胸腺嘧啶（T）和尿嘧啶（U），胞嘧啶存在于 DNA 和 RNA 中，胸腺嘧啶只存在于 DNA 中，尿嘧啶则只存在于 RNA 中。

核酸中有两种戊糖。DNA 中为 D-2-脱氧核糖，RNA 中则为 D-核糖。在核苷酸中，为了与碱基中的碳原子编号相区别，核糖或脱氧核糖中碳原子标以 C-1'、C-2' 等。脱氧核糖与核糖两者的差别只在于脱氧核糖中与 2' 位碳原子连接的不是羟基而是氢，这一差别使 DNA 在化学上比 RNA 稳定得多。

DNA 是储存、复制和传递遗传信息的主要物质基础，RNA 在蛋白质合成过程中起着重要作用，其中转移核糖核酸，简称 tRNA，起着携带和转移活化氨基酸的作用；信使核糖核酸，简称 mRNA，是合成蛋白质的模板；核糖体的核糖核酸，简称 rRNA，是细胞合成蛋白质的主要场所。核酸不仅是基本的遗传物质，而且在蛋白质的生物合成上也占重要位置，因而在生长、遗传、变异等一系列重大生命现象中起决定性的作用。

1.2.3 脂类

脂类又称脂质，是脂肪及类脂的总称。这是一类不溶于水而易溶于脂肪溶剂（醇、醚、

氯仿、苯等)的非极性有机溶剂,能为机体利用的重要有机化合物。脂质包括的范围广泛,其分类方法亦有多种。通常根据脂质的主要组成成分分为:简单脂质、复合脂质、衍生脂质、不皂化脂类。不同脂质的化学成分和化学结构各异,有由碳、氢和氧组成的简单链状分子,也有具有多种成分的复杂支链结构和环状结构。

简单脂质,即脂肪酸与各种不同的醇类形成的酯,包括酰基甘油酯和蜡。复合脂质,即含有其他化学基团的脂肪酸酯,包括磷脂、糖脂和其衍生物。不皂化的脂质,即不含脂肪酸的脂质,包括类萜、类固醇等。

除上述脂质外,还有脂蛋白和脂多糖等杂合分子。脂质具有各种不同的生物功能。脂肪酸是生物体的重要能源,它以三酰甘油(脂肪)的形式贮存能量,也是许多结构脂质的构件。磷脂、少量糖脂和胆固醇是生物膜的重要结构成分。糖脂作为细胞表面物质与细胞表面识别、种特异性和组织免疫有密切关系。另外有两类重要的不皂化脂质(不含结合的脂肪酸,不能被碱所皂化,即水解的物质):类萜和类固醇,它们分别具有激素、维生素、辅酶等多种生物功能。

1.2.4 糖类

主要由碳、氢、氧三种元素构成。生物体内的糖类化合物,按其组成为单糖、寡糖和多糖。单糖是多羟醛或多羟酮及它们的环状半缩醛或衍生物。多糖则是单糖缩合的多聚物。

单糖是糖类中结构最简单的一类,分子中含有许多亲水基团,易溶于水,不溶于乙醚、丙酮等有机溶剂。简单的单糖一般是含有3~7个碳原子的多羟基醛或多羟基酮,其组成元素是C、H、O、葡萄糖、果糖、半乳糖等。葡萄糖是生命活动的主要能源物质,核糖是RNA的组成物质,脱氧核糖是DNA的组成物质。

寡糖(低聚糖)是由2~9个单糖分子聚合而成。水解后可生成单糖。

二糖是由两分子单糖脱水而成的糖苷,苷元是另一分子的单糖,二糖水解后生成两分子的单糖,如乳糖、蔗糖、麦芽糖。蔗糖和麦芽糖水解成单糖供能。

三糖水解后生成三分子的单糖,如棉子糖。

多聚糖是由10个以上单糖分子聚合而成的,经水解后可生成多个单糖或低聚糖,根据水解后生成单糖的组成是否相同,可以分为下述两种类型。

(1)同聚多糖。是由一种单糖组成,水解后生成同种单糖。如阿拉伯胶、糖元、淀粉、纤维素等。淀粉是储蓄物质,纤维素能组成细胞壁,糖元是储能物质。

(2)杂聚多糖。由多种单糖组成,水解后生成不同种类的单糖。如粘多糖、半纤维素等。

1.2.5 酶

酶是由活细胞产生的具有催化功能的蛋白质,它是最主要的生物催化剂。酶所催化的化学反应称为酶促反应。在酶促反应中被酶催化的物质叫底物;经酶催化所产生的物质叫产物;酶所具有的催化能力称为酶的“活性”,如果酶丧失催化能力称为酶失活。

1. 酶的催化作用特点

酶既有与一般催化剂相同的催化性质,又有一般催化剂所没有的生物大分子的特征。酶与一般催化剂一样,只能催化热力学允许的化学反应,缩短达到化学平衡的时间,而不改变

平衡点。酶作为催化剂在化学反应的前后没有质和量的改变，微量的酶就能发挥较大的催化作用。因为酶是蛋白质，所以又具有其独特的催化特点。

(1) 高度的催化效率。酶的催化效率比无催化剂的自发反应速度快 108~1020 倍，比一般催化剂的催化效率高 107~1013 倍。这种高度加速的酶促反应机制，主要是因为大幅度降低了反应的活化能。

(2) 高度的特异性。酶对其所催化的底物和催化的反应具有较严格的选择性，常将这种选择性称为酶的特异性或专一性。根据酶对底物选择的严格程度不同，酶的特异性通常分为以下三种。

1) 绝对特异性：有的酶只能催化一种底物发生一定的反应，称为绝对特异性。如脲酶只能催化尿素水解成 NH_3 和 CO_2 ，而不能催化甲基尿素水解。

2) 相对特异性：一种酶可作用于一类化合物或一种化学键，这种不太严格的选择性称为相对特异性。如脂肪酶不仅水解脂肪，也能水解简单的酯类。

3) 立体异构特异性：酶对底物的立体构型的特异要求，称为立体异构特异性。如 L-乳酸脱氢酶的底物只能是 L 型乳酸，而不能是 D 型乳酸。

(3) 酶活性的可调节性。物质代谢在正常情况下处于错综复杂、有条不紊的动态平衡中。酶活性的调节作用是维持这种平衡的重要环节。通过各种调控方式，例如，酶的生物合成的诱导和阻遏、酶的化学修饰、酶的变构调节以及神经体液因素的调节等，改变酶的催化活性，以适应生理功能的需要，促进体内物质代谢的协调统一，保证生命活动的正常进行。

(4) 酶活性的不稳定性。酶是蛋白质，酶促反应要求一定的 pH、温度等条件，强酸、强碱、有机溶剂、重金属盐、高温、紫外线、剧烈振荡等任何使蛋白质变性的理化因素都可使酶变性而失去其催化活性。

2. 辅酶和辅基

根据酶的化学组成成分不同，可将其分为单纯酶和结合酶两类。单纯酶的基本组成单位仅为氨基酸，通常只有一条多肽链，它的催化活性仅仅决定于它的蛋白质结构。如淀粉酶、脂肪酶、蛋白酶等均属于单纯酶。

结合酶由蛋白质部分和非蛋白质部分组成，前者称为酶蛋白，后者称为辅助因子。酶蛋白与辅助因子结合形成的复合物称为全酶。只有全酶才有催化作用。酶蛋白在酶促反应中起着决定反应特异性的作用，辅助因子则决定反应的类型，参与电子、原子、基团的传递。

辅助因子的化学本质是金属离子或小分子有机化合物，按其于酶蛋白结合的紧密程度不同可分为辅酶与辅基。辅酶、辅基在酶促反应中起着非常重要的作用，B 族维生素是合成辅酶或辅基的基本原料，以下介绍植物生理反应中较为常见的辅酶和辅基。

(1) 辅酶 I 和辅酶 II： NAD^+ 、 NADP^+ 。 NAD^+ （尼克酰胺腺嘌呤二核苷酸）和 NADP^+ （尼克酰胺腺嘌呤二核苷酸磷酸）是生化反应中重要的电子和氢传递体，因此它们参与的是氧化还原反应（图 1-9）。

NAD^+ 和 NADP^+ 是各种不需氧脱氢酶的辅酶，可以接受底物分子上提供的氢负离子 (H^-) 而还原为 NADH 和 NADPH 。底物分子脱氢时，一次脱下一对氢 ($2\text{H}^{++} 2\text{e}^-$)， NAD^+ 或 NADP^+ 接受 1 个 H^+ 和 2 个 e^- ，另一个 H^+ 游离存在于溶液中。