

ZHIWU SHENGTAI LEIQUN YU ZHONGZHI
ZIYUAN DUOYANGXING YANJIU

植物生态类群与种质 资源多样性研究

常会庆 段春燕 编著



陕西出版集团
陕西人民出版社

植物生态类群与种质资源多样性研究

常会庆 段春燕 编著

陕西出版集团
陕西人民出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

植物生态类群与种质资源多样性研究 / 常会庆, 段春燕
编著. —西安: 陕西人民出版社, 2009

ISBN 978-7-224-09104-5

I. ①植… II. ①常… ②段… III. ①植物群落—植
物生态学—研究 ②植物—生物多样性—研究 IV. ①Q948

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 177858 号

植物生态类群与种质资源多样性研究

作 者 常会庆 段春燕

出版发行 陕西出版集团 陕西人民出版社
(西安北大街 147 号 邮编: 710003)

印 刷 西安市建明工贸有限责任公司

开 本 787mm×1092mm 16 开 21.25 印张

字 数 688 千字

版 次 2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-224-09104-5

定 价 30.00 元

编 委 会

主 编	河南科技大学农学院	常会庆
	河南科技大学农学院	段春燕
副主编	河南科技大学林学院	郭大龙
	河南科技大学林学院	李雪萍
	广西大学林学院	李在留
参 编	洛阳市环境监测站	段国禄
	河南科技大学农学院	宋 鹏
	河南农业大学林园学院	胡建斌
	河南科技大学农学院	石兆勇
	河南科技大学农学院	王世华
	河南科技大学农学院	刘玉华
	河南科技大学农学院	贾小平
	河南科技大学农学院	赵 威
	河南科技大学农学院	马占强
	河南科技大学农学院	戴攀峰

前 言

《植物生态类群与种质资源多样性研究》是作者在教学与科研以及实践中，经过较长时间经验积累，参考一些文献资料和其他资料，编著的一部较系统地总结植物结构与生长、植物生态类群与环境 and 植物种质多样性的著作。全书包括三部分：第一部分包括植物结构与生长、植物的生态类群与环境和部分研究方法；第二部分为植物种质多样性研究，包括植物分类的专业术语、植物的不同类群及其特征和部分研究方法以及常见北方园林植物种质多样性和常见花卉植物种质多样性；第三部分为附录。本书内容涉及植物学、植物生物学、植物生理学、遗传学、生态学等多个学科，可供植物学、植物生物学、农、林、牧、医药、环保等科研工作者学习参考使用。本书的图版、插图一部分引用或参考《中国高等植物图鉴》和书中所列的参考文献。

本书由河南科技大学农学院常会庆博士和河南科技大学农学院段春燕老师主编，河南科技大学林学院郭大龙博士和河南科技大学林学院李雪萍博士以及广西大学林学院李在留博士副主编，洛阳市环境监测站段国禄、河南科技大学农学院宋鹏博士、河南农业大学林园学院胡建斌博士、河南科技大学农学院石兆勇博士、河南科技大学农学院王世华博士、河南科技大学农学院刘玉华博士、河南科技大学农学院贾小平博士、河南科技大学农学院赵威博士、河南科技大学农学院马占强老师和河南科技大学农学院戴攀峰老师参与编写。

具体编写章节分工如下，本书第一部分：常会庆、戴攀峰、段春燕、刘玉华、赵威、胡建斌和郭大龙；第二部分：胡建斌、宋鹏、刘玉华、李雪萍、李在留、石兆勇、王世华、贾小平、马占强、段国禄；第三部分：段春燕、戴攀峰。其中，常会庆博士编写 5.5 万字，段春燕老师编写 5.1 万字，郭大龙博士编写 5.3 万字，李雪萍博士编写 5.6 万字，李在留博士编写 5.3 万字，刘玉华博士编写 5.3 万字，段国禄编写 5.0 万字，胡建斌编写 5.2 万字，石兆勇博士编写 5.4 万字，王世华博士编写 5.3 万字，贾小平博士编写 5.5 万字，马占强老师编写 5.3 万字，戴攀峰老师编写 2.2 万字。

本书在编写和出版过程中得到了广大同仁的大力支持协助，在此表示诚恳的谢意。

由于时间较仓促，编者水平有限，书中难免有不足之处，恳请读者及专家指正。

编者

2009 年 6 月

目 录

第一部分 植物生态类群

一、植物结构与生长	(3)
(一) 植物细胞与组织	(3)
(二) 植物体的形态结构和发育	(11)
(三) 植物的水分代谢与矿质营养	(20)
(四) 花药与胚珠的发育及配子体的形成	(24)
(五) 植物体的光合作用	(30)
二、植物的生态类群与环境	(31)
(一) 森林植物生态类群	(31)
(二) 荒漠植物生态类群	(47)
(三) 盐碱植物生态类群	(49)
(四) 城市园林植物生态类群	(65)
三、部分研究方法	(67)
(一) 显微镜的构造和使用方法	(67)
(二) 植物细胞的基本结构及质体等观察	(69)
(三) 植物组织和有丝分裂观察	(71)
(四) 根尖分区和根的结构	(74)
(五) 茎、叶的形态和结构	(75)
(六) 花药和子房的结构及胚的发育	(78)
(七) 低等植物的观察	(80)
(八) 高等植物的观察	(82)
(九) 观察洋葱表皮细胞 掌握显微量尺的使用	(85)
(十) 植物组织一般制片技术	(87)
(十一) 植物组织石蜡切片的制作	(91)
(十二) 电镜制样技术	(97)
(十三) 裸子植物孢子叶球的形态与解剖观察	(100)

第二部分 植物种质多样性研究

一、植物分类的专业术语	(105)
(一) 根	(105)
(二) 茎	(105)
(三) 叶	(108)
(四) 花和花序	(115)
(五) 果实	(120)
(六) 一些被子植物科所具有的形态术语	(122)
(七) 苔藓植物的常用形态术语	(124)
(八) 蕨类植物的常用形态术语	(124)
二、植物的不同类群及其特征	(125)
(一) 藻类植物	(125)
(二) 苔藓植物	(129)
(三) 蕨类植物	(130)

(四) 裸子植物	(131)
(五) 被子植物	(132)
(六) 菌类植物	(145)
三、部分研究方法	(148)
实验一 大学校园生态系统调查	(148)
实验二 居住区环境调查	(150)
实验三 城市植被生态效应的调查	(152)
实验四 城市树种多样性的调查	(154)
四、常见北方园林植物种质多样性	(156)
(一) 蕨类植物门	(156)
(二) 裸子植物门	(156)
(三) 被子植物门	(162)
五、常见花卉植物种质多样性	(254)

第三部分 附录

附录一 植物界分类检索表及蕨类、种子植物分科检索表	(285)
(一) 植物界分类检索表	(285)
(二) 蕨类植物分科检索表	(285)
(三) 种子植物分科检索表	(288)
附录二 显微镜的有关术语和光学显微镜及数码显微镜的简介	(312)
(一) 显微镜有关术语	(312)
(二) 光学显微镜	(318)
(三) 数码显微镜	(321)
附录三 植物分类拉丁科名顺序和中文目录	(321)
(一) 植物分类拉丁科名顺序	(321)
(二) 植物分类中文目录	(325)
主要参考文献	(331)

第一部分 植物生态类群

一、植物结构与生长

（一）植物细胞与组织

1. 植物细胞

众所周知，动植物有机体都是由许多细胞构成，各细胞间既有分工，又互相联系，共同完成生长发育等一系列生命活动。因此，细胞是生物体形态结构和生命活动的基本单位。

细胞是生物结构的基本单位，但不是唯一和最小的生命单位。如使动植物致死的病毒、类病毒、噬菌体等不具细胞结构，是目前已知最小的生命单位（仅一团核酸，外以蛋白质外壳），同样具有遗传、变异、代谢、繁殖等生命特征。因此，细胞只是生命或生活物质在发展过程中存在的形式之一。

细胞分原核细胞和真核细胞两大类。如下学期所讲的细菌、蓝藻等，是没有典型的细胞核细胞器分化的细胞，是一类原始细胞。由原核细胞构成的生物称原核生物。真核细胞具有典型的核膜包被的细胞核，细胞质中分化出了以膜为基础的多种细胞器。由真核细胞构成的生物称真核生物。高等植物和绝大多数低等植物均由真核细胞构成。真核细胞与动物细胞相异点为：植物细胞具有细胞壁和质体。

细胞发展距今已有 300 多年的历史。它是和显微镜的发明和显微镜技术的改进分不开的。1665 年，英国物理学家（虎克）用他的自制显微镜观察“软木”，第一次看到了细胞。虽然他看到的只是植物的死细胞的细胞壁，但从此打开了人类探索微观世界的大门。其后许多学者在细胞研究上做了不少工作。如 1831 年，英国布朗发现了细胞核，1832 年法国学者瓦伦丁发现了核仁……但真正创立“细胞学说”的是 1838—1839 年德国植物学家施莱登和动物学家施旺。他们分别从植物和动物方面研究指出了植物有机体均由细胞构成，从理论上确定了“细胞”在生物界的位置，揭开了动植物起源、结构和成长的秘密，推动了生物科学的发展。

1.1 细胞学研究的发展：显微结构——超微结构——分子水平。近百年来，由于现代科学技术的发展，细胞学发展很快，各种类型显微镜层出不穷：如荧光显微镜、相差显微镜、微分干涉显微镜，微分干涉显微镜特别是 20 世纪 30 年代电子显微镜的出现，突破了光学显微镜的局限性，使细胞学的研究水平由显微镜结构进入超微（亚显微）的结构水平。

1.1.1 显微结构：在光学显微镜下看到的细胞结构（有效放大倍数在 1500—1600 倍以下，分辨率在 0.2 微米以上）。

1.1.2 超微结构：在电子显微镜下就能看到细胞结构（有效放大倍数超过 100 万倍，分辨率在 0.2 微米以下，最小的可达 1Å 埃）。这里微米是显微结构的计量单位，Å 为超显微结构的计量单位（细胞器、分子、原子） $1\mu\text{m}=10000\text{Å}=1/1000\text{mm}=1000\text{nm}$

观察细胞超微结构的电镜分：

透射电镜（Transmission Electric Microscope, TEM）：制超薄切片——超薄结构。

扫描电镜（Scan Electric Microscope, SEM）：器官、组织、花粉材料断石立体结构。

分析电镜：上加分析附件定性定量定位分析一至亿万元素。

此外，各学科的相互渗透，其他现代技术如 X 光衍射、放射性技术、细胞分级离心、细胞注射、细胞培养、核磁共振等技术的应用，使细胞学进入分子细胞水平。目前细胞学已逐渐发展成从显微水平、超显微水平和分子水平三个层次上探讨细胞生命活动的学科。

植物真核细胞形态多种多样，由圆形、球形、多石体型、长筒形、纺锤形、长柱形灯，其大小差异也很大，一般直径在 10—100 μ 之间，最长的纤维可达 550mm，各类细胞的形态结构大小差别主要取决于：细胞的遗传性，细胞所处环境，不同细胞所负担的生理功能。

真核细胞的生理结构由细胞壁（cell wall）和原生质体（protoplast）两大部分组成。细胞壁属植物

特有的包被在原生质体外围起保护、支持、吸收、分泌、蒸腾等作用的壁层。原生质体是指一个细胞内由原生质组成的各种结构，包括细胞质（质膜、胞基质和细胞器等）和细胞核。此外，成熟细胞的细胞质中还有一些细胞代谢产物——后含物。

1.2 原生质 (protoplasm)：是构成细胞的生活物质。一切有机体的细胞都是由原生质构成的，它是个广泛抽象的物质概念，原生质的化学组成包括无机物和有机物两大部分。无机物包括水和无机盐；有机物包括蛋白质、核酸、脂类、糖类。原生质物理特性是具有一定的弹性和黏性的半透明的不均匀的亲水胶体，比重略大于水。原生质的生理特性是能进行同化（合成）和异化（分解）作用，这两方面共同构成原生质的新陈代谢。它是整个有机代谢的基础。

植物细胞的表面结构位于器官表面或近表面与周围其他细胞或环境相互接触作用，对原生质体的保护，物质出入细胞、接受和传递、刺激细胞相互识别等方面起重要的作用。

1.3 细胞壁 (cell wall)：是植物细胞特有的，包被在原生质体外围起保护、支持物质运输、细胞的生长、细胞的识别、吸收分泌、蒸腾、信息传递等作用的壁层。

发生来源：是原生质体生活中所形成的多种壁物质加在质膜外围形成的。是由非生活物质构成的固体结构（一般讲）。

显微结构：由于原生质体生活中所形成的壁物质在种类、数目、比例及物理组成上的差异，使细胞壁出现分层现象。

不是所有的细胞均具有次生壁（一般细胞只有胞间层和初生壁），凡细胞分化成熟后原生质体死亡消灭的细胞，分化时才产生次生壁。如导管、管胞、石细胞、纤维细胞。强酸、强碱、果胶酶、纤维素酶的作用会使胞间层、初生壁分离或分解。如沤麻（微生物产生果胶酶），西瓜、番茄、苹果熟过，变面变软。即胞间层分离。

所以，在研究工作中，可利用纤维素酶、果胶酶溶解细胞壁，形成裸原生质体，进行体细胞杂交。食品工业上，利用酶分解纤维素壁为葡萄糖。

电镜下可见构成细胞壁的物质分为构架物质和衬质两种。

1.3.1 构架物质——纤维素

无论初生壁、次生壁都是以纤维素为构架（基本框架、骨干，相当于水泥构造中的钢筋），它是由纤维素分子组成。一个纤维素分子是由许多葡萄糖分子聚合而成的长链，许多葡萄糖分子链并列一起形成微纤维，许多微纤维合并为大纤维，构成细胞壁的框架。

1.3.2 衬质——半纤维素、果胶质、细胞壁蛋白、水等

衬质是填充于构架内的无定形物质，相当于混凝土——辅助加固。半纤维素是不溶于水而溶于弱碱液的多糖多聚体（木、葡聚糖）。果胶质又称果胶多糖（多糖类）。

在初生壁中，纤维素成分少，衬质多；次生壁中纤维素多，衬质少。

1.3.3 细胞壁的生长方式

a. 填充方式：在生长激素等物质的作用下，微纤维网随细胞的增大而扩张，面积得以扩张，空隙由新壁物质组成。

b. 附加生长：新壁物质成层附加于内表面（像石灰刷墙）增加壁的厚度（因细胞停止生长）。

细胞壁的特化：植物细胞在生长分化过程中，原生质体还能合成分泌一些特殊物质覆盖在细胞壁外表（复饰物质）或渗入细胞壁内（内镶物质），使细胞壁的性质发生变化（特化）以适应一定的生理功能。

1.3.4 细胞壁的特化主要有以下四种：

木化：木质素渗入细胞壁构架中的过程。木质素是一种酚类化合物，木栓的细胞壁坚硬抗压。如导管、管胞、木纤维、石细胞的壁。

栓化：木栓质渗入细胞壁内或外表的过程。栓化细胞壁不透水、不透气，细胞死亡，增强保护作用。如老根老茎外表的木栓层。

角化：角质覆盖细胞壁外表形成角质膜的过程。角化后不透水、不透气，但透光，增强保护作用。如叶、幼茎表皮上的角质层。

矿化：矿物质（ SiO_2 ， CaCO_3 ， MgCO_3 等）渗入到细胞壁内引起的变化。矿化的细胞壁坚硬粗糙，

增强茎叶支持力和抗病虫害能力。如禾本科植物茎叶中硅质小体。

1.4 细胞膜 (cell membrane) 又称质膜 (plasmalemma): 是位于细胞壁内, 包围在细胞质外方的一层膜。广义的细胞膜包括质膜 (外周膜) 和细胞器周围的膜 (内膜系统)。外方质膜和内膜系统又统称为生物膜。

电镜下生物膜的横剖面为两层暗带中间夹一层明带。明带为脂类双分子层, 两层暗带为蛋白质层, 这样的结构合称“单位膜” (unit membrane), 其厚度为 7—10nm, 在光学显微镜下看不到质膜。生物膜的脂类双分子层是膜的“构架”, 可像油般流动。蛋白质分子镶嵌在膜的内侧表面或嵌入其中, 有的横跨整个脂类双分子层。镶在脂类双分子层的称外在蛋白或周边蛋白, 嵌入膜内或横跨全膜内外表面的称内在蛋白。膜的内外蛋白分子是不对称的, 脂类双分子层的脂类也是不对称的。

质膜的生理: ①具有选择通透性, 控制物质交换。②起屏障作用, 维持稳定的胞内环境。③接受和传递信息。④参与细胞的识别, 抵御病菌感染等。

1.5 纹孔和胞间连丝 (细胞间的联络结构): 多细胞植物体中表面结构细胞壁和质膜将各细胞隔开, 使各类细胞具有一定的形态和分工。但植物细胞、组织和器官又是怎样有机的联系起来形成一个统一整体呢? 这主要由细胞间的联络结构——纹孔和胞间连丝来实现 (二者是细胞壁上的附属物)。

1.5.1 纹孔 (pit) 生长细胞的纤维素细胞壁 (包括初生、次生壁) 并非完善包围在原生质体外围, 而是有许多不加厚的部分出现。初生壁的厚度往往是不均匀的, 往往有许多凹陷区域 (此区域微纤丝较疏松)。初生纹孔场 (primary pit field) ——初生壁不均匀加厚形成的凹陷区域。

纹孔——细胞形成次生壁时, 在一些位置上 (往往在原初生纹孔场处) 不沉积壁物质而形成的小孔。即纹孔 (pit)。相邻细胞的纹孔常成对存在, 成为纹孔对。成对纹孔间由胞间层和两边的初生壁组成的纹孔膜 (pit membrane) 隔开。

1.5.2 纹孔类型:

单纹孔 (simple pit): 次生壁上留下的圆形小孔。

具缘纹孔 (bordered pit): 纹孔腔底大口小近似圆锥形, 纹孔周围向中央隆起形成纹孔缘。裸子植物纹孔膜中央还有圆形增厚部分——纹孔塞。

1.5.3 胞间连丝 (plasmodesma) 贯穿两相邻细胞间纹孔膜的管状结构, 是细胞间物质和信息交流的直接通道。胞间连丝往往穿过初生纹孔场的凹陷区域与相邻细胞原生质体相连。具有在胞间运输物质、传递信息和刺激等功能。

胞间连丝的超微结构: 周围由质膜包围, 两端有较窄的颈区, 相邻细胞内质网在纹孔中部相连为链管, 质膜与链管之间为细胞质通道。

纹孔和胞间连丝这个细胞间联络结构的存在, 使多数细胞植物在结构和生理活动上形成了统一整体, 使各种生命活动有条不紊的进行。

1.6 细胞质 (cytoplasm): 真核细胞膜以内, 细胞核以外的原生质称细胞质。

1.7 胞基质 (cytoplasmic matrix): 细胞质中除去细胞器的半透质。即将细胞质经高速离心沉淀, 分离出大小不同结构 (细胞器) 之后剩下的上清液部分。内含复杂成分, 是细胞生命活动不可或缺的部分。细胞内胞基质能做定向流动——称胞质环流。胞质环流对细胞内和细胞间物质交换和运输起重要作用

1.8 细胞器 (organelles): 细胞质内具有一定形态、结构和功能的亚细胞结构。有双层膜、单层膜包被的细胞器和非膜结构的共 9 种。

1.8.1 质体 (plastid): 真核植物细胞所特有的细胞器。

来源: 起初又尚未分化完善的质体——前质体 (性状不规则, 内有少量片层和基质) 生长分化而来, 成为成熟质体。

功能: 11 类合成或积累同化产物的细胞器。据所含色素和功能不同分叶绿体、有色体和白色体三种。

叶绿体的超微结构中片层结构基本组成单位, 是由单层膜围成的扁囊。叶绿素 (a、b) 和类胡萝卜素都分布在内囊体膜上, 叶绿素能吸收光能, 是光合主要场所。其他色素为辅助色素, 吸收光谱与叶绿素不同。秋天, 叶绿素 (a、b) 分解大于合成, 类胡萝卜素显现, 呈现“霜叶红于二月花”的景象。上述几种质体在一定条件下, 可相互转化。

前质体——幼嫩叶绿体——叶绿体——有色体

前质体——白色体——有色体

前质体——白色体——叶绿体

有色体、白色体超微结构与叶绿体相似，只是片层结构不发达。

1.8.2 线粒体 (mitochondrion) 是一切真核细胞普遍含有的细胞器。形状：球状或杆状，长 2—3 微米，直径 0.5—1 微米，活体染料 (janus green) 染色后在光镜下也可看到。比质体小。

超微结构：外膜和内膜都被双层膜包被。内膜：向内延伸折叠形成管状突起——嵴，内膜和嵴内表已分布着圆球形颗粒，称基粒或电子传递粒 (是可溶性腺甘三磷酸，酶复合体)。含 ATP 复合酶，能催化 ATP 合成。基质：内膜和嵴间充满可溶性蛋白，内含酶、DNA、核糖体等。

不同细胞中线粒体含量不同，如鞭毛藻仅一个，玉米根冠细胞含 300 个线粒体。线粒体内含酶的种类很多，有的多达 100 多种。主要用以参与呼吸作用。

功能：进行呼吸作用的细胞器 (通过呼吸作用分解有机物，释放出能量，供细胞生命活动需要)，故称细胞动力站。

质体、线粒体都具遗传自主性：近代研究发现，二者都具有与原核 (蓝藻) 生物相似的 DNA (分子环状) 和较小的核糖体，分裂繁殖前能进行 DNA 复制，并能合成自己的蛋白质。与所在真核细胞的 DNA、核糖体均不相同，自成独立遗传体系。由此验证并发展了早在 1905 年俄国人梅立施可夫斯基所提出的内共生学说：叶绿体是被真核生物“捕获”并与之共生的原核生物——蓝藻演变而成。线粒体是真核生物“捕获”并与之共生的原核生物——细菌演变而成。

由单层膜包被的细胞器有以下 5 种：

1.8.3 内质网 (endoplasmic reticulum, 简称 ER)

结构：由单层膜围成的管状或扁囊状结构户相连通成网。

类型：粗糙型内质网 (rER) ——膜外表附着核糖体颗粒。

光滑型内质网 (SER) ——膜外表无核糖体颗粒。

功能：A. 合成、包装和运输代谢产物。rER——SER——高尔基体——分泌所需位置。

B. 是许多细胞器 (如高尔基体、液泡等) 的来源 (内质网分离出小泡形成)。

C. ER 将空间分隔成巨大内表面，使各种代谢活动在特定环境中进行。

1.8.4 高尔基体 (Golgi body)

结构：由一叠的 (多 5—8 个) 单层膜围成的扁囊组成，囊的边缘膨大具穿孔，可分离高尔基体小泡。

高尔基体形成面 (凹凸) 和成熟面 (凹面，分泌面)。成熟面常位于近细胞的表面处 (质膜和细胞壁)，另一面和内质网相连。内质网不断形成一些小泡，散布于高尔基体的形成面，携带的成分在形成面上形成新的扁囊；而高尔基体分泌面不断由囊缘膨大形成分泌泡，带着生产的分泌物离开高尔基体，使高尔基体始终处于新陈代谢的动态平衡之中。

功能：A. 在细胞内参与分泌作用 (黏液、树胶等)。

B. 合成多糖类物质，参与细胞壁的形成。

C. 参与酶体与液泡的形成。

1.8.5 液泡 (Vacuole)：结构是外由单层膜——液泡膜包被的细胞器。液泡内含水溶液细胞液。

细胞液的成分很复杂，一般为溶于水中的无机盐、糖类、脂类、蛋白质、酶、有机酸、植物碱、单宁、花色苷等。其酸碱度不同，其中的花色苷 (水溶性色素) 能使植物花瓣等呈现不同的颜色。

液泡的形状大小数量随植物不同发育时期而异。幼细胞数量多液泡小，随着细胞的长大分化和代谢物增多，数量变少，细胞合并增大，甚至成为一个中央大液泡，液泡体积甚至可占细胞体积的 90%。细胞核和细胞质被挤到靠近细胞壁的边缘成一薄层。

功能：调解细胞的膨压，使细胞维持细胞挺立状态，有利于生命活动的进行。含多种水解酶，具分解消化作用。参与细胞内物质积累贮藏 (包括有害物草酸钙结晶) 与移动 (需要时刻转移出去)。

1.8.6 溶酶体 (Lysosome) 结构为单层膜围成的内含多种水解酶的囊泡状结构。直径 0.2—0.8 微米。

功能：消化和分解各种大分子物质。

方式：正常消化——外界吞进或细胞内贮藏的大分子物质。自体吞噬——消化细胞内老化的细胞器或其他细胞部分。自溶作用——消化细胞自身细胞膜破裂出水解酶（溶解死亡）。

1.8.7 微体（microbody）：结构为单层膜包被的球状小体（直径 0.5—1.5 微米）。植物细胞中的微体有两种。

过氧化酶体：含多种氧化酶，与光呼吸有关。

乙醛酸循环体：与脂肪代谢有关，种子萌发时，将脂肪分解成糖类，无膜包被的细胞器的一种。

核糖体（ribosome）：结构为颗粒状物膜包被的细胞器，由大小两个亚细胞组成。含 60% RNA 和 40% 的蛋白质。

功能：是合成蛋白质的细胞器。常常几个到几十个核糖体与信使 RNA（mRNA）长链连为念珠状复合体——多核糖体，形成合成蛋白质的功能团。（由 tRNA）将氨基酸运来，以 mRNA 为模板合成。核糖体有 70s 和 80s 两种，70s 存在与原核细胞和质体、线粒体中，80s 存在于真核细胞中（s 为沉降系数）。

1.8.8 细胞骨架（cytoskeleton）：遍布于胞基质中的蛋白质纤维股架。由微管、微丝、中间纤维组成。

微管（microtubule，简称 MT）：结构由 $\alpha\beta$ 微管蛋白组成 13 条原丝，纵行螺旋排列而成细长、中空的管状结构。（外径 $25\mu\text{m}$ ）功能：维持（保持）细胞的形态；构成细胞分裂时纺锤丝；参与细胞壁形成时，控制微纤维的排列方向；与胞内物质及运输和胞质运动有关。

微丝（microfilament，MF）：是由两种球形肌动蛋白聚合成丝形缠绕成双螺旋。直径 6—8 微米。普遍存在于动植物细胞中。功能：参与胞质运动，物质运输，染色体移动，胞质分裂，叶绿体运动及外排和内吞作用。

中间纤维（IT）：是中空管状蛋白质丝，直径 10 微米。功能：与微管、微丝一起维持细胞形态，参与胞内运输，加固细胞骨架等。其他不详。

1.9 有无真正的细胞核（具核被膜将细胞质与核质分开）是真核、原核细胞的主要区别。真核细胞间期核的主要特征：

核的形态一般近球形，也有裂瓣状、哑铃状（玉米叶保卫细胞）。幼期细胞，核相对体积较大，约占整个细胞的 $1/3—1/2$ ，核常位于中央。成熟细胞，核相对体积较小，核往往被增大的液泡挤向靠近细胞壁的一侧。

核的超微结构：间期核在光学显微镜下分核膜、核仁、核质三部分。在电镜下这三部分的结构比较复杂。

核膜：（外膜）上附着核糖体，常与 rER 相连，上有规则排列的核孔。内膜功能：沟通核质与细胞质间物质交换。核仁：外表无膜，分为纤维中心；染色浅；致密纤维组分：是 rRNA 合成区（包括纤维中心外）染色最深；颗粒组分：核糖体蛋白颗粒（不同成熟阶段 rRNA 亚单位）染色较深。细胞核功能：是合成核糖体亚单位的场所。

核质：核膜以内核仁以外部分。核液：无定形基质，含水分、蛋白质、酶、有机盐。染色质：易被碱性染料着色的遗传物质。异染色质染色较深，常染色质染色较浅。成分：DNA36%，RNA10%，组蛋白 36%，非组蛋白 10% 组蛋白与非组蛋白与细胞的分裂有关。

细胞分裂间期，染色质呈丝状分散在核液中，进入分裂期时，染色质变为染色体。染色体的结构：由许多称为核小体的基本单位，被 DNA 双螺旋缠绕并联想念珠状。每个核小体中心有 8 个组蛋白分子，DNA 双螺旋缠绕 1.75 周，并与另一组蛋白分子相连。

1.10 间期核的功能：通过贮存和复制 DNA，控制细胞遗传性状；通过在核仁中形成核糖体亚单位控制蛋白质合成，从而控制细胞的一系列反应。因此，细胞核是细胞遗传和代谢的控制中心。

后含物是植物新陈代谢中所产生的贮藏营养物质、代谢废物和植物次生物质。如淀粉、脂类、晶体、单宁、色素——非原生质物质。

1.10.1 淀粉：常是颗粒状、有成淀粉粒。常贮于贮藏器官的造粉体中。淀粉的积累是围绕一个或几个脐积累的。脐是最先积累的蛋白质中心。然后围绕一层层堆积，形成同心轮纹。轮纹形成与直链和支链淀粉交替沉淀有关，也可能是昼夜沉淀使含水量不同造成。淀粉的类型：单粒、复粒、半复粒。淀粉

十碘——蓝紫色。

1. 10. 2 蛋白质 (protein): 非活性无生命的贮藏蛋白。常以无定形或结晶状态存在造蛋白体内或与小液泡中形成颗粒。其固体颗粒称糊粉粒。糊粉颗粒类型有两种:

简单糊粉颗粒: 无定形蛋白质固体颗粒。

复杂糊粉颗粒: 无定形蛋白质、球状体、拟晶体。

蛋白质+碘——黄色糊粉颗粒常集中于—层细胞内, 如麦、稻、玉米胚乳最外层的糊粉层。

1. 10. 3 脂类: 常温下呈固态的脂类称脂肪, 呈液态的为油。常呈滴状、固态状态存在于油料作物种子或果实中, 由造油体合成。脂类+苏丹——橙红色。

1. 10. 4 晶体 (Crystal): 无机盐过饱和形成晶体。如草酸钙、碳酸钙结晶, 禾本科植物茎叶中的 SiO_2 结晶。多为废物。

1. 10. 5 单宁 (Crystal): 为酚类化合物衍生物。显微镜下为红、黄、棕色粒状物。使果实有涩味。

功能: 保护作用, 制革工业原料。

1. 10. 6 色素 (有两种): 光合色素——质体中的叶绿素、类胡萝卜素; 水溶素——液泡中的花色素苷、黄酮或黄酮醇。

1. 11 植物细胞的繁殖: 是以分裂方式进行的, 对单细胞植物来说, 分裂一次即增加一个新个体; 对多细胞植物来说, 分裂一次增加了组成植物体的细胞数目。高等植物的遗传、变异、根茎的伸长生长和增粗都是靠细胞分裂提供新细胞实现的。因此, 细胞分裂是植物生长、分化与繁殖的基础。

细胞周期: 具分裂能力细胞在分裂前准备时期及分裂期称细胞周期。具体来讲, 细胞周期 (cell cycle): 即持续的细胞从第一次分裂结束到下一次分裂完成所经历的整个过程。包括间期和分裂期。

间期又分: A. G1 期 (DNA 合成前期): RNA 蛋白质酶合成旺期, DNA 含量不变。B. S 期 (DNA 合成期): DNA 合成复制, 组蛋白、非组蛋白合成、含量加倍。C. G2 期 (DNA 合成后期): 继续合成 RNA 和蛋白质, 积累能量, 为分裂作准备。细胞周期持续时间: 一般十几至几十小时, DNA 含量和环境条件会影响细胞周期长短。细胞周期中, 一般 S 期最长, M 期最短, G1 期 G2 期变动较大。

细胞分裂期 (即 M 期) 在种子植物中细胞所进行的主要分列方式有: 有丝分裂、无丝分裂和减数分裂三种。这里只讲有丝分裂和无丝分裂。分裂期一般包括核分裂、胞质分裂两个过程。核分裂即细胞核一分为二, 胞质分裂是在两个子核间形成新细胞壁而形成两个子细胞的过程。一般情况下, 核分裂和胞质分裂在时间上是连续的 (但有时核进行多次分裂而不进行细胞质分裂。结果形成多核细胞。或核进行多次分裂后再进行胞质分裂, 最终形成多个单核细胞。))。

1. 11. 1 有丝分裂 (mitosis) 又称间接分裂或细胞分裂, 是高等真核生物细胞最基本的繁殖方式。

有丝分裂是个连续的动态过程, 但为了叙述方便, 人为分为前、中、后、末四个时期。

前期: 由间期染色质丝——螺旋化加粗——念珠状细丝——缩短变粗——染色体 (含二染色单体且由着丝点相连) 前期末, 核仁、核膜解体, 两极出现纺锤丝。

中期: 由于微管组成的纺锤丝的牵引, 染色体移动, 排列与细胞中央的赤道面上, 纺锤体形成。纺锤丝: 由微管组成的圆筒状细丝; 连续丝: 直通两极不与染色体相连的; 染色体牵丝: 从分裂极发出连接染色体着丝点的; 纺锤体: 由染色体纺锤丝等构成的纺锤状结构。着丝点: 染色体与纺锤丝相连的部位。

后期: 每条染色体的两条染色单体从着丝点处分为两个子染色体, 并分别向两极移动。染色单体: 由着丝点相连的两个染色体。子染色体: 后期从着丝点分开的染色体。

末期: 子染色体到达两极, 离散为染色质, 核膜核仁出现, 形成二子核。

胞质分裂: 核分裂的晚后期或早末期 (即两组子染色体接近两极时), 两极的纺锤丝消失, 而连续丝的中间部分和极间微管保留, 在子核间的赤道面密集膨大成扁桶状结构——成膜体, 同时, 由高尔基体及内质网分离的小泡汇集于赤道面上与成膜体微管融合为细胞板, 小泡内果胶质逐渐融合延伸形成新壁胞间层, 小泡的膜融合为两侧质膜, 胞间层两侧加厚形成初生壁。

成膜体—小泡汇集—细胞板—小泡内果胶质扩展延伸—胞间层—其两侧加厚—初生壁

这种在原细胞间形成新的质膜和细胞壁, 把母细胞细胞质一分为二的过程称胞质分裂。经核分裂和胞质分裂, 一个母细胞形成两个子细胞, 子母细胞染色体数目相同, 遗传组成也相同, 保持细胞遗传上

的稳定性。接着有的细胞再进入下一个细胞周期的间期，准备再次分裂。

1. 11. 2 无丝分裂的常见方式：横溢、出芽、纵裂等。

无丝分裂常见于低等植物，但高等植物中也可见到，如甘薯块根，马铃薯块茎，棉花胚乳，小麦居间分生组织，离体组织培养等。

无丝分裂由于遗传物分裂不均，故遗传上不稳定。

植物体由单细胞的合子到长成由无数细胞构成的成年植物，要经历一系列分裂、生长、分化三个基本过程。

1. 12 生长：表现为体积和重量的增加。

生长方式分为两种。协调生长：与周围细胞同步生长。插入生长：周围细胞停止生长后，细胞某些部分还继续生长，是继续生长的部分插入其他细胞停止生长的细胞之间，如纤维细胞的两端。

1. 13 分化 (differentiation)：指在个体发育过程中，细胞在形态、结构和功能上发生改变的过程。也可以说细胞器或植株由幼龄状态进入成熟状态，在形态、结构功能上发生的变化。细胞分化包括生理变化和形态结构的变化。生理生化变化比形态结构分化早，外观看不到。

形态结构变化有两种。从无到有产生新的结构：次生壁、胞间隙、叶绿体。数量大小改变：如液泡、细胞核。从有到无变化：如核甚至整个细胞原生质体消失。如导管、管胞、筛管变为死细胞或核细胞。

脱分化：植物体内某些生活的成熟活细胞，在一定条件下可恢复分裂机能，重新具有分生组织细胞的特征。此过程称之。

脱分化之后往往随着发生再分化 (redifferentiation)，沿着另一种新的发展途径，分化为不同组织。细胞分化能力很强，甚至一个细胞也能分裂分化形成一个完整植株。即细胞的全能性 (totipotency)：植物体的每个活细胞都具有发育成完整植株的潜在能力。

从理论上讲，植物体的每个细胞都是由合子分裂产生的，因此都有与合子相同的染色体，即整套的遗传信息。既然合子能发育成植株，所以每个活细胞也具有发育成整株的潜在能力。(平时无条件，受抑制) 细胞全能性已在 300 多种植物中得到证实，如胡萝卜、小麦、烟草并被细胞，组织培养所证实，并成为一些作物、花卉等快速繁殖手段应用于生产 (微型繁殖或试管苗)。组织 (细胞、器官) 培养的理论基础即细胞的全能性。组织培养已在植物改良中发挥重要作用。细胞生长和分化的结果，就形成各种不同类型的细胞群——组织。

2. 植物组织

组织 (tissue)：由形态结构相似，功能相同的一种或数种类型细胞组成的结构和功能单位。

高等植物的营养，生殖器官都是由多种组织构成。不同组织既有分工又有机的联系，共同完成植物的生理功能。根据植物整体的需要，有时组织间还会互相转变。

植物组织根据发育程度、功能和形态的不同，可分为分生组织和 (永久) 成熟组织两大类，成熟组织又可分为多类：保护组织、营养组织、输导组织、机械组织、分泌组织。

2. 1 分生组织 (meristem)：具有周期性或持续性分裂能力的组织 (细胞群) 称分生组织。

根据分生组织的来源性质，可将分生组织分为以下三种类型：

原分生组织：来源于胚性细胞，细胞无任何分化 (体积小、核大、质浓)，位于根茎的先端，能持续不断分裂。

初生分生组织：由原分生组织衍生而来，部分分裂，部分开始分化，是原分生向成熟组织的过渡阶段。

次生分生组织：成熟组织经脱分化，重新恢复分裂功能而来。

根据在植物体的分布为分三类：

顶端分生组织：位于根茎顶端，包括原分生组织和初生分生组织，生长特点——伸长生长。

侧生分生组织：位于根茎周围侧方。包括维管形成层和木栓形成层，生长特点——增粗生长。

居间分生组织：间插位分化成熟组织间。属初生分生组织。

2. 2 成熟组织

2. 2. 1 营养组织 (薄壁组织) (vegetative tissue) 担负与植物营养活动有关的主要生理功能，如吸收、

同化、贮藏、通气、传递等。在植物体所占比例较大(80%)，分布广(根茎叶果)。细胞特点：排列疏松的生活细胞，具薄的初生壁，有胞间隙和大的液泡，细胞分化程度较浅，有潜在分生能力。营养组织经脱分化和再分化能使创伤恢复，扦插嫁接成活及组织培养成功。

按担负功能不同分为以下几种。吸收组织：从土壤中吸收水溶液的薄壁组织，根尖根毛区外方。同化组织：含大量叶绿体进行光合作用的薄壁组织，绿色部位。贮藏组织：贮藏营养物质的薄壁组织，位于贮藏器官。通气组织：具有大液泡间隙的薄壁组织，多为与水生植物和湿生植物器官。传递组织：是一类细胞壁内突生长，形成壁——膜器的特殊结构，适应于短途运输功能的薄壁细胞。传递细胞存在于溶质大量集中，短途转运强烈的有关部位，如输导组织末梢，茎节、子叶节、根毛细胞等处。

2.2.2 保护组织 (protective tissue)

此组织位于植物表面，由一至几层细胞组成，起保护作用。(如防止水分过渡蒸腾，风雨侵蚀，病虫害等)按发生的先后及形态结构的不同分表皮和周皮。

表皮(epidermis)位于茎叶等的幼嫩器官外表，故又称初生保护组织。它由多种类型的细胞组成：

表皮细胞：单层扁平生活细胞，排列紧密，有大的液泡，不含叶绿体，外壁角化，形成角质膜。有的上有蜡被。

保卫细胞：构成气孔的特化的表皮细胞。单子叶为哑铃型，外副卫细胞；双子叶植物的保卫细胞为肾形。

气孔：由保卫细胞围成的空隙，保卫细胞和气孔合称气孔器(stomatal apparatus)，用来调节蒸腾，气体交换。

毛状体：一至多个细胞构成的表皮上附属物，由表皮延伸而成，形态多样。具保护、吸收、分泌作用。

有些植物表皮上有异细胞，栓细胞、硅细胞等。

周皮——次生保护组织。

周皮位于老根老茎(或块根块茎)外表，呈黄褐色。是取代表皮(不适应增粗)的次生保护组织。来源：由木栓形成层(侧生分生组织)向外为木栓层；中间为木栓形成层；向内为栓内层。

细胞特征：木栓层真正起保护作用，其为多扁砖形死细胞，壁高度栓化无间隙，不通水气，有很强的保护作用。而木栓形成层栓内层则为活细胞，无保护作用。

周皮上有皮孔(lenticel)，皮孔为次生保护组织围成的通气结构。它是在原来气孔下面，木栓形成层部形成木栓层，而分裂形成巨大的胞间隙的补充细胞，撑破表皮，在周皮形成浅色突起——皮孔，能与外界气体交换。

2.2.3 机械组织 (mechanical tissue)：是支持器官，巩固植物体的组织。根据细胞形态及细胞壁加厚方式不同，可分为两种类型。

上厚角组织(collenchyma)

位置：双子叶植物地上器官表皮内方(如南瓜茎、芹菜茎、薄荷茎，叶柄、花梗等表皮内方)，成束集中于经常摆动的器官中，器官外方往往出现棱角。

细胞特征：长棱形生活细胞，具叶绿体，具角隅加厚的初生壁，有潜在分裂能力和延伸性。故称初生机械组织。

厚壁组织(sclerenchyma)

特征：细胞壁呈均匀的次生增厚、常木质化。细胞腔小，为死细胞。厚壁组织常成环状、束状分布于其他组织之间，加强组织、器官的坚实程度。厚角组织又分石细胞和纤维，二者的区别在于细胞的形状和存在形式。

石细胞：多等径形的死细胞，多分布于茎叶果实种子中。

纤维：两头尖削的狭长死细胞壁强烈增厚、细胞腔小。

韧皮纤维：细长，具纤维素壁、韧性大。木纤维：较短，壁木化加厚，抗压，较脆。

2.2.4 输导组织 (conducting tissue)

长距离运输水溶液和有机物的组织。按运输物质不同分为两类：运输水溶液的输导组织——导管、管胞。运输有机物的输导组织——筛管、伴胞、筛胞。