



“十四五”职业教育国家规划教材

理实一体化功能图解系列教材

药用植物学

药用植物学

供药学、中药药学等专业使用

康文艺

总主编

纪宝玉

高德民

主编

情景案例 / 激发兴趣 / 功能图解 / 直观教学

注重实效
紧跟时代
深度融合
增值赋能
适应职场
校企合作



中国协和医科大学出版社



中国协和医科大学出版社



理实一体化功能图解系列教材

中药学

中药制剂技术

药用植物栽培技术

药用植物学

中医学基础

无机化学

方剂与中成药

分析化学

中药药理与应用

中药炮制技术

药事管理与法规

中药调剂技术

药品经营与管理

中药制剂检验技术

中药化学技术

有机化学

药用植物学



中国协和医科大学出版社

ISBN 978-7-5679-1352-3



9 787567 913523 >

定价: 69.80元



“十四五”职业教育国家规划教材

理实一体化功能图解系列教材

药用植物学

供药学、中医学等专业使用

康文艺

总主编

纪宝玉

高德民

主编

王新峰

周浓

梁瑞红

副主编

吴廷娟

闫欣

苏雪慧

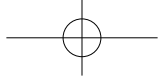
熊厚溪

编者

魏洁书



中国协和医科大学出版社



图书在版编目 (CIP) 数据

药用植物学 / 纪宝玉, 高德民主编. -- 北京: 中国协和医科大学出版社, 2019.9 (2023.12重印)
ISBN 978-7-5679-1352-3

I. ①药… II. ①纪… ②高… III. ①药用植物学-中医药专业-教材 IV. ①Q949.95

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第189726号

药用植物学

主 编: 纪宝玉 高德民
责任编辑: 方 琳 向 前

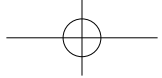
出版发行: 中国协和医科大学出版社
(北京东单三条九号 邮编100730 电话 65260431)

网 址: www.pumcp.com
经 销: 新华书店总店北京发行所
印 刷: 艺通印刷(天津)有限公司

开 本: 710×1000 1/16
印 张: 21.5
字 数: 280千字
版 次: 2019年9月第1版
印 次: 2023年12月第2次印刷
定 价: 69.80元

ISBN 978-7-5679-1352-3

(凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页及其他质量问题, 由本社发行部调换)



前言

本教材是全国高职高专院校药学、中药药学等专业的专业基础教材。中医药教育是我国现代教育体系的重要组成部分，肩负着培养中医药多样化人才、传承中医药技术技能、促进中医药创新创业的重要职责。教育要发展，教材是根本，教材在人才培养上具有举足轻重的作用。

党的二十大报告对教育提出了“加快建设高质量教育体系，发展素质教育”的要求，教育、科技、人才被提至更加重要的位置。为贯彻落实二十大报告提出的“深入实施科教兴国战略、人才强国战略、创新驱动发展战略”精神，本教材以岗位设置为引导、以就业为导向、以案例为切入点、以技能要求为依据、以培养技能型人才为目标设计教材内容，汇集一线教师的教学和科研经验，以情景案例模块、知识延伸模块或相关的微课资源等形式，融合各相关学科的新思路、新理念、新方法和新成果，坚持落实“坚持与时俱进，守正创新”和“与时代同步”的二十大精神，持续推进“教育数字化”建设。教材编写过程中强调内容的科学性、先进性、适用性、实用性，突出知识的应用和职业能力的训练，为适应医药类相关岗位的需求奠定坚实的基础，践行二十大报告提出的“加强教材建设和管理”的精神。

编委会的人员组成充分考虑到年龄、教龄、职称的合理比例，也兼顾教学单位的地域分布，有利于保证教材编写质量、学科梯队发展和教材使用范围。本教材由河南中医药大学、山东中医药大学、重庆三峡学院、安阳职业技术学院、济南护理职业学院、毕节医学高等专科学校、辽宁中医药大学、山东第一医科大学（原泰山医学院）、河南医学高等专科学校等9所院校联合编写。

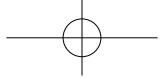
本教材是学科知识与教师经验融合凝练的范本，由纪宝玉、高德民任主编，遵循主编负责、副主编初审并修改的编写制度。本书共计4个项目，编写分工如下：前言、绪论纪宝玉，项目一周浓、梁瑞红，项目二王新峰、熊厚溪，项目三高德民、张建述、苏雪慧、闫欣，项目四全体编写人员，附录吴廷娟。魏洁书负责资料收集整理。初稿由副主编相互审稿，由吴廷娟统稿，由纪宝玉、高德民对全书进行终审并修改定稿。

由于编者水平有限和时间仓促，本教材难免存在一些错误和欠妥之处，敬请读者和兄弟院校同仁在使用过程中提出宝贵意见，以利于今后修订。

扫码获取更多微课



编者



编写理念

1. 落实二十大报告精神

教材编写过程中以二十大报告提出的“加强教材建设和管理”的指引精神为基础，以“坚持与时俱进，守正创新”和“与时代同步”的精神为编写理念，持续推进“教育数字化”建设，践行“深入实施科教兴国战略、人才强国战略、创新驱动发展战略”的精神。

2. 紧扣教学、执考要求

严格按照最新“十四五”教学大纲要求编写，具有“规格高、管理严、创新强”的特点，达到最新技术标准、满足市场培养德技并修高素质技能型人才的目标，响应“1+X”证书制度，内容涉及执业药师考点以及突出重点的精品课程。

3. 规范、准确

参考规范的中医药典籍（《中国药典》2020年版、《中药大辞典》）进行知识的梳理，处方药名、学术术语及操作术语严格按照《中国药典》标准，版式要求符合国家出版要求规范。

教材特色





目录

•



绪论	1
----	---

项目一 识别药用植物的显微构造	4
-----------------	---

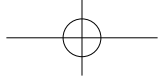
任务一 识别植物细胞的基本结构	5
任务二 识别植物组织和维管束类型	18
任务三 识别根的内部构造	33
任务四 识别茎的内部构造	40
任务五 识别叶的内部构造	49

项目二 识别药用植物器官的形态及类型	62
--------------------	----

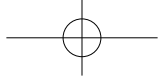
任务一 识别根的类型	63
任务二 识别茎的形态和类型	67
任务三 识别叶的形态和类型	74
任务四 识别花的形态和类型	85
任务五 识别果实的形态和类型	100
任务六 识别种子的形态和类型	105

项目三 识别药用植物种类	117
--------------	-----

任务一 药用植物分类概述	118
任务二 识别藻类植物	125
任务三 识别菌类植物	128
任务四 识别地衣植物	131
任务五 识别苔藓植物	135
任务六 识别蕨类植物	138
任务七 识别裸子植物	144
任务八 识别被子植物	150



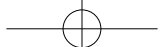
双子叶植物纲	152
（一）离瓣花亚纲 Archichlamydeae	152
1. 三白草科 Saururaceae	152
2. 桑科 Moraceae	153
3. 马兜铃科 Aristolochiaceae	155
4. 蓼科 Polygonaceae	157
5. 苋科 Amaranthaceae	160
6. 石竹科 Caryophyllaceae	161
7. 睡莲科 Nymphaeaceae	163
8. 毛茛科 Ranunculaceae	164
9. 小檗科 Berberidaceae	168
10. 防己科 Menispermaceae	169
11. 木兰科 Magnoliaceae	170
12. 樟科 Lauraceae	172
13. 罂粟科 Papaveraceae	174
14. 十字花科 Brassicaceae (Cruciferae)	175
15. 景天科 Crassulaceae	177
16. 虎耳草科 Saxifragaceae	177
17. 杜仲科 Eucommiaceae	178
18. 蔷薇科 Rosaceae	179
19. 豆科 Leguminosae	183
20. 芸香科 Rutaceae	187
21. 大戟科 Euphorbiaceae	189
22. 卫矛科 Celastraceae	190
23. 锦葵科 Malvaceae	191
24. 堇菜科 Violaceae	192
25. 桃金娘科 Myrtaceae	193
26. 五加科 Araliaceae	194
27. 伞形科 Umbelliferae	196
28. 山茱萸科 Cornaceae	200
（二）合瓣花亚纲	200
29. 木犀科 Oleaceae	201



30. 马钱科 Loganiaceae	202
31. 龙胆科 Gentianaceae	203
32. 夹竹桃科 Apocynaceae	204
33. 萝藦科 Asclepiadaceae	206
34. 旋花科 Convolvulaceae	207
35. 紫草科 Boraginaceae	209
36. 马鞭草科 Verbenaceae	209
37. 唇形科 Labiatae	211
38. 茄科 Solanaceae	213
39. 玄参科 Scrophulariaceae	215
40. 茜草科 Rubiaceae	216
41. 忍冬科 Caprifoliaceae	217
42. 败酱科 Valerianaceae	218
43. 葫芦科 Cucurbitaceae	219
44. 桔梗科 Campanulaceae	220
45. 菊科 Asteraceae	221
单子叶植物纲	225
46. 禾本科 Gramineae	225
47. 莎草科 Cyperaceae	226
48. 天南星科 Araceae	227
49. 百部科 Stemonaceae	228
50. 百合科 Liliaceae	229
51. 薯蓣科 Dioscoreaceae	230
52. 鸢尾科 Iridaceae	231
53. 姜科 Zingiberaceae	232
54. 兰科 Orchidaceae	234

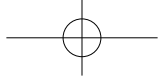
项目四 实验和实训 · · · · · 244

任务一 显微镜的使用、运用徒手切片的方法	
观察植物细胞的构造	245
任务二 运用临时水装片的方法观察植物细胞	
后含物——淀粉粒	249



任务三 运用水合氯醛透化制片的方法观察植	
物细胞后含物——晶体·····	250
任务四 观察药用植物组织——保护组织、机械组织、输导组织、	
分泌组织及维管束类型的显微特征·····	251
任务五 根的内部构造·····	255
任务六 茎的内部构造·····	257
任务七 叶的内部构造·····	261
任务八 观察花、果实、种子的形态及类型·····	262
任务九 识别藻类植物、菌类植物、苔藓植物、	
蕨类植物和裸子植物·····	266
任务十 识别被子植物一·····	268
任务十一 识别被子植物二·····	270
任务十二 识别被子植物三·····	271
任务十三 利用检索表鉴定未知药用植物·····	273
任务十四 药用植物腊叶标本的制作·····	274
附录一 被子植物门分科检索表·····	276
附录二 药用植物学野外实习指导原则与要求·····	328

参考文献····· 334



绪 论

我国幅员辽阔、物种繁多，是世界上的生物多样性大国之一，也是药用植物资源最丰富的国家之一，有着极为丰富的天然药物资源。经过数千年的不断实践和探索，人们积累了与疾病作斗争的丰富经验，形成了独具特色而又博大精深的中医药理论体系，逐步完善了利用植物防病、治病、保健、养生的科学认知体系，为药用植物学科体系的构建与发展奠定了坚实的实践和理论基础。

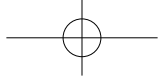
一、药用植物与药用植物学

凡能预防、治疗疾病，对人体有保健养护功能的植物统称为药用植物。其植株的全部或一部分供药用或作为制药工业的原料。广义而言，药用植物（按用途）可包括用作营养剂、调味品、色素添加剂、农药和兽医用药的植物资源。世界上很早就出现了药用植物学知识，但仅有中国的药用植物学知识较完整地传承使用至今。我国也是世界上药用植物种类最多，应用历史最久的国家。我国古代的药物学称“本草学”，因“诸药以草为本”。这说明自古以来，药用植物就是中药的主体。药用植物也是许多重要西药的原料药来源。目前就世界范围而言，以植物（包括细菌和真菌）为来源的药物已超过人类全部使用药物的 50% 以上。因此，药用植物在现代药物体系中亦占有十分重要的地位。

药用植物学是利用植物的形态、解剖、分类等知识和植物学方法来研究和应用药用植物的一门学科，它既是植物学重要的分支学科，也是植物学与药物学知识交叉的应用学科，在现代生物和医药等科学中占有非常重要的地位。

二、药用植物学的主要研究内容和任务

20 世纪 80 年代完成的第三次全国中药资源普查结果表明，我国现在拥有的中药资源有 12807 种之多。其中药用植物 11146 种，药用动物 1581 种，药用矿物 80 种。我国药用植物的进出口量居世界之冠，在全球药用植物贸易中扮演着生产者、消费者、进口地、出口地和转口地等多重角色。因此，我们有必要对药用植物学进行深刻的理解学习，这样才能系统地开展药学研究。植物是自然界的产物，是一切生物赖以生存的物质基础，在稳定生态结构、维系生物大循环中发挥着关键作用。因此，药用植物研究和利用必须以资源的综合保护利用和持续发展为指导。药用植物学的主要研究内容和任务如下。



(一) 鉴别药材的基原植物，为临床用药和制药提供真实优质的原料

由于我国民族众多、语言有别以及地区用药习惯各异，中药材名称不规范、不统一导致中药同名异物、同物异名的混乱现象较为严重。例如，在《全国中草药汇编》中记载的 30 多种贯众分 6 科 12 属，相关文献中称为“贯众”的植物竟达 9 科 17 属 49 种，还有很多变种。因此，《中国药典（一部）》自 1995 年出版以来已经逐步做到一药一名，保证来源真实。如果不明确种类或品种，将会直接影响中药的质量和疗效。如大黄属中掌叶组的掌叶大黄 *Rheum palmatum* L.、唐古特大黄 *R. tanguticum* Maxim. ex Bagel. 或药用大黄 *R. officinale* Baill. 均具有良好的泻热通便作用，但波叶组的河套大黄 *R. hotaoense* C. Y. Cheng et Kao 泻热作用极差。运用植物分类学的知识确定物种，研究药用植物的外部形态和内部构造、地理分布，以解决植物类中药长期存在的名实混淆问题，对中药材生产、科研和临床用药的安全有效，以及资源开发都具有重要意义。

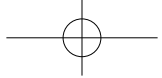
(二) 调查研究药用植物资源，确保药用植物资源的可持续利用

我国疆域辽阔，气候多样，自南向北横跨热带、亚热带和温带三大气候带，既有高山峻岭，又有峡谷盆地，间有丘陵平原，还有很多江河湖泊，形成了复杂的地形地貌。优越的自然条件，孕育了极为丰富的药用植物资源。我国分别于 1958 年、1966 年、1983 年和 2011 年进行了 4 次全国性的中药资源普查和多个地区性或专项调查，基本摸清了我国中药资源的种类、数量、质量及其分布和变化规律，并进行了科学的区划，为国家和地区制定中药资源合理开发和保护管理的方针、政策、计划提供了科学依据。在调查研究中，也相继发掘了许多新的药用植物资源，如萝芙木 *Rauvolfia verticillata* (Lour.) Baill. 等。这些药用植物新资源的发现，在一定程度上改善了部分药材原来依靠进口的状况，保证了医药市场的供应，为中医药防病治病提供了新的物质保障。

随着人们生活质量和对健康要求的不断提高，对药用植物资源开发利用的力度也不断加大，药用植物资源受到物种数量减少的威胁，许多名贵药用植物的再生速率远低于消耗速率，逐渐变为珍稀濒危物种，如冬虫夏草、肉苁蓉、石斛、红景天、新疆雪莲等。此外，野生人参、细柱五加等因长期的过度开发，导致资源稀少，以致无法提供药材商品或满足市场需求。要解决以上问题，就需要利用药用植物学等多学科知识和现代技术，采取药用植物资源的动态监测、优良种质保存、药材栽培生产、资源野生抚育、合理开发利用等积极的保护措施。

(三) 探索药用植物资源的形成规律，不断寻找和发掘新的药用资源

千百年来，药用植物一直是人类获取药物的主要来源，随着人类疾病谱的悄然

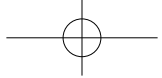


绪论

变化，医疗模式已由单纯的治疗模式转变为防治结合、注重保健的综合模式。在这一过程中，药用植物始终发挥着重要作用，利用野生的植物资源开发研制的新型药物、保健药品、功能食品等备受青睐。因此，进一步探索研究药用植物资源的形成和发展规律，从传统的中医药宝贵遗产及民间和民族药中开发高疗效、低毒性的新资源，是药用植物学的重要任务之一。

由于同一种植物不同器官的生物合成途径的遗传基础是相同的，可能产生相同或相似的化学成分，故根据这一规律，可将药用植物的非传统药用部位作为新资源的开发对象，形成药用植物新资源。例如，雷公藤的传统药用部位为根，但研究发现其地上部分中的活性成分之一雷公藤甲素的含量是根的3倍，而且组分简单，易于分离；人参、三七的叶和花中均含有与根相同或相似的成分；蒺藜的全草中含有具有护肝和心血管活性的皂苷类成分含量，且明显高于传统药用部位的果实所含的含量。

可见，药用植物学在中药及天然药物的众多研究领域中，依然占据极为重要的科学地位，具有不可替代的作用。只有具备扎实的药用植物学知识，才能更好地开展药用植物资源的调查和规划、中药材真伪优劣的品质评价，开展药用植物资源的开发利用与科学保护。



项目一

识别药用植物的 显微构造



学习目标

知识目标

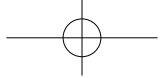
- 一、掌握植物细胞的基本结构以及细胞内含物的类型。
- 二、掌握保护组织、机械组织、输导组织、分泌组织和各类型维管束的特点。
- 三、掌握根、茎、叶的内部构造。
- 四、熟悉细胞壁的特化类型；根、茎的异常构造。
- 五、了解根尖的构造。

技能目标

- 一、能在光学显微镜下识别植物细胞的基本结构。
- 二、能用化学鉴别的方法鉴定细胞壁的特化类型。
- 三、能识别晶体和淀粉粒的类型，并用于指导中药的鉴定。
- 四、能在光学显微镜下区分植物不同的组织。
- 五、能识别根、茎、叶的内部构造特征。

岗位对接

该项目内容与中药检验人员、中药验收人员、中药购销人员、中药调剂人员等岗位密切相关，要求从业人员具备从基原、形态、性状、显微、理化等方面识别药用植物入药部位的真伪优劣能力。从事中药资源普查、中药材种植、中药购销、中药调剂、中药检验等职业的高级技工，都必须掌握药用植物的细胞内含物的种类及鉴别方法、各类组织的特点及存在部位，以及根、茎、叶的形态学术语、显微特征等，为全面控制中药材的质量奠定坚实的基础。

情景
案例

韭菜从春季返青时生长的第一茬，到夏秋开花前可以反复割取多次；葱等部分百合科植物在割去上面叶子后也仍能持续生长；水稻、小麦、玉米等禾本科植物的茎在生长期可以急剧长高。



解析

问题：1. 为什么水稻、小麦、玉米等禾本科植物的茎可以急剧长高，葱、韭菜等百合科植物在割去上面叶子后仍能持续生长？

2. 植物的哪些组织参与了急剧长高的生理活动？

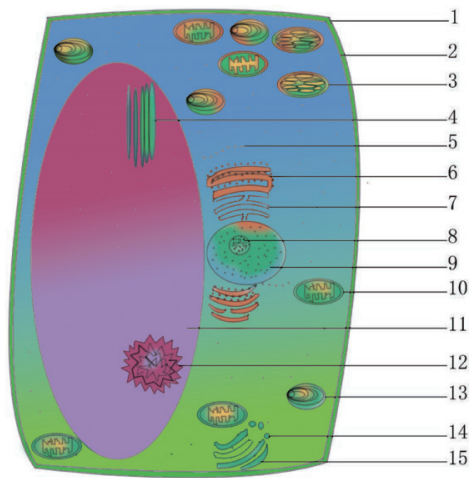
任务一 识别植物细胞的基本结构

植物细胞是植物体结构和功能的基本单位，是植物生命活动的基本单位，也是植物个体发育和系统发育的基础。

植物种类多样，形态千差万别，但就植物体的构造来说，都是由细胞构成的。单细胞的低等植物，一个细胞就代表一个个体，一切生命活动，包括新陈代谢、生长发育和繁殖，都由一个细胞来完成；复杂的高等植物，一个个体是由无数的细胞构成的，细胞之间有功能上的分工和形态结构上的分化，它们相互依存、彼此协作，共同保证了整个有机体正常生活的进行。

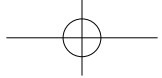
不同植物细胞的形状和构造是不相同的，同一个细胞在不同的发育阶段，其构造也是不一样的。通常将各种植物细胞的主要构造集中在一个细胞内说明，这个细胞称为典型植物细胞（图 1-1）或模式植物细胞。

一个典型植物细胞是由原生质体、细胞后含物和生理活性物质、细胞壁三部分组成的。细胞外面包围着一层比较坚韧的细胞壁，壁内的生活物质总称为原生质体，主要包括细胞质、细胞核、质体、线粒体等；细胞内含有多种非生命物质，它们是原生质体的代谢产物，称为后含物；细胞内还存在一些生理活性物质。



1. 细胞壁，2. 细胞膜；3. 叶绿体；4. 针晶；5. 核糖体；
6. 粗面内质网；7. 光面内质网；8. 核仁；9. 细胞核；
10. 线粒体；11. 液泡；12. 簇晶；13. 淀粉粒；
14. 高尔基体小泡；15. 高尔基体

图 1-1 典型植物细胞结构示意图



一、原生质体

原生质体是指脱去细胞壁的细胞，具体包括细胞膜和膜内细胞质及其他具有生命活性的细胞器。原生质体是细胞进行新陈代谢活动的场所，主要成分是蛋白质、多糖、核酸、脂类生物大分子，这些大分子决定了原生质具有胶体性质。

(一) 质膜

质膜是指细胞质与细胞壁相接触的一层薄膜，在光学显微镜下不易直接识别。在电子显微镜下，可见质膜具有明显的3层结构，两侧成两个暗带，中间夹有一个明带。明带的主要成分为脂类，暗带的主要成分为蛋白质。这种在电子显微镜下显示具有3层结构为1个单位的膜，称为单位膜。质膜是单位膜。细胞核、叶绿体、线粒体等细胞器表面的包被膜一般也都是单位膜，但其层数、厚度、结构和性质存在差异。

质膜具有流动性和选择渗透性，能选择性地允许物质以被动或主动运输的方式出入细胞，既能阻止细胞内的有机物渗出，又能调节水、无机盐和其他营养物质渗入细胞，并使代谢废物排出，从而保持细胞的完整性和内环境的稳定。此外，质膜在物质的跨膜运输、外界信号的接受和传递、细胞识别、细胞生命活动的调节等过程中具有重要的作用。

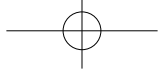
(二) 细胞质

细胞质是充斥在细胞壁和细胞核之间的半透明、半流动、无固定结构的基质，是原生质体最基本的组成部分，主要由蛋白质和脂类组成。在细胞质中还分散着具有一定形态和功能的结构、常具膜包被的微器官，称为细胞器，如质体、线粒体、内质网、液泡、高尔基体、核糖体、溶酶体、圆球体、微体等。它们组成了细胞的基本结构，使细胞能正常地工作和运转。

1. 质体

质体是植物细胞中由双层膜包围的能进行光合作用和具有储藏功能的细胞器。根据所含色素和功能的不同，质体可分为叶绿体、有色体和白色体。质体的前身是前质体。分生组织细胞含有前质体，它们很少或完全没有内膜，没有叶绿素，进行光合作用所需的酶也不完全。在光的诱导下，前质体变为叶绿体。如果种子在暗中萌发，原质体分化为黄化质体，黄化质体含有淡黄绿色的原叶绿素。成熟的叶绿体在长期黑暗下也可以变为黄化质体。

(1) 叶绿体 含有的色素主要有叶绿素、胡萝卜素和叶黄素，其中叶绿素的含量最多，遮蔽了其他色素，所以植物叶片一般呈现绿色。叶绿体是绿色植物能量转换



的细胞器，它能利用光能同化二氧化碳和水合成有机物并储藏能量，同时产生氧气。叶绿体是植物的“养料制造车间”和“能量转换站”。绿色植物的光合作用是地球上有机体生存、繁殖和发展的根本源泉。

(2) 有色体 含有叶黄素和胡萝卜素，呈红色或橙黄色。它存在于花瓣和果实中(在番茄和红辣椒果肉细胞中可以看到)，可以使植物的花和果实呈红色或橘黄色。有色体的主要功能是积累淀粉和脂类。

(3) 白色体 不含可见色素，又称无色体，因在光学显微镜下呈白色而得名。在储藏组织细胞内的白色体，常积累淀粉或蛋白质，形成比它原来体积大很多倍的淀粉粒和糊粉粒，构成细胞里的储藏物质。根据储藏物质的种类不同，可把白色体分为造粉体(储藏淀粉)、蛋白质体(储藏蛋白质)及油质体(储藏脂质)。

这些质体之间的关系见图 1-2。

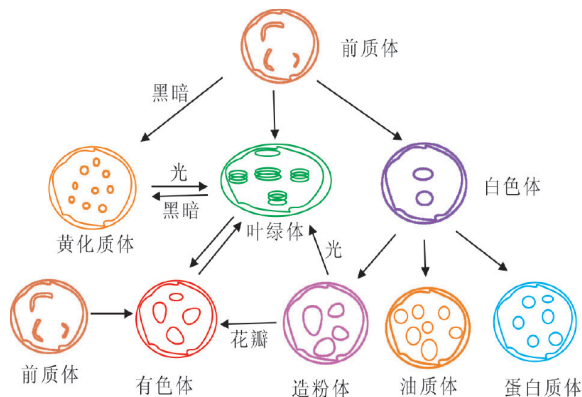


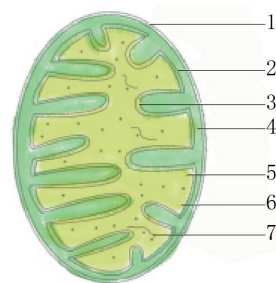
图 1-2 质体之间的关系

2. 线粒体

线粒体是细胞内进行呼吸作用的场所，具有 100 多种酶，主要与细胞内的能量转换有关，常为球状、棒状或细丝状颗粒，电子显微镜下，可分为外膜、内膜、嵴和基质(图 1-3)。经线粒体呼吸作用释放的能量，通过膜转运到细胞的其他部分，从而提供细胞各种代谢的需要。线粒体被比喻为细胞的“动力工厂”或“能量转换器”。

3. 液泡

液泡是存在于细胞质中的由单层膜包围的充满水液的泡。幼小的植物细胞(分生组织细胞)具有许多小而分散的液泡，在电子显微镜下才能看到。随着细胞的生长，液泡也长大，互相并合，最后在细胞中央形成一个大的中央液泡，它可占据细



1. 外膜 2. 内膜; 3. 嵴; 4. 膜间隙; 5. 核糖体; 6. 基质; 7. 线粒体 DNA

图 1-3 线粒体结构示意图