

植物解剖学

〔以色列〕A. FAHN 著

吴树明 刘德仪 译



南开大学出版社

植 物 解 剖 学

[以色列] A. Fahn 著

吴树明 刘德仪 译

刘德仪 校

ly40/14



北林图 A00118528

南开大学出版社

403675

内 容 介 绍

本书是根据《植物解剖学》1982年第三版翻译的。作者从个体发育的观点，详细叙述了维管植物的结构及其发育过程，也涉及功能和一些系统发育问题。全书共21章。1—10章主要叙述了植物细胞和分生组织及成熟组织。11—13章详细叙述了植物的初生营养体。14—18章为次生植物体。19—21章为生殖器官。

书中反映了近年来国际上植物解剖学领域的新进展，特别是超微结构方面的新成就。每章附有大量原始文献，为深入学习和研究某一专题提供了线索。本书可做为植物学、农学、林学、药学和其他有关专业师生及科技人员的重要参考书。

植物解剖学

(以色列)A. Fahn著

吴树森 刘德仪 译

南开大学出版社出版

(天津八里台南开大学校内)

邮政编码: 300071 电话: 702755

新华书店天津发行所发行

河北省邮电印刷厂印刷

1990年1月第1版 1990年1月第1次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张 31.5

字数: 797千 印数: 1-1800

ISBN7-310-00205-9/Q·6 定价: 6.20元

目 录

第一章 高等植物的一般结构.....	(1)
第二章 细胞.....	(11)
第三章 分生组织.....	(47)
成熟组织	(77)
第四章 薄壁组织.....	(78)
第五章 厚角组织.....	(83)
第六章 厚壁组织.....	(87)
第七章 木质部.....	(102)
第八章 韧皮部.....	(116)
第九章 分泌道和乳汁管.....	(130)
第十章 表皮.....	(145)
植物的初生营养体	(176)
第十一章 茎.....	(177)
第十二章 叶.....	(207)
第十三章 根.....	(250)
次生植物体	(285)
第十四章 维管形成层.....	(286)
第十五章 次生木质部.....	(306)
第十六章 次生韧皮部.....	(343)
第十七章 周皮.....	(349)
第十八章 异常次生长.....	(363)
生殖器官	(373)
第十九章 花.....	(374)
第二十章 果实.....	(443)
第二十一章 种子.....	(464)
名词解释	(482)

第一章 高等植物的一般结构

具有特化的输导系统的维管植物包括植物界的四个门：1. 裸蕨植物门 (Psilopsida) (主要是化石)；2. 石松植物门 (Lycopsida) (石松类)；3. 楔叶植物门 (Sphenopsida) (木贼类)；4. 真蕨植物门 (Pteropsida) (蕨类、裸子植物或具球果种子植物和被子植物或有花种子植物)。被子植物代表最近发展起来的植物类群，它们构成了今天世界上天然和栽培植被的主要部分。

从种子开始的有花种子植物的一般结构概述如下：

种子 (seed) 含有一个胚性植物 (embryo plant)，由种皮包着，起保护作用，种子是储藏食物的来源之一。

植物的胚含有一个带两极(根的生长点和苗的生长点)的微小的轴。在小轴的侧面生有子叶 (cotyledons) 或称种子叶。小植物发芽时所需要的食物可储藏在子叶 (图 1 中的 1) 或特殊的组织胚乳 (endosperm) 中 (图 1 中的 6, 7)。在适宜的生长条件下，幼小的植物或苗 (seedling) 开始形成。幼苗生长时根扎在土壤中，枝条 (茎和叶) 伸到大气中 (图 1 中的 2—4)。枝条和根的生长是由于生长点 (growing points) 的分生组织 (胚性组织) 形成新细胞，继之以这些细胞不断生长和分化。当植物体达到成年大小时形成花，传粉 (pollination) (花粉从雄蕊传到柱头上) 以后受精 (fertilization)，含有种子的果实 (fruit) 发育，这样，就完成了植物的生活周期。某些植物 (一年生植物) 结籽以后短时期内就死亡了，另一些植物 (多年生植物) 生长持续多年并变成灌木或乔木。

和动物的器官一样，植物的器官也是由组织 (进行特殊活动的细胞群) 构成的。这种植物组织的细胞是由细胞壁包着的具有生命物质原生质 (protoplasm) 的小室。所以，代谢过程都是在细胞中进行的。

植物的器官

根使植物固着在土壤中，从土壤中吸收水分和无机盐，并在许多情况下储藏食物。枝条 (shoot) 由茎和叶组成。叶通过光合作用制造食物并可通过蒸腾作用散发水蒸汽。茎可支持叶，并具有从根到叶输导水分和无机盐以及将叶合成的有机物运输到生长或储藏区域的功能。

顶端分生组织 (apical meristems) 位于根和茎的顶端。组成分生组织的细胞分裂、生长、分化，从而引起植物的伸长生长。

苗端和正在发育的幼叶一起形成芽。后者通常包括保护顶端分生组织的变态的鳞片状叶。

根

在禾谷类和许多其他单子叶植物中，主根成群，大小几乎相同。主根上长侧根，侧根还可再分枝，这种根系称为须根系 (fibrous root system)。(图 2 中的 1)。

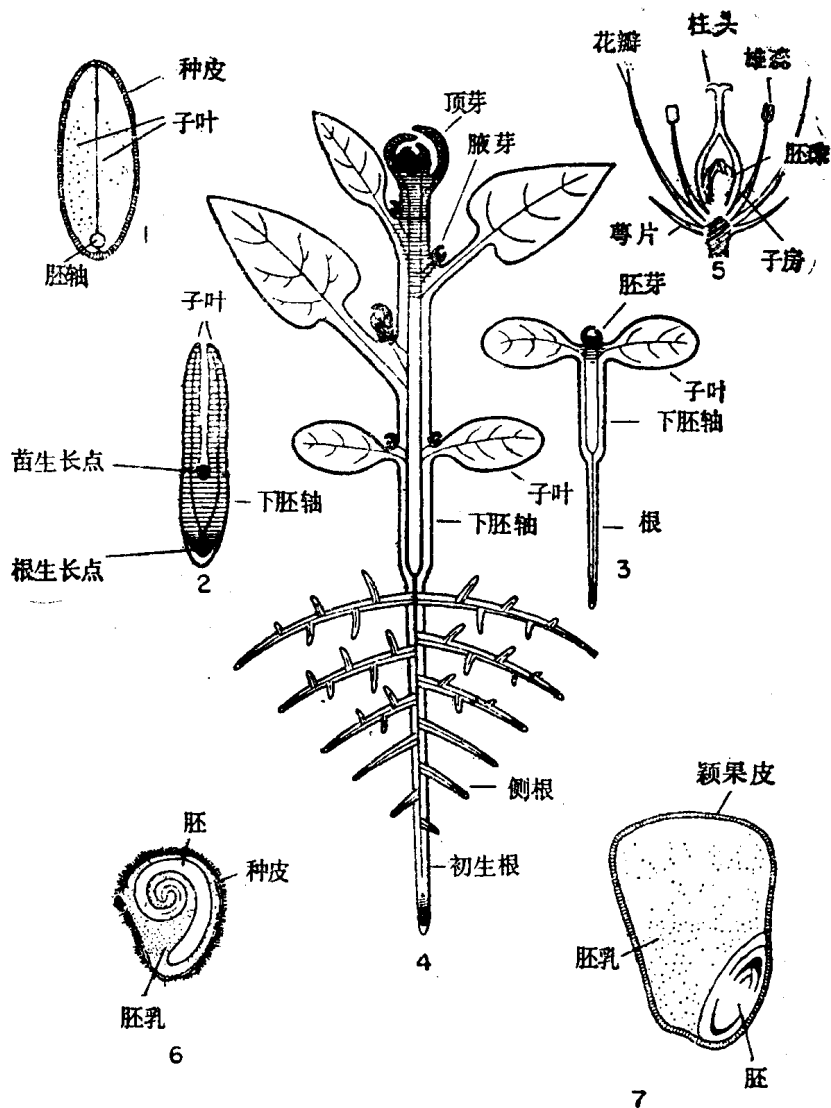


图1. 各种植物器官纵切面示意图。1. 菜豆种子；2,3和4. 双子叶植物的三个不同发育阶段（胚、幼苗、成熟植物）；5. 花；6. 番茄种子；7. 玉米种子。

胡萝卜、萝卜和大多数其他双子叶植物都具有与土壤表面垂直的向下生长的主根，从这种根产生分枝，这种类型的根系叫直根系 (tap-root system)。(图 2 中的 3)。

注意观察幼根或根的幼嫩部分，在紧靠根尖的部位会发现一个多毛区，上面有根毛 (root hairs) (图 2 中的 2)。这些根毛可在滤纸上生长，在沙土里和潮湿的大气中生长的苗上也很容易看见。根毛是根表皮细胞的延伸物并且其数量很多。根毛本身的寿命较短，但由于根的不断生长，在靠近根尖端部位也不断地产生新的根毛，根毛在土壤中推进，大大增

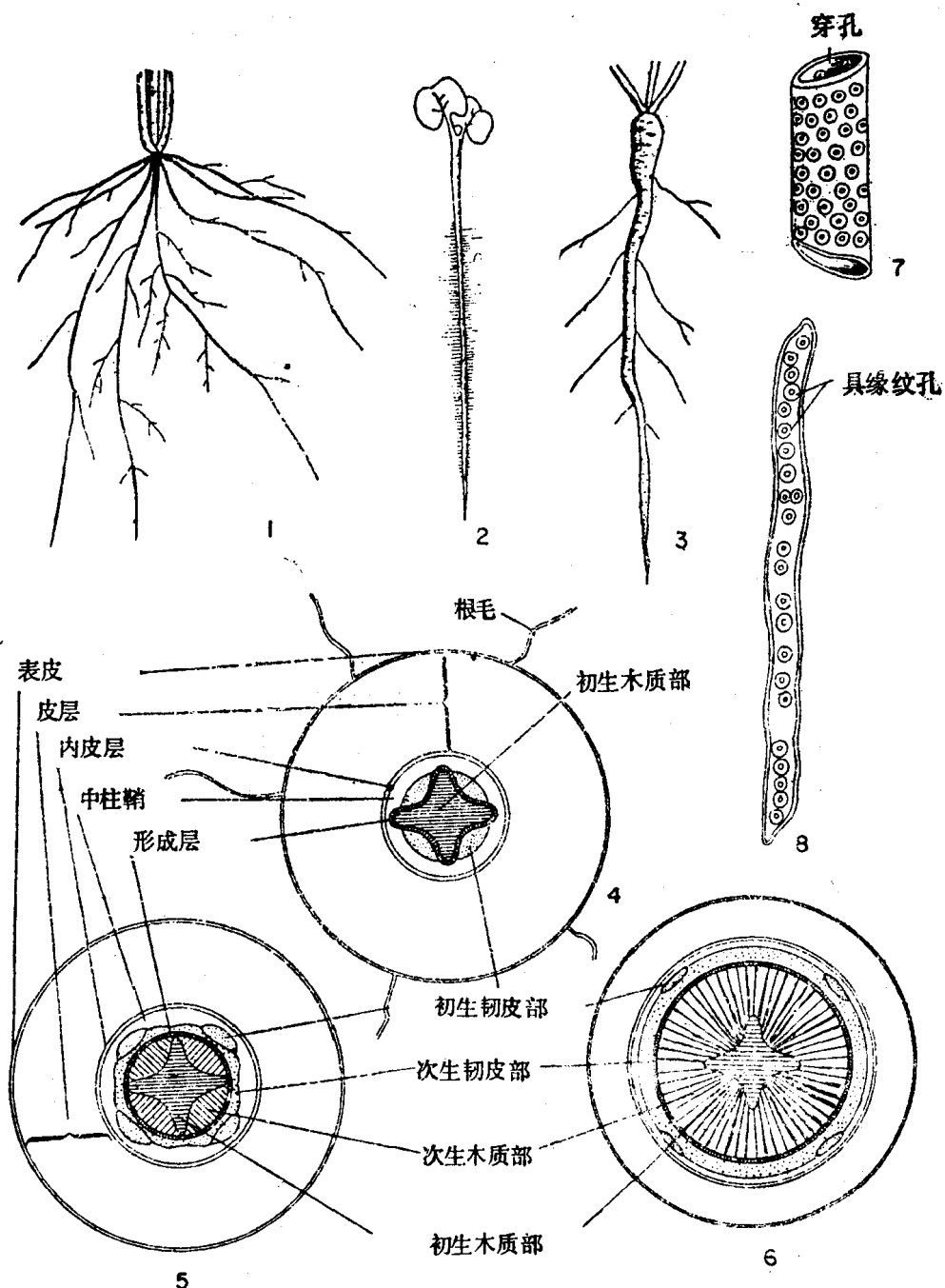


图2. 1, 须根系; 2, 根上覆盖着根毛的幼苗; 3, 直根系; 4—6, 距根尖不同距离的双子叶植物根的横切面, 显示次生加粗的连续阶段; 7, 导管分子; 8, 管胞。

加了吸收水分和无机盐的表面积。

根的内部结构 (图2中的4—6)

表皮 (epidermis) 是保护组织, 由一层紧密排列的细胞组成。表皮以下存在着一个比较厚的区域, 这就是皮层 (cortex)。皮层主要是由结构上没有特化的、具有大的细胞间隙的薄壁组织 (parenchyma) 细胞组成。皮层的最内层是由一层细胞组成的内皮层 (endodermis)。在初生状态时, 内皮层细胞除了径向壁和横向壁有带状加厚外, 其余部分的壁都是薄的。这种加厚称为凯氏带 (Casprian strips)。某些研究者指出, 不透水的凯氏带可防止水分沿壁扩散并且迫使溶液通过原生质运动。

根的中央区域称为维管柱 (vascular cylinder)，它是由输导水分的组织——木质部 (xylem) 和运输养料的组织——韧皮部 (phloem) 组成。维管组织 (木质部和韧皮部) 与内皮层之间有一层未特化的薄壁组织细胞——中柱鞘 (pericycle)，它是由与木质部和韧皮部起源相同的分生组织细胞发生的 (图 2 中的 4, 5)。保持着分生组织特性的中柱鞘产生侧根。木质部由输导细胞——管胞 (tracheids) 和导管分子 (vessel members) 以及纤维 (fibers) 和薄壁组织 (parenchyma) 组成。成熟的管胞是单个伸长的细胞 (图 2 中的 8) 在加厚的壁上也有薄的地方 (纹孔) (pits)，水分很容易从纹孔通过。导管分子是单个细胞也具有与管胞相似的壁，但在末端形成穿孔 (图 2 中的 7)。导管分子通常比管胞短，且排成纵列。一系列导管分子称为导管 (vessel 或 trachea)。纤维是伸长渐尖的厚壁细胞，其主要功能是增加组织的强度。薄壁组织代表着一类填充组织，其主要功能是储藏食物。

韧皮部是由筛管分子 (sieve-tube members)、伴胞 (companion cells)、纤维和薄壁组织构成的。筛管分子是生活细胞，排成纵列，称为筛管 (sieve tubes)，其功能主要是输导有机物。伴胞是筛管分子的姊妹细胞，并与筛管分子紧密接触。

在裸子植物和双子叶植物中，有称为维管形成层 (vascular cambium) 的分生组织包围着木质部 (图 2 中的 4—6)。顶端分生组织使得植物器官能进行伸长生长，而维管形成层则使之径向生长，从而导致器官的加粗。维管形成层细胞分裂，向心产生木质部分子，离心产生韧皮部分子。起源于形成层的维管组织被认为是次生的。分别称为次生木质部 (secondary xylem) 和次生韧皮部 (secondary phloem)。

茎

外部结构

按照外部和内部结构，茎可以分为许多类型。例如，禾谷类 (小麦、玉蜀黍) 茎、草本双子叶植物 (豌豆、向日葵、番茄) 茎和灌木及乔木的木本茎。也有一些异常的茎，这些茎经历了与环境 and 功能相关的特殊形式的变态。这些茎有储藏养料的鳞茎 (洋葱) 和块茎 (马铃薯)，像仙人掌这类植物的肉质化茎可储存水分并进行光合作用，而在其他植物中，光合作用仅在叶子里进行。茎也可以变态为卷须和刺。

当研究枝条或桠枝外部结构的时候，可以看到叶子以特殊的形式分布在茎上。茎上着生叶子的部分称为节 (node)，两节之间的茎称为节间 (internode)。芽实际上是茎上的小枝条。枝条顶端的芽称为顶芽 (terminal bud)，叶子的腋部产生侧芽 (lateral buds) 或腋芽 (axillary buds)。腋芽通常比顶芽小。芽在特定的时期 (例如，落叶乔木在冬天) 可以保持休眠状态或保留多年 (大多数腋芽)。

只要顶芽的顶端分生组织细胞保持分裂能力，大多数腋芽就仍然保持休眠状态，从腋芽产生枝条的生长就会受到限制。侧枝的生长程度和腋芽的休眠均受顶芽控制。在植物中，主轴的顶芽终生都保持活动，茎的这种分枝方式称为单轴分枝 (monopodial) (图 3 中的 2)。在许多植物中，顶芽的顶端分生组织持续活动一段时间，茎伸长并产生叶以后，就夭折或变成生殖生长点产生花。在这两种情况下，侧芽进一步生长，初生主轴的功能被侧枝所代替。这样的分枝方式称为合轴分枝 (sympodial) (图 3 中的 3)。

幼茎的内部结构

顶端分生组织分化后，组织就成熟了，借助于显微镜观察，从茎的表面到中心能分出以

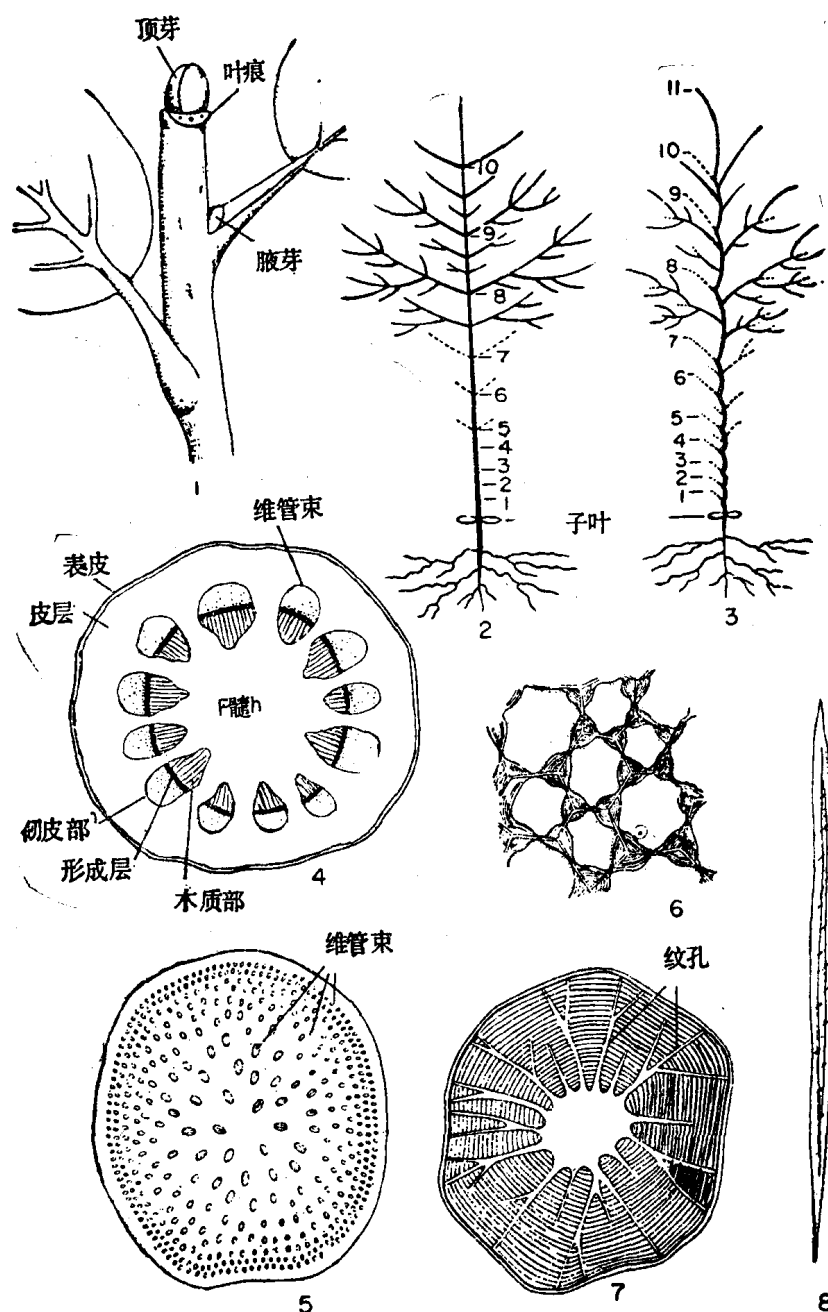


图3. 1, 茎的一部分; 2和3, 分别为单轴和合轴分枝的图解(数字表示每年纵向生长后, 顶端的位置); 4, 双子叶植物幼茎横切面; 5, 单子叶植物茎横切面; 6, 厚角组织横切面; 7, 等直径的石细胞; 8, 纤维。(2和8引自Troll, 1948)。

下的组织排列: 表皮(epidermis)被很坚固的称为角质的脂类物质所包围。这种角质的表面层构成角质层(cuticle)。角质层(特别是厚的时候)不透水不透气。气体交换主要通过气孔(stomata)进行, 气孔在本章后面描述。表皮附属物, 例如表皮毛通常是存在的。表皮和维管柱之间的区域称为皮层(cortex)。皮层包括三部分组织, 即薄壁组织(parenchyma)、厚角组织(collenchyma)和厚壁组织(sclerenchyma)。薄壁组织可以储藏食物, 在绿色植物中也可以通过光合作用制造食物。厚角组织和厚壁组织是加强的组织, 厚角组织有非木质化的细胞壁, 其加厚通常在细胞的角隅处(图3中的6)。厚壁组织

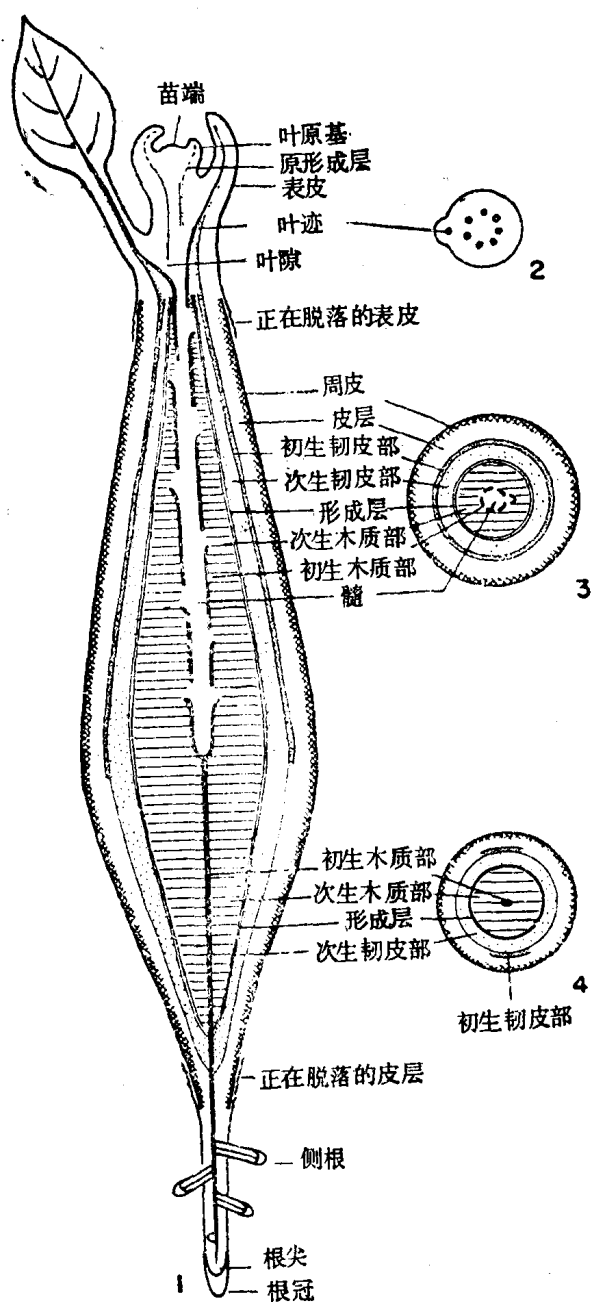


图4. 图示双子叶植物的主要组织分布情况。1. 纵切面；2、3和4. 不同位置上的横切面（引自Esau 1953）。

细胞壁很厚，大都木质化。厚壁组织可分为两种类型：纤维（fibres）——长细胞，末端渐尖（图3中的8）；石细胞（sclereids）——为等直径的（图3中的7）或分枝状的。

皮层的里面是维管柱。维管柱由维管组织组成。其幼茎部分维管组织通常成束存在，称为维管束（vascular bundles）。每个维管束由向心的两部分组成，里面的是木质部，外侧的是韧皮部。某些情况下，例如黄瓜，韧皮部存在于木质部两侧。在裸子植物和双子叶植物中，维管束围着髓（pith）排列成环，髓通常由薄壁组织构成（图3中的4）。在单子叶植物中，维管束通常散生在整個茎的横切面上（图3中的5）。单子叶植物茎与双子叶植物和裸子植物茎之间的另一区别是，仅在后者维管束的木质部和韧皮部之间出现形成层。

次生加粗

维管形成层的出现离苗端较远，它向心地产生木质部，将各维管束中的木质部连接起来；并且离心地产生韧皮部，把维管束中的韧皮部推向外方。由顶端分生组织直接产生的维管组织称为初生木质部(primary xylem)和初生韧皮部(primary phloem)。由形成层产生的维管组织称为次生木质部(secondary xylem)和次生韧皮部(secondary phloem)。形成层也在初生维管束之间发生，因此，在横切面上观察时，形成整个的形成层环(图4)。从这个阶段开始，形成层产生大量坚固的次生木质部或木材(wood)，在某些树中，其直径可达几米(图5)。产生的次生韧皮部量通常较少，并且和残留的表皮、皮层和形成树皮(bark)的其他组织连在一起，这些组织将在以后讨论。

次生木质部或木材与初生木质部的组成分子基本上相同，但通常纤维比较丰富，并且由称为维管射线的薄壁组织射线径向贯穿起来。在有季节性周期生长的树木中，在横切面上观察时显出轮状，这是由于生长季节末期产生的木质部结构比较紧密造成的。

在形成层活动使木材量增加，引起茎和根的直径增大的同时，通过顶端分生组织的活动，幼嫩的轴继续伸长生长。

木栓

由于木材的加粗，对表皮和皮层的压力加大，最终使之破坏。次生保护组织——木栓层(cork layer)或木栓(phellem)接替表皮这种初生保护组织的功能。木栓是由没有细胞间隙的死的扁平细胞组成的，它的细胞被镶上一层脂类物质，这种物质称为木栓质(suberin)。这种组织是由木栓形成层(cork cambium或phellogen)产生的，茎中木栓形成层大多发生在皮层的较外层，根中则一般发生在中柱鞘。在许多长命的植物中，由于体轴直径不断增加和最初形成的周皮的破裂，木栓形成层向内依次发生，即向韧皮部发生。

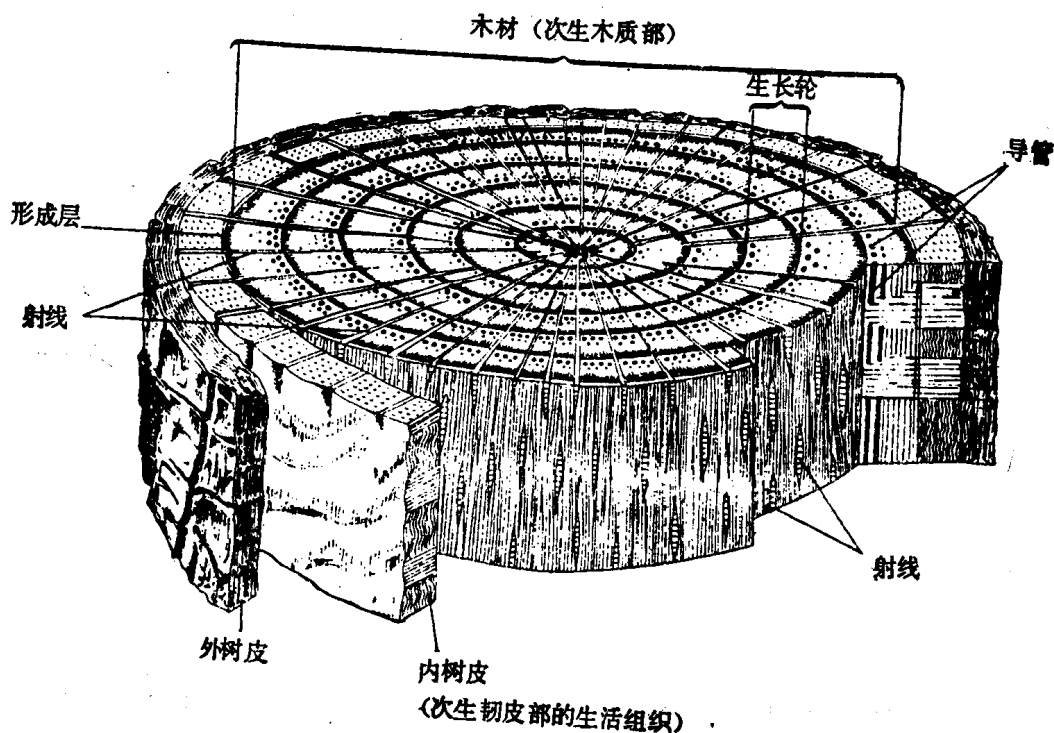


图5. 木本茎的一部分。

由于木栓是不透水的屏障，因此，在次生韧皮部中产生的时候，就引起外面韧皮部的死亡。维管形成层以外所有的组织都形成了体轴的树皮。木栓把树皮分成生活的内树皮（inner bark）和死亡的外树皮（outer bark）（图5）。

氧气对被木栓覆盖的生活组织的供应受皮孔（lenticels）的影响，它是具有细胞间隙的细胞群。皮孔使周皮的连续性中断。

叶

叶的主要功能是以光作为必要的能源合成有机物，这种过程称为光合作用（photosynthesis）。这种能量转换过程发生在特殊的细胞器——叶绿体（chloroplasts）中，叶绿体内含有叶绿素（chlorophyll）。

叶的外部 and 内部结构与光合作用和蒸腾作用（transpiration）（水以蒸汽的形式散失）有关。由于叶子扁平且薄，因此，太阳的光线能够透射到所有细胞中。叶的表面积与体积之比大，使之能够充分地进行气体交换。在叶片（leave blade）（叶的展开部分）可以看到含有维管束的叶脉（vein）。在叶的上下表皮之间存在的薄壁组织（叶肉）（mesophyll）可以分为两个不同的区域——上面的栅栏薄壁组织（palisade parenchyma）由长形细胞组成；下面的海绵薄壁组织（spongy parenchyma）由有大量细胞间隙、呈不规则形状的细胞组成（图6）。栅栏薄壁组织含有比较密集的叶绿体。在表皮上有气孔（图6），其作用是使叶的组织 and 大气之间进行气体交换。每个气孔（stoma）都是由两个保卫细胞（guard cells）组成的孔，气孔口可以张开也可以关闭。因此，可以调节气体进入叶子或从叶子排出。

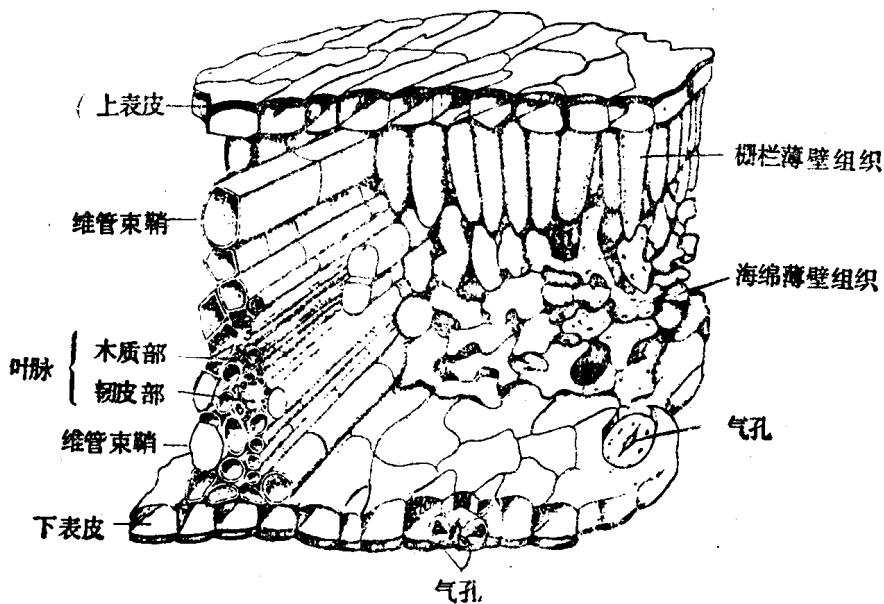


图6. 叶的一部分三维图。

花

花是被子植物的生殖器官。花是在内部和外界因素诱导以后，由从顶端营养生长点发生的特殊分生组织形成的。

花由一群特化的叶子——萼片（sepals）、花瓣（petals）、雄蕊（stamens）和心皮

(carpels) 组成(图1中的5)。所有萼片通常都是绿色的, 它们组成花萼(calyx): 所有花瓣都是有颜色的, 很引人注目, 它们一起构成花冠(corolla)。雄蕊由一个柄——花丝(filament)支持着产生花粉粒(pollen grains)的花药(anther)组成, 花粉粒含有雄配子(male gametes)或精细胞(sperm cells)。心皮单个或成群存在, 它们构成雌蕊(pistil)。雌蕊分三部分: 基部为子房(ovary), 细长的中间部分为花柱(style), 顶端为柱头(stigma)。在子房的室里有胚珠(ovules), 在胚珠中产生雌配子(female gametes)——卵细胞(egg cells)。

花粉粒借助风或昆虫从成熟的花药传到雌蕊的柱头上, 这个过程称为传粉(pollination)。花粉粒在柱头上萌发形成花粉管(pollen tube), 花粉管中含有两个精细胞。当花粉管穿进胚珠时, 一个精子使卵受精(fertilizes)形成合子(zygote)。这个阶段, 心皮开始生长形成果实(fruit), 胚珠形成种子。合子发育成胚。

(吴树明 译)

参 考 文 献

- BOSSHARD, H. H. (1974-5) *Holzkunde*, Vols. I-III. Birkhäuser Verlag, Basel and Stuttgart.
- BOUREAU, E. (1954, 1956, 1957) *Anatomie Végétale*, Vols. I-III. Presses Universitaires de France, Paris.
- CARLQUIST, S. (1962) *Comparative Plant Anatomy*, Holt, Reinhart & Winston, New York.
- CUTLER, D. F. (1969) *Anatomy of the Monocotyledons*. IV. *Juncaceae*. Clarendon Press, Oxford.
- CUTLER, D. F. (1978) *Applied Plant Anatomy*. Longman, London.
- CUTLER, E. G. (1971) *Plant Anatomy: Experiment and Interpretation*, Part 2, *Organs*. Edward Arnold, London.
- CUTLER, E. G. (1978) *Plant Anatomy*, Part I, *Cells and Tissues*, 2nd edn. Edward Arnold, London.
- DE BARY, A. (1877) *Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane*. W. Engelmann, Leipzig.
- DORMER, C. (1972) *Shoot Organization in Vascular Plants*. Chapman & Hall, London.
- EAMES, A. J. (1961) *Morphology of the Angiosperms*. McGraw Hill, New York.
- EAMES, A. J. and MacDANIELS, L. H. (1947) *An Introduction to Plant Anatomy*, 2nd edn. McGraw-Hill, New York and London.
- ESAU, K. (1965) *Plant Anatomy*, 2nd edn. Wiley, New York, London, and Sydney.
- FOSTER, A. S. (1950) *Practical Plant Anatomy*. van Nostrand, New York and London.
- GOEBEL, K. (1928-33) *Organographie der Pflanzen*, Vols. I-III. G. Fischer, Jena.
- GUNNING, B. E. S. and STEER, M. W. (1975) *Ultrastructure and the Biology of Plant Cells*. Edward Arnold, London.
- HAPERLANDT, G. (1981) *Physiologische Pflanzenanatomie*, 5th edn. W. Engelmann, Leipzig.
- KOZLOWSKI, T. T. (1971) *Growth and Development of Trees*. Vols. I and II. Academic Press, New York.
- MCLEAN, R. C. and IVIMEY-COOK, W. R. (1951, 1956) *Textbook of Theoretical Botany*, Vols. I and II. Longman, London.
- METCALFE, C. R. (1960) *Anatomy of the Monocotyledons*. I. *Gramineae*. Clarendon Press, Oxford.

- METCALFE, C. R. (1971) *Anatomy of the Monocotyledons. V. Cyperaceae.* Clarendon Press, Oxford.
- METCALFE, C. R. and CHALK, L. (1950) *Anatomy of the Dicotyledons. Vols. I and II.* Clarendon Press, Oxford.
- METCALFE, C. R. and CHALK, L. (1979) *Anatomy of Dicotyledons, Vol. I, 2nd edn.* Clarendon Press, Oxford.
- TOMLINSON, P. B. (1961) *Anatomy of the Monocotyledons. II. Palmae.* Clarendon Press, Oxford.
- TOMLINSON, P. B. (1969) *Anatomy of the Monocotyledons. III. Commelinales-Zingiberales.* Clarendon Press, Oxford.
- TROLL, W. (1935, 1937, 1938, 1939) *Vergleichende Morphologie der höheren Pflanzen.* Gebr. Borntraeger, Berlin.
- TROLL, W. (1954-7) *Praktische Einführung in die Pflanzenmorphologie, Vols. I and II.* G. Fischer, Jena.
- WARDLAW, C. W. (1968) *Morphogenesis in Plants.* Methuen, London.
- ZIMMERMANN, M. H. and BROWN, C. L. (1971) *Trees—Structure and Function.* Springer-Verlag, Berlin.
- PALLADIN, W. I. (1914) *Pflanzenanatomie.* B. G. Teubner, Leipzig and Berlin.
- STRASBURGER, E. (1923) *Das botanische Praktikum, 7th edn.* G. Fischer, Jena.
- TROLL, W. (1948) *Allgemeine Botanik.* F. Enke, Stuttgart.

第二章 细胞

构成有机体的基本单位是细胞。细胞一词在1665年首先由Robert Hooke提出的。Hooke提出的这个术语指的是在木栓中看到的由壁包围着的小室。后来，他观察了其他植物的组织细胞，并注意到细胞内含有“汁液”(Matzke, 1943)。

直到后来，细胞内的物质原生质(protoplasm)才被发现。1880年，Hanstein创造了原生质体(protoplast)这个术语，指的是单个细胞中存在的细胞质。他还指出，原生质体可用来代替细胞一词。但是，他的建议并没有被普遍接受，而“细胞”是普遍采用的术语。在植物中，细胞这个术语包括原生质体和细胞壁。

长期以来，人们认为细胞壁是活细胞的非生活的排泄物。但是，近来越来越明显地看到，特别是在幼嫩的细胞中，在原生质体和细胞壁之间存在有机的统一，并且这两部分形成单个的生物学单位。

1831年，Robert Brown在兰花植物的表皮细胞中发现了细胞核。1864年，Hugo Von Mohl区分出原生质和细胞液，1862年，Kölliker提出了细胞质(cytoplasm)这个名称，从19世纪末到20世纪，对细胞的研究发展非常迅速，取得了无数巨大的进步，使细胞学成为一门独立的科学。

根据内部结构，细胞可分为原核细胞(prokaryotic cells)和真核细胞(eukaryotic cells)。动物和植物(除蓝绿藻和细菌外)具有典型的真核细胞，有界膜包围着的细胞核和其他的细胞器。原核细胞则缺少这些部分。

由于电子显微镜的发明和生物化学研究的巨大进步，细胞结构和生物学的知识大量积累起来。有一些书特别涉及植物细胞的超微结构和功能(例如，Frey-Wyssling和Mühlethaler, 1965; Clowes和Juniper, 1968; Buvat, 1969; Ledbetter和Porter, 1970; Gunning和Steer, 1975)。

原生质体是由膜性和非膜性的成分构成的。当固定适当的时候，在电子显微镜下观察，膜的横切面上两条暗线(每条大约2.5nm厚)被一条明亮的染色线(大约3.5nm厚)分开。这种膜叫做单位膜(unit membrane)，这种单位膜是由脂类双分子层覆盖在蛋白质分子层的两边而构成的。现今，功能膜的液态镶嵌模型，被广泛地接受了(图7)。

植物细胞的主要成分是细胞壁(cell wall)、细胞质(cytoplasm)和细胞核(nucleus)。细胞质包括内质网(endoplasmic reticulum)、高尔基体(Golgi apparatus)、线粒体(mitochondria)、质体(plastids)、微体(microbodies)、核糖体(ribosomes)、圆球体(spherosomes)、微管(microtubules)液泡(vacuoles)和后含物(ergastic substances)(图8)。

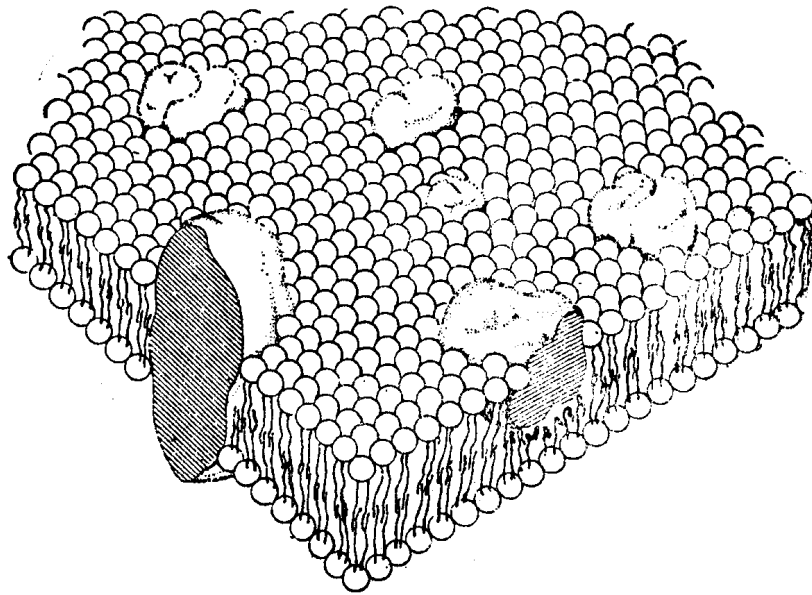


图7. 细胞膜流体镶嵌模型的三维图解（如Singer和Nicolson, 1972年所显示的）。磷脂双分子层是由(a)与水分子密切接触的磷脂分子的离子和极性基（图中小的圆形结构）和(b)脂肪酸链（波状线）组成，表面描点的切开的大块结构表示球蛋白。

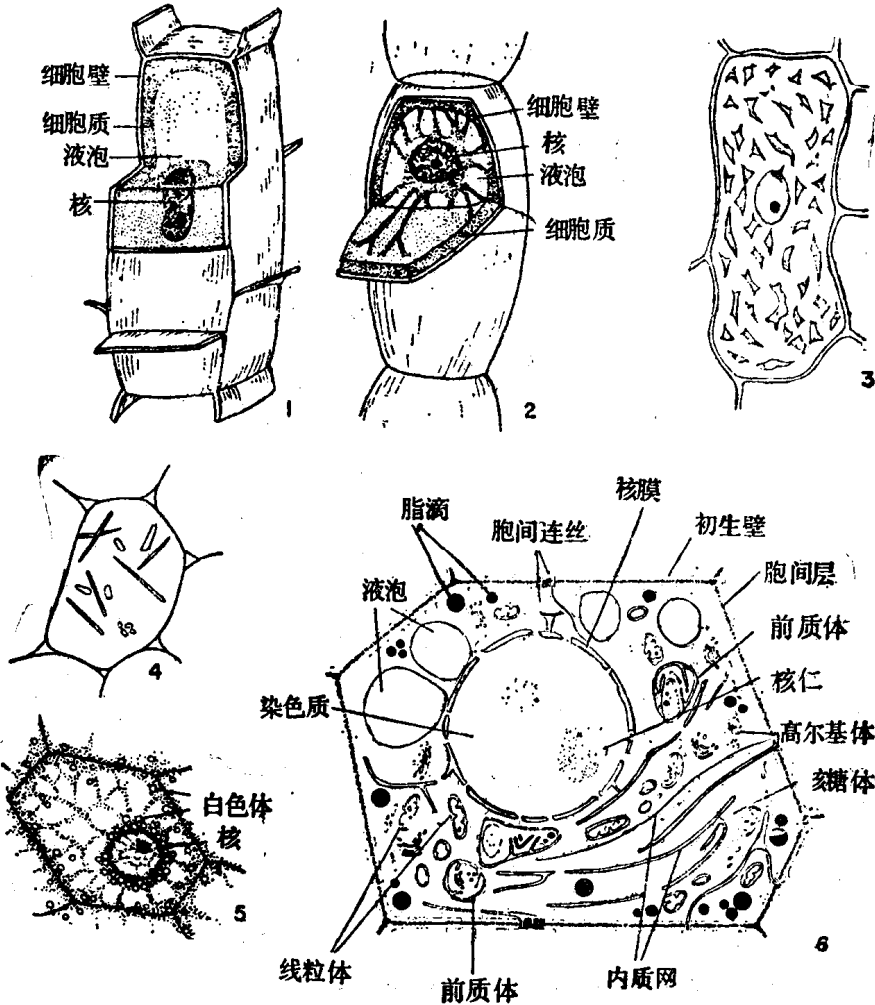


图8. 1. 去掉细胞的一部分，显示大的中央液泡和细胞质的植物细胞的三维结构图，细胞中含有细胞核，位于细胞壁里面，2. 同上，但是在细胞中核大至位于中央，而且，包围核的细胞质通过细胞质丝与周围的细胞质连接，3. 旱金莲（*Tropaeolum majus*）花萼的近轴面表皮细胞含有的有色体，4. 胡萝卜根细胞中的有色体，5. 玉蜀黍属（*Zea*）幼胚乳细胞中的白色体，6. 植物分生组织细胞图解（8引自Straburger, 1923; 4和5引自Eames和MacDaniels, 1947; 6引自Sitte, 1961）。

细胞通常含有一个细胞核，但是有些细胞，例如，韧皮部的筛管分子为适应物质运输，细胞在成熟时，核一般都不存在了。然而，也有些细胞含有多个核，例如某些乳汁管。多核细胞能构成一个完整的有机体，例如菌类和藻类；多核细胞还是组织发育的过渡阶段，例如，许多植物的胚乳。有时纤维也是多核的。在许多情况下，被接受的观点是，每个核与包围它的原生质体一起，形成一个无壁细胞。所以完整的多核有机体，是由一群原生质单位组成。这样的结构叫多核体(coenocyte)。

多核体在系统发生和个体发生方面的研究中，引起了很大的兴趣。研究完整有机体和单个细胞关系时，存在两种学说。按照19世纪中期发展起来的细胞学说(cell theory)，不论从系统发育还是从个体发育上说，有机体都是大量细胞的复合体，在确定有机体特性时，每个细胞都起作用。

与上述学说相矛盾的是机体说(organismal theory)。这个学说没有指出单个细胞的重要性，而主要强调完整有机体中原生质团的统一性。根据这个学说，在很大程度上有机体作为一个单位，决定细胞的特性。

在植物的组织学和细胞学研究中，由于下面的原因，这两个学说都是重要的，都应给予注意。个体发育的许多方面，例如细胞分裂过程，导管和有节乳汁管的发生，异细胞的发育等等，都用细胞学说的见解进行过研究。然而，植物不同细胞和组织的特点以及各种类型细胞和组织的出现的场所，只能根据认为有机体是一个单位的机体说来解释。

细 胞 质

细胞质是由原生质体的一部分组成的。从物理性质来说，它是粘稠的物质，在可见光下基本是透明的。从化学性质来说，虽然主要成分是水(85—90%)，但细胞质的结构是很复杂的。借助光学显微镜常常能够看到活细胞中细胞质的流动。首先用光学显微镜，后来用电子显微镜在细胞质中发现了许多微小的结构。这些发现，使得正确使用细胞质一词变得复杂了。细胞质广义的含义是围绕核的全部原生质物质，现在，习惯将这个术语与至今还没证实其结构的基质(groundplasm)、基本细胞质(ground cytoplasm)、细胞质衬质(cytoplasmic matrix)或透明质(hyaloplasm)区分开来。

称为质膜(plasmalemma)的单位膜成为细胞质和细胞壁之间的界限(图9中的2)，液泡则由另一个单位膜液泡膜(tonoplast)所包围。质膜常显示为折叠成管状的、外突的精细系统。这样的外突与它们所含的原生质部分一起，可从原生质体的表面出芽。在电子显微镜切片中，在质膜和细胞壁之间常看见这些区域，为泡状小囊和小管，并且常被认为是多泡结构(multivesicular structures)，质膜体(plasmalemmasomes)或壁旁体(paramural bodies)。认为这些结构参与了分泌过程(Fahn, 1979)和细胞壁基质多糖的沉积(Cox和Juniper, 1973)。

内 质 网

在细胞质中存在的膜结构之一是内质网(ER endoplasmic reticulum)(图9中的1，图259中的2)。这是一个复杂的系统，由两个单位膜包围它们之间的狭小空隙组成。内质网表现为伸长的槽、小管或窗格状的片。它与核膜接触。内质网还以一种特殊形式——胞间连丝(plasmodesmata)(见第36页)的形式存在，横穿相邻细胞的细胞壁(图8中的6；