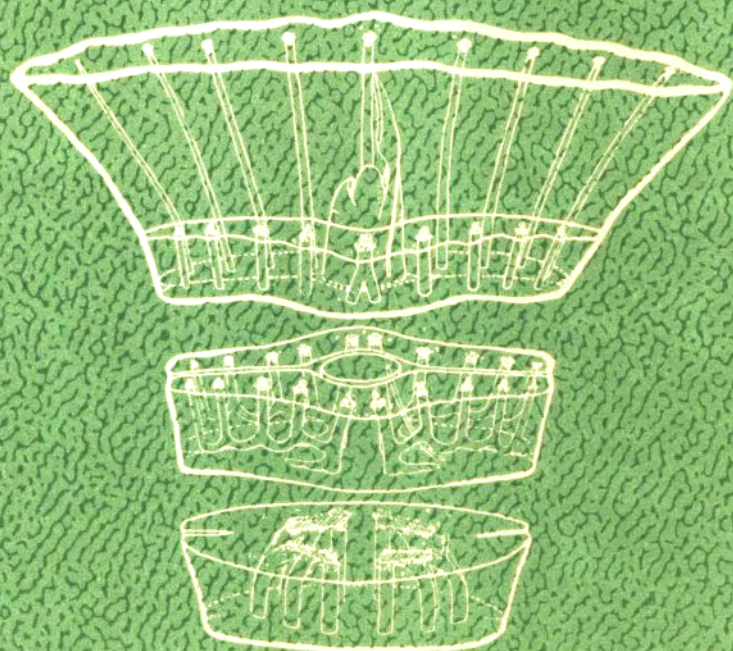


蔬菜解剖与解剖技术

李扬汉著
农业出版社



蔬菜解剖与解剖技术

李扬汉 著

农业出版社

蔬菜解剖与解剖技术

李扬汉 著

* * *

责任编辑 周普国

农业出版社出版 (北京市朝阳区农展馆北路2号)
新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092mm16开本 23.25印张 505千字

1991年5月第1版 1991年10月北京第1次印刷

印数 1—1,200册 定价 18.95元

ISBN 7-109-01743-5/S·1149

前 言

为了满足读者的需要，作者在历次修订的“蔬菜解剖与技术”讲义的基础上，结合教学工作和科学研究实践所得的资料，参阅国内外有关文献，撰写了本书。在本书的绪论内，作者概括而有重点地阐述了本书的基本内容和学习蔬菜解剖与技术的要求。

蔬菜与其他高等植物一样，其器官复杂的结构，是由多种细胞和组织构成的。为了使读者有一个广泛而比较坚实的植物解剖学的基础知识，特撰写了蔬菜解剖基本知识——细胞、组织与组织系统一章。这对学习本书的内容，是入门必由之路。

在蔬菜的胚与幼苗一章中，作者从种子中的胚，经过萌芽形成的幼苗，长到成株以前，结合细胞、组织与器官进行了解剖结构的描述。然后，按蔬菜营养器官——根、茎、叶，和生殖器官——花、果实与种子，分别撰写了三章和二章。每一章中先叙述其一般共同的解剖特征，再从一般到特殊，分别举例叙述双子叶蔬菜，和单子叶蔬菜的解剖特征。这样一来，既可兼顾根菜类、叶菜类、豆类、瓜类和茄果类蔬菜的解剖特征，进行对比参照，又可避免内容不必要的重复，以达到触类旁通和举一反三的要求。全书主要是描述细胞、组织和器官在光学显微镜下观察的解剖特征，但也适当地报道了一些超微结构的特征。

蔬菜解剖与技术是一门实践性和技术性较强的学科，也是从事蔬菜有关研究、进行探索必不可少的知识和技术。作者根据多年的实践经验，按照本书各章不同的内容和要求，撰写了蔬菜解剖技术一章。例如，针对蔬菜幼苗与分枝、果实、种皮及幼根等营养器官细胞分子的观察研究，撰写了组织分离技术，以观察细胞分子的立体形态结构；针对蔬菜胚体与胚乳发育的观察，撰写了整体解剖技术；针对活体材料的观察，撰写了蔬菜手工切片和临时制片以及显微化学试验方法。对于蔬菜内部结构的观察，列有较详细的常规石蜡切片制作法；对于幼嫩材料，如花芽、苗端和根尖，还列有肥皂包埋制片法，涂压制片法和冰冻切片制作法等；对于坚硬材料如嫁接和离层等的观察，写了棉胶制片法。为了研究蔬菜细胞、组织块

和器官的发生解剖，写了组织培养法。此外，为了对蔬菜表面细胞的形状和排列以及其附属物进行活时观察时，和避免伤及蔬菜的本身，还写了胶膜滴制方法。本书中的半薄制片方法，是一种新发展了的制片方法，可以切制1—2 μ m的切片厚度。染色后在光学显微镜下，可以更清晰地看到细胞中的细微结构。总之，本书所介绍的制片方法，是为了进行光学显微镜下观察的，都是具体可行的实用的方法。最后，介绍了蔬菜解剖结构的显微测绘和摄影技术，这是从事解剖研究，所必须掌握的。每章之末列举了一些主要参考文献，供读者参照和选用。

本书原有手稿及卡片和参考文献摘录，不幸在十年动乱期间，丧失殆尽。这是近年重新整理和撰写的。书中论述的顺序和编制，是作者在教学实践中的一个尝试。期望读者对此提出意见，使本书得到修正和改进。

本书原稿在撰写和试用过程中，得到校内同行们和同学们的协作，书稿的缮写和核对，得到吴廷荆同志的帮助，谨此致谢！

李扬汉

于南京农业大学
一九八八年十二月

绪 论

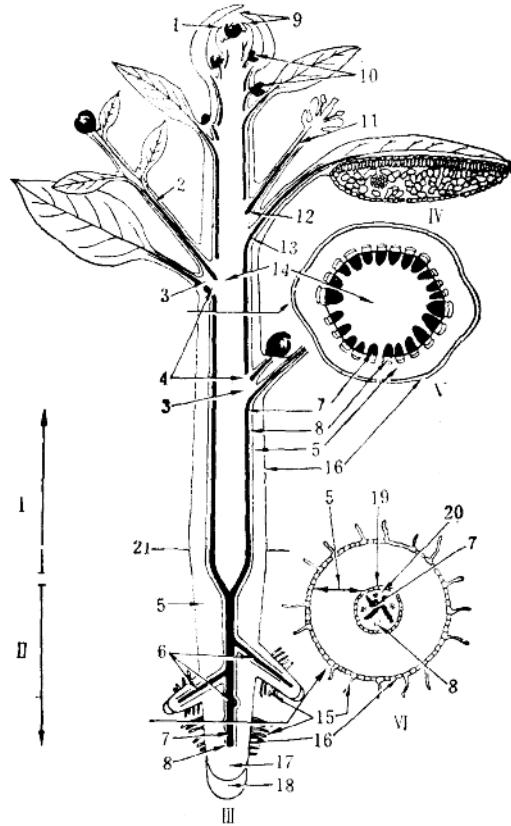
本书主要是论述蔬菜有机体的内部结构和解剖技术；内容着重说明蔬菜的胚和幼苗，成株营养器官中的根、茎、叶和生殖器官中的花、果实和种子的解剖结构和功能，及其在个体发育，即生活周期中的动态结构。现在试从五个方面，作一个概括的论述。

一、蔬菜有机体的整体性、器官的异质性和细胞的全能性

本书将蔬菜有机体分为营养器官和生殖器官分别论述其结构和功能，这完全是出于阐述上的方便，绝对不可因此而忽略蔬菜本身的整体性。因为，蔬菜有机体的各个器官是由组织构成的，是由一种或几种组织，按照一定的规律，共同构成的。它能完善地行使一定的功能。不同的器官相联在一起，完善地构成整个的蔬菜有机体（绪图—1）。

蔬菜的器官与组织一样，也是由细胞分裂、生长和分化形成的，是蔬菜有机体在历史发展过程中，长期自然选择的产物。因此，蔬菜属于多细胞植物，是细胞的复合体。聚集在一起的细胞，相互连接，彼此协调，形成一个完整的实体。

应当着重指出的是，在不同的发育阶段中所形成的同一种器官，它的“生物学特性”是不相同的。所谓生物学特性是指生物与外界和内在条件相互作用的表现，器官这



绪图—1 蔬菜的器官与组织（依Holman 及Robbins重绘并加注）

- I. 苗 II. 根 III. 蔬菜有机体主要器官和组织 IV. 叶的剖面
 V. 茎的横剖面 VI. 根的横剖面
 1. 苗端 2. 茎分枝 3. 节 4. 节间 5. 皮层 6. 支根 7. 木质部
 8. 韧皮部 9. 叶原基 10. 腋芽 11. 花枝 12. 枝隙 13. 叶隙
 14. 髓 15. 根毛 16. 表皮 17. 根尖 18. 根冠 19. 内皮层
 20. 中柱鞘 21. 土壤线

种不同的表现，称为器官发育阶段的异质性。

细胞可以看作是蔬菜或其他植物的一种结构单位。近代组织培养也证实，从复杂的有机体中分离出来的单个细胞，能够分裂和生长复制出象亲本一样的有机体，从而体现细胞潜在的全能性。超微结构和生物化学的研究，都证实不论是单细胞的或多细胞生物的细胞都有其基本相似的特性。

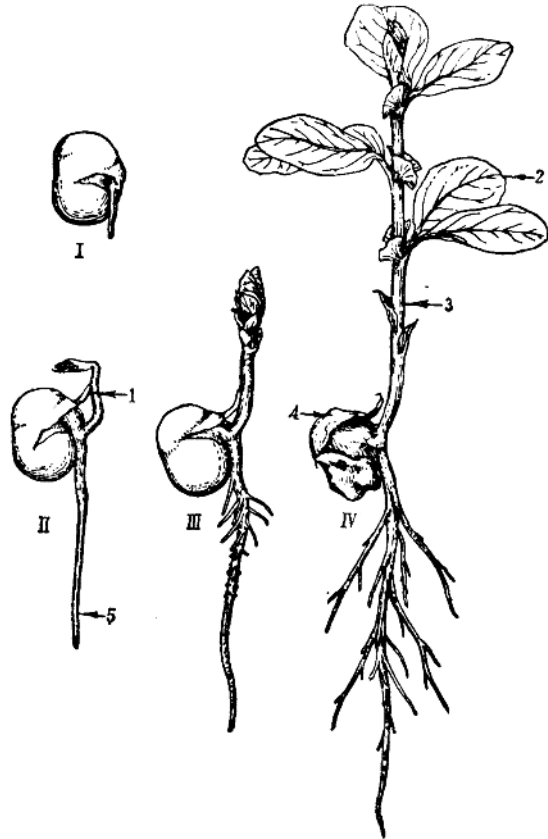
德国植物生理学家 Haberlandt 于 1902 年，首次提出植物细胞全能性学说，即植物的生活细胞有产生完整植株的能力，并预言这种潜在的能力将在细胞培养中表现出来。现在已在许多植物中证实从小孢子或花粉粒中可以产生无性胚，近来又在子房、胚珠和胚乳的培养中证明由雌配子体中的细胞也可以产生无性胚。许多体细胞、小孢子、雄配子体、雌配子体，在一定的条件下，不经过配子融合也具有胚胎发生的能力。

两个子细胞核的遗传组成是一致的，都具有近乎同样的原始基因物质，因此，大多数细胞都有产生完整植株的全能性。换言之，每个细胞含有能分化成为各种类型细胞的潜在性能，但在一般情况下，只能发育成一种类型的细胞。这说明核的基因组成可以是相似的，但发生基因表现调节的水平，则可能是不同的。

二、蔬菜胚的极性和新器官的发生

蔬菜的胚包藏在种子之内，外有种皮或种皮与果皮愈合形成的籽实皮所包围。多细胞的胚分化为初期的器官，继续分化成为新的孢子体，即幼苗和成株（绪图—2）。我们可以从受精卵，即合子到胚的形成开始，进行解剖结构的观察，一直观察到新种子的产生，从蔬菜的个体发育中，来理解其动态解剖结构的特征和所行使的功能。

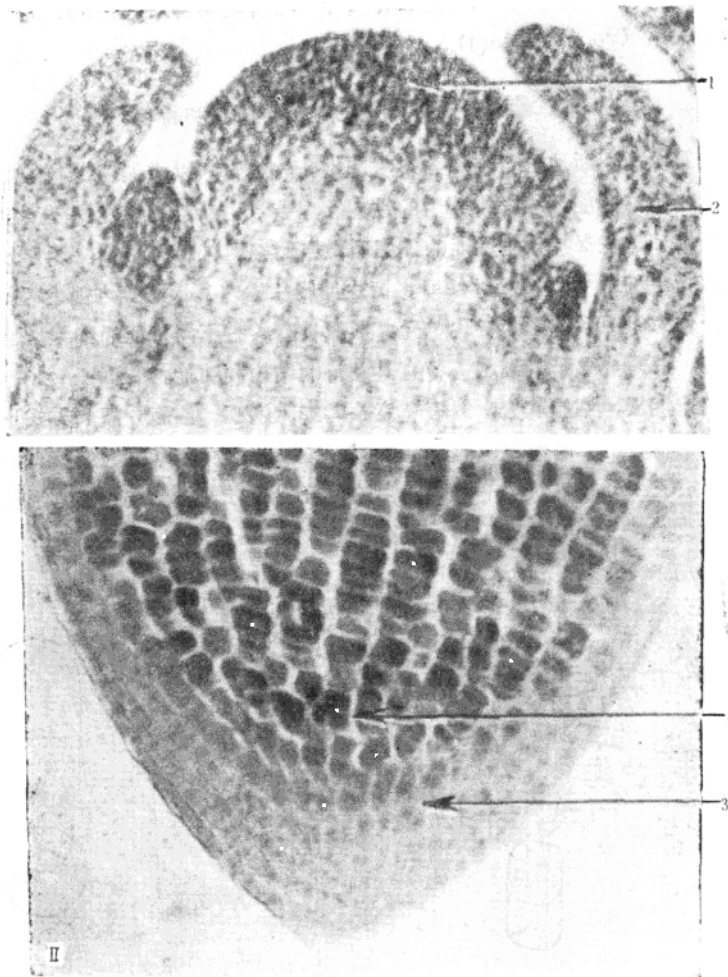
蔬菜和其他高等植物的胚一样，一开始就表现出很强的极性（可能在合子时期，就已经有了极性的表现）。在胚的两极（苗端和根尖）有分生组织，即所谓顶端分生组织（绪图—3）。这是蔬菜的重要区域，长期保留其胚性。分别产



绪图—2 蚕豆的种子萌芽，胚发育为幼苗并成长为幼小植株（李扬汉）

表示极性和新器官的发生

I—III. 种子萌芽与幼苗 IV. 幼小植株
1. 苗端 2. 叶 3. 茎 4. 种皮 5. 根尖



绪图—3 蔬菜的苗端和根尖 (李扬汉)

表示其极性和顶端分生组织

I. 小白菜 (品种为矮脚黄) 的苗端 II. 番茄的根尖

1. 顶端分生组织 2. 幼叶 3. 根冠 (手工切片)

生地上部的新器官——茎与叶，和地下的新器官——根。

产生极性的因素，至今尚未全部了解。在实验条件下，现在已经知道影响极性的因素有精子进入卵细胞的部位，温度和氧浓度的梯度，光的照射方向等。早在蔬菜胚囊中的卵细胞所在的方位，就有可能决定其极性，因为非对称性一旦被引入，便可以借细胞分裂，无限地延续下去。有丝分裂的纺锤丝在方向上被确定以后，便可保持其极性 (Brown, 1958)。有丝分裂的子细胞，各有一端保持纺锤丝极，另一端保持其赤道板极。

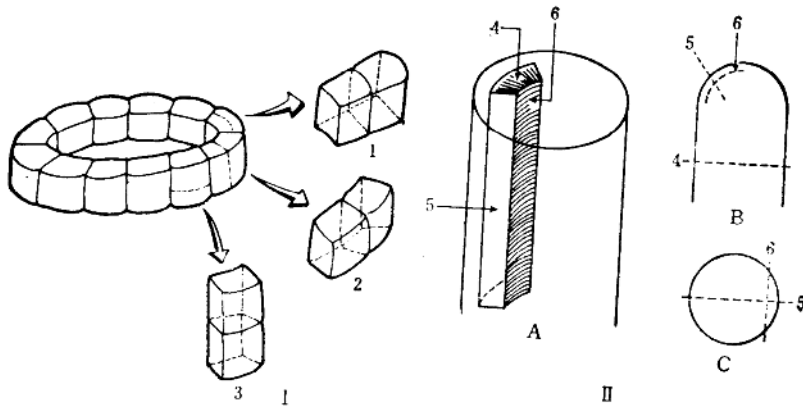
蔬菜配子体的异养时期很短，而且局限于胚的阶段，以后便逐渐形成在生理上独立的、占优势的营养体 (vegetative body)。营养体的苗端和根尖仍旧保持有顶端分生组

织，不断地产生新的器官。地面上的茎和各类叶性器官组成苗系 (shoot system)，地下形成庞大的根系 (root system)。

三、蔬菜有机体细胞的分裂、分化和特化

只有分生组织能不断地进行细胞分裂，产生新的细胞，以增加蔬菜有机体的细胞数目，其中有的细胞本身能继续保持分生的性能。保持产生新细胞性能的分生组织，是形成其他组织的基础。这些保持分生性能的细胞叫做原始细胞 (initials)；发育分化为各种组织的细胞叫做衍生细胞 (derivatives)。衍生细胞从生理、形态等方面发生变化，逐渐走向特化，分化为组织系统中的特化单元，形成具有各种不同特征的细胞。已达到不同程度分化的细胞，就是成熟了的细胞，各有其独特的结构和功能。

细胞分裂速度慢，细胞就大，分裂速度快，细胞就小。细胞分裂的方式不同。有垂周分裂，可增加植物有机体的面积；有平周分裂，可增加层次和厚度。细胞有横分裂，还有垂直分裂，形成三相分裂 (绪图—4)。以上这些分裂的方式与形成的器官形状有关。细胞分裂和生长的快慢、分化的程度，将决定蔬菜的长相。



绪图—4 细胞分裂方式和剖切面图解 (I. 李扬汉, II. Burst)

I. 细胞分裂方式 II. 剖切面 (A、B、C)

1. 平周分裂 (切线向分裂) 2. 垂周分裂 (径向分裂) 3. 横分裂 (与纵轴垂直) 4. 横剖面 5. 径向剖面 (纵剖面) 6. 切线向剖面 (纵剖面)

细胞为什么会发生变化和怎样变得彼此不一样？这个有关细胞分化的问题，是生物学中至今未曾得到完满解答的一个根本性的问题。

蔬菜和其他植物的细胞一样，都有细胞壁，这是植物固有的特征，在细胞分化中，细胞壁很重要。有了坚实的细胞壁，已分化的细胞便趋于固定而不会改变其形状。

分化中的一个重要现象是细胞的不均等分裂，它表现在合子核的第一次分裂中。这种横分裂，反映着上下细胞之间的差别。花粉核的行为，如形成营养核与生殖核，也是不均等分裂的表现。其他不均等分裂有：形成层细胞形成韧皮部的筛管和伴胞，产生第一个木质部细胞的细胞，形成根毛的细胞。尤其是形成根毛的细胞 (生毛细胞)，人们对这些细

胞进行了详细的研究，揭示出某些发育上的特征。

例如，并非所有表皮细胞都形成根毛。生毛细胞与不生毛表皮细胞有规律地交错排列。早期，近根尖的细胞进行分裂，细胞大小相似，不生根毛。以后分裂出大小不均等的细胞，小的细胞才形成根毛

(绪图一5)。小细胞在大多数情况下，是生命力旺盛的细胞，是能继续发育形成精致结构的细胞。

不均等分裂所产生的细胞，一经形成就彼此不同。不均等分裂在母细胞中就决定了极性，而且细胞质的分布也不均匀，实验可以证实这种不均等分裂的现象(绪图一6)。分裂完成后，细胞之间就隔离了，细胞之间就有活力旺盛和不旺盛的差别。这种不均等分裂，为何产生如此深远的后果，至今还没有令人满意的解答。

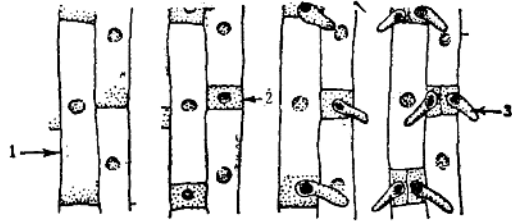
细胞进化重要形态特征之一，是在细胞的外围形成一个膜结构。这个膜的形成，使蔬菜和其他植物有机体有较大的相对独立性，并由此获得一个相对稳定的内在环境。细胞通过膜有选择地从周围环境中摄取养料，排出代谢物，使有机体同外界进行物质交换的水平大为提高，推进了细胞内物质向更高级的形态分化。

各种生物膜的外表，在电子显微镜下观察非常相似。膜经过适当固定后，可见到有二层染色深的暗层，每层约厚2.5nm，中间为浅色层，约3.5nm厚。这个膜被称为单位膜(robertson, 1962)，是一种双分子类的脂层，每侧覆有一层蛋白质。

这个膜不仅将原生质体和环境分开，而且在细胞中形成各种细胞器的界限，使各种生化活动有一定的空间分隔。细胞内容的分隔意味着亚细胞水平的分工。细胞分化时，也有细胞水平上的分工，而且关系到某些作用时，呈现着特化。细胞不同功能上的特化，反映在细胞上的差异。这是蔬菜和所有多细胞生物结构复杂性的一种特征。

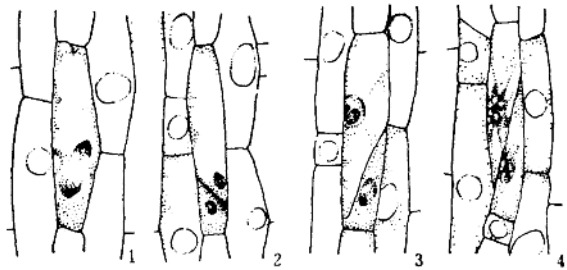
四、蔬菜有机体的增长生长和增粗生长

蔬菜器官中细胞数目的增加，并不明显导致生长，只有在细胞增殖而又增加体积的情



绪图一5 一般单子叶蔬菜根毛的分化(依卡特改注)

图上从左到右表示连续的发育时期。随着核和细胞的分裂有不均等分布的细胞质，结果形成了一个较大细胞(1)和一个小细胞(2)，小细胞发育成根毛(3)



绪图一6 洋葱经离心后，对气孔发育的影响，在基细胞极上明显地形成了气孔母细胞(依卡特重绘)

1.离心以后核纺锤体的移位 2.离心3小时以后，在细胞的基部形成细胞壁 3.离心12小时，向着基部形成细胞突出 4.离心24小时情况同上

况下，器官才表现出明显的生长。高矮品种的差别，其主要原因在于细胞的延长而不在于细胞数目的增加（von Overbeek, 1938）。例如，有些物质如赤霉素促进生长的效应，主要在于增加细胞的长度而不在于增加细胞的数目。

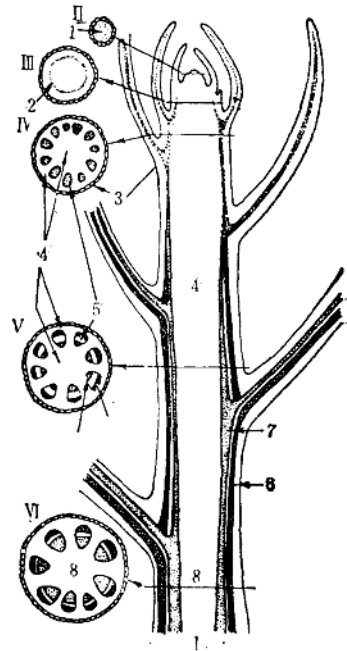
绝大多数蔬菜其长度的生长限于苗端和根尖。因为苗端和根尖的细胞分裂，大多局限于顶端分生组织的顶端生长区中的一个部分。禾本科蔬菜有居间生长区，居间生长（可在节间处延长，称为居间生长）可能中断木质部与韧皮部输导分子的连续性，因而植株能达到的高度是有限的。

蔬菜有机体的增粗生长既不干扰分枝的习性，也不会中断输导分子。在顶端附近出现的增粗生长称为初生增粗生长，在居间部位出现的增粗生长，为次生增粗生长。次生增粗生长，由形成层所引起，增加木质部和韧皮部以及其他组织。增粗生长一发生，其外围组织扩张，以适应其内部体积的增加（绪图—7）。这种扩张可由初生组织的分裂和生长或由产生新保护层的次生分生组织的形成来完成。双子叶蔬菜的初生皮层及表皮组织在木栓形成层产生前数周内，可适应内部的组织的生长。

在大多数蔬菜中，几乎都有顶端加粗生长，但这种生长增加有限。蔬菜的苗，初生增粗生长的程度随蔬菜的发育阶段不同而有所不同。Troll和Rauch (1950)曾指出：如在最上面叶原基水平面的高度上，测量苗端的直径，可发现在胚中较小，幼苗成长到花原基形成的这段期间则逐渐增大。然后在轴顶没有顶生花的情况下，直径减小。在没有次生增粗生长的干扰下，可由植株节间直径的变化表现出来。蔬菜中有的苗，例如甘蓝 (*Brassica oleracea* L.) 的某些品种，其成株苗的直径的增加比幼苗的要增加很多倍，不过芸薹属 (*Brassica*) 中其他种的次生增粗的生长，则是微不足道的。

五、蔬菜有复杂的解剖结构和有规律的生活周期

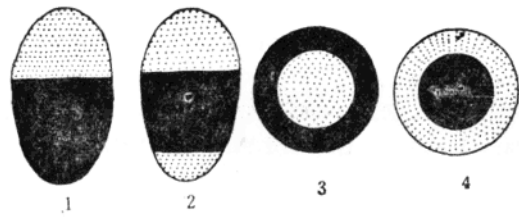
蔬菜中的绝大多数，是陆生的被子植物。蔬菜和其他被子植物一样，在漫长的衍变过程中，其器官的形态结构和孢子的发育，比古代的植物，有显著的变化。经过人类的培育，蔬菜和现代的被植物就更为特化，具有非常复杂的解剖结构，有的发生变态，更增加了其营养体解剖结构的复杂性。蔬菜有机体周期性的维管形成层活动，形成了具有高度进化的维管系统。维管系统的发生是蔬菜营养体（孢子体）结构复杂化的最显著的特征，维管束的类型有外韧的、双韧的、周韧的和周木的（绪图—8）。



绪图—7 维管组织的发育形式和三种主要的分生组织（I—VI）
（依Weier等改注）

1. 顶端分生组织 2. 剩余分生组织 3. 原表皮层 4. 基本分生组织 5. 原形成层
6. 韧皮部 7. 木质部 8. 髓

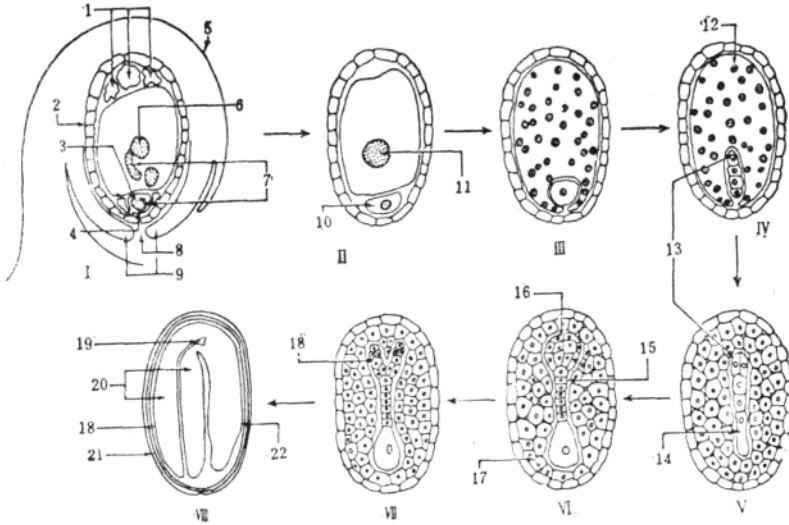
蔬菜的雌雄配子体，其形态结构都十分退化变形而细小，在生理上必须依赖营养体（孢子体）。配子体主要功能是产生精子（雄配子）和卵（雌配子）。精子与卵融合后（受精作用），形成合子成了双倍体的细胞系。精子与卵融合后，恢复了双倍的染色体数目，产生第二代的合子，合子形成胚，发育为新的营养体（孢子体），有的胚与胚乳被包围在种皮以内（绪图—9）。可以明显地看出，在蔬菜的生活周期中，双倍体的（2N）营养体（孢子体）世代与单倍体的（N）配子体世代，是交替进行的，有规律地完成其生活周期。我们要结合各类蔬菜在生活周期中的动态结构和表现从种子萌芽到形成新一代种子的进程中，进行观察。



绪图—8 维管束的类型(依 Hayward)

1.外韧的 2.双韧的 3.周木的 4.周韧的
 缀图点的表示韧皮部，黑色的表示木质部

有的胚与胚乳被包围在种皮以内（绪图—9）。可以明显地看出，在蔬菜的生活周期中，双倍体的（2N）营养体（孢子体）世代与单倍体的（N）配子体世代，是交替进行的，有规律地完成其生活周期。我们要结合各类蔬菜在生活周期中的动态结构和表现从种子萌芽到形成新一代种子的进程中，进行观察。



绪图—9 双子叶蔬菜种子发育的图解(依Weier等改注)

I. 受精后的胚珠 II. 配子核融合后形成胚和胚乳 III. 胚乳自由细胞核分裂 IV. 原胚的丝状体时期 V. 胚柄细胞的伸长和原胚细胞的分裂 VI. 胚的球体时期 VII. 胚心脏形时期 VIII. 成熟种子
 1.反足细胞 2.珠心 3.卵核 4.卵细胞 5.胚珠 6.极核 7.精子核 8.珠孔 9.珠被 10.合子 11.初生胚乳核 12.自由胚乳核 13.原胚 14.基细胞 15.胚柄 16.发育中的胚 17.胚乳 18.胚 19.胚芽 20.子叶 21.种皮 22.胚根

参 考 文 献

- [1] 李扬汉, 1979, 禾本科作物的形态与解剖, 上海科学技术出版社, 上海。
- [2] 李正理、张新英, 1983, 植物解剖学, 高等教育出版社, 北京。
- [3] 赵世绪, 1986, 作物生殖生物学, 北京农业大学出版社, 北京。

[4] Esau, K. 1977: Anatomy of Seed Plants (2nd ed), John Wiley & Sons, New York.

[5] Fahn, A. 1982: Plant Anatomy (3rd revised ed.), Pergamon Press, Oxford, England.

[6] Cutter, E. G. 1969, 1971: Plant Anatomy, Experiment and Interpretation Part I and II, Edward Arnold, London.

第一章 蔬菜解剖的基础知识—— 细胞、组织与组织系统

在绪论中曾提到，蔬菜有机体是由多数细胞组成的，属于多细胞的植物。这些细胞聚集在一起，相互连接，彼此分工，行使机体的生命活动，共同组成一个既协调而又完整的实体。细胞的大小、形状、结构和功能各不相同。有的细胞（如纤维）可用厘米或毫米来计量；有的细胞很小，要用微米^①甚至用纳米单位来计量。细胞在形态和功能上的变化称为分化。结构和功能相同，集合在一起的细胞群，称为组织。根据功能不同又组成不同的组织系统。各种不同的组织结合在一起，行使一定的功能的，称为器官。各种不同的组织在器官中有规律地配合在一起，形成完整的机体。构成蔬菜有机体的细胞其内部的组成是极其复杂的。

第一节 蔬菜有机体的基本结构单位——细胞

早期的植物学家已经认识到多样而繁杂的细胞在结构上的一致性。最初发现植物细胞壁所分隔的空间，而称其为“细胞”（cell, 1665）^②。很早就在植物细胞中发现叶绿体（chloroplast, 1702），组成细胞的生活物质是原生质（protoplasm, 1840），由此衍生出原生质体（protoplast, 1846）。细胞核（nucleus, 1883）和核仁（nucleolus, 1882）的发现，使我们对于原生质体的复杂性，有了更进一步的认识，并将细胞核以外的原生质称为细胞质（cytoplasm, 1862）。以后又看见了染色体（chromosome, 1888），并有了细胞分裂的报道，随后（1946）又注意到了原生质与细胞液间的差别。细胞学说的提出（1838），又进一步加深了我们对细胞是生活有机体结构单位的认识^③。19世纪后期才确立了细胞的概念。电子显微镜的应用，使我们更看到细胞和细胞器——线粒体（mitochondria, 1947），原生质膜（plasmalemma, 1954）。高尔基体（dictyosomes, 1956），核糖体（ribosomes, 1956），内质网（endoplasmic reticulum, 1957），液泡（vacuoles, 1957），微管（microtubules, 1960），微体（microbodies, 1965）等的细微结构。

根据以上这些事实，可以将细胞看作是蔬菜有机体的一种结构上的单位。近代组织培养也证实，从复杂的有机体中分离出来的单个细胞，能够分裂和生长复制出象亲本一样的有机体，也支持了细胞作为一种结构单位的说法。超微结构和生物化学的研究证明，不论

① 微米(μm)是表示细胞大小最方便的单位，1微米等于 10^{-6} 或 $1/1000$ 毫米。

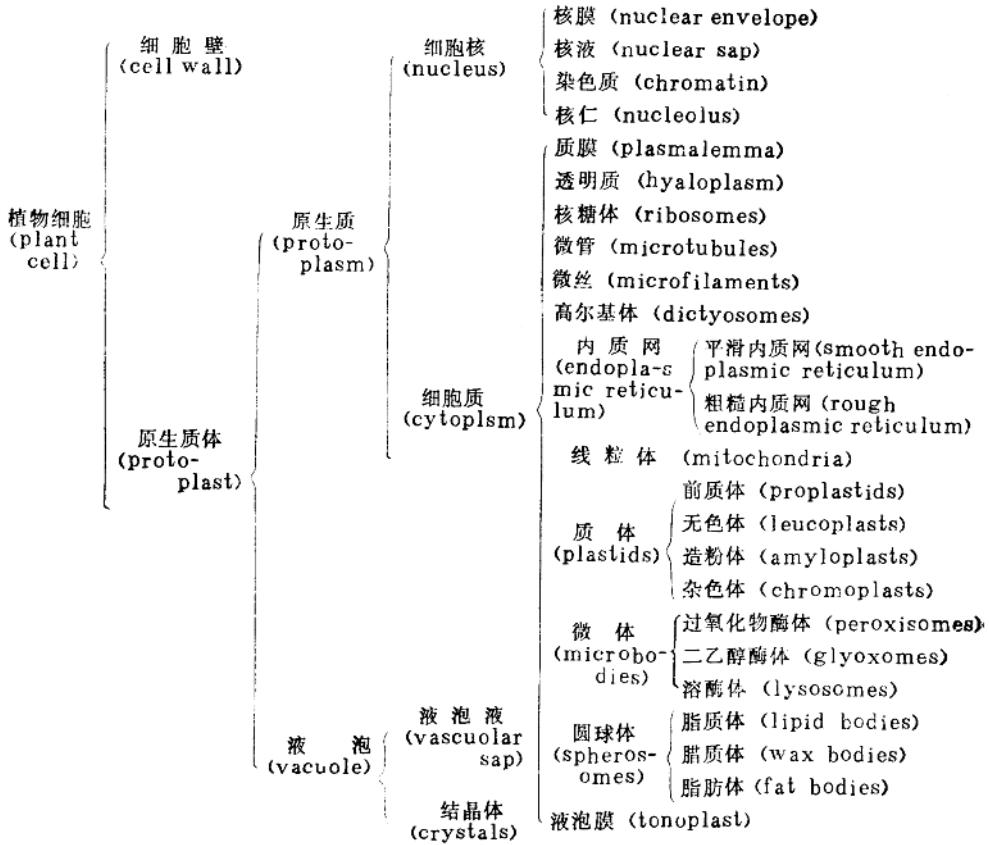
② 虎克(Robert Hooke)还在芜菁和萝卜等植物的不同部位也发现类似的结构，实际上只是死的细胞壁。

③ 施莱登(M. Schleiden, 1938)提出，“细胞是任何一个植物体的基本单位，最简单的植物是由一个细胞构成的，而大多数植物是由细胞和细胞变态构成的”。

是单细胞或多细胞的生物的细胞是基本相似的。

第二节 细胞与细胞器的一般结构和功能

蔬菜和其他多细胞植物有机体一样，具有下表中所列出的结构和含有物。



一、原生质体 (protoplast)

由原生质衍生的原生质体，是十分复杂的结构。有时原生质体的含义相当于一个细胞。因此，这一术语往往看作是细胞的同义语。细胞的周围有一种称为质膜 (plasmalemma) 的使之与外界环境分隔开来。坚韧的细胞壁包围在质膜的外面，细胞质中还有一些细胞器 (organelle)。细胞质围绕着分化的细胞核 (图1-1)。

1. 单位膜 (unit membrane) 蔬菜和其他高等植物一样，其细胞中的组成部分，由各种膜所分隔，各有不同的功能^①。在电镜下观察，这些膜很相似。在绪论曾提到，适

^① 例如质膜、线粒体膜、内质网膜、高尔基体膜，都具有不同的功能。



图1-1 菜豆幼苗细胞的超微结构(依Weier等)
 1.质膜 2.细胞壁 3.微体 4.细胞间隙 5.核仁 6.核膜
 7.细胞核 8.DNA 9.高尔基体 10.内质网 11.核糖体
 12.质体 13.膜 14.核孔 15.细胞质 16.液泡 17.胞间
 连丝 18.线粒体

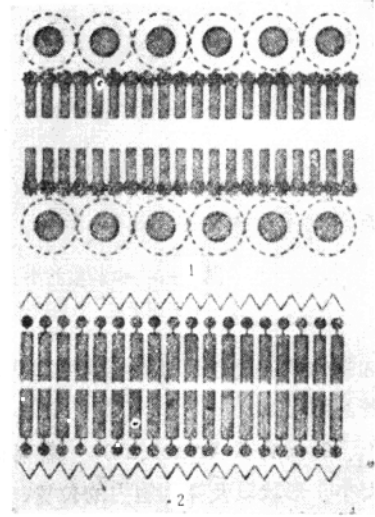


图1-2 单位膜(依Weier等)
 1.达弗逊和丹尼里(Davson和Danielli, 1935)所提出的模型,表示一双分子的类脂层,为一单分子球蛋白层所覆盖
 2.罗布逊(Robertson,1959)提出的模型,此处其覆盖的单分子层为一层扩展的蛋白质

当固定以后,可看到二层染色深的暗层(电子密度高),各有2.5nm厚,中间一层为浅色层(电子密度低),有3.5nm厚。这一类膜称为单位膜(Robertson, 1962)。是一种双分子的类脂层,每侧覆盖着有一层蛋白质(图1-2)。这种膜型,虽然不足以解释细胞膜的结构与功能之间的关系,但双分子类脂层的说法还是比较恰当的。单位膜是可以看见的结构,仍不失为一个有用的名称。用冰冻蚀刻技术制图电镜材料,可以看到单位膜通过类脂层内部裂开,在膜的裂开内表面上有质点现出。而且质点的分布,多少和大小的变化,与细胞的作用状态有关。辛格和尼科尔森(Singer & Nicolson, 1972)提出流动镶嵌模型(fluid mosaic mode),强调了膜的流动性,并显示了膜蛋白质分布的不对称性。在类脂双分子层表面镶嵌有蛋白质分子,有的蛋白质分子部分或全部嵌入内部,有的则横跨膜层(图1-3)。物质进出细胞必须通过质膜,质膜对物质的通透有高度的选择性,质膜的

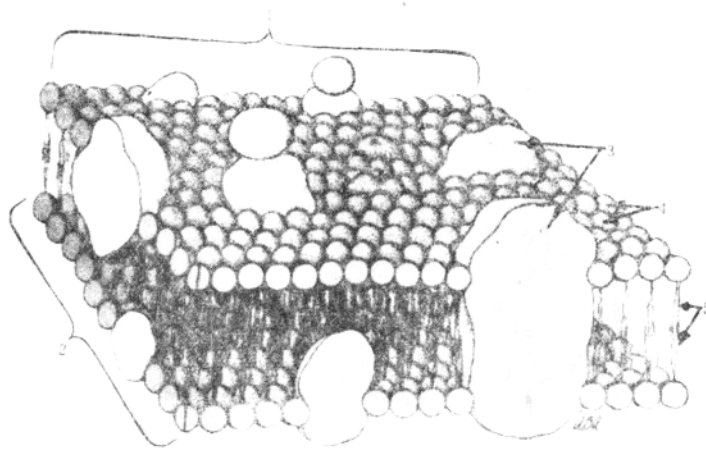


图1-3 细胞膜的脂质—蛋白质分子镶嵌模型 (依Weier等)

1. 外膜表面 2. 内膜表面 3. 蛋白质分子 4. 亲水头部 5. 疏水脂肪酸

选择性和通透性是最重要的生理特性。它不仅是物质通透的屏障，它还通过多种途径调节着细胞代谢。

2. 细胞核 (nucleus) 蔬菜有机体的细胞为真核细胞，大多数是单核的，细胞核的大小、形状以及在细胞内的位置，随细胞的年龄、功能和生理状况的不同而有改变。细胞分裂时，细胞核进行周期性的变化。分裂间期，细胞核是一个分离的细胞器，外有核膜包围，内含 1 至多个核仁。染色体处在一种解开 (非旋曲) 状态，很难和细胞核的核原生质区分。细胞核内还含有结晶状、纤维状或无定形的蛋白质内含体。

核膜上有孔，称为核孔 (nuclear pore)。核孔的结构复杂。围绕核孔的圆形结构为孔环 (annulus)，有中央颗粒 (central granule)。介于孔环及颗粒之间的有纤丝 (fibrils) 系统。在细胞分裂间期，核仁 (nucleoli) 常融合成为一个。核仁没有界膜，往往和染色质结合。

细胞分裂称为细胞周期 (图1-4)，可见明显的染色体。细胞核有丝分裂时，染色体加倍，子细胞成

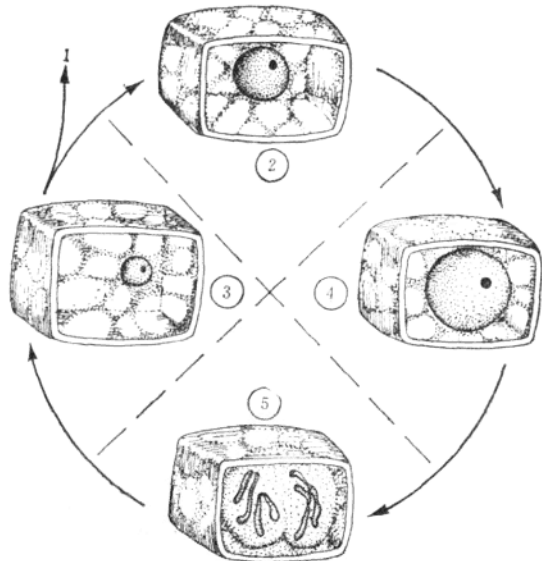


图1-4 细胞周期的各阶段图解 (依托马斯)

1. 细胞分化 2. DNA合成期 3. DNA合成前期 4. DNA合成后期 5. 有丝分裂