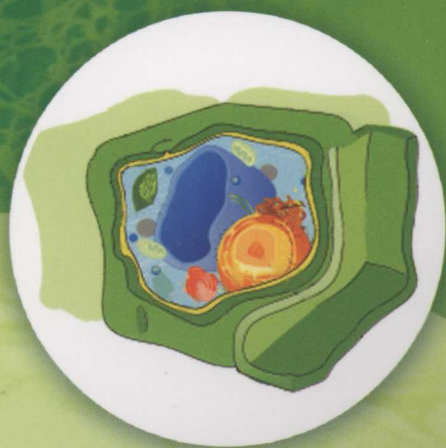




逆境植物细胞生物学

简令成 王 红 著



科学出版社
www.sciencep.com

逆境植物细胞生物学

简令成 王 红 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书分为两篇。第一篇是正常条件下植物细胞的结构与功能,包括 11 章,系统地叙述了植物细胞内各种细胞器的结构与功能,作为逆境中细胞结构与功能变化对比分析的基础。第二篇是低温、干旱和盐胁迫下植物细胞结构与功能的反应与适应,包括 13 章,叙述了各类细胞器的结构与功能、物质代谢以及基因表达在逆境中的变化,全面反映了当今国际上在植物抗寒、抗旱和抗盐机制及基因工程研究中细胞和分子水平上的最新研究成果,内容丰富,具有较高的学术水平。

本书可供综合性高等院校、农林院校及科研机构植物生物学、植物生理学、细胞生物学、分子生物学等专业的研究人员与教学人员、研究生和大学生参考。

图书在版编目(CIP)数据

逆境植物细胞生物学/简令成,王红著. —北京:科学出版社,2009

ISBN 978-7-03-022365-4

I. 逆… II. ①简…②王… III. 植物-细胞生物学 IV. Q942

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 091243 号

责任编辑:莫结胜 席 慧/责任校对:张怡君

责任印制:钱玉芬/封面设计:耕者设计工作室

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

天时彩色印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009 年 1 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2009 年 1 月第一次印刷 印张:21 3/4

印数:1—2 000 字数:508 000

定价:70.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈双青〉)

序

近年来全球气候变化,严重影响了人类的生存环境,并导致农业生产的巨大损失,这是亟待解决的国家重大战略问题。同时,植物对逆境(如低温、干旱和土壤盐渍化等)的应答机制也是科学家关注的问题,在我国的科研计划(如国家重点基础研究发展计划、国家高技术研究发展计划等)中已被列为重大研究方向,整个国际社会也都投入了巨大的人力和物力。过去的数十年间,植物科学工作者在植物逆境生理和细胞生物学研究方面取得了重要的进展,特别是近年来在拟南芥、水稻等模式植物的分子遗传学研究中取得了突破,在国际上产生了重要的影响。

简令成教授是一位资深的细胞生物学家,在逆境细胞生物学研究方面取得了重要成就,曾任中国科学院植物研究所细胞室主任,中国细胞生物学会第一、二届理事会理事,中国植物学会第十届理事会理事,中国植物细胞生物专业委员会主任,《细胞生物学杂志》副主编,《实验生物学报》、*Cell Research* 及《植物学通报》编委等学术职务,并曾受聘为中国科学院研究生院和中国农业科学院研究生院兼职教授,以及作为客座教授在美国明尼苏达大学农学院园艺系植物抗性研究室工作过8年(1994~2001年)。王红博士是简先生的学生,她参与植物抗逆性的细胞生物学研究也已有多多年,他们师生共同撰写的《逆境植物细胞生物学》,是对植物在细胞及分子水平研究中取得的新成果的一个较全面、系统的总结,内容丰富,具有很高的学术水平。书中的第一篇“正常条件下植物细胞的结构与功能”,既是该书中逆境植物细胞结构与功能变化的对比分析的基础,也弥补了以前的细胞生物学书籍阐述植物细胞的特异结构与功能相对较少的不足。所以,《逆境植物细胞生物学》的出版,对于我国进一步开展植物抗逆性和普通细胞生物学的研究与教学将起到重要作用。

著者长期从事植物抗逆性的细胞生物学研究,他们发表的大量研究论文早已受到读者的欢迎和重视,《逆境植物细胞生物学》的出版,是著者对植物抗逆性研究的又一个新贡献。基于在这个领域内长期的实践经验和知识积累,著者对于问题的看法能做到融会贯通,举一反三,因此该书在文字叙述上做到了深入浅出,同时有他们长期积累的图片(照片)可参考借鉴,使读者容易看懂和领会。我深信,读者们一定会对该书给予热烈的欢迎,并会从中获益良多,因此我十分高兴地向读者予以推荐。

中国科学院植物研究所



2008年5月7日

前 言

众所周知,低温、干旱和盐渍化是全球普遍存在的三大主要自然灾害,严重地影响植物的生长和繁衍,阻碍农业生产的发展,破坏人类的绿色家园。并且,其危害程度还在加剧,正日益严酷地挑战人类的生存环境。不正常的气候变化日益剧烈,许多地区的干旱和盐渍化正以极高的速度蔓延,使包括人类在内的所有生物群体的生存空间日益缩小,并使人类健康遭受严重危害。因此,防治这些自然灾害是人类社会发展规划中最重要战略任务。当今,全世界各国政府领导人对这一问题给予了极大关注,如何制订既能开发利用,又有周密的科学保护的政策和措施,防止进一步的破坏,并研究科学的恢复方法,提高植物对这些逆境的抵抗能力和适应性,是战胜这种自然灾害的一个重要方面。

植物与其生存环境的适应关系是矛盾统一体的两个方面,二者始终处在动态变化之中,不利的环境条件(如低温、干旱和盐渍化)给植物的生活和生存造成压力(stress),一方面导致植物体一系列形态学、生理学、生物化学和分子生物学的变化,影响植物的生长,甚至危害其生存;另一方面,植物为了生存会使它的机体结构和功能发生改变,其结果是适应者生存,不适应者灭亡。科学研究的任务和作用,是揭示和认识植物的这种适应性变化的规律,进而帮助植物如何更有效地去适应这种逆境,尤其是要帮助那些重要的农作物提高它们的抗逆能力,减轻逆境的危害,保持较好的产量和质量。因此,联合国教科文组织和许多发达国家都已将植物的抗逆性列为重大科研计划;许多综合大学的生命科学院系和农林院校开设了“逆境植物生物学或生理学”课程;许多著名的国际学术刊物都设有“植物抗逆性”(plant stress resistance)论文专栏;植物抗逆性国际学术讨论会几乎连年举行;不仅有大量的植物抗逆性的研究论文和综述发表,而且不断有许多抗逆性专著出版。所有这些,其目的都是为了动员各种力量去战胜低温、干旱和盐渍化等逆境自然灾害,保护人类的绿色家园和健康的生活环境。

细胞是生物有机体形态结构和生命活动的基本单位,植物对逆境的反应和适应也是通过细胞结构和功能的改变去实现的。长期以来,特别是近二十余年来,国内外的逆境研究专家们运用新的研究技术,在细胞和分子水平上进行了大量的工作,为植物在逆境反应和适应过程中的细胞结构与功能的改变提供了许多新的高水平的研究成果和新的学术见解,展示了细胞和分子在逆境适应中相辅相成的紧密关系。这些新成果不仅涉及生物膜结构的变化、水的调节和离子的平衡,以及细胞生长与分化的适应;更为重要的是揭示了膜与蛋白质的保护性物质、分子伴侣、渗透保护剂和自由基清除剂,细胞对逆境胁迫信号的感应和传递途径及其调控因子,基因表达的转录调节和转录表达水平,并在基因转化的遗传工程上都取得了不少进展,为进一步提高作物抗逆性打下了良好的基础,预示着光明的前景。

本书著者长期从事植物抗寒机制的细胞生物学研究,并涉足过抗旱和抗盐机制的探讨。如上所述,低温、干旱和土壤盐渍化这三大自然灾害与农业生产和人类生活的关

系重大，所以在近几年中，特别对国内外有关植物抗寒、抗旱和抗盐的细胞与分子生物学的研究成果进行了搜集与整理，希望在本书中能够较系统地、全面地反映当前的最新研究成果和水平，为我国植物抗逆性的研究和教学做一点承前启后的工作，为推进我国在防治低温、干旱和盐渍化胁迫的斗争中，在保护人类绿色家园的持久战中，尽一点微薄之力。

本书分为两篇，第一篇是正常条件下植物细胞的结构与功能，作为逆境中植物细胞结构与功能变化对比分析的基础，包括 11 章，依次叙述：整体植物细胞的结构模式和它的基本组分；细胞壁；质膜；细胞核；质体；叶绿体和造淀粉体；线粒体；核糖核蛋白体；细胞质微管骨架；内质网-高尔基体系统；液泡；细胞间运输：胞间连丝和传递细胞。第二篇是低温、干旱和盐胁迫下植物细胞结构与功能的反应与适应，包括 13 章，依次叙述：质膜结构与功能对低温、干旱和盐胁迫的反应与适应；低温、干旱和盐渍化逆境中细胞核结构与功能的变化；细胞骨架对低温、干旱和盐胁迫的反应与适应；低温、干旱和盐渍化逆境中叶绿体结构与功能的变化；低温、干旱和盐渍化逆境中线粒体结构与功能的变化；液泡对逆境的反应与适应；细胞壁对低温、干旱和盐渍化的适应性变化；气孔开关运动的调节与植物的逆境适应；主动程序性细胞死亡与植物的逆境适应；脯氨酸和甜菜碱的渗透调节与保护作用； Ca^{2+} 在植物细胞对逆境反应和适应中的调节作用；活性氧在植物细胞对低温、干旱和盐胁迫反应中的双重作用：损伤作用和信号分子；抗性基因表达与基因工程。本书可作为植物生物学和农林科研机构以及大专院校的研究人员和教学人员、研究生和大学生的参考书。如若读者能从本书中得到一些收益，则对著者是一个莫大的欣慰。

植物对逆境胁迫的反应与适应是一个十分复杂的问题，涉及细胞结构，特别是膜结构学、细胞生理学、生物化学、生物物理学、遗传学和分子生物学等众多学科的研究，当今的新成果也都是在这种多学科和高新技术的共同研究中取得的，我们在主观上虽想尽可能地将这些新成果反映在本书中，为读者贡献有益的启示；然而由于我们的水平有限，实际上做到的与原来期望做到的肯定会有很大距离，并且免不了有不少不妥之处，甚至有错误的地方，还要恳请读者多加指教。

本书的编写得到了许多朋友和同行的热心支持与鼓励，其中特别要提到的是美国明尼苏达（Minnesota）大学农学院园艺系李本湘（Paul H. Li）教授，受他的邀请，我曾作为客座教授于 1994~2001 年在他的植物抗逆研究室工作了 8 年，我们合作得很愉快，李教授对我们做的“植物抗逆机理的细胞生物学研究”很赞赏，在此期间，他曾一再动员和鼓励我撰写这方面的专著，我回答说：“我在 1986 年花了近两个月时间写了一本《植物寒害和抗寒性》的小册子，自己很自信，读者反映也不错；然而日后的工作越多越不敢写了，因为许多问题还都不能定论。”李教授说：“这正表明你认识的进步和成熟，英文‘research’就是表示研究是不断地‘再探索’（re-search），你在这种基础上写书，一定会写得更好，读者需要这样的著作。”如果这本书能得到读者的基本认同，则首先要感谢李本湘教授的支持与鼓励。我的学生王红博士积极参与撰写，是本书得以顺利完成的重要力量。在收集文献资料的过程中，北京林业大学生物学院生物化学与分子生物学系的卢存福博士给予了许多帮助，并对部分初稿提出过宝贵意见，特在此向他致以深深的谢意。

在本书的封面设计、校对及文献录入过程中，得到了以下同志的支持和帮助，他们是简洁、简正、薛群、孙德兰、胡占义、杜志高、刘本叶、马东明、蒲高斌、雷彩燕、邱晓芳、郭艳武、陈建林、黄莉莉、马兰青等，在此向他们表示真诚的感谢。

我还要深深感谢我的夫人，在我的整个科研生涯中，她总是默默地承担了全部家务劳动，让我能将全部精力用于科学实验和撰写本书。

我们在长期的植物抗寒机制的细胞生物学研究中，得到了国家自然科学基金委员会重大基金项目、多项面上基金项目以及中国科学院重点基金项目的持续资助，也在此表示衷心的感谢。

我们还要特别感谢著者所在单位中国科学院植物研究所领导给予了大力支持与鼓励，并在出版经费上给予了补助。

简令成

2008年5月8日

目 录

序 前言

第一篇 正常条件下植物细胞的结构与功能

第一章 整体植物细胞的结构模式和它的基本组分	3
一、茎尖、根尖和形成层三个特区的分生组织细胞是植物生长发育、新器官产生的源头	3
二、分生细胞的特征及其发育过程	3
三、成熟细胞的特征	4
四、植物整体细胞结构的基本模式	5
五、生物膜是细胞的基本结构	8
六、水是细胞生命活动最根本的要素	8
七、糖类、脂质、蛋白质和核酸是构造细胞、行使生命活动的四大类基本物质	10
八、植物细胞的生命活动需要 17 种元素	12
九、植物的生长发育需要一个适宜的温度、水分和土壤环境条件	14
第二章 细胞壁	15
一、细胞壁的成分和结构	15
二、细胞壁的形成	18
三、细胞生长与细胞壁的伸展变化	19
四、特殊类型细胞的细胞壁的次生修饰	21
五、细胞壁的构建受微管骨架的引导	22
第三章 质膜	24
一、质膜的超微结构	24
二、质膜的成分和结构模型	24
三、质膜的主要功能	26
四、质膜与细胞壁的联系	31
第四章 细胞核	34
一、核被膜和核膜孔	34
二、染色质	38
三、核仁	39
四、核骨架	41
第五章 质体：叶绿体和造淀粉体	44
一、叶绿体	44
（一）叶绿体的发育、形成与增殖	44

(二) 叶绿体的超微结构和化学成分	46
(三) 叶绿体的主要功能——光合作用	49
二、造淀粉体	53
(一) 造淀粉体的发育及其结构	53
(二) 造淀粉体的淀粉粒合成	54
(三) 淀粉粒的超微结构与化学成分	55
第六章 线粒体	57
一、线粒体的形态、数量、分布与增殖	57
二、线粒体的超微结构	58
三、线粒体的化学组成和酶的定位	59
四、线粒体的功能	60
五、线粒体形态结构的新概念	62
第七章 核糖核蛋白体	63
一、一种专一合成蛋白质的细胞器	63
二、核糖体的结构与成分	64
三、核糖体的合成与组装	66
四、多聚核糖体与蛋白质合成	67
第八章 细胞质微管骨架	69
一、微管的形态结构及化学组成	69
二、微管在细胞有丝分裂中的动态: 微管周期	72
三、微管的组装及其组织中心	73
四、微管与其他结构成分的联系及其连接蛋白	74
五、与微管蛋白和微管特异结合的药物	75
六、微管的功能	76
第九章 内质网-高尔基体系统	78
一、内质网	78
(一) 内质网的结构与分布	78
(二) 内质网的化学组成	79
(三) 内质网的功能	80
二、高尔基体	84
(一) 高尔基体的形态结构	84
(二) 高尔基体的功能	85
三、内质网-高尔基体系统与囊泡运输	85
第十章 液泡	88
一、液泡的发生和它的溶酶体性质	88
二、液泡的内含物和功能	89
三、液泡膜的结构和它的运输功能	92
第十一章 细胞间运输: 胞间连丝和传递细胞	97
一、胞间连丝	97

(一) 胞间连丝的结构	97
(二) 胞间连丝的初生和次生成	99
(三) 胞间连丝通道对运输物质分子大小的限度	103
(四) 胞间连丝对大分子蛋白质和核酸的运输功能	104
(五) 共质体分区及其功能	106
二、传递细胞	108
(一) 传递细胞的结构特征	108
(二) 传递细胞的分布及其功能	109
三、植物体内的共质体运输和质外体运输	110

第二篇 低温、干旱和盐胁迫下植物细胞结构与功能的反应与适应

第十二章 质膜结构与功能对低温、干旱和盐胁迫的反应与适应	115
一、质膜透性的变化是逆境伤害最普遍的共同象征	115
二、逆境胁迫改变了质膜的分子结构	116
三、质膜稳定性在植物抗逆性中的关键作用	123
四、质膜稳定性的分子机制	127
五、原生质体脱水收缩中的质膜行为	130
六、质膜是防止细胞内结冰的屏障	135
七、质膜对 K^+ 的选择性吸收和对 Na^+ 的外排作用	136
八、杜氏盐藻质膜对渗透冲击的特异性反应与适应	138
第十三章 低温、干旱和盐渍化逆境中细胞核结构与功能的变化	140
一、核膜孔——核/质间交通的改变	140
二、低温、干旱和盐胁迫对核仁的影响	143
三、低温、干旱和盐胁迫中染色质状态的变化	146
四、核骨架在低温、干旱和盐胁迫下的变化	148
五、核基因 DNA 复制与转录活动对低温、干旱和盐渍化胁迫的反应与适应	151
六、核在“程序性细胞死亡”中的先导作用	151
第十四章 细胞骨架对低温、干旱和盐胁迫的反应与适应	154
一、细胞骨架是反应外界刺激最好的信息传递结构	154
二、胞质骨架作为反应外界刺激信息传递结构的再证实	154
三、渗透胁迫下细胞骨架网络结构的重新布局及其作用	158
四、微管骨架存在冷敏感性和冷稳定性的差异	159
五、抗寒锻炼过程中微管从冷敏感性转变成冷稳定性	161
六、微管的短暂性解聚起着引发和增强抗寒锻炼的作用	162
七、微管的解聚与重建及其冷稳定性的调节因素	163
八、微管冷稳定性的机制	164
九、周质细胞骨架对质膜冷稳定性的作用	165
十、微丝和微管骨架参与气孔开关运动的调节	167

第十五章 低温、干旱和盐渍化逆境中叶绿体结构与功能的变化	168
一、叶绿体结构和功能对低温的反应与适应	168
二、叶绿体结构和功能对干旱的反应与适应	174
三、叶绿体的结构与功能对盐渍化的反应与适应	176
四、叶绿体结构与功能对低温、干旱和盐胁迫反应与适应的共同特征	179
第十六章 低温、干旱和盐渍化逆境中线粒体结构与功能的变化	180
一、低温胁迫下线粒体结构与功能的变化	180
二、盐渍化胁迫下线粒体结构与功能的变化	187
三、干旱胁迫下线粒体结构与功能的变化	187
四、线粒体释放细胞色素 c 介导程序性细胞死亡 (PCD)	189
第十七章 液泡对逆境的反应与适应	191
一、液泡与渗透调节: 液泡内离子和溶质的积累	191
二、液泡在避免盐毒害中的作用	194
三、液泡在低温逆境中的自卫反应与适应	195
四、液泡膜 H^+ -ATPase (V-ATPase) 对低温、干旱和盐胁迫的反应与适应	200
五、液泡对低温、干旱和盐胁迫中 Ca^{2+} 动态的调节作用	201
六、液泡释放的水解酶参与逆境中自主性细胞死亡	202
第十八章 细胞壁对低温、干旱和盐渍化的适应性变化	205
一、细胞壁对细胞膨压的反应与适应	205
二、细胞壁在抵抗胞外冰晶进入胞内的屏障作用	206
三、在水分胁迫中细胞壁伸展的适应性变化	209
四、细胞壁的修饰与传递细胞的形成在适应盐生境中的作用	211
第十九章 气孔开关运动的调节与植物的逆境适应	215
一、气孔的结构特性	215
二、气孔开关运动的影响因素及其作用机制	216
三、适应干旱的气孔关闭与 C_4 和景天酸代谢植物光合碳途径的改变	217
四、光和 H^+ 泵引发 K^+ 流入导致气孔张开	218
五、保卫细胞细胞质的 Ca^{2+} 增加在气孔关闭中的中心作用	220
六、一氧化氮 (NO) 引发气孔关闭	222
七、气孔保卫细胞的离子通道对刺激信号的整合以及各信号分子的会聚与信息交流	224
八、编码气孔保卫细胞离子通道的基因及其突变体的分析	225
第二十章 主动程序性细胞死亡与植物的逆境适应	227
一、程序性细胞死亡的特征	227
二、低温、干旱和盐胁迫下程序性细胞死亡的表现	230
三、程序性细胞死亡的调控因素	234
四、程序性细胞死亡的调控基因	237
第二十一章 脯氨酸和甜菜碱的渗透调节与保护作用	240
一、脯氨酸和甜菜碱的生物合成及其酶的基因表达	240
二、脯氨酸和甜菜碱的积累与抗逆性的增强	246

三、脯氨酸和甜菜碱在植物逆境适应中的生理功能和作用机制	249
第二十二章 Ca^{2+} 在植物细胞对逆境反应和适应中的调节作用	252
一、 Ca^{2+} 的亚细胞定位与分布	252
二、 Ca^{2+} 信号的发生与传递	254
三、 Ca^{2+} 充当低温信号的传递分子诱导抗寒锻炼	255
四、细胞内高水平 Ca^{2+} 的持久性调控越冬木本植物的生理休眠	259
五、 Ca^{2+} 对干旱、盐渍化及其渗透胁迫的调节作用	261
六、 Ca^{2+} 参与气孔开关运动的调节	262
七、 Ca^{2+} 参与细胞壁加固和加厚的调节作用	263
第二十三章 活性氧在植物细胞对低温、干旱和盐胁迫反应中的双重作用：损伤 作用和信号分子	265
一、细胞内活性氧的发生部位	265
二、细胞内活性氧的消除	266
三、逆境胁迫下活性氧稳态平衡的破坏	267
四、逆境胁迫下活性氧增加的两种后果	268
五、活性氧诱导和调控程序性细胞死亡 (PCD)	270
六、活性氧参与气孔关闭的调控	271
七、活性氧信号的转导途径	271
第二十四章 抗性基因表达与基因工程	274
一、低温、干旱和高盐诱导的基因表达与鉴定	274
二、低温和渗透胁迫诱导的基因表达产物的功能	275
三、胁迫反应基因表达过程中信号的传递途径	277
四、转录因子 CBF 对胁迫反应基因表达的调节作用	278
五、胁迫反应基因表达中依赖 ABA 途径的调节机制	280
六、抗性基因的交叉诱导与表达 (交叉抗性)	282
七、基因工程	284
八、春小麦在低温驯化下的遗传变异与获得性遗传：不抗冻的春小麦在连续秋播条件下 转变成抗冻的冬性小麦	288
主要参考文献	293

第一篇

正常条件下植物细胞的结构与功能

第一章 整体植物细胞的结构模式和它的基本组分

细胞结构与功能的论述是分别按照细胞内所包含的各种细胞器进行的，即论述各种细胞器的结构与功能。在分别探讨各种细胞器的结构与功能之前，无疑需要有一个完整的细胞结构的概念。

一、茎尖、根尖和形成层三个特区的分生组织 细胞是植物生长发育、新器官产生的源头

植物体是由各种器官和组织以及各种类型的细胞构建而成的，它们有一个发育过程。高等植物种子中的胚与脊椎动物的胚胎有着很大的差异，脊椎动物的成熟胚胎几乎已经具备成年个体的所有器官，而植物种子中的幼胚尚不具备成年植物体的许多器官和组织，只是幼胚的顶端分生细胞具备了产生各种新器官的能力；并且，其新器官的产生是有时序性的。早期不断产生新的根、茎、叶，称为营养生长期；然后进入生殖生长期、生育后期，产生花和果实（种子）。这样一个生长、发育过程都是通过细胞的分裂增殖和分化来完成的。植物体从小到大依赖于三个特定区域中的分生组织细胞：根尖的分生组织、茎尖（包括侧芽）的分生组织，以及茎中和根中的形成层分生组织（图 1-1）。根尖分生组织细胞通过分裂、分化产生根系统；茎尖分生组织细胞通过分裂、分化不断向上增加茎干的高度，并不断产生新的枝条和叶片，最后发育出花和果实；形成层分生组织细胞通过其分裂与分化，产生维管束组织，增加韧皮部和木质部的厚度，使根和茎干增粗。

二、分生细胞的特征及其发育过程

从分生组织细胞发育到成熟的细胞组织，一般要经过三个发育阶段（时期）的生理生化和形态结构的变化过程。分生组织细胞的特征是：细胞体积小，细胞质稠密，核蛋白体（ribosome）丰富，蛋白质和核酸的生物合成旺盛，大的细胞核居于细胞中央，液泡小，细胞壁薄（图 1-2A）。在向成熟细胞分化发育过程中，细胞体积扩大，此时期的主要特征是：高尔基小泡活跃地移动到质膜，并与质膜融合，增大质膜面积；同时向细胞壁释放出其中装载的构建细胞壁的物质，以适应细胞壁的扩展。此时期还有另一个最明显的特征是，液泡体积不断扩大，一些小液泡相互融合成大液泡，并发生液泡吞噬（内吞）细胞质现象（图 1-2B）。这种吞噬细胞质的作用，被认为是终止细胞分裂、导致细胞分化的一种机制。

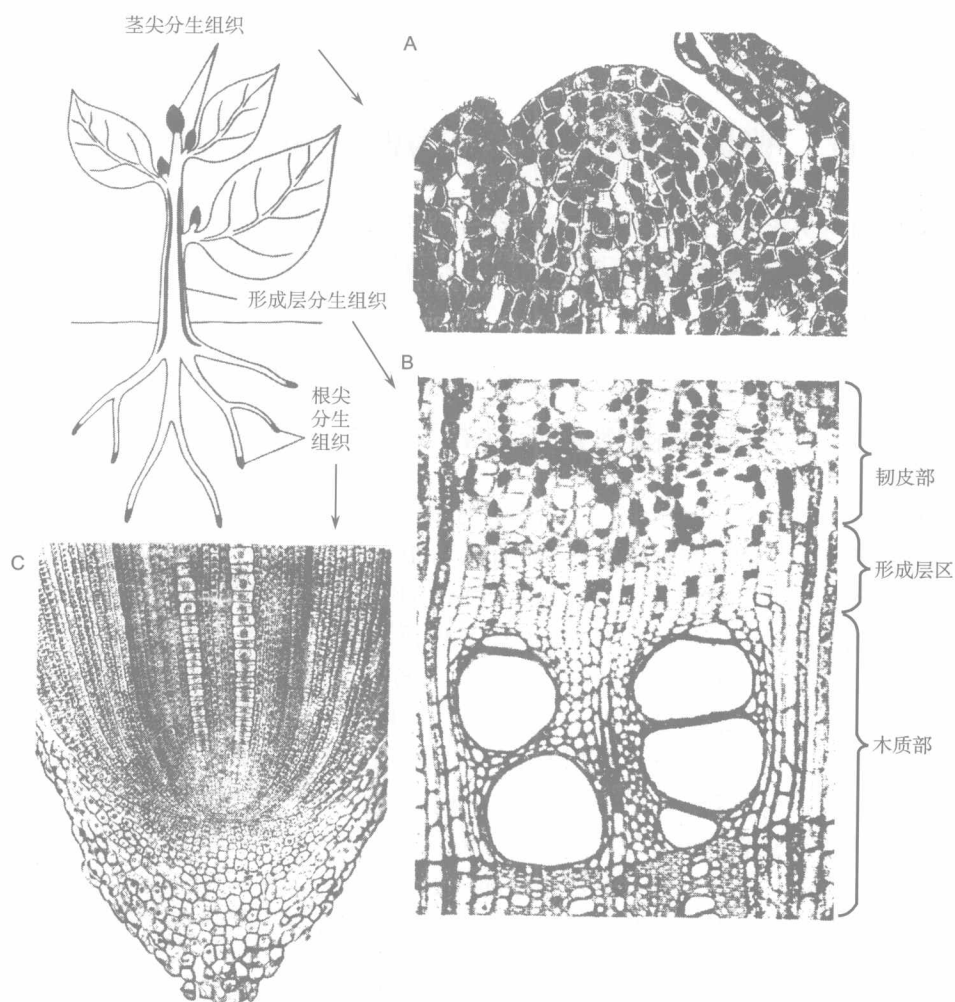


图 1-1 植物体三个特定区域中的分生组织。A. 茎尖纵切片，茎尖分生组织；B. 茎的横切片，茎中的形成层分生组织；C. 根尖纵切片，根尖分生组织

三、成熟细胞的特征

成熟植物细胞的一个最大和最明显的特征是，一个巨大的液泡占据细胞的中央，因此被命名为中央液泡，一般占据细胞总体积的 90% 以上；细胞核被排挤到相对很薄的周边细胞质中，这种成熟时期的核比分生细胞核明显地变小（图 1-2C）。

植物体还有一种重要的细胞，名为绿色细胞，它们是叶肉组织和茎皮层组织的组成细胞。这种成熟的绿色细胞也有一个巨大的中央液泡，其特点是：在周边细胞质中分布着大量的叶绿体（图 1-2D），致使植物体（叶片和茎干）呈现绿色。

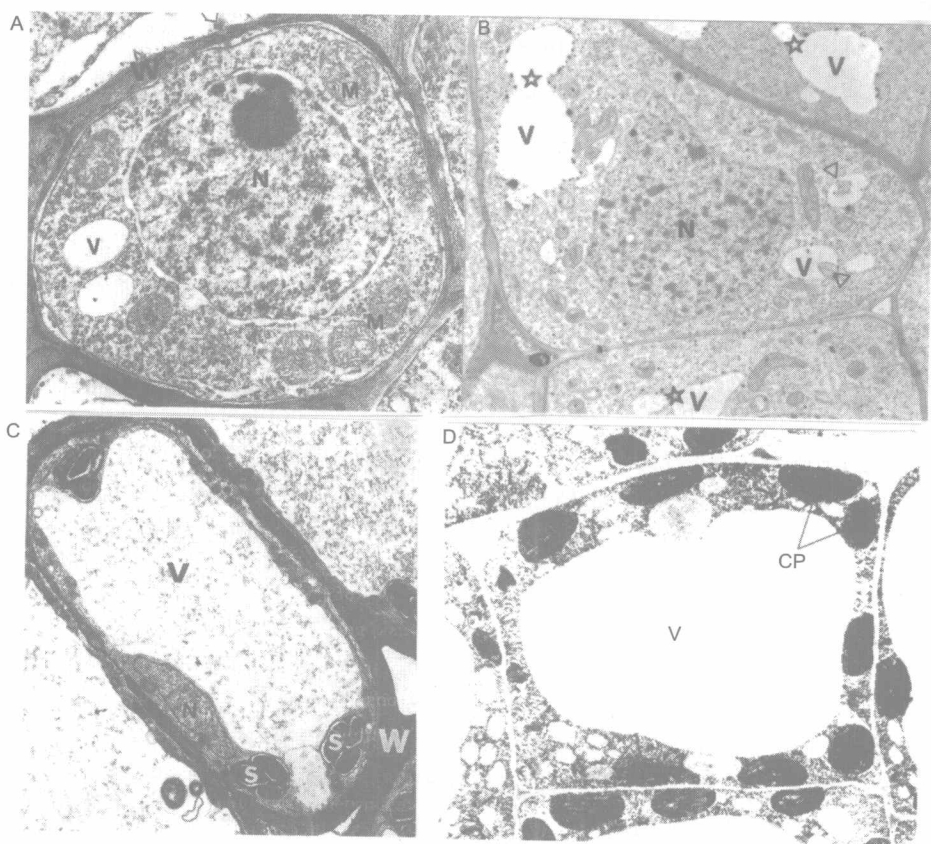


图 1-2 分生细胞发展到成熟细胞经历三个阶段的细胞结构特征。A. 分生细胞，核 (N) 大，居于细胞中央，细胞质稠密，液泡 (V) 小，线粒体 (M) 丰富，细胞壁 (W) 薄；B. 处于增大、向分化发展的过渡型细胞，液泡体积不断扩大，一些小液泡相互融合成大液泡 (“☆”)，并发生液泡吞噬细胞质现象 (箭头)；C. 成熟细胞，巨大的中央液泡占据细胞总体积的 90% 以上，较小的细胞核被排挤到相对很薄的周边细胞质中，质体中贮存着淀粉粒 (S)；D. 成熟的绿色细胞，也包含一个巨大的中央液泡 (V)，在周边细胞质中分布着大量的叶绿体 (CP)

四、植物整体细胞结构的基本模式

人们在比较研究“逆境植物细胞结构与功能的变化”时，一般都是采用茎端或根尖分生组织，或者是叶片和皮层组织，因此，熟悉这类细胞的结构模式是一个重要基础。高等植物细胞虽然因生理功能不同，在结构上表现不同的模式，但其基本的结构成分是不同的。这些基本结构成分如下所述。

1. 细胞壁

细胞壁 (cell wall, CW) 是植物细胞的外周“围墙”，用其相对的坚固结构维持细胞的形态，并保护着内部的原生质体，并对植物体起着骨架作用。分生组织的细胞壁是较薄的，但成熟细胞的壁可以变得很厚、很坚固。