

植物生理

吉林人民出版社

• NONGYE KEXUE JISHU ZHISHI CONGSHU

农业科学技术知识丛书



农业科学技术知识丛书

植 物 生 理

梅泽沛 谭桂菊 曹正菊 编

*

吉林人民出版社出版 吉林省新华书店发行

长春新华印刷厂印刷

*

787×1092毫米32开本 9.6印张 187,000字

1983年3月第1版 1983年3月第1次印刷

印数：1—5,410册

书号：16091·535 定价：0.77元

出 版 说 明

为适应农业生产发展的新形势，进一步提高农业领导干部、农业技术人员以及广大知识青年的农业科学技术水平，满足他们学习农业科学基础理论知识和先进技术的需要，我们邀请吉林农业大学有丰富教学经验和生产实践经验，并参加吉林省举办的农业干部培训班教学工作的副教授、讲师编写了一套农业科学技术知识丛书，共分七册：《植物生理》、《土壤》、《肥料》、《作物遗传育种》、《作物栽培理论与技术》、《植物保护》、《农业气象》。

这套丛书在编写上，力求针对农业领导干部和基层技术人员接触实际多，生产实践经验比较丰富的特点，主要以介绍农业科学基础理论知识为主，紧密联系实际，深入浅出，通俗易懂地阐述农业科学的基本原理和先进生产技术，内容比较全面、系统。可作为各地农业培训班的教材，也可供各地农业干部、技术人员及知识青年自学之用。

《植物生理》一书，主要介绍植物的生理过程和如何调节及控制这些过程。具体内容包括：植物的细胞结构、植物的呼吸作用、植物的水分生理、植物的矿质及氮素营养、植物体内同化物质的运输与分配、植物的生长发育、植物的生殖生理和植物的逆境生理等。

一九八二年三月

目 录

第一章 植物细胞的结构与功能.....	(1)
一、植物细胞的结构及代谢功能的区域化.....	(1)
(一) 原生质体	(3)
(二) 液 泡	(8)
(三) 细胞壁	(9)
(四) 生物膜	(10)
二、原生质的化学组成.....	(15)
(一) 水与无机盐	(16)
(二) 碳水化合物	(16)
(三) 脂 类	(17)
(四) 蛋白质	(18)
(五) 核 酸	(20)
三、酶.....	(23)
(一) 酶及其特性	(24)
(二) 酶的组成	(25)
(三) 酶的分类	(26)
(四) 影响酶促反应的因素	(27)
(五) 酶在细胞内的定位及功能	(28)
(六) 酶的诱导形成	(29)
(七) 植物体内同工酶的存在	(29)
四、细胞的分裂、生长和分化.....	(30)
(一) 细胞的分裂	(30)
(二) 植物细胞的生长和分化	(32)
(三) 植物细胞的全能性	(34)

第二章 植物的呼吸作用	(35)
一、呼吸作用的概念及其意义	(35)
(一) 呼吸作用的概念	(35)
(二) 呼吸作用的生理意义	(36)
二、呼吸作用的类型及其过程	(38)
(一) 有氧呼吸	(38)
(二) 无氧呼吸	(50)
三、影响呼吸作用的内外因素	(52)
(一) 内部因素对呼吸速度的影响	(52)
(二) 外界条件对呼吸速度的影响	(53)
四、呼吸作用与农业生产	(59)
(一) 呼吸作用与作物栽培	(59)
(二) 呼吸作用和粮食贮藏	(60)
(三) 呼吸作用和果蔬贮藏	(61)
第三章 植物的光合作用	(63)
一、光合作用的概念及其重要性	(63)
二、叶绿体的形态、结构和化学成分	(64)
(一) 叶绿体的形态与结构	(65)
(二) 叶绿体的化学成分	(66)
三、光合作用的机理	(67)
(一) 光反应	(68)
(二) 暗反应	(75)
四、光合作用的产物	(81)
五、光呼吸	(81)
六、影响光合作用的条件	(87)
(一) 光 照	(87)
(二) 二氧化碳	(89)
(三) 温 度	(90)
(四) 矿质元素	(91)
(五) 水 分	(91)
七、植物对光能的利用	(92)

(一) 作物光能利用率和产量	(92)
(二) 提高光能利用率的农业措施	(94)
第四章 植物的水分生理	(99)
一、水分在植物生命活动中的作用	(99)
二、植物细胞的吸水	(100)
(一) 细胞的渗透性吸水	(100)
(二) 植物细胞的吸胀作用	(105)
三、植物根系的吸水	(105)
(一) 根尖及其内部构造	(106)
(二) 植物根系吸水的动力	(107)
四、蒸腾作用	(110)
(一) 蒸腾作用的生理意义	(111)
(二) 蒸腾作用的数量指标	(111)
(三) 气孔蒸腾	(112)
(四) 蒸腾过程中叶组织内水分的移动	(116)
五、植物体内水分的运输	(118)
六、外界条件对植物水分代谢的影响	(121)
(一) 土壤的水分状况	(122)
(二) 土壤通气性	(123)
(三) 温度	(124)
(四) 光照	(124)
(五) 大气湿度	(125)
七、灌溉的生理基础	(126)
(一) 合理灌溉高产稳产的原因	(126)
(二) 作物的需水规律	(128)
(三) 灌溉时机	(128)
第五章 植物的矿质及氮素营养	(132)
一、植物必需的矿质元素	(132)
二、必需矿质元素的生理作用	(136)
(一) 大量元素的生理作用	(137)
(二) 微量元素的生理作用	(142)

三、植物根系对矿质元素的吸收	(149)
(一) 被动吸收	(149)
(二) 主动吸收	(150)
四、植物对氮化物的吸收及其合成	(151)
(一) 植物的氮源	(154)
(二) 硝酸盐的代谢还原	(155)
(三) 氨基酸的合成	(156)
(四) 蛋白质的合成	(160)
五、内外条件对植物吸收和利用矿质元素的影响	(161)
(一) 内部条件的影响	(161)
(二) 外部条件的影响	(164)
六、施肥的生理基础	(168)
(一) 作物的需肥规律	(168)
(二) 合理追肥的生理指导	(170)
第六章 植物体内同化物质的运输与分配	(173)
一、有机物质运输的一般情况	(174)
(一) 运输的途径	(174)
(二) 运输方向	(175)
(三) 运输的速度和形式	(178)
二、有机物运输的机理	(177)
三、外界条件对有机物质运输的影响	(180)
四、有机物在植物体内的分配	(183)
(一) 叶片中同化物的输入与输出	(183)
(二) 同化物的分配方向	(184)
(三) 源与库之间的相互关系	(185)
第七章 植物的生长发育	(190)
一、种子的萌发	(190)
(一) 种子的基本构造	(190)
(二) 影响种子萌发的外界条件	(192)
(三) 萌发过程中贮藏物质的变化	(196)
(四) 种子的休眠	(200)

二、器官及整体植物的生长	(202)
(一) 生长大周期现象	(203)
(二) 外界条件对植物生长的影响	(205)
(三) 植物生长过程中对环境变化的适应	(209)
(四) 植物生长的相关性	(214)
三、植物激素及其应用	(220)
(一) 生长素	(220)
(二) 赤霉素	(221)
(三) 细胞分裂素	(223)
(四) 脱落酸	(224)
(五) 乙烯	(224)
四、外界条件对花诱导的影响	(226)
(一) 春化作用	(226)
(二) 光周期现象	(229)
(三) 光敏素在开花中的应用	(233)
第八章 植物的生殖生理	(237)
一、花的生殖作用	(237)
(一) 花的构造	(237)
(二) 传粉与受精	(242)
二、果实与种子的形成	(248)
(一) 果实的形成	(248)
(二) 种子的形成	(249)
三、种子成熟时的生理生化变化	(254)
(一) 淀粉种子	(255)
(二) 油料种子	(258)
(三) 种子形成过程中蛋白质的变化	(257)
(四) 外界条件对种子成熟过程和化学成分的影响	(259)
四、果实成熟时的生理生化变化	(259)
(一) 碳水化合物的变化	(260)
(二) 果胶的变化	(260)
(三) 有机酸的变化	(261)

(四) 单宁物质的变化	(261)
(五) 芳香物质的产生	(261)
(六) 色素的变化	(261)
(七) 乙烯的产生	(262)
五、植物的无性繁殖	(262)
第九章 植物的逆境生理	(264)
一、植物的抗冻性与抗寒性	(265)
(一) 冻害与抗冻性	(266)
(二) 寒害与抗寒性	(267)
(三) 提高植物抗寒性的途径	(270)
二、植物的抗旱性	(272)
(一) 干旱对植物的伤害	(273)
(二) 干旱使植物致死的原因	(276)
(三) 提高作物抗旱性的途径	(277)
三、植物的涝害	(281)
(一) 水涝对植物的伤害	(281)
(二) 植物的抗涝性	(282)
四、植物的抗盐性	(284)
(一) 盐分过多对植物的伤害	(285)
(二) 作物的耐盐性及其提高途径	(286)

第一章 植物细胞的结构与功能

细胞是生物形态结构和生命活动的基本单位，是现代生物界里可以独立生存的最小生命体。整个植物生命活动过程就是建立在细胞内所发生的物理化学和生物化学过程的基础之上的。所以，要研究植物生命活动规律，必须首先了解细胞的结构及其功能。

一、植物细胞的结构及代谢功能的区域化

植物细胞具有极为精致的显微结构和超显微结构。细胞之所以能有条不紊地执行各种功能，正是由于这些结构控制各自不同的内部环境，给多种生理过程的进行创造了最适宜条件的结果。植物细胞的基本结构可分为细胞壁、原生质体和液泡三大部分。图1—1绘出了植物细胞超显微结构的模式图。它归纳了已发现的细胞中的各种结构单位，以及它们之间的相互关系，使人们对于植物细胞的整个结构有一个完整的概念。

通过这个模式图主要说明了三个问题：①原生质体中的

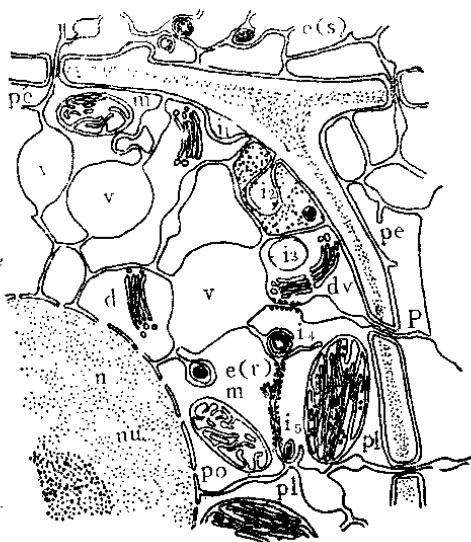


图1-1 植物细胞超显微示意图

e(r)粗糙型内质网 e(s)平滑型内质网 Pe外质膜 V液泡 P胞间联丝
m线粒体 PI质体 d高尔基复合体 i₁, i₂, i₃, i₄, i₅吸收液滴的相继状态
dv处于分裂状态的高尔基复合体 n细胞核 nu核仁 PO核膜孔

膜系统是联成一体的，从质膜到内质网膜再到核膜都是彼此贯通的；②细胞核和细胞质中的胞基质（即除去膜和各种细胞器以外的部分）是通过核膜上的孔联成一体的；③所有的液泡及液泡间的渠道都是联成一体的，贯穿在整个细胞质中。

下面对细胞的各种微细结构及其主要功能作一简要说明。

(一) 原生质体

植物细胞的原生质体，外有质膜和细胞壁紧密接触，内有细胞核，核以外的原生质叫细胞质。各种代谢过程和生理功能主要是在细胞质中体现出来的，而这些活动又在一定程度上受细胞核的控制。

1. 细胞核 生活的植物细胞都有一个近于球形的核。细胞核埋没于细胞质中。细胞核的大小、形状以及在细胞内存在的位置，总的说来，是和细胞的年龄、功能以及生理状况有关的，而且也受某些外界因素的影响。细胞核包括核膜、核仁和核质三个部分。细胞核是脱氧核糖核酸(DNA)的贮存处，同时是复制DNA与转录信使核糖核酸(mRNA)的处所。核质中的主要物质是DNA与蛋白质组成的核蛋白分子，这种核蛋白通称为染色质。胞核外面被一层核膜包围，核膜分内外两层，内膜是连续的，外膜上有直径 $1,200\text{\AA}$ 的孔，可以透过蛋白质与核糖核酸(RNA)。核仁中的蛋白质大部分是磷蛋白，核中的核糖核酸大部分都在核仁中，核仁外面没有膜把它和其余部分隔开。细胞缺乏核仁时，不能长期生活；有丝分裂的细胞没有核仁时，不能完成分裂。核仁还有传递遗传信息的功能。

2. 细胞质 细胞质外表有质膜，和细胞壁相接；内有液泡膜，包围着液泡；在质膜与液泡膜之间的细胞质中还包含有许多具有稳定结构和功能的微细原生质结构，如质体、线粒体、内质网、高尔基复合体、核糖体等，总称为细胞

器。包围细胞器的细胞质称为胞基质。生活细胞的胞基质在光学显微镜下是近于透明的，它基本上是蛋白质的亲水胶体复合物。可经历溶胶 $\rightleftharpoons$ 凝胶的变化，这两种不同的胶体状态同时存在于细胞质的不同部分。溶胶状态的细胞质经常是流动的，细胞质中的细胞器及其它内含物也一起被带动，这种细胞质的胞内流动现象，称为胞质环流。胞质环流的速度、方向因细胞的生理状况和环境条件而异。

由于技术上的进展，目前对各种细胞器已有了较多的了解。

(1) 质体 它是植物细胞所特有的细胞器。依其所含色素和生理功能的不同，可以分为白色体、叶绿体和有色体三种。

白色体：它是一种无色微小的质体，常呈球状或线状，普遍存在于幼嫩的或不暴露在光照下成长的细胞中，如在茎的顶端和根的生长点的细胞中都可看到，它往往位于细胞核的周围。白色体又叫淀粉形成体，它们能贮积淀粉，形成淀粉粒。在光照条件下，白色体内可产生叶绿素而变成叶绿体。

有色体：它一般存在于具有黄色或红色的器官中。例如，番茄的果实、胡萝卜的根中都含有有色体。有色体含有叶黄素和胡萝卜素，呈黄、红色。其主要功能是积累淀粉和脂类。

叶绿体：它是含有叶绿素的质体，其形状多呈椭圆碟状，普遍存在于植物的叶片等绿色器官的细胞中，它是植物进行光合作用的场所。叶绿体内含有四种色素，即叶绿素a、叶绿素b、叶黄素和胡萝卜素。其中以叶绿素含量最

多，掩盖着其它色素，所以叶片一般呈绿色。有关叶绿体的详细结构与功能将在光合作用一章中叙述。

(2) 线粒体 它是细胞质中活的结构，能进行独特的运动。线粒体有丝状、杆状和小球状等多种形态。在植物细胞中一般是均匀分布，线粒体长度约为0.5~2微米(μ)左右。在电子显微镜

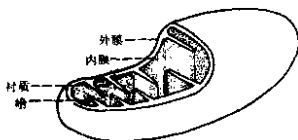


图1-2 线粒体的结构

下，可观察到线粒体具有一层外膜和一层内膜。这两层膜被一空间所隔开，此空间含有液体衬质，这是所有线粒体的特征(图1-2)。内膜形成很多折迭，称为线粒体嵴。在植物细胞中，嵴常常彼此结合形成闭合的环。经研究表明，脂肪酸酶和三羧酸循环酶是处于嵴间的线粒体衬质中，但电子传递和偶联磷酸化的酶却牢固地结合于膜——嵴上。

线粒体的总化学成分，在植物的不同细胞中是有差异的。但在典型情况下，以干重计，线粒体约含蛋白质75%，脂类25%，其中胆固醇可占脂类的5%或更少，磷脂多达90%，剩下的脂类由游离的脂肪酸和三甘油酯构成。磷脂含量高是线粒体膜的特点，还含有少量DNA和RNA。线粒体所含的酶中，以氧化还原酶为最突出。所以，它能执行呼吸作用的一切功能，它可以把氧化基质所释放的能贮存到腺苷三磷酸(ATP)的高能磷酸键中去，因此，线粒体是细胞中能量代谢和物质代谢的中心。

(3) 内质网 在细胞中有一种由膜构成的管道系统，

此种膜系统被命名为内质网。这些管的粗细在 $400\sim 700\text{\AA}$ 之间。膜还可以显现为管的扁囊状扩张，特称为池。除了管和池相连接的管道系统外，在细胞质中尚有分离的泡。这些泡被认为是内质网的一部分。其数目和体积在不同细胞类型中有所不同。在超薄切片电镜下观察，发现细胞质中有一种富含RNA的小颗粒，被称为核糖体。核糖体可以游离于细胞质中，也可以粘着于内质网外缘。当核糖体和内质网膜结合时，这样的内质网被称为粗糙型内质网或颗粒内质网；而平滑型内质网或非颗粒内质网则不荷载核糖体。

颗粒内质网与非颗粒内质网是彼此连接的。但它们在几个方面有所不同，例如，在许多间期细胞核中，常见到外层核膜与颗粒内质网相连续，致使核周间隙（两层核膜之间所夹的腔隙叫核周间隙）与内质网管腔相通。因此，核周间隙与内质网膜的管腔便成为细胞质——细胞核之间物质交换的重要通道。非颗粒内质网主要是同类脂和胆固醇的代谢有关，而颗粒内质网主要是同蛋白质的合成有关。所以，内质网管道的作用是作为刚合成的蛋白质的贮藏和转运区域。

（4）高尔基复合体 它是由一层单位膜构成的盘状细胞器，单位膜在典型情况下比内质网膜更紧密靠叠在一起。这些膜靠近核膜，形成一堆。高尔基复合体包括三种基本成分：扁平囊泡、小泡和大泡。高尔基复合体膜是平滑的，它们是同非颗粒内质网联合的。有人认为高尔基复合体是由内质网延伸出来的。内质网和高尔基复合体都可以从它们的管端分离出一些小囊泡向质膜转移，最终把它们的内含物作为

合成细胞壁的原料分泌到质膜外面去。研究表明，高尔基复合体的功能之一是合成果胶、半纤维素、木质素等构成细胞壁的物质。高尔基复合体大量地存在于正在分化的细胞以及花粉管、根毛先端的细胞质中。

(5) 核糖核蛋白体 简称核糖体或核蛋白体。它是合成蛋白质的细胞器。大量地存在于细胞质中，也出现在细胞核、线粒体和叶绿体内。在分生组织等幼嫩细胞中，核糖体多半游离分散在细胞质中；而在已分化的细胞中，则大量附着在内质网的外缘上，少量游离于细胞质之中。

(6) 溶酶体 它是一种由囊状的膜围成的细胞器，其内充满酸性水解酶，为—层单位膜所包围。溶酶体的意思是溶解（消化）小体。溶酶体可能是作为细胞的“消化系统”而起作用的。

(7) 微体 微体是指细胞质中存在的多种结构简单、体型微小的细胞器。在形态上的共同特征是只有单层膜，内部没有嵴。例如，在高等植物叶肉细胞中的过氧化体，是进行光呼吸的主要场所；油料作物的萌发种子内有乙醛酸体，其中含有能使脂肪酸氧化和乙醛酸循环的整套酶系，能将脂肪转变为碳水化合物。

(8) 微管 它是由许多球状蛋白亚单位构成的，微管有几微米长，直径约 $150\sim 250\text{\AA}$ 。普遍存在于细胞质中，偶然见于核内，而靠近质膜处最多。微管在内外条件的影响下可以在细胞中搭成间架，如细胞壁的淀积方式是受微管间架支配的。在细胞进行有丝分裂过程中的纺锤体也是由微管组成的。微管与高尔基复合体的球状小泡汇合，因此它们可能

在水分、离子或小分子的运输中起作用。

(二) 液 泡

液泡是细胞内包藏水溶液——细胞液的腔穴。液泡外有液泡膜，膜内有着各种成分的细胞液。通过电镜观察，液泡很可能起源于内质网小泡或囊片局部膨大而成为液泡的原始体，它们在发育过程中相互合并成为大的液泡。

细胞液中积累的内含物种类很多，通常含有下列一些物质：

1. 碳水化合物 主要是糖类，如葡萄糖和果糖，在苹果、葡萄的细胞液中很多，有时还有蔗糖。

2. 有机酸 细胞液中的有机酸主要有草酸、柠檬酸、苹果酸、酒石酸等代谢中间产物，尤其是未成熟果实的酸味即来自这些有机酸。

3. 单宁物质 即鞣酸，具有涩味，与铁盐结合变成黑色。茶叶、柿子的涩味来自单宁。有些人推断单宁在细胞中具有保护作用。

4. 生物碱 是含氮的有机化合物，如烟草中的尼古丁，茶叶和咖啡中的咖啡因等，这些生物碱都是医药、食品工业的原料，它们都具有特殊的生理作用。

5. 色素 主要是黄色素和花青素，在液泡中呈溶解和结晶状态，黄色素使植物组织呈黄色。花青素的颜色则随细胞液的反应而定，在酸中呈红色，在碱中呈蓝色，植物花瓣各种颜色就决定于花青素。牵牛花的花色变化就是细胞液酸