



全国高等教育自学考试

植物生理学自学辅导

组编 / 全国高等教育自学考试指导委员会
主编 / 孟繁静



华中科技大学出版社

Q 945

P

1
全国高等教育自学考试

植物生理学自学辅导

全国高等教育自学考试指导委员会组编

主 编 孟繁静

副主编 邓仲箴

华中科技大学出版社

武 汉

图书在版编目(CIP)数据

植物生理学自学辅导/孟繁静 主编
武汉:华中科技大学出版社,2002年7月
全国高等教育自学考试指导委员会组编
ISBN 7-5609-2327-5

I. 植…

II. ①孟… ②邓…

III. 植物生理学-高等教育-自学考试-自学参考资料

IV. Q945

植物生理学自学辅导

主 编 孟繁静

副主编 邓仲篪

责任编辑:胡章成 常江南

责任校对:陈元玉

*

华中科技大学出版社出版发行

E-mail: HUSTPP@wuhan.cnghb.com

(武汉喻家山 邮编:430074)

湖北恒吉印务有限公司

*

开本:880×1230 1/32 印张:5.75 字数:148 000

2002年7月第1版 2002年7月第1次印刷

印数:1—3 000

ISBN 7-5609-2327-5/Q·11

定价:8.80元

(版权所有,翻印必究。本书若有印装质量问题,请与出版社发行科调换)

出版前言

为了完善高等教育自学考试教育形式,促进高等教育自学考试的发展,我们组织编写了全国高等教育自学考试自学辅导书。

自学辅导书以全国考委公布的课程自学考试大纲为依据,以全国统编自考教材为蓝本,旨在帮助自学者达到学习目标,顺利通过国家考试。

自学辅导书是高等教育自学考试教育媒体的重要组成部分,我们将根据专业的开考情况和考生的实际需要,陆续组织编写、出版文字、音像等多种自学媒体,由此构成与大纲、教材相配套的、完整的自学媒体系统。

全国高等教育自学考试指导委员会
1999年10月

在适宜的季节和适合的光、热、水、肥的条件下,植物才能生长。不同的植物在生长中保持它们固有的遗传特性,并且大量地繁殖后代,它们还能通过遗传的变异和生理的适应来应付旱、涝、冷、热等不良外界条件以及抵抗病、虫、草、兽的侵袭,才能生存下去。

人类从事农业生产正是利用绿色的高等植物制造有机物,并靠它们来繁殖后代。在农业生产中,我们要收获的产品,往往并不是作物的整个躯体,而是它的某一部分,比如棉花,我们需要的是棉籽外表上的细长绒毛,而稻、麦要求收获的是饱满的籽粒,甘薯则要它的肥大块根,大白菜我们要的却是包心的叶丛。因此,在生产上,往往

目 录

绪言	(I)
第一章 植物细胞的结构和功能	(1)
第二章 水分生理	(17)
第三章 矿质与氮素营养	(34)
第四章 光合作用	(49)
第五章 呼吸作用	(66)
第六章 植物体内同化物的代谢与运输	(80)
第七章 植物激素与生长调节剂	(100)
第八章 植物的生长与运动	(116)
第九章 植物的成花生理	(129)
第十章 植物的生殖、衰老与脱落	(143)
第十一章 逆境生理	(159)
后记	(174)

第一章 植物细胞的结构和功能

高等的绿色植物体是由各种各样的细胞组成的。细胞是植物体的结构单位,也是进行生命活动的基本功能单位。

本章的重点内容可综合为以下几点。

一、成熟的植物细胞的结构特点及化学组成

一个成熟的植物细胞共分三部分:最外层是细胞壁,这是相当坚固的保护层;中央部分叫原生质体,其中包含细胞质、各种细胞器(如细胞核、叶绿体、线粒体等),是表现生命现象的重要部分;最里面是一个大液泡,其中包容着具有一定浓度的水溶液,有些植物色素也溶在其中,如心里美萝卜的红色,牵牛花瓣的红紫色,这些细胞中都溶有一种称花青素的植物色素。

细胞的细胞壁之间靠着“胞间层”把相邻细胞连在一起,所以从植物的整体来看,细胞壁在植物体内就构成一个连续系统,对植物体起着支架的作用,支持着植物体挺立于它的生活环境中,这个“内在骨架”具有一定的弹性和韧度,因此可以对外界的机械压力很好地适应和抵御。

细胞壁由骨架和填充物两部分所组成。所谓骨架是由纤维素链状分子相互交搭构成的不规则的网状结构,在其中填充了果胶质、半纤维素、酶类以及次生物质等。从结构上看,细胞壁包括中胶层(又称胞间层)、初生壁和次生壁。

每个生活中的原生质体靠“胞间连丝”通过细胞壁而相互沟通,这样就构成植物体内的另一个连续系统,细胞之间的生活原生质可以相互交流,互通有无。

原生质内部由于高度分化,分化出担负不同生理功能的各个部

分,它们的结构精细,分工巧妙,在同一时间内,可以进行多种多样的生理生化变化。这些变化进行得顺利而活跃,有条不紊。比如,细胞核是决定个体遗传性的部分,叶绿体是进行光合作用的场所,而呼吸作用则是在线粒体上进行的等等。这些部分之间,既有联系,但又互不干扰。

由于生活原生质体有比较稳定而又精致的结构,因此,保证了各种生命活动的顺利进行。如果植物受到异常条件的影响,如骤然低温或过度干旱,细胞内部的结构会受损害,生命活动受到影响,这时的植物就从外表上表现异常,霜打棉花叶,叶片变黑,水稻遭受干旱叶片萎蔫,都与此有关。

另一方面,正因为原生质体是有生命的,所以它随时都和外界环境发生联系。也就是说,它经常进行着新陈代谢,不时地要从外界吸取新物质,也不时地排泄出陈旧的物质,因此,使生活原生质体既有相当稳定的结构,又随时在更新。目前,虽然科学发展到相当高的阶段,可是还没有任何一个工厂可以和生活细胞相比拟,因为细胞既有精巧细致的结构基础,又有极高的工作效率,最终表现出活跃的生命现象。

细胞的中央是一个大液泡,液泡里包含着具有一定浓度的溶液,它在植物的生活过程中,起着调节细胞水分状况的作用,保证植株新鲜、挺立;有些贮藏的淀粉粒和某些色素(如花青素)分子也存于其中,有时还堆集了细胞的一些废物,如草酸钙。

二、从整体看植物细胞的化学组成

植物细胞能活跃地生活着,这是有其物质基础的。植物细胞的化学组成非常复杂,而且由于进行生命活动,又不断地在发生变化。概括地说,组成植物细胞的物质有三大类,即水、无机物和有机物。

(一) 水

细胞的含水量是很大的,一般来说,愈是新鲜幼嫩的细胞,它的含水量就愈高。比如,分生区的细胞含水量可以高达 90% 以上,一般成长细胞的含水量也要占细胞鲜重的 80% 左右,就是风干种子的含水量,也可以有 10% 以上,可见,水是组成细胞的重要成分之一。

在细胞中的水,可以以两种形式存在,一部分和原生质体中的大分子物质(如蛋白质)结合得很紧密,这部分水分子不太容易自由流动,所以常称为结合水,也叫束缚水;还有一部分水是处于自由流动状态的,称之为自由水。这两种形式的水含量比例的大小和生命活动的强弱有密切关系。换句话说,当原生质体内的自由水含量高时,生命活动就旺盛,但是,这时的细胞也比较容易遇干旱脱水,遇冷结冰;干燥的种子所以耐寒、抗旱、易贮存,也正是由于其中几乎没有什么自由水,只剩下 10%~14% 的束缚水了,而这时干种子的生命活动也已降到最低限度。

总之,水是生活原生质的重要组成成分,也是进行生命活动的基本介质,因为一切生理生化变化都是在水溶液中进行的。

(二) 无机物

所谓无机物,指的是各种各样的无机盐类,这些无机盐在细胞里大多是以离子状态存在着,所以常称它们为无机离子,比如钾离子、氯离子、磷酸根离子等。

在许多离子中,有些是经常处于离子状态的,如钾离子;有些离子可以和其它物质结合起来,形成不同结构、功能特殊的物质,如铁结合在某些蛋白质分子中而形成了一种在呼吸作用中起作用的酶。再比如镁,一部分镁可以以离子形式分布在原生质中,还有一部分镁则结合在有机骨架中构成叶绿素,在光合作用中发挥作用。又比如磷酸根常常和糖类结合,参与植物体内糖类的转化和运输以及能量的转换过程。

(三) 有机物

组成细胞的有机物包括蛋白质、核酸、脂类和糖类。这些物质的分子量都很大,是生物有机体的主要组成成分,统称为生物大分子。生物大分子都是由各种小单位组成的,组成生物大分子的单位称为生物分子。组成生物分子的元素有碳、氢、氧,有的还有氮、磷和硫。

生物大分子是由 30 种基本的生物分子组成的,其中包括:

20 种氨基酸,它们是所有蛋白质的组成单位;

5 种含氮有机碱,其中包括 2 种嘌呤碱和 3 种嘧啶碱,这 5 种含氮有机碱是组成核酸的碱基组分;

大约 2 种单糖, 1 种是核糖, 这是组成核酸的成分, 还有一种是葡萄糖, 它是植物体内双糖和多糖的组成单位; 含 1 种脂肪酸, 即棕榈酸; 含 1 种多元醇, 即甘油; 含 1 种胺类, 即胆碱。

脂肪酸、甘油和胆碱这三种生物分子组成磷脂, 磷脂是生物膜的组成成分。以上总共 30 种生物分子构成生物大分子的基本单位。

生物界中, 从细菌到高等生物(包括动物和植物), 不论它们的结构是简单的还是复杂的, 都是由这 30 种基本的生物分子组成的。在生活细胞里, 蛋白质是含量最丰富的生物大分子, 约占原生质干重的 50% 以上, 其次是核酸、多糖和脂类。

在细胞的结构中, 有些生物大分子之间又可以彼此结合, 成为更高级的生物超分子复合物, 它们的结构更为复杂, 生理功能更特异。比如, 脂类和蛋白质结合成脂蛋白, 构成生物膜的组成成分。又比如核酸也可以和蛋白质结合成核蛋白, 是细胞核内染色体的成分。

上述的生物大分子都有以下几个特点。

① 它们都是由生物分子所组成的。
② 生物大分子都是由碳、氢和氧三个元素为结构骨干, 有些还加入了氮、磷或硫。由于生物大分子组合的多样化, 所以就形成了生物界的多样化。

③ 在生物大分子中, 蛋白质是表现生命的重要物质, 核酸是控制生物遗传性的重要物质, 脂类是组成生物膜结构的重要物质, 糖类组成了生物体的内在骨架或贮藏物质。

④ 一种生物大分子可以和另一种生物大分子彼此再结合, 组成生物体内的超分子复合物或叫生物大分子复合物, 比如脂蛋白、核蛋白、糖蛋白、酶蛋白等。这些大分子复合物在生物体内又执行着特殊的功能。

各种生物大分子的具体情况可概述如下。

1. 蛋白质 蛋白质是生命的最重要的物质基础。在组成植物细胞的有机物中, 蛋白质的含量最为丰富, 约占生活原生质干重的

50%以上。

蛋白质是由碳、氢、氧、氮和硫等 5 种元素组成的,其中碳占 50%,氢占 7%,氧占 23%,氮占 16%,硫为 0~3%。

蛋白质的分子量很大,组成蛋白质的生物分子是氨基酸。目前已知组成蛋白质的生物分子——氨基酸共 20 种。由于氨基酸的种类、组成数量和排列组合的方式不同,就可以形成多种多样的蛋白质。蛋白质的多样性也反映生物界的多样性,如果我们把每种氨基酸比喻为一个汉语拼音字母的话,那么就可以把这些字母靠不同的组合,拼出无数个含义不同的汉字来;同样,靠这 20 种氨基酸的不同排列组合,就组成了千万种不同的蛋白质分子。每种生物有其特有的蛋白质,蛋白质的多样性正是生物界表现出多样性的物质基础。

一个氨基酸的羧基和其邻近的另一个氨基酸的氨基之间,可以脱去一分子水而连接起来的化学键称肽键。两个氨基酸靠肽键连在一起叫二肽,三个氨基酸靠肽键连在一起称三肽,多个氨基酸靠肽键连在一起称多肽,一种蛋白质就是一个多肽分子。

每种蛋白质的氨基酸的排列都有一定的顺序,不同的蛋白质,各具有特定的氨基酸排列顺序,这是由遗传基因决定的。

一个蛋白质分子可以由一条或几条多肽链组成。组成蛋白质的多肽链并不是简单的直线结构,而是按照一定的方式旋转、折叠和盘曲,形成一定的空间结构,所以说蛋白质分子是呈立体状态的,好似一根绳子,将它卷绕成一个立体的构型一样。蛋白质只有维持着这种稳定的空间结构,才能表现其特有的生理功能。当蛋白质一旦遭受不利影响以致结构受到破坏时,蛋白质分子就会丧失生理活性。

在植物体内的蛋白质可区分为简单蛋白质和结合蛋白质两类。水解时只产生氨基酸的蛋白质称为简单蛋白质;水解时,除了产生氨基酸外,还产生其它物质,如核酸、脂类或糖类的蛋白质,则称为结合蛋白质。

蛋白质在生物体内表现出多种功能。在生物体内最重要的、也是最大量的一类蛋白质是酶,酶可以催化物质代谢的多种反应。

其次是结构蛋白,它们构成植物体的细胞和组织。

其它结合蛋白还有糖蛋白、细胞核中的组蛋白以及生物膜中的

脂蛋白等。

在植物细胞中还有一些蛋白质是以贮藏物质的形式存在的,例如,大豆种子里有大量的贮藏蛋白质,在种子萌发时可以利用来建造新细胞。

2. 核酸 核酸是另一种生物大分子,它也是由许多小单位组成的。组成核酸的基本单位叫核苷酸。一个核苷酸是由一个磷酸、一个五碳糖和一个有机碱基组成的。碱基共有 5 种,即 2 种嘌呤(腺嘌呤和鸟嘌呤),3 种嘧啶(胸腺嘧啶、胞嘧啶和尿嘧啶)。由于所含的碱基不同,就可以形成不同种类的核苷酸。许多不同的核苷酸,再按一定的顺序,经脱水而结合为长链结构,称多核苷酸,也就是核酸。

根据所含的五碳糖不同,核酸又可分为两大类:一类所含的五碳糖为脱氧核糖,因此这类核酸叫脱氧核糖核酸(DNA);另一类所含的五碳糖是核糖,这类核酸称核糖核酸(RNA)。这两类核酸除所含的五碳糖不同外,所含碱基也有差异。

从分子结构上看,RNA 分子是由一条多核苷酸链组成的,DNA 分子是由 2 条多核苷酸链组成的。这 2 条多核苷酸链按一定方式缠绕起来呈盘旋状,它们有固定的碱基配对结合。

DNA 主要存在于细胞核里,它是染色体的重要成分。经研究证明,在染色体上存在有许多基因,它们按着一定的顺序排列着,所以说,一个基因正是 DNA 分子的片断,每个片断都各有不同的遗传功能和特征,它包括很多核苷酸。DNA 大分子的很多片断,就代表很多的基因。基因是决定个体遗传性状的,所以又往往把 DNA 看做是遗传物质。

3. 脂类 脂类包括脂肪和类脂两类物质。脂肪是细胞内的重要贮藏物质之一,比如花生、大豆和向日葵种子里都含有大量的脂肪,它们往往呈油滴状存在于细胞内。

在植物体里的类脂,主要指的是磷脂。磷脂分子往往与蛋白质相结合存在,构成各种膜结构。不同部位的膜具有不同的生理功能。

4. 糖类 糖类是植物体内一类主要的有机物。概括地说,在细胞中重要的糖类有单糖、双糖和多糖。

单糖是最简单的糖,细胞里最重要的单糖有五碳糖和六碳糖。

五碳糖包括核糖和脱氧核糖,如前所述,五碳糖是组成核酸的重要成分;六碳糖有葡萄糖和果糖,前者是光合作用的产物,是细胞内取得能量的主要来源。

双糖是两个单糖分子失去一分子水结合而成的,在细胞内最重要的双糖是蔗糖和麦芽糖。

多糖是许多单糖分子失水结合而成的长链或团粒状化合物。在细胞里最重要的多糖是淀粉和纤维素,它们都是由葡萄糖分子以不同的连接形式组成的。淀粉是植物体内重要的贮存物质,纤维素则是细胞壁的主要成分。

三、生物膜、质膜与内膜系统

“生物膜”是一个笼统的称呼。生活细胞与外界之间,或是细胞内部各部分之间,都被一层屏障物所隔开,这些屏障物构成为“膜”的结构,故称之为生物膜。具体地说,原生质体的外表面的这层膜称为质膜,在质膜以内的、构成连续统一体系的膜结构(包括核膜、内质网膜和高尔基体膜)总称为内膜系统。各种细胞器,如叶绿体、线粒体等也都有各自的膜结构,不包括在内膜系统内。

生物膜是一种有高度严密组织的超分子复合物。不同部位的膜,具有不同的生理功能。

白重(一) 生物膜的化学组成

所有的生物膜几乎完全是由蛋白质(包括酶)和脂类(主要是磷脂)两大类物质组成的,此外,还含有少量的糖构成的糖蛋白或糖脂,微量的核酸和一些水分子。

一般说来,膜中蛋白质含量越高,膜的功能越复杂多样。

生物膜中的脂类以磷脂为主要成分。磷脂分子既含有疏水性基团,又含有亲水性基团。由两层紧密排列的磷脂分子尾尾相对,构成了生物膜结构的骨架,在其中又有以不同形式镶嵌着的蛋白质。

某些生物膜的表面还有一定量的糖类,它们主要以糖脂或糖蛋白的形式存在着,它们与细胞对异物的识别有关。

主(二) 生物膜的生理功能

① 质膜对外界物质有选择吸收特性。

② 以原生质体内部的各种膜结构为界限,保证按室分工,顺利地进行各种生理活动。

③ 光能转换为化学能以及化学能的释放分别在叶绿体膜上和线粒体膜上进行。

④ 质膜表面有糖蛋白或糖脂,均与植物识别异物有关。

四、原生质的胶体特性

胶体是由两种或两种以上互不相溶的物质组成的一种系统。在日常生活中,我们经常会接触到胶体,比如,烟就是碳素小颗粒分散在空气中而成的一种胶体系统。胶体系统里包括两种“相”,一称分散相,分散相就是任何一种物质分散成极小的颗粒,这些颗粒的直径介于 $0.1\mu\text{m} \sim 0.001\mu\text{m}$,它们分散在某一介质中,这一介质称为连续相,这是胶体系统的另一种相。

比如豆浆就是豆子里的油珠分散在水中,豆浆中的油珠就是分散相,水就是连续相,在油珠外围有一层蛋白质保护着,所以形成了比较稳定的乳状胶体系统。

由于胶粒的分散程度大,即分散的颗粒小,因此,胶粒具有极大的总表面积,富于界面能,所以表面的活性高、吸附能力强。

原生质胶体是一种比较复杂的亲水胶体系统。原生质胶体的连续相是以水为介质,其中溶有多种无机盐和有机物(包括可溶性蛋白质、有机酸和糖等),所以是一种水溶胶;原生质胶体的分散相是一些不溶性或微溶性的大分子物质,而且是多种多样的,如淀粉粒、蛋白质、油滴等物质。

当原生质胶体内的胶粒完全分散在连续相中时,它就有溶液的性质,这时称之为溶胶,它的流动性较大,内部的代谢活动也比较旺盛,幼嫩细胞里的原生质体多处于这种状态。

休眠器官或衰退细胞的原生质体的生命活动降到很低程度,这时原生质体处于半固体状态,流动性降低,内部变化亦趋于缓慢甚至停顿,这时称原生质胶体呈凝胶状态。

在植物生活过程中,往往由于适应外界条件,或是内部代谢发生变化,就会发生溶胶与凝胶互变的情况。比如,在贮藏期间的风干种

子,其中的原生质胶体处于干凝胶状态,生命活动降到最低限度,对外界不利条件的抵抗性最强;可是当种子吸水膨胀开始萌动时,幼胚细胞内的原生质从凝胶状态又转变为溶胶状态,生命活动亦活跃起来了。可见,原生质的胶体性质与代谢活动是密切相关的。

当细胞受到损伤以至衰退或死亡、组织变得枯萎而脱落时,这时细胞内的原生质胶体发生凝固,代谢活动亦告终止。

本章提要

一、植物细胞的结构特点及各部分的生理功能

细胞壁靠胞间层连结在一起,构成植物体内的一个连续系统,可以看做是植物的内在骨架。

原生质靠胞间连丝相互沟通,它是植物体内的另一个连续系统。

原生质内部由于高度分化,形成比较稳定而精致的结构。各部分分工协作,使各种生理生化变化顺利而有次序地进行,保证细胞的正常生命活动。

液泡内的泡液维持着一定的浓度,保证细胞的吸水能力,维持植株挺立。

二、植物细胞的化学成分

主要包括:

(一) 水

细胞的含水量很大,占80%以上。水不但参与细胞的组成,而且各种生命活动都必须在有水的条件下才能进行。细胞内的水有束缚水和自由水两种状态。两种水含量比例的大小,影响着原生质体的粘性和生命活动。

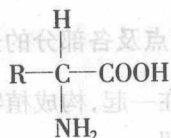
(二) 无机盐

无机盐常呈离子状态存在。有些离子可与蛋白质等大分子结合形成具有特殊功能的物质,如叶绿素分子中有镁,有些酶结构中有钼或锰等。

(三) 有机物 组成细胞的有机物包括蛋白质、核酸、脂类和糖类, 这些有机物常称为生物大分子, 它们是由生物分子所组成的。生物体内共有 30 种基本的生物分子, 即 20 种氨基酸、5 种含氮有机碱、两种单糖、一种脂肪酸、一种多元醇、一种胺类。有些生物大分子再结合为生物超分子, 如脂蛋白、核蛋白等。

几种重要的生物大分子如下:

1. 蛋白质 蛋白质是生命活动的物质基础, 由碳、氢、氧、氮(有时还有硫)等元素组成。组成蛋白质的基本单位是氨基酸, 其通式是



许多氨基酸靠肽键 $\left(\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{H} \\ || \quad | \\ -\text{C}-\text{N}- \end{array} \right)$ 连接成多肽链, 然后再旋转、折叠盘曲成一定的空间结构。蛋白质的结构和功能的关系十分密切。

2. 核酸 核酸也是生命活动的物质基础, 常和蛋白质结合成核蛋白。核酸对细胞内蛋白质的合成和生物的遗传性特别重要。组成核酸的基本单位是核苷酸。每个核苷酸由一个核糖(或脱氧核糖)、一个磷酸和一个碱基(嘌呤碱或嘧啶碱)组成。

核酸 $\left\{ \begin{array}{l} \text{核糖核酸(RNA): 含核糖、磷酸及 A、G、C、U} \\ \text{脱氧核糖核酸(DNA): 含脱氧核糖、磷酸及 A、G、C、T} \end{array} \right.$

(注: A: 腺嘌呤, C: 胞嘧啶, U: 尿嘧啶)
G: 鸟嘌呤, T: 胸腺嘧啶)

DNA 双螺旋结构的特征是: 由两条多核苷酸链旋转成双螺旋的梯状结构, 螺旋的骨架由脱氧核糖和磷酸组成。两条链的碱基朝向里面结合成固定的碱基对(只能是 A—T, T—A, G—C, C—G)。

3. 脂类 脂类包括脂肪和类脂。脂肪主要作为贮藏物质。类脂(如磷脂)主要和蛋白质结合构成多种膜的组分。磷脂分子具有亲水端和亲脂端, 这对膜的形成有独特作用。