

植物生理

ZHIWU SHENGLI

吉林人民出版社

吉林省农业(技术)中学试用教材

前 言

受吉林省教育厅的委托，我们编写了这本《植物生理》。本教材重点讲述植物各主要生理活动的规律和机理，以及如何运用这些规律调节和控制植物生理过程，采取有效措施，以提高农林产品的产量和质量等方面的基础理论知识。本书注意到植物各生理功能的特点及其内在联系；对基本概念和术语以及一些较难理解的生理过程，在阐述时，力求深入浅出，简明易懂；重视用生产实践经验和实验范例去说明有关的基础理论，使理论密切联系实际；从内容上力图符合职业（技术）学校农、林专业特点和教学实际需要。所以，它可作为农业（技术）中学和林业（技术）学校的基础课教材。

《植物生理》由编写组刘书彦同志执笔编写。参加通化地区职业（技术）教育教材审定会议的车方武、王启颖、孟广兴、谢振东、王丽文等同志对教材的编写提纲和征求意见稿提出了修改意见。初稿承蒙东北师范大学生物系苗以农、周兴灏二位老师审阅和修改，定稿前又经周兴灏老师全面修改和指导。书中插图由东北师范大学生物系绘图室于振洲、李贵春、吴志学、于欣四位老师绘制。在此一并致以衷心的感谢。

由于编写者水平和经验所限，书中尚有缺点和不足之处，恳切希望广大师生在使用本教材过程中，提出宝贵意见，以求改进。

通化地区专业教材编写组

一九八三年五月

目 录

绪 论	1
第一章 植物细胞的生理	4
第一节 原生质的特性	4
一、新陈代谢是生活物质的基本特征	4
二、原生质的化学成分	5
三、原生质的胶体特性	11
四、原生质的膜质结构及其生理功能	14
第二节 细胞对物质的吸收	15
一、细胞对水分的吸收	15
二、细胞对矿质元素的吸收	23
三、胞饮作用	26
第三节 细胞的催化体系——酶	27
一、酶的作用	27
二、酶的成分	27
三、酶作用的特点	28
四、影响酶促反应的因素	29
五、酶的分类	31
六、酶在细胞内的分布与活动特点	32
第二章 植物的水分代谢	35
第一节 水在植物生活中的意义	35
一、水分的理化特性	35
二、植物的含水量	36
三、水分在植物生活中的重要意义	36

第二节 根系对水分的吸收	37
一、根系的吸水动力	38
二、环境条件对根系吸水的影响	39
第三节 植物的蒸腾作用	42
一、蒸腾作用的概念	42
二、蒸腾作用的生理意义	43
三、蒸腾作用的气孔调节	44
四、蒸腾作用的指标	48
五、外界环境条件对蒸腾作用的影响	49
第四节 植物体内水分的运输	50
一、水分运输的途径	50
二、水分运输的动力	51
三、水分运输的速度	52
四、水分的侧向运输和向下运输	53
第五节 水分代谢与农林业生产	53
一、植物体内的水分平衡	53
二、旱涝对植物生长发育的影响	54
三、灌溉生理	61
第三章 植物的矿质和氮素营养	66
第一节 植物的必需元素及其生理作用	66
一、植物的必需元素	66
二、矿质元素的生理作用及缺乏时的症状	68
第二节 植物的氮素营养	76
一、植物体内氮素的来源	76
二、植物体内氮素的转化	77
第三节 植物对矿质元素的吸收和利用	78
一、植物吸收矿质元素的特点	78
二、根部对溶液中矿质元素的吸收	79
三、根部对土壤中非溶解状态的矿质元素的吸收	81

四、植物地上部的吸收	83
五、矿质元素在植物体内的运输和利用	83
六、影响根系对矿质元素吸收的因素	84
第四章 植物的光合作用	88
第一节 光合作用及其意义	88
一、光合作用的概念	88
二、光合作用的意义	88
第二节 叶绿体及其色素	89
一、叶绿体的形态、构造和化学组成	89
二、叶绿体的色素及其光学性质	92
第三节 光合作用的过程及产物	94
一、光合作用的过程	94
二、光合作用的产物	100
第四节 光呼吸	100
一、光呼吸的概念	100
二、光呼吸的过程——乙醇酸的氧化途径	101
第五节 光合强度及影响光合作用的因素	103
一、光合强度	103
二、影响光合作用的内外因素	104
第六节 提高光能利用率的生产措施	110
一、植物对光能的利用	110
二、作物产量的构成因素	111
三、提高光能利用率的途径	114
第五章 植物的呼吸作用	119
第一节 呼吸作用及其意义	119
一、呼吸作用的概念	119
二、呼吸作用的类型	119
三、呼吸作用的意义	120
第二节 呼吸作用的过程	122

一、呼吸作用的代谢途径	122
二、有氧呼吸与无氧呼吸之间的关系	126
第三节 呼吸强度及影响呼吸强度的因素	127
一、呼吸强度	127
二、内部因子对呼吸强度的影响	127
三、外界因素对呼吸强度的影响	128
第四节 调节呼吸作用的实践意义	130
一、种子和果实的贮藏	130
二、块根、块茎的贮藏	131
三、呼吸作用与作物栽培	132
四、呼吸作用与苗木生产	132
第六章 植物体内有机物的转化及运输	134
第一节 植物体内有机物的转化	134
一、碳水化合物的转化	135
二、脂肪的转化	136
三、蛋白质的转化	137
四、各类有机物代谢的联系	138
第二节 植物体内有机物的运输	139
一、植物体内有机物的运输	140
二、植物体内有机物运输的规律	142
三、影响有机物运输与分配的因素	145
第七章 植物的生长和发育	148
第一节 种子的萌发	148
一、种子的萌发	148
二、种子的寿命	154
第二节 植物的生长	156
一、植物生长的概念	156
二、植物营养器官生长的一般特性	157
三、植物的运动	160

四、种子成熟时的生理变化	163
五、肉质果实的形成及生理变化	166
六、种子和芽的休眠	168
第三节 植物的发育	171
一、植物发育的概念	171
二、发育的周期性	171
第四节 植物器官生长的相关性	173
一、顶芽与侧芽、主根和侧根的相关性——顶端优势	173
二、地下部分（根）和地上部分（茎、叶）生长的相关性	174
三、营养器官与生殖器官的相关性	175
第五节 环境条件对植物生长发育的影响	175
一、温度	176
二、光照	178
三、水分	180
第八章 植物激素	182
第一节 植物激素的种类及其生理作用	182
一、天然激素	182
二、人工合成激素（植物生长调节剂）	189
第二节 植物激素在农、林业生产上的应用	192
一、促进营养，提高营养器官的产量	193
二、防止花果脱落，促进结实，形成无籽果实	193
三、促进不定根的产生	193
四、嫁接愈合	195
五、抑制萌芽	195
六、促进发芽，培育壮苗	195
七、防止倒伏	195
实验指导	197
实验一 细胞质壁分离现象的观察	197
实验二 植物组织水势的测定（小液流法）	198

实验三	显微镜下观察气孔运动	201
实验四	蒸腾强度的测定 (快速称重法)	202
实验五	植物的砂基培养	204
实验六	叶绿体色素的提取和分离 (纸层析法)	207
实验七	光合作用需光、二氧化碳及放出氧的试验 ...	209
实验八	植物呼吸强度的测定 (简易测定法)	211
实验九	植物体内有机物运输途径 (环割法)	213
实验十	生长素对根、芽生长的不同影响	214

绪 论

一、植物生理学的内容和任务

植物生理学是研究植物生命活动规律，并运用这些规律控制植物生命活动的科学。

绿色高等植物一生中包含着多种多样的生命活动过程，其总的表现是生长、发育、繁殖，以及它对环境适应性。植物体的各个器官之间，各个生理功能之间并不是孤立的，而是彼此间有着紧密的相互制约、相互联系的，它们与环境之间也经常进行着相互作用，因此我们把植物有机体看作是一个变化着、发展着的矛盾统一体。

植物生理学的主要内容有：在学习植物细胞结构性质及生理功能基础上，进一步讨论光合作用、氮素同化作用、呼吸作用、水分代谢、矿质营养、有机物的运输和分配等生理过程，以及建立在新陈代谢基础上的生长、发育和繁殖。

植物生理学把植物生命活动过程的全部生理功能归纳为以下三个基本方面：

1. 从生活环境中获得物质（如水分、二氧化碳、矿质元素及其他有机养分等）和能量（主要是日光能）；
2. 利用环境中获得的物质和能量，将其转变成植物体内的物质和能量；
3. 利用体内形成的物质和贮藏的能量建造植物体并繁殖后代。

上述这三个过程是紧密联系着的。

植物生理学的任务主要是认识并掌握植物体生命活动的基本过程及其与外界环境条件的相互关系和物质转换的规律,有目的有计划地控制植物生命活动,以提高植物的产量和改善品质。促进农、林业生产发展,满足人们日益增长的物质需要,为我国社会主义建设服务。

二、植物生理学与其他学科的关系

植物生理学是农业、林业科学的主要基础课之一。它与作物栽培学、土壤学、肥料学、植物病理学、遗传育种学、森林学、树木学等有着密切的关系。同时,植物生理学又是植物学的分科,植物的结构和功能是统一的,全部生理活动都建立在细胞活动的基础上,所以在学习植物生理学时,必须与植物细胞学、植物形态解剖学联系起来学习。

三、植物生理学的学习方法

要学好植物生理学,一定要贯彻下列观点:

1. 必须坚持辩证唯物主义的观点 植物的生命活动是一种高级的物质运动形式,各种现象是非常错综复杂的,植物与环境条件之间,又是辩证统一的。因此,要用全面的、综合的、辩证的观点去了解植物的各种生命活动。防止用孤立的、静止的、片面的观点去分析复杂的生命现象。

2. 要坚持实践的观点,理论要联系实际 植物生理学和其他学科一样,是经过长期的生产斗争和科学实验积累和总结出来的。所以在学习时,要联系生产实践,结合所学知识解决实际问题。此外,还要通过实验和实习,对基础理论加深理解,掌握技能,提高认识问题、分析问题和解决问题的能力。

力。

复 习 题

- 一、什么是植物生理学？包括哪些主要内容？它的任务是什么？
- 二、怎样学习植物生理学？

第一章 植物细胞的生理

植物体是由无数细胞构成的。要了解植物的生命活动的规律，首先就要了解细胞的基本生理过程。一个有生命的细胞，是由细胞壁、细胞质和液泡三大部分构成的。

一个活细胞的细胞壁是一层全透性膜，水和各种溶质都能自由通过。它具有相当大的弹性和坚韧性，对细胞质起着保护作用和支持作用，并且能使细胞维持一定的紧张度，以利于细胞质中生理过程和代谢活动协调进行。液泡中含有水溶液，其中有各种无机盐和各种有机物的分子和离子，是细胞进行各种代谢活动的一个“仓库”，有些代谢原料和代谢产物贮藏在液泡中。细胞质是组成细胞的主要生活物质。在细胞质中含有许多细胞器，如细胞核、叶绿体、线粒体、内质网等。细胞的一切生命过程，都是通过细胞质和这些细胞器的生理功能而体现的。

第一节 原生质的特性

一、新陈代谢是生活物质的基本特征

细胞内的生活物质是由原生质(或细胞质)组成的。生活物质的基本特征就是与周围环境不断地进行新陈代谢。新陈代谢是各种生命活动(如生长、繁殖、运动等)过程中化学变化(包括物质合成、转化和分解)的总称。植物的新陈代

谢，从性质上可以分为物质代谢和能量代谢，从反应方向上可以分为同化作用和异化作用。

同化作用是植物体从外界环境吸取必需的物质和能量，经过极其复杂的变化，同化成新的原生质，并贮存能量的过程。属于这一类生理过程，如水分吸收、矿质营养、氮素同化、光合作用、脂肪和蛋白质的合成等。

异化作用是植物将体内复杂的有机物分解为简单的无机物，并释放出能量的过程。最终产物可被排除体外，释放出来的能量供各种生命活动用。属于这一类生理过程，如各种有机物的分解、转化和呼吸作用等。

同化和异化既是相区别的，又是相联系的。如同化作用中有异化，异化作用中有同化，光合作用有水的光解和呼吸作用中有水的生成就是这方面的例证。

细胞中的生活物质(原生质)以新陈代谢的方式，不断与外界环境进行物质和能量的转换，使之增加新的生活物质，建造自己特有的形态、构造，进行生长、发育和繁殖新个体；并且生活物质还能在某些外界环境条件刺激下产生感应性，即能改变新陈代谢的过程以适应变化了的外界环境；此外，生活物质还具有遗传性和变异性等。生活物质的这些特征，都是在新陈代谢的基础上产生的。新陈代谢一旦停止，生活物质就会死亡和破坏，成为非生活物质。所以，新陈代谢不仅是细胞中生活物质存在的必需过程，同时也是植物生命存在的必要条件。只要植物生命活动不停止，它就必然要进行新陈代谢。

二、原生质的化学成分

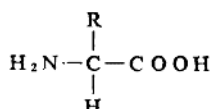
原生质的化学成分很复杂，水占75%以上，其余为干物质，包括有机物和无机物两大类。有机物占干重的90~95%，

无机物占5~10%。有机物的种类很多，主要是蛋白质、核酸、糖类和脂类。

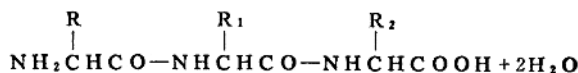
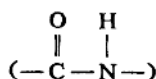
(一) 蛋白质

蛋白质是构成原生质的主要成分，占原生质干重的60%以上。原生质的一切生命活动，都与蛋白质有关。蛋白质是由碳、氢、氧、氮、硫五种元素组成。有些还含有磷。如果把蛋白质用酸、碱或酶进行水解，最后得到的是氨基酸。所以氨基酸是蛋白质的结构单位。

氨基酸是含有羧基(-COOH)和氨基(-NH₂)的化合物。通式是RCHNH₂COOH。由于它的氨基是连接在与羧基相邻的碳原子上，所以叫做α-氨基酸：



α-氨基酸构成蛋白质是以肽键相连的。一个氨基酸的氨基与另一个氨基酸的羧基缩合，脱去一分子水而形成的化合物叫做肽。连接的键叫肽键：



这样，由两个氨基酸分子以肽键相连而成的化合物，叫二肽，由三个氨基酸分子组成的肽，叫三肽，三个氨基酸分

子以上组成的肽都叫多肽。多肽具有链状结构，这个链叫做肽链。一个蛋白质分子可以含有一条或几条肽链。

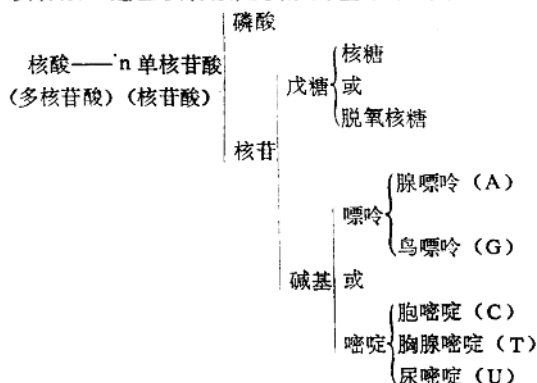
组成蛋白质的氨基酸有20种。一个蛋白质分子的氨基酸数目少的有几十个，多的有成百上千个，由于氨基酸的种类和排列的次序不同，就形成多种多样的蛋白质。蛋白质的多样性，就是生物多样性的基础。

(二) 核酸

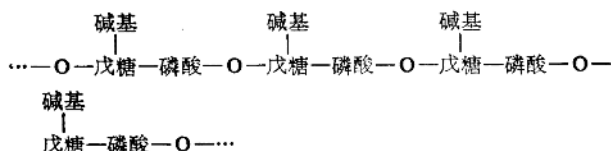
核酸也是原生质的主要组成成分，又是植物细胞遗传的主要物质。它是由碳、氢、氧、氮及磷五种元素组成。分子非常巨大，呈很长的丝状，分子量高达数亿。

核酸的构成单位是核苷酸。核酸就是由几百几千个不同的核苷酸脱水结合成的长链。每一个核苷酸是由一个磷酸、一个五碳糖（核糖或脱氧核糖）和一个有机的碱基组成。

由于碱基有四种：腺嘌呤（A）、鸟嘌呤（G）、胞嘧啶（C）、胸腺嘧啶（T）或尿嘧啶（U），所以组成的核苷酸也有四种，即腺核苷酸、鸟核苷酸、胞核苷酸、胸核苷酸（或尿核苷酸）。这些核苷酸是核酸的基本结构单位。



许许多多的核苷酸通过彼此的核糖和磷酸根相互连结而成多核苷酸链，即：



核酸可分为两大类：脱氧核糖核酸（DNA）和核糖核酸（RNA）。

DNA含脱氧核糖、磷酸和碱基。碱基是腺嘌呤（A）、鸟嘌呤（G）、胞嘧啶（C）和胸腺嘧啶（T）。

DNA分子的空间构型是由两条多核苷酸长链彼此盘绕成双螺旋结构，形似螺旋状梯子，核苷酸中的磷酸和核糖组成梯子的骨架，两条链上的碱基朝向里面并相对排列，相对的碱基以氢键相连，形成梯子的横档。两条链的方向相反。碱基对具有特异性，只能是腺嘌呤（A）与胸腺嘧啶（T）结合成对，鸟嘌呤（G）与胞嘧啶（C）结合成对。如果一条链上的碱基顺序是TGTCA，那么另一条链上必有相对应的碱基排列顺序，即ACAGT，这种现象称为互补（图1—1）。

DNA大部分存在于细胞核中，是染色体结构的重要部分。DNA能自我复制。它的作用是贮存遗传信息，就是以不同的碱基排列次序来控制生物的性状，象编成“密码”一样，通过性细胞分裂传给下一代，再经过RNA的“转录”和“翻译”，合成各种不同的蛋白质，以显现亲代的性状。

由于每条DNA上有上百个核苷酸，而碱基的种类有四种，如果有100个四种不同的核苷酸单位组成的核苷酸链，那么就有 4^{100} 种不同的排列组合方式，可以形成许多性质各异

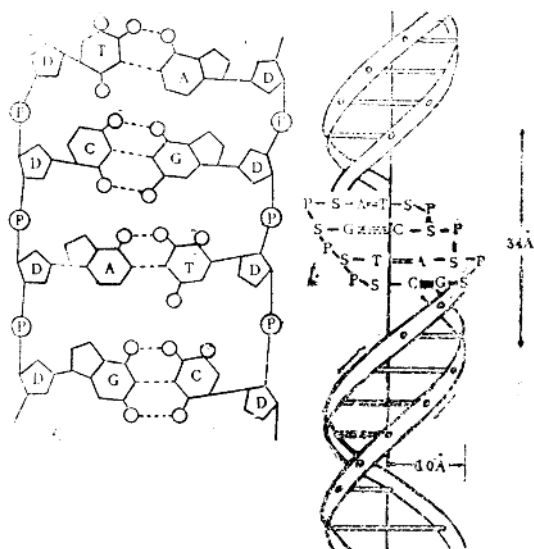


图1—1 DNA结构图解

D=脱氧核糖 P=磷酸 T=胸腺嘧啶 C=胞嘧啶 A=腺嘌呤 G=鸟嘌呤

的核酸分子。这说明核酸种类的多样性，也说明蛋白质的多样性。不同的生物，各有其特殊的核酸，任何一个碱基的错位，都能引起生物性状的变异，而且可以遗传下去。

RNA分子也是多核苷酸链，含有核糖、磷酸和碱基。碱基是腺嘌呤（A）、鸟嘌呤（G）、胞嘧啶（C）和尿嘧啶（U）。RNA一般是单链结构（图1—2）。

RNA主要存在于细胞质中，细胞核中也有，常跟蛋白质结合，形成核糖核蛋白。