

# 植物生理生化

——  
全国高等农林专科统编教材

韩锦峰 主编

高等教育出版社



全国高等农林专科统编教材

# 植物生理生化

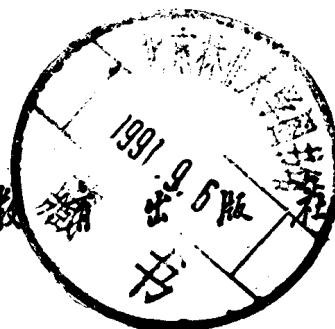
韩锦峰 主编

1414/24

农学类各专业用

412037

高等教



主 编 韩锦峰 (河南农业大学)  
副主编 王兴才 (河南职业技术师范学院)  
编 者 任雨霖 (南京农业专科学校)  
陈季春 (辽宁熊岳农业专科学校)  
林学梧 (河南农业大学)  
杨 堃 (广东湛江农业专科学校)  
潘慧蓉 (河北农业技术师范学院)

审稿人 高煜珠 (主审, 江苏农学院)  
石 斌 (副主审河南豫南农业专科学校)  
苗叔陶 (副主审河南农业大学)

全国高等农林专科统编教材

植物生理生化

韩锦峰 主编

农学类各专业用

高等教育出版社出版

新华书店总店北京科技发行所发行

商务印书馆上海印刷厂印装

开本 787×1092 1/16 印张 21 插页 1 字数 475,000

1991年4月第1版 1991年5月第1次印刷

印数 0,001—5,150

ISBN 7-04-002678-3/Q·179

定价 5.75 元

## 前 言

植物生理生化课是农学类各专科必修的一门专业基础课程，但长期以来没有一本适合自己特点的教材。因此，根据1988年农业专科教材大连会议的决定，编写这本教材。

由于专科院校不单独开设植物生物化学，所以这本教材在内容上是以植物生理学内容为主，兼顾生物化学内容。

本教材按“细胞—代谢—生长发育—逆境生理”的体系分11章。这种安排，既便于讲授个体生理、群体生理，由微观到宏观，给学生一个整体概念，又符合由易到难，循序渐近的教学方法。在内容上，既注意基本概念，重视基本理论的介绍，也吸收一些国内外的新资料，同时，强调理论紧密联系实际，使教材能反映出专科使用的特点。

书后附实验15个，供各校选用。

本书由韩锦峰、林学梧（河南农业大学）、王兴才（河南省职业技术师范学院）、潘慧蓉（河北农业技术师范学院）、陈季春（辽宁熊岳农业专科学校）、任雨霖（南京农业专科学校）和杨堃（广东湛江农业专科学校）等7位同志分工编写。由于我们水平有限，而且时间仓促，书中错误和不妥之处在所难免，请读者批评指正。

初稿完成后，承蒙高煜珠教授、苗叔陶和石斌副教授审阅，提出许多宝贵意见，在此致以衷心的感谢。

编 者  
1990年6月

## 出版说明

高等农林专科教育是高等农林教育体系中一个相对独立、不可缺少的层次。

我国高等农林专科教育,自进入80年代以来,有了长足发展,在校人数迅速增加,为适应发展的需要,改变教学多年来一直借用本科教材的局面,建设具有农林专科教育特色的教材体系,经国家教委批准,于1986年7月成立全国高等农林专科基础课程教材委员会,并在全国高等农林专科教育研究协作组制定的农林专科生培养基本要求和部分专业教学计划以及课程教学基本要求的基础上,首批组织统编了49种教材。

本批教材力求体现农林专科生培养基本要求,突出应用性,加强实践性,强调针对性,注意灵活性;遵循教学规律,具有科学性、系统性,由浅入深,循序渐进,理论联系实际;既具有广泛的适应性,又具有先进性和时代特征。

这批教材在适用农林专科教育的修业年限上,兼顾了二、三年制的需要,同时可供电大、函授等专科教育和中等专业学校教师,以及有关科技人员参考。

这批教材的编审出版是在国家教委高教司直接领导下进行的,并得到农业出版社、高等教育出版社、中国林业出版社、四川科学技术出版社、广西科学技术出版社的通力合作与大力支持,在此深致谢意。

本教材的编审出版,不仅是为了解决部分课程教学所用教材的有无问题,而更重要的是在新的历史条件下,为建设具有高等农业专科教育特色的教材体系探索路子,试图提供一些有益的尝试,故缺点错误在所难免,愿望各校在使用过程中提出宝贵意见,以便再版时作进一步修改。

全国高等农林专科基础课程

教材委员会

1990年



A. 用 0.8ppm 的二氧化硫处理大豆  
36 小时, 2 日后所产生的症状



B. 用 0.1ppm 的二氧化硫处理烟  
草 4 小时, 4 日后所产生的症状



C. 用 0.1ppm 臭氧+0.1ppm 二氧化硫  
的混合气体处理白菜 4 小时, 4 日后所  
产生的症状



D. 用 0.5ppm 的二氧化硫处理白  
菜 10 小时, 1 日后产生的症状

图 11-6 二氧化硫对几种植物的危害



A. 用 0.15ppm 的氟化氢处理蕃茄 33 小时, 2 日后所产生的症状



C. 用 0.2ppm 臭氧处理黄瓜 16 小时, 6 日后所产生的症状



B. 用 0.15ppm 的氟化氢处理葡萄 3 小时, 1 日后所产生的症状



D. 烟草在光化学烟雾中暴露后, 4 日后所产生的症状

图 11-7 氟化氢和臭氧对各植物的影响

412037

# 目 录

## 前言

## 绪论 .....1

## 第一章 植物细胞生理的理化基础 .....4

### 第一节 植物细胞的化学组成 .....4

一、蛋白质 .....4

二、核酸 .....11

三、脂类 .....15

四、糖类 .....16

### 第二节 原生质的胶体特性 .....17

一、带电性与亲水性 .....17

二、吸附性 .....18

三、粘性和弹性 .....18

四、凝胶作用 .....18

### 第三节 植物细胞的超微结构与功能 .....19

一、植物细胞结构概述 .....19

二、生物膜的结构与功能 .....19

### 第四节 植物细胞的催化系统——酶 .....21

一、酶的概念和化学本质 .....21

二、辅酶、辅基及金属离子 .....22

三、酶的命名与分类 .....26

四、酶的作用特点 .....26

五、酶的作用机理 .....27

六、影响酶反应速度的因素 .....29

七、同工酶 .....31

小结 .....32

复习思考题 .....32

## 第二章 植物的光合作用 .....34

### 第一节 光合作用的意义 .....34

### 第二节 光合作用的细胞器——叶绿体 .....35

一、叶绿体的结构 .....35

二、叶绿体的成分 .....36

三、叶绿体色素 .....36

四、影响叶绿素形成的环境条件 .....39

### 第三节 光合作用的机理 .....40

一、原初反应 .....41

二、电子传递和光合磷酸化 .....43

三、二氧化碳的同化 .....45

四、光合作用产物 .....50

### 第四节 植物的光呼吸 .....51

一、光呼吸的概念 .....51

二、乙醇酸的生物合成及其代谢途径 .....51

三、光呼吸的生理功能 .....52

四、 $C_3$ 植物和 $C_4$ 植物的光合特征 .....52

五、光呼吸的调节与控制 .....54

### 第五节 影响光合作用的内外条件 .....55

一、测定光合作用效率的指标 .....55

二、影响光合作用的外界条件 .....56

三、光合速率的日变化及生育期间的变化 .....59

### 第六节 光合作用与作物增产潜力 .....60

一、作物光能利用率和产量的关系 .....60

二、光合性能与经济产量 .....61

小结 .....63

复习思考题 .....64

## 第三章 植物的呼吸作用 .....65

### 第一节 呼吸作用的概念及在植物生命活动中的作用 .....65

一、呼吸作用的概念 .....65

二、呼吸作用在植物生命活动中的意义 .....65

三、呼吸强度 .....66

四、呼吸商 .....66

### 第二节 呼吸作用类型及其生化过程 .....67

一、呼吸作用类型 .....67

二、呼吸作用的生物化学过程 .....67

### 第三节 氧化磷酸化机理与呼吸作用的调节 .....79

一、化学渗透学说 .....79

二、呼吸作用的调节 .....80

### 第四节 内外因素对呼吸作用的影响 .....82

一、内部因素对呼吸强度的影响 .....82

二、外界条件对呼吸强度的影响 .....83

### 第五节 调控呼吸作用在生产实践中的应用 .....85

一、调控呼吸作用在作物栽培管理中的应用 .....85

二、调控呼吸作用在农产品贮藏中的应用 .....86

三、植物的抗病性与呼吸作用的关系 .....90

小结 .....92

复习思考题 .....92

## 第四章 植物的水分生理 .....93

### 第一节 水分在植物生命活动中的重要意义 .....93



一、植物的含水量 .....	93	一、脂肪的生物合成 .....	139
二、水分在植物生命活动中的作用 .....	93	二、脂肪的分解 .....	141
三、植物体内水分存在的状态 .....	94	三、脂肪与碳水化合物的相互转化——乙醛酸 循环 .....	143
<b>第二节 植物对水分的吸收</b> .....	94	四、脂肪转化与植物生长发育的关系 .....	145
一、植物的细胞吸水 .....	94	<b>第三节 核酸的代谢</b> .....	146
二、植物体对水分的吸收 .....	99	一、核酸的生物合成 .....	146
<b>第三节 蒸腾作用</b> .....	101	二、核酸的分解 .....	151
一、蒸腾作用在植物生活中的作用 .....	102	<b>第四节 蛋白质的代谢</b> .....	152
二、蒸腾作用的部位 .....	102	一、蛋白质的生物合成 .....	153
三、蒸腾作用的指标 .....	102	二、蛋白质的分解 .....	158
四、蒸腾作用的气孔调节 .....	103	三、蛋白质代谢的调节 .....	160
五、影响蒸腾作用的外界条件 .....	107	四、蛋白质代谢与植物生长发育的关系 .....	161
<b>第四节 水分在植物体内的传导</b> .....	107	小结 .....	162
一、水分传导的途径和方式 .....	107	复习思考题 .....	164
二、水分传导的速度 .....	108	<b>第七章 植物体内同化物运输与分配</b> .....	165
三、水分传导的动力 .....	109	<b>第一节 植物体内有机物运输的系统</b> .....	165
<b>第五节 合理灌溉的生理基础</b> .....	109	一、短距离运输系统 .....	165
一、作物的需水规律 .....	109	二、长距离运输系统 .....	166
二、合理灌溉的指标 .....	110	<b>第二节 植物体内同化物运输的机理</b> .....	168
小结 .....	112	一、韧皮部运输物质的形式 .....	168
复习思考题 .....	112	二、同化物运输的方向 .....	169
<b>第五章 植物的矿质和氮素营养</b> .....	114	三、有机物质的运输率和运输速度 .....	170
<b>第一节 植物必需的矿质元素</b> .....	114	四、韧皮部运输机理的假说 .....	171
一、植物体内的元素 .....	114	五、外界条件对有机物运输的影响 .....	175
二、植物必需元素的确定和人工培养液 .....	115	<b>第三节 植物体内同化物质的分配和再分 配规律</b> .....	179
三、必需元素的生理作用及其缺乏病症 .....	117	一、植物体的“源”和“库”在同化物运输中的 作用 .....	179
<b>第二节 植物对矿质元素的吸收</b> .....	122	二、同化产物分配的基本规律 .....	182
一、植物根吸收矿质元素的特点 .....	122	三、同化物分配与产量的关系 .....	186
二、矿质元素吸收过程 .....	123	小结 .....	188
三、影响根系吸收矿质元素的因素 .....	126	复习思考题 .....	188
四、矿质元素在植物体内的运输 .....	128	<b>第八章 植物生长物质</b> .....	189
<b>第三节 氮素代谢</b> .....	129	<b>第一节 植物生长物质概论</b> .....	189
一、植物的固氮作用 .....	129	一、植物激素 .....	189
二、硝酸盐还原为氨 .....	130	二、植物生长调节剂 .....	189
三、氨的同化 .....	130	三、植物生长物质与农业生产 .....	190
<b>第四节 作物施肥的生理学基础</b> .....	132	<b>第二节 生长素类</b> .....	190
一、作物需肥的规律 .....	132	一、生长素的发现 .....	190
二、作物施肥的诊断 .....	132	二、生长素在植物体内的分布和传导 .....	191
三、影响施肥效果的因素 .....	133	三、生长素的代谢 .....	192
小结 .....	134	四、生长素的作用机理 .....	194
复习思考题 .....	134	五、生长素的生理效应 .....	196
<b>第六章 植物体内有机物的代谢</b> .....	135	六、人工合成生长素及其应用 .....	197
<b>第一节 碳水化合物的代谢</b> .....	135	<b>第三节 赤霉素类</b> .....	198
一、蔗糖的合成与分解 .....	135	一、赤霉素的发现与化学结构 .....	198
二、淀粉的合成与分解 .....	136		
三、碳水化合物的相互转化 .....	137		
四、碳水化合物代谢与植物生长发育的关系 .....	138		
<b>第二节 脂肪的代谢</b> .....	139		

二、赤霉素的生物合成、分布及其运输 .....	198	和分布的关系 .....	244
三、赤霉素的生理效应及其应用 .....	199	四、光周期诱导 .....	244
四、赤霉素的作用机理 .....	200	五、光周期诱导的机理 .....	245
第四节 细胞分裂素 .....	201	六、春化作用和光周期现象在生产实践中的应 用 .....	248
一、细胞分裂素的发现和化学结构 .....	201	第三节 光敏素及有关物质在成花中的作 用 .....	243
二、细胞分裂素的分布与传导 .....	202	一、光敏素在成花中的作用 .....	249
三、细胞分裂素的生理效应与作用方式 .....	203	二、植物体内营养状况对开花的影响——碳氮 比学说 .....	251
第五节 脱落酸 .....	204	三、开花激素对开花的影响 .....	253
一、脱落酸的发现、分布及其化学结构 .....	204	第四节 花器官的性别分化 .....	253
二、脱落酸的生理作用与作用机理 .....	204	一、雌雄个体的代谢差异 .....	253
第六节 乙烯 .....	206	二、花器官性别分化的控制 .....	254
一、乙烯的发现与分布 .....	206	第五节 授粉和受精 .....	255
二、乙烯的生物合成及其调节 .....	206	一、花粉的构造与成分 .....	255
三、乙烯的降解 .....	208	二、花粉的生活力与贮藏 .....	255
四、乙烯的生理效应与作用机理 .....	209	三、花粉的萌发和花粉管的生长 .....	255
五、乙烯释放剂——乙烯利的应用 .....	210	四、受精过程 .....	256
六、植物激素间的相互作用 .....	210	五、花粉或花药培养 .....	259
第七节 其他天然植物激素及生长调节剂 .....	211	第六节 种子和果实成熟时的生理生化变 化 .....	259
一、其他天然植物激素 .....	211	一、种子成熟时的生理生化变化 .....	260
二、其他植物生长调节剂 .....	212	二、肉质果实成熟时的生理生化变化 .....	262
小结 .....	215	三、外界条件对种子和果实成熟的影响 .....	263
复习思考题 .....	215	第七节 衰老和脱落 .....	265
<b>第九章 植物的生长生理</b> .....	217	一、植物的衰老 .....	265
第一节 种子生理 .....	217	二、叶片与果实脱落 .....	266
一、种子的萌发 .....	217	小结 .....	263
二、种子的休眠 .....	222	复习思考题 .....	269
第二节 植物的生长与分化 .....	223	<b>第十一章 植物的逆境生理</b> .....	270
一、植物生长的细胞学基础 .....	223	第一节 植物的抗旱性 .....	270
二、植物生长的基本规律 .....	228	一、干旱的类型 .....	270
三、决定植物生长的因子 .....	232	二、干旱对植物的危害 .....	271
第三节 植物的运动 .....	234	三、干旱使植物致死的原因 .....	272
一、向性运动 .....	234	四、提高植物抗旱性的途径 .....	273
二、感性运动 .....	235	五、干热风的危害及防治 .....	274
小结 .....	236	第二节 植物的涝害及抗涝性 .....	273
复习思考题 .....	236	一、水涝对植物的危害 .....	276
<b>第十章 植物的生殖、衰老和脱落</b> .....	238	二、植物的抗涝性 .....	277
第一节 低温对花诱导的影响——春化作 用 .....	238	第三节 植物的抗冻性 .....	278
一、春化作用 .....	238	一、冻害与抗冻性 .....	278
二、春化作用的部位 .....	239	二、冷害与抗冷性 .....	280
三、春化效应的传递 .....	240	第四节 植物的盐害及抗盐性 .....	282
四、春化过程的生物化学 .....	240	一、土壤盐分过多对作物的危害 .....	282
第二节 光照对花诱导的影响——光周期 现象 .....	240	二、植物抗盐性的生理基础 .....	283
一、光周期的发现 .....	241	三、提高植物抗盐性的途径 .....	284
二、植物按光周期现象分类 .....	241	第五节 植物的抗病性及免疫 .....	284
三、光周期现象的适应性及其与地理上起源			

一、植物(寄主)与病原菌的关系 .....	284	实验七 根系吸收面积和根系活力的测定 .....	307
二、植物(寄主)对病原菌感染的生理效应 .....	285	实验八 植物的溶液培养和缺乏必需元素时的症状 .....	310
三、植物的抗病机理与免疫 .....	286	实验九 植物组织中可溶性糖含量的测定(蒽酮比色法) .....	312
第六节 环境污染对植物的影响 .....	287	实验十 氨基酸的分离鉴定——纸层析法 .....	314
一、空气污染与农业 .....	287	实验十一 维生素 C 含量的测定 .....	315
二、灌溉水污染与防治 .....	290	实验十二 不同浓度生长素对根、芽生长的影响 .....	316
三、土壤污染及其防治 .....	292	实验十三 种子生活力的快速测定 .....	317
小结 .....	293	实验十四 植物过氧化物酶同工酶聚丙烯酰胺凝胶电泳 .....	319
复习思考题 .....	294	实验十五 植物抗逆性的测定(电导率仪法) .....	321
<b>实验指导 .....</b>	<b>295</b>	<b>主要参考文献 .....</b>	<b>323</b>
实验一 酶的特性 .....	295		
实验二 过氧化氢酶活性测定 .....	297		
实验三 叶绿体色素的提取、分离、理化性质和含量的测定 .....	299		
实验四 改进半叶法测定光合强度 .....	302		
实验五 呼吸强度的测定 .....	303		
实验六 植物组织水势的测定(小液流法) .....	306		

# 绪 论

## 一、植物生理学(生化)的研究对象

植物生理学(生化)是研究植物生命活动规律的科学,植物生理学是实验植物学最发展的一个领域,在19世纪才逐渐成为一门独立的学科。

绿色自养植物所有功能——营养、呼吸、生长发育、繁殖等许多过程都可以归之为能量转化和物质转化、植株形态的发生和变化,其特点在于它们同环境相互作用的方式的特殊性。

植物生理学(生化)就是以现代的实验手段,认识和研究植物在不同环境条件下个体发育中生命活动的规律,即研究和阐明植物在具体条件下所进行的新陈代谢和新陈代谢过程中的物质和能量转化、形态建立和发育过程及对环境的适应性。

## 二、植物生理学(生化)的任务

植物生理学(生化)的任务不局限于认识和解释植物生活的规律和现象,更重要的在于影响和改造它们,以提高植物的生产力,满足人们对物质的需要。这方面已有不少成功的例子。例如,植物营养生理的研究为合理施肥提供了理论基础;生长素的应用导致各种生长调节剂及除草剂的广泛应用;光合作用的研究为合理密植提供了理论依据。而由此合理施用化肥与密植,配合以良种的选育、病虫害的防治等,使得本世纪以来作物单位面积的产量增长了将近10倍。植物生理学在解决当代世界上的重大问题方面也有着重要的作用。

粮食产量和品质问题不论在我国还是在全世界范围内都是急待进一步解决的问题。要解决这个问题无非是从两方面着手:一是利用栽培耕作方法来改善环境条件,借以满足作物在持续高产和优质中的要求;二是利用引种、选种、育种来改良作物的遗传本性,借以提高其生产力,适应当时当地的生产环境,从而保证高产优质。这两方面都需要深刻了解作物与环境的关系,都要借助于植物生理学(生化)知识。

能源,对人类来说与粮食一样重要。然而能源危机却在威胁着人类。大家知道, $H_2$ 是理想的能源,它是最干净而不污染的燃料。光合作用可以放出 $H_2$ ,一旦弄清楚光合作用释放 $H_2$ 的机理之后,就可以模拟生物释放 $H_2$ ,改变今日耗费大量电能的制 $H_2$ 工艺。毫无疑问,通过光合作用解决能源缺乏的问题有着巨大潜力。

在高产地区,栽培措施比较好,而现有品种却严重地限制了这些措施的作用发挥和产量提高。所以要使作物产量水平出现新的大的飞跃,必须从研究作物光合效率和群体光能利用对作物产量的作用着手,采取先进手段,培育出光合效率高和群体光能利用高的、大大超过现有生物学产量而经济系数保持较高的作物品种。植物组织培养和细胞培养就是一种先进手段;胚胎培养和试管受精亦用于正常情况下难以获得的杂种的培育;在细胞培养中,各种突变体的选择与利用;花药培养之用于单倍体育种;原生质体融合之用于远缘杂种等等。

此外,随着城乡经济体制的改革,一方面蔬菜、水果周年供应成为一个迫切需要解决的问题,而同时每年又有大量的蔬菜和水果在生产季节因采收不适时或贮藏不当而使经济蒙受极大损失。因此,研究果实的成熟生理和贮藏生理就能更好地探索催熟和贮藏保鲜的途径和方法。

综上所述,植物生理学(生化)的任务是从多方面研究和揭示植物生命活动的规律,并凭借这些知识去影响植物本身的生命活动,从而提高作物的生产力(包括产量和品质),为农业现代化作出贡献。植物生理学(生化)是研究农业的基础,它在提高农业生产力方面的前景是非常鼓舞人心的。

### 三、植物生理学(生化)的发展

恩格斯早就指出,科学的发生与发展一开始就是由生产决定的。植物生理学(生化)的发生与发展也是由生产实践的需要所决定的。

早在公元前1400—1100年,我国劳动人民就已经注意到许多植物生理知识。例如,甲骨文的卜辞上反映出作物与水分及太阳有密切关系。在公元前7世纪,“禹贡”一书基于对土壤肥力的浅薄认识,把土壤分为三等九级。在公元6世纪的《齐民要术》一书中,更涉及到了作物对水和肥料的需要、植物性别、繁殖与贮藏等有关的植物生理学知识。

植物生理学真正成为一门独立的学科与课程是在19世纪后期。李比希(Liebig, 1803—1873)的营养学说创立,布森戈(Boussingault, 1802—1879)对氮营养和光合作用提出理论根据,萨克斯(Sachs, 1882)的植物生理学讲义问世,弗弗尔(Pfeffer)植物生理学巨著出版,才使植物生理学从植物学和农学中独立出来。近100年来,植物生理学经历了诞生、成长、缓慢发展和迅速更新与深入发展阶段。特别是到了50年代初期,由于生物化学、生物物理学、分子生物学以及其他先进生命学科的有力推动,植物生理学研究取得了惊人的成就。例如卡尔文(Calvin)等由于采用 $^{14}\text{C}$ 示踪技术与层析技术相结合,揭开了数十年未能解决的 $\text{CO}_2$ 固定与还原之谜,快速荧光光谱和其他光谱的扫描技术使对光合作用原初反应的研究以惊人的快速进行。60年代左右对 $\text{C}_3$ 、 $\text{C}_4$ 、CAM途径与光呼吸的发现;把光合作用研究推向了新的阶段。在50年代所形成的许多植物生理学理论与方法,如细胞对离子的吸收、同化物的运输与分配、吸水力概念、植物对逆境的适应性等都得到了更新与调整,使植物生理学出现了蓬勃发展的景象。我国植物生理学在50年代以来也作了许多成就。例如,光合作用光合磷酸化方面、有机物运输、呼吸作用的多头路线、微生物生理、植物激素等方面以及群体生理方面的工作都为植物生理学科发展作出了突出贡献。

生产实践决定植物生理学的产生与发展,而植物生理学的发展又能促进农业的前进。随着社会对农业的需要,随着许多先进生物科学的发展,植物生理学会更大的前进。

### 四、植物生理学(生化)的研究与学习方法

概括起来说有两方面:

(一) 实验法 植物生理学(生化)是一门实验科学,因此,认识植物生活的过程和现象的

根本方法是实验。为了研究植物生理过程和功能的物理化学性质常采用以下实验方法和仪器：实验室常用解剖法、电泳、层析、紫外和红外分光光度计，荧光显微镜、电子显微镜（普通电子显微镜、光栅电子显微镜）、同位素示踪法等，此外，还有盆栽以及人工气候室栽培法。利用这些方法可以从分子水平、亚细胞水平、细胞水平和整株水平上研究植物的生理过程和功能。

(二) 辩证唯物主义观点 植物生命活动是一种复杂的高级的物质运动的特殊形式。因此，像其他学科一样，植物生理学的方法论基础是辩证唯物主义和历史唯物主义。特别是要用对立统一的规律分析问题，认识问题。植物生命活动中充满着矛盾，如吸水和失水、矿质元素的吸收与排出，光合与呼吸等等都是既矛盾又统一的现象，植物也正是在这对立统一的矛盾中才能生长发育。所以，研究问题要具有矛盾观点。此外，矛盾的各方任何时候也不是同等重要的，而是随环境条件变化的，例如，引起植物叶片发黄的原因可能有密度过大、光照不足、氮肥缺乏、水分不足或过多、低温、病害、衰老等等，但在具体条件下只能是一种或两种主要原因，因此，要想真正认识和针对性的解决问题，就要全力找出主要矛盾和矛盾的主要方面。

植物生命活动的固有特点是在历史条件下长期形成的，这就是植物本身的特性(内因)。但是这种特性也不是永远不变的，而是无时无刻都在受环境条件(外因)的影响，例如，短日性植物是在原产地的短日照条件下形成的，因此，人们可以创造条件满足它对日照的要求，使其正常发育，也可不满足它的要求，达到人们特殊的需要(如短日性红麻在北方长日照条件下进行种植，可推迟发育，多收取纤维)，也可给以不同光照条件影响，改变其短日性的严格性。可见，内因是变化的依据，外因是变化的条件，正确处理内因和外因的关系，既重视内因的决定作用，又不忽视环境的影响，就能在研究工作和生产中一方面防止违反生命活动规律的蛮干，另一方面又能充分发挥人们的干预自然的积极主动作用。

事物都有它的正反两面，环境条件对生命活动的影响也不例外，例如，干旱对植物的生长不利，这是一般的道理，但是，干旱在植物生活中也可以利用。播种前用干旱锻炼种子、在苗期利用干旱锻炼苗，以提高抗旱性。所以，看问题不要绝对化，而要用一分为二的观点。

# 第一章 植物细胞生理的理化基础

高等植物是由亿万个细胞组成的。细胞既是植物体形态的结构单位，又是行使生理功能的基本单位。因此，学习植物生理学必须从细胞开始。了解细胞的知识是深入理解植物生命活动规律的基础。

## 第一节 植物细胞的化学组成

植物细胞是由细胞壁和原生质体两部分构成的。细胞壁的主要成分为纤维素、果胶质和半纤维素。较老的细胞在细胞壁中还含有木质素、角质和木栓质等。细胞壁的主要作用是维持细胞的硬度，起骨架作用，细胞壁上有纹孔，胞间连丝通过纹孔，连接相邻细胞的原生质体，使植物体的所有细胞连接成一个统一的整体。

在植物细胞里一切生命活动主要是由原生质执行的。为了更好地了解细胞的生命活动，必须研究原生质的化学成分。原生质是一种极其复杂的生命物质，不断地进行代谢作用，因此它的化学组成也不断地改变与更新。此外，原生质既有结构物质，又有许多贮藏物质和废弃物，这就为分析时带来了困难，故迟至今日对原生质化学组成仍难取得精确的结果。当前我们只能了解原生质的粗略化学成分(表 1-1)。

表 1-1 原生质的化学成分

物 质	含 量 (%)
水	85
蛋 白 质	10
DNA	0.4
RNA	0.7
脂 类	2
其他有机物	0.4
无 机 物	1.5

(摘自高煜珠主编植物生理学)

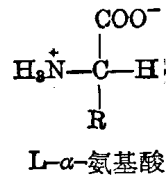
水分是生活原生质的主要成分，一般约占 80% 以上。干燥种子的原生质含水量较少，但也不少于 10%。关于水分的生理知识，在水分生理一章中将作详述。

### 一、蛋白质

蛋白质是原生质中最丰富的有机物，占原生质干物质重量的 50% 以上，是生命最重要的物质基础。蛋白质由碳、氢、氧、氮、硫 5 种化学元素组成，碳占 50%，氢占 7%，氧占 23%，氮占

16%，硫占0—3%。蛋白质属于生物大分子，其分子量很大。一般蛋白质分子量在10 000道尔顿以上，大的蛋白质可达1 000 000道尔顿以上，如谷氨酸脱氢酶。

(一) 组成蛋白质的基本单位——氨基酸 各种生物体内的蛋白质主要是由20种氨基酸组成的。这20种氨基酸都是 $\alpha$ -氨基酸，并且都是L系的，即L- $\alpha$ -氨基酸。其结构如下：



每种氨基酸的R基团各不相同，这就使得每种氨基酸都有自己的特性。在生物学上常根据R基团的极性对氨基酸进行分类，因为蛋白质的许多理化性质和功能与所组成的氨基酸R基团的极性及其分布有关。根据R基团的极性可将氨基酸分为四大类：

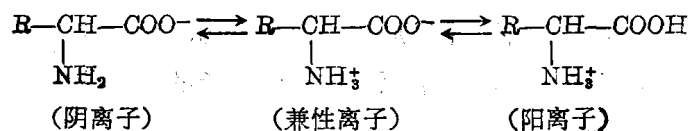
1. 非极性或疏水的氨基酸 这类氨基酸不易溶于水，包括丙氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、缬氨酸、甲硫氨酸、苯丙氨酸、色氨酸及脯氨酸等8种。

2. 具有极性不带电荷的R基团的氨基酸 这类氨基酸比非极性氨基酸易溶于水，因其R基团能与水形成氢键。丝氨酸、苏氨酸、酪氨酸具有羟基；天冬酰胺、谷酰胺具有酰胺基；半胱氨酸具有巯基，这些都是极性基团。

3. 带负电荷的酸性氨基酸 如天冬氨酸和谷氨酸，分子上具有第二个羧基，因此在pH 6—7时带负电荷。

4. 带正电荷的碱性氨基酸 如赖氨酸带有第二氨基，精氨酸带有胍基，组氨酸带有弱碱性的咪唑基，这些基团都是碱性的，所以在pH 7.0时，它们都带有正电荷。

氨基酸分子既有自由氨基又有自由羧基，因此，在水溶液中通常解离成两性离子。氨基和羧基的解离取决于溶液的pH值，在酸性溶液中氨基酸带正电荷；在碱性溶液中带负电荷。



在某种pH下，某一氨基酸带着相等的正负电荷，呈电中性，此时这一氨基酸在电场中不向正极也不向负极移动，这一pH值称为这个氨基酸的等电点，通常以pI表示。

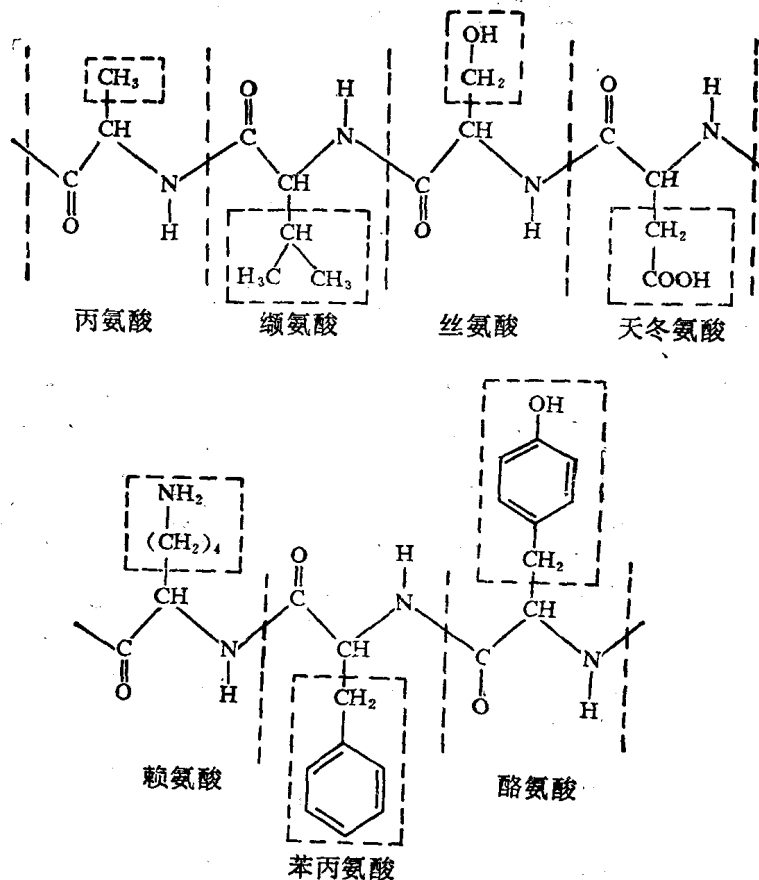
$\alpha$ -氨基酸都能与水合茚三酮反应生成蓝紫色的化合物，这个反应常用于 $\alpha$ -氨基酸的定性鉴定，同时也能作为 $\alpha$ -氨基酸定量分析的依据。由于蛋白质都是由 $\alpha$ -氨基酸组成的，因此，遇水合茚三酮都可起蓝色反应。

(二) 蛋白质的结构 蛋白质是由许多氨基酸借肽键连接起来的多肽链，肽键是由一个氨

基酸上的 $\alpha$ -羧基与相邻的另一个氨基酸的 $\alpha$ -氨基脱水缩合而成的酰胺键( $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\overset{\text{H}}{\text{N}}-$ )。氨基酸以肽键结合形成的化合物称肽，由2个氨基酸组成的肽称二肽，3个氨基酸组成的称三肽。由3个氨基酸以上组成的肽称多肽，蛋白质就是不分枝的多肽链。

氨基酸连接成多肽长链后，分子的其他基团就成为多肽长链的侧链，如下页图：





这些侧链中的基团具有不同性质，它们的存在，使蛋白质表现出某些特定的理化性质，并对蛋白质分子的空间构象起着重要的作用。

多肽链仅仅是蛋白质的最基本结构，其实蛋白质的结构是非常复杂的，通过现代的物理化学方法发现组成蛋白质的多肽链并不是线形或平面展开的，而是卷曲折叠式盘绕成非常严密的空间构型。在蛋白质分子结构中，每个原子对其他原子的相对位置都很精确。蛋白质表现生理功能的基础不仅仅是分子上那些活泼的基团，而是整个分子严密的空间结构。蛋白质分子为什么能保持严密而稳定的空间结构呢？除了肽键作为分子的骨架之外，还依靠侧链上一些基团相互连接成的副键，如氢键、二硫键、酯键和盐键以及疏水键等的交互作用。蛋白质的副键见图 1-1。

在蛋白质大分子中，氢键的数目非常多，故在维持蛋白质空间构象方面起着主要作用。但是氢键是脆弱的，因而蛋白质的空间构象并不牢固，常常随构象的变化而改变其生理活性。

目前认为，蛋白质空间结构可分为四级：

1. 蛋白质的一级结构，又称化学结构，即一定种类、一定数量的氨基酸以一定的先后排列顺序首尾相接靠肽键结合形成长肽链，并在一定位置上形成二硫键。一级结构是蛋白质的最基本结构。图 1-2 是核糖核酸酶一级结构示意图。

蛋白质一级结构不表现活性，但它的侧链性质和排列顺序则是形成蛋白质三级结构的决定因素，从而决定着蛋白质的生物学功能。