



全国高等农林院校“十三五”规划教材

植物生理学

贝丽霞 梁喜龙 张美萍◎主编



 中国农业出版社

全国高等农林院校“十三五”规划教材

第八版

植物生理学

贝丽霞 梁喜龙 张美萍 主编



中国农业出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

植物生理学 / 贝丽霞, 梁喜龙, 张美萍主编. —北京: 中国农业出版社, 2018. 12
全国高等农林院校“十三五”规划教材
ISBN 978-7-109-23716-2

I. ①植… II. ①贝… ②梁… ③张… III. ①植物生理学-高等学校-教材 IV. ①Q945

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 279218 号

中国农业出版社出版
(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)
(邮政编码 100125)

责任编辑 刘 梁 宋美仙
文字编辑 宋美仙

北京万友印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行
2018 年 12 月第 1 版 2018 年 12 月北京第 1 次印刷

开本: 889mm×1194mm 1/16 印张: 15

字数: 430 千字

定价: 38.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

编 审 人 员 名 单

主 编 贝丽霞 梁喜龙 张美萍

副主编 赵长江 鞠世杰 杨丽娟

编 者 (按姓名拼音排序)

贝丽霞 (黑龙江八一农垦大学)

陈井生 (黑龙江省农业科学院)

崔菁菁 (吉林农业大学)

鞠世杰 (黑龙江八一农垦大学)

李 莹 (东北林业大学)

梁喜龙 (黑龙江八一农垦大学)

孙 阎 (黑龙江大学)

王智慧 (黑龙江八一农垦大学)

杨丽娟 (黑龙江八一农垦大学)

张美萍 (黑龙江八一农垦大学)

赵长江 (黑龙江八一农垦大学)

主 审 张立军 (沈阳农业大学)

郑桂萍 (黑龙江八一农垦大学)

冯乃杰 (黑龙江八一农垦大学)



前言

FOREWORD

植物生理学是研究植物生命活动规律及其与环境之间关系的科学，是生命科学的基础科学之一。经过多年的发展，其早已成为植物生产类专业学生的必修专业基础课程与主干课程，并对现代化大农业的建设发展产生深远影响。

本教材以代谢生理和发育生理为主体骨干，以信号转导和激素物质的调控生理为内在线索，以逆境生理为外延的内容体系进行编排；同时，教材的编写以基础性和通用性为核心，对其特色性也进行了充分考量。本教材主要内容涉及植物的水分生理、矿质营养、光合作用、呼吸作用、有机物的运输与分配、次级代谢产物、细胞的信号转导、生长物质、生长生理、生殖生理、成熟和衰老及逆境生理等方面的基本概念、原理和应用。

本教材由黑龙江八一农垦大学、沈阳农业大学、东北林业大学、黑龙江大学、吉林农业大学和黑龙江省农业科学院的同仁共同参与完成。教材分为绪论和 12 章内容，具体分工为：绪论、第九章由贝丽霞编写，第一章、第六章第一节至第二节由张美萍编写，第二章由杨丽娟编写，第三章由梁喜龙编写，第四章第一节由王智慧编写，第四章第二节至第五节、第十章由李莹编写，第五章由孙阎编写，第六章第三节至第四节由崔菁菁编写，第七章、第十一章由鞠世杰编写，第八章由赵长江编写，第十二章由陈井生编写。由贝丽霞、梁喜龙、张美萍统稿，由张立军、郑桂萍、冯乃杰审稿。

在教材编写过程中，黑龙江八一农垦大学教学委员会和中国农业出版社均给予了具体指导与关心，也获得了黑龙江八一农垦大学农学院领导与其他教师的帮助，以及农学国家级特色专业、作物学省级重点学科、省部级重点实验室和教育部寒地作物栽培技术实验教学示范中心等平台的全力支持，在此一并表示谢意。另外，本教材借鉴、引用了国内外相关资料，虽然多数参考资料列在文末参考文献中，但仍有些参考资料未得到体现，在此，特向相关人士表示我们诚挚的歉意和深深的感谢。

由于编者水平有限，时间仓促，教材中难免存在缺点和疏漏，敬请各位同仁和广大读者提出宝贵意见，以便本教材在今后修订的过程中不断获得完善与提升。

编者

2018 年 11 月



前言

绪论 1

 一、植物生理学的定义与内容 1

 二、植物生理学的产生与发展 2

 三、植物生理学的任务与展望 2

第一章 植物的水分生理 4

 第一节 水在植物生命活动中的作用 4

 一、植物体内的含水量 4

 二、植物体内水分存在的状态 4

 三、水分的生理作用 5

 第二节 植物对水分的吸收 6

 一、水势的概念与植物细胞对水分的吸收 6

 二、植物根系对水分的吸收 10

 第三节 植物的蒸腾作用 13

 一、蒸腾作用的概念、意义和指标 13

 二、气孔蒸腾 14

 第四节 水分在植物体内的运输 18

 一、水分运输的途径 18

 二、水分运输的动力 19

 三、水分运输的速度 20

 第五节 作物合理灌溉的生理基础 20

 一、作物的需水规律 20

 二、合理灌溉的时期与指标 21

 三、合理灌溉的作用 22

第二章 植物的矿质营养 23

 第一节 植物必需元素及其作用 23

 一、植物体内的元素及其含量 23

 二、植物必需元素的标准 24

 三、植物必需元素的作用 24

 第二节 植物对矿质元素的吸收与运转 30

一、植物细胞对矿质元素的吸收	30
二、植物根系对矿质元素的吸收	34
三、植物叶片对矿质元素的吸收	37
四、矿质元素在植物体内的运转与分配	38
第三节 植物体内氮、磷、硫的同化	39
一、硝酸盐的同化	39
二、磷酸盐的同化	41
三、硫酸盐的同化	41
第四节 作物合理施肥的生理基础	42
一、作物需肥的规律	42
二、合理施肥的指标	42
三、合理施肥增产的原因	43
第三章 植物的光合作用	45
第一节 光合作用的概念与意义	45
一、光合作用的概念	45
二、光合作用的意义	45
第二节 叶绿体与光合色素	46
一、叶绿体的形态结构、分布及运动	46
二、叶绿体的化学组成	47
三、叶绿体的光合色素	47
四、叶绿素的生物合成及其与环境条件的关系	49
第三节 光合作用的机制	51
一、原初反应	51
二、电子传递与光合磷酸化	52
三、碳同化	55
四、光合作用的产物	60
第四节 光呼吸	61
一、光呼吸的生化过程	61
二、光呼吸的意义	63
第五节 影响光合作用的因素	63
一、光合作用的指标	63
二、影响光合作用的内部因素	64
三、影响光合作用的外部因素	64
四、光合速率的日变化	67
第六节 C_3 、 C_4 、CAM 植物的比较	68
一、植物叶片光合结构特点	69
二、 C_3 植物与 C_4 植物的光合效率比较	69
三、从生态适应和进化角度比较	70
第七节 植物对光能的利用	70
一、光能利用率的概念	70
二、光能利用率低的原因	71
三、提高光能利用率的途径	72
第四章 植物的呼吸作用	74
第一节 呼吸作用的概念及其生理意义	74

一、呼吸作用的概念	74
二、呼吸作用的生理意义	75
第二节 呼吸途径的多样性	75
一、呼吸代谢途径的多样性	75
二、呼吸链电子传递途径的多样性	76
三、末端氧化系统的多样性	77
四、抗氰呼吸及其生理意义	79
第三节 呼吸代谢能量的贮存和利用	80
一、呼吸代谢能量的贮存	80
二、呼吸代谢能量的利用	80
第四节 呼吸作用的指标及影响因素	80
一、呼吸作用的指标	80
二、呼吸商的影响因素	81
三、呼吸速率的影响因素	81
第五节 呼吸作用与农业生产	83
一、种子的呼吸作用与贮藏	83
二、果实、块根、块茎的呼吸作用与贮藏	83
三、呼吸作用与作物栽培	84
第五章 植物体内有机物的运输与分配	86
第一节 植物体内有机物的运输	86
一、有机物运输的途径	86
二、有机物运输的方向	89
三、有机物运输的速度和速率	89
四、有机物运输的形式	90
第二节 有机物运输的机制	92
一、韧皮部装载	92
二、有机物在筛管中长距离运输的机制	93
三、韧皮部卸出	95
第三节 有机物的分配	96
一、源、库、流的概念	96
二、源、库、流的相互关系	96
三、有机物分配的规律	98
四、有机物的再分配	99
第四节 影响有机物运输与分配的环境因素	100
一、温度	100
二、水分	100
三、光	100
四、矿质元素	101
五、植物激素和生长调节剂	101
第六章 植物的次级代谢产物	103
第一节 萜烯类化合物	104
一、萜烯类化合物的种类	105
二、萜烯类化合物的生物合成	106
第二节 酚类化合物	108

一、酚类化合物的种类	108
二、酚类化合物的生物合成	110
第三节 次级含氮化合物	112
一、生物碱	112
二、含氰苷	112
三、非蛋白氨基酸	113
四、芥子油苷	113
第四节 次级代谢产物的生物技术应用	113
一、花色改良育种	113
二、改良农作物品质及提高农作物抗逆性	113
三、药用植物的快速繁殖	114
第七章 植物细胞的信号转导	115
第一节 植物细胞信号转导概述	115
一、植物细胞信号转导的概念	115
二、植物细胞信号转导的特点	115
三、植物细胞信号转导的研究意义	116
第二节 胞外信号与受体	116
一、胞外信号	116
二、受体	117
第三节 跨膜信号转换	117
一、跨膜信号转换的概念	117
二、跨膜信号转换的类型	118
第四节 胞内信号转导形成网络及细胞应答反应	119
一、胞内信号转导系统	120
二、蛋白质的可逆磷酸化	123
三、细胞的应答反应	124
第八章 植物生长物质	126
第一节 生长素类	126
一、生长素的发现与化学结构	126
二、生长素在植物体内的分布与运输	127
三、生长素的代谢	129
四、生长素的生理效应与应用	130
五、生长素的作用机制及信号转导途径	131
第二节 赤霉素类	133
一、赤霉素的发现	133
二、赤霉素的种类及化学结构	133
三、赤霉素在植物体内的分布与运输	133
四、赤霉素的生物合成及其调控	134
五、赤霉素的生理效应	136
六、赤霉素的作用机制及信号转导途径	136
第三节 细胞分裂素类	137
一、细胞分裂素的发现、化学结构及种类	137
二、细胞分裂素在植物体内的分布和运输	138
三、细胞分裂素的生物合成及降解	139

四、细胞分裂素的生理效应	139
五、细胞分裂素的作用机制及信号转导途径	140
第四节 脱落酸	141
一、脱落酸的发现与结构	141
二、脱落酸在植物体内的分布与运输	141
三、脱落酸的生物合成及降解	141
四、脱落酸的生理效应	142
五、脱落酸的作用机制及信号转导途径	143
第五节 乙烯	143
一、乙烯的发现和结构	143
二、乙烯在植物体内的分布与运输	143
三、乙烯的生物合成与调节及降解代谢	144
四、乙烯的生理作用	145
五、乙烯的作用机制及信号转导途径	146
第六节 油菜素内酯	146
一、油菜素内酯的发现和结构	146
二、油菜素内酯的种类与分布	146
三、油菜素内酯的生物合成	147
四、油菜素内酯的生理效应及相应机制	147
第七节 其他植物生长调节物质	147
一、茉莉酸类	147
二、水杨酸	148
三、多胺	148
第八节 植物生长调节剂及其在农业上的应用	149
一、植物生长促进剂	149
二、植物生长抑制剂	150
三、植物生长延缓剂	150
四、植物生长调节剂在农林生产中的具体应用	151
第九章 植物的生长生理	153
第一节 植物细胞的分裂、生长与分化	153
一、细胞分裂生理	153
二、细胞伸长生理	154
三、细胞分化生理	155
第二节 种子萌发生理	156
一、种子萌发的条件	156
二、种子萌发的生理生化变化	158
第三节 植物生长分析	159
一、植物营养器官的生长	160
二、影响植物生长的环境条件	160
第四节 植物生长的基本特性	162
一、植物生长大周期与生长曲线	162
二、植物生长的周期性	162
三、植物生长的相关性	163
四、植物生长的独立性	166
第五节 植物的光形态建成	166

一、光敏色素与光形态建成	167
二、蓝光反应	171
三、紫外光反应	172
第六节 植物运动	172
一、向性运动	172
二、感性运动	175
三、生物钟	176
第十章 植物的生殖生理	178
第一节 植物的成花诱导	178
一、幼年期与花熟状态	178
二、春化作用	179
三、光周期现象	182
第二节 花分生组织和花器官发育	187
一、花原基形成	187
二、花器官建成	188
三、性别分化	189
第三节 受精生理	191
一、花粉	191
二、柱头生活力	191
三、花粉与柱头的识别反应	192
四、花粉萌发与花粉管生长	192
五、双受精	193
第十一章 植物的成熟和衰老	195
第一节 种子成熟生理	195
一、种子成熟过程中的生理生化变化	195
二、外界条件对种子成熟和化学成分的影响	197
第二节 果实成熟生理	198
一、果实的生长	198
二、单性结实	199
三、果实成熟时的生理生化变化	199
四、果实调控	201
第三节 植物的休眠生理	201
一、种子休眠	202
二、芽休眠	203
三、延存器官的休眠	203
第四节 植物的衰老生理	204
一、衰老的生物学意义	204
二、衰老时的生理生化变化	204
三、植物衰老的机制	205
四、环境因素对衰老的影响	207
第五节 植物器官的脱落	207
一、植物脱落的机制	207
二、影响植物器官脱落的外界因素	208
三、植物器官脱落的调控	209

第十二章 植物的逆境生理	211
第一节 植物抗性生理概述	211
一、逆境的概念、类型及其影响	211
二、逆境对植物的伤害	212
三、植物对逆境的抵抗与适应	212
第二节 植物的抗寒性	214
一、冷害和冻害的概念	214
二、冷害与植物的抗冷性	214
三、冻害与植物的抗冻性	216
第三节 植物的抗旱性	217
一、旱害及其类型	217
二、干旱胁迫对植物的伤害	218
三、旱害产生的机制	219
四、植物的抗旱性	219
第四节 植物的抗盐性	220
一、盐胁迫对植物的伤害	220
二、植物对盐胁迫的适应机制	221
三、提高植物抗盐性的措施	221
主要参考文献	223



一、植物生理学的定义与内容

植物生理学 (plant physiology) 是以绿色植物为研究对象, 研究植物生命活动规律, 主要研究植物生长发育及其与生存环境的相互关系, 揭示植物生命本质的科学, 为植物生产和品质改良提供依据, 并为植物生长发育调控提供有效方法和可能手段。

具体地说, 植物的生命活动是在水分代谢、矿质营养、光合作用、呼吸作用、物质转运分配等物质代谢与能量转化的基础上, 表现为种子萌发、生长、分化、生殖、成熟、衰老、脱落或休眠等生长发育过程。在上述生命活动过程中, 植物不仅表现出内在的相互联系、相互依存、相互制约, 且表现出与环境条件的协调与统一。

概括起来, 植物生理学的研究内容主要包括 4 个部分。

1. 植物的物质代谢与能量转化 物质代谢 (material metabolism) 与能量转化 (energy transformation) 紧密联系, 构成统一的整体, 统称为代谢 (metabolism)。通过植物的水分代谢、矿质营养、光合作用、呼吸作用, 研究植物如何利用 H_2O 、 CO_2 、无机离子合成糖类、脂肪、蛋白质、核酸、维生素、生理活性物质 (如植物激素、多胺等) 和种类繁多的次生代谢产物 (如萜类、酚类等), 以及这些物质又是如何转化、分解或者排出体外的, 这是植物生命活动的物质基础。

绿色植物在把无机物合成有机物的同时, 还把光能转化为电能, 并通过 ATP 等高能物质以化学能的形式贮存于有机物中。同时, 通过有机物的分解与氧化释放能量用于植物的生长发育, 这是植物生命活动的能量基础。

2. 植物的生长发育与形态建成 在物质代谢与能量转化的基础上, 植物通过细胞分裂与伸长、组织分化、器官形成, 不断地完善与更新, 使植物个体由小变大, 从营养生长转向生殖生长, 最终开花、受精、结实、成熟、衰老、脱落或休眠等, 完成整个生活史。在这样复杂的综合过程中, 既有通过各种激素和色素等物质的内部调控, 又有温度、光照、水分、空气、盐类、pH 等环境条件的外部影响。其中, 生长 (growth) 是指细胞数目增加和体积扩大而导致植物质量和体积的增加; 发育 (development) 是指细胞的不断分化, 形成的组织、器官, 即形态建成 (morphogenesis), 具体表现为种子萌发, 根、茎、叶的形成, 开花结实等。

3. 植物的信息传递与信号转导 植物虽不像动物那样具有发达的神经系统, 但其生活在复杂多变的环境中, 必须对环境的变化做出响应, 使其生长发育适应环境的变化, 形成固有的生命周期。这些响应都是从接收环境的物理或化学信号开始的, 植物“感知”环境信息的部位与发生反应部位可能是不同的, 由信号“感知”器官将这种传递到反应部位的过程, 即信息传递 (message transportation)。信号转导 (signal transduction) 主要指在细胞水平上偶联细胞内外信号刺激, 引起特定生理效应的一系列分子反应机制。信息传递是物理或化学信号在器官或组织水平的传递; 信号转导主要是在细胞水平的传递。

4. 植物环境适应的类型变异 类型变异是植物对复杂的生态条件和特殊环境的综合反应。由于环境因子的复杂性和特殊性,必然导致植物在形态结构、生命周期、代谢途径、生理功能、种群类型等方面发生变异,并表现出相应的复杂性和多样性。例如,碳素同化类型、呼吸代谢多条途径及末端氧化酶类型、感温类型、感光类型、逆境蛋白类型等方面的变异。

上述4个部分构成植物生理学的全部内容。其关系是:物质代谢和能量转化是生长发育与形态建成的基础,信息传递和信号转导是生长发育与形态建成的前提,生长发育与形态建成是物质代谢与能量转化必然结果,而类型变异则是植物适应各种环境条件的综合表现。

二、植物生理学的产生与发展

植物生理学的发展源于生产实践,是随着生产力和其他基础学科的发展而发展的,在形成一个独立完整的体系时经过了漫长的发展历程。

植物生理学是从古老的植物学分化而来,最早可追溯到1627年英国学者F. Bacon编写的《木林集》,以及1629年荷兰生物学家J. B. van Helmont的第一个量化实验。从19世纪中叶开始,科学家先后发现植物光合作用、水分吸收与蒸腾、氮素营养、矿质吸收、植物感应性等现象。1882年德国学者J. von Sachs总结编写了《植物生理学讲义》,他的学生W. Pfeffer于1904年编写了《植物生理学》。这两本著作的问世标志着植物生理学成为一门独立的学科。

到了20世纪,植物生理学进入了发展壮大阶段,具体体现在光合碳同化、光合电子传递链、细胞结构与全能性、植物光周期、光敏色素、植物激素、植物逆境生理等方面的研究都取得了诸多重大突破。同时,在微观上,植物生理学深入到细胞、细胞器与生物大分子水平;在宏观上扩展到群体、群落和环境的研究。近年来,植物生理学与其他学科的交叉发展更加密切,科学家开展了植物基因组、转录组、蛋白质组、代谢组等的研究,这为大规模解析植物各种复杂的生理过程搭建了平台,并取得了长足进展。

中国的植物生理学研究起步较晚,最初的植物生理学课程由张挺于1914年留学回国后开设并讲授。1917年,钱崇澍在美国的《植物学公报》上发表了中国人的第一篇植物生理学研究论文——钼、锶、铈对水绵属植物的特殊作用。1925年之后,中国植物生理学的三位奠基人——李继侗、罗宗洛和汤佩松,建立了植物生理学实验室,为中国植物生理学科创立和发展奠定了基础。1951年,汤佩松等创办的《植物生理学通讯》杂志正式发行,标志着植物生理学在国内成为一门独立的学科。这一时期植物生理学工作者从农业生产密切相关的选题入手,研究和解决诸如作物倒伏、病害、寒流冻害、棉花落蕾落铃等问题。

进入21世纪以来,随着科研投入不断加大、国际交流合作更加频繁、杰出人才持续引进,中国植物科学在植物基因组学、作物功能基因组学、表观遗传学、发育生物学、光合作用以及信号转导等方面都取得了重大进展,学术水平总体上接近或成为国际前沿,使得植物生理学研究进入了一个全新的发展阶段。

三、植物生理学的任务与展望

自然科学的研究,最终的目的是为生产服务,为人类谋幸福。当今,由于人口不断增加,工业迅速发展,耕地面积日益减少,正面临着人口、粮食、能源、资源和环境等一系列的严重问题。植物生理学属于基础理论学科,主要任务是探索植物生命活动的基本规律;然而植物生理学又是一门实践性很强的学科,与农业、林业、园艺、环境的关系极为密切。

农业生产发展的客观要求,尤其是现代农业发展,向植物生理学提出了一系列的要求和挑战,为植物生理学的发展注入了强大的生命力。运用植物生理学解决农业生产问题,必须认清它在整体活动以及实际情况中承担的角色,明确作物生长发育规律及其与环境间的相互关系,合理利用光、温、水、土、气等自然资源,协调农业生产投入,为可持续现代农业发展服务。

植物生理学是一门不断发展的基础学科，与其他学科共同构成了植物科学的基础。当前植物生理学中的基础性研究分工细致，已深入到分子、细胞、组织、器官、个体、群体、生态等不同层次，随着各种组学与新技术、新方法的快速发展，植物生理学的研究领域也将不断拓展与深入。研究工作者在研究和阐明一些植物生理学重要问题的同时，也将不断地为植物生物技术、绿色农业、能源植物和工业原料开发、生态与环境保护、植物药物开发和食品加工贮藏等应用科学研究提供新思路 and 新技术，为人类社会和农业生产可持续发展做出更大贡献。



复习思考题

一、名词解释

1. 植物生理学
2. 生长发育
3. 形态建成

二、思考题

1. 植物生理学的研究内容是什么？
2. 了解植物生理学的发展过程中做出重大突出贡献的学者。



第一章

植物的水分生理

【学习目的】 通过本章学习，主要了解植物对水分的吸收、水分在植物体内的运输及植物蒸腾的基本原理，认识维持植物水分平衡的重要性，为作物合理灌溉提供理论基础。

【本章重点】

1. 植物细胞和根系对水分吸收的机制。
2. 植物蒸腾作用的调控、气孔运动的机制及其调控。

第一节 水在植物生命活动中的作用

一、植物体内的含水量

植物体内的含水量常常是植物生命活动强弱的决定因素。

不同的植物其含水量不同。例如，水生植物的含水量能达到鲜物质量的90%以上，干旱环境中生长的低等植物其含水量则仅为6%左右，草本植物的含水量通常为70%~85%，木本植物的含水量低于草本植物，阴生植物的含水量大于阳生植物。

同一种植物生长在不同的环境中含水量也有差异。一般情况下，凡是生长在荫蔽、潮湿环境中的植物，其含水量往往比生长在向阳、干燥环境中的要高一些。

同一植株中的不同器官和不同组织的含水量也不相同。例如，植物的嫩梢、根尖、幼叶、幼苗、发育的种子或果实的含水量为60%~90%，树干为40%~55%，休眠芽为40%，风干种子为10%~14%。由此可见，植物体内含水量的高低是与生命活动的强弱呈正相关的，凡是生命活动较旺盛的部分，水分含量都比较高；凡是趋于衰老的部分，其含水量都比较低。

二、植物体内水分存在的状态

在植物体内，水分的作用不仅与其含量的多少有关，而且也与其存在的状态有关。在植物细胞内水分通常有两种存在状态，即自由水（free water）和束缚水（bound water）。而这两种状态的存在又与细胞质有密切联系。

细胞质主要是由蛋白质组成的，而蛋白质是亲水胶体，水分子又具有极性，所以，蛋白质分子能与水分子发生水合作用（hydration），在其表面吸附很多水分子，形成一层很厚的水层。水分子距亲水物质越近，吸引力越强；水分子距亲水物质越远，吸引力越弱。靠近亲水物质而被亲水物质吸附束缚不易自由流动的水分，称为束缚水。一般情况下，束缚水不参与植物的代谢作用，束缚水的含量越高，植物代谢活动越弱。例如，越冬植物的休眠芽和干燥的种子内含有的水分基本上都是束缚水，这时的植物以

微弱的代谢活动度过不良的环境条件。因此束缚水含量与植物的抗性大小有密切关系。距离亲水物质较远，不被亲水物质所吸引或吸引力很弱而能够自由移动的水分称为自由水（图 1-1）。自由水直接参与植物体内的各种代谢作用，其含量多少制约着植物的代谢强度，如光合速率、呼吸速率、蒸腾速率和生长速率等。自由水占总含水量的百分比越大，则植物代谢越旺盛。但实际上，自由水和束缚水这两种状态水分的划分是相对的，它们之间并没有明显的界线。

细胞内的水分状态通常会随着代谢的变化而变化，因此，自由水/束缚水的比值亦相应发生改变。当自由水/束缚水的比值较高时，植物代谢活跃，生长较快，但抗逆性弱；当自由水/束缚水的比值较低时，代谢活动减弱，生长缓慢，但抗逆性较强。所以，人们常常以自由水/束缚水的比值作为衡量植物代谢强弱的指标之一。

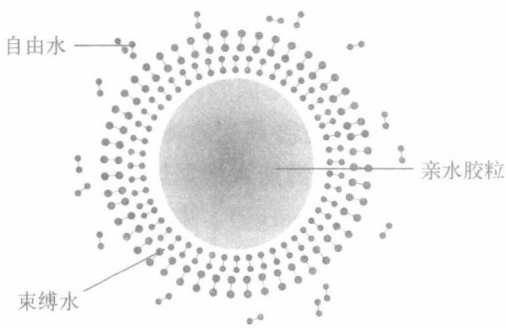


图 1-1 自由水和束缚水

三、水分的生理作用

(一) 水分是植物细胞质的重要组分

细胞质的含水量一般在 70%~90%，这样才能使细胞质呈溶胶状态，植物细胞才能进行正常的分裂、伸长、分化，从而保证各种生理生化过程的顺利进行。

(二) 水分是植物体内代谢过程的反应物质

在光合作用、呼吸作用、有机物质合成和分解的过程中均有水的参与。

(三) 水分是植物吸收、运转物质的良好介质

一般情况下，植物不能直接吸收固态的无机物质和有机物质，这些物质只有溶解在水中才能被植物吸收，而水分子是极性分子，是自然界中溶解物质最多的良好溶剂。另外，各种物质在植物体内的运输，也是在水介质中完成的。

(四) 水分能使植物保持固有的姿态

细胞和组织中含有大量的水分，可产生静水压，维持细胞紧张度，从而使植物保持枝叶挺立、花朵开放等姿态，以利于充分接受阳光，进行气体交换，同时使花朵开放，便于传粉。

(五) 水分的某些理化性质有利于植物进行生命活动

1. 化学特性 水分子具有极性，可以使溶于水中的生物大分子（如蛋白质）呈现水合状态，均匀地分散在水中。故具有稳定细胞原生质胶体的作用。

2. 力学特性 由于水分子具有极性，因此水分子间具有很强的内聚力和附着力，有利于水分在植物体内的长距离运输。

3. 热学特性 水分子具有很高的汽化热和比热容。因此，在环境温度波动的情况下，植物体内大量的水分可维持体温相对稳定。例如，在烈日曝晒下，通过蒸腾散失水分可降低体温，使植物避免烈日下的热伤害。

4. 光学特性 水能吸收红外光并能透过可见光和紫外光，有利于植物进行光合作用。

(六) 水分对植物生存环境的调节

水分可以增加大气湿度、改善土壤条件、降低土壤表面大气的温度等，因此，能够调节作物周围的小气候。例如，早春寒潮来临时给秧田灌水可保温抗寒。