



普通高等教育“十二五”规划教材

植物生理生化

**ZHIWU SHENGLI
SHENGHUA**

■ 王三根 主编

中国林业出版社

普通高等教育“十二五”规划教材

植物生理生化

王三根 主编

中国林业出版社

内容简介

《植物生理生化》注重现代植物生理生化发展的趋势,理论联系农林生产实践及考虑相关专业教学的特点,将基础生物化学与植物生理学有机地融为一体。全书共分5篇18章,按照“植物细胞与生物大分子—植物代谢的生理生化—植物信息分子的表达与信号转导—植物发育的生理生化—植物与环境”的框架编排,主要介绍植物细胞的结构与功能、生物大分子与酶、水分生理、植物矿质与氮素营养、光合作用、呼吸作用、有机物的转化、运输与分配、信息分子的复制和表达、植物的信号转导、植物生长物质、光形态建成、植物的生长和运动、成花和生殖生理、成熟和衰老生理以及抗逆生理等方面的内容。

本教材重点突出,脉络清晰,图文并茂,每篇有内容简介,各章后都有提纲挈领的小结和复习思考题,书末附有植物生理生化常见汉英与英汉名词对照,以便学习查阅。本教材适合全国高等院校生物、林学、农学、园艺、园林、植保、土壤农化、草业科学、资源环境、蚕桑、茶学、生态学等有关专业本专科各种类型学员学习使用,也可作为生命科学、林学、农学、园艺、环境保护等领域教学科研人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

植物生理生化/王三根主编. —北京:中国林业出版社, 2013. 1

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5038-6865-8

I. ①植… II. ①王… III. ①植物生理学—高等学校—教材
②植物学—生物化学—高等学校—教材 IV. ①Q94

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 298104 号

中国林业出版社·教材出版中心

策划编辑:康红梅

责任编辑:康红梅 肖基洪

电话:83221489

传真:83220109

出版发行 中国林业出版社(100009 北京市西城区德内大街刘海胡同7号)

E-mail: jiaocaipublic@163.com 电话:(010) 83224477

http://lycb. forestry. gov. cn

经 销 新华书店

印 刷 中国农业出版社印刷厂

版 次 2013 年 1 月第 1 版

印 次 2013 年 1 月第 1 次印刷

开 本 850mm × 1168mm 1/16

印 张 29.5

字 数 736 千字

定 价 58.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有 侵权必究

《植物生理生化》编写人员

主 编 王三根（西南大学）
副 主 编 黄绵佳（海南大学）
 丁国华（哈尔滨师范大学）
 许良政（嘉应学院）
 宗学风（西南大学）
参编人员 谢寅峰（南京林业大学）
 车永梅（青岛农业大学）
 徐秋曼（天津师范大学）
 范曾丽（西华师范大学）
 吕 俊（西南大学）
 胡雪琴（重庆医药高等专科学校）
 陈世军（黔南民族师范学院）
 张 蕊（周口职业技术学院）
主 审 吴珍龄（西南大学）

放眼地球生物圈这样复杂的生态系统，植物是主要的生产者，而动物是主要的消费者，微生物是主要的分解者。植物体是一个开放系统，不断地与外界环境进行着物质、能量和信息的交流。绿色植物可以依靠无机物和太阳能，合成它赖以生存的各种有机物，不需利用现成的有机物而自给自足地建成其躯体，这些自养生物成为整个生物圈运转的关键。因而，对植物生命现象化学本质及其活动规律的认识就显得尤为重要。

“生物化学”与“植物生理学”课程是高等院校相关专业两门重要的专业基础课。随着我国社会经济的发展和现代化进程的加快，新的学科专业不断涌现，加上学员其他课程和选修课程的增加，以及培养高层次应用型、实践性专门人才的规模扩大，根据面向 21 世纪农林人才素质要求和专业培养模式改革的需要，许多专业仅要求开设“植物生理生化”或“植物生理学”（但教学中要求其中包含“生物化学”的基本内容），在一学期内完成教学任务。《植物生理生化》教材可满足这方面的教学需求，是全国高等院校生物、林学、农学、园艺、园林、植保、土壤农化、草业科学、资源环境、蚕桑、茶学、生态学等有关专业本专科各种类型学员学习使用的基本教材。

通过本课程的系统学习，应使学员了解植物体主要物质代谢、能量转换和信息传递的基本规律，新陈代谢活动机理，掌握植物生长发育的基本理论，深入了解环境对植物生命活动的影响和植物对逆境条件的抗性，并掌握一些主要植物生理生化指标的测定方法和进行植物生理生化分析的基本技术，对植物生理生化的主要内容、发展趋势、应用领域和学习方法有明确的认识，为后续专业课程的学习打下坚实的基础。

本教材注重现代植物生理生化发展的趋势，理论联系农林生产实践及考虑相关专业教学的特点，将基础生物化学与植物生理学有机地融为一体，按照“植物细胞与生物大分子—植物代谢的生理生化—植物信息分子的表达与信号转导—植物发育的生理生化—植物与环境”的框架编排。全书共分 5 篇 18 章，从不同层次水平探索植物生命活动的规律。第Ⅰ篇是植物细胞与生物大分子，包括第 1 章植物细胞及其组分，第 2 章植物的生物大分子，第 3 章生命的催化剂——酶和第 4 章植物细胞的功能。这一部分是静态生物化学基础及细胞生理生化，从微观水平为后续内容的学习铺平道路、打下基础。第Ⅱ篇是植物代谢的生理生化，包括第 5 章植物水分代谢，第 6 章植物的矿质和氮素营养，第 7 章光合作用，第 8 章呼吸作用和第 9 章有机物的转化、运输与分配。这一部分是关于物质转化及功能与代谢的生理生化，可以说是剖析植物生命活动的一个横断面，即植物几乎每天都在发生的一些基本生理生化事件。第Ⅲ篇是植物信息分子的表达与信号转导，包括第 10 章信息分子的复制和表达，第 11 章高等植物的信号转导，第 12 章植物生长物质和第 13 章植物的光形态建成。这一部分内容主要阐述植物信息分子的表达与信号转导，可以说是从信息角度解析植物生命活动的本质特点。第Ⅳ篇是植物发育的

生理生化,包括第14章植物的生长和运动,第15章植物的生殖生理和第16章植物的成熟和衰老。这一部分可以说是探索追踪植物生命活动的一个纵剖面,可以从中了解植物从胚胎发生、种子幼苗发育到开花结果生命周期中的代谢运动规律。第V篇是植物与环境,包括第17章植物逆境生理通论和第18章植物逆境生理各论。这一部分内容是从宏观视野将植物生命活动与外界环境条件,特别是逆境下自然界的运动变化联系到一起,从而在大背景下更加深刻地认识植物的新陈代谢特点和适应能力。每篇开首有内容简介,各章后都有提纲挈领的小结和复习思考题,书末附有植物生理生化常见汉英名词与英汉名词对照,以便学习查阅。贯穿于全书的是植物生命现象化学本质及运动规律的主线条,而植物生命活动过程中物质代谢、能量转换、信息传递及由此表现出的形态建成诸方面的有机联系应是本教材的特点。

本教材由王三根担任主编,具体编写分工为:绪论、第2章、第13章由王三根编写;第3章、第9章由宗学风编写;第1章、第4章由范曾丽编写;第5章、第6章由车永梅编写;第7章由许良政编写;第8章由黄绵佳编写;第10章、第16章由王三根和吕俊及张蕊编写;第11章由王三根和陈世军编写;第12章由胡雪琴编写;第14章由谢寅峰编写;第15章由徐秋曼编写;第17章、第18章由丁国华编写。在广泛征求意见的基础上,编写人员互相审阅修订,经西南大学吴珍龄审订初稿,再次修改后,由王三根统稿。

本教材的编写出版得到了中国林业出版社的帮助及参编学校教务部门的支持。另外,编写过程中参考和引用了国内外及若干兄弟院校教材的许多资料和图片,在此一并表示衷心感谢。由于编者水平有限,教材中定有不少缺点和错误,请广大同人和读者提出宝贵意见,以便今后修改完善。

编 者
2012年9月

目 录

前 言

第0章 绪 论	(1)
0.1 植物生理生化的研究内容与任务	(1)
0.2 植物生理生化的发展与展望	(2)
0.3 植物生理生化与生产实践	(4)
0.4 植物生理生化的学习方法	(5)
小 结	(6)
思考题	(6)

第 I 篇 植物细胞与生物大分子

第1章 植物细胞及其组分	(8)
1.1 细胞与生物分子	(8)
1.2 细胞壁与生物膜	(12)
1.3 植物细胞的亚微结构	(18)
小 结	(24)
思考题	(25)
第2章 植物的生物大分子	(26)
2.1 糖 类	(26)
2.2 脂 类	(29)
2.3 核 酸	(32)
2.4 蛋白质	(41)
小 结	(51)
思考题	(52)
第3章 生命的催化剂——酶	(53)
3.1 酶的概述	(53)

3.2 酶作用的特点	(55)
3.3 酶的组成与作用机理	(56)
3.4 酶促反应的动力学	(63)
小 结	(67)
思考题	(68)
第4章 植物细胞的功能	(69)
4.1 植物细胞原生质的性质	(69)
4.2 植物细胞的阶段性与全能性	(71)
4.3 植物细胞的基因表达与功能的统一	(74)
小 结	(76)
思考题	(77)
第Ⅱ篇 植物代谢的生理生化	
第5章 植物水分代谢	(80)
5.1 植物对水分的需要	(80)
5.2 细胞对水分的吸收与运转	(81)
5.3 根系吸水与水分向上运输	(87)
5.4 蒸腾作用	(92)
5.5 水分平衡与合理灌溉	(97)
小 结	(100)
思考题	(100)
第6章 植物的矿质和氮素营养	(102)
6.1 植物体内的必需元素	(102)
6.2 植物细胞对矿质元素的吸收	(110)
6.3 植物体对矿质元素的吸收和利用	(113)
6.4 矿质营养与合理施肥	(120)
小 结	(124)
思考题	(124)
第7章 光合作用	(125)
7.1 光合作用的概念及意义	(125)
7.2 叶绿体及光合色素	(126)
7.3 植物对光能的吸收与转换	(132)
7.4 光合碳同化	(138)
7.5 光能利用率及其影响因素	(147)

小 结	(155)
思考题	(155)
第 8 章 呼吸作用	(157)
8.1 呼吸作用概述	(157)
8.2 呼吸底物的氧化途径	(158)
8.3 电子传递与氧化磷酸化	(168)
8.4 呼吸作用的影响因素与生产实践	(175)
小 结	(179)
思考题	(179)
第 9 章 有机物的转化、运输与分配	(180)
9.1 植物体内有机物的转化	(180)
9.2 有机物运输的途径与机理	(200)
9.3 有机物的分配与调节	(207)
小 结	(209)
思考题	(210)

第Ⅲ篇 植物信息分子的表达与信号转导

第 10 章 信息分子的复制和表达	(212)
10.1 植物的信息流	(212)
10.2 脱氧核糖核酸的合成	(213)
10.3 核糖核酸的合成	(217)
10.4 蛋白质的合成	(220)
10.5 植物的基因工程	(225)
10.6 物质代谢的相互关系及调节	(228)
小 结	(231)
思考题	(232)
第 11 章 高等植物的信号转导	(233)
11.1 信号转导概述	(233)
11.2 胞外信号及其传递	(236)
11.3 跨膜信号转换	(239)
11.4 细胞内信号	(240)
11.5 蛋白质的可逆磷酸化	(242)
小 结	(244)
思考题	(244)

第 12 章 植物生长物质	(245)
12.1 植物生长物质概述	(245)
12.2 生长素类	(246)
12.3 赤霉素类	(254)
12.4 细胞分裂素类	(259)
12.5 脱落酸	(264)
12.6 乙 烯	(271)
12.7 油菜素内酯	(275)
12.8 其他植物生长物质及其应用	(279)
小 结	(288)
思考题	(288)

第 13 章 植物的光形态建成	(290)
13.1 光形态建成的概念与特点	(290)
13.2 光敏素	(293)
13.3 蓝光受体	(300)
13.4 其他光受体	(303)
小 结	(303)
思考题	(304)

第Ⅳ篇 植物发育的生理生化

第 14 章 植物的生长和运动	(306)
14.1 植物体的生长与分化	(306)
14.2 生长分析与植物运动	(315)
14.3 种子萌发与幼苗生长	(323)
14.4 植物生长的相关性	(331)
小 结	(336)
思考题	(337)

第 15 章 植物的生殖生理	(338)
15.1 植物的营养生长与生殖生长	(338)
15.2 春化作用	(339)
15.3 光周期现象	(344)
15.4 花芽分化与受精生理	(350)
小 结	(358)
思考题	(358)

第 16 章 植物的成熟和衰老	(359)
16.1 种子发育成熟的生理生化	(359)
16.2 植物的休眠	(364)
16.3 果实成熟的生理生化	(368)
16.4 植物的衰老	(372)
16.5 植物器官的脱落	(378)
小 结	(381)
思考题	(382)

第 V 篇 植物与环境

第 17 章 植物逆境生理通论	(384)
17.1 植物的逆境和抗逆性	(384)
17.2 逆境下植物的形态与生理响应	(387)
17.3 生物膜与抗逆性	(388)
17.4 渗透调节与植物抗逆性	(389)
17.5 自由基与植物抗性	(391)
17.6 内源激素与植物抗性	(392)
17.7 植物的交叉适应及逆境蛋白	(393)
小 结	(396)
思考题	(396)

第 18 章 植物逆境生理各论	(397)
18.1 植物的温度胁迫	(397)
18.2 植物的水分胁迫	(404)
18.3 植物的抗盐性	(409)
18.4 植物的抗病性与抗虫性	(412)
18.5 环境污染与植物抗性	(414)
小 结	(419)
思考题	(420)

参考文献	(421)
附录 I 植物生理生化常见名词汉英对照	(424)
附录 II 植物生理生化常见名词英汉对照	(442)

第0章 绪论

0.1 植物生理生化的研究内容与任务

植物生理学(plant physiology)是研究植物生命活动规律的科学,生物化学(biochemistry)是研究生命现象化学本质的科学。因此,植物生理生化(plant physiology and biochemistry)是研究植物生命现象化学本质及其活动规律的科学。

植物是自养生物(autotroph),通过物质与能量代谢、信息传递和信号转导、生长发育与形态建成,完成其生命活动过程。也就是说,植物生命活动是在水分平衡、矿质营养、光合作用、呼吸作用、物质转化与运输分配等基本新陈代谢(metabolism)的基础上,表现出种子萌发、幼苗生长、营养器官与生殖器官的形成、运动、成熟、开花、结果、衰老、脱落、休眠等生长、分化和发育进程。地球上的植物种类繁多,但构成如此众多的植物的化学元素却基本相似,主要有C, H, O, N, P, S, K, Ca, Mg等,它们的含量占植物个体质量的99%以上。植物的基本物质蛋白质、核酸、糖类、脂类、维生素、激素、水和无机盐等主要是由这些为数不多的元素组成的。

植物体内的大分子、细胞器、细胞、组织和器官在空间上是相互隔离的,植物体与环境之间更是如此,因而在新陈代谢时,不但有物质与能量的变化,还有信息传递。植物遗传信息通过复制、转录和翻译得以实现。高等植物形态结构、生化反应和生理功能的基本单位是细胞,植物激素和酶等是调控这些生命活动的物质基础。植物生命活动过程、功能代谢的整合受遗传基因控制,同时也受环境因子影响,表现出与环境条件的协调和统一(图0-1)。

对上述这些相互联系、相互依存、相互制约的生命现象的研究,就是植物生理生化的基本内容。本教材从不同层次、不同水平、不同角度探索植物生命活动规律的方方面面,大致可分为5个部分。第一部分是植物细胞与生物大分子,是静态生物化学基础及细胞生理生化,是从微观水平为后续内容的学习打下基础。第二部分是植物代谢的生理生化,可以说是剖析植物生命活动的一个横断面,即植物几乎每天都在发生的一些基本生理生化现象。第三部分是植物信息分子的表达与信号转导,主要讨论植物信息分子的表达与信号转导,可以说是从信息角度解析植物生命活动的本质特点。第四部分是植物发育的生理生化,可以说是植物生命活动的一个纵剖面,得以探索追踪植物在生长发育中的运动规律。第五部分是植物与环境,是从宏观角度将植物生命活动与外界环境条件,特别是逆境下自然界的运动变化联系到一起,从而在大背景下更加深刻认识植物的新陈代谢特点和适应能力。

贯穿于全书的,也即研究植物生命现象化学本质及运动规律主线条的,是植物生命活动过程中物质代谢、能量转换、信息传递及由此表现出的形态建成(morphogenesis)几方面的相互联系。

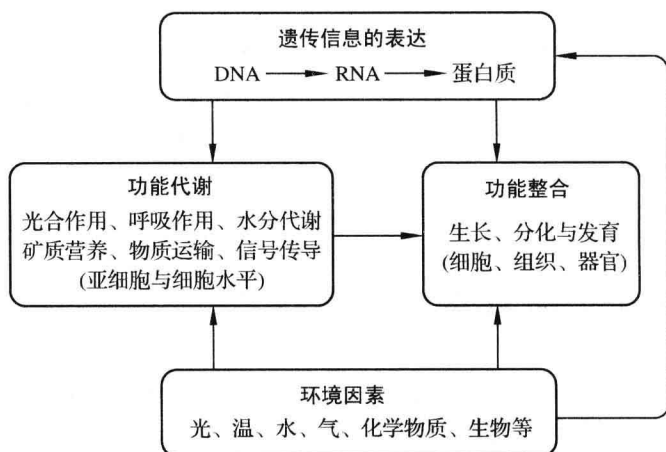


图 0-1 环境因素、遗传信息、功能代谢和植物生长发育间的关系 (王忠, 2009)

0.2 植物生理生化的发展与展望

植物生理生化是在生产和生活实践中逐渐形成和发展起来的。河南新郑裴李岗和浙江余姚河姆渡等新石器时代遗址的发掘证明, 我们的祖先早在七千多年前就已在黄河流域和长江流域种植粟和水稻等农作物, 以农耕为主要生产活动, 因此, 与生产实践密切相关的植物生理生化知识不断得到孕育和总结, 内容十分丰富。

距今三千多年前, 刻在动物甲骨上的象形文字——甲骨文卜辞拓片上已有“贞禾有及雨? 三月”(释意是贞问庄稼有没有及时的雨水? 三月卜问的)和“雨弗足年”(释意是雨水不够庄稼用吗?)的记载, 说明人们对水分和植物生长的关系有了一些认识。公元前 3 世纪战国荀况撰的《荀子·富国篇》有“多粪肥田”, 韩非撰的《韩非子》有“积力于田畴, 必且粪灌”的记载, 说明战国时期古人已十分重视施肥和灌溉, 而且把二者密切联系起来。

公元前 1 世纪西汉《氾胜之书》涉及多种作物的选种、播种以及“溲种法”等进行种子处理的方法。如提出种子安全贮藏的基本原则: “种, 伤湿、郁, 热则生虫也。”强调种子要“曝使极燥”, 降低种子含水量。公元 3 世纪晋代郭义恭撰《广志》书中“苕草色青黄, 紫华, 十二月稻下种之, 蔓延殷盛, 可以美田, 叶可食。”开创了人类历史上率先使用豆科绿肥的记录。

公元 6 世纪北魏贾思勰著《齐民要术》中, 有大量涉及水分、肥料、种子处理、繁殖和贮藏等方面的知识。如“美田之法, 绿豆为上”就是最早的关于豆科植物和禾本科植物轮作制度的认识。又如窖麦法必须“日曝令干, 及热埋之”, 这种“热进仓”的窖麦法民间一直流传至今。该法的实质是用较高温度杀灭部分病虫害, 促进种子成熟, 降低呼吸速率, 提高种子活力。该书种榆白杨篇载“初生三年, 不用采叶, 尤忌捋心, 捋心则科茹不长。”强调保护顶芽, 使其保持顶端优势, 成栋梁之材。该书还对酿酒、做酱、制醋等有详细的记载。

两千多年前的春秋战国时期, 庄周在《庄子》一书就有关于瘦病的论述, 古人早就知道甲状腺肿大(瘦病)是由于缺碘所致, 可用海藻粉防治; 夜盲症可用富含维生素 A 的猪肝治疗; 脚气病是一种

食米区的病,用含维生素 B_1 丰富的大豆、杏仁、车前子等治疗。李时珍在《本草纲目》一书中详细记载了不少人体的代谢物、分泌物、排泄物的性质。我们的祖先很早就发明了酿酒、做酱、制醋、制饴等,这实际上是利用了酶作用的原理。如周代的《周礼》一书中已有造酱的记载。

西欧古时的罗马人使用的肥料,除动物的排泄物外,还包括某些矿物质(如灰分、石膏和石灰等),他们也已知绿肥的作用。古希腊也有关于旱害和涝害的记载。

上述点滴的资料说明生产与生活实践是植物生理生化产生的基础。

最早用试验来解答植物生命现象中的疑难,把结论建立在数据基础上的是荷兰人凡海蒙(J. B. van Halmont, 1577—1644)。他用柳树枝条连续5年做试验,探索植物长大的物质来源。英国的普里斯特来(J. Priestley, 1733—1804)证实绿色植物是高等动物的“生命之友”,老鼠在密封钟罩内不久即死,老鼠与绿色植物一块置于钟罩内则可存活。这是对绿色植物光合作用认识的启蒙阶段。随后荷兰的因根浩兹(J. Ingenhousz, 1730—1777)进一步发现植物的绿色部分只有在光照下才放出 O_2 ,在黑暗中却放出 CO_2 ,后一结论已意味着植物也有呼吸作用。

法国的巴斯德(L. Pasteur)在发酵理论方面做出了重要贡献。法国的布森高(G. Boussingault, 1802—1879)建立砂培试验法,并开始以植物为对象进行研究。德国的李比希(J. VonLiebig, 1803—1873)提出施矿质肥料以补充土壤营养的消耗,成为利用化学肥料理论的创始人。Hans Buchner(1897)兄弟发现酵母汁可以把蔗糖变成酒精,证明了发酵能在活细胞以外进行,从而打开了现代生物化学发展的大门,使新陈代谢成为可以认识的化学过程。

进入20世纪后,植物生理生化得到飞跃发展。随着物理学和化学的成熟以及研究仪器与方法的改进,使得分析结果更加精细和准确。在这个时期植物生理生化的各个方面都有突破性进展。

美国化学家萨姆纳(J. B. Sumner)获得脲酶结晶,证明了酶的本质是蛋白质。埃伯登(Embden)、迈耶夫(Meyerhof)和克雷布斯(Krebs)等系统地阐明了糖酵解和三羧酸循环。米切尔(Michaelis)等建立了米氏公式,开创了酶动力学的研究。我国生物化学家吴宪提出了蛋白质变性学说。

1953年沃森(J. D. Watson)和克里克(F. H. C. Crick)提出DNA双螺旋模型,为DNA分子的复制和DNA传递生物的遗传信息提供了合理的说明,这项工作对现代分子生物学的发展起了关键性的奠基作用。我国科学家在60年代初用化学方法首次成功地合成了具有生物活性的蛋白质——结晶牛胰岛素;80年代又采用有机合成和酶促合成相结合的方法,完成酵母丙氨酸转移核糖核酸的人工合成。人类基因组计划,水稻基因组计划等的相继实施,标志着植物生理生化正以崭新的步态进入21世纪。

总之,植物生理生化的研究从分子、细胞、器官、整体到群体水平都有伟大的成就。如果说21世纪是生物学世纪,那么研究植物生命活动的植物生理生化将有特别重要的位置,因为植物为其他生物,包括人类的生产和生活提供赖以生存和发展的物质和能量基础。

植物生理生化的发展正面临着前所未有的机遇和挑战,主要表现在如下几方面:

①研究内容的扩展及与其他学科的交叉渗透 当代科学发展的特点是综合与交叉。除植物生理学与生物化学二者之间的交叉结合外,另有分子生物学、分子遗传学、微生物学、生态学与植物生理生化的交叉渗透。计算机、互联网、生物物理、生物技术迅速发展对植物生理生化有着深刻影响。许多界限已经被打破,往往一个研究课题需要多学科人才的综合组织才能完成。物理学、化学、工程与材料科学、激光与微电子技术的迅速发展,为植物生理生化提供了一系列现代化研究技术,如同位素技术、电子显微镜技术、X射线衍射技术、超离心技术、色

层分析技术、电泳技术以及计算机图像处理技术、激光共聚焦显微镜技术、膜片钳技术等,成为探索植物生命奥秘的强大武器。

②机理研究的深入和新概念的不断涌现 如植物的各种生长物质、交叉适应、电波与化学信息传递的交错进行、逆境蛋白、植物生理的数学模型等。分子生物学的手段引入,使光合作用、生物固氮、植物激素和矿质营养分子机理等方面的研究成为热点。人类对植物天然产物的关注和开发正在推动植物次生代谢的调控、植物次生代谢的分子生物学和分子遗传学等方面的研究。

③从分子到群体不同层次的全面发展 如水稻基因组计划,包括遗传图的构建、物理图的构建和 DNA 全序列测定。叶绿体基因的结构和表达。人与生物圈(man and the biosphere)规划中植物生理生化的研究,对太空中的植物生命活动规律的探索,使人们对生命现象的整体性认识有了深入了解。多种模式植物突变库的建立,为人们在物理图谱、遗传图谱和基因组全序列的基础上开展功能基因组学(functional genomics)、蛋白质组学(proteomics)、代谢组学(metabonomics)等整体性研究奠定了良好的基础。

④植物生理生化应用范围的扩展 早已不再局限于指导合理灌溉、施肥和密植等,而是扩展到调节作物生长发育、控制同化物运输分配、改善产品质量、保鲜贮藏、良种繁育、除草抗病;与农林、园艺、环境保护、资源开发、能源、航天、医药、食品工业、轻工业和商业等的关系日益密切。

0.3 植物生理生化与生产实践

植物生理学和生物化学作为基础学科,其主要任务是探索生命活动的化学本质及代谢的基本规律。植物生理生化从诞生迄今之所以受到人们的重视,就在于它能指导生产实践,为栽培植物、改良和培育植物提供理论依据,并不断提出控制植物生长的有效方法。如植物激素的发现使植物生长调节剂和除草剂得以普遍应用。“绿色革命”使稻麦产量获得了新的突破。植物细胞全能性理论的确立,使组织培养技术迅猛发展,指导优良作物和林木品种的快速繁殖,为植物基因工程的开展和新种质的创造提供了条件。植物营养生理的知识被广泛应用于多种蔬菜和经济作物的工厂化无土栽培。光合作用知识有利于改进作物的间作和轮作制度和推广合理密植,以提高作物的光能利用率,从而增加复种指数和产量;在作物育种上还可以指导理想株型育种和高光效育种。

世界面临着人口、食物、能源、环境和资源问题的挑战。据资料,全球人口以每天 270 000 人、每年 9000 万人到 1 亿人的水平增长,而平均每人拥有可耕地从 1950 年的 0.45hm^2 降至 1968 年的 0.33hm^2 ,再降至 2000 年的 0.23hm^2 ,预计到 2055 年将降至 0.15hm^2 。全球本来适合耕作的土地就不多,约占 22%。我国的形势非常严峻,人口总数为世界之最,人均耕地则很少。为了面对 21 世纪的挑战,必须培养更高产和稳产的作物品种,对土壤、水分和病虫害的控制需更精细有效,通过传统方法和生物技术相结合去发展可持续农业生产,植物生理生化在其间有着极其重要的作用。

植物可利用太阳光能,吸收 CO_2 和放出 O_2 ,合成有机物,在增收粮食、增加资源和改善环境等方面有不可替代的作用。通过植物生理生化的学习和研究,有助于认识与掌握植物生命活动的基本规律,更好地运用栽培技术,调控植物生长,改变环境条件,使之符合各类植物在

不同生育阶段的需要, 创立一个高产、优质、低耗的生产系统; 有助于将植物的基本生理规律与遗传规律结合起来, 更好地选育良种; 有助于更好地开发植物资源; 有助于解决植物的土壤营养、抗旱抗寒、防治病虫害等方面的实际问题, 使农业生产上一个新台阶。已知全球有约 50 万种植物, 其中只有数千种被人们栽种或培养, 大规模利用的种类很少, 只有百余种, 仅仅其中 3 种作物(水稻、小麦、玉米)的胚乳就提供了全球人口所需粮食的 1/2 以上。植物浑身都是宝, 都有可供综合利用的特殊有机物。

有人预测了 21 世纪农业增产潜力与科技成果的关系, 认为通过植物育种、灌溉和作物保水、遗传工程、生长调节剂、增加 CO_2 浓度、生物固氮、提高光合效率、复种多熟、温度适应、保护栽培等, 可使农业增产 1.4 倍。而上述科学技术中, 几乎都直接或间接地与植物生理生化的发展有关。

植物生理生化一方面不断地吸收各种先进的科学理论与技术, 从“分子→亚细胞→细胞→组织→器官→个体→群体”, 从微观到宏观全方位地发展自己的基础理论, 探索植物生命活动的本质; 另一方面大力开展应用基础研究和应用研究, 使科学技术迅速地转化为生产力。周嘉槐先生等提出的应用植物生理学的下列研究课题, 可以说是植物生理生化与农业现代化关系的一个缩影, 比如:

作物的光能利用和产量形成; 作物高产优质的生理学基础; 作物群体动态合理结构与看苗诊断; 提高光合作用效率与光呼吸的问题; 间作套种和合理密植; 合理用水和经济用水; 合理施肥和经济施肥; 植物的化学调控; 种子培育和壮苗生理; 植物器官的相关性及其调控; 植物的性别分化; 提高作物的抗旱、涝、热、寒和抗盐性; 蔬菜、果品和花卉的保鲜……

植物生理生化在基础理论上的深入突破及应用研究上的全面发展, 将会使其在 21 世纪里显示出更加蓬勃的活力与生机。

0.4 植物生理生化的学习方法

植物生理生化与其他生物科学如植物学、细胞生物学、遗传学等既交叉联系, 又有相对独立性和学科特色。在认识植物生命活动规律时, 要注意其如下特性: 植物的整体性, 即植物虽有各种器官的分化和功能的分工, 但各器官、功能间既相互协调又相互制约; 植物与环境的统一性, 即植物生活和生长所需的物质、能量和信息均来自周围环境, 植物只有在与外界不断地进行物质、能量和信息交换才能生存; 植物自身的可变性, 即植物的遗传性是以往长期进化形成的, 还将不断地发生适应、变异和进化。

要理解植物生理生化在解决实际问题中的理论指导作用, 充分认识到植物对于人类衣食住行的特殊意义, 要有责任感和使命感。同时, 要了解到这一学科具有很多前沿研究领域, 其发展一日千里, 无论是立志投身这一学科研究或作为相关学科的基础课进行学习, 都将大有可为。同时也要联系农林业生产实践学习。生产实践决定植物生理生化的产生, 而学习植物生理生化的根本目的是指导生产实践。生产实践不断向植物生理生化提出新的课题, 实践经验是植物生理生化的宝贵财富。

植物生理生化是理论性和实践性均很强的学科, 它的发展与实验技术和手段的进步密不可分。要充分重视实验方法这一重要分析方法的作用, 同时必须注意在分析的基础上进行综合。

在实验时可以借助各种可能的物理、化学和生物学方法对植物的各种生命活动进行分析，但要充分认识到各种分析方法的局限性。各种实验研究往往只对少数植物样本的某一部分的某些生理生化活动加以分析，而且是在特定的条件下进行的，因此所得研究结果的普遍性将受到许多限制。因此，必须在分析的基础上进行综合，不仅要联系个体内的各个生理生化过程，而且要将植物体与其生存环境条件联系起来。同时，植物生理生化应该从微观到宏观，从分子、细胞水平到整体、群体水平各种层次进行研究，相互补充和相互促进，才能获取关于植物生命活动规律及其机理的正确认识。

植物生理生化的新成果不断涌现，内容日新月异，而教学课时数有限，所以在学习本课程时要做到课堂学习与自学相结合，注意学习方法的更新。对于一些前沿内容，尤其要加强自学的力度，多阅读专业期刊中的最新文献，因为任何教材都难以即时反映这些领域的最新成果。互联网的发展提供了一个很好的信息平台，应该充分利用国内外丰富的网络资源不断地学习和更新有关知识。

小 结

植物生理学是研究植物生命活动规律的科学，生物化学是研究生命现象化学本质的科学。因此，植物生理生化是研究植物生命现象化学本质及其活动规律的科学。本课程主要学习植物细胞与生物大分子，包括植物细胞及其组分，植物的生物大分子，生命的催化剂酶和植物细胞的功能；植物代谢的生理生化，包括物水分代谢，植物的矿质和氮素营养，光合作用，呼吸作用和有机物的转化、运输与分配；植物信息分子的表达与信号转导，包括信息分子的复制和表达，高等植物的信号转导，植物生长物质和植物的光形态建成；植物发育的生理生化，包括植物的生长和运动，植物的生殖生理和植物的成熟和衰老；植物与环境，特别是逆境下植物的新陈代谢特点和适应能力等几个部分。植物通过物质代谢、能量转换、信息传递及由此表现出的形态建成完成其生命活动的过程。

千百年的生产与生活实践是植物生理生化的萌芽，而用试验来解答植物生命现象则起于16~17世纪。18世纪和19世纪是植物生理生化的奠基与成长时期。20世纪以来，植物生理生化进入飞跃发展阶段，与分子生物学等学科交叉渗透、互相促进，从微观到宏观全面发展。在跨入21世纪之后，面临着前所未有的机遇和挑战。

植物生理生化是基础学科，但它的产生和发展都与农林等应用学科密切相关，植物生理生化能为生产实践做出应有的贡献，显示出广阔的应用前景和发展活力。

在认识植物生命活动规律时，要注意植物的整体性，植物与环境的统一性，植物自身的可变性；要理解植物生理生化在解决实际问题中的理论指导作用，采用正确的学习方法。

思考题

1. 什么是植物生理生化？它研究的内容是什么？
2. 举例说明植物生理生化与生产实践的关系。
3. 植物生理生化有哪些主要的研究领域？取得了什么进展？
4. 谈谈植物生理生化发展给你的启示。