

高等职业教育规划教材



植物与植物生理基础

唐 翠	周小鹭	主 编
张化疆	李志斌	主 审

植物与植物生理基础

唐 翠 周小鹭 主编

张化疆 李志斌 主审

东北林业大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

植物与植物生理基础/唐翠, 周小鹭主编. —哈尔滨: 东北林业大学出版社, 2007.2

高等职业教育规划教材

ISBN 978-7-81076-971-6

I. 植… II. ①唐… ②周… III. ①植物学—高等学校: 技术学校—教材 ②植物生理学—高等学校: 技术学校—教材 IV. Q94

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 020191 号

责任编辑: 任 俐

封面设计: 彭 宇



NEFUP

高等职业教育规划教材

植物与植物生理基础

Zhiwu Yu Zhiwu Shengli Jichu

唐 翠 周小鹭 主编

张化疆 李志斌 主审

东北林业大学出版社出版发行

(哈尔滨市和兴路 26 号)

哈尔滨市动力区哈平印刷厂印装

开本 787 × 960 1/16 印张 19.5 字数 300 千字

2007 年 2 月第 1 版 2007 年 2 月第 1 次印刷

印数 1—1 000 册

ISBN 978-7-81076-971-6

Q·134 定价: 35.00 元

编写说明

教材建设是整个高职高专院校教育教学工作的重要组成部分,高质量的教材是培养高质量人才的基本保证,高职高专教材作为体现高职高专教育特色的知识载体和教学的基本工具,直接关系到高职高专教育能否为一线岗位培养符合要求的高技术应用型人才。教育部也把教材建设作为衡量高职高专院校深化教育教学改革和检验各高职院校人才培养工作质量的重要指标。而目前符合高职高专教育特色的教材严重不足,大部分都是将原来的本科、专科或者中专教材进行整理或改头换面,因此,所编教材要么理论性过强,内容过于深奥,要么内容庞杂重复,实践性内容严重不足,给教学带来一定困难,严重影响了教学质量。

本套书就是为了解决上述问题而编写的。本套书的特点:首先,突出教材的实践性,遵照教育部的精神,结合以“应用”为主旨和特征构建课程与教学内容体系编写教材;其次,突出教材的地域性,针对农林类教材的特殊性,根据不同的生境条件编写适合当地使用的教材;第三,本套教材是根据高职高专整合后的课程设置进行编写的;第四,本教材的编写过程中遵照新规范、新规程、新标准,吸取大量新理论、新技术、新工艺、新设备以适应高等技术人才的培养;第五,本套书的作者是由具有多年教学经验、实践经验,同时具有多部书编写经验的一线教师组成的。

衷心希望本套书能给广大师生耳目一新的感觉,真正成为莘莘学子理论、实践学习过程中理想的参考书。

《植物与植物生理基础》编委会

主 任 吴晓滨(黑龙江省教育厅高教处)

副主任 张化疆(黑龙江生态工程职业学院)

卓丽环(上海农林职业技术学院)

刘晓东(东北林业大学园林学院)

委 员 (按姓氏笔画为序)

于成之(黑龙江林业职业技术学院)

王洪军(黑龙江生态工程职业学院)

刘金伟(大兴安岭职业技术学院)

张学哲(黑龙江农业职业技术学院)

陈锡宝(上海城市管理职业技术学院)

本 书 编 写 者

主 编 唐 翠(黑龙江生态工程职业学院)

周小鹭(黑龙江生态工程职业学院)

副主编 辛雅芬(上海农林职业技术学院)

参 编 官 芳(黑龙江生态工程职业学院)

杨春雪(东北林业大学园林学院)

主 审 张化疆 李志斌

前 言

高职高专教育是我国教育的重要组成部分,它为社会主义现代化建设事业培养了大批急需的各类专门人才。目前,林业、农业高职高专教材短缺,基本上使用的都是本科教材的机械压缩本,而这本教材恰恰弥补了这方面的不足,是把植物学内容与植物生理学内容有机地整合在一起。这样,既节省了理论课的授课学时,又满足了学生对基础理论知识的需求。

在编写本教材的过程中,遵照教育部高职高专教材建设的要求,并突出高等职业教育的特点,即在满足适度理论的前提下,加强学生的技能培养,使之成为高等技术应用型专门人才,符合市场和行业的需求。依据以上原则,教材在内容编写上具有如下特点:①本书密切结合高职高专培养目标,基础理论适度,概念清晰简洁,图文并茂,利于理解;②以培养技能为重点,强化理论知识的应用。

本书由唐翠、周小鹭主编。其编写分工为:第一章、第二章及植物学实验指导由唐翠编写,并负责全书统稿;第三章由辛雅芬编写;第四章、第五章由宫芳编写;第六章、第七章由杨春雪编写;第八章至第十二章及植物生理实验指导由周小鹭编写,并负责全书统稿。

在本教材的编写工作中,张化疆教授审阅了植物生理学部分,李志斌副教授审阅了植物学部分,王洪军教授、郭兴顺副教授对本书编写提出了宝贵的意见和建议。王滨在本书的插图方面做了大量工作,在此表示感谢。

由于编写水平有限,加之时间仓促,书中难免有疏漏之处,敬请专家和读者批评指正。

编 者

2006年6月于哈尔滨



目 录

0 绪 论	1
0.1 植物的多样性和我国的植物资源	1
0.2 植物在自然界和国民经济中的作用	1
0.3 植物学研究内容及分科	3
0.4 植物及植物生理学与农业科学的关系	4
0.5 学习本课程的目的与方法	5
1 植物细胞和组织	6
1.1 植物细胞的形态结构	6
1.1.1 细胞是构成植物体的基本单位	6
1.1.2 植物细胞的形状及大小	7
1.1.3 植物细胞的基本结构	7
1.1.4 植物细胞后含物	17
2 植物细胞的繁殖	20
1.2.1 细胞周期	20
1.2.2 染色质和染色体	21
1.2.3 有丝分裂	22
1.2.4 减数分裂	23
1.2.5 无丝分裂	25
1.3 植物的组织	26
1.3.1 植物组织的概念	27
1.3.2 植物组织的类型	27
1.3.3 组织系统	39
2 种子植物的营养器官	41
2.1 根	41
2.1.1 根与根系的形成及类型	41
2.1.2 根的生长与构造	43
2.1.3 根瘤与菌根	50
2.2 茎	52
2.2.1 茎的形态及作用	52



2.2.2	芽的类型	54
2.2.3	茎的分枝方式	55
2.2.4	茎的生长与构造	56
2.2.5	木材的构造	62
2.2.6	单子叶植物茎的结构	65
2.2.7	裸子植物茎的结构特点	67
2.3	叶	68
2.3.1	叶的形态	69
2.3.2	叶的结构	71
2.3.3	叶的形态结构与环境的关系	77
2.3.4	落叶和离层	77
2.4	植物营养器官的变态	78
2.4.1	根的变态	78
2.4.2	茎的变态	80
2.4.3	叶的变态	82
2.4.4	同功器官与同源器官	83
3	种子植物的生殖器官	86
3.1	被子植物的生殖过程	86
3.1.1	被子植物的生殖器官	86
3.1.2	雄蕊的发育与构造	97
3.1.3	雌蕊的发育与构造	99
3.1.4	开花、传粉与受精	102
3.1.5	果实与种子的形成	106
3.2	裸子植物的生殖过程	115
3.2.1	裸子植物的生殖器官	116
3.2.2	裸子植物生殖器官的发育	118
3.2.3	种子的形成	119
3.3	种子的形态构造	119
3.3.1	种子的构造	119
3.3.2	种子的类型	121
3.3.3	种子的萌发	122
	植物学实验指导	124
	实验一 光学显微镜的构造及使用	124
	实验二 植物细胞的结构与代谢产物	126



实验三 植物细胞的有丝分裂	127
实验四 机械组织和输导组织	128
实验五 根的形态与结构	130
实验六 茎的形态与结构	131
实验七 叶的解剖结构	132
实验八 花药、子房的结构	133
4 植物的水分生理	135
4.1 水分在植物生命活动中的意义	135
4.1.1 植物的含水量	135
4.1.2 植物体内水分存在的状态	135
4.1.3 水在植物生命活动中的重要性	136
4.2 植物对水分的吸收	136
4.2.1 植物细胞的水势	136
4.2.2 植物细胞的渗透作用	138
4.2.3 细胞间的水分移动	139
4.2.4 植物根系吸水的途径	139
4.2.5 影响根系吸水的土壤条件	140
4.3 植物的蒸腾作用	141
4.3.1 蒸腾作用的概念	141
4.3.2 蒸腾作用的生理意义	142
4.3.3 气孔蒸腾	142
4.3.4 影响蒸腾作用的外界因素	145
4.4 植物体内水分的运输	147
4.4.1 水分运输的途径和速度	147
4.4.2 水分沿导管和管胞上升的动力	147
4.5 合理灌溉的生理基础	150
4.5.1 作物的需水规律	150
4.5.2 合理灌溉的指标	151
4.5.3 灌溉的方法	151
5 植物的矿质营养	153
5.1 植物必需的矿质元素	153
5.1.1 植物必需的矿质元素的标准和分类	153
5.1.2 植物必需矿质元素的生理作用及缺素症	153
5.2 植物对矿质元素的吸收	158



5.2.1 植物吸收矿质元素的特点	158
5.2.2 根系吸收矿质元素的过程	159
5.2.3 影响植物吸收矿质元素的外界因素	161
5.3 矿质元素在植物体内的运输和分布	163
5.3.1 矿质元素运输的形式、途径和速率	163
5.3.2 矿质元素在植物体内的分布	165
5.4 合理施肥的生理基础	165
5.4.1 作物需肥规律	166
5.4.2 合理施肥的指标	166
5.4.3 发挥肥效的措施	168
6 植物的光合作用	170
6.1 光合作用的生理意义	170
6.1.1 光合作用的概念	170
6.1.2 光合作用的生理意义	170
6.2 叶绿体及叶绿体色素	171
6.2.1 叶绿体的形态结构	171
6.2.2 光合色素	172
6.3 光合作用的生理机制	173
6.3.1 原初反应	174
6.3.2 电子传递和光合磷酸化	175
6.3.3 碳同化	178
6.4 光呼吸	183
6.4.1 光呼吸的概念及生理意义	183
6.4.2 光呼吸的途径——乙醇酸代谢	184
6.5 影响光合作用的因素	184
6.5.1 影响光合速率的外界因素	184
6.5.2 影响光合速率的内部因素	188
7 植物的呼吸作用	191
7.1 呼吸作用的概念和生理意义	191
7.1.1 呼吸作用的概念	191
7.1.2 呼吸作用的生理意义	192
7.2 植物的呼吸代谢途径	193
7.2.1 高等植物呼吸系统的多样性	193
7.2.2 糖酵解	194



7.2.3	戊糖磷酸途径	194
7.2.4	三羧酸循环	197
7.2.5	生物氧化	198
7.2.6	光合作用与呼吸作用的关系	202
7.3	影响呼吸作用的因素	202
7.3.1	呼吸速率和呼吸商	202
7.3.2	内部因素对呼吸速率的影响	203
7.3.3	外界条件对呼吸速率的影响	205
7.4	呼吸作用在农业生产中的应用	206
7.4.1	呼吸作用与粮食贮藏	206
7.4.2	呼吸作用与果蔬贮藏	208
8	植物生长物质	210
8.1	生长素类	210
8.1.1	生长素的发现	210
8.1.2	生长素在植物体内合成部位和运输	211
8.1.3	生长素存在形式	211
8.1.4	生长素的生理作用	211
8.2	赤霉素类	212
8.2.1	赤霉素的发现	212
8.2.2	赤霉素在植物体内的合成部位和运输	213
8.2.3	赤霉素的生理作用	213
8.3	细胞分裂素	214
8.3.1	细胞分裂素的发现	214
8.3.2	细胞分裂素的合成部位和运输	214
8.3.3	细胞分裂素的生理作用	215
8.4	脱落酸	216
8.4.1	脱落酸的发现	216
8.4.2	脱落酸的生物合成部位和运输	216
8.4.3	脱落酸的生理作用	217
8.5	乙烯	218
8.5.1	乙烯的发现	218
8.5.2	乙烯在植物体的分布	218
8.5.3	乙烯的生理作用	218



9 植物的生长生理	222
9.1 种子的萌发	222
9.1.1 影响种子萌发的外界条件	222
9.1.2 种子萌发时的生理生化变化	222
9.1.3 种子的寿命	223
9.2 细胞的生长和分化	224
9.2.1 细胞分裂生理	224
9.2.2 细胞伸长生理	225
9.2.3 细胞分化生理	225
9.3 营养器官的生长	228
9.3.1 茎的生长	228
9.3.2 根的生长	229
9.3.3 叶的生长	229
9.3.4 根和地上部的相关	229
9.3.5 营养生长和生殖生长的相关性	229
9.3.6 影响营养器官生长的因素	230
10 植物的生殖生理	233
10.1 光周期现象	233
10.1.1 植物光周期反应类型	233
10.1.2 光周期诱导	234
10.1.3 光周期诱导中光期与暗期的作用	234
10.1.4 光周期刺激的感受和传递	235
10.1.5 光敏色素	236
10.1.6 光周期现象的应用	237
10.2 春化作用	238
10.2.1 春化作用的特性	238
10.2.2 春化作用的机理	239
10.2.3 春化作用在农业中的应用	240
10.3 花芽分化	241
10.3.1 花芽分化的概念	241
10.3.2 影响花芽分化的因素	241
10.4 受精生理	242
10.4.1 花粉的生活力和贮藏	242
10.4.2 外界环境对授粉的影响	242



10.4.3	花粉的萌发和花粉管的伸长	243
10.4.4	受精过程	244
10.4.5	受精后雌蕊的代谢变化	244
11	植物的成熟和衰老生理	246
11.1	种子与果实的成熟	246
11.1.1	种子成熟时的生理变化	246
11.1.2	果实成熟时的生理生化变化	249
11.2	衰老和脱落	253
11.2.1	衰老时的生理生化变化	253
11.2.2	衰老的激素调节机制	254
11.2.3	脱落时的细胞和生化变化	254
12	植物的逆境生理	259
12.1	逆境和抗逆性	259
12.1.1	逆境对植物的伤害	259
12.1.2	植物对逆境的抗性	259
12.1.3	提高作物抗性的生理措施	262
12.2	植物的抗冷性	262
12.2.1	冷害过程的生理生化变化	262
12.2.2	冷害的机制	262
12.2.3	影响冷害的内外条件	263
12.3	植物的抗冻性	264
12.3.1	植物对冻害的生理适应	264
12.3.2	影响植物抗冻性的内外因素	266
12.3.3	冻害的机制	268
12.4	植物的抗热性	268
12.4.1	高温对植物的伤害	268
12.4.2	影响植物耐热性的内外因素	270
12.5	植物的抗旱性	270
12.5.1	干旱对植物的伤害	271
12.5.2	植物的抗旱性	272
12.5.3	提高植物抗旱性的途径	272
12.6	植物的抗涝性	273
12.6.1	涝害对植物的伤害	273
12.6.2	植物的抗涝性	273



12.7 植物的抗盐性	274
12.7.1 盐胁迫对植物的伤害	274
12.7.2 植物的抗盐性	275
12.8 植物的抗病性	276
12.8.1 病原微生物对作物的伤害	276
12.8.2 植物的抗病性	277
12.9 植物对污染的反应	277
12.9.1 大气污染	278
12.9.2 水体污染和土壤污染	278
12.9.3 植物对污染物的抗性	279
12.9.4 提高植物抗污染力的途径	279
植物生理实验指导	281
实验一 植物组织水势的测定(小液流法)	281
实验二 质壁分离法测定渗透势	282
实验三 钾离子对气孔开度的影响	283
实验四 叶绿体色素的提取与测量	284
实验五 植物光合强度的测定(改良半叶法)	288
实验六 滴定法测定呼吸速率	289
实验七 过氧化氢酶活性的测定——纸片上浮法	292
实验八 赤霉素促进种子萌发的试验	293
实验九 种子生活力的快速测定	294
实验十 花粉生活力的观察	295
参考文献	298



0 绪 论

0.1 植物的多样性和我国的植物资源

植物界的发生和发展经历了大约 30 亿年的漫长的历史，有的种类由兴盛到衰亡，新的种类又在进化中产生，形成地球上现存的约 50 多万种植物。植物是生物圈的重要组成成分。无论从热带到寒带以至两极地带，从平地到高山，从海洋到陆地，到处都有不同种类的植物生长繁衍。它们在不同的环境中生长，形成了不同的形态、结构、生活习性和植物种类。但所有植物根据它们的进化程度都可划分为有根、茎、叶分化的高等植物和无根、茎、叶分化的低等植物两大类。

种子植物是植物界种类最多、形态结构最复杂的一类植物。它同人类一切活动关系密切。全部的农作物、树木和许多经济植物都是种子植物。我国是一个植物资源十分丰富的国家，仅种子植物就有 3 万种以上，占世界高等植物的 1/10，几乎可以看到北半球覆盖地面各种类型的植物群。我国热带地区，气候温暖，雨水充沛，四季如春，有利于许多植物的生长繁殖，典型植物有橡胶、椰子、香蕉、荔枝、龙眼、菠萝；我国台湾省是世界盛产香樟的宝岛；广阔的亚热带地区，是全国水稻商品粮的重要基地；川南、桂北山上有 100 万年前残存的银杉；西南高山是举世闻名的天然高山花园；华北地区和辽东半岛是全国小麦、棉花和杂粮的重要产区，同时盛产苹果、梨、枣等大量经济作物；东北平原、内蒙古高原地区除有一望无际的豆科、禾本科大草原外，还种有青稞、荞麦等；西北地区、尤其是新疆，不仅是我国优质长绒棉生产基地，还是葡萄、西瓜和哈密瓜等优质果品生产基地。

0.2 植物在自然界和国民经济中的作用

0.2.1 植物是自然界的第一生产力

绿色植物的光合作用利用光能将简单的无机物 (CO_2 和 H_2O) 合成碳水化合物，是第一性有机物的合成作用。同时，植物能利用光合产物进一步合成脂肪、蛋白质、多糖等复杂的有机物质。据近年来许多研究者以 20 种不同植被类型的生物产量计算出地球上每年植物光合生产的干物质质量为 $171.0 \times 10^9 \text{ t/年}$ ；其中陆地为 $116.8 \times 10^9 \text{ t/年}$ ；海洋为 $55.0 \times 10^9 \text{ t/年}$ 。如果从不同植被型的净生产



量来看, 差异也是很大的, 其中森林植被最高, 为 $64.5 \times 10^9 \text{ t/年}$; 草原为 $15.0 \times 10^9 \text{ t/年}$; 耕地为 $9.1 \times 10^9 \text{ t/年}$; 淡水为 $5.0 \times 10^9 \text{ t/年}$ 。森林树木是地球上第一性生产量的主要提供者, 约为总生产量的 45%。光合产物不仅解决植物自身生长的营养需要, 同时也是非绿色植物、动物及人类赖以生存的最根本的食物来源。

光合作用将光能转变为化学能储存在有机物内, 据估算地球上全植被固定的总能量为 $28.9 \times 10^{17} \text{ kJ/年}$, 大大超过人类的任何功的能量。这种储积的能量, 除了成为一切生物所需要的能源外, 也供给人类多方面的利用, 如工业上主要动力来源之一的煤, 就是古代植物所储存的能量, 而石油、天然气的形成, 绿色植物也起了很重要的作用。

光合作用进行过程中放出氧气, 不断地补充大气中的氧, 对改善生物生活环境有极大的影响。因为氧是植物、动物和人类呼吸, 以及物质燃烧所必需的气体。大气中的氧约占 20%, 它能够稳定地保持平衡, 源源不断地供应, 这就不能不归功于绿色植物的光合作用了。

0.2.2 植物在自然界物质循环与生态平衡中的作用

自然界中如果只有有机物的合成和积累, 这将会使自然界成为原料缺乏、生命枯竭的世界。自然界的物质总是处在不断运动中, 不仅有从无机物合成有机物的过程, 还有从有机物分解成无机物的过程, 即有机物经植物的分解成为简单的无机物再回到自然界的过程。有机化合物分解作用的主要途径: 一方面是植物和其他生物的呼吸作用; 另一方面是死的有机体经过非绿色植物如细菌和真菌的分解作用, 或称非绿色植物的矿化作用, 使复杂的有机物分解成为简单的无机物, 再回到自然界中, 重新被绿色植物利用。

植物的合成作用与矿化作用, 使自然界的物质运动, 包括生命的延续与发展, 得以循环往复、永无止境。植物体中除含碳、氢、氧以外, 还含有需要较大的营养元素: 氮、磷、钾、钙、镁、硫; 需要量较小的微量元素: 铁、锰、锌、铜、硼、钼等。这些元素被植物吸收后, 又通过各种途径把这些元素归还给自然界, 进行物质循环。

0.2.3 植物对环境的保护作用

植物具有净化大气、水体、土壤以及改善环境方面的作用。植物通过光合作用不断补充大气中的氧气, 据专家计算, 地球上植物每年大约产生 $10 \times 10^{10} \text{ t}$ 的氧, 而人工制造的氧年产量仅 $3 \times 10^6 \text{ t}$ 。现在地球上氧的总量是 $11.84 \times 10^{14} \text{ t}$, 这是地球上自出现植物以来所放氧的积累。但由于人类对自然植被的破坏, 现代工业高速发展, 加上人口膨胀, 使耗氧量直线上升, 生产量急剧下降, 目前地球上的耗氧量与年产量大体接近。大气中的二氧化碳则比 50 年前增加了 10%, 比工



业化(1850年)前增加了一倍。由于二氧化碳增加产生的“温室效应”,导致全球地面平均温度上升 $1.5 \sim 4.5^{\circ}\text{C}$ 。地球大气变暖的趋势首先影响气候变化,将使各气候带的北界向北推移(以北半球为例),使一些高原、山脉的多年冻土以及小冰川都趋于消失。对上述环境恶化现象除采取工业治理之外,积极利用植物吸收二氧化碳和补充氧气净化大气有着极其重要的意义,当前已成为世界各国所重视的环境问题。

有些植物具有抗性 & 吸收累积污染物的能力,例如银桦、滇杨、拐枣、蓝桉、桑树、垂柳等,具有较高的吸收氟的能力;杨树和槐树具有较高的吸收镉的能力。树木对大气污染具有不同程度的净化作用,除能吸收大气中污染物质之外,植物还能降低和吸附粉尘,例如密茂的树林能降低风速,使空气中的尘埃降落。草坪也有显著的减尘作用,并有调节气候、减弱噪音等作用。一些水生的藻类植物有分解和转化某些有毒物质、积累重金属的作用。水生植物能吸收和富集水中有毒物质,其富集能力随植物种类不同而异,一般可高于水中有毒物质浓度的几十倍、几百倍甚至几千倍。有些细菌可以转化有毒物质,可用于净化污水,改善水质。

植物具有保持水土的作用,植被对地面的覆盖,特别是森林植被,非常重要。植被的存在可使雨水沿树冠及地被层缓缓流入土中,减少雨水在地表的流失和对表土的冲刷;防止水土流失,防止河床水库淤积,防止水、旱、风、沙灾害,进而改善人类的生活和生产环境。

0.3 植物学研究内容及分科

植物学是研究植物界和植物体的生活和发展规律的科学。研究的目的是要了解 and 掌握植物生活、发育规律,从而更好地控制、利用和改造植物。植物学研究的内容极为广泛,主要包括研究植物的形态结构、生理机能、生长发育、遗传进化、分类系统以及生态分布等内容。研究的目的在于全面了解植物、利用植物和保护植物,使植物更好地为人类的生活和生产服务。

植物学在发展过程中形成了一些比较专门的分支学科,通常分为植物分类学、植物形态学、植物生理学、植物遗传学和植物生态学。

植物分类学是研究植物类群的分类、鉴定和亲缘关系,从而建立植物进化系统和鉴别植物的科学。它是植物学中最基本的分支学科。

植物形态学是研究植物形态、结构及其在个体发育和系统发育中建成过程和形成规律的一门学科。广义的植物形态学包括植物解剖学、植物细胞学和植物胚胎学等内容。

植物生理学是研究植物生命活动规律的一门学科。它用以指导科学施肥、灌