



全国高等农业院校教材  
全国高等农业院校教学指导委员会审定

# 植物组织培养

王蒂 主编



中国农业出版社

Q943.1

W153

全国高等农业院校教材  
全国高等农业院校教学指导委员会审定

Q943.1  
W153

# 植物组织培养

(学大业农农甘) 蔡 王 编 主

(学大业农农甘) 董 润 洪

(刊性画农农农农) 香 霖

(学大业农农甘) 蔡 王

(学大业农西山) 国 王 王

(学大业 王 蒂 主编

(学大业农农农) 阳 致 未

(学 大 工 农) 立 永 改

(学大业农农山) 香 霖 改

中国 农业 出版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

植物组织培养/王蒂主编. —北京: 中国农业出版社,  
2004.6

全国高等农业院校教材

ISBN 7-109-08975-4

I. 植... II. 王... III. 植物-组织培养-高等学  
校-教材 IV. Q943.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 026323 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 傅玉祥

责任编辑 戴碧霞

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2004 年 6 月第 1 版 2004 年 6 月北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/16 印张: 23.5

字数: 555 千字

定价: 33.10 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

## 内 容 简 介

本教材全面系统地介绍了植物组织培养的概念、原理和研究方法，分绪论、总论和各论，共十七章。绪论阐述了植物组织培养的基本概念、发展历史及应用；总论从实验室基本操作到组织和细胞培养的基本原理都做了较为细致的阐述，内容涉及器官和组织培养、胚胎培养及离体授粉、花粉和花药培养、细胞和原生质体培养、无性系变异和离体快繁、无病毒苗木的获得和种质资源保存；各论将对国民经济具有重要意义蔬菜、果树、观赏植物、大田作物、林木和药用植物的组织培养技术和应用实例进行了具体和重点介绍。

全书结构精练、内容新颖、信息量大，既有理论又有实践，可作为高年级本、专科生及研究生教材，也可供相关科研人员使用。

1.8493  
0214

林对农业学高国全  
审委员会早学对农业学高国全

**主 编** 王 蒂 (甘肃农业大学)  
**副主编** 陈劲枫 (南京农业大学)  
朱延明 (东北农业大学)  
张俊莲 (甘肃农业大学)

**编 者** (按姓氏笔画排序)  
王 蒂 (甘肃农业大学)  
王玉国 (山西农业大学)  
王康才 (南京农业大学)  
朱延明 (东北农业大学)  
刘永立 (浙 江 大 学)  
刘学春 (山东农业大学)  
李 杰 (东北农业大学)  
张俊莲 (甘肃农业大学)  
陈劲枫 (南京农业大学)  
赖钟雄 (福建农林大学)  
**审 稿** 李浚明 (中国农业大学)

林对农业学高国全

# 前 言

具有百年研究历史的植物组织培养技术，特别是经过近 40 年的快速发展，已渗透到生物学的各个领域，成为生物学的重要研究技术和手段，广泛应用于农业、工业、林业和医药业，产生了巨大的经济效益和社会效益，成为当代生物科学中最有生命力的学科之一。

我国目前从事植物组织培养的人数和实验室总面积均居世界第一，但经济效益与发达国家相比还有相当差距。究其原因，一是缺乏人才，二是技术本身以及管理方面存在问题。为此也促使各高校相继设置了植物组织培养课程。该教材即为满足教学需要、方便相关人员的研究和开发工作而编写。

在编写过程中，各位编者查阅了大量的研究论文、专著和相关教材，广泛收集国内外商业化或将要商业化生产的植物种类和具有重要价值的作物种类，力求使读者尽可能全面掌握组织培养的基本原理，了解最新研究成果和未来发展动态，进而开展进一步的研究和商业开发。希望本教材对各高校相关专业本、专科生和研究生的学习有所帮助，为科研人员和生产者提供参考，也恳请读者提出批评和指正。

全书由绪论、总论(1~11章)和各论(12~17章)三部分组成。编写具体分工如下：绪论(王蒂、张俊莲)、第一章 实验室及基本操作(刘永立)、第二章 植物组织培养的基本原理(赖钟雄)、第三章 植物器官和组织培养(张俊莲)、第四章 植物胚胎培养及离体授粉(王玉国)、第五章 植物花药和花粉培养(陈劲枫)、第六章 植物细胞培养(王玉国)、第七章 植物原生质体培养及细胞融合(朱延明)、第八章 植物体细胞无性系变异(陈劲枫)、第九章 植物离体繁殖(张俊莲、王蒂)、第十章 无病毒苗木培育(刘学春)、第十一章 植物种质资源离体保存(赖钟雄)、第十二章 蔬菜组织培养(陈劲枫)、第十三章 果树组织培养(李杰)、第十四章 观赏植物组织培养(刘学春)、第十五章 大田作物组织培养(王蒂、张俊莲、赖钟雄)、第十六章 林木组织培养(赖钟雄)和第十七章 药用植物组织培养(王康才)。附录中收录了植物组织培养常用名词英汉和汉英对照，部分植物、微生物和昆虫名称拉汉和汉拉对照，组织培养常用药品浓度换算表及植物病毒分类。全书由王蒂和张俊莲统稿、定稿，最后由李浚明教授审稿。

本教材的面世是与很多人的努力分不开的，特别感谢李浚明教授以严谨的治学态度对全书进行系统审阅并提出宝贵修改意见，中国农业出版社对编写工作给予了大力支持和帮助，各编者在整个编写过程中通力合作并在章节取舍时表现了充分的理解。感谢甘肃农业大学常永义、陈伯鸿、金芳三位副教授惠赠照片。感谢南京农业大学罗向东博士、雷春硕士、宋慧硕士和东北农业大学侯爱菊博士给予帮助。

王 蒂

2004年2月

# 目 录

01	前言	1
05	绪论	1
11	第一节 植物组织培养的基本概念	1
15	一、植物组织培养的概念	1
18	二、植物组织培养的特点	1
21	三、植物组织培养的研究类型和任务	2
23	第二节 植物组织培养的形成与发展	3
26	一、植物组织培养的开创	3
29	二、植物组织培养的奠基	4
32	三、植物组织培养的建立	6
35	第三节 植物组织培养的应用及展望	7
38	一、植物离体快繁	7
41	二、无病毒苗木培育	7
44	三、培育新品种或创制新物种	8
47	四、次生代谢物生产	9
50	五、植物种质资源的离体保存	10
53	六、人工种子	10
56	小结	11
59	主要参考文献	11
63	<b>总 论</b>	
67	第一章 实验室及基本操作	15
71	第一节 实验室及基本设备	15
74	一、实验室	15
77	二、基本设备	16
80	第二节 基本操作	18

目 录

一、洗涤 .....	19
二、灭菌 .....	20
三、无菌操作 .....	21
第三节 培养基 .....	21
一、培养基的构成 .....	21
二、培养基的选择 .....	24
三、培养基的配制 .....	26
第四节 离体培养体系的建立 .....	27
一、供体植物材料 .....	27
二、外植体的选择和处理 .....	28
三、培养条件 .....	30
小结 .....	31
复习思考题 .....	32
主要参考文献 .....	32
<b>第二章 植物组织培养的基本原理</b> .....	<b>34</b>
第一节 植物细胞全能性和细胞分化 .....	34
一、植物细胞全能性 .....	34
二、植物细胞分化 .....	35
第二节 离体条件下植物器官的发生 .....	36
一、脱分化和再分化 .....	36
二、影响细胞脱分化和再分化的因素 .....	38
三、愈伤组织培养 .....	38
第三节 植物体细胞胚胎发生 .....	40
一、植物体细胞胚胎发生过程 .....	41
二、植物体细胞胚胎发生途径 .....	42
三、植物体细胞胚胎发生的极性和生理隔离 .....	43
四、植物体细胞胚胎发生的生理学和生物化学 .....	44
第四节 影响植物离体形态发生的因素 .....	46
一、植物种类和基因型 .....	46
二、培养材料的生理状态 .....	46
三、培养基 .....	47
四、培养条件 .....	49
小结 .....	50
复习思考题 .....	51
主要参考文献 .....	51



<b>第三章 植物器官和组织培养</b> .....	53
<b>第一节 植物器官和组织培养的基本程序</b> .....	53
一、无菌外植体的获得 .....	53
二、初代培养物的建立 .....	54
三、形态发生和植株再生 .....	55
四、培养产物的观察记载 .....	56
<b>第二节 植物营养器官培养</b> .....	56
一、植物根段培养 .....	57
二、植物茎段培养 .....	58
三、植物叶培养 .....	59
<b>第三节 植物繁殖器官培养</b> .....	60
一、植物花器官培养 .....	60
二、植物幼果培养 .....	61
三、植物种子培养 .....	61
<b>第四节 植物组织培养</b> .....	62
一、植物分生组织培养 .....	62
二、植物愈伤组织培养 .....	63
三、植物薄层组织培养 .....	64
<b>小结</b> .....	67
<b>复习思考题</b> .....	67
<b>主要参考文献</b> .....	67
<b>第四章 植物胚胎培养及离体授粉</b> .....	69
<b>第一节 植物胚培养</b> .....	69
一、胚培养的类型 .....	69
二、胚培养的应用 .....	69
三、幼胚培养方法 .....	70
四、影响胚培养的因素 .....	71
<b>第二节 植物胚乳培养</b> .....	73
一、胚乳培养方法 .....	74
二、影响胚乳培养的因素 .....	75
三、胚乳培养的应用 .....	76
<b>第三节 植物胚珠和子房培养</b> .....	77
一、胚珠培养 .....	77
二、子房培养 .....	78
<b>第四节 植物离体授粉</b> .....	79

## 目 录

一、离体授粉的类型 .....	80
二、离体授粉的方法 .....	82
三、影响离体授粉受精的因素 .....	83
小结 .....	83
复习思考题 .....	84
主要参考文献 .....	84
<b>第五章 植物花药和花粉培养</b> .....	<b>85</b>
第一节 植物花药和花粉培养的概念和应用 .....	85
一、花药和花粉培养的概念 .....	85
二、花药和花粉培养的应用 .....	85
第二节 花粉小孢子发育途径 .....	86
一、活体小孢子发育途径 .....	87
二、离体小孢子发育途径 .....	88
三、花粉植株形态发生方式 .....	90
第三节 花药和花粉培养方法 .....	91
一、花药培养 .....	91
二、花粉培养 .....	92
三、移栽驯化 .....	94
四、白化苗现象 .....	94
五、影响雄核发育和花粉花药培养的因素 .....	96
第四节 单倍体植株鉴定和染色体加倍 .....	101
一、花粉和花药植株的倍性 .....	101
二、花粉和花药植株的染色体加倍 .....	102
小结 .....	103
复习思考题 .....	104
主要参考文献 .....	104
<b>第六章 植物细胞培养</b> .....	<b>106</b>
第一节 植物细胞培养 .....	106
一、单细胞培养 .....	106
二、细胞的悬浮培养 .....	109
三、培养细胞蛋白质和 DNA 含量的变化 .....	113
四、影响细胞培养的因素 .....	113
第二节 植物细胞生长和活力的测定 .....	114
一、悬浮培养中细胞生长的测定 .....	114
二、培养细胞活力的测定 .....	116

第三节 植物细胞培养的应用 .....	116
一、植物次生代谢产物的生产 .....	116
二、突变体选择 .....	118
三、诱导多倍体 .....	118
第四节 人工种子 .....	119
一、人工种子的概念及意义 .....	119
二、人工种子的制备技术 .....	120
三、人工种子的贮藏与萌发 .....	121
小结 .....	121
复习思考题 .....	122
主要参考文献 .....	122
<b>第七章 植物原生质体培养及细胞融合</b> .....	123
第一节 植物原生质体分离 .....	123
一、原生质体分离 .....	123
二、原生质体纯化 .....	127
三、原生质体活力测定 .....	128
四、影响原生质体数量和活力的因素 .....	129
第二节 植物原生质体培养 .....	130
一、原生质体培养方法 .....	130
二、影响原生质体培养的因素 .....	131
三、原生质体再生 .....	132
第三节 植物细胞融合 .....	133
一、原生质体融合 .....	133
二、体细胞杂种选择 .....	137
三、细胞质工程 .....	138
小结 .....	140
复习思考题 .....	140
主要参考文献 .....	141
<b>第八章 植物体细胞无性系变异</b> .....	142
第一节 植物体细胞无性系变异的概念及筛选 .....	142
一、形态特征、生长习性、抗性变异 .....	142
二、染色体变异 .....	143
三、体细胞无性系变异体的离体筛选 .....	145
第二节 影响植物体细胞无性系变异的因素 .....	146
一、外植体 .....	146

## 目 录

二、物种和基因型	146
三、培养基	148
四、继代培养时间	148
第三节 植物体细胞无性系变异的机理	149
一、预先存在的变异表达	149
二、染色体数目变化	149
三、点突变	149
四、体细胞染色体交换及姐妹染色单体交换	150
五、DNA复制和缺失	150
六、转座因子的活化	151
七、DNA甲基化	151
八、胞质DNA的改变	151
九、外遗传变异	151
第四节 植物体细胞无性系变异在育种中的应用	152
一、改良作物品种、拓宽种质资源	152
二、加强外源基因向栽培种的渐渗	153
小结	153
复习思考题	154
主要参考文献	154
第九章 植物离体繁殖	156
第一节 植物快繁的器官形成方式	156
一、短枝发生型	156
二、丛生芽发生型	156
三、不定芽发生型	157
四、胚状体发生型	158
五、原球茎发生型	159
第二节 植物快繁的程序	160
一、阶段Ⅰ——无菌培养的建立	160
二、阶段Ⅱ——繁殖体增殖	161
三、阶段Ⅲ——芽苗生根	162
四、阶段Ⅳ——小植株的移栽驯化	162
第三节 影响植物快繁的因素	163
一、外植体	164
二、培养基	164
三、培养条件	165
四、继代培养	166

五、移栽 .....	166
第四节 植物快繁的商业化应用 .....	168
一、商业化生产规模及工艺流程 .....	168
二、商业化生产及效益分析 .....	170
三、降低商业化生产成本的措施 .....	172
四、商业化生产应注意的问题 .....	173
小结 .....	176
复习思考题 .....	176
主要参考文献 .....	176
<b>第十章 无病毒苗木培育</b> .....	<b>178</b>
第一节 植物病毒为害和脱病毒机理 .....	178
一、植物病毒分布和为害 .....	178
二、植物病毒的传播方式和脱病毒机理 .....	180
三、植物脱病毒的意义 .....	182
第二节 植物脱毒方法 .....	183
一、物理方法 .....	183
二、化学方法 .....	184
三、生物学方法 .....	184
四、综合脱毒方法 .....	189
第三节 脱病毒植株的检测和保存 .....	190
一、脱病毒植株的检测 .....	190
二、脱病毒植株的保存 .....	195
小结 .....	196
复习思考题 .....	197
主要参考文献 .....	197
<b>第十一章 植物种质资源离体保存</b> .....	<b>198</b>
第一节 限制生长保存 .....	198
一、低温保存法 .....	199
二、高渗透压保存法 .....	199
三、生长抑制剂(或延缓剂)保存法 .....	200
四、降低氧分压保存法 .....	200
五、干燥保存法 .....	200
第二节 超低温保存种质 .....	201
一、超低温保存的基本原理 .....	201
二、超低温保存的基本程序 .....	201

第三节 离体保存种质的遗传完整性.....	205
一、离体种质保存过程中的遗传完整性变化.....	205
二、影响离体保存种质遗传完整性的主要因素.....	206
小结.....	206
复习思考题.....	206
主要参考文献.....	206
<b>各 论</b>	
<b>第十二章 蔬菜组织培养</b> .....	211
第一节 草莓.....	211
一、草莓脱毒苗的培育.....	211
二、草莓无性系变异.....	214
三、草莓种质资源保存.....	215
第二节 大蒜.....	216
一、大蒜脱毒苗的培育.....	216
二、大蒜单倍体育种.....	220
三、大蒜原生质体培养.....	221
第三节 胡萝卜.....	221
一、胡萝卜体细胞胚胎发生.....	221
二、胡萝卜原生质体培养及体细胞杂交.....	224
三、胡萝卜遗传转化.....	226
小结.....	228
复习思考题.....	228
主要参考文献.....	228
<b>第十三章 果树组织培养</b> .....	230
第一节 苹果.....	230
一、苹果脱毒与快繁.....	230
二、苹果原生质体培养.....	232
三、苹果遗传转化.....	234
第二节 葡萄.....	235
一、葡萄快繁与脱毒.....	235
二、葡萄胚胎培养.....	237
三、葡萄花药培养.....	238
四、葡萄原生质体培养.....	238

五、葡萄遗传转化 .....	239
第三节 香蕉 .....	240
一、香蕉离体快繁技术 .....	240
二、香蕉无病毒苗培育 .....	242
三、香蕉原生质体培养 .....	243
四、香蕉细胞悬浮培养与遗传转化 .....	244
第四节 柑橘 .....	245
一、柑橘脱毒苗培育 .....	245
二、柑橘花药培养 .....	247
三、柑橘胚胎培养 .....	247
四、柑橘原生质体培养与细胞融合 .....	248
五、柑橘遗传转化 .....	250
小结 .....	250
复习思考题 .....	251
主要参考文献 .....	251
<b>第十四章 观赏植物组织培养</b> .....	<b>253</b>
第一节 兰花 .....	253
一、兰花无性快速繁殖 .....	253
二、兰花合子胚培养 .....	254
三、兰花组织培养的关键技术 .....	255
第二节 香石竹 .....	255
一、香石竹无性快速繁殖 .....	256
二、香石竹无病毒苗木培育 .....	258
第三节 菊花 .....	259
一、菊花无性快速繁殖 .....	259
二、菊花无病毒苗培育 .....	261
第四节 百合 .....	261
一、百合无性快速繁殖 .....	262
二、百合破除休眠 .....	263
小结 .....	263
复习思考题 .....	264
主要参考文献 .....	264
<b>第十五章 大田作物组织培养</b> .....	<b>265</b>
第一节 马铃薯 .....	265
一、马铃薯组织和器官培养 .....	265

## 目 录

二、马铃薯细胞培养	269
三、马铃薯原生质体培养和体细胞融合	270
第二节 油菜	272
一、油菜组织和器官培养	273
二、油菜原生质体培养及体细胞融合	276
第三节 玉米	277
一、玉米器官培养	278
二、玉米原生质体培养	280
第四节 小麦	281
一、小麦组织和器官培养	281
二、小麦原生质体培养	283
第五节 水稻	284
一、水稻组织和器官培养	284
二、水稻试管受精	286
三、水稻原生质体培养	287
四、水稻转基因研究及应用	287
小结	288
复习思考题	288
主要参考文献	288
<b>第十六章 林木组织培养</b>	<b>290</b>
第一节 杨树	290
一、杨树的组织培养技术	290
二、杨树的遗传转化	292
三、杨树的原生质体培养	293
四、组织培养在杨树上的应用	293
第二节 针叶树类	295
一、针叶树体细胞胚胎发生及植株再生	295
二、针叶树器官发生及植株再生	296
三、针叶树原生质体培养	297
四、针叶树遗传转化	298
第三节 相思树类	298
一、外植体类型	298
二、外植体灭菌	299
三、初代培养与继代增殖培养	299
四、不定根的诱导	301
五、试管苗移栽	302



小结 .....	302
复习思考题 .....	302
主要参考文献 .....	302
<b>第十七章 药用植物组织培养 .....</b>	<b>304</b>
<b>第一节 红豆杉 .....</b>	<b>307</b>
一、红豆杉离体无性繁殖 .....	307
二、红豆杉胚培养 .....	309
三、红豆杉悬浮细胞培养 .....	310
<b>第二节 人参 .....</b>	<b>311</b>
一、人参愈伤组织诱导及培养 .....	312
二、人参花药培养 .....	313
三、人参细胞悬浮培养 .....	314
四、人参原生质体培养 .....	316
五、人参毛状根培养 .....	316
<b>第三节 石斛 .....</b>	<b>317</b>
一、石斛胚培养 .....	317
二、石斛营养器官培养 .....	318
三、石斛试管苗移栽与管理 .....	319
四、石斛人工种子 .....	319
小结 .....	320
复习思考题 .....	320
主要参考文献 .....	320
附录 I 植物组织培养常用名词英汉对照 .....	322
附录 II 植物组织培养常用名词汉英对照 .....	328
附录 III 部分植物、微生物和昆虫名称拉汉对照 .....	334
附录 IV 部分植物、微生物和昆虫名称汉拉对照 .....	340
附录 V 组织培养常用药品浓度换算表 .....	346
附录 VI 植物病毒的分类 .....	353