



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

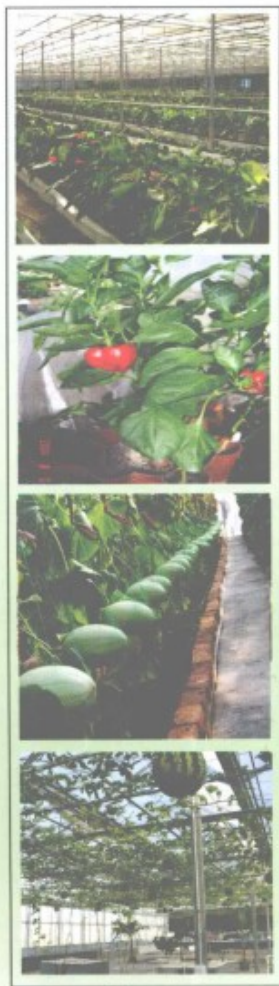
(高职高专教育)

无土栽培

WUTUZAIPEI
JIAOCHENG

教程

王振龙 主编



中国农业大学出版社

ZHONGGUONONGYEDAXUE CHUBANSHE

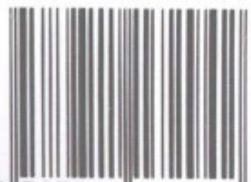
责任编辑：潘江琼 姚慧敏

封面设计：郑 川

无土栽培教程



ISBN 978-7-81117-294-2



9 787811 172942 >

定价：33.50 元

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

(高职高专教育)

无土栽培教程

王振龙 主编

中国农业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

无土栽培教程/王振龙主编. —北京:中国农业大学出版社,2008.3
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
ISBN 978-7-81117-294-2

I. 无… II. 王… III. 无土栽培-高等学校-教材 IV. S317

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 202164 号

书 名 无土栽培教程

作 者 王振龙 主编

策划编辑 姚慧敏 陈巧莲 丛晓红

责任编辑 潘江琼 姚慧敏

封面设计 郑 川

责任校对 王晓凤 陈 莹

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路2号

邮政编码 100094

电 话 发行部 010-62731190,2620

读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617,2618

出版部 010-62733440

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

e-mail cbsszs@cau.edu.cn

经 销 新华书店

印 刷 北京时代华都印刷有限公司

版 次 2008年3月第1版 2008年9月第2次印刷

规 格 787×980 16开本 21印张 386千字 彩插4

定 价 33.50元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

编写人员

主 编 王振龙 辽宁农业职业技术学院

副 主 编 (按姓氏笔画排列)

李进进 广东轻工职业技术学院

张清友 黑龙江农业职业技术学院

彭世勇 辽宁农业职业技术学院

魏春红 云南农业职业技术学院

参编人员 王振龙 辽宁农业职业技术学院

魏春红 云南农业职业技术学院

李进进 广东轻工职业技术学院

黄广学 北京农业职业学院

彭世勇 辽宁农业职业技术学院

陈艳丽 海南大学

张清友 黑龙江农业职业技术学院

郭晓龙 黑龙江生物科技职业学院

谢永刚 辽宁农业职业技术学院

任术琦 潍坊职业学院

王兴东 辽宁省果树科学研究所

韩德伟 辽宁农业职业技术学院

主 审 王月英 北京农业职业学院

王国东 辽宁农业职业技术学院

出版说明

高等职业教育作为高等教育中的一个类型,肩负着培养面向生产、建设、服务和管理第一线需要的高技能人才的使命。大力提高人才培养的质量,增强人才对于就业岗位的适应性已成为高等职业教育自身发展的迫切需要。教材作为教学和课程建设的重要支撑,对于人才培养质量的影响极为深远。随着高等农业职业教育发展和改革的不断深入,各职业院校对于教材适用性的要求也越来越高。中国农业大学出版社长期致力于高等农业教育本科教材的出版,在高等农业教育领域发挥着重要的作用,积累了丰富的经验,希望充分利用自身的资源和优势,为我国高等职业教育的改革与发展做出自己的贡献。

经过深入调研和分析以往教材的优点与不足,在教育部高教司高职高专处和全国高职高专农林牧渔类专业教学指导委员会的关心和指导下,在各高职高专院校的大力支持下,中国农业大学出版社先后与 100 余所院校开展了合作,共同组织编写了一系列以“十一五”国家级规划教材为主体的、符合新时代高职高专教育人才培养要求的教材。这些教材从 2007 年 3 月开始陆续出版,涉及畜牧兽医类、食品类、农业技术类、生物技术类、制药技术类、财经大类和公共基础课等的 100 多个品种,其中普通高等教育“十一五”国家级规划教材 22 种。

这些教材的组织和编写具有以下特点:

精心组织参编院校和作者。每批教材的组织都经过以下步骤:首先,征集相关院校教师的申报材料。全国 100 余所高职高专院校的千余名教师给予了我们积极的反馈。然后,经由高职高专院校和出版社的专家组成的选题委员会的慎重审议,充分考虑不同院校的办学特色、专业优势、地域特点及教学改革进程,确定参加编写的主要院校。最后,根据申报教师提交的编写大纲、编写思路和样章,结合教师的学习培训背景、教学与科研经验和生产实践经历,遴选优秀骨干教师组建编写团队。其中,教授和副教授及有硕士以上学历的占 70%。特别值得一提的是,有 5% 的作者是来自企业生产第一线的技术人员。

贴近国家高职教育改革的要求。我国的高等职业教育发展历史不长,很多院校的办学模式和教学理念还在探索之中。为了更好地促进教师了解和领会教育部的教学改革精神,体现基于职业岗位分析和具体工作过程的课程设计理念,以真实工作任务或社会产品为载体组织教材内容,推进适应“工学结合”人才培养模式的课程教材的编写出版,在每次编写研讨会上都邀请了教育部高教司高职高专处、全国高职高专农林牧渔类专业教学指导委员会的领导作教学改革的报告;多次邀请

教育部职业教育研究所的知名专家到会,专门就课程设计和教材的体系建构作专题报告,使教材的编写视角高、理念新、有前瞻性。

注重反映教学改革的成果。教材应该不断创新,与时俱进。好的教材应该及时体现教学改革的成果,同时也是教育教学改革的重要推进器。这些教材在组织过程中特别注重发掘各校在产学结合、工学交替实践中具有创新性的教材素材,在围绕就业岗位需要进行知识的整合、与实际生产过程的接轨上具有创新性和非常鲜明的特色,相信对于其他院校的教学改革会有启发和借鉴意义。

瞄准就业岗位群需要,突出职业能力的培养。这些教材的编写指导思想是紧扣培养“高技能人才”的目标,以职业能力培养为本位,以实践技能培养为中心,体现就业和发展需求相结合的理念。

教材体系的构建依照职业教育的“工作过程导向”原则,打破学科的“系统性”和“完整性”。内容根据职业岗位(群)的任职要求,参照相关的职业资格标准,采用倒推法确定,即剖析职业岗位群对专业能力和技能的需求→关键能力→关键技能→围绕技能的关键基本理论。删除假设推论,减少原理论证,尽可能多地采用生产实际中的案例剖析问题,加强与实际工作的接轨。教材反映行业中正在应用的新技术、新方法,体现实用性与先进性的结合。

创新体例,增强启发性。为了强化学习效果,在每章前面提出本章的知识目标和技能目标。有的每章设有小结和复习思考题。小结采用树状结构,将主要的知识点及其之间的关联直观表达出来,有利于提高学生的学习效果和效率,也方便教师课堂总结。部分内容增编阅读材料。

加强审稿,企业与行业专家相结合,严把质量关。从选题策划阶段就邀请行内专家把关,由来自于企业、高职院校或中国农业大学有丰富生产实践经验的教授审核编写大纲,并对后期书稿进行严格审定。每一种教材都经过作者与审稿人的多次的交流和修改,从而保证内容的科学性、先进性和对于岗位的适应性。

这些教材的顺利出版,是全国100余所高职高专院校共同努力的结果。编写出版过程中所做的很多探索,为进一步进行教材研发提供了宝贵的经验。我们希望以此为基点,进一步加强与各校的交流合作,配合各校教学改革,在教材的推广使用、修订完善、补充扩展进程中,在提高质量和增加品种的过程中,不断拓展教材合作研发的思路,创新教材开发的模式和服务方式。让我们共同努力,携手并进,为深化高职高专教育教学改革和提高人才培养质量,培养国家需要的各行各业高素质技能型专门人才,发挥积极的推动作用。

中国农业大学出版社

2008年6月

内 容 简 介

本教材为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。内容包括无土栽培的基本理论、营养液配制与管理、固体基质的选择与处理、常用无土栽培设施的建造与管理、无土育苗技术、水培和雾培管理、基质培管理、环境调控技术、工厂化无土栽培生产与经营管理,以及蔬菜、花卉等园艺作物的实用无土栽培技术等。

教材编写本着借鉴与创新的原则,基于无土栽培生产与管理岗位要求与工作任务,广泛吸纳行业最新科研成果、企业先进、成熟的技术和生产实践经验,体现科学性、实用性、先进性。如在教材中增加了无土栽培设施建造、基地规划设计、生产成本与经济效益分析等内容,并介绍具有广阔市场发展前景的水培花卉等。此外,从强化实践能力培养的目的出发,精心编写了无土栽培实训项目。

本教材适合农林院校园艺类专业、植物营养专业、生物技术专业学生和相关农事、企业技术和管理人员、专业户使用。

前 言

无土栽培是以矿物质营养学说为理论基础逐步完善和不断发展起来的一项农业高新技术。目前,许多发达国家已逐步实现了无土栽培的集约化、自动化、现代化、工厂化生产,高产、高效、优质和低耗的目的,成为设施园艺的关键技术和生态农业的技术支撑,并被广泛采用,使设施园艺作物的产量和品质大幅度提高,开辟了农业生态环境保护的新途径。无土栽培的优越性得到充分体现,其重要性也已被世人所公认,无土栽培生产技术的发展水平和应用程度已成为世界各国农业现代化水平的重要标志之一。

我国无土栽培的研究及应用在 20 世纪 70 年代后期才开始,但随着改革开放、国际交流和旅游业的发展而得到飞速发展。到 2000 年全国无土栽培面积已猛增至 500 hm^2 以上,无土栽培的作物种类不断增多,无土栽培系统和栽培方式不断推陈出新,并呈现出明显的多样化、区域化、规模化特点,客观上显著促进了我国设施农业的发展。随着国家、省、市级农业高科技示范园区和无公害优质农产品市场的相继建立,以及绿色食品生产的需要,更加促进了无土栽培技术的推广应用。如今,在我国大力发展现代农业,积极推进生态农业,加快社会主义新农村建设的新形势下,并随着人们对健康重视程度和环保意识的增强,无土栽培凭借自身独特的技术优越性必将成为促进我国现代农业、设施农业、生态农业、旅游观光农业、都市农业和节水农业发展的强有力的技术支撑,也成为解决人口增长、耕地减少、土壤连作障碍、水资源匮乏等现实问题,以及实现农民增收、农业增效的有效手段和重要途径。在这样的背景下,高职院校适时开设无土栽培课程,及时编写出反映现代无土栽培技术的新理论、新成果、新技术和新动态的教材,宣传、推广和应用无土栽培技术,培养从事作物无土栽培的职业类人才就成为时代的需要,也是行业发展的需要。基于上述认识,我们组织国内 9 所高职院校内长期从事无土栽培教学、科研和生产第一线的中青年专家、学者编写了这本教育部高职高专“十一五”规划教材。

在教材编写过程中,我们本着借鉴与创新的原则,基于无土栽培生产与管理岗位能力要求与工作任务,广泛吸纳最新科研成果、行业企业的成熟技术、教学与生产实践经验,力求教材内容体现科学性、实用性、先进性。如在教材中增加了无土栽培设施建造、基地规划设计、生产成本与经济效益分析等内容;对具有广阔市场发展前景的水培花卉也作了详细介绍。

教材分为基础篇和应用篇,以模块式编排,比较全面地介绍了无土栽培的基础知识、基本理论和适合我国国情的代表技术。本书通俗易懂,适合农业院校园艺类专业、植物营养专业、生物技术专业学生和相关农事企业、专业户使用。

本书编写分工安排:第一章、第六章由王振龙编写;第二章由魏春红编写;第三章由彭世勇编写;第四章由陈艳丽、任术琦和王振龙编写;第五章由郭晓龙、陈艳丽编写;第七章由张清友、黄广学编写;第八章由陈艳丽编写;第九章由李进进、黄广学、谢永刚、任术琦、王振龙编写;第十章由张清友、彭世勇、谢永刚、王振龙编写;第十一章由李进进、魏春红、任术琦编写。全书由王振龙副教授统稿完成,最后由王月英、王国东负责审稿。在编写中得到各参编单位大力支持与协作,辽宁省果树科学研究所王兴东研究员和辽宁农业职业技术学院韩德伟、矫天育二位老师也参与了编写工作,在此一并表示感谢。由于水平所限,书中难免有不妥之处,敬请读者不吝赐教。

编 者

2007年11月

目 录

基础篇

第一章 概述	3
第一节 无土栽培的含义与类型	3
一、无土栽培的含义	3
二、无土栽培的类型	4
第二节 无土栽培的特点与应用	6
一、无土栽培的特点	6
二、无土栽培的要求	10
三、无土栽培的应用	11
第三节 无土栽培的历史、现状与展望	12
一、无土栽培的发展简史	12
二、无土栽培的现状与展望	14
本章小结	16
复习思考题	17
第二章 营养液的配制与管理	18
第一节 营养液的基本组成	19
一、营养液对水源、水质的要求	19
二、营养液对肥料及辅助物质的要求	21
三、营养液的组成原则	23
四、营养液组成的确定方法	24
五、营养液配方	26
六、营养液的种类	28
七、营养液浓度的表示方法	28
第二节 营养液的配制技术	30
一、营养液配制的原则	30
二、营养液配制前的准备工作	31
三、营养液的配制方法	31
四、营养液配制的操作规程	32

第三节 营养液的管理	32
一、溶存氧的调整	32
二、营养液浓度的调整	35
三、营养液 pH 值的控制	36
四、光照与液温管理	37
五、供液时间与供液次数	38
六、营养液的更换	38
七、经验管理法	39
技能训练 2-1 水质化验	40
技能训练 2-2 电导率仪的使用	42
技能训练 2-3 营养液的配制	45
本章小结.....	51
复习思考题.....	52
第三章 基质的选用与处理	53
第一节 基质的理化性质	54
一、固体基质的作用	54
二、基质的物理性质	54
三、基质的化学性质	56
第二节 基质的种类与特性	59
一、基质的种类	59
二、常用基质的特性	59
第三节 基质的选用	61
一、基质的选用原则	61
二、基质的混配	62
第四节 基质的处理	64
一、基质消毒	64
二、基质发酵	65
三、基质更换	67
技能训练 3-1 固体基质理化性质的测定	67
技能训练 3-2 基质混配与消毒	69
技能训练 3-3 鸡粪发酵处理	71
本章小结.....	73
复习思考题.....	74

第四章 无土栽培设施建造	75
第一节 水培和雾培设施	76
一、深液流水培设施	76
二、营养液膜水培设施	80
三、其他水培设施	85
四、雾培设施	89
第二节 基质培设施	91
一、种植槽	91
二、岩棉培栽培床与岩棉种植垫	93
三、栽培袋	95
四、栽培箱	95
五、滴灌系统	96
六、家庭简易基质培设施	99
第三节 立体栽培设施	100
一、柱状栽培设施	100
二、吊袋式栽培设施	101
三、盆钵垛叠式栽培设施	101
四、插管式立柱栽培设施	103
五、吊槽式基质培	105
六、三层槽式水培	105
七、鲁 SC-I 型多层式水培	105
八、管道水培	105
技能训练 4-1 无土栽培设施类型的调查	107
技能训练 4-2 无土栽培设施的建造	108
本章小结.....	115
复习思考题.....	116
第五章 无土育苗技术	117
第一节 无土育苗方式	118
一、塑料钵育苗	118
二、泡沫小方块育苗	119
三、岩棉块育苗	120
四、营养钵育苗	121
五、穴盘育苗	121

第二节 无土育苗的操作·····	122
一、普通无土育苗·····	122
二、工厂化穴盘育苗·····	126
第三节 无土育苗的管理·····	129
一、营养液的管理·····	129
二、育苗期的环境调控·····	131
三、无土育苗常见的问题·····	135
技能训练 5-1 蔬菜无土育苗·····	136
本章小结·····	138
复习思考题·····	139
第六章 水培和雾培管理·····	140
第一节 深液流技术·····	140
一、栽培管理·····	140
二、技术特征·····	142
第二节 营养液膜技术·····	143
一、栽培管理·····	143
二、技术特征·····	145
第三节 其他水培技术·····	146
一、浮板毛管水培·····	146
二、深水漂浮栽培·····	147
三、家用简易静止水培·····	148
第四节 雾培技术·····	150
一、栽培管理·····	150
二、技术特征·····	151
第五节 钵钵垛叠式立体水培·····	151
一、设施结构·····	151
二、栽培管理·····	152
三、技术特征·····	153
技能训练 6-1 简易静止水培·····	153
技能训练 6-2 深液流技术·····	155
技能训练 6-3 营养液膜技术·····	157
本章小结·····	159
复习思考题·····	160

第七章 基质培管理	161
第一节 岩棉培	162
一、育苗与定植	162
二、营养液的管理	162
第二节 珍珠岩培	165
一、栽培袋及摆放	165
二、育苗与定植	166
三、营养液管理	166
四、设施清理、消毒与基质再利用.....	167
第三节 复合基质培与立体基质培	168
一、复合基质培	168
二、立体基质培	169
第四节 有机生态型无土栽培	169
一、栽培基质混配	170
二、建造设施系统	171
三、制定操作管理规程	172
技能训练 7-1 固体基质栽培技术	176
技能训练 7-2 有机生态型基质培技术	178
本章小结.....	180
复习思考题.....	181
第八章 无土栽培的环境调控	182
第一节 环境保护设施类型	182
一、塑料大棚	183
二、日光温室	184
三、现代化温室	185
四、植物工厂	186
五、夏季保护设施	187
第二节 光照条件及其调控	188
一、设施的光照条件与影响因素	188
二、设施内光照条件的调控	191
第三节 温度条件及其调控	192
一、设施内温度变化的特征	192
二、设施内温度条件的调控	192

第四节 CO ₂ 及其调控	196
一、设施内 CO ₂ 的特点和影响因素	196
二、设施 CO ₂ 体积分数的调控	197
第五节 空气湿度及其调控	200
一、设施内空气湿度的特点和影响因素	200
二、空气湿度的调控	202
第六节 环境的综合调控技术	203
一、调控目标与原则	203
二、计算机自动控制系统	204
本章小结	205
复习思考题	206
第九章 工厂化无土栽培的生产与经营管理	207
第一节 无土栽培基地的规划设计	208
一、无土栽培的基本条件	208
二、基地选址与栽培项目的选择	208
三、无土栽培基地规划的主要内容	210
第二节 生产计划的制定与实施	211
一、生产计划的制定	211
二、生产计划的实施	213
第三节 无土栽培的生产成本与经济效益	214
一、无土栽培的生产成本构成	214
二、各种无土栽培系统的一次性投资	214
三、无土栽培的运转成本与经济效益	216
第四节 工厂化无土栽培的经营管理	218
一、经营思想	218
二、管理措施	219
技能训练 9-1 无土栽培基地的规划设计	221
技能训练 9-2 工厂化无土栽培	222
本章小结	226
复习思考题	227

应 用 篇

第十章 蔬菜无土栽培	231
第一节 果菜类无土栽培	231
一、黄瓜袋培	231
二、樱桃番茄袋培	234
三、彩色甜椒袋培	238
四、甜瓜槽培	241
第二节 叶菜类无土栽培	243
一、莴苣 DFT 水培	243
二、紫背天葵静止水培	245
三、京水菜 NFT 水培	248
四、蕹菜 DFT 水培	249
第三节 芽苗菜的无土栽培	252
【技术解析】	253
一、芽苗菜生产的基本设施	253
二、芽苗菜的生产过程	256
三、芽苗菜生产的技术关键	258
【栽培例举】	259
一、豌豆苗	259
二、萝卜苗	260
三、绿豆芽	261
四、香椿芽	262
五、刺嫩芽	263
本章小结.....	265
复习思考题.....	266
第十一章 花卉无土栽培	267
第一节 花卉基质培	268
一、兰花盆栽	268
二、红掌槽培(盆栽)	273
三、竹筴盆栽	278
四、一品红盆栽	282
五、百合槽培(盆栽)	286