

西北

蔬菜

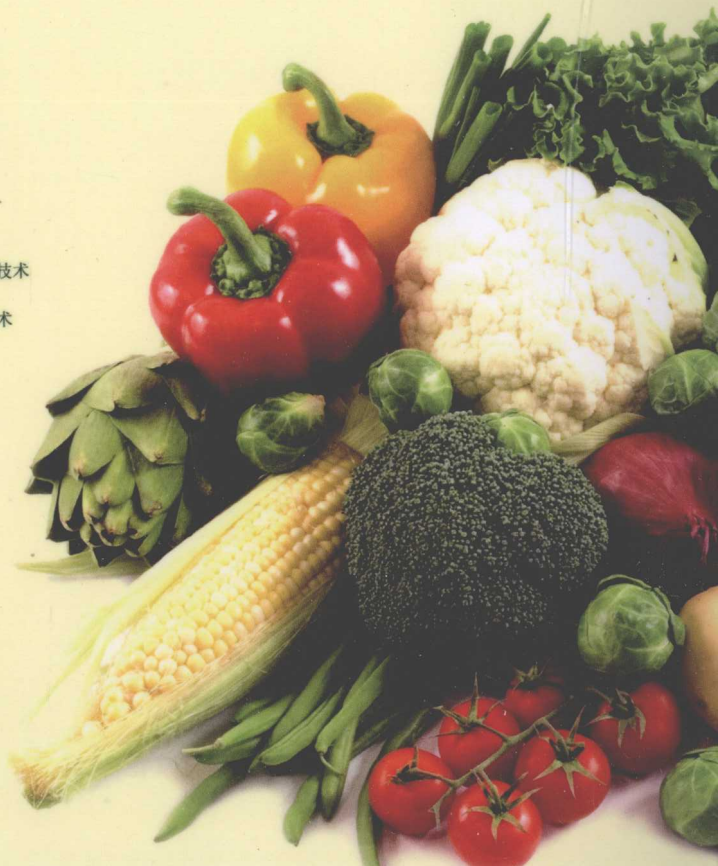
无土栽培

理论与实践

XIBEISHUCAIWUTUZAIPEI
LILUNYUSHIJIAN

主 编 陈修斌
副主编 张东昱 张文斌

- ✓ 无土栽培的必需营养元素
- ✓ 无土栽培的设施及设置形式
- ✓ 无土栽培的基质
- ✓ 无土栽培的营养液
- ✓ 无土栽培的设施及环境调控
- ✓ 西北蔬菜无土育苗
- ✓ 西北荒漠化区域蔬菜无土栽培技术
- ✓ 西北家庭蔬菜小型无土栽培技术



西北蔬菜无土栽培

理论与实践

XIBEISHUCAIWUTUZAIPEI
LILUNYUSHIJIAN

主 编 陈修斌
副主编 张东昱 张文斌



甘肃科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

西北蔬菜无土栽培理论与实践 / 陈修斌主编. — 兰州:
甘肃科学技术出版社, 2009. 6

ISBN 978-7-5424-1267-6

I. 西… II. 陈… III. ①蔬菜—无土栽培 IV. S630.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 082417 号

责任编辑 黄培武 韩 波 (0931-8773230 gskjhb@126.com)

封面设计 石 璞

出版发行 甘肃科学技术出版社

(兰州市南滨河东路 520 号 0931-8773237)

印 刷 兰州大众彩印包装有限公司

开 本 880mm × 1230mm 1/32

印 张 15.375

插 页 4

字 数 428 千

版 次 2009 年 6 月第 1 版 2009 年 6 月第 1 次印刷

印 数 1 ~ 1 000

书 号 ISBN 978-7-5424-1267-6

定 价 48.00 元

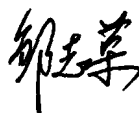
序

无土栽培作为一项农业高新技术已在生产中有几十年的发展历史，它极大地扩展了农业生产的空间，可使作物在不毛之地上进行生产。特别是进入21世纪后，随着塑料工业、温室制造和自动化环境控制等技术的迅速发展，以及对无土栽培技术等方面的深入研究和认识，使得蔬菜无土栽培技术已成为许多国家设施园艺的关键技术，而且它的发展水平和应用程度已成为世界各国园艺现代化水平的重要标志之一。

编者在多年的教学与科研的实践基础上，汲取了当代无土栽培的最新研究成果，编著了《西北蔬菜无土栽培理论与实践》一书。本书系统介绍了无土栽培的原理及应用，重点阐述了西北主要蔬菜有机生态型无土栽培技术，把有机农业导入无土栽培，避免了传统农业作业方式带来的土传病虫害等连作障碍，减少了农药用量，提高了作物产量、品质，而且省肥、省水，对发展现代农业、促进农业的可持续发展起到了积极作用。

本书内容较为系统与新颖，通俗易懂，有较强的实用性。可供从事农业生产的科研人员、技术人员、生产管理人员以及无土栽培技术的爱好者阅读，也可作为大中专农业院校师生的教学参考书。

教育部教材编写委员会委员
西北农林科技大学教授、博士生导师
中国农业工程学会委员
中国园艺学会设施农业专业委员会委员



2009年3月

前 言

无土栽培是一项现代农业高新技术，其独特之处是用基质取代了传统的土壤，用营养液供给植物生长发育的必需元素，从而促进作物生长发育，提高作物的产量，改善作物品质，生产质量安全的优质农产品。无土栽培与有土栽培比较有无可比拟的优点。国外对无土栽培研究取得了阶段性成果，研究层次较深，研究设备先进，现代化程度很高。用岩棉、珍珠岩、海绵做栽培基质，用电脑控制营养液浓度和电导率以及酸碱度，用机器人育苗移栽，用澳大利亚熊蜂授粉，用激光照射作物叶片，迅速确定作物对营养液所需的元素种类和数量。美国的研究工作处于领先水平，美国航天无土栽培已经把最先进的无土栽培技术用在月球农业和星球航行上，从而支持人类在太空中长期生存。日本蔬菜无土栽培已形成规模，并且形成了产、供、销一条龙服务，无土栽培生产的各种蔬菜，按品质、等级分别包装，供消费者选购。我国于20世纪90年代对无土栽培进行了科学研究，南京农业大学研究了营养液膜栽培模式，山东农业大学研究了半基质半水膜栽培和立体多层栽培模式，中国农科院蔬菜花卉研究所研究出了有机生态型栽培模式。1995-2000年我们积极响应张掖市委、市政府号召，根据本地气候、水质特点，进行了蔬菜无土栽培技术的研究，研究出了西北主要蔬菜营养液型无土栽培、西北蔬菜有机生态型无土栽培、西北蔬菜无土育苗、西北蔬菜生物有机肥栽培等技术，为无土栽培的示范和推广奠定了基础。相信在不久的将来，无土栽培技术将会在我国西北地区戈壁荒滩、沙石地、盐碱地、铁路沿线、沙漠、风沙土区域、家庭楼顶、阳台等不毛之地上扎根立足，遍地开花。为了加快无土栽培的发展步伐，特别是推广蔬菜有机生态型无土栽培新技术，拓宽知识层面，作者在多年从事无土栽培研究和实践的基础上，编著出版了《西北蔬菜无土栽培理论与实践》一书，系统介绍了无土栽培

的优点、无土栽培发展现状与研究方向、无土栽培的必需营养元素、蔬菜无土栽培营养缺乏的判断、无土栽培的设施及设置形式、无土栽培的类型、无土栽培的基质、无土栽培的营养液、无土栽培设施环境条件及调控、西北荒漠化区域主要蔬菜营养液型无土栽培技术、西北荒漠化区域主要蔬菜有机生态型无土栽培技术、西北蔬菜无土育苗、西北家庭蔬菜无土栽培技术等内容，供农业科技工作者参考。

本书编著分工：河西学院陈修斌主编，并编写第一至五章、第六章（第一至三节），约 13.8 万字；张掖市经济作物技术推广站张东昱编写第六章（第四至五节）、第七至第九章、第十章（第一节），约 13.8 万字；张掖市经济作物技术推广站张文斌编写第十章（第二至五节）、第十一至十三章，约 13.6 万字。

本书在编著、修订的过程中，参考引证了许多有关书籍和科研论文资料。甘州区、山丹县、临泽县、高台县农业局、经作（园艺）站等单位做了大量的推广工作；河西学院的秦嘉海教授提供了部分资料并进行了审稿把关，河西学院的卢精林、鄂利锋、王勤礼、杨彬、许耀照、闫芳、张春梅等同志参加了无土栽培研究课题，在此一并致谢。由于编者水平有限，时间仓促，书中错误、疏漏之处在所难免，敬请各界人士不吝批评指正。

编著者

2009 年 3 月

目 录

上篇 理 论 篇

第一章 概述	(1)
第一节 无土栽培的优点	(1)
第二节 无土栽培的缺点	(4)
第三节 无土栽培发展历史、现状与研究方向	(6)
第二章 无土栽培的必需营养元素	(16)
第一节 必需营养元素的种类	(16)
一、大量元素	(16)
二、微量元素	(16)
三、有益元素	(16)
四、判定必需营养元素的标准	(17)
第二节 必需营养元素的生理功能	(17)
一、大量元素	(17)
二、微量元素	(24)
第三节 必需营养元素营养失调症	(31)
一、大量元素营养失调症	(31)
二、微量元素营养失调症	(34)
三、蔬菜营养失调症	(36)
四、蔬菜无土栽培营养缺乏的判断	(48)
第三章 无土栽培的设施及设置形式	(52)
第一节 无土栽培的设施	(52)
一、塑料薄膜小拱棚	(52)
二、中拱棚室	(53)

三、塑料薄膜大棚	(54)
四、温室	(60)
第二节 无土栽培的设置形式	(71)
一、基质栽培	(71)
二、半基质半水膜栽培	(71)
三、水培	(72)
四、喷雾栽培	(72)
第三节 无土栽培的类型	(72)
一、基质钵栽培	(72)
二、基质槽栽培	(72)
三、袋培法	(72)
四、滴灌供液岩棉栽培法	(73)
五、深液流营养液膜栽培法	(73)
六、半基质、半水膜栽培法	(74)
七、有机生态型栽培法	(74)
八、生物有机肥栽培法	(75)
九、有机无机全营养混合槽培滴灌法	(76)
十、糠醛渣基质栽培法	(76)
第四章 无土栽培的基质	(78)
第一节 栽培基质选择的原则	(78)
一、基质的适用性	(78)
二、栽培设施形式	(78)
三、根据实际情况选择基质	(78)
第二节 栽培基质的理化性质	(78)
一、粒径	(78)
二、容重	(79)
三、总孔隙度	(79)
四、酸碱性	(79)
五、电导率	(79)

六、缓冲能力	(79)
七、阳离子交换量	(79)
第三节 基质的作用	(80)
一、固定支撑作用	(80)
二、持水作用	(80)
三、透气作用	(80)
四、缓冲作用	(80)
第四节 基质的种类和特性	(82)
一、无机基质	(82)
二、有机基质	(83)
三、复合基质	(87)
四、液体基质	(88)
五、肥源基质	(88)
第五节 基质的消毒	(100)
一、锅炉蒸汽消毒	(100)
二、甲醛消毒	(100)
三、氯化苦消毒	(100)
四、溴甲烷消毒	(100)
五、威百亩消毒	(100)
六、漂白剂消毒	(100)
七、高锰酸钾消毒	(100)
八、硫酸铜消毒	(100)
九、多菌灵消毒	(101)
第五章 无土栽培的营养液	(102)
第一节 营养液配制原则和要求	(102)
一、配方养分齐全,元素间的比例要符合作物的 生理规律	(102)
二、合理选择肥源	(103)
三、合理选择水质	(103)

四、合理选择 EC 和 pH	(103)
第二节 营养液配制的水质要求	(103)
一、无土栽培的水源选择	(103)
二、无土栽培的水质要求	(104)
三、水质的一般标准	(105)
四、软水与硬水	(105)
五、河西地区地下水质	(106)
第三节 营养液浓度的表示方法	(106)
一、直接表示法	(106)
二、间接表示法	(108)
第四节 无土栽培的肥源	(110)
一、大量元素肥源	(110)
二、微量元素肥源	(115)
三、络合剂肥源	(116)
第五节 营养液的调整	(118)
一、营养液离子浓度	(118)
二、营养液 EC 的调整	(118)
三、营养液 pH 的调整	(120)
第六节 营养液的配方计算	(121)
一、按元素 mg kg^{-1} 计算	(121)
二、 1mg kg^{-1} (1ppm) 元素计算	(124)
三、毫摩尔计算	(126)
四、逆系数计算	(127)
五、微量元素计算	(129)
第七节 营养液配制方法	(131)
一、配方计算	(131)
二、营养液配制	(131)
第六章 无土栽培设施环境条件调控	(133)
第一节 光照环境特征及其调控	(133)

一、设施的光照环境特点	(133)
二、设施的光环境对作物生育的影响	(134)
三、设施光照环境的调节与控制	(137)
第二节 温度环境特征及其调控	(143)
一、设施的温度环境对作物生育的影响	(143)
二、设施内温度状况及特点	(144)
三、设施温度环境的调节与控制	(148)
第三节 湿度环境特征及其调控	(152)
一、设施内湿度环境对作物生育的影响	(152)
二、空气湿度的调节控制	(154)
三、土壤环境湿度的调节控制	(157)
第四节 气体环境特征及其调控	(160)
一、设施内气体环境对作物生育的影响	(161)
二、设施内气体环境的调节与控制	(162)
第五节 温室栽培综合环境条件控制	(167)
一、综合环境管理的目的和意义	(167)
二、综合环境管理的方式	(168)
三、设施园艺计算机综合环境管理系统	(172)
四、综合环境管理在无土栽培中的应用	(178)
第七章 西北蔬菜无土育苗	(183)
第一节 无土育苗的设施	(183)
一、无土育苗的效果	(183)
二、无土育苗的设施	(184)
第二节 无土育苗的技术	(186)
一、种子处理	(186)
二、播种	(187)
三、苗期管理	(187)
第三节 工厂化育苗技术	(188)
一、工厂化育苗的概况与特点	(189)

二、工厂化育苗的场所与设备	(189)
三、工厂化育苗的管理技术	(191)
四、种苗的经营与销售	(197)

下篇 实 践 篇

第八章 西北荒漠化区域蔬菜无土栽培概况	(199)
第一节 西北荒漠化区域主要蔬菜营养液型无土栽培模式	(199)
一、设施系统	(199)
二、栽培技术	(201)
第二节 西北荒漠区域有机生态型无土栽培概述	(206)
一、有机生态型无土栽培的概念	(206)
二、有机生态型无土栽培的产生	(206)
三、有机生态型无土栽培的优点	(209)
四、有机生态型无土栽培中容易出现的问题及克服途径	(211)
五、有机生态型无土栽培的基质及应用	(213)
六、有机生态型无土栽培的发展前景	(217)
第三节 荒漠化区域蔬菜有机生态型无土栽培技术规程 ...	(219)
一、设计规程	(220)
二、技术规程	(222)
第四节 几种蔬菜有机生态型无土栽培专用肥经济效益最佳施肥量	(225)
第九章 西北荒漠化区域茄科果菜类有机生态型无土栽培技术	(232)
第一节 番茄	(232)
一、番茄生长的生物学特性	(232)
二、番茄的栽培季节	(235)
三、类型与品种	(236)
四、栽培系统的建立	(236)

五、栽培技术	(237)
六、番茄主要生理病害和植株形态诊断	(240)
七、病虫害发生与防治技术	(244)
八、西北荒漠化区域番茄人工合成基质栽培模式	(251)
第二节 茄子	(257)
一、温室栽培的生物学特性	(258)
二、类型与品种	(261)
三、栽培设施	(262)
四、栽培管理技术	(263)
五、茄子的嫁接技术	(265)
六、病虫害的发生与防治技术	(268)
七、河西走廊茄子有机生态型无土栽培专用肥适宜 用量	(273)
第三节 辣椒	(277)
一、温室栽培的生物学特性	(278)
二、类型和品种	(280)
三、栽培前准备	(281)
四、栽培技术	(282)
五、辣椒落花、落果、落叶的发生与防治	(285)
六、病虫害的发生与防治	(288)
第四节 人参果	(292)
一、特征特性	(293)
二、栽培系统	(293)
三、栽培技术	(294)
第十章 西北荒漠化区域葫芦科瓜菜有机生态型无土栽培 技术	(299)
第一节 黄瓜	(299)
一、温室黄瓜栽培的生物学特性	(300)
二、栽培品种	(305)

三、茬口安排与播种期确定	(305)
四、栽培系统的建立	(306)
五、栽培技术	(306)
六、黄瓜常见的生理病害	(314)
第二节 西葫芦	(316)
一、日光温室栽培的生物学特性	(316)
二、品种选择	(318)
三、栽培设施	(321)
四、育苗	(321)
五、定植及以后管理	(322)
六、病虫害防治	(323)
七、日光温室越冬茬西葫芦嫁接栽培技术	(326)
八、糠醛渣混合基质的理化性质及对西葫芦生长发育和 产量影响	(334)
第三节 西瓜	(341)
一、西瓜生物学特性	(342)
二、类型与品种	(345)
三、栽培设施	(347)
四、栽培管理技术	(348)
五、西瓜病虫害防治	(352)
第四节 甜瓜	(356)
一、设施栽培的生物学特性	(357)
二、茬口安排	(359)
三、类型与品种	(360)
四、有机生态型无土栽培设施布置	(360)
五、栽培技术	(361)
六、病虫害防治	(364)
七、甜瓜几种主要生理病害的发生原因	(366)
八、甜瓜不良营养诊断	(370)

第五节 微型南瓜	(371)
一、基质与有机肥	(371)
二、栽培槽	(372)
三、灌溉系统	(372)
四、品种	(372)
五、栽培技术	(372)
第十一章 西北荒漠化区域十字花科菜类有机型无土栽培	
技术	(375)
第一节 大白菜	(375)
一、生物学特性	(376)
二、类型与品种	(379)
三、栽培设施	(381)
四、栽培技术	(382)
第二节 甘蓝	(387)
一、生物学特性	(388)
二、类型与品种	(391)
三、甘蓝春早熟栽培技术	(392)
第三节 花椰菜	(395)
一、生物学特性	(396)
二、品种类型	(398)
三、春早熟栽培技术	(399)
第十二章 西北荒漠化区域其他菜类有机生态型无土栽培	
技术	(404)
第一节 大葱	(404)
一、生物学特性	(404)
二、类型品种	(406)
三、栽培技术	(407)
第二节 大蒜	(413)
一、生物学特性	(414)

二、大蒜栽培季节	(418)
三、大蒜品种类型	(418)
四、栽培系统	(419)
五、栽培技术	(420)
第三节 韭菜	(426)
一、生物学特性	(427)
二、类型与品种	(428)
三、栽培技术	(429)
四、精细播种	(430)
五、扣棚及管理	(430)
第四节 芹菜	(433)
一、生物学特性	(433)
二、类型与品种	(435)
三、栽培设施	(436)
四、栽培技术	(436)
第五节 菜豆	(439)
一、生物学特性	(439)
二、类型与品种	(439)
三、栽培技术	(441)
第六节 豇豆	(447)
一、生物学特性	(447)
二、类型与品种	(448)
三、栽培系统	(449)
四、栽培技术	(450)
第十三章 西北家庭蔬菜小型无土栽培技术	(457)
第一节 家庭蔬菜小型无土栽培的意义	(457)
一、陶冶情操、美化环境	(457)
二、具有实惠性	(457)
三、在中小学校中推广意义深远	(458)

四、科学研究的工具	(458)
第二节 家庭蔬菜无土栽培的设施系统	(460)
一、家庭蔬菜无土栽培的特点	(460)
二、家庭无土栽培的蔬菜	(464)
三、家庭蔬菜无土栽培的基质	(464)
四、家庭蔬菜无土栽培的方式	(464)
五、家庭蔬菜无土栽培的设施和器皿	(464)
第三节 西北家庭蔬菜无土栽培的模式	(465)
一、家庭蔬菜立体栽培架设施	(465)
二、立柱式立体栽培	(467)
三、吊袋式立体栽培	(467)
四、小型静水装置	(467)
五、报架式小型水培装置	(468)
第四节 芽苗菜家庭生产技术	(469)
一、适合家庭生产的芽菜种类及对种子要求	(469)
二、生产设备和用具	(469)
三、种子处理和播种	(470)
四、生长期管理	(470)
五、采收	(471)
参考文献	(472)