

农民致富大讲堂系列丛书



设施蔬菜无土

宿晓东 主编

栽培技术



天津科技翻译出版公司



设施蔬菜无土 栽培技术

主编 宿晓东

编者 邵玉翠



天津科技翻译出版公司

图书在版编目(CIP)数据

设施蔬菜无土栽培技术 /宿晓东主编. —天津:天津科技翻译出版公司,2009.9
(农民致富大讲堂)

ISBN 978-7-5433-2503-6

I. 设… II. 宿… III. 蔬菜—温室栽培:无土栽培 IV. S626.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 158446 号

出 版:天津科技翻译出版公司

出 版 人:蔡 颢

地 址:天津市南开区白堤路 244 号

邮政编码:300192

电 话:022-87894896

传 真:022-87895650

网 址:www.tsttpc.com

印 刷:高等教育出版社印刷厂

发 行:全国新华书店

版本记录:846×1092 32 开本 3.5 印张 62 千字

2009 年 9 月第 1 版 2009 年 9 月第 1 次印刷

定价:9.00 元

(如有印装问题,可与出版社调换)

丛书编委会成员名单

主 任 陆文龙

副 主 任 程 奕 蔡 颢

技术总监 孙德岭 王文杰

编 委 (按姓氏笔画排列)

王万立 王文生 王文杰 王正祥 王芝学

王继忠 刘书亭 刘仲齐 刘建华 刘耕春

孙德岭 张国伟 张要武 李千军 李家政

李素文 李 瑾 杜胜利 谷希树 陆文龙

陈绍慧 郭 郢 高贤彪 程 奕 蔡 颢

丛 书 前 言

为响应国务院关于推进“高效富农、产业兴农、科技强农”政策的号召,帮助农民科学致富,促进就业,促进社会主义新农村建设和现代农业发展,我们组织编写了这套农民致富大型科普丛书——《农民致富大讲堂》。

本丛书立足中国北方农村和农业生产实际,兼顾全国农业生产的特点,以推广知识、指导生产、科学经营为宗旨,以多年多领域科研、生产实践经验为基础,突出科学性、实用性、新颖性。语言通俗易懂,图文并茂,尽量做到“看得懂、学得会、用得上”。本丛书涉及种植、养殖、农产品加工、农产品流通与经营、休闲农业、资源与环境等多个领域,使农民在家就可以走进专家的“课堂”,学到想要了解的知识,掌握需要的技能,解决遇到的实际难题。

参加本丛书编写的作者主要来自天津市农业科学院的专业技术人员,他(她)们一直活跃在农业生产第一线,从事农业产前、产中和产后各领域的科研、服务和技术推广工作,具有丰富的实践经验,对

农业生产中的技术需求和从业人群具有较深的了解。大多数作者曾编写出版过农业科普图书,有较好的科普写作经验。

本丛书的读者主要面向具有初中以上文化的农民、农业生产管理者、基层农业技术人员、涉农企业的从业者和到农村创业的大中专毕业生等。

由于本丛书种类多、范围广、任务紧,稿件的组织 and 编辑校对等工作中难免出现纰漏,敬请广大读者批评指正。

丛书的出版得到了天津市新闻出版局、天津市农村工作委员会和天津市科学技术委员会的大力支持与帮助,在此深表感谢!

《农民致富大讲堂》编委会

2009年8月

前 言

无土栽培 (Soiless Culture) 又称为营养液栽培、溶液栽培、水耕、水培、养液栽培等。

无土栽培中用人工配制的培养液,供给植物矿物营养的需要。无土栽培技术在现代化农业发展中前景十分广阔,日本、荷兰、美国、英国等国家利用无土栽培技术常年生产无公害蔬菜,产量比传统的土壤栽培高出 10 倍以上。目前世界上已有 100 多个国家将无土栽培技术用于温室生产,如荷兰、英国、丹麦等国家的番茄、青瓜、甜椒等蔬菜生产几乎全部采用无土栽培技术生产;加拿大、比利时、新西兰半数以上的番茄、黄瓜等果菜类采用无土栽培技术生产;美国无土栽培的蔬菜温室面积约有 2 000 多公顷,主要采用基质栽培方式,番茄每公顷产量为 27 ~ 33 万千克,黄瓜 27 ~ 45 万千克;荷兰全国无土栽培面积约为 3 500 公顷,主要为基质栽培,番茄平均每公顷产量为 37.5 万千克,黄瓜 40 ~ 45 万千克;日本无土栽培面积为 759 公顷,目前正在扩大基质栽培面积和发展岩棉栽培。

我国设施的发展为无土栽培技术的应用开辟了新天地。近年来,由于现代农业、高效农业和新农村建设的大

力发展,截止到 2007 年底,全国园艺设施面积已达 350 余万公顷(5250 亩),其中大型连栋温室 2 万余公顷,日光温室面积 100 余万公顷,占温室和大棚等大型设施总面积的 50% 左右。

本书主要面向设施蔬菜生产科技示范户、广大蔬菜生产人员,在编写中力求内容全面,语言通俗易懂,技术实用可靠,可操作性强。本书也可供广大科技工作者、蔬菜推广人员学习参考。

本书编写过程中,参阅了有关书刊资料,并引用和摘录了某些内容和图片,在此一并向原著作者表示诚挚的谢意。由于水平所限,书中难免出现纰漏,特别是作者总结自己和农民的一些实践经验,在诠释中难免出现偏颇和谬误,谨请专家、同仁和农民朋友不吝批评指正。

宿晓东

2009 年 6 月

目 录

第一章 无土栽培概述	(1)
第一节 无土栽培技术的理论基础及发展现状	(1)
第二节 常见农业设施的概况	(4)
第三节 设施内无土栽培环境的调节与控制··	(10)
第四节 蔬菜的矿质营养失调症状的 诊断与防治	(16)
第二章 常用无土栽培技术	(23)
第一节 水培及雾培技术	(23)
第二节 基质栽培技术	(32)
第三章 设施无土栽培中营养液的配制及管理 ...	(47)
第一节 营养液的水质及化学原料	(47)
第二节 营养液的组成及用量比例	(51)
第三节 营养液的配制	(54)
第四节 营养液的使用管理	(55)
第五节 营养液配方实例	(60)
第四章 茄果类蔬菜的无土栽培技术	(66)
第一节 番茄的无土栽培	(66)

第二节 茄子的无土栽培	(70)
第五章 瓜果类蔬菜的无土栽培技术	(74)
第一节 黄瓜的无土栽培	(74)
第二节 甜瓜的无土栽培	(77)
第六章 叶菜类蔬菜的无土栽培技术	(82)
第一节 生菜的无土栽培	(82)
第二节 芹菜的无土栽培	(85)
第七章 芽菜的无土栽培技术	(89)
第一节 芽菜生产的基本设施	(90)
第二节 芽菜的生产过程	(92)
第三节 芽菜生产的关键问题	(96)
第八章 设施蔬菜无土栽培中的常见虫害及其防治	(97)

第一章 无土栽培概述

无土栽培 (Soiless Culture) 又称为营养液栽培、溶液栽培、水耕、水培、养液栽培等。

顾名思义,无土栽培就是不用天然土壤来种植植物的方法,即不用天然土壤而利用含有植物生长发育所必需元素的营养液来提供营养,使得植物能够正常地完成整个生命周期的一种种植技术。

无土栽培与常规栽培的区别是不用土壤,直接用人工配制的营养液来栽培植物。为了固定植物,增加空气含量,无土栽培大多数采用砾、沙、泥炭、蛭石、珍珠岩、岩棉、锯木屑等作为固定基质,以便有效地控制植物在生长发育过程中所需的温度、水分、光照、养分和空气等。

第一节 无土栽培技术的 理论基础及发展现状

无土栽培技术在 100 多年前是作为验证植物营养学说而被使用的。1840 年德国的李比希 (Liebig) 创立了植



物的矿质营养学说,从根本上解释了植物的营养问题。1858年 Knop 和 Sachs 制成的人工营养介质,成功地栽培了植物,证明矿质营养学说的正确性。可以说,没有无土栽培技术的应用,就难以证明矿质营养学说的正确性,其内涵也不可能得以充实和完善。而日趋完善的植物矿质营养学说作为无土栽培的理论基础,又进一步推动了无土栽培技术的发展,使得无土栽培技术从实验室走向大规模商业化应用,并发展成为一种高产、优质、高效作物生产的先进农业生产技术。

无土栽培技术在现代化农业发展中前景十分广阔。蔬菜是目前国内外进行无土栽培最多的作物。以番茄的数量为最多,其次是黄瓜、莴苣、甜椒,此外还有茄子、节瓜、西葫芦、鱼翅瓜、芹菜(本芹和西芹)、蕹菜、青梗白菜、芥菜等等很多品种。

日本、荷兰、美国、英国等国家利用无土栽培技术常年生产无公害蔬菜,产量比传统的土壤栽培高出 10 倍以上。目前世界上已有 100 多个国家将无土栽培技术用于温室生产,如荷兰、英国、丹麦等国家的番茄、青瓜、甜椒等蔬菜生产几乎全部采用无土栽培技术生产;加拿大、比利时、新西兰半数以上的番茄、黄瓜等果菜类采用无土栽培技术生产;美国无土栽培的蔬菜温室面积约有 2 000 多公顷,主要采用基质栽培方式,番茄每公顷产量为 27 ~ 33 万千克,黄瓜 27 ~ 45 万千克;荷兰全国无土栽培面积约为 3 500 公顷,主要为基质栽培,番茄平均每公顷产量为 37.5 万千

克,黄瓜 40~45 万千克;日本无土栽培面积为 759 公顷,目前正在扩大基质栽培面积和发展岩棉栽培。

我国无土栽培的研究和生产始于 20 世纪 80 年代。无土栽培的作物包括蔬菜、花卉、西瓜、草莓等 20 多种。北京的蛭石袋培与有机基质培,江苏的岩棉培和简易 NFT 培,浙江的稻壳熏炭基质培和深水培,深圳、广州的深水培和椰壳渣基质培等均各具特色。由中国农业科学院蔬菜花卉研究所开发的无土栽培芽苗菜的生产也发展很快。

我国设施农业的发展为无土栽培技术的应用开辟了新天地。近年来,由于现代农业、高效农业和新农村建设的大力发展,截止到 2007 年底,全国园艺设施面积已达 350 余万公顷(5 250 万亩),其中大型连栋温室 2 万余公顷,日光温室面积 100 余万公顷,占温室和大棚等大型设施总面积的 50% 左右。

设施农业生产效益逐年提高。据农业部门统计,2005~2007 年日光温室蔬菜生产亩年纯收入超过 2.5 万元(高的达到 3 万元以上),塑料大棚亩年纯收入超过万元,中小棚产值在 8 000 元以上。如山东省全省农民纯收入的 32.6% 来自设施蔬菜栽培。

但是我国设施农业土壤栽培生产中也存在肥料利用率低、产量低、品质差等问题。设施土壤栽培受土壤和环境影响比较大,肥料利用率不足 50%,肥料大量流失影响生态环境。不能发挥作物最大生产潜力,产量水平低。同时长期连作使土传病害增多,消毒不及时会使作物生长受



到严重影响。长期连作还会出现表层土壤积盐、土壤次生碱化和盐渍化问题。

设施农业无土栽培技术的发展不仅可以避免或克服土壤连作障害,而且能够加强资源的集约和能源合理高效利用,大幅度提高农业生产力,使单位面积的产出成倍乃至十几倍地增长。它具有高投资、高产出、高效益、少污染特点,符合现代化农业可持续发展的需要。

因此,设施栽培中应用无土栽培可以发挥更好的作用。无土栽培技术的出现,也使人类获得了包括无机营养条件在内的,对作物生长全部环境条件进行精密控制的能力,从而使得农业生产有可能彻底摆脱自然条件的制约,完全按照人的愿望,向着自动化、机械化和工厂化的生产方式发展。

第二节 常见农业设施的概况

无土栽培需要在农业设施中进行,我国目前常见到的农业设施有温室、日光温室、大棚等。

一、温室

用透光覆盖材料做外围护结构密封件,让绝大部分太阳短波辐射透入,阻止绝大部分地面长波辐射透出,起到蓄热升温与保温作用。可供冬季作物栽培的建筑设施统称为温室。

(一) 温室分类

按无土栽培用途可分为:生产温室、试验研究温室、观赏温室与庭院温室。按加温与否可分为:加温温室、不加温温室。按室内的环境温度可分为:高温、中温、低温温室与冷室。高温温室冬季温度一般保持在 $18^{\circ}\text{C} \sim 33^{\circ}\text{C}$, 主要用于热带、亚热带作物栽培;中温温室冬季一般保持在 $12^{\circ}\text{C} \sim 28^{\circ}\text{C}$, 适于种植喜温瓜果类作物;低温温室冬季一般保持在 $5^{\circ}\text{C} \sim 18^{\circ}\text{C}$, 主要用于种植叶菜类作物;冷室冬季一般保持在 $0^{\circ}\text{C} \sim 5^{\circ}\text{C}$, 主要用于贮存暖温带及盆栽植物越冬时用。按覆盖材料可分为玻璃温室、硬质塑料或聚酯板温室、塑料薄膜温室。

(二) 温室常用结构形式及性能特点

1. 单坡面温室

屋脊东西向,坡面朝南,北面用砖墙承重。在屋面设有苇箔、草帘保温,夏季竹帘遮阳。屋面用玻璃覆盖材料,透光、保温、抗风性能较好,一般跨度为6米左右。冬季管道煤火加温,主要用于北方冬季蔬菜或花卉越冬生产或春提前育苗。单坡面玻璃温室由于建造费用高,保温尚不足,在北方冬季不加温时,不能满足一般无土栽培作物生产要求。

2. 双坡面温室

双坡面及侧墙均为玻璃等硬质透光覆盖材料。主要特点是采光量大,通风效果良好,净空较高栽培管理方便。缺点是散热面大,保温性差。主要用于南方科研蔬菜育苗



或花卉越冬栽培,真正在大规模生产上使用得较少。

3. 连栋温室

为了降低造价,增大温室规模,提高土地利用率,将两栋或两栋以上的单栋温室在屋檐处连在一起,去掉中间隔墙,加上天沟等就构成了连栋温室,如图 1-1。连栋温室保温性好,便于操作管理,但通风换气效果较差,应加强天窗与侧窗间的自然换气或增设机械强制换气,必要时夏季增设湿帘风机降温。连栋温室根据屋脊走向有东西与南北向布置。随着无土栽培生产的产业化、现代化,我国大型连栋温室,特别是大型连栋塑料温室在华北及华中、华南地区得到了迅速的发展。现代化的大型连栋温室,还可

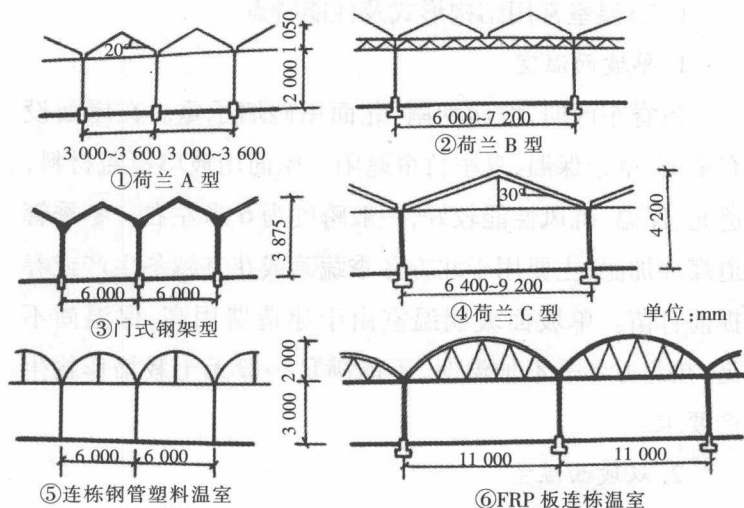


图 1-1 连栋温室示意图

实现温室综合环境智能化控制,实现高产、优质、高效栽培。

二、日光温室

日光温室是在一面坡温室的基础上,加大温室后坡仰角增加进光量,同时增设保温被、防寒沟等严密的保温设施,冬季室内气温达到 $8^{\circ}\text{C} \sim 28^{\circ}\text{C}$,靠日光能维持冬季蔬菜生产的温室。

日光温室的特点是结构简单,便于建造,投资较省;采光性好,较普通连栋温室光照量高 $30\% \sim 40\%$;保温性好,夜间室内外温差可达 25°C 左右;面积适中,便于农户栽培管理,如图 1-2。近 20 年来,日光温室的结构、保温设施及配套的栽培技术逐步完善。

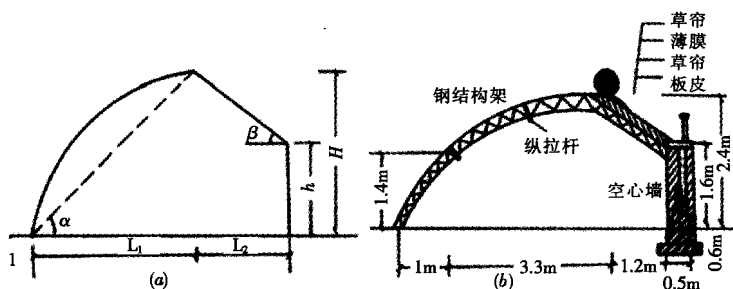


图 1-2 日光温室结构示意图

日光温室的建筑结构如图所示。日光温室应选在背风向阳、无建筑物遮挡、无有害气体和粉尘污染的地方。坐北朝南、东西延长,低度地区可偏东 5° 布置,高纬度地