

HUAHUI WUTU ZAIPEI JISHU

花卉 无土栽培 技术

王明启/主编



切花

盆花

盆景

草坪

观叶植物

观果植物

无土栽培原理

无土栽培基质

无土栽培营养液

无土栽培育苗技术



辽宁科学技术出版社

LIAONING SCIENCE AND TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

花卉无土栽培技术

王明启 主编

辽宁科学技术出版社

·沈阳·

图书在版编目 (CIP) 数据

花卉无土栽培技术/王明启主编. - 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2001.1

ISBN 7-5381-3285-6

I. 花… II. 王… III. 花卉-无土栽培 IV. S680.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 42678 号

出 版 者: 辽宁科学技术出版社

(地址: 沈阳市和平区十一纬路 25 号 邮编: 110003)

印 刷 者: 朝阳新华印刷厂

发 行 者: 各地新华书店

开 本: 850mm×1168mm 1/32

字 数: 220 千字

印 张: 10.125

印 数: 1~5000

出版时间: 2001 年 1 月第 1 版

印刷时间: 2001 年 1 月第 1 次印刷

责任编辑: 吕忠宁

封面设计: 庄庆芳

版式设计: 于 浪

责任校对: 立 岩

定 价: 15.00 元

邮购电话: (024) 23284502

本书编写人员

主 编 王明启

副主编 彭立新 陶正平 张 波 冯丽芝

编著者 (按姓氏笔画为序)

王明启 王 姝 冯丽芝 张 波 陈晓奎 陈 磊
金研铭 洪 艳 陶正平 聂树颖 彭立新 蔡兰萍

前 言

自古以来，人们养花、种花都离不开土壤。然而随着科学技术的进步，花卉无土栽培技术日臻完善和普及。无土栽培的花卉以其优质高雅、清洁卫生、节约肥水等特有的优点，越来越受到广大花卉生产者爱好者的欢迎。

花卉无土栽培是国际上较先进的栽培技术和流行趋势，许多发达国家（如荷兰、美国、日本、新加坡等）生产的温室花卉相当一部分是用无土栽培技术生产的。我国在这方面起步较晚，广大生产者和花卉爱好者至今对它的了解甚少。为了进一步普及花卉无土栽培知识和技术，推动我国花卉业上水平，产品上档次，满足广大爱好者的实际需要，我们在参阅大量文献资料的基础上，结合作者多年科研和实际工作经验，编著了《花卉无土栽培技术》一书。

本书内容包括概述、花卉无土栽培原理、基质、营养液、无土栽培的类型及设施、花卉无土育苗技术、切花无土栽培生产技术、盆花无土栽培技术、观叶植物无土栽培技术、观果植物无土栽培技术、盆景无土栽培技术、无土草坪生产及建坪技术、屋顶花园无土绿化技术、观赏水草无土种植技术共十四章。书中配有大量插图和表格，力求通俗、直观、科学和实用，可供广大花卉生产者和爱好者使用，亦可供有关科研、教学人员参考。

由于作者水平所限，书中不足及疏漏之处在所难免，敬请专家和花卉爱好者批评指正。

编著者

目 录

第一章 概述	1
一、无土栽培的概念	1
二、无土栽培的历史与现状	1
三、花卉无土栽培的特点及发展趋势	4
四、无土栽培的分类	7
第二章 花卉无土栽培原理	9
一、根系的结构与功能	9
二、矿质营养及其生理功能	17
三、花卉的营养元素缺乏或过量症状	22
第三章 花卉无土栽培基质	25
一、基质的作用和要求	25
二、基质的性质	26
三、基质种类及其性质	32
四、基质的消毒	40
第四章 花卉无土栽培营养液	42
一、营养液的组成和要求	42
二、营养液的制备与调整	48
三、营养液的使用与管理	52

第五章 花卉无土栽培的类型及设施	57
一、基质栽培	57
二、岩棉栽培	60
三、营养液膜栽培方式 (NFT)	61
四、深液流栽培方式 (DFT)	63
五、家庭水培方式	64
六、有机生态型无土栽培	67
第六章 花卉无土育苗技术	70
一、播种育苗	70
(一) 种子发芽所需的环境条件	70
(二) 育苗前的准备	71
(三) 种子处理	72
(四) 播种育苗方式	72
(五) 营养液及其供给	75
(六) 育苗期的环境调控	76
二、扦插育苗	77
(一) 扦插的种类及方法	77
(二) 扦插基质	79
(三) 影响扦插生根的环境条件	79
(四) 植物生长素类在花卉扦插上的应用	80
三、组织培养育苗	81
第七章 切花无土栽培生产技术	88
一、现代月季	88
二、菊花	100
三、香石竹	106
四、唐菖蒲	112
五、非洲菊	117

六、百合	121
七、郁金香	126
八、安祖花	128
九、六出花	131
十、鹤望兰	136
十一、马蹄莲	139
十二、锥花丝石竹	142
第八章 盆花无土栽培技术	146
一、君子兰	146
二、仙客来	149
三、瓜叶菊	152
四、报春花	154
五、蒲包花	157
六、小苍兰	159
七、中国兰花	161
八、水仙花	166
九、蟹爪兰	168
十、白兰花	170
十一、杜鹃花	172
十二、山茶花	174
十三、米兰	177
十四、一品红	178
十五、茉莉花	180
第九章 观叶植物无土栽培技术	183
一、巴西木	183
二、发财树	185
三、鹅掌柴	186

四、变叶木	188
五、袖珍椰子	189
六、散尾葵	191
七、金边富贵竹	192
八、龟背竹	194
九、绿巨人	196
十、广东万年青	198
十一、红苞喜林芋	199
十二、花叶芋	202
十三、绿萝	204
十四、孔雀竹芋	205
十五、花叶竹芋	207
十六、豆瓣绿	208
十七、常春藤	210
十八、火剑凤梨	211
十九、吊兰	212
二十、肾蕨	214
第十章 观果植物无土栽培技术	217
一、石榴	217
二、无花果	219
三、南天竹	221
四、火棘	223
五、山楂	224
六、金橘	227
七、佛手	230
八、冬珊瑚	231
九、五色椒	233
十、观赏番茄	235

第十一章 盆景无土栽培技术	238
一、盆景无土栽培的优点	238
二、盆景无土栽培技术	239
三、几种树桩盆景的无土栽培	245
(一) 五针松	245
(二) 水杉	246
(三) 梅花	248
(四) 榕树	251
(五) 雀梅	252
(六) 菊花	254
第十二章 无土草坪生产及建植技术	257
一、概述	257
(一) 草坪的含义及类型	257
(二) 草坪草的特性和种类	259
二、无土草坪生产技术	261
(一) 草坪植生带的生产及建坪技术	262
(二) 无土草坪(皮)的生产及建坪技术	263
(三) 无土草坪砖的生产及建坪技术	265
(四) 活动草坪的培育与养护技术	266
第十三章 屋顶花园无土绿化技术	268
一、概述	268
(一) 屋顶花园及其历史	268
(二) 屋顶花园的类型	271
(三) 屋顶花园(绿化)的功能作用	272
二、屋顶花园(绿化)的种植设计	274
(一) 屋顶花园(绿化)的种植形式	274
(二) 屋顶花园(绿化)种植区的构造层	276
(三) 屋顶花园(绿化)植物选择	278

三、屋顶花园（绿化）植物无土栽培技术	279
第十四章 观赏水草无土种植技术	282
一、概述	282
二、观赏水草的繁殖	284
三、观赏水草的种植及管理	285
（一）种植水草的设备	285
（二）水草种植的方法	286
（三）水草的管理	288
附录	306
一、常用元素原子量表	306
二、常用化肥供给的主要元素、百分含量及换算系数	307
三、硝酸钙的简易自制方法	309
四、EDTA—Fe 及其他金属螯合物的自制方法	310
五、尿甲醛缓效氮肥的自制方法	311
参考文献	313

第一章 概 述

一、无土栽培的概念

无土栽培又称水培或营养液栽培等，是一种不用土壤而用营养液及其配套设施栽培作物的农业新技术。大多数水培中为了固定植株、增加空气含量，又采用沙、砾、泥炭、蛭石、珍珠岩、岩棉或锯末等作固体基质，再加入一些植物生长所需要的营养物质，故又称沙培、砾培、泥炭培、蛭石培、珍珠岩培、岩棉培、锯末培等等。

无土栽培“*Soilless Culture*”，是指不用土壤，而用无机营养液或化学惰性物质做栽培基质，然后浇灌完全营养液的一种科学栽培植物的方法。无土栽培与传统的土壤栽培相比，具有产量高、品质好、无公害、无污染、无杂草危害、节省土地、节省水肥等优点。无土栽培又被称为宇宙科学技术，它节省劳力，经济效益高，摆脱了土壤栽培的种种局限，可用于开发沙漠、盐碱地、岛屿、荒山、水面、宇宙空间，从而扩大了作物的栽培领域。无土栽培是继 20 世纪 60 年代世界农业上的“绿色革命”之后，兴起的一场新的“栽培革命”。当前无土栽培主要用于作物的育苗、温室大棚花卉和蔬菜的栽培。随着研究的深入，无土栽培技术将日臻完善，无土栽培的应用范围将不断扩大。

二、无土栽培的历史与现状

自从人类有种植历史以来，农业作物都是在土壤上种植的，农业离不开土壤，英文中农业一词就是由 *Agri*（土壤）和 *Cul-*

ture (栽培) 合成的 Agriculture。可见农业和土壤是密不可分的。而无土栽培离开了土壤，所以说它是农业的一场革命。但这场革命的发生并不是突如其来的，而有其发展的历史过程。

早在几个世纪以前，国内外就有用水来培养和研究植物的记载，如生豆芽、养蒜苗、养水仙花和风信子等，都可算作简易的无土栽培，但以上栽培方法，主要是靠植物自身贮存的营养来维持生长，因此这是一种原始的、不完全的无土栽培形式。

1648 年，比利时科学家霍尔蒙特通过栽培试验得出“植物从水中获得生长所需物质”的结论。1699 年，英国科学家伍德华德用 3 种不同的水，雨水、河水和花园土浸出的水来培养薄荷，结果花园土浸出的水种植的薄荷生长最快，因此得出结论：植物的生长是由土壤中某些物质决定的。1840 年，德国科学家李比希提出了植物矿质营养学说，成为无土栽培的理论基础，并且被以后的科学家所证实和应用。

1859~1865 年，德国科学家萨奇斯和克诺普首次进行无土栽培的精确实验，用无机盐制成的人工营养液栽培植物获得成功，他们将这种方法称为水培，萨奇斯和克诺普被公认为是无土栽培科学的奠基人。

1929 年，美国加利福尼亚大学教授格里克在进行植物营养的大规模试验研究中，用营养液种植出高达 7.5 米的番茄，单株收果 14 千克，为无土栽培商业化生产做出了贡献。此外在美国相继出现了“水培法”、“沙培法”和“砾培法”。同时栽培作物的种类也由番茄扩展到萝卜、黄瓜、生菜和多种花卉。这些技术很快传到日本、印度和欧洲一些国家，使无土栽培技术得以迅速发展。

1950 年日本开始用无土栽培种植室内植物。1965 年英国库珀发明了营养膜 (NFT) 技术，1969 年丹麦的 Grodan 公司开发的岩棉栽培技术，极大地推动了无土栽培在世界范围内的发展。

60~70 年代以后，随着各国温室面积的增加，温室土壤栽

培面临连作导致病虫害严重、土壤蒸汽消毒耗能太大及对环境的污染等一系列问题的出现，越来越多的温室经营者开始采用无土栽培技术，从而使无土栽培进入了高速发展的时期。

目前，世界上有 100 多个国家和地区在蔬菜、花卉、果树、药用植物等栽培方面应用了这一技术。如美国、荷兰、英国、丹麦、意大利、德国、日本、新加坡、科威特等都在国内大规模进行无土栽培生产。随着现代工业技术的发展，尤其是电子计算机等一系列先进设备的应用，使无土栽培配套技术更为先进和自动化。如荷兰全国近 1 万公顷的温室面积，几乎全部实现无土栽培生产，大部分实现了电脑控制，达到了现代化、自动化生产管理水平。

另外，利用无土栽培技术生产花卉、苗木也是当今社会的一大热门，如美国、荷兰、法国、意大利等国家都有相当规模的花卉工厂，利用无土栽培技术来生产香石竹、郁金香、月季、菊花、仙客来、唐菖蒲等花卉，畅销世界各地。

我国无土栽培始于 1941 年，俞诚如和陈怀圃著书《无土种植浅说》（上海中国化学工业社印行）。1945 年美军在南京用无土栽培法生产蔬菜，马太和在沙窝苗圃向技术人员介绍无土栽培。70 年代首先在大田作物的水稻无土育秧和蔬菜无土育苗方面开展了研究和推广，在生产上取得了较好的效果。1980 年全国成立了蔬菜工厂化育苗协作组，其中无土育苗技术是该协作组的研究内容之一。其中，山东农业大学园艺系蔬菜教研室、沈阳农业大学园艺系、北京农业大学、南京农业大学以及中国农科院蔬菜花卉研究所、上海农科院园艺研究所等单位，近十几年先后进行了无土栽培设置形式、基质理化性状、NFT 以及营养液配制、不同蔬菜和花卉无土栽培技术等方面的研究，都取得了可喜的成果。这些开拓性的工作，将为今后无土栽培在我国的发展奠定良好的基础。

我国无土栽培技术的研究和应用，虽然起步较晚，但它作为

一项新技术已引起了农业界和各级领导的高度重视，在借鉴国际栽培经验和研究成果的基础上，我国科技工作者在进行理论研究的同时，根据不同作物对营养的需要，研制出多种营养液专用配方和相应的配套技术。同时在大中城市建立一批无土栽培示范生产基地，使我国无土栽培技术的推广和应用进入了新的阶段。随着我国“四化”建设的迅速发展，无土栽培这一技术“新星”，必将为我国的农业现代化做出贡献。

三、花卉无土栽培的特点及发展趋势

花卉无土栽培是在土壤栽培的基础上发展起来的现代农业高新技术，它与植物生理、植物营养、花卉栽培、生态、物理、化学、设施园艺、机械工程、电子等多学科均有密切关系。作为一项新的农业技术措施，是否具有优越性和发展前途，主要取决于它是否能提高作物产量，改善品质，降低生产成本，节省工料，简化栽培程序以及有利于实现生产规模化、现代化和自动化等等。经国内外无土栽培试验研究所取得的结果和生产实践证明，花卉无土栽培与常规土壤栽培相比有许多优点，归纳起来有以下几方面。

1. 生长快，产花量高，品质好

无土栽培的花卉由于通气好，水肥营养充足，因而花卉植物生长快，产花量高，品质好。如无土栽培的香石竹花期长，产花多，香味浓，植株下部叶片保留时间亦长，上等品率高。水培栽培的仙客来花丛直径可达 50 厘米，花朵高度达 40 厘米，一株同时可开 20 朵以上，一年可开 130 朵，也易安全度过夏季高温。

2. 节约肥、水、劳力

土壤栽培花卉由于水分的蒸发、流失和渗漏，被植物吸收利用的只是很少一部分，水分消耗量要比无土栽培大 7 倍左右。无土栽培可避免这些现象，节约大量水分。土壤栽培情况下，在土壤中施用的肥料极易被土壤固定或流失，而无法被植物吸收利

用，据估计一般养分的损失达一半以上，且因失去的元素不同，造成养分不平衡。而无土栽培则是按花卉植物的需要配制的营养液，并在不渗漏的容器中栽培，所以损失极少。

无土栽培离开了土壤，简化了土壤栽培中整地、做畦、中耕、除草等工序，而且一般都有自动化、现代化管理设备，因此大大减少了劳动强度，节省了劳力。

3. 清洁卫生，病虫害少

土壤栽培多采用有机肥，既不卫生，又易传染病虫害。无土栽培中，供应花卉植物生长的元素是由无色无味的无机盐类提供的，因此生产出的花卉产品清洁卫生，病虫害轻微或无病虫害。尤其家庭养花采用无土栽培方式，保证了家庭环境的清洁和卫生。

4. 扩大了花卉栽培区域和空间

土壤栽培花卉需要选择优良的水土条件，受地域环境的限制性很大。而花卉的无土栽培一般不受水土条件的限制，栽培地点选择的余地大。空闲荒地、沙滩、盐碱地、山岭薄地等均可建造温室或大棚，进行无土栽培生产。大城市的楼顶、阳台等地，也可以进行无土种植。另外，在温室或室内可发展立体栽培，以充分提高有效空间的利用率和生产潜力。

5. 有利于实现花卉栽培的自动化和工厂化

无土栽培脱离了土壤，简化了栽培程序，便于栽培设置、操作管理向自动化、现代化的方向发展。如荷兰大部分温室已实现了无土栽培生产的自动化管理。皮托桑花木公司有 8000 米² 温室盆花无土栽培，每年可生产盆花 30 万盆，产值达 180 万美元。但整个生产只需 3 个工作人员管理，由此可见其栽培管理达到相当高的自动化程度。花卉采用无土育苗和组培育苗等方式，能迅速繁殖苗木，实现工厂化生产。

以上介绍了无土栽培的优点，但也必须看到它对设施条件和技术条件有一定的要求，而且要求社会化生产达到一定的高度，

只有具备这些条件，才能充分发挥无土栽培的优势。无土栽培除需要有性能良好的保护地设施外，还需要一些专门设备，以保证营养液的正常供给及调节。例如，采用循环供液法时，就必须有贮液槽（池）、营养液循环管道、抽水泵及定时器等。无土栽培中营养液的配制和管理需要操作人员具有专门的技术和相应的测定仪器，如电导仪、pH 值测定仪等。此外，无土栽培需要一次性投资较大，而且要求有较高的社会化生产体系相配套，即与此相适应的产、供、销体系和规模化、专业化生产形式相配套。这是我国当前难以快速、大规模发展无土栽培存在的现实状况。

那么，无土栽培在我国的发展前景如何？前已述及无土栽培是一项高新技术，与传统的土壤栽培相比，它具有明显的高产、优质、高效的特点，国内外的实践已证实。在农业生产高速发展的今天，无土栽培技术已成为 21 世纪农业发展的重要方向。随着我国农业生产的迅速发展，科技和条件的不断改善，对花卉产品种类和质量的要求不断提高，越来越要求生产专业化、规模化、商品化和程序化、自动化、系统化。因此，无土栽培技术在我国同样有广阔的发展前景。

目前，从国际上花卉生产和消费的趋势看，无论是鲜切花生产，还是盆花和观叶植物生产均以无土栽培为主要方式。荷兰生产的温室花卉几乎全是用无土栽培技术生产的。欧共体已通过正式文件，到 2000 年温室生产全部改用无土栽培。美国的无土栽培自 1973 年进入商品化生产以后，将无土栽培技术定为十大技术之一，建立大规模无土栽培基地 30 余处。其他国家，如丹麦、意大利、瑞典、英国、德国、日本、以色列、科威特等国家都在国内发展了花卉、蔬菜无土栽培生产。有些国家，如美国、日本、加拿大和瑞士等要求进口的花卉盆景不能带有土壤，以免传播病虫。

我国无土花卉的生产起步较晚，产品有限。但是，花卉无土栽培作为一种新技术和发展趋势，会随着我国经济的发展、人民