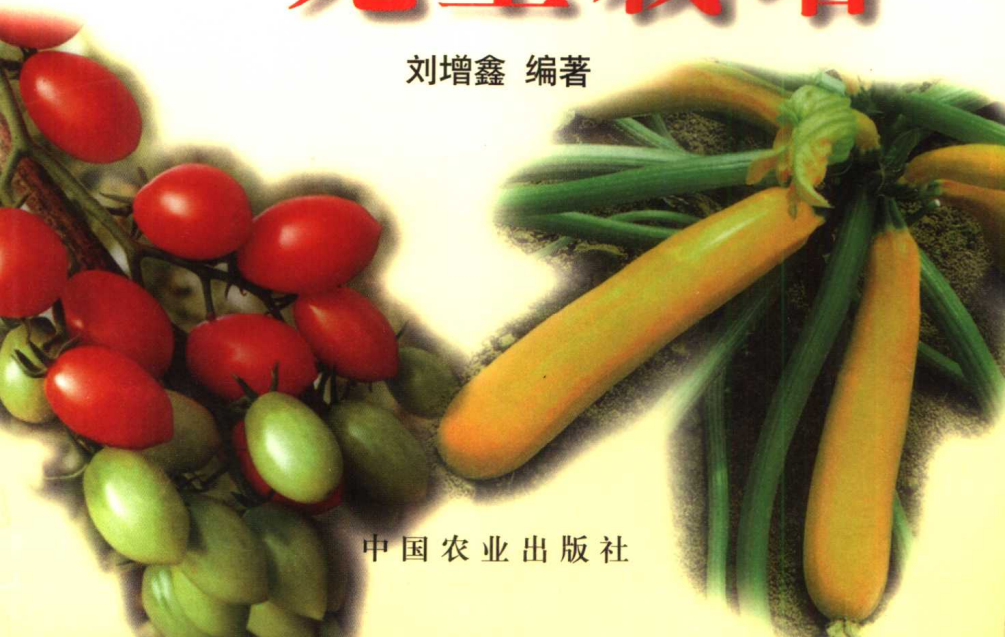




特种蔬菜 无土栽培

刘增鑫 编著



中国农业出版社

特种蔬菜无土栽培

刘增鑫 编著

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

特种蔬菜无土栽培/刘增鑫编著. —北京: 中国农业出版社, 1999.11

ISBN 7-109-05983-9

I. 特… II. 刘… III. 蔬菜, 特种-无土栽培 IV. S63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 46621 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: 沈镇昭

责任编辑 石飞华

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2000 年 1 月第 1 版 2000 年 1 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm × 1092mm 1/32 印张: 5.75

字数: 123 千字 印数: 1~10 000 册

定价: 7.50 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

本书以大量篇幅叙述了萝卜苗、苜蓿芽、菊苣、大叶芥菜、樱桃番茄、香蕉西葫芦等 30 余种特菜的无土栽培技术，其中包括无土栽培设施、适宜品种、营养液配方、营养液管理技术等。书中所介绍的无土栽培设施和管理方法完全适于中国现有的经济水平。对于无土栽培初学者来讲，是一本通俗易懂、实用性强的科技图书，对于各界从事无土栽培的同行也有一定参考价值。书中的羽衣甘蓝、紫背天葵等大部分特菜的无土栽培技术在国内外尚属首次报道。

前 言

蔬菜无土栽培技术是近百年来世界设施园艺研究和发展的主攻方向之一,是蔬菜栽培技术最先进、资本最集约的生产方式。世界上先进国家已进入普及推广阶段。近年来中国随着改革开放的深入发展,以及党对农业政策的倾斜,无土栽培技术也得到迅速推广和发展,栽培面积从1989年的5公顷发展到1998年的150公顷以上。为了提高无土栽培经济效益,减少投资风险,特写此书,以满足广大读者的需要。

此书的大部分内容是笔者近年来的研究成果和实践经验总结。有关栽培设施和栽培技术部分完全适合中国国情,尤其更适于中国北方地区。书中介绍的30余种特种蔬菜无土栽培技术大部分为国内外首次报道。希望此书能为无土栽培工作者提供技术,也能为中国蔬菜无土栽培技术的发展提供有用的资料和数据,对读者能有所帮助。北京市蔬菜研究中心的刘伟女士曾与笔者共同研究特种蔬菜无土栽培技术,在此表示衷心的感谢。鉴于本人水平所限,错误之处欢迎广大读者批评指正。

刘增鑫

1999年8月

目 录

前言

一、蔬菜无土栽培发展近况	1
(一) 蔬菜无土栽培的优点和缺点	1
(二) 蔬菜无土栽培面积的发展 呈上升趋势	4
(三) 蔬菜无土栽培作物种类 与产量情况	5
(四) 无土栽培设施发展趋势	6
(五) 中国无土栽培发展近况	7
(六) 21 世纪的无土栽培	10
二、无土栽培设施种类及其结构特点	12
(一) 水培设施结构及其特点	12
(二) 基质栽培设施结构及其特点	21
(三) 岩棉培设施结构及其特点	25
三、营养液	31
(一) 关于营养液的基础知识	31
(二) 营养液配方	42
(三) 营养液配制方法	55
(四) 营养液管理	58
四、芽菜的无土栽培技术	66
(一) 芽菜生产概况	66
(二) 芽菜的种类及其营养价值	67

(三) 芽菜无土栽培生产设施	70
(四) 豌豆苗无土栽培技术	72
(五) 萝卜苗无土栽培技术	75
(六) 荞麦苗无土栽培技术	78
(七) 香椿芽无土栽培技术	79
(八) 苜蓿苗无土栽培技术	81
(九) 蕹菜苗无土栽培技术	83
(十) 红豆苗无土栽培技术	84
(十一) 小麦芽无土栽培技术	85
五、叶菜类的水培技术	87
(一) 叶菜类水培的意义及设施	87
(二) 叶菜类水培营养液管理特点	89
(三) 生菜的水培技术	90
(四) 菊苣的水培软化技术	104
(五) 水培芥蓝	106
(六) 水培菜心	108
(七) 水培油菜	111
(八) 水培小白菜	112
(九) 水培薹菜	115
(十) 水培大叶芥菜	117
(十一) 水培羽衣甘蓝	119
(十二) 水培紫背天葵	122
(十三) 水培豆瓣菜	124
(十四) 水培水芹	126
(十五) 水培三叶芹	128
(十六) 水培红莧菜	130
(十七) 水培蕹菜	132

(十八) 水培细香葱	134
(十九) 水培叶甜菜	135
(二十) 水培伏芫荽	136
六、果类蔬菜的无土栽培技术	137
(一) 樱桃番茄无土栽培技术	137
(二) 网纹甜瓜的无土栽培技术	147
(三) 香蕉西葫芦的无土栽培技术 ...	170
参考文献	175

一、蔬菜无土栽培发展近况

蔬菜无土栽培是近百年来新发展起来的一种栽培技术。这种栽培技术不使用天然土壤而使用营养液灌溉，所以也叫做营养液栽培。

(一) 蔬菜无土栽培的优点和缺点

与常规土壤栽培相比，蔬菜无土栽培有其优点，也有其缺点。

1. 无土栽培的优点

(1) 可以防止(或减轻)由于土壤连作而发生的障害，对于某些特殊作物，可以任意高度的多茬栽培、连续生产、均衡上市，提高土地利用率。众所周知，土壤连作会给作物带来种种障害，中国人民早就懂得靠土壤轮作解决这一问题。但随着耕地面积逐年减少，以及蔬菜专业化、规模化生产的发展，土壤轮作制度很难进行下去，由于重茬而发生的病害越来越严重。例如，北京市郊区的老菜区由于多年连续的生产蔬菜，土壤病害相当严重，有的地方严重到已经不能栽培露地番茄、露地黄瓜的程度；中国新疆以盛产厚皮甜瓜而闻名，但由于重茬，现在中晚熟品种的甜瓜不等成熟就会因病害而死掉。国外的土壤病害问题比中国严重得多，一般采用土壤消毒方法来防治。但是土壤消毒不仅成本高、费

工、费药，而且消毒效果也不甚理想。据日本资料表明，即使把地面 20 厘米厚的土壤换掉，土壤线虫仍可以从 20 厘米以下侵染到地表。而无土栽培由于不用土壤栽培，栽培床与土壤完全隔绝，所以可以有效地防止由于连作而发生的土壤障害，可以在同一地点周年栽培。例如，美国加利福尼亚州的“The Lettuce Factory”周年生产水培生菜，设施总面积是 1462.5 平方米，设有播种室、育苗室、栽培室、冷冻室、包装室和营养液管理室，其中栽培室面积为 1276 平方米，设施利用率高达 87% 以上。在这个温室中生产全部机械化，只有 4 人干活，一年 365 天连续生产，每天生产 2000 株生菜，每株卖 0.43 美元，年销售额达 315000 美元。另有资料报道，中国的台湾省在同一栽培床上，一年可生产小白菜等叶菜 20 茬以上，极大地提高了土地利用效率。

(2) 不论土壤理化性质怎样，也不管土壤含水量多少，都可以栽培。由于无土栽培是不用土壤的栽培，所以土壤的理化性质怎样或含水量多少都与无土栽培无关。这一点尤其适合于土质不好的盐碱地、沙地或完全没有土壤的海岛、矿山，甚至于轮船上的蔬菜生产，对于解决这些地区人民的蔬菜供应有着特殊的意义。

(3) 在管理过程中省去了中耕、除草、土壤消毒等作业，因此可以大幅度节省劳力。并且由于机械化程度高，栽培环境干净，劳动条件舒适，是解决劳动力紧张，吸引青年务农的有效方法。

(4) 产量高，品质好，无污染，无公害，商品率高，易销售。无土栽培由于可以最大限度地人为地满足作物对温度、光照、水分、养分等要求，生产出的蔬菜产量高，如荷兰无土栽培番茄年产量可达 450 ~ 600 吨/公顷。无土栽培蔬

菜不仅产量高，而且质量好，洁净、鲜嫩，是纯绿色食品，可以提高产品档次，满足出口或超级市场的需求。

(5) 节约用水。无土栽培由于与土壤隔绝，不存在灌溉时水向土壤中渗漏的问题，营养液又可以循环使用，无土栽培用水量仅为植物吸收及一部分蒸发用水，比起土培用水量要少得多。据作者试验表明，土培每 667 平方米番茄用水 462 吨，而无土栽培番茄每 667 平方米用水仅为 108 吨，比土培节约用水 3 倍。这对于节省水资源，尤其对于缺水地区的蔬菜种植业有着极其重要的意义。

2. 无土栽培的缺点

(1) 最初一次性投资大。无论采用什么方式都需要栽培设施、肥料及水等材料，与土培相比都要有一笔可观的投资。据日本资料表明，日本无土栽培设施大约每平方米 1 万日元。这对于发展中的中国当然是个天文数字。现在中国无土栽培工作者致力于减少无土栽培设施成本，开发出不少简易无土栽培设施，但 667 平方米地仍需 1 万元左右的投资。

(2) 无土栽培的管理需要一定的知识水平。由于无土栽培是一门崭新的学科，其栽培技术完全不同于土培，需要一定的文化水平才能掌握，这无疑对于无土栽培技术的推广来说是有了一定限制的因素。

正因为无土栽培技术有其优点也有其缺点，几十年来有关人士对这一技术褒贬不一。但是由于无土栽培工作者的不懈努力，又因其优点多于缺点，无土栽培技术已成为当今世界设施园艺蔬菜栽培技术研究的主攻方向之一，成为当今世界上蔬菜栽培技术最先进、资本最集中的生产方式，适合于蔬菜专业化、商品化、自动化连续生产。

(二) 蔬菜无土栽培面积的发展呈上升趋势

近些年来由于无土栽培技术的逐渐成熟和迅速发展,栽培面积也随之扩大,呈上升发展趋势。表 1 是 1995 年世界上一些无土栽培技术比较发达国家的无土栽培面积统计表。从表 1 中可以看出,荷兰的温室面积和无土栽培面积都较多,可以说荷兰是世界上园艺设施最发达的国家。其农作物的 50% 用于出口,占荷兰整个出口额的 50%。为了保护荷兰的农业地位,荷兰政府实行了对农业倾斜的优惠政策:政府对园艺设施补助费高达 2/3;天然气的价格只是工业用天然气价格的一半;设施园艺受到鼓励和保护;与其他国家相比园艺产品的收入高而稳定。荷兰 1987 年温室总面积 8900 公顷,其中 52% 用来种蔬菜,46% 用来经营花卉。蔬菜中最多的是番茄,其次是黄瓜、甜椒、草莓、茄子等。1987 年荷兰无土栽培面积为 2300 公顷,占全温室面积的 26%,到 1995 年无土栽培面积为 5110 公顷,占温室总面积的 51%,比 1987 年无土栽培面积增加 122%,发展呈上升趋势。表 2 是日本无土栽培设施种类和面积统计表。日本 1987 年无土栽培面积为 300 公顷,占温室总面积的 0.67%,1993 年无土栽培面积为 690.2 公顷,比 1987 年无土栽培面积增加 130%,发展速度之快是惊人的。欧洲现在有 14 个国家正在推广普及这一技术,无土栽培面积也呈明显上升趋势。

表 1 1995 年荷兰等国无土栽培面积情况

国名	无土栽培面积(公顷)	无土栽培占温室总面积%
荷 兰	5110	51
土 耳 其	1030	46

(续)

国名	无土栽培面积(公顷)	无土栽培占温室总面积%
法国	983	36
德国	870	19
日本	760	1~2
英国	540	18
丹麦	380	75
韩国	106	<1
中国	100	<1

表2 日本无土栽培设施种类及面积统计表

(单位:公顷)

面 积 年 份	种 类	水 培	基质栽培	岩棉培	其 他	合 计
1989年		275.0	27.0	66.1	5.3	373.4
1991年		311.3	32.5	120.0	8.8	472.6
1993年		380.8	45.7	255.9	8.6	690.2
1993年比1989年 增加的百分数(%)		38.5	69.3	287.1	62.3	84.8

注:1994年田中和夫整理资料。

(三) 蔬菜无土栽培作物种类与产量情况

表3是日本蔬菜无土栽培品种及其栽培面积统计表。从

表3 日本无土栽培蔬菜品种及其栽培面积

(单位:公顷)

面 积 年 份	品 种	番茄	黄瓜	草莓	三叶芹	生菜	葱	紫苏	萝卜	其他
1991年		209.5	22.3	21.1	102.0	17.6	20.4	4.9	11.0	17.8
1993年		211.0	14.2	29.1	90.1	21.2	39.1	12.5	13.3	109.2

注:①其他包括小番茄、茄子、苦瓜、甜瓜、辣椒、蕹菜等。

②1994年田中和夫整理资料。

表3可以看出，蔬菜无土栽培种类很多，其中最多的是番茄，而且以小番茄效益最高；其次有黄瓜、大椒、茄子、甜瓜、草莓、生菜、芹菜等。中国除上述品种外，还对中国特有的蔬菜品种，如芥蓝、菜心、油菜、豆瓣菜等也试着用无土栽培方法进行栽培。

无土栽培蔬菜的产量较高。美国全国平均每茬每667平方米产量，番茄为9000~10000千克，黄瓜为9000~15000千克，生菜为2000~3000千克。番茄667平方米产量英国为26吨/年，荷兰为30~40吨/年，日本为21~25吨/年。

(四) 无土栽培设施发展趋势

无土栽培设施现在主要有三大类，即水培、基质栽培和岩棉培。水培方式已由NFT方式向改良式NFT (Nutrient Film Technique) 或称DFT (Deep Flow Technique) 方式发展。NFT也称薄膜水培法，是英国1970年开发的。营养液顺薄膜流过，作物的根在营养液流经时吸收养分和水分。这种方法由于营养液层很薄，营养液温度、养分含量变化大，容易造成养分吸收不均匀。而且根部大部分时间暴露于空气中，容易受空气温度的影响，如果外界高温，很容易发生烧根现象。同时一旦停电停水，时间长了就有全军覆没的危险。因此在实际过程中，逐渐改良NFT方式成为DFT方式。DFT也称为深液流栽培，即把栽培床中的水位提高，一般保持5~8厘米深的营养液。这样根温不易受室温变化的影响，从而避免了根部温度的急剧变化，不仅营养液温度、养分变化稳定，而且可避免由于停电造成的危害。因而DFT成为当前水培方式发展的一种主要方式。

岩棉培是 1973 年在丹麦开始的。岩棉培可以说是无土栽培中的佼佼者,虽然历史不长,但一经问世便受到人们的普遍欢迎,在无土栽培所使用的设施中发展最快。岩棉培是以岩棉作为栽培基质的栽培方式。岩棉是工业上用的一种保温隔热材料,不过工业用岩棉属憎水型,而农业用岩棉属亲水型。本书的第二部分将较详细地介绍这一设施,这里不再详述。岩棉培现在荷兰发展最快,其 90% 以上的无土栽培都采用了岩棉培方式,1993 年普及了 3570 公顷。荷兰由于土壤蒸气消毒费用高以及土壤消毒剂溴化甲烷的禁止使用,所以岩棉培得到了发展。据资料表明,作为岩棉培这种方式,现在正在由非循环式向完全封闭的循环方式改进。这是因为非循环式排出的废液会对环境造成污染。荷兰政府计划到 2000 年前将现有的岩棉培全部改良成完全封闭的循环式。岩棉培的主要缺点,即废弃岩棉的处理问题。在荷兰,一般岩棉使用 1~2 年后就进行更新。岩棉是玄武岩经 1500℃ 高温熔化后的产物,烧不化也不腐烂,不容易处理。荷兰现在有将废弃岩棉粉碎后还回大田的做法,但这种方法也不是长久之计。有资料报道,人们正在想法利用天然材料,例如椰子壳取代岩棉。现在虽然岩棉培比水培发展迅速,但水培没有废物处理问题,因此没有废物处理的水培方式有可能再次得到发展。

基质栽培种类繁多,草炭、炉渣、炭化稻壳、锯末等或它们的混合物均可作为栽培基质。由于设施成本低,栽培技术与土培相似,故在发展中国家较受欢迎。

(五) 中国无土栽培发展近况

中国无土栽培近年来发展比较快,尤其是近 2 年来无土

栽培技术的发展出现了一个小的高潮。分析其原因有二点：

第一，随着中国改革开放的深入发展，旅游外贸经济发展很快，大饭店如雨后春笋迅速发展，经济也从内向型向外向型转化。加之，随着改革开放，中国人民的生活水平不断提高，对蔬菜的品种，尤其是品质的要求也越来越高。蔬菜生产已从过去单纯追求高产量向追求高产值、高品质的方向发展，无公害蔬菜、绿色食品的呼声越来越高。这样一些大城市的郊区，鉴于外贸出口的需要及一些涉外饭店对蔬菜收购价格高的强大吸引力，一些菜农开始把眼光转向无土栽培，进行无公害的蔬菜无土栽培生产。

第二，由于农业改革的深入进行，蔬菜生产专业化水平在不断提高，随之而来的是出现严重的土壤连作障害。中国农业科学院 2 公顷大温室，大庆油田几公顷温室都是 1985 年前后建成的。由于连作障害，土壤病害严重到不能再种黄瓜、番茄的地步，被迫改为无土栽培方式种植。而无土栽培又是当代解决土壤连作障害，生产无公害蔬菜最有效、最实际的栽培方式。1989 年，中国无土栽培面积不过 5 公顷，而 1993 年中国的无土栽培面积超过 43 公顷（表 4），1998 年中国无土栽培面积已达 150 公顷以上，而且无土栽培已经从研究阶段向生产阶段迈进。各地的蔬菜研究机关、各农业院校几乎都在进行研究。胜利油田、大庆油田、深圳、珠海、广州、长沙、杭州、山东等地的蔬菜无土栽培技术已在生产中应用并初具规模。就其栽培设施而言，中国北方主要以基质栽培为主。用 2~3 层砖砌成 10~15 厘米高，45 厘米宽的栽培床，下挖 10~20 厘米，铺一层塑料膜与土隔开，床中间放过筛炉渣或草炭等，也有以纯沙为基质的。每床上种 2 行番茄或黄瓜。中国南方主要以水培为主。东南地区的

南京、无锡、杭州多采用 NFT 方式。这种方法有的地方进展顺利，有的地方由于停电多、水质不好，也有失败的。华南地区多用 DFT 式，营养液循环使用。江苏、浙江由于湖泊多，也有采用在水面漂浮泡沫板种植生菜、空心菜的。至于岩棉培中国刚刚起步，国产农用岩棉已经问世，将为中国的岩棉培发展提供了条件。

表 4 中国无土栽培分布
(1993)

地 域	面积(公顷)	地 域	面积(公顷)
北 京	2.0	珠 海	1.0
天 津	0.5	大庆油田	2.5
上 海	3.0	胜利油田	3.0
南 京	5.0	大港油田	0.5
无 锡	2.0	海 南	1.0
常 州	1.5	新 疆	4.5
杭 州	3.5	其 他	4.0
广 东	4.0	合 计	43.0
深 圳	5.0		

注：1994 年郑光华整理资料。

中国的台湾省无土栽培总面积约 35 公顷，占设施总面积 5529 公顷的 0.63%，其中 95% 是水培。栽培主要品种有豌豆苗、生菜、小白菜、芥蓝、菠菜、苋菜等叶菜类。每 20~30 天收一茬，一年可收获 15~20 茬。设施方式主要是水培和基质栽培。水培设施为 NFT 和 DFT，基质栽培以炭化稻壳和锯末为基质。岩棉培刚刚开始。

总之，中国的无土栽培近年来得到迅速发展，面积呈上升趋势。当然比起无土栽培技术发达的国家，中国的无土栽培技术水平还处于初级阶段，还缺乏对无土栽培技术及无土