



无土栽培

北京出版社

无 土 栽 培

马 太 和

北 京 出 版 社

无土栽培

马太和

*

北京出版社出版

(北京崇文门外东兴隆街51号)

新华书店北京发行所发行

北京印刷三厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 4.75印张 93,000字

1980年12月第1版 1980年12月第1次印刷

印数 1—9,600

书号: 16071·43 定价: 0.35元

内 容 提 要

无土栽培是一门新兴的先进农业科学技术，它具有省土地，产量高，城乡都适用等优点，可用来种植蔬菜、花卉、苗木和牧草等。本书根据国外无土栽培著作及新近研究成果，并参照国内的一些试验，进行编写，简洁明了，适合我国园艺、农林工作者和城乡业余爱好者阅读并试用。

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 无土栽培的由来	(1)
第二节 无土栽培的优点	(4)
第三节 无土栽培的应用	(6)
第四节 无土栽培的推广与发展	(16)
第二章 植物是怎样生长的	(18)
第一节 生命过程	(18)
第二节 水分	(21)
第三节 光	(23)
第四节 空气	(26)
第五节 矿质盐类	(29)
第六节 对根系的支持	(31)
第三章 无土栽培方法简介	(33)
第一节 水培(狭义的)	(34)
第二节 沙培	(40)
第三节 砾培	(41)
第四节 蛭石培	(46)
第五节 石棉培	(46)
第六节 膨胀塑料培	(49)

第七节	其他方式	(50)
第四章	孟加拉法	(53)
第一节	水培容器	(53)
第二节	培养基	(59)
第三节	播种与移植	(60)
第四节	间作	(62)
第五节	施肥	(63)
第六节	浇水	(63)
第七节	基质的消毒	(64)
第八节	植物生长的适温和加温方法	(65)
第九节	机械化	(68)
第十节	简便的肥料配方	(68)
第十一节	做好记录	(70)
第五章	弗罗茨瓦夫法	(71)
第一节	容器	(71)
第二节	种植床	(73)
第三节	营养液的使用	(75)
第四节	适于水培的植物	(75)
第五节	播种	(77)
第六节	扦插	(78)
第七节	移植	(79)
第八节	管理	(81)
第六章	营养液	(82)
第一节	化学品	(82)
第二节	用于营养液的矿质盐类	(88)

第三节	营养液的组成	(90)
第四节	一些重要的营养液	(92)
1.	格里克的基本营养液	(93)
2.	特鲁法特—汉普的基本营养液	(94)
3.	道格拉斯的孟加拉营养液	(95)
4.	波斯特的营养液	(99)
5.	古明斯卡的营养液	(100)
6.	埃塔的营养液	(100)
7.	斯泰耐的营养液	(102)
8.	其他配方(32种)	(102)
第五节	肥料粉、肥料片和长效肥料	(109)
第六节	营养液的浓度和用水	(113)
第七节	营养液的酸碱度和氮、磷含量的测试	(114)
第八节	营养液的制备	(116)
第九节	营养液用量的计算和施用方法	(118)
第十节	营养液中的铁	(119)
第十一节	营养液的温度	(121)
第十二节	营养液与根的呼吸	(122)
第七章	十种植物的无土栽培技术	(125)
第一节	西红柿	(125)
第二节	黄瓜	(126)
第三节	其他蔬菜	(127)
第四节	香石竹	(129)
第五节	蔷薇	(130)
第六节	仙客来	(131)

第七节	球根、球茎和根茎植物	(132)
第八节	马蹄莲、大岩桐、石刁柏	(133)
第九节	蕨类	(134)
第十节	非洲菊和其他观赏植物	(134)
第十一节	牧草及发芽饲料	(135)
第八章	营养缺乏与病虫害的防治	(138)
第一节	营养缺乏	(138)
第二节	虫害	(140)
第三节	病害	(141)

第一章 概 述

一个西红柿重一公斤，一般一个人一次还吃不了。一棵西红柿长了七米半高，比两层楼房还高；更有高出十米的，要用三层楼高的梯子收摘果实。一棵西红柿长了两年零一个月，收获果实五千多个。一公顷西红柿一年种两季，收果实七百八十吨。这些消息好象难以置信，而这确是事实，是用无土栽培生产出来的。无土栽培还能生产出良好的花卉，如荷兰等国生产的香石竹，花朵大，香味浓，在相同的条件下能比土壤种植的提前两个月开花，在国际市场上能以高价销售。无土栽培有这么大的生产效能，真是令人惊奇。

什么是无土栽培呢？无土栽培又称水培(广义的)，是近几十年来新兴起来的一个学科和栽培技术，最近十年来尤有很大进展。现在世界上有很多国家竞相研究和采用无土栽培，美国政府把它列为现代十大技术之一，英国组织举办的国际农业展览会把它作为今后农业发展的方向。

第一节 无土栽培的由来

无土栽培就是不要土壤完全用化学水溶液培养植物。我国早就有原始的无土栽培。南方的“船户”用一个竹筏在上

面种植蔬菜，随着船舶在江河湖泊中流动，成为一个“流动菜园”；在室内，有养殖水仙和风信子的，也有把大蒜瓣放在容器内培养的，一般是利用它们自身的养分，也有加少许肥料的。这些，都可以说是原始的无土栽培。



图1-1 风信子的水培

国外也是一样。克什米尔人很早就有在水中的框架上种植蔬菜和其他作物的。墨西哥的阿兹提克，在十七世纪就已经使用类似的“漂筏菜园”了。

科学的无土栽培起源于1859年。德国科学家沙奇斯和克诺普，把化学品加到水中制成营养液培养植物，进

科学的无土栽培起源于1859年。德国科学家沙奇斯和克诺普，把化学品加到水中制成营养液培养植物，进

幼苗垫以棉花放入此孔

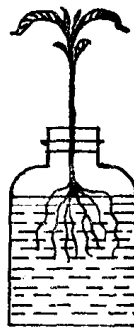
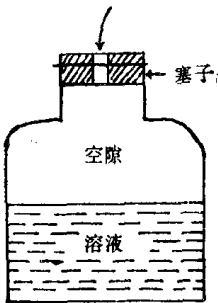


图1-2 水溶液培养

1859—1865年沙奇斯与克诺普的实验

行植物生理实验,获得了成功。1920年营养液的配制标准化,这种方法称为水培或水溶液培养,直到现在,仍被广泛用于植物的生理试验、营养试验和病理试验。1929年,美国加利福尼亚大学教授格里克博士,用水营养液种出了一株七米半高的西红柿,收果实十四公斤。并且进一步种出了第一批商品作物。格里克是第一个把无土栽培用于商品作物生产的人,他

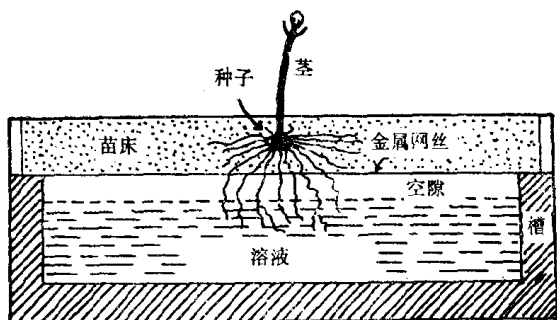


图1-3 格里克的植物无土栽培

把这种无土栽培称为水培。1933年,他申请了一个“在水中生产植物的施肥设备”的专利。1935年,在他的指导下,一些蔬菜和花卉种植者进行了较大规模的生产试验。他的成就引起了人们的广泛注意,当时美国一些报纸上以通栏大字标题报道了这一消息,并刊登了他在梯子上摘西红柿的照片。但是当时这种技术还不成熟,不能与土壤种植相竞争。过了十年,在美国的中西部出现了一种沙培和砾培的技术,同时无土栽培也传到了欧洲各国和日本、印度等国。美国泛美航空公司在太平洋中部荒芜的威克岛,用无土栽培种植蔬菜,为航空班机的乘客和服务人员定期提供新鲜蔬菜。1945年,英国空军部在哈巴尼亚和巴林群岛开始进行无土栽培。哈巴

尼亚是盟军在伊拉克沙漠中的空军基地，巴林群岛是波斯湾干旱的油田所在地。美国陆军专门有一个水培蔬菜的机构，1952年生产了三百六十万公斤新鲜蔬菜。一些工商业者也在边远地区的企业建立起无土栽培基地。美国的伊利诺斯、俄亥俄、加利福尼亚、亚力桑那、印第安那和佛罗里达等地建有大的水培场，生产食物。

1955年，在荷兰斯赫维宁根的第十四次国际园艺学会上，一些无土栽培的研究者发起成立国际无土栽培组织，同时召开了第一次国际无土栽培会议。1976年，在加那利群岛的拉斯帕尔马斯召开了第四次国际无土栽培会议，规模空前，有四十多个国家和地区的代表参加。

目前很多国家和地区都很重视无土栽培，把它作为解决食物问题的重要手段。

第二节 无土栽培的优点

无土栽培的优点首先是产量高，质量好。根据印度道格拉斯1946年到1974年的试验，无土栽培的产量较土壤种植的产量可以提高几倍、十几倍甚至几十倍。栽培作物有六十种获得成功，还有三十种初步获得良好效果。道格拉斯把无土栽培和土壤种植的产量比较列表如1-1。

从表中的比较可以看出，无土栽培的结果是比较令人满意的。但因印度的种子质量不好，产量没有达到应有的水平。根据在英国、美国和南非的试验结果，每公顷西红柿的产量为750,000公斤（折合每亩5万公斤），现在更有接近

表1-1 无土栽培和土壤种植的产量比较 单位：斤/亩

作物	土壤种植的	无土栽培的	无土栽培比土壤种植的产量提高倍数
水稻	146	1,734	10.8
土豆	3,200	22,667	6.0
玉米	230	1,174	4.1
大豆	90	227	1.5
燕麦	125	440	2.5
甜菜	1,320	2,934	1.2
豌豆	290	2,000	5.8
西红柿	3,334	66,667	19.0

800,000公斤的。格里克博士用无土栽培种植的土豆每公顷产2,244石，而土壤上的平均产量只有104石。

无土栽培的产品质量好，以西红柿为例，与土壤栽培的产品相较，颜色鲜艳，外观好看，味道甜，维生素C的含量约高30%，维生素A也有增加，矿物质的含量也高。

其次是无土栽培不受地方的限制。可以用于一般农业或园艺不能进行生产的地方。规模可大可小。大则可以集约化、专业化、工厂化。意大利西西里有欧洲最大的水培工厂，温室的面积为50,000平方米。美国亚力桑那的格伦代尔，有世界最大的水培农场，总面积有93,600平方米。小则可以一家一户，一坛一罐。居住城市的人，利用窗台、阳台、走廊等处就能种植蔬菜和花卉，既可随时提供新鲜蔬菜，又美化环境。农村住户更有方便条件进行无土栽培。沙漠、戈壁、山区的不毛之地和荒漠地区，不能用于一般的农业生产，但无土栽培可以大显身手。不少阿拉伯国家在沙漠地区建有水培农场，进行生产。

第三是无土栽培可以减少病虫害。植物的病虫害大都是从土壤传播的，无土栽培离开了土壤，由土壤引起的病虫害大都可以避免。

第四是节省肥料和水。在土壤上种植作物，养分的损失一般达40~50%，水分有很大部分渗漏流失。而无土栽培，养分是在容器中，可以不损失或很少损失，一般不超过10%。水分也很少渗漏流失。根据日本对甜椒的试验，生产一公斤甜椒消耗水60升，为土壤种植水分消耗的二分之一到三分之一。

第五是清洁卫生，无不良气味。农田施用的肥料有很多粪肥和堆肥等，病菌多，有臭味。无土栽培所用的肥料是工业化学品或农用化肥，既无病菌，一般也没有不良气味，不会有什么危害。

第六是节约土地面积。例如南非用发芽饲料饲养绵羊，在520平方米(约0.8亩)的面积上种植青饲料，养羊250只。假如用传统的方法，则需要2.5公顷(合37.5亩)的面积。对于生产粮食、蔬菜等食物也是一样，在小的土地面积上生产出足够的食物，就可以节省大量土地，因而可以少开垦或不开垦荒地，避免生态平衡的破坏和环境的污染。

另外，无土栽培没有杂草，无重体力劳动，年老体弱的人也可以从事无土栽培。如用标准化方法和自动化操作，则更可以轻松愉快地进行。

第三节 无土栽培的应用

无土栽培最初是由种植蔬菜发展起来的，但今天它可以

应用到很多方面。

1. 生产粮食。

粮食是人类生活所不可缺少的东西。现在世界上人口增长很快，有千百万人缺乏食物，饥饿和营养不良成了非常现实的问题。据推算，在约两千年以前，全世界人口不超过两亿五千万；到十七世纪，这一数字增加了一倍，成为五亿；到十八世纪中叶又增加了一倍，成为十亿；到1930年又增加了一倍，成为二十亿；到现在，几十年的时间内又增加了一倍，成为四十亿。联合国报告指出，到2000年将达到六十五亿。人口增加得这么快，耕地面积却在大大减少。这是由于城市发展、修建房屋、开辟道路、工厂建设等方面需要占用土地。以英国为例，每年要减少五万英亩农田。我国二十年来减少耕地一亿八千万亩，相当于四川、广东、广西三个省耕地的总和。北京市三十年来减少耕地二百七十万亩，约占原有耕地的30%。虽然采取很多措施，增加食物生产，但仍赶不上需要。采用无土栽培来种植水稻、小麦等粮食作物，很可能是解决人类食物问题的一个好办法。它占地少，更多地利用了时间和空间，也就等于扩大了耕地面积。

2. 生产蔬菜。

无土栽培可以种植西红柿、黄瓜、茄子、辣椒、莴苣、芹菜、白菜、土豆等各种蔬菜。据美国雷丁大学园艺系的试验，砾培的西红柿，一级品平均占75%，比土壤种植的多半倍，而且香味好，耐贮藏。根据格里克的分析，水培西红柿比土壤种植西红柿的矿物质含量也高出很多，如表1-2。

表1-2 不同种植法西红柿矿物质含量之比较

种 植	新鲜西红柿的元素含量 (鲜重的%)				
	钾	磷	镁	硫	钙
土壤种植	0.99	0.21	0.05	0.06	0.20
水 培	1.63	0.33	0.10	0.11	0.28

现在有很多国家和地区，无土栽培生产的蔬菜已占相当比重。古巴哈瓦那有一个砾培蔬菜工厂，供应整个哈瓦那的西红柿和黄瓜。美国、荷兰、丹麦、意大利等国都用无土栽培生产出大量的蔬菜。许多国家不仅有大的水培蔬菜工厂，而且家庭水培温室也发展很快。如加拿大从1975年以来，就出现了很多家庭水培温室。有的公司专门生产家庭水培温室设备，有各种不同的规格。

加拿大生产的家庭温室为一铝框子，上盖瓦楞纤维玻璃板，内有水培设备，温度自动控制，用滴灌砾培，通气良好，冬季加用日光灯补光。以1012规格的设备为例，它长3.7米，宽3.2米。有三个苗床，中间的床可种西红柿20棵，两茬收136公斤。边床的内侧种黄瓜12棵，每年种三茬，可收黄瓜432条。边床外侧种莴苣48棵，每年种六茬，可收288棵，还可在黄瓜行内间种36棵，四茬收144棵，西红柿行内间种20棵，四茬收80棵，共收512棵。总收入约合人民币1,058元，除去各种费用和折旧费，纯收入约合人民币500元。

3. 种植园林植物。

用无土栽培种植的花卉，比土壤上的远为优越。如香石

竹，用水培的有强烈香味，能长时间维持其品质，不木质化，不象土壤上种植的那样容易失去其下部的叶子。水培的每株每年平均开九朵花，土壤上的只有五朵。水培的香石竹很少劈裂，劈裂数一般不高于8%，而土壤上的劈裂数高达90%。在同样条件下，水培的香石竹比土壤种植的能提早开花，获得好的价格。再如仙客来，在水培中生长的，花丛直径可达50厘米，花朵高度可达40厘米，一棵仙客来平均可开20朵花，一年可达130朵。因此，国际上竞相应用无土栽培培植花卉。荷兰的阿尔斯梅尔为世界最大的花市，用无土栽培生产的花卉有80%以上供出口，行销世界许多大城市，每年收入外汇约合人民币13亿元。

木本植物也是一样，无土栽培能够培育灌木，也可以种植乔木。如波兰弗罗茨瓦夫大学植物园就用无土栽培培养番木瓜、橡胶等多种乔木。

在一些发达国家，无土栽培种植的花卉、灌木和乔木，改变城市的形象，美化环境。在商业中心，用繁茂的植物进行绿化，可以带来生气。工厂的绿化，可以改变单调抑郁的感觉。

无土栽培还可以用来美化工作环境，例如在荷兰，人们用无土栽培在医院、银行办公室及老人之家等室内种植草本植物、木本植物其中包括灌木和乔木，使室内有草坪、花卉、灌木和乔木，成为一个室内花园。在会议室、餐桌上、卧室里也到处有花。据研究，在这种环境中，使人精神愉快，心旷神怡，可以提高工作效率，有益于健康，也有利于休养。