

蔬菜无土栽培

实用技术



北京农业新技术丛书

刘增鑫

谭学文

著



北京科学技术出版社

蔬菜无土栽培实用技术

刘增鑫 谭学文 著

北京科学技术出版社

(京)新登字207号

蔬菜无土栽培实用技术

刘增鑫 谭学文 著

*

北京科学技术出版社出版

(北京西直门南大街16号)

邮政编码 100035

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经销

一二〇一工厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 2.125印张 47千字

1993年5月第一版 1994年5月第一次印刷

印数1—4100册

ISBN7-5304-1282-2/S·101

定价：2.10元

内 容 提 要

《蔬菜无土栽培实用技术》一书不仅介绍了国际、国内蔬菜无土栽培发展的动向,而且以大量篇幅介绍了适合我国目前经济水平的简易无土栽培设施、营养液配制方法以及番茄、甜瓜、草莓、生菜、芥蓝、菜心、油菜等多种蔬菜无土栽培的具体方法和栽培技术指标。是一本实用性较强的蔬菜栽培技术书。书中介绍的芥蓝、菜心、油菜、豆瓣菜、苋菜的水培技术在国内外尚属首次报道。

前 言

无土栽培是近几十年来设施园艺中一门新兴的科学技术，是设施园艺主攻方向之一。近几年来随着我国改革开放的深入发展和人民生活水平的提高，对绿色食品、无公害蔬菜的呼声越来越高。无土栽培是生产无公害、无污染、高品质、高档次蔬菜的理想方法。由于农业专业化生产的深入进行，土壤连作病害日趋严重，无土栽培是解决土壤连作病害的有效途径。为此，不少人想学习掌握这一新的栽培技术，来北京蔬菜研究中心学习、参观、索取资料的人络绎不绝。为满足大家的需求特写此书。

此书的内容全部为笔者近几年的研究成果。书中介绍的实践经验，栽培设施，栽培技术完全适合中国国情，尤其更适合于北方地区。为北方地区的无土栽培提供了从品种、栽培方式到营养液配方、营养液管理等详细的技术和经验，并提供成本低廉的简易无土栽培设施资料。对农业各界同行具有实用性的参考价值；对无土栽培的初学者更是一本通俗、易懂、实用的技术图书，但由于时间仓促，此书内容尚欠全面，叙述还不够深入，希望读者谅解，并欢迎各界同行批评指教。

刘增鑫

1992.8.

目 录

第一章 蔬菜无土栽培发展近况	(1)
一、蔬菜无土栽培面积的发展呈上升趋势.....	(2)
二、无土栽培作物种类与产量情况.....	(3)
三、无土栽培设施发展趋势.....	(3)
四、我国无土栽培发展近况.....	(4)
第二章 无土栽培设施种类及其结构特点	(6)
一、水培设施结构及其特点.....	(6)
二、基质栽培设施结构及其特点.....	(12)
三、岩棉栽培设施结构及其特点.....	(16)
第三章 营养液	(19)
一、营养液的组成及其使用肥料.....	(19)
二、影响营养液配方的几个因素.....	(20)
三、营养液配方用肥的计算.....	(22)
四、微肥配方.....	(26)
五、营养液的配制.....	(28)
六、养分均衡的营养液.....	(29)
七、营养液的管理.....	(30)
第四章 果菜类无土栽培技术	(34)
一、甜瓜无土栽培技术.....	(34)
二、番茄无土栽培技术.....	(40)
三、草莓无土栽培技术.....	(44)
第五章 叶菜类水培技术	(48)

一、生菜水培.....	(48)
二、水培芥蓝.....	(54)
三、细香葱的水培.....	(56)
四、其它叶菜的水培.....	(57)

第一章 蔬菜无土栽培发展近况

蔬菜无土栽培是近百年来，尤其是第二次世界大战后新发展起来的一种栽培技术。它与常规的土壤栽培相比，其优缺点如下。

优点是：

(1) 不仅可以防止连作障害，而且对于某些特殊的作物可以任意高度的多茬栽培。

(2) 无论土壤的理化性质怎样，也不管土壤中水分的多少，都可以栽培。

(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。

(4) 产品产量高、质量好，无污染，无公害，洁净商品率高，易销售。

(5) 土地利用率高，节约灌溉用水。

(6) 栽培环境干净，劳动条件舒适。

(7) 某些作物可进行连续的自动化生产。

缺点是：

(1) 最初一次性投资较大。

(2) 营养液管理，特别是营养液的配比及防止病害侵染，均需要有一定的技术和知识水平。

(3) 由于在营养液中生长，缓冲力小，与土壤栽培相比，容易受温度、氧气多少等因素的影响。

(4) 能栽培的作物种类受到一定的限制。

正因为无土栽培技术有优点也有缺点，所以几十年来，

有关人士对这一栽培技术褒贬不一。但是由于无土栽培工作者多年的不懈努力，使这一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，适合于专业化、商品化、自动化连续生产。

一、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，使用的人数增多，栽培面积也随之扩大，呈上升趋势。表1是1987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。从表1可以看出，荷兰的温室面积和无土栽培面积都是比较多的。其原因是荷兰国家将无土栽培作为国策，其设施园艺受到鼓励和保护。例如农用天然气价格比工业用天然气便宜，这样温室园艺产品的收入与其它国家相比高、而且稳定。荷兰温室总面积为8900ha，其中52%用来种蔬菜，46%用来经营花卉。蔬菜中最多是番茄，其次是黄瓜、甜椒、草莓、茄子等。1987年荷兰无土栽培面积为2300ha，占温室总面积的26%，到1990年仅三年时间，岩棉栽培面积就达3570ha，占温室总面积的40.1%，比1987年的无土栽培面积增加55.2%，发展速度之快是惊人的。另外，从表1还可以看出，日本是无土栽培面积最小的国家，1987年无土栽培面积仅为300ha，但据资料表明，日本1990年就达500ha，占温室总面积的1%，比1987年增长24.9%，也明显的呈上升趋势。

表1 荷兰等国温室面积和无土栽培面积情况

国 名	温室面积(A) (ha)	无土栽培面积(B) (ha)	B/A × 100%
荷兰	8 900	2 300	26
英国	2 300	280	12
丹麦	380	80	21
挪威	220	26	12
美国	/	200	/
日本	45 000	300	0.67

二、无土栽培作物种类与产量情况

无土栽培作物种类很多，其中最多的是番茄，而且以珍珠番茄效益最高。其次有黄瓜、大椒、茄子、甜瓜、草莓、生菜、菊苣等。我国除上述品种之外，对本国特有的蔬菜品种如芥蓝、菜心、油菜，豆瓣菜等也在试用无土栽培技术。据台湾资料表明，这种叶菜类水培一年生产可高达20茬之多。无土栽培的蔬菜产量是较高的。美国全国平均每茬番茄每亩产量9 000~10 000kg，黄瓜达9 000~15 000kg，生菜达2 000~3 000kg，英国番茄亩产26t，荷兰番茄亩产26~30t。

三、无土栽培设施发展趋势

现在无土栽培设施主要有三大类，即水培、基质栽培和岩棉栽培。水培方式已由改良式的NFT方式*取代了过去的

* NFT方式参见第9页，4。

液膜式NFT方式。这种新方法是在栽培床中保持一定水位的营养液。不仅营养液温度、养分变化平稳，而且可避免由于停电所造成的危害。基质栽培种类繁多，由于设施成本低、栽培技术与土培差异不大，故在我国发展比较快。岩棉栽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材料中，它发展最快。表1资料表明荷兰仅岩棉栽培面积就占温室总面积的40.1%，比1987年增长55.2%；日本1990年岩棉栽培面积为52.1ha，比1988年的36.3ha增长43.5%；我国的岩棉栽培刚刚起步，仅有几年的历史，但国产农用岩棉已经问世，这将为我国岩棉栽培的发展提供条件。

四、我国无土栽培发展近况

我国无土栽培近年来发展比较快。尤其是近二年来无土栽培技术的发展出现了小的高潮。分析其原因有两点：

第一，随着我国改革开放的深入发展，旅游外贸经济发展很快，大饭店如雨后春笋般耸立于城市的各个角落，经济也从内向型向外向型转化。同时，随着改革开放我国人民自身的生活水平的提高，对蔬菜的品种，尤其是品质的要求越来越高。蔬菜生产已从过去单纯追求高产向追求高产值、高品质的方向发展，对无公害蔬菜、绿色食品的呼声越来越高。于是，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等强大吸引力，某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不断提高，随之出现严重的土壤连作障害。中国农科院30亩

地大温室、大庆油田几十亩温室都是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，被迫改用无土栽培方式种植。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，全国无土栽培面积不过5ha，现在仅北京市就已达2ha以上，全国各地无土栽培犹如雨后春笋般地不断涌现，而且已从研究阶段向生产阶段发展。各地的蔬菜研究单位、各农业院校几乎都在进行这方面研究。胜利油田、大庆油田，深圳、珠海、广州、长沙、杭州、淄博等地的蔬菜无土栽培技术已在生产中应用并初具规模。当然，比起无土栽培技术发达的国家，我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、无土栽培设施进行系统的全面的研究。在全国农村普及这一新技术虽为时尚早，但是无土栽培也同其他新生事物一样，在不久的将来也必然会出现蓬勃发展的局面，前景是广阔而光明的。

第二章 无土栽培设施种类 及其结构特点

一、水培设施结构及其特点

(一)水培设施的一般特征

作为水培设施应具备以下条件。

1. 能够稳定地供给根部充足的营养液和氧气。
2. 能够容易地支持并固定作物根部。
3. 能够高效率、简易地进行育苗、定植以及定植后的管理和消毒清洁工作。
4. 不会因温度变化或短时间停电而发生问题。
5. 设施成本低。

(二)水培设施的一般结构

水培设施的构成由营养液槽、栽培床、加液系统、排液系统、循环系统五部分组成，对其各部分分述如下：

1. 营养液槽

(1) 营养液槽的种类及使用材料：营养液槽或称营养液罐是用来贮存营养液的，可以制成铁罐、塑料罐置于地上，也可用砖和水泥砌成池或槽于地下。营养液罐置于地上或地下各有其优缺点。铁罐或塑料罐置于地上高约 1.2~1.5m，可以利用水位差使营养液自动流出，省去加液泵装置和费用，在没有电源或远离电源的地方，这种方式较好。但罐放在地

上，罐中的营养液温度容易受外界气温的影响，在高温季节，营养液温度常在 25°C 以上。另外，罐的体积不太大。所以一般生产上用的营养液槽置于地下，无论是夏天还是冬天，槽中营养液温度变化不大而较稳定。但使用地下营养液槽必须靠泵的动力加液，因此需要电源动力装置。

(2) 营养液槽的容量：水培的给液方式一般采用循环间断式给液。营养液槽的容量首先是由加液量的多少决定的，而加液量的多少又是由栽培面积和作物种类来决定的。另外，营养液槽的容量设计不仅要考虑到加液量的多少，还要考虑回液量的大小。而回液量的大小是由栽培床的容量、水位高低决定的。如果营养液槽容量设计过小，使循环液量少，造成补充营养液次数的增加，自然给营养液管理增加许多麻烦。同时，循环停止后，由于回液量过多而营养液槽容量小造成营养液溢出槽(池)外。所以不可忽视营养液槽容量设计这一关键技术问题。

(3) 营养液槽的施工：地下营养液槽的施工是一项技术性较强的工作。一般用砖和水泥砌成。也有用钢筋加水泥筑成。为了使槽不漏水、不渗水和返渗水，施工中必须加入防渗材料，并于槽的四周内壁涂上防水材料。除此之外，为了便于营养液槽的清洗和使水泵维持一定的水量，在设计施工中应在槽的一角放水泵处，做一个小水槽，这会给营养液槽的清洗带来很大的方便。

2. 栽培床

栽培床是作物生长的地方，作物根部在床上被固定并得到支撑，根与外界隔离，从床中得到水分、养分、氧气等，是水培设施的主体部分。栽培床一般由床架，床体、定植板三部分组成。

(1) 床架：用于支撑床体，目的在于作业管理时不用弯腰，减轻劳动强度。同时改善作物生长环境，不易落上灰尘，洁净。一般叶菜类床架高70cm左右，果菜类床架稍低仅有20cm左右。由于床架要支撑整个床体，所以应有很强的支撑力，一般要用槽钢、镀锌管等材料制作，其投资额几乎相当于水培设施的一半。为了降低成本，不用床架，直接在地上作床也可以。

(2) 床体：床体是用来装营养液、栽植作物的装置。一般用聚苯板制作，为了不让营养液渗漏和保护床体，里面铺一层0.15mm厚的塑料布，所用的塑料布以黑色的为最好。床体一般可用5年左右，而里边的塑料布每使用1~2年就应更换一次。床体长度一般不超过20m，宽度80~90cm，果菜类的床也有宽60cm的。床中营养液深度因作物种类不同而异，一般为5~8cm。简易的水培床体也有用水泥砌成的。发达国家机械化、自动化程度高，水培床也有用10cm粗的PVC管制成，在PVC管上按设计的株距挖洞，将幼苗栽于洞中，营养液在管中流动。水培床的床体不管用什么材料制成，由于是循环给液，多余的营养液从排水口自动流回营养液槽，所以床体一定要水平，只有床体中的营养液面水平了，才能使整个床上作物的根部均匀地吸到水分，使作物正常生长，这一点很重要。否则根部因床体不水平吸不到营养液或部分吸到营养液，作物便生长不一致。有的作物会因缺水而生长缓慢、烧根，以至枯死而影响产量。

(3) 栽培板：栽培板的作用是支持固定作物的根部，防止灰尘侵入，挡住光线进入，防止藻类产生而发生污染，并保持床内营养液温度稳定。栽培板一般是用3cm厚的聚苯板制成，将其置于床体上。果菜类的定植板上有与育苗筐大小

相等的定植穴，穴与穴之间间隔为40~50cm；叶菜类的定植板穴与穴之间的距离密得多，一般为5~10cm左右，穴的大小为2~3cm，与育苗用的泡沫块大小相等。

(4) 育苗材料：果菜类的育苗材料多用侧面和底部都开洞的硬质塑料材料制成的育苗筐，作为筐中的基质可以是珍珠岩、砾石，也可以是泡沫塑料、岩棉块等；叶菜类的育苗材料多用2~3cm见方的泡沫塑料块。

3. 给排液装置及营养液循环系统：

水培设施的给液一般由泵把营养液加入栽培床，床中保持一定的水位，超过水位以上的营养液可顺排水口流回营养液槽。向床中加液有两种方式。一种是加液时经过发气装置将空气混入；另一种是设有发气装置，加液是通过硬质有孔塑料管，营养液从管中的孔里流入床中。为了使床中营养液成分均匀，10m以上长度的栽培床其排液口设于床的中部，使床两边营养液同时从中间回流出去。

4. 水培的代表设施NFT式：

水培设施很多，其中有代表性的设施是NFT式。NFT式最初为印度的SHOLTO DOUGLAS发明，并于70年代在西欧诸国普及。NFT式其内容是使营养液象一层液膜似地从栽培床中流过，作物从中得到养分、水分和氧气。但由于营养液层薄，栽培管理难度较大，若遇短时间停电，会使作物面临枯死的危险，于是NFT式便逐渐改良成今天的深液流或半深液流方式，使床中的营养液不再是薄薄的一层，而是有5~8cm的深度，由于床中营养液量大，温度、养分变化平稳，即使短时间停电，也不必担心作物枯萎。现在的水培方式多向这一方向发展。

5. 简易水培设施结构及其成本核算：

叶菜类生育周期短，而且多食用叶、茎部分、如生菜是以生食为主。简易水培设施是改良式的NFT式。现以面积为 200m^2 大棚内简易水培设施为例，说明其结构和成本情况。 200m^2 叶菜类简易水培设施平面结构如图1所示。简易水培设施也是由营养液槽，栽培床，加液、排液循环系统组成。

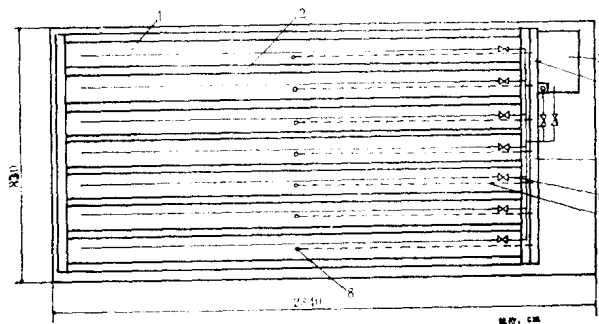


图1 大棚简易水培设施平面示意图

- 1.栽培床($2000 \times 80 \times 8$) 2.畦埂 3.营养液槽($200 \times 140 \times 17$)
4.回液主管 5.回液沟 6.供液管 7.回液管 8.溢水口

(1) 营养液槽的容量设计:生菜日耗液量比瓜类少得多,最大日耗液量为 $0.31/\text{株}$ 左右。 200m^2 塑料大棚可种生菜3000株,全棚日耗液量仅为900l。虽然生菜日耗液量比瓜类少,但由于是循环式水培,停止循环后回液量很大,所以槽的容量设计要在5t左右。容量过大浪费材料、人力,过小不能使用。

(2) 栽培床:水培床的剖面如图2所示。先将塑料大棚内地面整好,要南北水平一致,20m长的床,水平误差不得超过1cm,这一点是制作栽培床的技术关键。然后作床体,如图3所示。其作法是先在平地上垒起三层砖,作成长20m、宽80cm、深8cm的床体。在床体内铺一层厚0.15mm的塑料黑