蔬菜无土栽培与无公害生产

蔡淑红 编著

河北科学技术出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

ISBN：7-5375-3132-3

书 名：蔬菜无土栽培与无公害生产

作 者：蔡淑红

出版社：河北科学技术出版社

中国法分类号：S626.5

图书定价:15.00元

出版日期:2002

前　言

蔬菜无土栽培是近百年来世界设施园艺研究和发展的主攻方向之一，是技术和资本最为集约的一种栽培方式。无土栽培也是实现蔬菜无公害生产的一条有效途径。

在国外，无公害蔬菜生产普遍受到重视，无土栽培技术已进入到推广普及阶段。

近年来，随着我们国家改革开放的深入发展和人民生活水平的提高，人们对无公害营养蔬菜的要求越来越迫切，无土栽培技术也随之受到了重视。广大农业科研人员在吸收国外无土栽培经验的基础上，针对我国的现时国情，研制成功了有机生态型无土栽培技术，为我国无土蔬菜栽培和无公害生产开辟了新的途径。

笔者认为，尽管我国目前的经济、技术、人才等方面还不具备大面积推广无土栽培的条件，无公害蔬菜生产也存在不少的实际问题，但是，它毕竟是设施农业发展的方向。鉴于此，我们编写了这本《蔬菜无土栽培与无公害生产》，作为日光温室实用技术系列丛书之一，奉献给农民朋友。

限于作者的实践经验、技术水平和文字表述能力，加之收集到的资料有限，书中难免出现纰漏，敬请广大读者、专家同仁和农民朋友不吝赐教。

编写中参考引用了不少同行的资料，在此谨表诚挚的谢意。

编著者

1999 年 8 月

目　　录

一、概述 ……（1）
（一）日光温室与无土栽培和无公害蔬菜生产……（1）
（二）绿色食品与无土栽培和无公害蔬菜……（2）
（三）国内外无土栽培和无公害蔬菜生产的发展 ……
……（2）
（四）无土栽培的概念……（5）
（五）无土栽培的分类……（6）
（六）无公害蔬菜的含义……（7）
二、营养液、基质与有机肥制备 ……（8）
（一）营养液……（8）
（二）基质……（29）
（三）有机肥的堆放……（39）
三、蔬菜有机生态型无土栽培 ……（42）
（一）有机生态型无土栽培发展前景……（42）
（二）有机生态型无土栽培的特点……（42）
（三）有机生态型无土栽培的模式……（44）
（四）有机生态型无土栽培蔬菜应用实例……（49）
四、蔬菜的水培 ……（54）
（一）蔬菜水培的主要模式……（54）

需要全本请访问 www.ertongbook.com

（二）叶菜类的水培技术 …… （57）
五、蔬菜基质栽培 …… （66）
（一）基质栽培的模式 …… （66）
（二）果菜类基质栽培技术 …… （69）
六、室内无土栽培与屋顶菜园 …… （86）
（一）室内无土栽培 …… （86）
（二）屋顶菜园无土栽培 …… （89）
七、无公害蔬菜栽培技术 …… （90）
（一）无公害蔬菜生产的环境条件 …… （90）
（二）主要绿色蔬菜产品的卫生标准 …… （95）
（三）温室环境与无公害蔬菜生产 …… （96）
（四）无公害蔬菜生产的施肥技术 …… （98）
（五）病虫的无公害防治技术 …… （110）

一、概　述

（一）日光温室与无土栽培和无公害蔬菜生产

经过80年代末到90年代的突飞猛进的发展，我国的蔬菜在量的追求上已经基本实现，转而对蔬菜质量的追求也就越来越高。因此，利用塑料日光温室、大棚和现代化温室，采用无土栽培和无公害生产技术，生产出无公害的蔬菜就是摆在我们面前的一项重要任务。

塑料日光温室、大棚和大型现代化温室为蔬菜生产创造了人工可控制的环境，因此是进行蔬菜无土栽培和无公害蔬菜生产的最佳场所。而无土栽培又是实现无公害绿色食品蔬菜的有效途径。

此前，我国的日光温室和塑料大棚蔬菜生产，由于缺乏警惕，更多地沿用了经验的生产技术，具体体现在连年应用大量的化肥，土壤次生盐渍化越来越重，缺乏科学的轮作倒茬制度和克服连作障害的有效措施，使老的棚室区的蔬菜长势越来越差，病害越来越重，质量越来越坏，产量越来越低，有的甚至不能再继续下去。因此，应用和推广蔬菜无土栽培和无公害生产技术，已开始提到了日光温室、大棚等设

施蔬菜生产的日程上来。

（二）绿色食品与无土栽培和无公害蔬菜

绿色食品是清洁、无污染、食用安全、富含营养的优质食品的统称。它的突出内涵是这类食品出自于良好的生态环境和生产条件，因此定名为绿色食品。

蔬菜是人们日常生活所必需的食品之一。食用绿色食品蔬菜是人类发展文明健康的重要标志。而蔬菜无土栽培和无公害生产是实现绿色食品蔬菜的重要措施。因此，蔬菜无土栽培和无公害生产与绿色食品有着极为密切的联系。蔬菜无土栽培和无公害生产是手段，生产绿色食品蔬菜是追求的目的。

（三）国内外无土栽培和无公害蔬菜生产的发展

随着人类社会文明的不断发展，人民生活水平的日益提高，人们对蔬菜产品的需求逐渐由数量消费型向质量消费型转变。即人们不仅仅满足于充足的供应数量，而且更加关注产品的外观、内在品质以及使用的安全性和卫生标准等质量目标。在这样的一个大背景下，蔬菜的无土栽培和无公害栽培技术就应运而生，不断得到发展。

1. 经济发达国家的无土栽培 在西方一些经济发达的国家，无土栽培技术已逐渐走向成熟，并开始步入普及应用阶段。其主要标志如下：

（1）面积逐年扩大。1987 年荷兰无土栽培面积仅 2300 公顷，占本国温室面积的 26%。到 1993 年末，仅岩棉栽培面积就达到 3750 公顷，占温室面积的 35.7%，比 1987 年增加 55.2%。日本 1987 年无土栽培仅 300 公顷，到 1993 年达到了 700 余公顷，增加 130%。最近，欧共体已规定，到本世纪末全部温室作物生产都必须应用无土栽培。

（2）栽培品种增多，单产跃上新水平。发达国家无土栽培的蔬菜种类很多，目前栽培最多的是番茄，其次有黄瓜、甜椒、茄子、甜瓜、草莓、生菜、芹菜、菠菜、细香葱等。无土栽培蔬菜的产量，美国全国平均 0.0667 公顷每茬番茄的产量为 9000～10000 千克，黄瓜 9000～15000 千克，生菜 2000～3000 千克；荷兰每 0.0667 公顷番茄产量为 35000～40000 千克，英国为 26000 千克，日本为 21000～25000 千克。

（3）新技术不断涌现。这首先表现在无土育苗基质的改变，已由过去的草炭改为岩棉，现在又认为椰子壳纤维育苗效果更好。又如美国研制无土栽培生产用去气水和磁化水技术，把无土栽培单产提到更高的水平。

2. 我国无土栽培和无公害蔬菜发展近况　我国的无土栽培始于 1941 年，是由浙江农业大学教授陈子元院士与当地的华侨农场在上海进行的，后来由于成本高而放弃。70 年代后期山东农业大学进行无土栽培生产试验成功。到了 80 年代中期，引进国外无土栽培技术相继在国内多个省份开始试用，但仅限于小面积的示范。到 90 年代中期，国外现代化温室引进和国内节能型日光温室及大棚的迅速发展，

我国无土栽培开始步入推广阶段。1989 年我国无土栽培面积仅有 5 公顷，到 1997 年已经超过 600 公顷。就其栽培方法而言，我国北方主要是以基质栽培为主；我国南方的无土栽培主要是以水培为主；江浙地区则利用湖泊水面漂浮泡沫板种植生菜；中国农科院蔬菜花卉研究所郑光华、蒋卫杰研究的有机生态型无土栽培（基质栽培）法，1998 年在山西省河津市应用推广约 20 公顷。这种有机生态型无土栽培，由于采取清水灌溉，省去了营养液配制等复杂的工艺，很容易为生产者所接受。

我国的无公害蔬菜栽培，是近年来提出的一项新技术。它主要是针对蔬菜生产环境污染严重、过量施用化肥、农药，蔬菜产品质量低劣而提出来的。

我国台湾省无公害栽培新技术——有机有氧栽培系统，是以生态环境保护与经济效益并重为原则，区别于目前农业生产大量使用化肥和合成化学农药的栽培方法。是将农业设施设备、生物科学技术、节水灌溉技术、自动化和机械化技术及规范的栽培管理技术有机结合起来，形成完整的栽培系统，以达到农产品无污染，提高生产效益和品质的一种新技术。其特点为：

（1）以定时定量方式直接将“活水”灌溉于根部，可使土壤中含水量控制在最佳状态，节省用水量 50% ~80%；水中含氧量高，提供土壤中有益微生物所需，促进其活力，并使作物根系生长旺盛，可消除大部分阻碍生长因子。故土壤活性高，生物作用活跃，能在较短的时间内营造一个富含碳（C）、氢（H）、氧（O）、氮（N）元素的生态环境，不

需大量地耗用化学肥料。

（2）生物有机肥可使土壤形成团粒，土壤养分不易流失；经微生物作用释放大量碳、氮元素，供作物进行光合作用；利用有益菌群配制营养液，能预防病虫害，可达到减少农药或无农药栽培的效果。

（3）有机有氧栽培法可克服连作障害，达到永续耕作。

（四）无土栽培的概念

无土栽培从字面理解是在没有土壤的基质中进行作物栽培。有人把无土栽培认为是“水培”，这是片面的，为了便于人们去认识和掌握无土栽培技术。国际无土栽培学会对无土栽培进行了严格定义，即不采用天然土壤而利用基质或营养液进行灌溉栽培的方法，包括基质育苗，这些统称为“无土栽培”。无土栽培与直接土壤栽培相比具有较大优越性。其主要表现在：

（1）消除土传病虫害，避免作物连作障害。

（2）提高作物的产量及品质。

（3）节水节肥。

（4）降低了劳动强度。

（5）不受土壤条件的限制，可以在海岛、荒滩、盐渍化等地上进行生产。

（6）达到了无公害蔬菜生产标准。

其缺点是投资较大，要求生产操作者有着较高的科技素质。为了克服缺点，近几年研制出适合我国农民生产的有机生态无土栽培新方法，使成本降低，可操作性增强。这也是

需要全本请访问 www.ertongbook.com

今后无土栽培生产发展的一个方向。

（五）无土栽培的分类

1. 无基质栽培 包括水培和雾培两种。

（1）水培。把蔬菜定植于配制好的营养液中，根系直接从营养液中吸收养分供应植株生长发育。在我国常见的有营养液膜法、深液流法、浮板毛管法等。

（2）雾培。将作物根系悬挂于容器中，把营养液以雾状喷施在根部供应其吸取的方法。

2. 基质栽培 基质栽培是采用不同的基质固定作物根系，根系是通过基质吸收水分和养分，又可分为有机基质和无机基质两大类。

（1）有机基质。利用菇渣、树皮、草炭、锯末、稻壳、酒糟及作物秸秆等有机物作基质，经过充分发酵、消毒，合理配比后再进行无土栽培的方法。

（2）无机基质。利用沙、陶粒、炉渣、风化煤、蛭石、珍珠岩以及岩棉等无机物作基质进行栽培的方法。岩棉在欧洲各国、美国使用较多，而在我国生产中常见的有砂、炉渣，育苗时多采用蛭石与珍珠岩。

在基质栽培中，无机和有机物可以单独作基质，也可几种原料配合作基质。经过多年试验证明，混合基质理化性质好，增产明显，优于单一基质使用。

3. 有机生态型无土栽培 有机生态型无土栽培是指利用有机肥代替营养液，并用清水灌溉。优点是能生产出达到绿色食品标准的蔬菜，对环境无污染。

（六）无公害蔬菜的含义

无公害蔬菜是我国推广的绿色食品，但不同于国际上的绿色食品。无公害蔬菜是达到安全标准的食品，而绿色食品是达到安全和营养双重质量控制的食品。无公害蔬菜生产中，在不对生产环境产生污染和蔬菜产品体内有毒残留物质不超标的前提下，允许限量使用某些化肥、低毒农药和激素。

1. 绿色食品生产的基本要求 就蔬菜绿色食品生产而言，必须符合以下四个标准：

（1）生产基地必须符合绿色食品的生态环境标准。要通过国家绿色食品办指定的部门检测、认定。

（2）蔬菜产品的生产、加工必须符合绿色食品生产操作规程。对农药、化肥、植物生长调节剂及灌溉水质的应用，必须符合国家规定的使用标准。

（3）产品的生产、加工、包装、储运、销售的各个环节，必须符合国家《食品卫生法》的要求，必须经国家绿色食品办指定的监测部门检验，达标方可上市。

（4）必须办理绿色食品证书。

2. 绿色食品认证程序 是由申请人向省（市、区）绿色食品办提出申请，由绿色食品办委托指定部门进行环境监测，合格后上报中国绿色食品发展中心审查，并指定食品检测机构到申请人产地抽样检测，由中国绿色食品发展中心再审，合格的报农业部审批，然后领发绿色食品证书。

二、营养液、基质与有机肥制备

（一）营养液

1. 基础知识

（1）营养液须具备的条件。

①要含有作物必需的必要元素。

②这些元素必须以离子状态存在于营养液中，才能被作物吸收。

③各种离子以适当的比例溶于水中，总离子浓度是适当的。

④如果是水培，营养液中还必须有根呼吸所必需的氧气。

⑤不含有对作物有害的离子。

⑥pH 一般在 6 ~6. 9 或与之接近的范围内。

⑦可以用价格便宜、原料易得的肥料制成。

⑧连续栽培时，营养液的浓度、元素间的比例、pH 等变化不大。

（2）营养液的组成、浓度及其表示。

①组成：种子发芽、生长、开花结果正常生长发育所必需的无机元素叫作必需元素。现已知的必需元素有碳、氢

氧、氮、钾、钙、镁、磷、硫、氯、铁、锰、硼、锌、铜、钼共16种。其中碳以二氧化碳的形式由叶子从空气中吸收，氧和氢以水的形式由根部吸收。氯和硫的需要量很少，肥料或水中的含量足可满足，过量反而有害，无需另外补充。因此，栽培上所考虑的必需元素只有11种，其中氮、磷、钾、钙、镁因需要量大，称之为大量元素，铁、锰、铜、硼、锌、钼需要量小，称之为微量元素。

②浓度的表示：营养液中各元素的浓度可以用几种方法表示，例如营养液中氮的浓度可以表示成168毫克/千克或168毫克/升，或12me/*l*、12mmoe/*l*。虽然表示的单位不同，但数值相同。168毫克/千克即百万分之168，与1升营养液中存在168毫克氮的数值是相同的。而12摩尔/升是毫克当量，12毫摩尔/升是毫摩尔，比较难理解。这些表示方法都是把元素分子量作为基础，根据元素的不同系数换算成毫克/千克，换算方法如表1所示。

各种元素是以离子状态存在于营养液中的，其含量多少就是所谓各元素的浓度。营养液中各元素的浓度可以通过仪器来测定，但这种分析测定一般要在化验室里进行。通常无土栽培的一般不具备化验室条件，而营养液的浓度对无土栽培又是至关重要的。为及时掌握营养液浓度变化，需要有一种简便的测试仪器。通常是用电导率仪来测量。用电导率仪测量出营养液浓度不是各离子的具体浓度，而是全部离子浓度的总和，根据其电导度也能掌握营养液浓度的变化。所有实际栽培中常用的测量仪器是电导仪，也叫EC浓度计。现在国外开发出一种便携式浓度计，体积小，携带方便，使用

简单，是进行无土栽培必不可少的仪器。

表1　肥料成分的单位间换算系数

系数 / 成分 / 单位换算	氮	磷	钾	钙	镁
元素→氧化物（毫克）　（毫克）	—	×2.295	×1.205	×1.399	×1.658
氧化物→元素（毫克）　（毫克）	—	×0.437	×0.830	×0.715	×0.603
元素→元素（毫克）　（摩尔/升）	÷14.0	÷10.3	÷39.1	÷20.0	÷12.1
元素→元素（毫克）　（毫摩/升）	÷14.0	÷31.0	÷39.1	÷40.1	÷24.3
氧化物→元素（毫克）　（摩尔/升）	×0.0714	×0.0423	×0.0212	×0.8357	×0.0498

（3）配制营养液所使用的肥料。考虑到无土栽培的投入成本，配制营养液所用的大量元素通常是价格便宜的农用化肥。微量元素用量较少，一般使用纯工业的化学试剂。配制营养液所使用的肥料及其使用浓度如表2所示。这些肥料的共同特点是溶解度高，价格便宜。

由于尿素难以直接被植物吸收，在水培中一般不作氮源使用。但是尿素在沙子等基质中很容易被分解，氧化成硝态氮，因而成为沙培等基质栽培中廉价的氮源。

铁、铜、锌、硼、钼、锰称之为微量元素，虽然作物对其需要量不大，但必不可少，尤其是铁，无土栽培中常因缺铁而出现生理病害。为防止缺铁，生产上的对策是使

用溶解度较高的螯合铁（又称己二胺乙酸钠铁）。氯化亚铁或硫酸亚铁虽然价格便宜，但由于溶解度低，在水培中较难使用。在基质栽培中可以将氯化亚铁或硫酸亚铁混于基质中使用。

表2　配制营养液所用肥料及其使用浓度

元素	营养液浓度 毫克/千克	肥　　料
硝态氮	70～210	硝酸钾、四水硝酸钙、硝酸铵、硝酸
氨态氮	0～40	磷酸二氢铵、磷酸氢二铵、硝酸铵、硫酸铵
磷	15～50	磷酸二氢铵、磷酸氢二铵、磷酸二氢钾、磷酸
钾	80～400	硝酸钾、磷酸二氢钾、磷酸氢二钾、硫酸钾、氯化钾
钙	40～160	四水硝酸钙、六水氯化钙
镁	10～50	七水硫酸镁
铁	1.0～5.0	螯合铁
硼	0.1～1.0	硼酸
锰	0.1～1.0	螯合锰、四水硫酸锰、四水氯化锰
锌	0.02～0.2	螯合锌、七水硫酸锌
铜	0.01～0.1	螯合铜、五水硫酸铜
钼	0.01～0.1	四水钼酸铵、二水钼酸钠

（4）pH。作物正常生长需要的 pH 范围一般在 6.0～6.9 之间，过高或过低都会影响生长。营养液的 pH 由于各种因素的影响经常在发生变化，所以需要经常地用酸度计进

需要全本请访问 www.ertongbook.com