河西学院学术著作出版基金资助

设施无公害蔬菜生产技术

陈广泉　编著

兰州大学出版社

2004年3月·兰州

需要全本请访问 www.ertongbook.com

内 容 提 要

设施无公害蔬菜生产技术是目前我国农业产业结构调整中重点发展和推广的实用技术之一。本书共分九个部分，主要针对设施无公害蔬菜生产状况、生产标准、生产环境管理、施肥技术、病虫害综合防治技术以及主要蔬菜无公害栽培技术等方面进行了较为详细的阐述。操作环节准确具体，理论分析深入浅出，内容详实，资料丰富，科学实用，指导性强，可供各级领导干部、广大农业科技工作者、农业院校师生及蔬菜生产者参考应用。

图书在版编目（CIP）数据

设施无公害蔬菜生产技术/陈广泉编著. —兰州：兰州大学出版社，2004.4
ISBN 7-311-02376-9

Ⅰ.设… Ⅱ.陈… Ⅲ.蔬菜—温室栽培—无污染技术 Ⅳ.S626.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2004）第 034674 号

设施无公害蔬菜生产技术

陈广泉 编著

兰州大学出版社出版发行
兰州市天水路 308 号 电话：8617156 邮编：730000
E-mail:press@onbook.com.cn
http://www.onbook.com.cn

张掖市河西印刷厂印刷
开本：850×1168 1/32 印张：9

2004 年 4 月第 1 版 2004 年 4 月第 1 次印刷
字数：224 千字 印数：1—1000 册

ISBN7-311-02376-9 定价：25.00 元

前　言

近年来，随着农业产业结构的调整和人民生活水平的不断提高，设施蔬菜种植面积迅速扩大，蔬菜种类和品种日趋丰富，成为满足市场供应，增加农民收入的新亮点。由于设施蔬菜茬口多，连作重茬面积大，导致病虫害发生逐年加重，而广大菜农在防治病虫害时不合理使用农药；同时，为夺取高产投入大量的化肥，造成了日益严重的环境污染和蔬菜污染，给人民身体健康和生命安全造成了一定的威胁。蔬菜作为城乡居民的生活必需品。其质量安全问题被全社会广泛关注。为了加大宣传力度，让社会了解设施无公害蔬菜，让菜农知道怎样生产设施无公害蔬菜，尽快普及设施无公害蔬菜生产技术，促进设施无公害蔬菜快速、持续、健康发展是本书编写的目的。

本书共分九个部分，分别介绍了设施无公害蔬菜生产概况、有害物质污染及防止对策、设施无公害蔬菜生产标准、设施无公害蔬菜生产环境及其管理技术、设施无公害蔬菜施肥技术、主要病虫害无公害综合防治技术、设施无公害蔬菜栽培技术等。该书理论联系实际，密切结合生产，语言通俗易懂。既注重内容的丰富性和体系的完整性，又注重技术的可操作性和实用性。

由于编著者水平所限，书中错误之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编　者

2004 年 3 月

目　录

第一章　设施无公害蔬菜生产概述 …… (1)
第一节　设施无公害蔬菜的概念 …… (1)
第二节　设施蔬菜污染类型及其防止对策 …… (4)
第二章　设施无公害蔬菜生产标准 …… (23)
第一节　设施无公害蔬菜生产环境质量标准 …… (23)
第二节　设施无公害蔬菜生产技术标准 …… (27)
第三节　设施无公害蔬菜产品质量检验标准 …… (38)
第四节　设施无公害蔬菜包装、贮藏、运输及其它标准 …… (42)
第五节　发展设施无公害蔬菜的途径 …… (44)
第三章　设施无公害蔬菜生产环境及其管理技术 …… (48)
第一节　设施光照环境及其管理技术 …… (48)
第二节　设施温度环境及其管理技术 …… (56)
第三节　设施湿度环境及其管理技术 …… (63)
第四节　设施气体环境及其管理技术 …… (74)
第五节　设施土壤环境及其管理技术 …… (78)
第四章　设施无公害蔬菜施肥技术 …… (87)
第一节　设施无公害蔬菜需肥特点 …… (87)
第二节　设施无公害蔬菜生产常用肥料 …… (90)
第三节　设施无公害蔬菜施肥的基本原则及技术…… (107)
第五章　设施无公害蔬菜病虫害综合防治技术…… (117)
第一节　设施无公害蔬菜病害综合防治技术…… (117)
第二节　设施无公害蔬菜虫害综合防治技术…… (130)

第六章　设施主要茄果类蔬菜无公害栽培技术…… (137)
第一节　番茄…… (137)
第二节　茄子…… (172)
第三节　辣椒…… (186)
第七章　设施主要瓜类蔬菜无公害栽培技术…… (196)
第一节　黄瓜…… (196)
第二节　西葫芦…… (222)
第八章　设施主要叶菜类蔬菜无公害栽培技术…… (236)
第一节　芹菜…… (236)
第二节　油菜…… (244)
第三节　甘蓝…… (249)
第九章　设施主要葱蒜类蔬菜栽培技术…… (262)
第一节　韭菜…… (262)
第二节　蒜苗（黄）…… (274)

需要全本请访问 www.ertongbook.com

第一章　设施无公害蔬菜生产概述

随着科技的进步，一方面人类从科技进步中获得了巨大的收益，另一方面科技发展也给人类的生存环境带来了巨大压力，粮食、能源、人口和环境被列为世界四大社会问题，尤以环境问题最为复杂和棘手。环境污染对人类生存构成的威胁，已引起人们越来越多的关注。我国农业生态环境面临的主要问题是森林资源大量减少、水土流失严重、沙漠化面积扩大、耕地质量下降、水资源严重短缺、工业及农用化学品污染严重、旱涝灾害频繁等。在这些问题中，农业环境污染对农产品的生产和品质影响最大。因此，正确处理环境问题，改善农业环境条件，减轻生态环境中有害物质对农业生产的影响，进而提高人类的生存质量，将具有十分重要的意义。

第一节　设施无公害蔬菜的概念

一、设施无公害蔬菜的概念

设施无公害蔬菜是指在设施生态环境中，按照一定的生产方式和技术规程生产出的、符合国家食品卫生标准的商品蔬菜。具体地讲，设施无公害蔬菜是指没有受到有害物质污染、商品蔬菜中不含有某些规定的有毒物质，对有些不可避免的有害物质应控制在允许的范围之内，以保证人们的食用安全。设施无公害蔬菜产品中有毒、有害重金属、农药残留、硝酸盐含量等各项指标均不能超标，应符合我国的食品卫生标准，而且具备安全、营养、优

质的内在品质。

二、设施无公害蔬菜发展的现状

（一）国内外设施无公害蔬菜发展的现状

20世纪40年代以来，由于化肥、农药的大量使用，农业机械化程度的不断提高，使农业生态环境恶化、水土流失严重、生物多样性遭到破坏，农产品的污染进一步通过食物链危害人类健康。为此，一些发达国家开始探讨发展无公害农产品，其主要方式就是在设施内进行蔬菜的无公害栽培。日本、荷兰、美国等发达国家，采用现代化的水培温室，常年生产无公害蔬菜。美国、前苏联等国家在利用生物农药防治设施蔬菜病虫害、综合控制硝酸盐污染、采用微生物降解土壤中的有机污染等方面，也做出了大量的工作。世界各国都在探索一种新的农业体系，以代替原有的常规农业，出现了所谓的生物农业、生态农业、有机农业等名称，虽然叫法不同但其实质都是相同的，主要强调人与自然的和谐，注重保护农业生态环境，综合运用生态学和生物学的原理，通过合理的低投入来提高资源的利用率，注重生态、社会和经济的综合效益，实现农业的自我维持和可持续发展，为人类提供充足的、清洁卫生的无公害优质农产品和食品。在美国和欧洲等发达国家，比较有代表性的控制自身食品污染的农业则是有机农业和相应的有机食品。1972年成立于法国的“有机农业国际联盟”（IFOAM）将各国不同的有机农业组织生产方式统一到一个最基本的基础上。并制定出了有机农业组织所要达到的基本标准和守则。经过20多年的发展，现已分布在世界60多个国家和地区，拥有有机食品企业16000多家。我国绿色食品发展中心于1993年也加入了该组织，并于1994年成立了有机食品发展中心，以促进有机农业在中国的发展。

我国设施无公害蔬菜的研究和生产始于20世纪80年代初

期，全国植物保护总站在全国22个省、直辖市200多个城市组织了设施无公害蔬菜的生产实施，面积达到$10.6\times10^4hm^2$，其重点是减少蔬菜中的农药污染，主要通过植保人员会同蔬菜技术人员等，应用栽培措施、生物防治、合理用药等系列措施，达到蔬菜中农药残留符合食品卫生标准的要求。通过几年的研究实践，探索出一套综合防治病虫害、减少农药污染的无公害蔬菜生产技术，大大推动了无公害蔬菜的发展。2001年农业部组织实施了无公害食品计划，该项计划将用8～10年的时间，基本实现全国主要农产品生产和消费无公害化，并率先在北京、天津、上海、深圳四个城市进行试点。农业部今后将在农产品质量安全的立法、六大体系建设（即农产品质量安全标准体系、农产品质量安全监督检测体系、农产品质量安全认证体系、农产品生产技术推广体系、农产品质量安全执法体系和农产品市场信息体系的建设）和无公害食品发展的政策扶持等方面加大工作力度，力争尽快实现全国食品生产的无公害化。目前，全国各地都积极组织开展了设施无公害蔬菜（食品）的生产，并针对设施蔬菜生产中重金属、农药、硝酸盐和生物性污染问题，制定了设施无公害蔬菜生产管理办法，以及质量标准、生产标准、基地标准、认证标准、执法体系、监督体系等地方法规，取得了一定的成就。但在设施无公害蔬菜的生产、消费、流通、管理等方面还存在着许多问题。

在生产方面，设施蔬菜生产规模小，组织化程度低，产业化发展缓慢，小生产与大市场之间的矛盾突出，生产者缺乏按标准化要求组织生产的积极性和紧迫性，用统一的标准管理难度较大。改变这种状况需要较长的时间。同时，生产者要按照标准化的模式组织生产和安全合理的使用生产资料，会使生产者成本相应的提高，反过来也会影响生产者的积极性。

在消费方面，国内外市场对各种食用农产品的卫生安全要求并不完全相同，许多消费者质量意识不强，对食品中药物残留的

危害性认识不足。在购买蔬菜时，首先考虑的是价格因素，面对那些价格较高的无公害蔬菜舍不得花钱去买；另一方面，消费者也无法辩认市场上销售的蔬菜产品好坏，只能凭着感觉去选购。

在流通方面，我国蔬菜一般收获后直接散装上市，既没有包装，也没有标识，更缺少商标，给消费者在市场上辨认真假、优劣带来了困难；当出现质量安全问题时，难以追究生产者和经营者的责任。这给不安全的蔬菜产品鱼目混珠提供了便利条件。

在管理方面，涉及蔬菜产品质量安全管理的现行法律法规内容不完整，执法主体不明确，更缺少专门针对蔬菜产品质量安全监督方面的法规和执法队伍。此外，产品质量安全检测成本较高，缺乏快速检测设备，客观上也加大了管理工作的难度。

第二节　设施蔬菜污染类型及其防止对策

一、设施蔬菜生长环境的污染

设施蔬菜的生长发育离不开良好的环境，如果其生长环境受到污染，将直接影响到蔬菜的生长发育，引起减产或绝收。同时通过大气、水体、土壤等转移并残留于植物体内，造成产品污染，最终危及到人类的健康以至生命。

设施蔬菜生产环境的污染包括空气污染、水体污染和土壤污染。

（一）空气污染

设施空气污染来源于设施蔬菜生产的周围空间，一方面是设施外工矿企业在生产过程中所产生和排放的有害物质产生的污染（所排放的粉尘、有机、无机化合物）以及靠近设施的交通运输过程中排放的废气等通过通风换气进入设施产生污染。另一方面是

由于设施蔬菜使用化肥、农药等生产资料后产生的有毒气体以及设施冬季燃煤加温造成的污染。设施空气污染的主要种类有氨气、二氧化氮、二氧化硫、硫化氢、、一氧化碳、乙烯、氯气和烟粉尘等。

1. 氨气（NH_3）和二氧化氮（NO_2）　设施内的氨气和二氧化氮主要来自于氮肥施用量过多或未腐熟的有机肥释放出的气体中，当设施空气中氨气浓度超过 5ppm、二氧化氮浓度达到 2.5ppm 时，蔬菜外观上就可表现出受害症状，氨气主要危害叶绿体，使叶片边缘的组织先变褐色后为白化、皱缩，边缘有暗色斑点、紫色条纹、火烧状绿色，严重时叶片脱落。二氧化氮主要危害叶肉组织，最初在气孔附近出现漂白状斑点，严重时，除叶脉外叶肉组织全为白色，叶片枯死。防止氨气和二氧化氮气体发生危害，主要措施就是一次施用氮肥量要少，最好是氮肥和磷酸钙混合施用，追施化肥要施于表土下面，并及时浇水，有机肥必须要充分腐后再施用。另外，设施蔬菜生产基地应选择远离工矿企业的地方，尽量减少设施通风换气产生的危害。

2. 二氧化硫（SO_2）和一氧化碳（CO）　主要是在加温或临时加温的设施中，由于煤中含有硫化物及煤炭，燃烧不完全或烟道漏烟所致。施用未腐熟的有机肥在氧化分解过程中，也能释放出二氧化硫，当空气中二氧化硫浓度达到 0.2ppm 时，蔬菜开始受害，达到 1ppm 时经过 1h 叶片即表现出明显的受害症状，当二氧化硫浓度达到 10～20ppm，并有足够的湿度时，大部分作物会遭受危害，甚至会枯死，受害叶片先在气孔多的部位呈现斑点进而褪色，浓度低时仅在叶片背面出现白色斑点，浓度高时，整个叶片普遍呈水浸状，并逐渐失绿、坏死。

不同蔬菜对二氧化硫的敏感性不同，尤其是果菜类黄瓜、西葫芦在开花结果期对二氧化硫特别敏感，在自然条件下，设施空气中的二氧化硫很容易被进一步氧化成为三氧化硫，在潮湿的环

境中极易变为硫酸。在棚膜上形成pH值低于5.6的水滴。水滴落到蔬菜上可使叶片叶脉间出现因硫酸漂白而造成的失绿现象，并逐渐变为棕色坏死斑。

设施内当一氧化碳浓度达到300ppm时，会使作物细胞死亡，一氧化碳对作物代谢影响并不大，但对设施栽培管理人员的危害非常大，浓度高时能使人窒息。因此，设施内防止二氧化硫和一氧化碳气体危害，要在人工加温时，选择无硫煤炭，并注意充分燃烧，避免烟道漏烟，注意适当通风换气。

3. 乙烯（C_2H_4）和氯气（CI_2） 设施内的乙烯和氯气主要来源于有毒的塑料棚膜，特别是使用二甲酸、二异丁酸做增塑剂的塑料膜，经阳光曝晒或在高温下均可挥发出乙烯和氯气来。当设施内乙烯浓度超过100ppm时作物即可受害。受害症状主要表现为叶片衰老、黄化与脱落。氯气是一种黄色有毒气体，对蔬菜的危害十分剧烈。空气中氯气浓度达到0.46～4.76mg/m²，可以使许多蔬菜作物不到1h内即出现症状，其症状通常是叶缘和叶脉间组织出现白色、黄色不规则伤斑，伤斑与健康组织间的界限不明显，在受害的设施蔬菜中，白茫茫一片是氯气伤害的显著特点。其次，氯气危害症状特征最先发生在老叶片上，一般茎、花、果部位抗性较强，只有在浓度过高时，茎才会受害，幼叶和芽通常很少受害。

对氯气敏感的蔬菜有大白菜、洋葱、萝卜、菠菜、冬瓜等，抗性中等的有马铃薯、黄瓜、番茄、辣椒、西瓜等，抗性较高的有茄子、甘蓝、韭菜、豇豆等。

4. 粉尘 粉尘主要是在设施内加热时，燃煤燃烧过程中或清洁设施时产生。当粉尘颗粒的直径小于10μm时，可以在空气中长时间飘浮，又称作飘尘。这些微粒能较长时间在大气中漂浮。并相互碰撞而吸附成为较大的粒子，降落到蔬菜上除造成严重污染外，还影响光合作用。被粉尘和飘尘危害的蔬菜常产生许多污斑，

需要全本请访问 www.ertongbook.com

花期污染，影响授粉和坐果；结果期污染，果实表面粗糙、木栓化，影响产量和品质，严重的失去商品价值。

（二）水污染

水是作物的命脉，水质的好坏是生产无公害蔬菜的一个重要条件，也是选择设施无公害生产基地的重要内容。由于人类活动产生的废水、废物等未经处理而进入水体，导致水体质量下降，使水的感观性状（色、嗅、味、浊）、物理化学性状（温度、酸碱度、氧化还原电位、放射性）、化学成分（有机、无机）、生物组成（种类、数量、形态、品质）等发生变化，造成灌溉水污染，从而降低了水体的利用价值，这不仅对环境造成危害，而且直接威胁着人们的身体健康。蔬菜作为人们日常生活必需食品，又是含水量较大的农作物，对水质的要求更为严格。灌溉水中主要污染物有无机物、有机物、重金属三大类。其主要内容、来源、危害见表 1-1、1-2 和 1-3。

表 1-1　水中无机污染物的种类、来源及危害性

污染物种类	污染物	主要来源	危害性
离子态有害物质	酸、碱、盐	矿山、化工、医药、冶炼、钢铁、染料、造纸、印染、制革、化肥等工业废水。	pH 值过高过低，引起土壤盐碱化、盐渍化，影响作物吸水，植株生长矮化，叶片坏死，产量下降

续 表

污染物种类	污染物	主要来源	危害性
无机有害物质	氰化物	焦化厂、电镀、合成氨、有色金属、冶炼、制药等工业废水。	剧毒物质。对鱼类及其他水生生物危害较大。对人体毒性在于破坏血液，影响运送氧的机能而致死亡
	氟化物	炼铝、炼钢、磷肥、玻璃、搪瓷、塑料等工业废水。	抑制植物生长代谢，引起减产以致死亡。对人体造成斑釉齿和氟骨症等
	硫化物	制革、造纸、化工、煤气等工业废水。	主要以硫化氢形式散发，植物在20mg/l—40mg/l浓度下受害
一般离子态物质	硼	硼砂、硼酸等含硼化工产品的废水及硼泥	当含硼量大于1.0mg/l时，灌溉水就使敏感作物表现中毒现象，使产量下降，植株提早干枯死亡

表 1-2　水中有机污染物的种类、来源及危害

污染物种类	污染物种类	主要来源	危害性
需氧污染物	含碳有机物	含 COD、BOD 较高的污水，以及 TOC、TOD 较高的水质，如工业废水、生活污水。	主要降低水中的溶解氧而影响鱼类生活；另外，引起土壤迅速缺氧，恶化土壤空气，以致危及土壤生物和植物生存
	含氧有机物	主要是氮素过剩	导致作物徒长、倒伏、贪青、晚熟、感病、烂秧、硝酸盐积累，形成亚硝铵，引起恶性肿瘤
有机有毒物质	酚类物质（C_6H_5OH）	工业废水	抑制作物生长，伤害根系，叶小果少，影响品质，使黄瓜具有苦涩味
	有机农药，（有机氯、有机磷、有机汞）	杀虫剂、杀菌剂、除草剂、植物生长调节剂	毒性较缓慢而残留时间长，污染蔬菜，造成食物中毒
	取代苯类化合物	农药、染料、炸药、医药、塑料合成橡胶	降低作物品质，烧伤作物
	多氯联苯（PCB）	工业废水	对人体有毒害作用
	石油	油矿、漏油	危害作物生长，造成减产

注：COD 指化学需气量，BOD 指生物化学需氧量，TOC 指总有机碳，TOD 指总需氧量

表 1-3 重金属来源及危害性

污染物	主要来源	危害性
汞（Hg）	氯碱工厂、造纸、农药、催化剂、冶金、石油燃烧、塑料、汞制剂	毒性强，对人体神系统有毒害作用，出现手足麻痹，神经紊乱等症状
镉（Cd）	锌、铜、铅的矿山和冶炼厂废水，还有电镀、颜料工业废水	主要通过饮料、食物进入人体，造成骨痛，影响肝肾功能，引起肺炎、呼吸困难、心血管病等
铬（Cr）	电镀、染色、制革、颜料、照相材料、铬铁冶炼等工业废水	三价铬和六价铬对人体有毒，易在肺内蓄积，有致畸、致癌作用，还可引起尿毒症、皮肤溃疡、鼻穿孔、毒物性肾炎等病症
铅（Pb）	矿山、冶炼、蓄电池、油漆、颜料等工业废水	铅是有毒物质。其毒性影响人体神经系统、骨骼和血液，可造成贫血、神经炎、肾炎等病症
砷（As）	冶炼、农药、氮肥、制革、染色、涂料等工业废水	剧毒物。慢性中毒表现为肝、肾炎症，神经麻痹和皮肤溃疡。急性中毒会引起鼻出血，因尿毒症而死亡。还可引起皮肤癌

续　表

污染物	主要来源	危害性
铜（Cu）	矿山、电镀、电线制造、人造纤维等工业废水	铜量过高，引起作物枯死；引起腹痛、呕吐、导致肝硬化
锌（Zn）	矿山排水、电镀、合成橡胶	对水生生物和农作物有明显毒性，抑制生长

污水进入土壤后，因污染物的性质不同，引起的土壤效应也不尽相同，主要表现为对土壤含盐量、土壤溶液渗压、土壤孔隙度等造成影响，同时含有重金属的废水将对土壤微生物、土壤酶活性造成影响。污水进入设施后，可对蔬菜作物的生育、产量、品质等造成影响。其中富含重金属的污水进入土壤后，一方面在土壤中残留富集，另一方面被农作物吸收，表现出毒害效应，通过食物链对人体造成危害。汞、镉、铅、铬、砷等重金属，除在人体器官积累外，还在作物形态上表现出受害症状，可以根据这些表现特征来判断作物受重金属危害状况。

（三）土壤污染

土壤是绿色植物生存的基础。蔬菜的生长离不开土壤，土壤可以固定根系、支撑植株、供应水分和养分。因此，设施无公害蔬菜生产对土壤条件要求既要无污染，又要肥力充足，以保证设施蔬菜优质安全生产。土壤受到污染后主要影响蔬菜的生长发育和产量与品质，直接或间接地影响畜禽生长发育和人体健康。土壤污染过程是土壤中污染物的输入、积累和土壤对污染的净化两个对立统一的过程。在正常情况下，二者处于动态平衡状态，如果人类各种活动输入的污染物质，其数量和速度超过了土壤自净的能力，就会导致土壤生物和理化特性恶化，形成土壤污染。在现代工业社会，农药、化肥的大量使用，“三废”对农业环境的污染是导致土壤污染的主要原因。根据污染物性质的不同，污染土

壤的污染物可以分为7大类若干种，见表1-4。

表1-4 土壤污染物种类及来源

污染物种类	污染物	来源
无机物	汞、镉、砷、铅、铬等重金属以及盐碱类	水体污染源、大气污染源、化肥、废弃物、农药
有机农药	杀虫剂、杀菌剂、除草剂等	农药厂
有机废弃物	三氯乙醛、酚等	农用污水、化学工业、农药厂
化学肥料	氮肥、磷肥	化肥厂
固体污染物	污泥、矿渣粉、煤灰等	固体废弃物
放射性物质	V^{238}、Ra^{236}、K^{40}	核实验与使用
病原物	寄生虫、病原菌、病毒等	污水、粪便、残株败叶、垃圾等

在这7类土壤污染物中，最突出而又很难降解的有两大类，一类是重金属，另一类是有机合成农药。这是选择或评价设施无公害蔬菜生产基地中对土壤条件尤为重要的方面。重金属是一类具有潜在危害的无机污染物，重金属一般容易迁移，不能被土壤生物分解，易在土壤和生物体中富集。土壤的重金属污染有三个特点：

1. 隐蔽性和潜伏性　土壤是一个巨大的缓冲体系，土壤受污染后至产生危害有一个积累的过程，初期由于土壤的缓冲性能好，土壤受污染后并不对作物产生明显的危害，但污染物已在土壤中不断积累。当土壤污染物积累到一定浓度时，就会对作物产生显

需要全本请访问 www.ertongbook.com