无公害农产品生产技术，蔬菜分册

马占元主编

河北科学技术出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

内容提要

本书论述了无公害蔬菜基地选择、环境监测、无公害蔬菜生产栽培技术、施肥技术、病虫害防治技术和无公害蔬菜采后处理和储藏加工技术。

书名：无公害农产品生产技术，蔬菜分册
作者：马占元主编
出版社：河北科学技术出版社
ISBN 7-5375-3139-0
中图分类号 S3
出版日期：2004
定价：30.00 **元**

前　言

河北省是蔬菜产销大省，蔬菜生产是河北省农业生产的重中之重，蔬菜也是主要出口创汇产品之一。但河北省的蔬菜产品质量不容乐观，严重影响着产值和效益。在国内市场，河北的蔬菜曾几次被查出有害物残留超标；在国际市场上，中国出口韩国的大蒜、出口日本的辣椒等，也都有被查出有害物残留超标的记录。随着社会的进步，人们生活水平的提高，消费无公害农产品，保护身体健康，已经成为新时代消费的潮流和市场走向。而且，随着我国加入 WTO，农产品国际贸易将面临质量安全这一新的技术壁垒的考验。可以预见，无公害的标志将成为今后农产品进入国内、国际市场的入场券，21 世纪国际消费的潮流将以无公害为特征。农产品的无害化生产也必将成为农业可持续发展的重要因素，也是造福子孙后代的重大工程。

无公害蔬菜生产技术是农业科技发展的高科技领域，是一项具有广阔发展前景的系统技术。研究无公害蔬菜生产技术，是提高蔬菜产品质量，促进农业产业化和市场国际化的需要，也是农业可持续发展的需要。为了更好地服务于农民，为农民提供技术上的支持，在河北省政协等单位的倡导下，河北省农业环保站、河北省农业技术推广站、河北省药检所联合编写了本书。

本书针对河北省目前蔬菜生产的现状、存在问题及市场需求，对发展无公害蔬菜产品的意义、如何生产和检测无公害蔬菜产品做了阐述。包括无公害蔬菜产地环境条件及控制、无公害蔬菜的生产技术、无公害蔬菜产品安全质量标准及无公害蔬菜采后

处理及储藏加工技术四部分。论述了无公害蔬菜基地选择、环境监测、无公害蔬菜生产栽培技术、施肥技术、病虫害防治技术和无公害蔬菜产后处理和储藏加工技术等无公害蔬菜生产的系统技术。介绍的蔬菜品种包括茄果类（4 种)、瓜类（5 种)、豆类（2 种)、叶类（10 种)、葱蒜类（4 种)、根菜类（4 种)、瓜果类（3 种）及食用菌（12 种）共八大类 44 个品种，基本囊括了我们平时所能接触到的和经常食用的蔬菜。本书的编写力求实用性及操作性，每个品种生产技术和用药都符合国家、农业部的标准和法规，符合北京、天津等地的市场准入条件。本书可作为农业技术推广、无公害农产品生产与管理、农业环境保护技术人员以及农业院校师生的参考资料，也可供农民生产无公害蔬菜时参考。

本书在编写中参考了有关资料，在此谨对这些资料的作者表示感谢。由于编者水平有限，加之时间仓促，错误之处在所难免，恳请读者批评指正。

编　者

2004 年 8 月

目　　录

无公害蔬菜生产概论 …… (1)
一、无公害蔬菜产地环境条件及控制 …… (1)
(一) 农业生产与农业环境的关系 …… (1)
(二) 环境污染及其对蔬菜生产的影响 …… (6)
(三) 无公害蔬菜产地的环境要求 …… (13)
(四) 无公害蔬菜产地环境质量标准 …… (15)
(五) 无公害蔬菜生产基地的选择与建立 …… (17)
(六) 无公害蔬菜产地环境监测与评价 …… (19)
(七) 无公害蔬菜产地环境保护与改善 …… (26)
(八) 无公害蔬菜产地环境监督与管理 …… (30)
二、无公害蔬菜产品安全质量标准及检测方法 …… (32)
(一) 影响蔬菜产品质量安全的主要问题 …… (33)
(二) 无公害蔬菜产品安全质量标准 …… (36)
(三) 国外农药残留限量标准 …… (48)
(四) 国内外农药残留限量标准比较 …… (49)
(五) 蔬菜产品中农药残留量的检测方法 …… (58)
(六) 蔬菜中硝酸盐和亚硝酸盐的检测方法 …… (61)
(七) 土壤中硝酸盐和亚硝酸盐的检测方法 …… (61)
(八) 蔬菜产品中有害生物的检测方法 …… (62)
三、无公害蔬菜生产农药、化肥使用准则 …… (62)
(一) 无公害蔬菜生产农药使用准则 …… (62)
(二) 无公害蔬菜生产肥料施用准则 …… (63)

需要全本请访问 www.ertongbook.com

无公害蔬菜生产技术…… (69)
一、茄果类蔬菜…… (69)
(一) 茄子…… (69)
(二) 番茄…… (75)
(三) 甜椒…… (83)
(四) 辣椒…… (90)
二、瓜类蔬菜…… (96)
(一) 西葫芦…… (96)
(二) 黄瓜…… (102)
(三) 冬瓜…… (112)
(四) 苦瓜…… (115)
(五) 丝瓜…… (118)
三、豆类蔬菜…… (121)
(一) 菜豆…… (121)
(二) 荷兰豆…… (127)
四、叶类蔬菜…… (131)
(一) 结球甘蓝…… (131)
(二) 大白菜…… (136)
(三) 芫荽…… (142)
(四) 芹菜…… (144)
(五) 花椰菜…… (149)
(六) 生菜…… (155)
(七) 菠菜…… (159)
(八) 油菜…… (161)
(九) 茴香…… (164)
(十) 茼蒿…… (166)
五、葱蒜类蔬菜…… (168)
(一) 大蒜…… (168)

(二) 大葱…… (172)
(三) 韭菜…… (178)
(四) 洋葱…… (182)
六、根菜类蔬菜…… (187)
(一) 胡萝卜…… (187)
(二) 萝卜…… (190)
(三) 莲藕…… (194)
(四) 绿芦笋…… (197)
七、瓜果类…… (204)
(一) 西瓜…… (204)
(二) 草莓…… (212)
(三) 厚皮甜瓜…… (219)
八、食用菌…… (228)
(一) 金针菇…… (229)
(二) 姬菇…… (237)
(三) 滑子菇…… (243)
(四) 草菇…… (253)
(五) 鸡腿菇…… (261)
(六) 平菇…… (267)
(七) 香菇…… (280)
(八) 阿魏蘑…… (294)
(九) 杏鲍菇…… (300)
(十) 双孢菇…… (306)
(十一) 黑木耳…… (318)
(十二) 银耳…… (323)
无公害蔬菜采后处理及储藏加工技术…… (329)
一、无公害蔬菜采后处理及储藏…… (329)
(一) 采收及采后处理…… (329)

(二) 蔬菜储藏方法…… (333)
(三) 常见蔬菜的储藏方法…… (346)
二、蔬菜无公害加工技术…… (362)
(一) 蔬菜无公害加工方法…… (362)
(二) 常见蔬菜无公害加工方法…… (389)

无公害蔬菜生产概论

一、无公害蔬菜产地环境条件及控制

（一）农业生产与农业环境的关系

农业生产与农业环境息息相关，唇齿相依，农业生产需要有一个良好的环境，即清新的空气、洁净的水源和肥沃的土质，以及适度的光、热等等。同时，进行农业生产必须合理开发利用自然资源，按照客观规律指导农业生产，合理使用农业投入品，减少对农业环境的污染，做到资源常新、永续利用，不断地为人类提供数量越来越多、质量越来越好的农产品。

1. 农业环境影响农业生产　《河北省农业环境保护条例》第二条规定：“本条例所称农业环境，是指影响农业生物生存、生长发育和农产品质量的各种天然的和经过人工改造的自然因素总体。”也就是说，农业生物赖以生存的土地、大气、水、光、热、生物等都是农业环境。农业环境的好坏，直接影响着农业生物的生存、生长发育和产品的质量。农业环境与农业生物之间相互依存，相互影响，相互制约，构成一个农业生态系统。这一系统是动态的，当其中一个环节发生改变时，就会影响其他环节，

农业环境出现污染和破坏就会影响农产品的质量和农业生产，严重时农产品就会失去利用价值，有的通过生物浓缩和食物链影响人们的身体健康。农业生产是受农业环境影响与制约的生产，同时农业生产过程也会对周边农业环境带来影响。

2. 农业环境是农业生产的基础条件和生产资源　农业环境因素对农产品的数量和质量起决定作用，在实践中可以体会到，在风调雨顺、土壤条件好和病虫草害少的农业环境中发展农业比较顺利。农业环境对农业生产起决定作用，是农业发展的重要的资源，但农业资源不是无限的。长期以来，人们一直认为空气是取之不尽，用之不竭的，但实际情况并非如此，空气在地球表面只是薄薄的一层，且95%以上的空气都集中在距地球表面10千米左右的空间，它对有害物质的稀释净化能力也是有限的，大气的污染，也主要发生在这一层内，尤其在距地面1～2千米；水同样是植物生存中不可缺少的宝贵资源，过去一直认为水也是取之不尽，用之不竭的，并且是最廉价的，实际情况也并非如此。当然，地球上的总水量还是相当丰富的，不过绝大部分都是咸水。目前人类生活和农业生产需要的淡水，数量非常有限，约占地球总水量的0.0091%。我国年平均降水量为629毫米，年总降水量为6万亿立方米，地表径流量为26亿立方米。我国地表径流量虽然比较丰富，但人均占有量却很少，每人年均占有量为2500立方米，只相当于世界人均占有量的1/4，相当于美国的1/5。我国的降水时间多集中在7、8、9三个月，且时空分布不均，每年都有干旱发生。此外，由于工农业发展用水量增大，使地下水位普遍下降，并出现大范围的漏斗区，致使大量水井和农用水井报废，特别是北方各大、中城市，多数因用水紧张，不得不限制用水量。土地是植物的生存之本，我国是属于草地多、耕地少、林地也比较少的国家，人均耕地不足0.1公顷(1.5亩),只是世界人均耕地0.32公顷(4.8亩)的40%。更重要的是地球上的

土地资源也是有限的，它没有再生能力，一旦受到污染，很难得到恢复。

3. 农业环境污染对农业生产影响巨大　农业环境受到污染后不仅会降低农产品产量，也降低农产品品质，继而通过食物链影响人们的生活质量和健康。农业环境受污染后，污染物与作物产生化学作用和物理作用。化学作用表现为污染物进入植物细胞中与内含物发生化学反应，发生一系列变化，或是累积在作物体内；物理作用指的是污染物堵塞气孔或侵入植株体内，填塞细胞间隙，引起机械损伤。上述作用的结果是影响作物的生长发育，造成产量下降或使农产品中带有残留毒物，失去其食用经济价值。污染物主要通过空气、灌溉水、土壤及直接接触等多种途径来影响作物。空气中的有害气体与作物接触后，主要是影响作物的产量，改变农产品的品质；空气中的颗粒状污染物除了沉降到土壤上外，还可以粘附在植株体上或被作物吸收，造成粮食、蔬菜污染；灌溉水被污染时，污水进入农田直接与作物接触，对作物造成各种影响。不论是空气污染还是灌溉水污染，大部分污染物最后都要进入土壤，不断积累，导致土壤污染。土壤污染后，不但要影响作物生长、污染农产品，而且土壤中的污染物随水流失后，还会污染地表水和地下水。

4. 农业生产过程会对周边农业环境产生重大影响　农业生产过程中的投入品使用不当也会污染环境，如使用肥料、农药、塑料薄膜不当，都可能形成污染。使用未腐熟的有机肥，过分依赖化学肥料，偏施氮素化肥，都会使土壤和地下水受硝酸盐的污染；防治病虫害，主要依靠化学防治，有时滥施农药就会污染环境；农膜残留污染也越来越广泛。

(1) 化肥使用不当造成的污染：化肥对提高作物产量的贡献率为30%左右，但使用化肥在获得农业丰收的同时，也会对生态环境造成负面影响。比如，大量不合理使用未腐熟的有机肥，

需要全本请访问 www.ertongbook.com

会造成农业害虫严重发生、氮素污染等。在几种化肥中，氮素化肥的环境负面影响最严重，氮素可以通过地表径流和淋溶进入地表水和地下水。化肥氮素进入地面水体，与生活污水一样，是引起水体富营养化的原因之一，进入地下水，会造成地下水硝酸盐含量超标；在长期使用氮素化肥的地区，氮素淋溶污染地下水，使地下水含氮量逐年增高，人们得不到清洁的饮用水，这已成为目前非常严重的环境问题；施肥是影响蔬菜硝酸盐含量的重要途径，化肥通过蔬菜积累硝酸盐，对人体健康产生不利影响，进入土壤中的氮在土壤微生物的硝化、反硝化作用下，部分氮肥变成 NOx 或 NH_3（氨气）气体而进入环境。NOx 是参与光化学反应的活跃分子，进入大气平流层与臭氧作用，是造成臭氧层破坏的元凶之一。长期施用氮素化肥，会使土壤酸化和板结，降低土地生产力，并活化重金属元素，如镉、汞、铅、铬、铝等，增加其在土壤中的活性。磷肥是植物生长的必需营养元素之一，磷肥的污染主要是指磷肥中的杂质对农业环境的污染。主要杂质有：重金属镉、铬、铅等，元素砷，以及放射性元素，这些杂质来源于磷矿石和加工磷肥的硫酸。

(2) 农药过量使用造成的环境污染：农药在农业生产中发挥了巨大的作用，尤其是现代农业，农药是防治农业病虫草害的重要手段，是挽回病、虫、草害损失，增加农业产量不可替代的措施。然而，滥施农药对环境的污染也是个严峻的事实，比如，使害虫抗药性增加、伤害天敌和其他有益生物、在环境中长期积累、在农产品上产生农药残留等；一次性过量使用，或长期使用某种农药，有引起害虫卷土重来的危险，同时也对天敌和其他有益生物造成毁灭性伤害，破坏了生态平衡，使主要栽培植物的病虫害呈上升趋势，已被控制的病虫害再度回升，次要的病虫害上升为主要灾害，新的病虫害时有发生，病虫草害抗药性增加，一些优良品种的作物抗病性降低，鸟类、蛇类减少，鼠害猖獗等

等；有的农药品种在环境中有生物富集作用，农药在喷洒过程中作用率不大，如粉剂不到10%，水剂为20%～30%，即另有70%～90%的农药进入了环境，大部分散落在土壤，遇雨水进入水体；部分形成漂浮物，进入空气，分散到环境的农药，可进入食物链，随着营养级而不断增加，达到污染的程度；散落在土壤中的农药随地表径流进入水体，对水体造成污染；一般农田周边的水渠污染最重，江河次之，散落在土壤中的农药，主要残留在0～30厘米深的土壤中，通过生物和非生物途径转化和降解，或通过挥发、随水移动，或被植物吸收而迁移。农药对土壤的污染，干扰了土壤生态系统，使土壤中的微生物和小动物的数量减少，进而影响土壤团粒结构的形成和造成肥力水平的降低。

(3) 农用塑料残膜的污染：农用薄膜包括地膜和棚膜。农膜技术的采用，对农业种植结构的调整和高产、高效、优质农业的发展，均衡鲜活农产品的市场供应产生了重大而深远的影响。但是，从农膜生产和使用以来，逐步暴露出一些环境污染问题，其中最严重的是残膜污染。残膜是由农膜老化、破碎和回收不净，在农田中的残留，被农民称之为“白灾”。土壤中残膜的污染作用主要表现在：对于作物种子萌芽和幼苗生长有损害作用。如农膜中的增塑剂邻苯二甲酸-2异丁酯随水溢出，渗入土壤，对种子有毒害作用，物理性阻碍根系生长和出苗，可造成作物缺苗断垄15%以上；同时，影响土壤容重、含水量、空隙度，使土壤理化性状变劣。聚烯烃类薄膜在土壤中抗机械破碎性强，妨碍气、热、水和肥等的流动和转化，使土壤物理性能变差，养分运输困难。大量的农膜残留在土壤中不利于土壤的耕翻，使土壤耕性变差，不利于作物根系的伸展；对作物造成减产，田间大量调查试验表明，作物减产幅度随农膜使用年限和残留量的增加而增大，一般情况下，蔬菜作物减产5%～40%。

(4) 污水灌溉对农田的污染：工业及城市“三废”(废水、

废气、废渣）对农田污染的主要渠道是污水灌溉。合理污灌，不仅可以利用污水资源，还可利用污水中的营养成分，减轻地表水的污染负荷。但是由于我国工业废水处理率低，污水中除营养物质之外，还含有农田不需要的污染物。我国缺水的北方地区，水污染非常严重，使河流失去农用（灌溉、养殖等）功能，已引起广泛关注和受害农民的强烈不满。污水灌溉的主要影响：一是土壤重金属污染。灌溉水中的主要污染物是重金属，重金属污染的特点是，进入土壤后，其污染具有长期性和隐蔽性，而且一旦污染，其污染状况很难直接识别，污染物很难去除，并长期向农作物迁移，减少作物产量或降低农产品品质，直接影响人体健康；二是土壤矿物油污染。有的灌区污水中含有石油类物质，作物受其污染，使水稻减产，米质无光泽，米饭有石油异味，有的米质经检测有苯并芘残留；此外，还造成对灌区周边环境的污染，污水灌溉对灌区的环境卫生有不利影响，可能使空气有异味；污水灌溉对水环境质量也有不同程度的污染，污水灌溉可能造成蔬菜口感性变差，不耐储存，不易煮熟。

（二）环境污染及其对蔬菜生产的影响

对蔬菜生产造成影响的环境污染介质主要是大气污染、水污染、土壤污染。污染的物质可分为有机物污染、无机物污染、重金属污染和生物污染。

1. 空气污染　空气中有很多污染物，尤以工业废气排出的有毒气体污染面积大、危害严重，特别是城郊和靠近工厂附近的菜田受害更加严重。工业废气的污染大致可以分成气体污染和气溶胶污染两类。气体污染如二氧化硫、氟化物、臭氧、氮氧化物、碳氢化合物等；气溶胶污染如粉尘、烟尘等固体离子及烟雾、雾气等液体离子。其中对蔬菜威胁较大的污染物有二氧化硫、氟化氢、氯气、煤烟尘等十余种，这些污染物有时直接伤害

蔬菜，表现为急性危害，细胞及叶绿素遭到破坏，在叶片上出现大量伤斑，严重时叶片枯死，甚至脱落死亡，造成严重减产；有时表现为慢性危害，即在污染物浓度低时表现轻微的伤害或隐性伤害，即植株表面看不出症状，只是生理代谢受到影响。植株体内有害物质积累影响产量及品质。人们食用这些受污染的蔬菜后可对人体健康产生危害。

(1) 二氧化硫：硫是对农业危害最广泛的污染物，主要来源于燃烧含硫的煤、石油和焦油。蔬菜对二氧化硫很敏感，少量气体就能伤害其生理机能。二氧化硫是通过气孔侵入到叶片的，所以气孔附近的细胞首先受害，当受害浓度高，时间长时，植株体内积累过多，就会影响到生理代谢活性，出现受害状。食用含硫量很高的蔬菜也会对人体产生危害。

(2) 氟化氢：氟化氢主要来源于使用含氟原料的化工厂、冶金厂、磷肥厂和炼铝厂及砖瓦窑排放的废气。氟化氢是一种无色，具有臭味的剧毒气体，其毒性较二氧化硫大 20 倍，是空气污染物中对植物毒性最强的气体。氟化氢对植物的危害症状和二氧化硫相似。急性中毒时，受害的坏死斑多出现在叶尖和叶脉处。蔬菜和其他作物一样，可以直接吸收空气中的氟化物，大部分通过气孔，也可通过叶缘水孔进入，急性危害一般只经几个小时叶子就可以由绿变褐，全株凋零。蔬菜受污染后，含氟量增加，长期食用会在人体中积累。摄入过多的氟，轻者造成斑釉齿，重则导致慢性中毒形成氟骨病。蔬菜中的氟为水溶性，通过浸泡可降低含氟量。

(3) 氯气：氯气是一种黄绿色的有毒气体，对农作物的危害也很严重，但只限于局部地区。空气中的氯气主要来源于食盐电解、农药制造、漂白粉、消毒剂、塑料、合成纤维等工厂排放的废气。农作物受害往往在浓度较高时才出现症状，通常是叶脉、叶缘间组织出现白色、浅黄色不规则的伤斑，直至全部漂白，枯

干死亡。尤其是白菜、洋葱、萝卜等较敏感。

(4) 粉尘和烟尘：空气中的污染物除气体外，还有大量固体式液体的微细颗粒成分，统称粉尘。烟尘是空气中粉尘的主要成分，工矿企业的烟囱是煤烟粉尘的主要来源。烟尘主要成分为碳黑颗粒、煤粒和飞灰，是对农业危害最重的空气粉尘。粉尘削弱了植物的光合作用和呼吸作用，引起褪色，生长不良，部分组织木栓化，纤维增多，使蔬菜减产，商品价值降低。

另外，工业废气中还含有许多金属微粒如铅、镉、铬、锌、砷、汞等，这些物质毒性大，直接或间接地被植物吸收或污染土壤，使土壤带毒，这种土壤种植蔬菜必然会造成有害物积累超标。

2. 水质污染　蔬菜是灌水量最多的作物，水体的污染已成为菜田土壤及蔬菜污染的主要途径之一。水质污染对蔬菜的危害主要表现在以下两个方面：一是直接危害，即水中的酸、碱物质或油、沥青及其他悬浮物均可损害蔬菜的组织，造成生长不良，品质下降或带毒不能食用；二是间接危害，即污水中可溶性有毒有害物质被植物吸收，严重影响蔬菜的正常生理代谢和生长发育，造成减产或者使产品内毒物积累，通过食物链进入人体造成危害。水中污染物分布较广，危害较大的有酚类化合物、氰化物、苯系物、醛及致病微生物等。

(1) 酚类化合物：酚是石油化工，炼焦和煤气、冶金、化工、陶瓷、玻璃、塑料等工业废水中的主要有害物质，对生物有毒杀作用，可使细胞原生质中的蛋白质凝固，还能抑制植物的光合作用和酶的活性，破坏植物生长素的形成，影响植物对水分的吸收，降低产量，但不同的蔬菜对酚的吸收和积累的作用有很大差异，可利用蔬菜的这种特性，在含酚量较高的污灌区内种植对酚分解力强、积累性弱的蔬菜品种。

(2) 氰化物：氰化物主要来源于炼焦、电镀、选矿、金属冶炼、化肥等工厂排放的含氰工业污水，氰化物的毒性在于它能放

出游离氰，形成活性很强的剧毒物质——氢氰酸，虽然对蔬菜的生长不易产生危害，但是对人畜及水产品影响很大，还可能会通过食物链危害人类健康。氰的残留量与蔬菜的种类、品种、生长期、栽培季节、植株部位有关，还特别易受环境条件的影响，一般低温条件下比高温易受害，在生产中应予以充分注意。

(3) 苯及苯系物：这类污染物主要来源于化工、合成纤维、塑料、橡胶，特别是炼焦和石油工业排放的废水，被苯污染的水和蔬菜常含有异味，超过一定限度后，蔬菜中芳烃类物质增加，蔬菜出现涩味，不宜食用。

(4) 致病微生物污染：在未处理的食品工业、医院污水、生活污水中常常携带大量的致病微生物。常见的有沙门氏杆菌、痢疾杆菌及肝炎病毒、大肠杆菌，还会有大量的蛔虫卵，这些微生物附着在蔬菜上，食用后会患各种疾病，影响人们的健康。

3. 土壤污染　从来源划分，菜田土壤的污染可分为两部分：一是工业废水、废气、废渣造成的污染；二是栽培过程中滥用化肥、农药、地膜造成的污染。近些年来，由于工业和经济的快速发展及对环境污染控制不力，菜地的污染日趋严重，特别是城郊及工矿区附近，蔬菜地中重金属及硝酸盐含量较高，对人体健康造成潜在的威胁，应予以足够的重视。

(1) 重金属污染：大量的调查表明，城市及工矿附近的灌溉水、土壤及蔬菜中重金属含量较高，蔬菜对重金属的富集程度以镉最高，锌、铜次之，汞中等，铅、砷、铬较低。不同土壤条件下，对重金属的吸附情况也有差异，有机质含量高、呈中性或碱性的土壤重金属易被吸附固定，有利于提高土壤的环境容量，减少对蔬菜的污染。

①镉污染。污染环境的镉主要来源于金属冶炼、电镀、电机、化工、金属开矿等工业排放的“三废”。镉是毒性很强的金属，对人体危害很大，能引起急慢性中毒，对骨骼有损害，有致

需要全本请访问 www.ertongbook.com