第一章　概述

第一节　发展无公害蔬菜生产的意义

一、维持人体健康需要无污染的蔬菜产品

人们熟知食用优质、安全的蔬菜产品有利于人体的健康，若食用被污染的蔬菜食品，轻则引发疾病，重则死亡。如1985年浙江省的丽九县一农户使用甲胺磷喷洒花菜，造成80人食用后中毒；1989年福建省长乐县食用高毒农药污染的芥蓝菜，造成63人中毒；江西省崇仁县一农户食用喷施剧毒农药的蔬菜，造成12人中毒，2人死亡；同年香港深水坊区发生食用蔬菜中毒事件20起，其中一起因食用喷施甲胺磷的菜心，产生120人中毒后住医院治疗，成为当年香港的十大新闻之一；1991年天津因食用韭菜中毒，仅南开医院就收治100多人。

蔬菜中硝酸盐超过一定的含量时，将对人体产生很大危害。体内NO^{3-}浓度过高，易产生高铁血红蛋白，血液呈蓝黑色，形成蓝婴病死亡。另外硝酸盐转化成亚硝酸盐，再形成强致癌和致畸的亚硝酸胺，这种物质一旦进入蔬菜后，将会给人带来极大的危害。日本人每天摄入的硝酸盐相当于美国人的3～4倍，日本人的胃癌死亡率为美国人的6～8倍。

1973年，世界卫生组织（WHO）和联合国粮农组织（FAO）制定了食品中硝酸盐的限量标准，按人体重量及每天

需要全本请访问 www.ertongbook.com

食用食物总量计算的 ADI 值(日允许量),硝酸盐(以 $NaNO_3$ 计)和亚硝酸盐(以 $NaNO_2$ 计) 的日摄入量最高分别为每公斤 5 毫克和 0.2 毫克。1982 年，我国农科院生物防治所沈明珠等人以 ADI 值为基础，建议我国蔬菜中硝酸盐的含量标准可以分为 4 级(表 1 -1)，该标准目前得到了国内外的公认。

表 1 -1　蔬菜中硝酸盐含量的分级标准

项目	一级	二级	三级	四级
NO_3 - N (毫克／千克)	≤432	≤785	≤1440	≤3100
程度	轻度	中度	高度	严重
卫生标准	允许	不宜生食，熟食、盐渍可以	不宜生食、盐渍熟食可以	不允许

综上所述,生产优质无污染的蔬菜是保证人体健康的需要。

二、发展外销蔬菜的需要

改革开放以来,蔬菜生产得到长足发展,栽培面积逐年扩大，目前我国的面积达 1653.3 万平方米,比 20 世纪 80 年代初的 313.3 万平方米增长 5.3 倍。比 90 年代初(660 万平方米)增加 2.5 倍。蔬菜总产量也不断增加，目前已达 4.4 亿吨,比 80 年代初(0.81 亿吨) 增加 5.7 倍,比 90 年代初(1.955 亿吨)增加 2.2 倍。

由于蔬菜产量的不断增加,国内市场供大于求,开发国际市场是发展蔬菜生产的有效途径之一。这一方面我们已经做了许多工作，近年来我国的蔬菜产品出口量也逐年增加。2001 年我国蔬菜出口量为 394 万吨，比上一年增长 22.9%；2002 年出口量为 465.74 万吨,产值为 23.63 亿美元。但当前我国蔬菜生产中的公害问题却严重地制约着蔬菜的外销。目前出口的主体市场(日本、印度尼西亚、马来西亚、俄罗斯、韩

国、美国、新加坡、荷兰、德国、越南及香港等地)都有相应的标准。1990年以来，我国出口到欧盟、日本、美国等地的肉类、鱼类、茶叶、蔬菜等产品,由于农药残留、兽药残留及重金属等有害物质污染超标,被拒收、扣留、退货、销毁、索赔和中止合同的事件时有发生。许多传统大宗出口创汇蔬菜产品被迫退出了国际市场。所以提高蔬菜产品质量，进行无公害生产势在必行。

三、保护环境的需要

随着社会的发展,城市增加、扩大,工厂不断新建,工厂的“三废”,城市垃圾、污水、燃烧的废气等有害物质大量产生。农业生产中,过量使用化肥、农药、生长调节剂等,许多化学元素无节制地、大量地、源源不断地转入土壤,危害人体健康。

我国是一个资源约束型国家，人均耕地占世界平均水平的32%，森林面积占世界平均水平的14.3%,草地面积占世界平均水平的32.3%，水资源面积占世界平均面积的28.1%。进入20世纪90年代后,我国水土流失面积约4000万平方米,三废和农药污染2000万平方米,粮食损失约50亿千克,经济损失30亿元人民币,环境污染导致4000万人和8000万头牲畜饮水困难。因此，我们在生产实践中，必须保护环境,保护生态的平衡,进行无公害蔬菜的生产。

第二节　无公害蔬菜生产发展状况

一、无公害蔬菜生产的概念

无公害蔬菜是指无污染的、安全、优质营养型的蔬菜产品。在自然界中,绝对“无污染”“无公害”的蔬菜是不存在

的,只是把污染的程度限制在不同的控制标准以内,基本的要求是安全、优质、有益于人体的健康。

我国的绿色食品分为 AA 级和 A 级两个级别。它们相同的标准是产地要符合规定的生态环境标准，按特定的操作规定进行生产。在生产过程中， AA 级不使用任何化学合成物质；A 级允许使用限量的化学合成物质；产品的加工、包装均按特定的操作规程进行；产品的质量按有关部门规定的标准进行检测,经认定符合要求的蔬菜产品,可以发给相应的绿色食品证书。

二、世界无公害蔬菜的发展与现状

第二次世界大战以后,欧洲、美国、日本等发达国家和地区,大量地将化学肥料、化学农药、化学生长激素等物质投入到农业,提高了产量、丰富了产品,但也打破了自然界的生态平衡。人们为了寻求农业生产与自然界间的平衡,20 世纪以来,世界先后成立了一些协会、组织机构,研究建立一种生态、社会、经济发展永存的农业体系。这个体系在英语语系的国家叫‘有机农业’,芬兰、瑞典等非英语语系的国家叫‘生态农业’,德国叫‘生物农业’,日本叫‘自然农业’。我们均有选用,称‘可持续农业’。

1972 年，有机农业国际联盟(ITCAM)在法国成立,总部设在德国。1991 年 9 月，在美国纽约联合国成立了“世界可持续农业协会”(WSAA),另外日本也相继成立了‘自然农法协会’(MOA)等组织，不同的组织机构先后制定了管理办法和执行标准。

1992 年,联合国在巴西召开了‘环境与发展’的世界首脑会议。将农业可持续发展作为全球未来共同发展的战略任务。此后，世界许多国家加强了环境的保护，加速了有机农

业、生态农业、自然农业、生物农业、可持续农业的发展。

当前有机农业正迅猛发展，据统计，从 1989 年开始有机食品的市场规模一直以每年 20% 的速度增长，专家们预测，至 2006 年这类产品销售额将达 470 亿美元。有机食品将成为 21 世纪的主导食品，逐渐取代现代的常规食品。

三、我国无公害蔬菜生产的发展

我国无公害蔬菜的研究与生产起步于 1982 年，在当年召开的生物防治会上，江苏省率先提出将生物防治代替化学防治以防止对环境和蔬菜的污染。1983 年在农业部植保总站的主持下，全国 23 个省市开展了无公害蔬菜研究、实验、推广工作。1985 年全国推广无公害蔬菜面积达 4 万公顷。1992 年 11 月，在农业部领导下成立了中国绿色食品发展中心，负责制定绿色食品的标准，并实施其各个工程。各地也相应成立了组织机构。截止 1998 年底，全国无公害农产品达 17 种。示范面积为 29.2 万公顷，总产量达 639.54 万吨，其中共有 95 家企业的 144 个蔬菜产品注册了绿色食品标志，占全国绿色食品总量的 14.2%，其产量达 328.8 万吨，占蔬菜总量的 1%，种植面积为 19 万公顷，占种植面积的 1.6‰。在数量增长的同时，品种也向多元化发展，由原来仅有的黄瓜、番茄、大白菜，发展到 70 多个品种，如冬瓜、茄子、芹菜、辣椒、苦瓜、芥菜、马铃薯等，还有许多地方特色的优良品种，如 山东苍山大蒜、金乡大蒜、莱芜生姜、扬州乳黄瓜、湖北福山莼菜、内蒙新华韭、四川绿科牌七彩甜椒、网纹甜瓜、青瓜等。山野蔬菜在绿色食品中也占有较大比例，其产品数占总数的 22.7%。如 天绿香(守宫伞)、苦菜、薇菜、珍珠菜、天香菜、刺嫩芽(刺五加)等。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

第三节　蔬菜的污染源与污染物

一、环境条件造成的污染

(一)大气污染

主要来源于自然变化和人事活动。自然的太阳辐射、火山爆发、森林火灾、尘土飞扬、空气流动等自然现象都会产生或传播一些有害物质污染空气；人为活动主要表现为工业排放废气的污染,其污染面积大,危害严重,另外是在城市和工矿区,交通车辆的废气,烟尘的排放,农业生产中的废物排放等都能造成大气污染。

主要污染物有：

二氧化硫：这是当前对蔬菜作物污染危害面积最大的气体之一，蔬菜对二氧化硫的抵抗能力较弱。二氧化硫侵入蔬菜累积浓度达到一定限度,超过了自生的解毒能力后,一方面影响植物生理代谢活动，另一方面人食用了这些受污染的蔬菜产品后,会对健康造成损害。

碳氧化合物 有一氧化碳和二氧化碳,二氧化碳是光合作用底物,但当浓度超过 10 毫升／升,就会使人中毒。一氧化碳是大气的主要污染物，对蔬菜作物的危害很大。

氮氧化合物 有 NO、N_2O、N_2O_3、NO_2、N_2O_5 等多种形态，NO、NO_2 是主要污染物。二氧化氮对蔬菜作物产生危害，其症状表现为叶脉之间先出现不规则的斑点，然后细胞破裂并逐渐扩大到整叶片。二氧化氮被植物吸收后可以转化形成硝酸盐或亚硝酸盐,可以构成二次污染,毒性更大。

氟化物有氟化氢、硅氟硫以及含有氟的粉尘等 氟化氢是

一种累积性很强的污染物，其毒性最大，比二氧化硫毒性大20倍。当空气中的含量1.0×10^{-7}毫升／升时,即可使敏感植物(如叶菜类)受害,人长期食用含氟的蔬菜后,轻则产生斑釉齿,重则造成氟中毒,骨质产生变化。

氯 食盐电解、制造农药、生产塑料、合成纤维等的工厂排放废气中，含有大量的氯化合物。氯气是一种黄绿色的有毒气体,空气中氯的浓度达到$(0.5\sim0.8)\times10^{-3}$毫升／升时,一些蔬菜就会产生污染。

碳氢有机物 汽车、炼油厂等各种动力设备燃烧煤油、汽油、天然气后的排放物,主要为碳氢化合物,有烷烃、烯烃、芳香烃等，它们可直接污染环境造成危害，如乙烯(C_2H_4)浓度达60微克／立方米6小时,能使作物叶片变形、弯曲、变黄脱落,落花、落果,轻则减产,重则死亡。

粉尘和飘尘：被污染的空气中还含有大量的固体或液体微小颗粒为“粉尘”,主要的粉尘有煤烟尘,是危害性最强的空气粉尘之一。被烟尘污染的蔬菜，植株光合和呼吸作用受到极大影响,从而引起褪色,生长不良,部分组织木栓化,表皮粗糙,产量下降,商品价值降低,对于一些叶菜类蔬菜来说,烟尘无法洗净食用。另外工业排放物中有许多极细小的金属微粒,如铅、铬、镉、锌、砷、汞、镍等,它们能较长时间的漂浮在空气里成为“飘尘”,一旦飘落在蔬菜上,会直接或间接被蔬菜作物吸收产生危害。

(二)水体污染

水质污染是指水溶入某些有害物质后，造成恶化的现象。被污染的水源主要来自工业废水、城市污水、污染大气的降水、污染农田的排水等。

工矿区污染的水质成分复杂,毒性大,如 煤油厂、石油化

工厂、冶金厂等的污水主要含酚类化合物、氰化合物。酚类化合物是水质第一超标污染物，对生物具有毒杀作用，可以使细胞原生质中的蛋白质凝固。用高浓度含酚废水灌溉蔬菜，能抑制植株的光合作用和酶的活性，破坏生长素的形成，影响正常的生理功能，造成生长不良。蔬菜产品中的酚类化合物含量过高可以引起人类神经系统的疾病。

氰化物对蔬菜生长发育不易产生危害，甚至还有刺激生长的作用，但氰化物是剧毒物质，若被人体吸收后造成急性中毒,往往致死。

炼焦、石油、合成纤维、塑料、橡胶等工业排放的废水中含有苯及苯类。苯是不溶于水的有机化合物，被苯污染的水有异味，用它灌溉菜田，蔬菜产品中易积累，当达到一定的浓度后,芳烃类物质急剧增加,食用品质下降,有时产生涩味。

化工厂、制革厂等的废水中含有大量的砷、汞、铬等有害物质,砷进入人体可在各组织、器官中积累,引起慢性中毒,表现为消化系统、神经系统的不良症状。汞在水体、土壤、大气之间不断交换、转移,汞蒸气有高度扩散性,较大的脂溶性,人吸入后会产生胃痉挛、腹痛、腹泻等症状，甚至出现肝胃综合征，直至死亡。铅中毒会引起贫血等一系列症状。

城市污水主要有生活污水,工业、医院、畜牧、屠宰场等处的废水含有大量致病菌的病原微生物和碳水化合物、蛋白质、脂肪、木质素等需氧有机物和一些悬浮物。常见病原微生物有沙门氏杆菌、志贺氏痢疾杆菌、肝炎病毒、肠病毒等,另外还有大量的寄生性蛔虫、绦卵虫等。一般情况下，这些病原微生物及它们的代谢产物附着在蔬菜器官的表面，但有些病原微生物尤其病毒类也可通过表面进入组织。

农田施用各种农药、除草剂、肥料等化学物时，除部分被

植物吸收外，大部分残存在土壤中或溶于水中，造成污染。

（三）土壤污染

土壤是作物生长、更新的自然资源，又是强大的净化场所。当进入到土壤中的污染物质的数量和速度超过了土壤自身的净化能力时，土壤的组成、理化性、生物性就会发生劣变。

土壤的污染途径主要来源于污染的水体、大气和人为的生产活动，被污染的水体和大气可再次污染土壤。人们在从事农业活动时，不合理施用农药、化肥和未经处理的垃圾、污泥、粪便、污水等有害物质均造成土壤的污染。污染的土壤可以间接污染空气和水体，成为二次污染源。主要的污染物有重金属、农药、硝酸盐。重金属污染主要有汞、镉、砷、铅等。

土壤中的汞有金属汞、无机汞、有机汞。植株受汞蒸气的毒害时，叶、茎、花首先变成棕色或黑色，严重时叶及幼蕾产生脱落，蔬菜作物吸收累积汞的能力叶菜类＞根菜类＞果菜类。汞在人体内易累积，从体内排出比较困难，危害性很大，它可以侵害神经系统，使手脚麻痹，严重时可痉挛致死。

全国镉的污染比较普遍，涉及 11 个省市，面积约 1.06 万公顷，植物容易从土壤中吸收镉，当土壤含镉量达到 4～13 毫克／千克浓度时，蔬菜作物就会产生危害，受害植株叶片变黄、退绿，叶脉间出现褐色斑纹。pH 值低的土壤，镉的活性增加，pH 值达到 7.5 时，镉很难析出。叶菜类、根菜类比果菜类对镉的吸收能力强。镉对人体的危害性大，它可在人体内积累，生物半衰期可长达 15～33 年之久，被列为世界八大公害典型之一的日本富山县的骨痛病就是镉的污染引起的。

砷是动、植物需要的微量元素，但吸收过量的砷，仍然要产生毒害。土壤中高浓度的砷主要是造纸、制革、化工、冶炼等厂的排放物及施用含砷的农药造成。高浓度的砷抑制植株生长、

发育,影响产量和品质。砷化物对人体的毒害很大,三氧化二砷(俗称砒霜)的中毒剂量为 0.01 ~0.025 克,致死剂量为 0.06 ~0.20 克。砷中毒表现为肠胃不适,慢性中毒表现为多发性神经炎。砷被认为是肺癌和皮肤癌的致病因素之一。

土壤中铬对蔬菜的危害作用表现为在低浓度时，使酶的活性受到影响；高浓度时，它与植株体内细胞中的蛋白质结合，造成细胞死亡。生物体中的铬主要以三价形态存在，它比较稳定、难溶。在碱性土壤中、水体中以六价态存在，它的毒性大。

铅在土壤中主要集中在植株的根部，阻碍根系生长，造成新叶退绿,老叶坏死。人食用含铅高的蔬菜食物,会影响健康。

二、成的污染

(一)化肥污染

化肥在农业生产中对增加产量起到了重要的作用，但过量或不合理施肥，会严重污染环境，破坏土壤结构，进而影响蔬菜的品质。过量使用氮肥，增加了土壤氮含量，在好气条件下，容易通过硝化作用氧化成硝酸根而淋溶，污染了地下水；若在反硝化作用下，会形成氮气或二氧化氮，又污染了大气。

当前生产中不合理施肥常造成蔬菜产品硝酸盐超标。蔬菜是一类易富集硝酸盐作物，尤其是叶菜类和根菜类。1997 ~1998 年,据南昌市调查,8 个蔬菜品种 23 个蔬菜样品,NO_3^- 含量从 357.3 ~2140.7 毫克／千克,超标率达 70.1%;NO_2^- 量从痕量至 2.57 毫克／千克，平均为 0.95 毫克／千克，超标率为 11.4%。1987 年以来，对重庆市蔬菜 NO_3^- 含量测定表明,50 余种 400 多个样品中，属于硝酸盐超标的均为叶菜类。

蔬菜产品中硝酸盐含量与种类有关,一般讲,叶菜类 > 根

菜类＞茎菜类＞果菜类。同一种类中，品种间也有差异；蔬菜不同部位也有一定的差异，一般为叶柄＞茎＞叶＞果（花）。另外也与环境条件温度和光照等有关。氮肥施用量过大，磷钾肥不足，硝盐含量高；在一定的氮肥水平条件下，增施锰、钼、锌、稀土等能增加蔬菜的产量，降低硝酸盐的含量。

施用磷肥除植物吸收少部分外，大部分被土壤固定，一般不会淋失、挥发，但磷肥中含有许多重金属，如镉、砷、铅、铬、镍等，若施用量过大也会产生污染；另外我国磷矿石中含有氟，其含量与磷含量基本成正比例关系，不正确施用磷肥也能造成氟的污染。

（二）农药污染

蔬菜是一种弱质作物，通过人们的选择，能提高它的品质和产量，但也造成它们对环境的适应能力减弱。在栽培面积不断扩大，重茬现象严重的情况下，病虫数量增加，危害严重。据统计，20 世纪 80 年代初蔬菜病虫害不足 500 种。90 年代初发展成了 900 多种，至 2000 年已超过了 1500 多种。生产者不得不使用农药进行防治。目前世界上年产化学农药总量达数百万吨，大量施用的有 100 多种。由于用药量不断加大，农药污染也越来越严重。据调查，20 世纪 80 年代北京棚内黄瓜每 667 平方米（1 亩）用药量为 5.4 千克，现已达 9 千克以上；长江流域郊区种植蔬菜一般每 667 平方米用药量为 2～3 千克，多者 6～10 千克以上。90 年代初每 667 平方米农药成本约为 50 元，目前已达 500 余元。

20 世纪 60～70 年代主要是有机氯的污染。从 1981 年起，禁止在蔬菜上使用“DDT”、“六六六”等高毒长效农药。但至今在蔬菜产品和大田土样中仍能检出，甚至超标，人体食用被污染的蔬菜后，在脂肪和血液里均能检出有机氯农药，造

需要全本请访问 www.ertongbook.com

成慢性中毒常引起疲倦、头疼、食欲不振和肝脏损害；一些农药还能对人体产生致变、致畸、致癌。

蔬菜根系吸收量与农药种类及土壤特性有关，多数有机磷具有一定的水溶性易被吸收。对有机氯农药容易吸收的有胡萝卜、黄瓜、马铃薯、菜豆等 较难吸收的有番茄、辣椒、茄子、甘蓝、洋葱、芹菜等。一般根菜类、块茎类蔬菜中残留量较多，叶菜类、果菜类有机氯农药残留较少。

（三）其他污染

城市垃圾、阴沟污泥含有大量的有毒物质，污泥中重金属可溶性部分易被植物吸收，对蔬菜产品产生危害，同时污泥中还含有一定数量的细菌和寄生虫卵，不但污染蔬菜还会传染疾病。工业炉渣、铁渣、金属碎屑、废料、废纤维，农业生产中的秸秆、家畜粪便、烂菜叶及商业废物等等，这些垃圾若未经处理直接使用会污染周围农田和水源，也污染大气，施于田间造成土壤渣化、瓦砾化，漏肥、漏水，影响蔬菜产量和品质。

农膜使用过程中会释放出酞酸酯，一部分被作物吸收，一部分流入土壤层。国家环保局南京环境科学研究所 1993 年指出，酞酸酯在农田土壤中已达到普遍污染程度。此外，生活中塑料薄膜也在释放、分解酞酸酯类化合物，它已成为一个有广泛影响的污染源。据研究酞酸酯类化合物具有“三致”（致突变、致畸、致癌）作用，应认真对待。

汽车尾气和汽车轮胎与沥青路面摩擦时会产生一种多环芳烃类的物质（PAHs），据我国调查资料表明，公路沿线的土壤和蔬菜已经受到 PAHs 较为严重的污染，有的地方已达到相当于或超过较严重工业大气污染和石油污水污染的程度。 PAHs 能被蔬菜中的根茎或块茎部分吸收，也能直接附着植株表面，产生危害。已有实验证明 PAHs 具有较强的致癌作用。

另外,在蔬菜产品的田间采收、产品处理、加工、贮运、销售等过程中，均有可能发生二次污染。采收时的伤口、容器、工具、场地、操作程序及用带菌的水洗涤等原因均可能造成二次污染，降低蔬菜产品质量。

第四节　无公害蔬菜生产环境的选择与治理

一、无公害蔬菜生产环境的选择

(一)生产环境的选择

如何选择和调控环境条件是无公害蔬菜生产的一个重要问题。无公害蔬菜生产的环境是指产地的自然环境或经过人工改造后的环境因素的总体，主要包括农业用水、加工用水、农用土地、农区空气等方面。无公害蔬菜生产不是在任何地区都能进行,只有在大气、水体、土壤符合要求的地区实施,因为产地中任何一个条件不符合要求，蔬菜的产品都可能不合格。在选择的过程中应注意：远离有大量工业废气、废水排放的地方，并有良好的灌排条件。同时作为生产基地，还应考虑到生产过程中的经济效益原则问题，也就是说应考虑到蔬菜产量和品质的提高、生产与消费、生产条件与技术之间以及国民经济的发展水平等的关系。另外还要考虑当地生产者的思想意识、生产技术水平等方面的问题。

无公害蔬菜产地应选择远离有大量工业废气、废水排放，不受污染源影响或污染物含量限制在允许范围之内，生态环境良好的农业生产区域。土壤重金属含量高的地区，或由土壤水源环境条件引起的人畜地方病高发区不能作为无公害蔬菜生产基地。

(二)对产地环境质量的评价

在选择无公害蔬菜生产基地时要对环境质量进行评价。其基本程序为 首先对环境的基本条件进行考察,采用查、观、访、听方法了解产区的环境现状及污染控制程度,同时注意外部的环境对产区无公害蔬菜生产的影响；取样交有关部门进行测定检测 ;将检测的结果进行分析、整理 选定评价的参数、标准等指标；建立评价模式进行评价；写出环境质量现状结论；划分出环境质量等级；提出保护和改善环境的建议。大气、水体、土壤质量评价标准具体参数如表 1 - 1.

表 1 - 1 大气、水体、土壤质量评价标准的具体参数

评价类型	主要评价参数	常选用参数
大气质量	1. 颗粒状 总悬浮物、飘尘等 2. 有害气体 二氧化硫、氮氧化合物、氟化物、一氧化碳等 3. 有害元素 汞、铅等 4. 有机物 苯并芘等	一般选用二氧化硫、氮氧化合物、氟化物等项
水体质量	1. 感觉指标 味、嗅、色、透明度 pH值等 2. 氧平衡参数：溶解氧 (DO)、化学耗氧量 (COD)、总耗氧量 (TOD)、生物耗氧量 (BODs)等 3. 毒物参数 酚、氰化物、砷、汞、铅、有机氯等 4. 流行病参数 大肠杆菌、细菌等 5. 其他 氯化物、氟化物等	一般选用 10 ~ 15 项,如：DO、COD、TOD、BODs、酚、氰化物、坤、汞、铅、铬、有机氯、细菌密度、大肠杆菌密度等
土壤质量	1. 重金属及其他有害物质 砷、汞、铅、锡 2. 有机毒物 六六六、滴滴涕、油酚等 3. pH 值	一般常用 8 项,如六六六、滴滴涕、油酚、汞、铅、锡、铬、pH值等

在评价中经常使用以下指标：

$L_i = C_i / L_{ij}$ 式中 L_i 为污染指数；C_i 为污染物的测定值；L_{ij} 为污染物的评价值。

综合污染指数 $P_{ij}=\sqrt{\{(L_i)av^2+(L_i)_{max}{}^2\}/2}$

当 $L_i>1.0$ 时需要进行修正：

修正值 $=1.0+51(L_i)$

综合污染指数法用于水质综合评价时，污染指数在 0.5 以下为 1 级水源，在 0.5～1.0 之间为 2 级水源，超过 1.0 时为 3 级，其水质超出警戒水平 用于土壤评价时，污染指数在 0.7 以下为 1 级，在 0.7～1.0 之间为 2 级，在 1～2 之间为 3 级，2～3 之间为 4 级，大于 3 为 5 级，3 级和 3 级以上的土壤就有一定程度的污染，不能用于无公害蔬菜生产。

大气的综合污染指数由下公式求得：

$$I=\sqrt{\{(L_i)_{max}\cdot\Sigma(L_i)\}/n}$$

污染指数小于 0.6 为 1 级，0.6～1.0 之间为 2 级，在 1.0～1.9 之间为 3 级，1.9～2.8 之间为 4 级，大于 2.8 为 5 级，3 级和 3 级以上的大气环境质量不能用于无公害蔬菜生产。

(三)无公害蔬菜生产基地的环境质量标准

为了使无公害蔬菜的产品达到相应的标准，首先应检测蔬菜基地的环境质量标准和蔬菜的卫生标准。执行的标准均由法定部门认可，如绿色食品标准是由中国绿色食品发展中心颁发的分级标准；有机（天然）食品由国家环境保护局颁发的分级标准；目前许多省市还有无公害蔬菜的地方分级标准。这些分级标准均为参照国际和我国的有关标准制定，国际上主要参照联合国粮农组织(FAO)和世界卫生组织(WHO)，简称 FAO/WHO 有关标准，结合我国实际情况而制定。下面列出蔬菜生产基地的国家标准(GB/T18407.1—2001)：

1. 无公害蔬菜产品质量指标　无公害蔬菜产品的重金属

及有害物质限量应符合表 8－10 规定。

无公害蔬菜产品的农药最大残留限量应符合表 8－11 规定。

2. 无公害蔬菜空气环境质量标准　无公害蔬菜空气环境质量标准应符合表 1－2 规定。

表 1－2　空气质量指标

项　　目		指　　标	
		日平均	小时平均
总悬浮颗粒物(标准状态)(毫克/立方米)	≤	0.30	
二氧化硫(标准状态)(微克/立方米)	≤	0.15	0.50
氮氧化物(标准状态)(毫克/立方米)	≤	0.10	0.15
氟化物(微克/平方分米·天)	≤	5.0	
铅(标准状态)(毫克/立方米)	≤	1.5	

注 该标准为 GB/T18407.1—2001

3. 土壤环境质量指标　土壤环境质量指标应符合表 1－3 规定。

表 1－3　土壤环境质量指标

项　　目		指　　标		
		pH＜6.5	pH6.5～7.5	pH＞7.5
总汞(毫克/千克)	≤	0.3	0.5	1.0
总砷(毫克/千克)	≤	40	30	25
铅(毫克/千克)	≤	100	150	150
镉(毫克/千克)	≤	0.3	0.3	0.6
铬(毫克/千克)	≤	150	200	250
六六六(毫克/千克)	≤	0.5	0.5	0.5
滴滴涕(毫克/千克)	≤	0.5	0.5	0.5

注 该标准为 GB/T18407.1—2001

4.灌溉水质量指标　灌溉水质量指标应符合表 1－4 规定。

表 1－4　灌溉水质量指标

项　目	指　标	项　目	指　标
氯化物(毫克/升)　≤	250	铅(毫克/升)　≤	0.1
氰化物(毫克/升)　≤	0.5	镉(毫克/升)　≤	0.005
氟化物(毫克/升)　≤	3.0	铬(六价)(毫克/升)　≤	0.1
总汞(毫克/升)　≤	0.001	石油类(毫克/升)　≤	1.0
砷(毫克/升)　≤	0.05	pH 值	5.5～8.5

注 该标准为 GB/T18407.1—2001.

除此国家级的标准外，各省市区也在执行当地的地方标准。

二、环境资源的利用

(一)气候资源的利用

不同蔬菜对温度条件的要求不同,有耐寒、半耐寒、喜温、耐热多种类型。在全年自然气候变化的条件下，要得到周年均衡供应市场,目前是利用现代设施进行‘反季节’栽培,这不仅投资较高,而且生产技术要求强,要保证高产和优质也有一定的难度，难以达到无公害标准。若利用立体气候进行种植不仅可以达到较好的经济效益，而且还能取得显著的社会效益和生态效益。如四川农业大学在理县建秋菜生产基地，每年的 8～9 月为成都市场提供大量大白菜产品。在我国南方很多地区,地形地貌错综复杂,地势高低相差悬殊,造成了自然气候带的强烈差异，因此利用的潜力很大。以四川省的立体气候为例,境内高山低谷起伏很大,如川西北的茂县、理

需要全本请访问 www.ertongbook.com