

分类号 S63

学 号 2000520407

南京农业大学

# 硕 士 学 位 论 文

南京市蔬菜产地环境与蔬菜产品安全监测与评价

蒋 振 欣

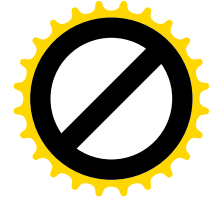
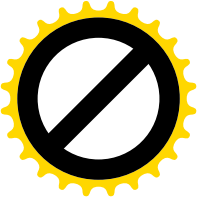
指导教师 张蜀宁副教授

专业学位 农业推广硕士

研究领域 种植

研究方向 园艺

答辩日期 二〇〇五年六月



SAFETY INSPECTION AND EVALUATION OF PRODUCTION  
ENVIROMENT AND PRODUCT OF VEGETABLE CROPS IN  
NANJING REGION

By

Zhenxin Jiang

Supervised by

Prof. Shuning Zhang

A thesis

Submitted to

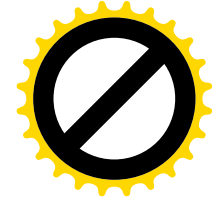
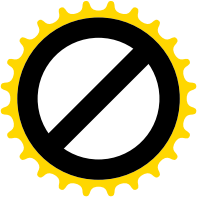
Nanjing Agricultural University

In Partial Fulfillment of the Requirements

for

the Master Degree of Science

June 2005



## 原创性声明

本人郑重声明：所呈交的学位论文，是本人在导师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果。除文中已经注明引用的内容外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的作品成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本人完全意识到本声明的法律结果由本人承担。

学位论文作者（需亲笔）签名：蒋振欣 2005年6月18日

## 学位论文版权使用授权书

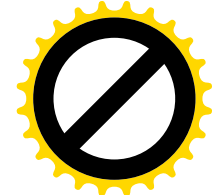
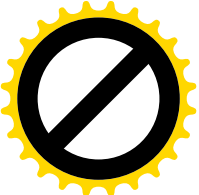
本学位论文作者完全了解学校有关保留、使用学位论文的规定，同意学校保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许论文被查阅和借阅。本人授权南京农业大学可以将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存和汇编本学位论文。

保密☐，在\_\_\_年解密后适用本授权书。本学位论文属于不保密☒.

（请在以上方框内打“√”）

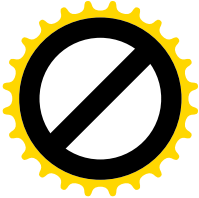
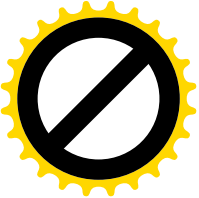
学位论文作者（需亲笔）签名：蒋振欣 2005年6月18日

导师（需亲笔）签名：张明 2005年6月18日

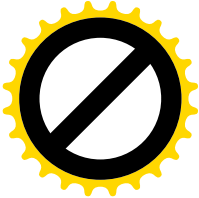
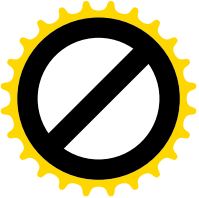


## 目 录

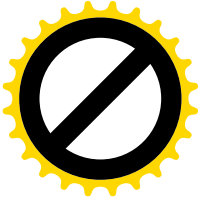
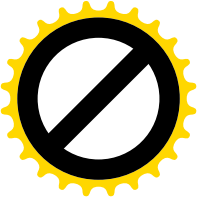
中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
前言.....	III
第一部分 文献综述.....	1
1 国外无公害蔬菜发展状况.....	1
2 国内无公害蔬菜研究与生产现状.....	3
2.1 标准的发展.....	3
2.2 技术的发展.....	4
3 省内无公害蔬菜发展.....	6
4 南京市无公害蔬菜发展.....	6
4.1 概述.....	6
4.2 南京市无公害生产技术体系.....	7
4.2.1 基地的选择与建设.....	7
4.2.2 无公害蔬菜生产技术体系.....	7
4.2.3 无公害生产管理体系.....	8
5 小结.....	9
第二部分 研究报告.....	11
第一章 南京市污染现状调查.....	11
1 材料与方法.....	12
2 调查结果.....	12
2.1 土壤环境污染源现状.....	12
2.2 水环境污染源现状.....	13
2.3 大气环境污染源现状.....	14
3 小结.....	15
第二章 南京市蔬菜产地环境与蔬菜产品安全监测与评价.....	17
1 材料与方法.....	18
1.1 布点原则与选点.....	18
1.1.1 布点原则.....	18
1.1.2 选点.....	18
1.2 样品采集.....	18
1.2.1 土样和水样.....	18



1.2.2 产品 .....	18
1.3 样品处理 .....	18
1.3.1 土样 .....	18
1.3.2 水样 .....	19
1.3.3 产品 .....	19
1.4 样品检测方法 .....	19
1.4.1 土壤分析与测试方法 .....	19
1.4.2 灌溉水分析与测试方法 .....	20
1.4.3 农产品分析与测试方法 .....	20
1.5 样品评价方法 .....	20
1.5.1 蔬菜产地环境质量监测与评价 .....	21
1.5.1.1 土壤质量分析与评价模式 .....	21
1.5.1.2 水环境质量分析与评价模式 .....	22
1.5.2 产品质量监测与评价 .....	22
1.6 蔬菜 Pb 含量与土壤 Pb 含量相关性研究方法 .....	22
2 结果与分析 .....	23
2.1 蔬菜产地环境质量监测与评价 .....	23
2.1.1 土壤质量分析与评价 .....	23
2.1.1.1 土壤 Pb 含量分析 .....	24
2.1.1.2 土壤 Cd 含量分析 .....	24
2.1.1.3 土壤 Hg 含量分析 .....	25
2.1.1.4 土壤 As 含量分析 .....	25
2.1.1.5 土壤 Cr 含量分析 .....	26
2.1.1.6 土壤六六六含量分析 .....	26
2.1.1.7 土壤滴滴涕含量分析 .....	26
2.1.1.8 土壤综合污染指数 .....	27
2.1.2 水环境质量分析与评价 .....	27
2.1.2.1 灌溉水 As 含量分析 .....	28
2.1.2.2 灌溉水 Cr <sup>6+</sup> 含量分析 .....	28
2.1.2.3 灌溉水石油类含量分析 .....	29
2.1.2.4 水环境综合污染指数 .....	29
2.2 蔬菜产品质量监测与评价 .....	29
2.2.1 白菜类蔬菜产品质量评价 .....	31
2.2.1.1 小白菜蔬菜产品质量检测 .....	31



2.2.1.2 大白菜蔬菜产品质量检测 .....	32
2.2.2 茄果类蔬菜产品质量评价 .....	32
2.2.2.1 辣椒蔬菜产品质量检测 .....	32
2.2.2.2 番茄蔬菜产品质量检测 .....	33
2.2.3 叶菜类蔬菜产品质量评价 .....	35
2.2.3.1 芹菜蔬菜产品质量检测 .....	35
2.2.3.2 蕹菜蔬菜产品质量检测 .....	36
2.2.4 瓜类蔬菜产品质量评价 .....	37
2.2.4.1 黄瓜蔬菜产品质量检测 .....	37
2.2.5 豆类蔬菜产品质量评价 .....	38
2.2.5.1 四季豆蔬菜产品质量检测 .....	38
2.2.5.2 豇豆蔬菜产品质量检测 .....	39
2.2.6 多年生蔬菜产品质量评价 .....	39
2.2.6.1 芦蒿蔬菜产品质量检测 .....	39
2.3 蔬菜 Pb 含量与土壤 Pb 含量相关性 .....	40
2.3.1 蔬菜 Pb 含量与土壤铅 Pb 含量的相关性 .....	41
2.3.1.1 小白菜 Pb 含量与土壤 Pb 含量的相关性 .....	41
2.3.1.2 大白菜 Pb 含量与土壤 Pb 含量的相关性 .....	41
2.3.1.3 辣椒 Pb 含量与土壤 Pb 含量的相关性 .....	42
2.3.1.4 番茄 Pb 含量与土壤 Pb 含量的相关性 .....	42
2.3.1.5 黄瓜 Pb 含量与土壤含量的相关性 .....	42
2.3.2 五种蔬菜对 Pb 富集能力 .....	43
3 讨论 .....	44
3.1 建立“产地准出”体系 .....	44
3.1.1 农产品产地环境监控体系 .....	44
3.1.2 农产品产地快速检测体系 .....	44
3.1.3 农产品产地农业投入品监控体系 .....	44
3.2 建立“市场准入”体系 .....	45
3.2.1 完善市场准入管理体系 .....	45
3.2.2 完善试点市场检测体系 .....	45
3.3 创建“质量溯源”体系 .....	45
3.4 建立“实时监控”体系 .....	46
参考文献 .....	V
致谢 .....	VII



# 南京市蔬菜产地环境与蔬菜产品安全监测与评价

## 摘 要

改革开放以来，南京市在“菜篮子”工程基地建设取得了长足进步。在建设过程中，市各级政府一直坚持通过生态农业建设“菜篮子”基地，促进全市经济的可持续发展。但由于缺乏有效的环境支持，“菜篮子”基地建设并没有在大环境建设前提下完全阻遏环境的恶化，出现了农村“菜篮子”产业发展速度加快，环境局部改善，但整体仍在恶化的严重现象。这困扰着新时期南京农村产业的大发展。

为寻求解决当前“菜篮子”安全消费需要与产品安全质量水平不高、良好生活环境需要与生态环境质量恶化、农业增效农民增收需要与农产品市场竞争力不强等矛盾途径，探索“菜篮子”工程基地建设的抓手，市农林局开展了《南京市“菜篮子”工程基地环境安全现状调查及评价》课题研究。旨在摸清全市蔬菜、果茶、水产品等“菜篮子”产品生产基地建设、环境质量、污染源现状的基础上，提出南京市“菜篮子”生产基地环境监测指标与评价标准；提出促进南京市“菜篮子”产品生产基地环境优化的相应对策建议。

本项目以国家颁布的无公害农产品（食品）为理论基础，以实地调查、室内分析、层次分析法等定性和定量方法为研究方法，借助现代技术，广泛收集资料，重点对南京市蔬菜产品基地环境以及其产品质量进行安全监测和评价研究。

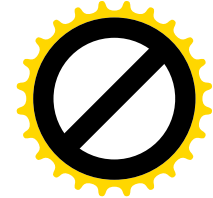
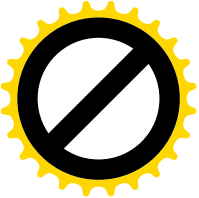
1、从土壤环境、水环境和大气环境三个方面对南京市环境污染现状进行了全面调查。调查结果显示：工业固体废弃物产生及排放每年呈上升趋势，其固体废弃物综合利用率也在逐年上升；废水排放总量逐年减少，排放达标率正在提升，工业废水主要污染物含量总体下降，个别升高；大气主要污染物排放量呈波动下降趋势。

2、以国家相关无公害农产品（食品）标准为依据，从土壤和灌溉水二个方面入手，对南京八区县的十二个蔬菜基地的重金属及有害物质含量进行了细致的检测，并对全市的蔬菜基地给出综合评价。

3、以国家相关无公害农产品（食品）标准为依据，对南京八区县的十二个蔬菜基地生产的部分蔬菜产品，进行重金属及有害物质含量的细致检测，并对全市的蔬菜产品给出综合评价。

4、运用专业统计软件对蔬菜基地土壤环境中重金属含量与蔬菜产品中重金属含量的相关性进行计算，发现他们极其显著。

**关键词：**蔬菜；安全；监测；评价



# SAFETY INSPECTION AND EVALUATION OF PRODUCTION ENVIRONMENT AND PRODUCT OF VEGETABLE CROPS IN NANJING REGION

## ABSTRACT

However, lack of valid support of environment, the base construction of “basket” project did not manage to completely prevent the deterioration of the environment, consequently, the rural “basket” industry grew much more rapidly, partial environment became much better, while the whole environment is still deteriorating. So this problem, in this new time, baffled the development of Nanjing rural industry.

The conflict between current “basket” safety consume and the low safety level of the product quality, in order to seek the way of settling the above-mentioned problems and to explore the respect of the base construction of “basket” project, the Bureau of Agriculture and Forestry set about the study on the subject of ‘The survey and the assessment on the current environmental safety situation of Nanjing base construction of “basket” project’.

For this project, the standard of no social effects of pollution farm products (food) which promulgated by the country was taken as theory basis, and the qualitative analysis and quantitative analysis of practical survey, indoor analysis, hiberarchy analysis etc. was taken as study method, advanced technology was applied to it, and a plenty of data was collected for it, especially the research on the security inspection and the evaluation of the vegetable producing base environment and its products quality.

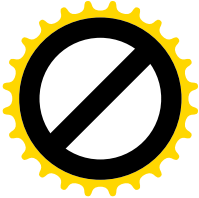
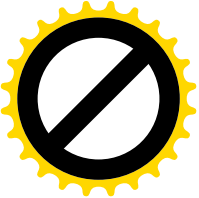
1. Through survey, concerning the environment of soil, water and atmosphere, specially through the complete research on current pollution situation of Nanjing vegetable base, we found: the releasing of the industrial solid garbage is raising annually, while the comprehensive ratio of recycling these garbage is also raising annually; the letting of polluted liquid is deceasing every year, the passed ratio is on the rise, the content of the polluted in the liquid waste is up with collectivity and down with some units. What’s more, the waste letting of atmosphere turns out to be on decreasing wavily.

2. Regarding the country standard of no social effects of pollution farm products (food) as the gist, we carefully inspected on the contents of heavy metal and the hazard of 12 vegetable bases in Nanjing, and then made our evaluation on the vegetable base of the city.

3. Regarding the country standard of no social effects of pollution farm products (food) as the gist, we seriously checked on the contents of heavy metal and the hazard in the vegetable products of 12 vegetable bases in Nanjing, and then gave our evaluation on the vegetable products of the city.

4. Applying the professional statistics software to calculate the pertinence between heavy metal contents in the soil and those in the vegetable, we found it is obviously there.

KEY WORDS: vegetable; safety; inspection; evaluation



## 前 言

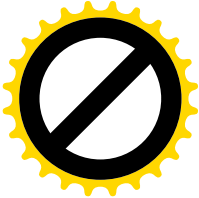
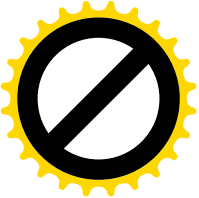
蔬菜是我国重要的农产品之一，是人们日常生活中每天必不可少的食品。然而我国蔬菜的“公害”问题，已引起社会的广泛关注。由于工业“三废”污染，农民大量使用化学农药、化肥等造成的环境污染，破坏了生态平衡，致使有害生物的抗药性不断增强，进而加大了农药的使用量，从而使蔬菜产品中的农药残留、重金属、硝酸盐、亚硝酸盐、有害生物等含量不断增加，严重影响了人们的生命健康。因而人们迫切需要“无公害”蔬菜的出现，国内消费者开始关注蔬菜产品的安全性和质量。

目前我国蔬菜总量偏多，大众化蔬菜出现了区域性、季节性、结构性过剩，价格下跌，效益下降。在这种形势下，如何提高蔬菜质量，以满足内销和出口对蔬菜产品的安全性和质量方面的高标准要求，这是人们必须思考和解决的一个问题。2001年国家质量监督检验检疫总局和农业部同时颁布了无公害农产品质量的国家标准和一系列行业标准，农业部还在全国推行《无公害农产品行动计划》，这些标准的颁布和《无公害农产品行动计划》的实施的目的就是为了提高我国农产品的安全性和质量。因此，只有按国内外有关标准进行蔬菜生产，才能提高蔬菜产品安全性和质量，以满足国内外市场对蔬菜的高标准要求。

南京作为政治、经济和文化发达的大城市，是华东最大的蔬菜集散地之一。自改革开放以来，在“菜篮子”工程基地建设上取得了长足进步。建设过程中，市各级政府始终坚持将“菜篮子”基地放在大农业中考虑，通过生态农业建设，促进全市经济的可持续发展。但由于缺乏有效的环境支持，“菜篮子”基地建设并没有在大环境建设前提下完全阻遏环境的恶化，出现了农村“菜篮子”产业发展速度加快，环境局部改善，但整体仍在恶化的严重现象。这困扰着新时期南京农村产业的大发展。

为寻求解决当前“菜篮子”安全消费需要与产品安全质量水平不高、良好生活环境需要与生态环境质量恶化、农业增效农民增收需要与农产品市场竞争力不强等矛盾途径，探索“菜篮子”工程基地建设的抓手，2003年4月，市农林局开展了《南京市“菜篮子”工程基地环境安全现状调查及评价》课题研究。旨在摸清全市蔬菜、果茶、水产品等“菜篮子”产品生产基地建设、环境质量、污染源现状的基础上，提出南京市“菜篮子”生产基地环境监测指标与评价标准，突出放射性物质检测与安全影响评价方法与标准；提出促进南京市“菜篮子”产品生产基地环境优化的相应对策建议。

本项目所做的蔬菜产品基地及其产品安全监测与评价，对今后的蔬菜安全生产



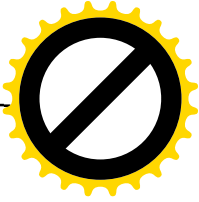
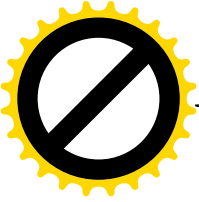
提供一定的理论依据作用。首先蔬菜安全生产是全社会的需要。近年来，农产品市场已由卖方市场转变为买方市场，城镇居民的副食品消费也逐步从吃饱向吃好转变，对农副产品品种、品质及安全性的要求越来越高。然而由于盲目追求高产，造成的蔬菜中的农药残留、畜产品中的抗生素、水产品中的激素残留偏高等问题使消费者惶恐不安。2001 年 11 月对南京市 204 户家庭的共 669 人的消费者问卷调查中，所有的被调查对象都表示了对农副产品安全性的强烈关注。

随着农业生产发展，农产品效益出现滑坡。如何增强农产品市场竞争力，种出卖出，增加效益，是社会关注的焦点。因而政府部门要引导生产者围绕市民餐桌需要，按无公害食品生产技术规范生产无公害农产品，控制产品中的有害物质含量，以优质消费群体，才能赢得市场，获得效益。

农业可持续发展，是南京市农业大发展的必然过程，只有实现农业可持续发展，农业才能实现现代化。无公害农产品开发，可以促进农业清洁生产措施实施，减轻由化肥、农药、畜禽粪便造成的农业面源污染；可以提升农产品品质，提高农业效益；可以提高农民生产技术水平和文化水平，促进物质文明和精神文明同步发展。

其次蔬菜安全生产是解决农产品污染的需要。片面追求农副产品供给的增长，引起农产品污染日益严重。2001 年，南京市农林局与江苏省农林厅农业环境监测站在南京市收集农产品样品进行了重金属、农药残留测定。从检测结果看，蔬菜样品铅残留量最高的样品，达 0.126mg/kg；砷残留量最高的是的样品，达 0.408mg/kg；镉残留量最高的样品，达 0.041mg/kg，汞残留量最高的样品，检测结果达 0.011mg/kg。11 个样品中 6 种农药残留情况为，有 6 个产品被检出有甲胺磷残留，其中甲胺磷残留最高的是 2 号点的蔬菜样品。3 号点、4 号点的蔬菜样品，乐果检出的残留量分别为 0.5076mg/kg、0.4096 mg/kg。3 号点的对硫磷残留检测值为 0.0064mg/kg。发展无公害“菜篮子”，通过环境和生产过程控制，可有效防止这些污染发生。

第三蔬菜安全生产具有较好的应用前景。开展本项目研究，对“菜篮子”工程产地环境的调查与评价，可让管理者和生产者了解产地环境现状，因地制宜发展无公害农产品生产；同时，通过对南京市“菜篮子”工程产地环境检测与评价指标体系、优化对策研究，可为产地环境控制、综合治理提供依据与有效措施，提高产地环境质量，促进“菜篮子”产品安全性提高，解决目前农产品安全质量出现的种种问题，因而这些研究成果具有较好的应用推广前景。



## 第一部分 文献综述

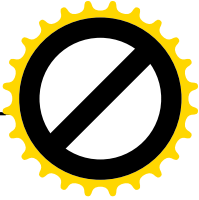
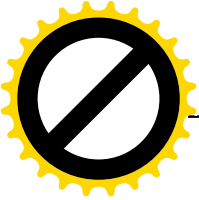
近年来，随着社会的进步和人们生活水平的提高，人们日常的膳食无论从数量还是质量上都有了显著的提高。2000-2001 年南京市居民家庭平均每人每年购买主要消费食品为 1986-1987 年的 10 倍多<sup>[1,2]</sup>，其中鱼虾、家禽等食品更是达到 20 倍左右。

然而，每年由于不洁食品等引起的食物中毒等事故时有发生。据《中国食品质量报 2000 年 2 月 26 日》报道，卫生部通报了的 1999 年全国食物中毒情况中，由农药引起的食物中毒 37 起，人数为 1166 人，死亡 69 人，为全年（中毒）总死亡人数的 67%。人们对食品安全的关注程度日益提高，无公害蔬菜、洁净蔬菜、无污染蔬菜、自然蔬菜、绿色食品、有机食品等名词概念逐渐进入人们的话题。本文主要对目前无公害蔬菜研究现状和水平做出综述。

### 1 国外无公害蔬菜发展状况

国外发展无公害蔬菜开始于20世纪20年代，其主要生产方式是无土栽培。1929 年美国加利福尼亚大学格里克教授种出植株高达7.5m的番茄，采收果实14 kg，引起轰动<sup>[3]</sup>。30年代后期，据不完全统计，世界上单用营养液膜法（NFT）栽培无公害蔬菜的国家就达76个。新西兰50%以上的番茄、黄瓜等果菜类蔬菜采用无土栽培。日本、荷兰、美国等发达国家，采用现代化的水培系统，常年生产无公害蔬菜。此外，在露地蔬菜的无公害生产技术方面，也进行了较为深入的研究探讨和大面积的推广应用。例如，工业化程度较高的日本，许多城市郊区的菜田被工业废气、废水、废渣所污染，耕作层土壤内的镉（Cd）、铜（Cu）、铅（Pb）等重金属大量富集、积累，致使蔬菜产品内的重金属含量严重超标，消费者重金属慢性中毒现象时有发生，引起日本政府的高度重视和社会各界的广泛关注。政府曾拨给大量的专项资金，动员广大科技工作者对“重金属污染”问题进行攻关。通过多年的努力，探索出客土换层、地底暗灌、配方施肥、生物固定等综合农艺措施。美国、前苏联等在利用生物农药防治蔬菜病虫害、综合控制硝酸盐污染、微生物降解蔬菜土壤中的有机污染物等方面，也做了大量的工作。

70年代，西方各国倡导生态农业、有机农业等农业模式。生产洁净的食品（即无污染食品）。美国率先倡导了“有机农业”，反对在农场施用化肥及农药，强调生态环境保护第一，用绿肥秸秆替代化肥，用天敌、轮作替代化学防治；用少耕、免耕法替代翻耕。英、荷、丹、日等国开始将计算机应用于保护地蔬菜生产，自动综合调控环境条件。20世纪80年代以后，欧洲、美国、日本、澳大利亚等发达国家和



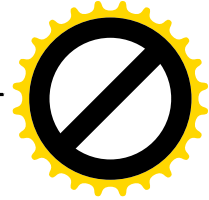
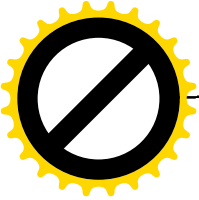
地区的农业是以高度的标准化为基础进行生产的，蔬菜标准化生产体系比较完善。蔬菜生产从新品种选育的区域试验，到播种、收获、加工整理、包装上市都有一套严格的标准。农民种西瓜，用什么品种、何时下种、何时施肥、施多少肥、何时采摘，都有严格的规定。出售黄瓜的长短、粗细及弯曲程度都必须符合标准。同样是种葱，日本农民从品种选育到不同生长期都有一套严格规范的工艺，使得每棵小葱长短、粗细如同“克隆”产品一般。日本的所有农产品进入市场前都要按一定标准进行严格的筛选和分级，大白菜、包菜以一棵或半棵标价。在市场上见不到以重量单位计价销售蔬菜，等外级的农产品是不允许进入市场销售的。严格实行按标准进行生产，采用明显的标识进行销售，实现真正意义上的标准化生产。

20世纪90年代以来，国外无公害蔬菜向有机蔬菜方向发展，倡导以天然环境栽培的蔬菜品质为最优。1990年欧盟规定，每一农产品都要标出是否为生态农产品，还规定了从欧盟外进口到成员国农产品标准。1991年，联合国粮农组织提出了“可持续农业”的概念。澳大利亚于90年代中期提出了可持续发展的国家农林渔业战略，并推出了“洁净食品计划”。法国于1997年制订并实施了“有机农业发展中期计划”。加拿大于2003年提出“绿色覆盖计划”，鼓励种植多年生作物，增施有机肥，改良土壤特性，并在技术和资金方面给予支持<sup>[4]</sup>。泰国在无公害栽培中，强调以生物防治为主的病虫害综合防治体系，主要通过繁育天敌，防止蔬菜、水果上的多种鳞翅目害虫；利用香蕉枝叶、果皮和其它果树的残枝败叶发酵后按比例添加N，P，K等元素和加工成生物菌肥<sup>[5]</sup>。

随着无公害农产品的发展，农产品认证工作也在同步进行。20世纪80年代，认证主要由私人机构完成，这些机构自己制定标准，自己进行检查和认证。90年代初，从标准制定开始，政府开始参与到这项工作中来。目前国际上特别是发达国家已经完成了发展政策、技术标准、管理体系、市场营销、科学研究等体系的建设，其中欧盟、日本和美国都完成了标准的制定，管理体系上形成了以政府农业主管部门牵头、认可机构、海关等其他部门配合的组织形式。

现在，联合国食品法典中制定了全球国家政府层面的标准；欧盟和美国等的标准通过且得到了实施。目前，全世界已经有60多个国家有自己的体系或者正在制定完善中。欧盟和美国等全球消费的主要市场首先完成了这项任务。虽然不同国家标准差别很大，但基本上都规定检查和认证工作由政府来进行认可。在全过程中的控制和监督应保证检查员和认证人员能够被评估和认可。为了制定全球最基本的认可导则，ISO系列导则目前已经被引入到行业中来。

联合国食品法典委员会，作为联合国粮农组织和世界卫生组织跨平台的机构，从1991年开始进行标准的制定。委员会中的食品标识委员会（CCFL），密切关注“国



际有机农业运动联盟”(IFOAM)和欧盟等组织的工作,1999年6月,完成了有机生产植物部分的有机生产、标识和贸易导则,2001年7月完成了动物部分。该导则综合了欧盟和IFOAM的标准,明确定义了有机生产的原则以及预防错误标识的措施。根据导则的定义,有机农业不仅仅是最少施用外来物品和禁止使用化学合成品,更重要的是按照系统和综合的思路进行有机生产。导则中,严格禁止使用转基因材料,但对食品添加剂使用的种类等目前还存在争执。该导则的重要性在于,在世界贸易组织的框架下,提供了一个评估不同国家有机标准一致性的依据。该导则将4年评估和修订一次,以考虑有机农业不断发展的需要。从2001年初开始,对有机生产中投入品的使用进行评估。

## 2 国内无公害蔬菜研究与生产现状

我国无公害蔬菜的起步应该是在60年代。当时,从东欧引进青虫菌,用于取代防治菜青虫的化学农药。自开展无公害蔬菜的研究与生产以来,取得了一批既有一定理论深度又有广泛适用性的研究成果。这些成果在全国大、中城市郊区蔬菜基地应用后,取得了较好的经济效益、生态效益和社会效益。

### 2.1 标准的发展

国际上,参考各种有毒物质在蔬菜中的累积特点、对外界环境条件及加工处理的稳定性、在最敏感慢性动物实验中的最大安全值、按人体体重及每天食物总量计算的ADI值四方面的数据,制订了相关的食品卫生标准。1973年,WTO/FAO规定了亚硝酸盐的ADI值分别为每kg体重0.13mg和3.6mg。根据ADI值规定,各国先后制订了本国蔬菜中硝酸盐最高允许含量标准。中国农科院蔬菜花卉所的沈明珠<sup>[6]</sup>等人,按北京市民平均每人每天食用0.5kg蔬菜,人均体重60kg,再将因盐渍和烹煮时的损失加入计算,得出评价蔬菜中硝酸盐含量的参考指标。1983年10月,WHO/FAO在荷兰海牙通过了允许农药残留量的世界统一标准。我国于1985年采用MRL(Maximum Residue Limit 最高允许浓度)。

进入20世纪90年代,无公害农产品再一次引起广泛关注,并有了快速发展。1991年广州市组织开展了无公害蔬菜技术研究,并以点带面实施了无公害蔬菜生产技术规程,制定了地方标准,其标准突出表现为三个“不超标”:即不含禁用的高毒农药,其它农药残留量不超标;硝酸盐、亚硝酸盐含量不超标;蔬菜的“三废”和病原微生物等有害物质含量不超标。同年,山东泰安市实施了无公害蔬菜工程。为了与国际接轨,适应国内外市场的需要,1992年11月国务院批准成立了中国绿色食品发展中心,1993年5月该中心加入IFOAM。其后,制定了绿色食品产地环境监测及评价标

准、生产和加工技术标准、产品分级包装标准、生产技术规程和生产资料使用准则等。1996年中国绿色食品发展中心在国家工商行政管理部门注册的绿色食品标志商标正式生效。把绿色食品分为从级和A级两种标准。其中A级要求产地环境质量符合《绿色食品产地环境质量标准》，生产过程中严格按照有关绿色食品生产资料使用规则和生产操作技术规程的要求，限量使用限定的化学合成物质；从级要求完全按有机生产方式生产，生产过程中不使用任何化学合成物质，符合国际上有机食品的要求。

1997年河北省农业厅颁布了“无公害农产品质量标准、无公害农产品产地环境质量标准和无公害蔬菜生产技术规程”等二个标准，紧接着我国其他一些省市的政府部门也纷纷制定了各自的地方标准。许多城市还成立了由市长负责，农业、工商、环保、技术监督、卫生、财政等部门领导参加的“无公害蔬菜”工程领导小组，出台了相应的地方法规和政策，启动了“无公害蔬菜”工程。

1999年9月之前由卫生部批准的蔬菜农药残留限量的国家标准21个。进入20世纪末21世纪初，国内民众对我国存在的蔬菜的质量不高和食用蔬菜发生中毒等安全问题的反响越来越强烈。为此，国家质量监督检验检疫总局制定并于2001年10月1日颁布实施GB18406.1-2001《农产品安全质量无公害蔬菜安全要求》和GBM8407.1-2001《农产品安全质量无公害蔬菜产地环境要求》两项国家标准，提出了无公害蔬菜总要求。同年农业部启动了“无公害农产品行动计划”，对食用农产品实施“从田头到餐桌”的全程监管，以实现农产品的无公害生产和消费。农业部为此也组织制定了无公害农产品行业标准，2001年10月1日颁布实施首批73项无公害农产品行业标准，涉及种植业、养殖业及其加工业的各个领域。2002年又颁布实施了第二批无公害农产品的行业标准。农业部关于无公害蔬菜的一系列行业标准比较细致而全面，一系列蔬菜的无公害生产技术规程目前正在山东、福建、浙江、北京、上海、广州、深圳等地推行。标准的颁布实施对提高我国蔬菜的质量，保障人民健康有重要意义。

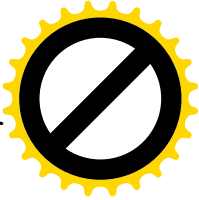
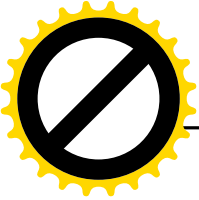
## 2.2 技术的发展

我国广大的蔬菜科技工作者和蔬菜种植示范户在长期的研究与生产实践中，探索总结出一套以生物防治为重点的蔬菜病虫害综合防治技术。所谓生物防治，笼统地讲，是指病虫草等有害生物的生物学防治或植物保护的生物学防治方法；确切地说，生物防治是利用生物或其代谢产物来控制有害动、植物种群或减轻为害程度的方法。即：在加强农业防治（如选择优质抗病品种、实行轮作、深耕烤土、施腐熟粪肥等）的前提下，在蔬菜病虫害发生期使用高效、无毒生物农药，并设法保护天敌；万一上述措施不奏效时，科学合理选用高效低毒低残留化学农药，并严格控

制农药的安全间隔期，尽量减少施药次数和降低用药浓度。自80年代以来，我国先后研制出Bt乳剂7216、棉铃虫病毒NPV、Bt病毒复合剂、苏力保、螨虫素、拒食剂、环宝乳油剂、菜青虫产卵抑制剂等生物杀虫剂与生物拒避剂；井冈霉素、农用链霉素等生物杀菌剂；弱毒疫苗A等病毒抑制剂。这些生物农药对蔬菜病虫害有较好的防治和控制效果。例如，江苏海安县海安镇蔬菜办卢厚祥等人采用生物农药苏力保100倍液（江苏扬州生物实验厂研制）进行防治斜纹夜蛾试验，药后3天，防效达90.4%以上；江苏省农科院植保所钟定亮<sup>[7]</sup>利用浓度为1ml/L的生物农药螨虫素（南京保丰农药厂生产）进行防治小菜蛾试验，药后3天，防效达94.4%，明显优于一般的化学农药；此外，我国在推广应用200mg/L农用链霉素液灌根防治蔬菜软腐病、青枯病，用井冈霉素1000-1500倍液防治蔬菜炭疽病、霜霉病，用Bt乳剂300-500倍液防治菜青虫、小菜蛾等方面，均取得了明显的效果。

1986年后，湖北孝感师范专科学校的周伯瑜、上海市农科院土肥所的梅宇珠等人，根据土肥条件提出对蔬菜中硝酸盐污染的施肥技术。其要点是减少氮肥用量，多施有机肥少施化肥，多施铵态或酰胺态氮肥等。利用荫棚遮光栽培菠菜，与露地栽培相比，其产品中的硝酸盐含量明显降低；凡增施化肥，菠菜、小白菜全株可食部分硝态氮含量比施厩肥者高1-4倍，施用化肥，大白菜叶片中的 $\text{NO}_3^-$ 含量明显提高。张鹏等<sup>[8]</sup>发现大棚黄瓜施用生物菌肥能够提高黄瓜根系活力，促进植株生长，提高黄瓜品质，降低硝酸盐污染，同时可以起到改土培肥，改善土壤环境的作用。天津土壤肥料研究所的许前欣等<sup>[9]</sup>，三年八茬蔬菜上的定位试验研究结果表明，在氮磷相同的基础上，增施硫酸钾或氯化钾，蔬菜一般能增产10%~20%，产投比值达8以上，同时还大大改善了蔬菜外观、色泽及内在品质。可食部Vc、糖分提高，酸度、硝酸盐降低（叶菜类尤为明显）。甄兰<sup>[10]</sup>通过研究发现白菜的氮肥经济最佳用量为430.0kg/hm<sup>2</sup>。上述研究成果广泛应用于蔬菜生产实践中，从蔬菜品种选择、施肥技术、栽培环境控制等多途径综合控制蔬菜产品中的硝酸盐污染，效果明显。

实践表明，增施有机肥，可明显改善土壤理化性状，增加土壤环境容量，提高土壤还原能力，从而可以使Cu、Cd、Pb等重金属在土壤中呈固定状态，蔬菜对这些重金属的吸收量相应地减少。臧惠林等<sup>[11]</sup>人对白菜受Cd污染进行了研究，结果显示，菜田土壤中施用石灰、钢渣和高炉炉渣均可明显降低白菜茎叶内的Cd含量，并从理论的高度提出，控制白菜吸收Cd的有效措施提高土壤pH值的相关系数 $r=-0.94$ 。对其他重金属的污染也有有效的防治措施，如在土壤中添加 $\text{FeSO}_4$ 或 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 可以减轻砷（As）的危害；控制土壤 $\text{pH}<5.5$ 及施用 $\text{FeSO}_4$ 可以防止钼（Mo）的危害。黄晓华等<sup>[12]</sup>通过实验发现，经镧（La）处理的大豆植株，虽未完全避免Cd、Pb污染伤害，但其程度已明显减轻，反映出La对重金属伤害植物具有良好的防护作用。其直接原因在



于La能抑制植物根系对Cd、Pb有害元素的吸收，减少Cd、Pb在体内的富集和由此引起的伤害。根据菜园土地的环境条件，采用热解析法、电化学法和提取法等为主的物理方法，运用特殊植物和微生物来去除土壤中重金属或降低重金属毒性的生物学方法，运用改良剂、改变作物种类和肥料品种、翻耕换土、以及向土壤中加入粘合剂以固定重金属等农业工程技术以治理土壤中重金属的污染。利用排土客土工程法和就地表底土翻换工程法等工程措施，对各种重金属污染，均不失为良好的治理对策。

### 3 省内无公害蔬菜发展

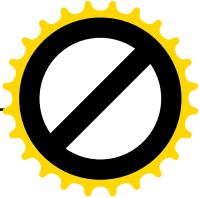
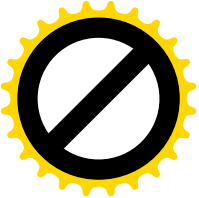
江苏省无公害蔬菜生产一直走在全国的前列，1999年出台的《无公害农产品（食品）》江苏省地方标准由三个子标准组成，即《无公害农产品（食品）产地环境要求（DB32/T343.1-1999）》、《无公害农产品（食品）生产技术规范（DB32/T343.2-1999）》、《无公害农产品（食品）产品安全标准（DB32/T343.3-1999）》。从操作程序上，贯穿了无公害农产品（食品）生产的产前、产中、产后全过程。《江苏省无公害农产品管理试行办法》2001年3月以省人民政府令形式颁发。2001年1月江苏省启动了全省农业清洁生产技术与管理体系的试验示范研究<sup>[13]</sup>。全省共有500万hm<sup>2</sup>耕地，目前已建立211.7万hm<sup>2</sup>无公害农产品基地。

### 4 南京市无公害蔬菜发展

#### 4.1 概述

20世纪30年代以前，菜农防治病虫害的方法以栽培措施为主，如清洁田园、铲除杂草、注意选种，以避病虫害。1977年市蔬菜主管部门提出发展无公害蔬菜生产。1983年无公害蔬菜协作组成立，同年参加长江中下游和江苏省无公害协作组。1995年，在六合县龙池乡实施“万亩无公害叶菜基地”建设项目。

1998年市政府实施“放心菜工程”，5月成立了由蔬菜、工商、卫生、安全、环保等部门组成的“南京市放心菜工作领导小组”。1998年全市推广应用蔬菜有机磷农药残留速测试剂——速测灵，全市15个区（县）35个重点蔬菜乡，（镇）80个农贸市场设立“放心菜”监测点，对蔬菜产品开展检测。2000年“市放心菜领导小组”办公室制定《南京市蔬菜农药检测制度》。2001年10月1日南京市人大颁布实施《南京市蔬菜使用农药管理规定》。2002年成立“市农产品质量检测站”，相应制定并执行了《南京市蔬菜生产缓解蔬菜农药残留检测管理办法》《蔬菜农药残留检测操作流程》及《蔬菜农药残留检测工作规章制度》。8月市蔬菜办公室发布《南京市蔬菜产地禁止使用农药品种名录》。2003年，市人大重新修改完善《南京市蔬菜使用农药管



理规定》。颁布《南京市人民政府关于禁止销售和使用高毒高残留农药的通告》。2002年，成立“南京市无公害农产品认定管理办公室”。南京市 2002-2003 年，通过江苏省无公害蔬菜认证的有 41 个。

2002-2003 年，南京市遵照江苏省地方标准《无公害农产品（食品）生产技术规程》要求，相继制订并经市质量技术监督局批准无公害白芹、菊花脑、芦蒿、韭菜、丝瓜、毛豆、黄心蒲芹、豇豆、香椿、蔬菜生产技术规程，无公害蔬菜穴盘育苗生产技术规程，双孢蘑菇生产技术规程，无公害茶薪菇生产技术规程等南京市地方标准。

## 4.2 南京市无公害生产技术体系

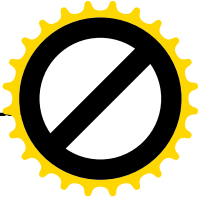
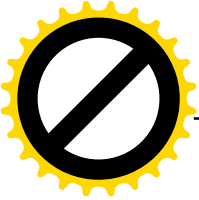
### 4.2.1 基地的选择与建设

基地的选择要远离污染源，逐步向远郊和郊县转移。在建立无公害蔬菜基地前，对土壤农药残留、重金属元素，灌溉水的氰化物、生物需氧量、悬浮物、汞、镉、砷、铅、铬指标，对大气中二氧化硫、氮氧化物、总悬浮微粒量进行检测监控，符合无公害蔬菜基地建设对生态环境的要求，才能建立基地，如六合龙池万亩无公害蔬菜基地及溧水县白马镇的有机蔬菜基地。

基地选择确定后，在建设上加大投入，高标准建设。沟、渠、路、涵、桥、坝、电、保护地栽培设施配套，改善生产条件，提高抗灾能力，同时基地面积不得小于 67 hm<sup>2</sup>，连片种植。根据《南京市菜地建设管理条例》设立保护区，严禁有污染的项目进入基地。

### 4.2.2 无公害蔬菜生产技术体系

植保 推广以安全使用农药为主的病虫害综合防治技术。建立蔬菜病虫测报站，及时发布《蔬菜病虫情报》，指导菜农及时防治。重点推广高效低毒低残留农药和生物农药，普及安全使用农药知识，每年编印《蔬菜禁用农药和常用农药表》1.5 万份发给每户菜农和农药经营部门并张贴。大力推广微生物农药 Bt（苏力保、青虫灵），市、区（县）分别给予三分之一的价格补贴的优惠政策，几年来已推广应用 200 余 t。针对抗性小菜蛾、夜蛾类害虫、蚜虫等，有计划地筛选高效低毒低残留农药如抑太保、锐劲特、阿维菌素、海正灭虫灵、病毒杀虫剂三蔬保、毗虫琳并进行大面积推广。如 1995-1998 年重点推广 Bt、抑太保，对夜蛾类害虫防效达 90%以上。对蔬菜上使用的高效低毒低残留农药严格规定稀释倍数和安全间隔期。推广农业防治和物理防治技术，在基地采用黑光灯诱杀夜蛾等鳞翅目害虫的成虫；用黄板诱蚜、银灰膜避蚜；对性喜干旱的夜蛾类和菜螟采取勤浇勤灌，加大田间湿度，恶化其生态环境；结合农事操作人工摘除卵块和大龄幼虫，清除田边沟边杂草，收获后及时翻耕



晒畦，清除残株落叶；夏秋季覆盖遮阳网、防虫网等进行综合防治。

**土肥** 肥料使用上推广增施有机肥、合理施肥，减少化肥施用量等改土培肥技术。针对基地的土壤肥力状况，大力推广有机肥料和蔬菜专用复合肥，使用面积达 80% 以上，避免大量使用化肥，减少硝酸盐的积累。近几年全市已使用市蔬菜研究所研制的蔬菜专用复合肥 25000t 。

推广秸秆还田，增加土壤有机质含量。例如六合县龙池无公害蔬菜基地是南京市夏季小青菜的生产基地，其前茬是毛豆， $667\text{m}^2$  产豆秸 1000kg，经堆积发酵腐熟后作为基肥施入菜田，再种植小青菜， $667\text{m}^2$  产量比施尿素的高 103kg，既增加了产量，又节约了成本。

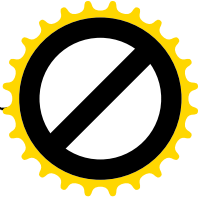
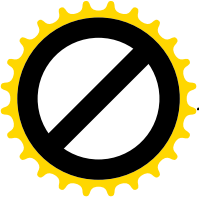
**改进肥料种类与施肥技术。**实践证明化肥施用不当和过量施用氮肥，是硝酸盐污染的主要原因，南京市对基地种植的 20 多种蔬菜产品的硝酸盐含量进行检测分析并通过肥料试验，证明通过增施鸡粪、猪粪、生物菌肥、氨基酸叶面肥、喷施宝等均能降低硝酸盐含量 24%-30%。

**品种选择** 推广高产抗逆性强的优良新品种，如“绿星”青菜，宁蔬 60 毛豆，宁豇三号豇豆，汴椒系列等。选择病害轻虫害少的蔬菜，如水芹、洋葱、芦笋、茭蒿、毛豆、香椿、莲藕等。

**新材料、新途径** 推广防虫网覆盖栽培，实行无公害蔬菜的包装上市和专柜销售。通过多点试验，应用防虫网覆盖进行夏秋季叶菜类无公害生产效果很好，一网到底，既防虫害为害又防暴雨冲刷。给予 40% 的价格补贴，鼓励各大园艺场和种植大户使用防虫网。至 2000 年底我市已应用 40 余万  $\text{m}^2$ ，种植面积已达  $100\text{hm}^2$  次。在 24 个大型集贸市场设立防虫网蔬菜直销专柜，统一挂牌，统一扎标识带包装上市。2000 年 24 个专柜共上市了 468 万 kg 无公害蔬菜，虽然价格比普通菜价高 50%，仍受到市民的热烈欢迎。

#### 4.2.3 无公害生产管理体系

**认定认证** 2003 年南京市农林局进一步加大对无公害认定、认证工作扶持的力度，全年直接投入资金 324 万元，对通过认定认证的产地和产品实行以奖代补，全年共有 58 个无公害农产品、9 个绿色食品和 4 个有机食品通过认证，另有 6 个基地进行有机转换；到 2004 年止，全市通过认证的国家级无公害农产品 74 个、省级无公害农产品 131 个，全市新通过认定的省级无公害产地 178 个。高淳县作为全省无公害农产品、无公害水产品产地认定整体推进试点县，分别通过了省农林厅、省海洋渔业局认定，到目前为止，全市通过省级认定的无公害产地总面积为 71.9 万亩，约占全市食用农产品面积 27%。



**农业标准化建设** 2003 年共制定完成了无公害黄心芹等 23 个南京市地方农业标准，其中乌嘴鸭、菊花叶、波尔山羊种羊、獭兔种兔和早园竹等 5 项标准已上升为省级地方标准，到目前为止，全市已经制定了农业地方标准 35 项。

其次做好标准化示范区建设工作。全市已经建成了高淳县河蟹生态养殖国家级标准化示范区、溧水县波尔羊养殖省级标准化示范区、溧水县无公害茶叶等五个市级标准化示范区。去年年底前溧水县青梅、浦口区苗木两个标准化示范区已被正式批准为国家级农业标准化示范区，高淳县已经被列为国家级水产品 HACCP 应用示范区。

此外，南京市农林局还会同南京市质量技术监督局，起草制定了《南京市农业标准化管理办法》，已经于 2003 年 12 月 26 日以南京市人民政府第 225 号市长令的形式向社会公布，从 2004 年 2 月 1 日起正式实施。

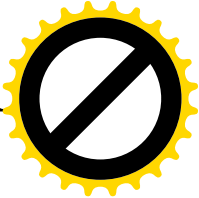
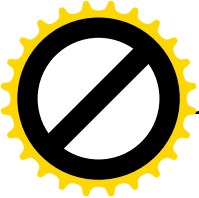
**市场准入** 2003 年南京市在全国首创了农产品质量安全 IC 卡市场准入系统的开发与推广应用，这是一项在农产品质量安全管理上一个全新的举措。通过应用 IC 卡，将农产品检测的关口前移，确保应用 IC 卡基地的农产品质量水平达到安全标准，实现对农产品质量安全的全程控制和质量溯源。首先完成了在水产品上的试点工作，于 2003 年 9 月 28 日举行了全市水产品 IC 卡授卡和 IC 卡水产品专销区的开业仪式。共有应天路水产品批发市场及市场内的 10 个经营大户、15 家省内的无公害水产品养殖基地、18 家农贸市场参与了 IC 卡应用管理的试点工作，初步形成了一条智能化的水产品质量安全全程控制网络。

**检验检测** 农产品的检验检测体系是农产品质量安全和全程质量控制的重要保障。2003 年南京市农林局投入资金 500 多万元，建成了农产品（蔬菜）、水产品、畜产品、种子质量和农业环境五大监测检验站，都已通过省级计量认证，并且按照边建设边运转的要求，完成了无公害产地认定和产品认证的环境和产品的检测任务，畜产品检测站还超额完成了检测检疫任务；全市已经建成了 397 个“放心菜”检测站、点，配备了 900 余名检测人员，56 台套速测仪，涉及各县区、产业基地、重点蔬菜乡镇和重点市场；在流通领域，全市蔬菜、果品、水产 3 个大型批发市场都设立了农产品质量检测站。

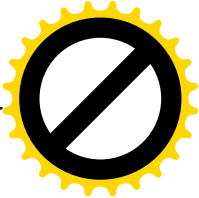
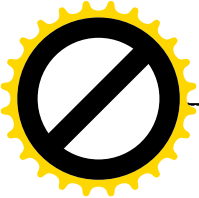
**法制法规** 出台了《南京市人民政府关于加强家禽检疫检验管理的通知》、《南京市蔬菜使用农药管理规定》和《南京市人民政府关于禁止销售与使用剧毒农药的通知》等一批法规、规定，保证相应工作有法可依。

## 5 小结

自 1984 年我国蔬菜市场放开以来，我国蔬菜产业的发展十分迅猛，蔬菜产业已



成为我国种植业中仅次于粮食的第二大产业。我国蔬菜供应总量已经饱和，急需开拓国际市场。我国加入了WTO，关税壁垒虽然逐渐消除，但技术壁垒却又成为农产品贸易的主要障碍。世界各国对进口农产品的质量要求越来越高，标准越来越严格，蔬菜产品的安全性和质量已成为我国蔬菜出口的“瓶颈”，因为国外消费者更加关注环境保护和农产品的安全性和质量。因此，我国蔬菜出口必须要按照国际标准进行生产和管理，提高产品的安全性和质量，从而提高蔬菜产品的国际竞争力，抢占国际市场。本项目的研究结果将为我市蔬菜安全生产提供理论依据。



## 第二部分 研究报告

### 第一章 南京市污染现状调查

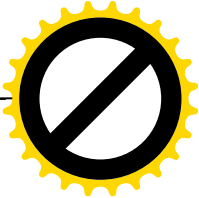
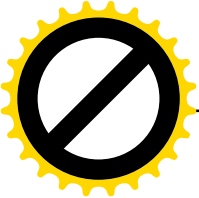
**摘要：**本文对南京市环境污染现状从土壤环境、水环境和大气环境三个方面展开了全面调查。调查结果显示：工业固体废弃物产生及排放每年呈上升趋势，其固体废弃物综合利用率也在逐年上升；废水排放总量逐年减少，排放达标率正在提升，工业废水主要污染物含量总体下降，个别升高；大气主要污染物排放量呈波动下降趋势。

**关键词：**蔬菜；环境；污染；三废

由于长期不合理、超剂量地使用化学农药，使得害虫和病原菌种群的抗药性逐年增强，抗药性的增强又迫使蔬菜生产者不断加大农药的用量，使用农药次数越来越多，农药的浓度越来越大，高残留农药和剧毒农药的使用也越来越广，致使蔬菜产品中的农药残留越来越高。据1999年农业部蔬菜品质监督检验测试中心（北京）对各地送检样品的分析，豇豆、番茄、黄瓜、菜豆、茄子和小白菜甲胺磷检出率34.5%，残留量在0.02mg/kg-1.1mg/kg，韭菜中甲胺磷和对硫磷检出率65.2%，残留量在0.01mg/kg-0.06mg/kg，毒死蜱残留量为0.24mg/kg（欧共体和FAO/WHO规定毒死蜱在韭菜中最高残留量为0.05mg/kg），豇豆、番茄、黄瓜、菜豆、青椒和茄子中检测出氯氰菊酯、氰戊菊酯，残留量在0.003mg/kg-0.06mg/kg。

工业“三废”通过污染周围环境中的水、土壤和空气，从而污染蔬菜。“三废”污染在重工业城市尤为突出，1994年辽宁省农业环保监测站对沈阳市主要蔬菜进行了环境污染调查，调查采样面积为1.1万公顷，占总面积的70.4%，产量为41.2%，占总产量的67.1%。调查结果显示，各种蔬菜均已受不同程度的重金属污染，各类蔬菜含重金属毒物的顺序为叶菜 > 根菜 > 果菜，受污染较重的是菠菜、芹菜、白菜，其Pb、Zn的超标率为100%；其次是萝卜，超标率为58.3%；污染最轻的是黄瓜、茄子，超标率为16%和25%。蔬菜综合超标率为36.1%，污染面积3600hm<sup>2</sup>。

本调查是对南京市环境污染现状的全面调查，对今后在蔬菜基地建设规划、研究和生产上提供一定的资料依据。



## 1 材料与方法

根据 GB/T18407.1-2001《农产品安全质量 无公害蔬菜产地环境要求》，对南京市的土壤、水和大气环境污染现状进行调查。

调查方法主要是采用与政府相关职能部门联系，收集整理有关资料。本章中数据主要由南京市环境保护局提供。

## 2 调查结果

### 2.1 土壤环境污染源现状

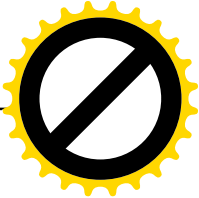
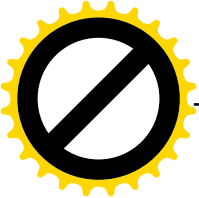
2000 年全市工业固体废弃物产生量 652.2 万吨，其中郊区约占 12.6%。综合利用率和治理率分别为 79.1%和 82.5%。处置量 23 万吨，排放量 2.1 万吨。工业固体废弃物历年累积堆存量 1524 万吨，占地面积 711.4 万平方米。2003 年全市工业固体废弃物产生量为 807.73 万吨，比上年增加 17.78%；综合利用量为 721.20 万吨，比上年增加 24.13%；综合利用率为 82.82%，比上年上升 0.24 个百分点；处置量 21.85 万吨，比上年降低 20.98%（表 1-1）。

表 1-1 工业固体废弃物产生及排放状况（南京市）

工业固体 废弃物	数量				
	1999 年	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年
产生量(万吨)	639	652.2	718.74	685.8	807.73
综合利用量(万吨)	521	530.95	599.82	581.01	721.2
处置量(万吨)	14	23.04	32.3	27.65	21.85
综合利用率%	77	79.1	79.07	82.58	82.82

按行业分类，在全市 30 余个重点工业企业行业中，黑色金属冶炼及压延加工业固体废弃物产生量最大，为 432.42 万吨，占全市总量的 54.35%，其次为电力、热力的生产和供应业、化学原料及化学制品制造业及黑色金属采选业等行业。这四个行业年产固体废弃物量占全市总量的 91.82%。

在上述重点行业中，固体废弃物综合利用率最高的是电力、热力的生产和供应业，为 96.78%，其次是化学原料及化学制品制造业，为 91.15%。在工业固体废弃物构成中，以冶炼废渣居首，达 280.11 万吨，占总量的 34.68%；粉煤灰其次，为 201.64 万吨，占总量的 24.96%；其余尾矿、炉渣和危险废物的产量依次为 143.73 万吨、54.59 万吨和 21.31 万吨，分别占总量的 17.79%、6.76%和 2.64%；其它废物为 86.72 万吨，占总量的 10.74%。在上述各类固体废弃物中，粉煤灰综合利用率最高，综合利用 254.69 万吨，已超过当年产生量。



重点污染源企业固体废弃物产量最大的是上海梅山有限公司，年产生量 237.33 万吨，占全市总量的 30.11%，其次为南京钢铁联合有限公司，年产生量 168.34 万吨，占全市总量的 21.36%。南京钢铁公司、扬子石化、南京热电厂、华能南京电厂、金陵石油化工公司热电厂、南京钛白化工有限责任公司等 6 家重点企业，固体废弃物综合利用率均达到 100%。

## 2.2 水环境污染源现状

“九五”期间，南京市废水排放总量增长平缓，年平均增长 1.6%，低于“八五”2.8%的年递增率。其中工业废水排放量以年均 0.3%的速度逐年降低，而生活污水排放量则以年均 6.5%的速度递增。与“八五”相比，“九五”全市废水排放总量增加 5.3%。2001 年略有反弹后至 2003 年又有明显下降。1996-2000、2001-2003 废水排放和处理情况（见表 1-2、表 1-3）。

2003 年全市工业废水排放量 48836.07 万吨，较上年减少 8.5%。工业废水排放达标量 44903.57 万吨，排放达标率为 91.95%，较上年增加 0.86 个百分点。与上年相比，Cd、As、挥发酚、氰化物、石油类和氨氮有所下降，降幅分别为 29.0%、59.9%、36.6%、45.5%、7.1%和 20.9%；Cr<sup>6+</sup>、Pb 和化学需氧量排放量较上年有所上升，升幅分别为 20.6%、62.0%和 0.4%（表 1-4）。

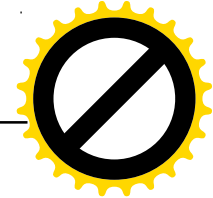
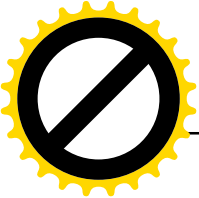
根据 2003 年南京市工业废水排放状况评价，全市重点污染源企业 22 家，其累计等标污染负荷比为 85.38%，重点污染企业主要集中在石油化工，钢铁冶金等行业。南京市工业废水中的主要污染物是氨氮、化学需氧量、挥发酚和石油类，四项污染物的等标污染分担率之和达 95.62%。22 家重点污染源企业中，宝钢集团上海梅山有限公司居重点源之首，负荷比达 22.14%。

1993 年，全市乡镇企业废水排放量为 6397 万吨，到了 1998 年减少为 1446 万吨，废水排放达标率也逐年上升，由 1998 年的 5%上升为 2000 年的 26.8%，烟尘和粉尘排放量也逐年下降（表 1-5）。

表 1-2 废水排放年度统计（南京市）

年度	废水 总量	工业废水					
		排放量	占总量 %	排放达 标量	处理率 %	处理排放 达标率%	排放达标 率%
1996	9.02	6.58	72.9	4.68	79.1	75.7	71.1
1997	9.27	6.81	73.5	5.13	82.6	76.5	75.2
1998	9.64	6.67	69.2	4.91	82.0	77.4	73.6

单位：亿吨



1999	9.52	6.50	68.3	5.36	88.7	86.3	82.5
2000	9.63	6.49	67.4	5.47	90.3	90.2	84.1

表 1-3 工业废水排放年度统计（南京市）

单位：亿吨			
年度	排放量	排放达标量	排放达标率%
2001	6.53	5.84	89.3
2002	5.33	4.86	91.1
2003	4.88	4.49	92.0

表 1-4 工业废水主要污染物排放量年度统计（南京市）

单位：吨											
年度	Hg	Cd	Cr <sup>6+</sup>	As	Pb	挥发酚	氰化物	石油类	化学需氧量	悬浮物	硫化物
1996	-	0.3	7.81	97.46	5.7	148.09	35.81	1923	53805	65434	1237
1997	-	0.3	10.66	60.01	11.3	151.92	15.03	1963	58844	68451	1693
1998	-	0.58	13.7	108.02	11.9	123.09	28.24	1524	58158	52108	1620
1999	-	0.44	9.51	80.58	9.33	80.56	26.94	1452	56776	41646	1098
2000	-	0.28	1.1	41.96	5.85	38.02	25.75	997.8	36131	27028	65
2001	0	0.479	0.57	10.208	8.51	18.412	37.577	527.648	21616		
2002		0.3	0.017	2.195	9.92	19.074	29.248	535.224	20612		
2003		0.214	0.331	0.861	16.307	11.882	15.124	523.652	22479		
“九五”	-	0.38	8.56	77.61	8.84	108.34	26.53	1572	52743	50933	1143
“八五”	0.01	0.4	21.67	39	4.89	190.53	41.85	1835	55974	83188	740

表 1-5 乡镇企业污染状况（南京市）

年份	废水排放量 (万吨)	达标排放量 (万吨)	达标率 (%)	烟尘排放量 (吨)	粉尘排放量 (吨)
1998	1446	72.74	5	23932	40931
1999	1616.94	104.47	6.5	18986.49	19764.61
2000	2378.43	637.01	26.8	35249.73	22829.66

## 2.3 大气环境污染源现状

“九五”期间，经济的快速增长并没有导致工业废气排放的同步增加。从 1996 年到 2000 年，南京市国内生产总值增加了 52.1%，工业耗煤量只增加了 10.7%。“九五”期间，主要工业污染物排放量得到一定削减。二氧化硫、烟尘和工业粉尘排放量分别减少了 27.9%、40.2%和 52.2%（表 1-6）。

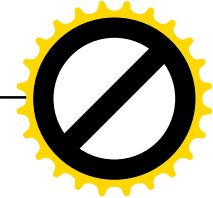
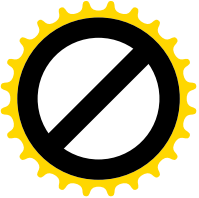


表 1-6 主要污染物排放情况（南京市）

单位：万吨			
年度	烟尘	二氧化硫	工业粉尘
1996	8.7	18.3	11.3
1997	5.6	18.5	20.8
1998	6.9	16.9	8.1
1999	6.6	15.8	7.4
2000	5.2	13.2	5.4
2001	4.9	13.8	4.9
2002	4.3	12.6	3.8
2003	4.5	14.2	5.5

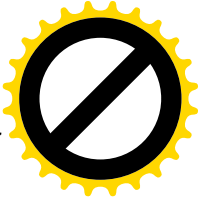
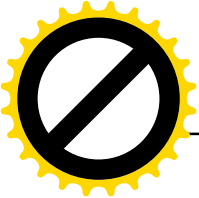
2003 年全市工业耗煤量 1428.96 万吨,较上年增加 9.88%,其中燃料煤消耗 1039.47 万吨,原料煤消耗 389.50 万吨;燃料油(不含车船用)消耗 70.66 万吨,较上年增加 22.5%。全市工业废气排放总量 3178.74 亿标立米,较上年增加 16.68%,其中燃料燃烧废气排放量 1516.41 亿标立米,较上年增加 8.08%,工艺尾气排放量 1662.33 亿标立米,较上年增加 25.82%。工业二氧化硫去除量 15.08 万吨、排放量 14.16 万吨;烟尘去除量 188.35 万吨、排放量 4.46 万吨;工业粉尘去除量 202.86 万吨、排放量 5.50 万吨。

全市综合污染指数为 1.99,二氧化硫、二氧化氮和可吸入颗粒物污染分担率分别为 21%、24%和 55%,首要污染物是可吸入颗粒物。城区综合污染指数为 2.28,较上年降低 9.9%,二氧化硫、二氧化氮和可吸入颗粒物污染分担率分别为 21%、26%和 53%,首要污染物是可吸入颗粒物。郊区综合污染指数为 1.76,二氧化硫、二氧化氮和可吸入颗粒物污染分担率分别为 24%、21%和 56%,首要污染物是可吸入颗粒物。郊县综合污染指数为 1.42,二氧化硫、二氧化氮和可吸入颗粒物污染分担率分别为 14%、18%和 67%,首要污染物是可吸入颗粒物。

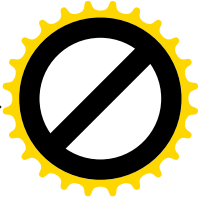
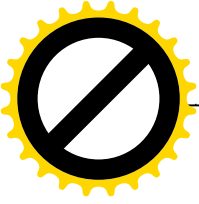
2003 年全市机动车在用数 169600 辆(不含六合、浦口、溧水、高淳),较上年增加 35.85%,机动车排气年检达标率 80.75%,较上年上升 1.28 个百分点;路检达标率 87.69%,较上年降低 0.53 个百分点;汽车尾气达标率 84.22%,较上年上升 0.38 个百分点。

### 3 小结

总体来看,由于南京市近年来不断加大“三废”治理工作力度,南京市的环境污染有明显改善,但也有不尽如人意的地方。2003 年全市工业固体废弃物产生量比上年度增加 17.78%;综合利用量比上年度增加 24.13%;综合利用率为 82.82%,比上年



上升 0.24 个百分点；处置量 21.85 万吨，比上年降低 20.98%。总的污染压力仍很大。对工业废水和城市生活污水治理实施的工业污染源达标排放、总量控制及入江内河水环境综合整治等一系列措施收到了明显成效，2003 年南京市空气质量总体好转。全年平均空气污染指数 85，空气质量良好以上天数达 297 天，占 81.4%。全市二氧化硫、二氧化氮年均值均优于国家环境空气质量二级标准，可吸入颗粒物年均值超过二级标准。



## 第二章 南京市蔬菜产地环境与蔬菜产品安全监测与评价

**摘要：**以国家颁布的无公害农产品（食品）标准为理论基础，以实地调查、室内分析、层次分析法等定性和定量方法为研究方法，对南京市蔬菜产品基地环境及其产品质量进行安全监测和评价研究。对南京八区县的十二个蔬菜基地的土壤、灌溉水和产品的重金属及有害物质含量进行了检测，并对蔬菜基地土壤环境中重金属铅(Pb)含量与蔬菜产品中重金属铅(Pb)含量的相关性进行计算。结果表明南京市蔬菜产地土壤环境总体达到无公害蔬菜产地环境要求，所检蔬菜产品均符合无公害农产品标准，蔬菜基地土壤环境中重金属铅(Pb)含量与蔬菜产品中重金属铅(Pb)含量的相关极其显著。

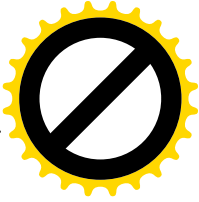
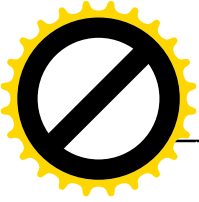
**关键词：**蔬菜；安全；监测；评价

南京是政治、经济和文化发达的大城市，交通十分便捷和发达，是华东最大的蔬菜集散地之一；有全国成交量最大的白云亭蔬菜批发市场，有上百个农贸市场和几十个超市，年消费量十几亿千克，有不同的消费群体。

自改革开放以来，在“菜篮子”工程基地建设上取得了长足进步。建设过程中，市各级政府始终坚持将“菜篮子”基地放在大农业中考虑，通过生态农业建设，促进全市经济的可持续发展。但由于缺乏有效的环境支持，“菜篮子”基地建设并没有在大环境建设前提下完全阻遏环境的恶化，出现了农村“菜篮子”产业发展速度加快，环境局部改善，但整体仍在恶化的严重现象。这困扰着新时期南京农村产业的大发展。

近年来，农产品市场已由卖方市场转变为买方市场，城镇居民的副食品消费也逐步从吃饱向吃好转变，对农副产品品种、品质及安全性的要求越来越高。然而由于盲目追求高产，造成的蔬菜中的农药残留、畜产品中的抗生素、水产品中的激素残留偏高等问题使消费者惶恐不安。2001年11月对南京市204户家庭的共669人的消费者问卷调查中，所有的被调查对象都表示了对农副产品安全性的强烈关注。

本项目所做的蔬菜产品基地及其产品安全监测与评价，对今后的蔬菜安全生产提供一定的理论依据。



## 1 材料与方法

### 1.1 布点原则与选点

#### 1.1.1 布点原则

试验布点时力求达到抽样的基地覆盖南京市八个县区，基地产品包括南京主要蔬菜品种，生产方式包括集中与分散两种形式，故选择了青菜基地、芦蒿基地、水芹基地、有机蔬菜基地等蔬菜基地进行采用分析。

蔬菜产品质量与环境相关性研究，选择施肥结构、生产管理水平相一致的基地。

#### 1.1.2 选点

地点分别是江宁区秣陵镇、东山镇、横溪镇、溧水县白马镇、栖霞区八卦洲镇、靖安镇、高淳县砖墙镇、六合区马集镇、浦口区顶山镇、珠江镇、雨花台区板桥镇、建邺区沙洲街道。

### 1.2 样品采集

#### 1.2.1 土样和水样

采样按《无公害农产品产地环境质量监测采样规范》进行。在蔬菜生长期采集土样和水样。土壤采集层次为 0-20cm，样品采集采用梅花法设分点 6 个，每个基地采取混合土样 2-3 份，每份 1 千克。同时在基地的灌溉水源头取混合水样 1 份，每份 1 千克，4 瓶分装。

#### 1.2.2 产品

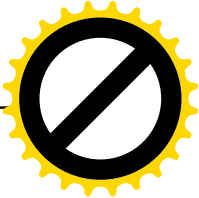
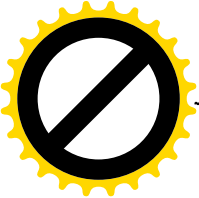
按白菜类、茄果类、叶菜类、瓜类、豆类和多年生类分别选取本地区主要蔬菜种类，在成熟期采摘<sup>[15]</sup>。样品数量按检验项目所需样品量的三倍取样，一般小白菜50棵，大白菜5棵，辣椒、番茄、黄瓜分别3千克等。

蔬菜铅（Pb）含量与土壤铅（Pb）含量相关性研究试验中，选择南京市主要蔬菜种植品种（小白菜、大白菜、辣椒、番茄、黄瓜）为研究对象在土样和植株样采取时，做到同时间在同一采样点采取。

### 1.3 样品处理

#### 1.3.1 土样

土壤样品风干后选用白色瓷研钵、木滚、木棒、木槌、有机玻璃棒、有机玻璃板等研磨，用尼龙筛过 20 目、60 目和 100 目，分装于聚乙烯塑料瓶，置于通风干燥地方保存待测。



### 1.3.2 水样

水样采集完后, 为避免水样发生变化, 添加保存剂, 送回实验室, 待测。水样保存条件见表 1-1。

表1-1 农用水源环境监测样品保存技术<sup>[16]</sup>

监测项目	采样体积 mL	保存条件	可保存时间	备注
pH 值	50	低于水体体温度或 2-5℃ 冷藏	6h	最好现场测定
总汞	100	加硝酸至 pH<2	半个天	
总镉	500	加硝酸至 pH<2	6 个月	
总砷	100	加硝酸至 pH<2	7 天	不用硝酸酸化
铬(六价)	200	加氢氧化钠至 pH8-9		当天测定
总铅	1000	加硝酸至 pH<2	6 个月	
氰化物	500	加氢氧化钠至 pH>12	24h	
石油类	1000	加硫酸至 pH<2, 2-5℃ 冷藏	24h	

### 1.3.3 产品

产品采集后, 洗净并晾去表面水分, 在保持其新鲜程度的时段内, 测定其可食用部位。

## 1.4 样品检测方法

### 1.4.1 土壤分析与测试方法

按《农业环境监测实用手册》要求进行土壤分析与监测, 监测项目、监测仪器、监测方法及方法来源见表 1-2。

表1-2 农田土壤监测项目及分析方法<sup>[16]</sup>

监测项目	监测仪器	监测方法	方法来源
镉	原子吸收光谱仪	石墨炉原子吸收分光光度法	GB/T 17141
总汞	原子荧光光度计	冷原子荧光法	《土壤元素近代分析方法》
总砷	原子荧光光度计	氢化物—非色散原子荧光法	《土壤元素近代分析方法》
铅	原子吸收光谱仪	石墨炉原子吸收分光光度法	GB/T 17141
总铬	原子吸收光谱仪	火焰原子吸收分光光度法	GB/T 17137
六六六	气相色谱仪	气相色谱法	GB/T 14550
滴滴涕	气相色谱仪	气相色谱法	GB/T 14550

#### 1.4.2 灌溉水分析与测试方法

按《农业环境监测实用手册》要求进行水源分析与监测，监测项目、监测仪器、监测方法及方法来源见表 1-3。

表1-3 农用水源监测项目及分析方法<sup>[16]</sup>

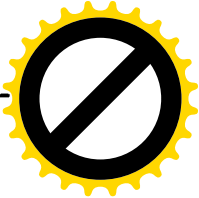
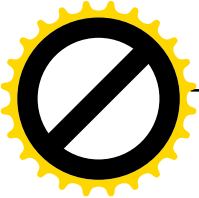
监测项目	监测仪器	监测方法	方法来源
pH 值	酸度计	玻璃电极法	GB/T 6920
总汞	原子荧光仪	原子荧光法	《水和废水监测分析方法》第三版
总镉	原子吸收光谱仪	火焰原子吸收分光光度法	GB/T 7475
总砷	分光光度计	二乙基二硫代氨基甲酸银光度法	GB/T 7485
六价铬	分光光度计	二苯碳酰二肼分光光度法	GB/T 7467
总铅	原子吸收光谱仪	火焰原子吸收分光光度法	GB/T 7475
氰化物	分光光度计	异烟酸吡唑啉酮比色法	GB/T 7486
石油类	紫外可见光度计	紫外光度法	《水和废水监测分析方法》第三版

#### 1.4.3 农产品分析与测试方法

按《食品卫生检验方法 理化部分（二）》要求进行产品分析与监测，监测项目、监测仪器、监测方法及方法来源见表 1-4。

表1-4 农产品监测项目及分析方法<sup>[17]</sup>

监测项目	监测仪器	监测方法	方法来源
六六六	气相色谱仪	气相色谱法	GB/T5009.146-2003
氯氰菊酯	气相色谱仪	气相色谱法	GB/T5009.146-2003
亚硝酸盐	分光光度计	盐酸副玫瑰苯胺法	GB/T5009.34-2003
总铅	原子吸收光谱仪	石墨炉原子吸收分光光度法	GB/T5009.12-2003
镉	原子吸收光谱仪	石墨炉原子吸收分光光度法	GB/T5009.15-2003
汞	原子荧光光度计	原子荧光光度法	GB/T5009.17-2003
总砷	原子荧光光度计	原子荧光光度法	GB/T5009.11-2003
铬 <sup>[30]</sup>	原子吸收光谱仪	原子吸收石墨炉法	GB/T14962-1994
氟	分光光度计	氟试剂分光光度法	GB/T5009.18-2003



## 1.5 样品评价方法

### 1.5.1 蔬菜产地环境质量监测与评价

依据 GB/T18407.1—2001《农产品安全质量 无公害蔬菜产地环境要求》和 NY/T5295—2004《无公害食品 产地环境评价准则》，根据污染因子的毒理学特征和生物吸收、富集能力，将蔬菜产地环境条件标准中的项目分为严格控制指标和一般控制指标两类，表 1-5 所列项目为严格控制指标，其它项目为一般控制指标<sup>[18]</sup>。

表1-5 无公害蔬菜产地环境严格控制指标

类 别	指 标
土壤	铅 (Pb)、镉 (Cd)、汞 (Hg)、砷 (As)、铬 (Cr)
农灌水	铅 (Pb)、镉 (Cd)、汞 (Hg)、砷 (As)、氰化物 (CN <sup>-</sup> )、六价铬 (Cr <sup>6+</sup> )

#### 1.5.1.1 土壤质量分析与评价模式

土壤环境质量现状评价模式分单项污染指数法和综合污染指数法<sup>[18]</sup>。

严格控制指标的评价采用单项污染指数法，按式 (1) 计算。

$$P_i = C_i / S_i \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：P<sub>i</sub>：污染物i的单项污染指数；

C<sub>i</sub>：污染物i的实测值；

S<sub>i</sub>：污染物i的评价标准。

P<sub>i</sub>>1，严格控制指标有超标，判定为不合格，不再进行一般控制指标评价；

P<sub>i</sub>≤1，严格控制指标未超标，继续进行一般控制指标评价。

一般控制指标评价采用单项污染指数法，按式 (1) 计算。

P<sub>i</sub>≤1，一般控制指标未超标，判定为合格，不再进行综合污染指数法评价；

P<sub>i</sub>>1，一般控制指标有超标，则需进行综合污染指数法评价。

综合污染指数法是在没有严格控制指标超标，而只有一般控制指标超标的情况下，采用单项污染指数平均值和单项污染指数最大值相结合的综合污染指数法，污染指数按式 (2) 计算。

$$P = \sqrt{[(C_i/S_i)_{\max}^2 + (C_i/S_i)_{\text{avr}}^2] / 2} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：P：综合污染指数；

(C<sub>i</sub>/S<sub>i</sub>)<sub>max</sub>：单项污染指数最大值；

(C<sub>i</sub>/S<sub>i</sub>)<sub>avr</sub>：单项污染指数平均值。

P≤1，判定为合格；

P>1，判定为不合格。

#### 1.5.1.2 水环境质量分析与评价模式

同土壤。

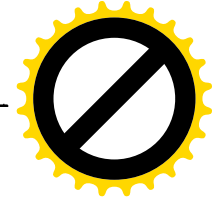
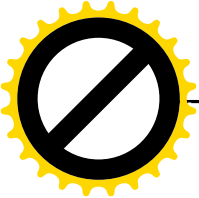
#### 1.5.2 产品质量监测与评价

蔬菜产品质量监测与评价依据NY5003-2001《无公害食品 白菜类蔬菜》、NY5005-2001《无公害食品 茄果类蔬菜》、NY5091-2002《无公害食品 芹菜》、NY5093-2002《无公害 蕹菜》、NY5074-2002《无公害食品 黄瓜》、NY5080-2002《无公害 菜豆》、NY5078-2002《无公害 豇豆》和GB 18406.1—2001《农产品安全质量无公害蔬菜安全要求》。

评价模式同土壤。

### 1.6 蔬菜 Pb 含量与土壤 Pb 含量相关性研究方法

依据NY5003-2001《无公害食品 白菜类蔬菜》、NY5005-2001《无公害食品 茄果类蔬菜》、NY5074-2002《无公害食品 黄瓜》和NY5010-2002《无公害食品 蔬菜产地环境条件》，采用SPSS和EXCEL等统计软件进行相关性分析。



## 2 结果与分析

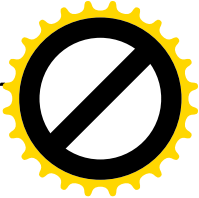
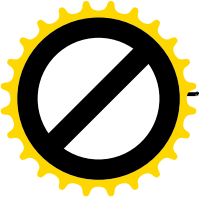
### 2.1 蔬菜产地环境质量监测与评价

#### 2.1.1 土壤质量分析与评价

对南京八县区的12个蔬菜基地的24个土样进行抽检,得到192个数据(见表2-1)。

表2-1 土样检测结果

基地/ 监测项目	pH	铅(Pb) (mg/kg)	镉(Cd) (mg/kg)	汞(Hg) (mg/kg)	砷(As) (mg/kg)	铬(Cr) (mg/kg)	六六六 (mg/kg)	滴滴涕 (mg/kg)
质量标准 <sup>[20]</sup>	<6.5	100	0.30	0.3	40	150	0.5	0.5
	6.5~7.5	150	0.30	0.5	30	200	0.5	0.5
	>7.5	150	0.60	1.0	25	250	0.5	0.5
江宁1	5.4	27	0.04	0.10	16	26	ND*	ND
	5.2	31	0.01	0.12	7	30	ND	ND
江宁2	6.65	25.4	0.02	0.28	7.19	32.1	ND	ND
	6.85	28.7	0.03	0.305	6.94	32.9	ND	ND
江宁3	6.98	29.8	0.06	ND	5.04	35.2	0.001	0.007
	7.05	23.1	0.10	ND	8.34	29.8	0.001	0.012
溧水	7.35	28.0	0.04	0.022	14.0	36.4	ND	ND
	7.06	19.8	0.13	ND	12.8	32.2	ND	0.003
栖霞1	7.92	23.0	0.22	0.073	23.0	65.2	ND	0.020
	8.04	23.3	0.23	0.049	17.2	91.6	ND	ND
	8.06	22.0	0.18	0.059	15.7	211	ND	0.015
栖霞2	7.20	20.6	0.03	0.113	11.0	65.7	ND	ND
	6.45	31.0	0.02	0.378	14.8	75.3	ND	ND
高淳	6.80	20.3	0.02	0.079	6.28	28.9	ND	ND
六合	6.60	80.9	0.24	0.059	7.46	17.8	ND	0.001
	6.92	31.7	0.12	0.039	15.8	17.8	ND	0.012
浦口1	6.04	31.5	0.06	0.212	12.0	78.9	ND	ND
	7.42	24.8	0.04	0.08	7.47	62.1	ND	ND
浦口2	7.53	23.2	0.22	0.028	46.2	124	ND	0.003
	7.42	21.5	0.20	0.085	20.0	98.2	ND	0.012
雨花	7.96	32.1	0.18	ND	9.69	33.4	ND	ND
	7.40	35.7	0.18	0.059	10.2	29.8	ND	0.006
	7.93	39.0	0.20	0.066	29.5	28.6	0.001	0.007
建邺	7.0	19	0.08	0.25	14	58	ND	ND



\*: ND为未检出。

栖霞2、浦口2和雨花基地的3个土样的Hg和As含量的单项污染指标（见图2-3、图2-4），因此判定这3个基地不合格。其余9个基地土样单项污染指标均不超标，对其一般控制指标（六六六、滴滴涕）检测，虽有检出，但都未超标，判定此9个基地合格。在此9个基地中栖霞1和六合基地的3个土样的As、Cr、Cd含量的单项污染指数达到0.8，超过安全警戒线（见图4-2、图4-4、图4-5）。由此可见，南京市蔬菜产地土壤环境总体达到无公害蔬菜产地环境要求。

#### 2.1.1.1 土壤 Pb 含量分析

12个基地的24个土样Pb含量都低于质量标准，单项污染指数都在0.6以下（见图2-1）。从样本平均指数看，基地Pb污染六合最高，其次为江宁1、浦口1、雨花和栖霞2，建邺和高淳最低。一般金属冶炼厂附近及汽车来往频繁的马路边Pb污染比较严重<sup>[21]</sup>。

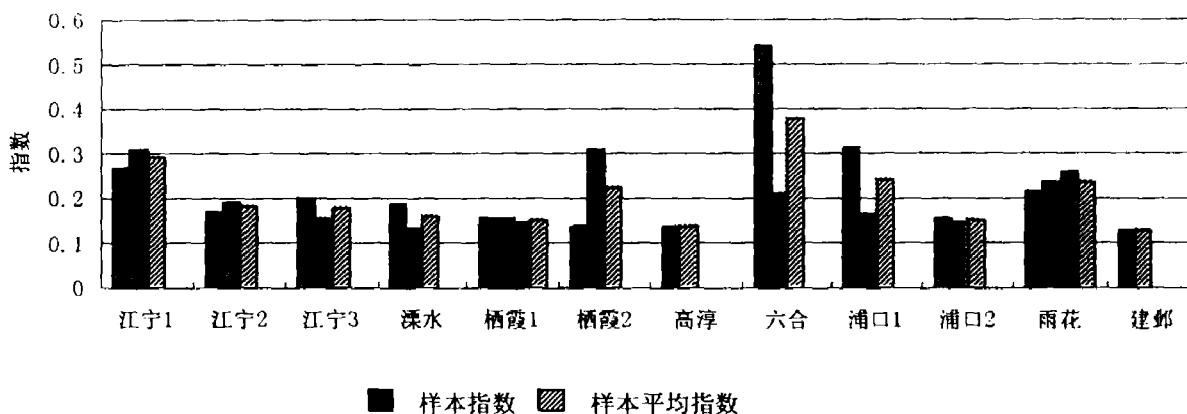


图2-1 12个基地土壤Pb含量单项污染指数柱状图

#### 2.1.1.2 土壤 Cd 含量分析

12个基地的24个土样Cd含量都低于质量标准，单项污染指数均小于1（见图2-2）。污染指数最高的土样为六合基地的1个土样，污染指数为0.8，达到警戒线。

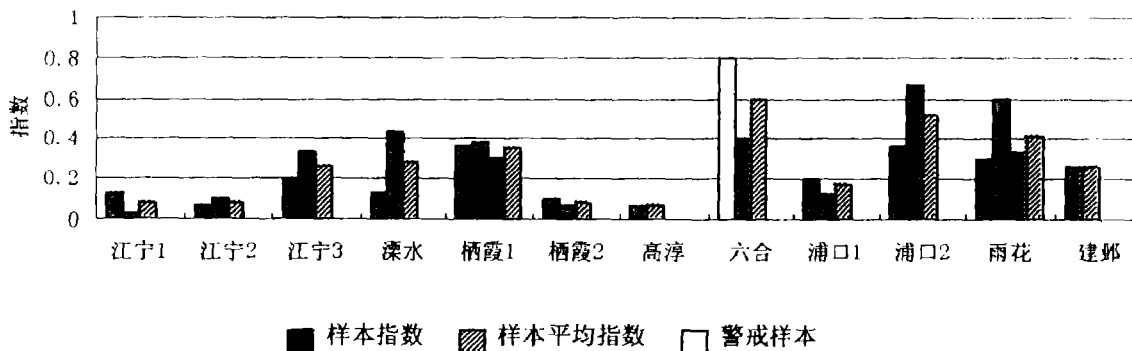
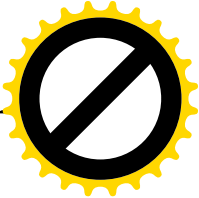
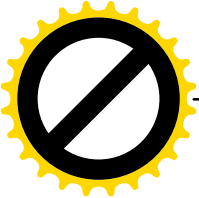


图2-2 12个基地土壤Cd含量单项污染指数柱状图



从基地样本平均指数看，六合、浦口2、雨花蔬菜基地的镉污染较重，其次是栖霞1、江宁3、溧水、建邺，高淳、栖霞2、江宁1和江宁2蔬菜基地的Cd污染最轻。金属矿的开采和冶炼、电镀、颜料等是Cd的主要人为污染源。粗磷肥中含Cd可达100mg/kg、普钙含Cd可达50-170mg/kg<sup>[22]</sup>。因此推断Cd污染较重的基地周边有冶炼厂（如雨花有梅山冶金），或此基地曾经过量施用化肥，造成Cd沉积。

### 2.1.1.3 土壤 Hg 含量分析

12个基地的24个土样，除栖霞2基地的1个土样外，Hg含量都低于质量标准，单项污染指数小于1，栖霞2基地的1个土样单项污染指数超过1，达到1.26（见图2-3），因此判定栖霞2基地不合格。其它11个蔬菜基地汞污染较严重的为江宁2、建邺、浦口1、江宁1，江宁3（未检出）、溧水、栖霞1、雨花、六合、浦口2、高淳蔬菜基地Hg污染都较轻。Hg污染主要来自工业三废<sup>[22]</sup>。

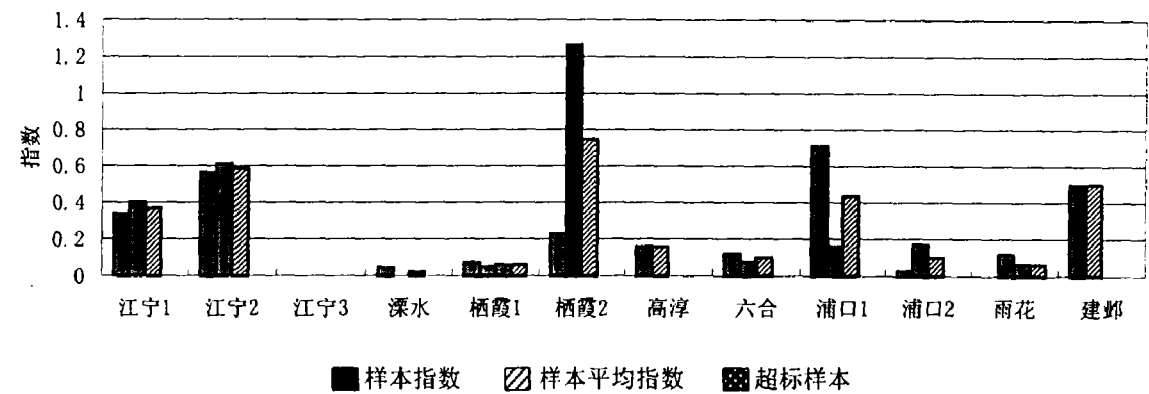


图2-3 12个基地土壤Hg含量单项污染指数柱状图

### 2.1.1.4 土壤 As 含量分析

12个基地的24个土样中，浦口2和雨花基地各1个土样单项污染指数超过1，判定

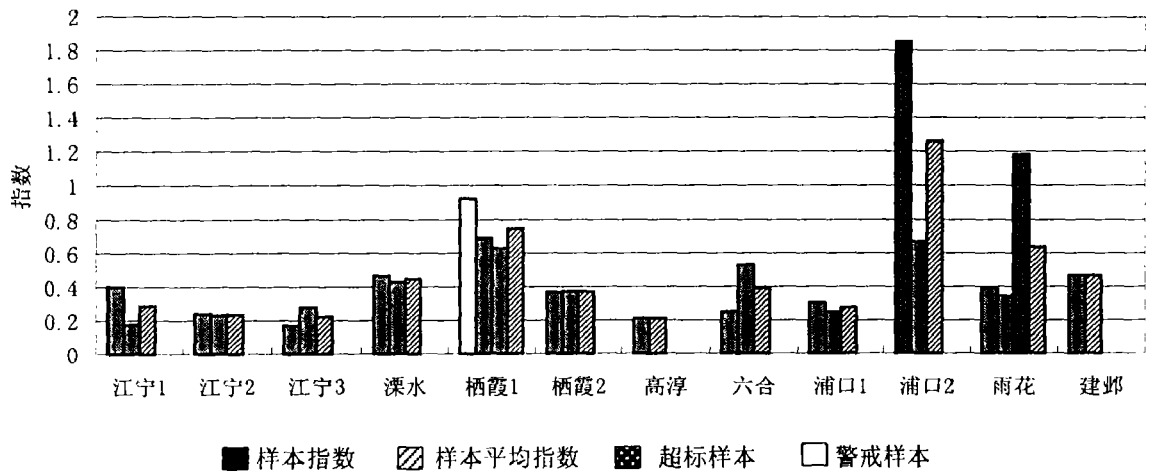
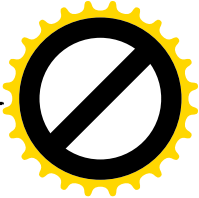
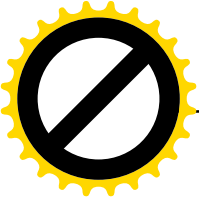


图2-4 12个基地土壤As含量单项污染指数柱状图



这两个基地不合格。栖霞1基地的1个土样单项污染指数超过警戒线0.8，达到0.92（见图2-4）。其它蔬菜基地As污染指数在0.5-0.3的依次是建邺、溧水、六合和栖霞2，其次在0.3以下的依次为江宁1、浦口1、江宁2、江宁3、高淳。As污染主要源于造纸、皮革、硫酸、化肥、冶炼和农药等工厂的废气、废水中<sup>[22]</sup>。

#### 2.1.1.5 土壤 Cr 含量分析

12个基地的24个土样Cr含量都低于质量标准，单项污染指数均小于1（见图2-5）。栖霞1基地的1个土样，污染指数为0.84，超过警戒线。从平均污染指数看，浦口2、栖霞1、浦口1和栖霞2基地的Cr污染较重，超过0.4，六合基地的Cr污染最轻，不超过0.1，其他基地的Cr污染居中，在0.1-0.4之间。Cr的污染主要由工业引起。Cr的开采、冶炼、Cr盐的制造、电镀、金属加工、制革、油漆、颜料、印染工业，都会有Cr化合物排出<sup>[22]</sup>。

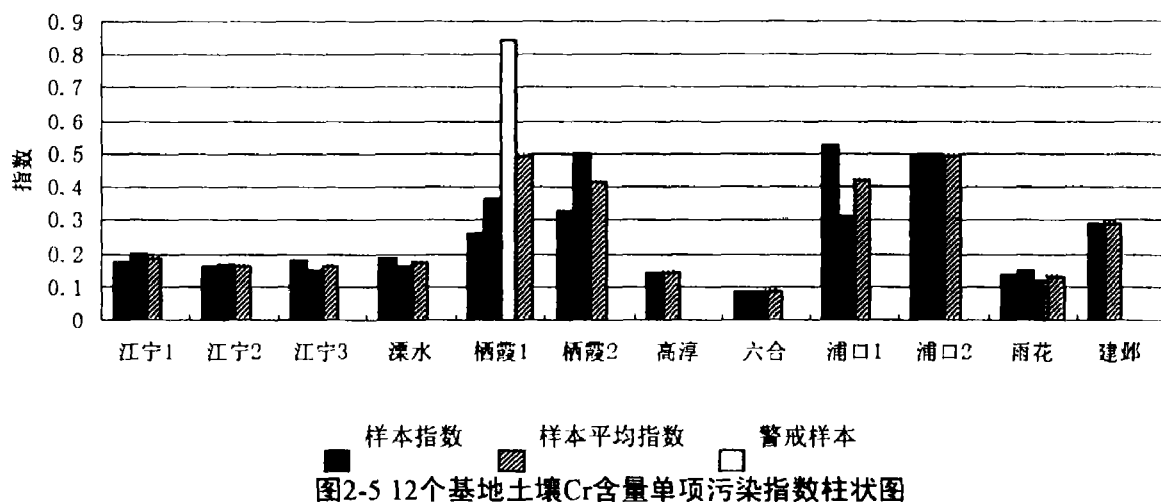


图2-5 12个基地土壤Cr含量单项污染指数柱状图

#### 2.1.1.6 土壤六六六含量分析

12个基地的24个土样，只有江宁3和雨花1的3个土样检出六六六（见图2-6），且都大大低于质量标准。可见，近年来国家禁止在蔬菜产品上施用六六六的规定，对农药生产商和农民起到较大影响。

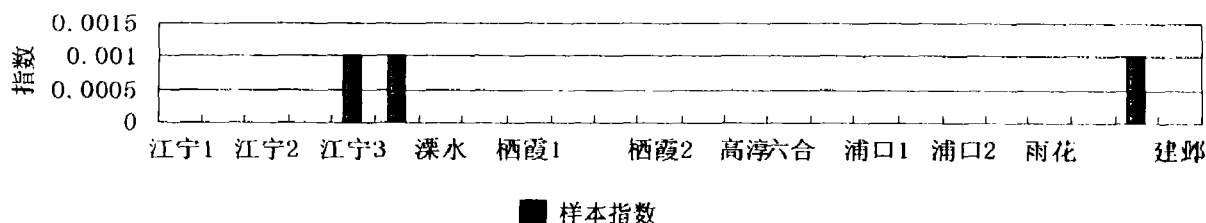


图2-6 12个基地土壤六六六含量单项污染指数柱状图

#### 2.1.1.7 土壤滴滴涕含量分析

在江宁3、溧水、栖霞1、六合、浦口2和雨花6个基地的11个土样中检出滴滴涕（见

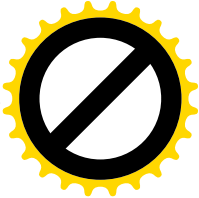
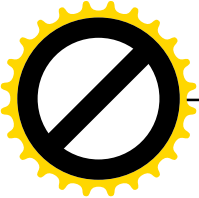


图2-7), 都大大低于质量标准。近一半的土样检测出滴滴涕, 说明国家对该物质的控制力度还不够强。

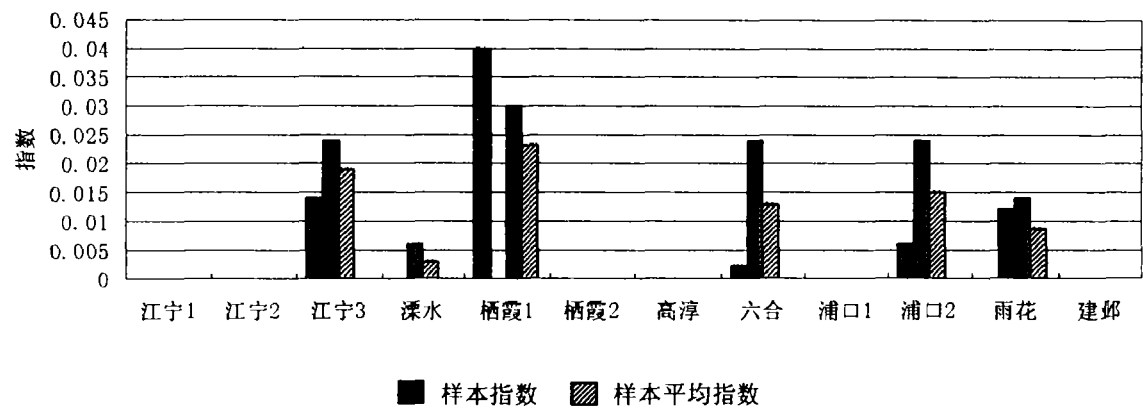


图2-7 12个基地土壤滴滴涕含量单项污染指数柱状图

2.1.1.8 土壤综合污染指数

采用综合污染指数法<sup>[18]</sup>对12个基地进行评价, 得到表2-2。

表 2-2 12 个蔬菜基地土壤综合污染指数排序

	江宁 1	江宁 2	江宁 3	溧水	栖霞 1	栖霞 2	高淳	六合	浦口 1	浦口 2	雨花	建邺
综合												
污染	0.408	0.524	0.341	0.432	0.744	0.962	0.270	0.657	0.599	1.374	0.896	0.493
指数												
排序	3	6	2	4	9	11	1	8	7	12	10	5

由前面的单项污染指数法已经判定浦口2、栖霞2和雨花蔬菜基地不符合无公害基地, 在此表中虽然栖霞2和雨花蔬菜基地的综合污染指数均小于1, 但在12个基地中, 这3个基地明显排最后。余下9个基地的综合污染指数由高到低排序依次是: 栖霞1 > 六合 > 高淳 > 浦口1 > 江宁2 > 建邺 > 溧水 > 江宁1 > 江宁3, 不难看出南京蔬菜基地土壤环境江南好于江北, 郊县好于郊区。

2.1.2 水环境质量分析与评价

对南京八县区的12个蔬菜基地抽检了12个水样, 得到96个数据, 所检指标均未超过质量标准 (见表2-3)。Pb、Cd、CN<sup>-</sup>在所有基地都未检出。只有建邺基地检出Hg, 且单项污染指数仅为0.1, 大大低于质量标准。As和石油类的检出率高达90% (见图2-8、图2-10)。由此可见, 所检蔬菜基地水环境均达到无公害蔬菜产地环境要求。

表 2-3 水样检测结果

基地/监测项目	pH	Pb (mg/l)	Cd (mg/l)	Hg (mg/l)	As (mg/l)	Cr <sup>6+</sup> (mg/l)	CN <sup>-</sup> (mg/l)	石油类 (mg/l)
质量标准 <sup>[20]</sup>	5.5-8.5	0.1	0.005	0.001	0.05	0.1	0.5	1.0
江宁1	6.40	ND*	ND	ND	0.0002	0.04	ND	0.2
江宁2	6.50	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.39
江宁3	8.05	ND	ND	ND	0.0027	ND	ND	0.3
溧水	6.44	ND	ND	ND	0.0005	0.004	ND	0.5
栖霞1	7.42	ND	ND	ND	0.0120	ND	ND	0.4
栖霞2	7.52	ND	ND	ND	0.0048	ND	ND	0.1
高淳	7.81	ND	ND	ND	0.0007	0.005	ND	ND
六合	6.86	ND	ND	ND	0.0009	ND	ND	0.05
浦口1	7.50	ND	ND	ND	0.0006	ND	ND	0.19
浦口2	7.36	ND	ND	ND	0.0104	ND	ND	0.4
雨花	7.46	ND	ND	ND	0.0044	ND	ND	0.7
建邺	6.70	ND	ND	0.0001	0.00005	0.009	ND	0.3

\*: ND为未检出。

## 2.1.2.1 灌溉水 As 含量分析

12个基地的11个水样中有As检出，单项污染指数都在0.3以下（见图2-8）。江宁2基地没有As检出。最高的单项污染指数出现在栖霞1基地，然后是浦口2、栖霞2和雨花，最低的单项污染指数出现在建邺和江宁1。

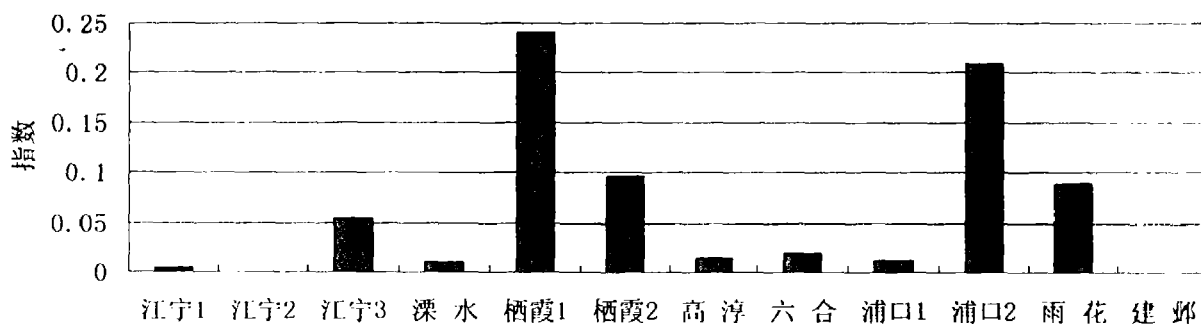
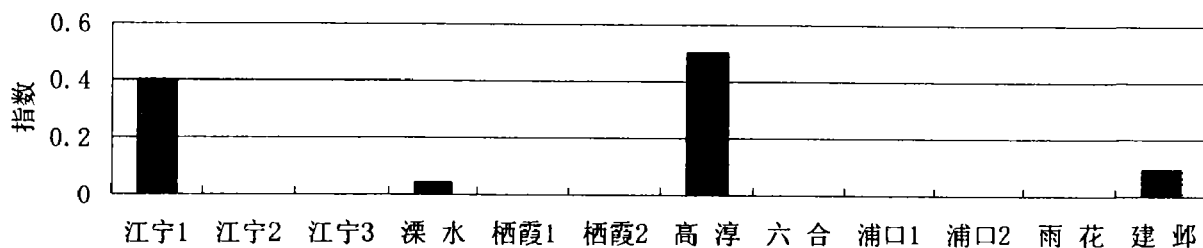
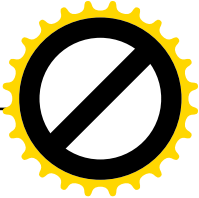
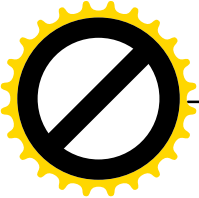


图 2-8 12 个基地灌溉水 As 含量单项污染指数柱状图

2.1.2.2 灌溉水 Cr<sup>6+</sup>含量分析

12个基地的4个水样有Cr<sup>6+</sup>检出，单项污染指数都在0.6以下（见图2-9）。最高的是高淳基地，其次是江宁1基地，最后是建邺和溧水基地。

图 2-9 12 个基地灌溉水  $\text{Cr}^{6+}$  含量单项污染指数柱状图

### 2.1.2.3 灌溉水石油类含量分析

12个基地的11个水样检出石油类物质，高淳基地未检出（见图2-10）。单项污染指数均在0.8以下。最高的为雨花和溧水，单项污染指数超过0.4；其次是江宁2、栖霞1、浦口2、江宁3和建邺，单项污染指数在0.4-0.2；最低是栖霞2和浦口1，单项污染指数低于0.2。

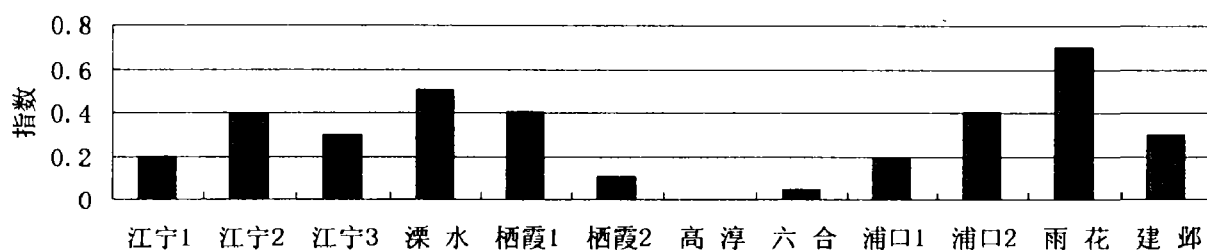


图 2-10 12 个基地灌溉水石油类含量单项污染指数柱状图

### 2.1.2.4 水环境综合污染指数

采用综合污染指数法<sup>[18]</sup>对严格控制指标未超标的基地进行评价。得到表2-4。

表 2-4 12 个蔬菜基地水环境综合污染指数排序

	江宁 1	江宁 2	江宁 3	溧水	栖霞 1	栖霞 2	高淳	六合	浦口 1	浦口 2	雨花	建邺
综合 污染 指数	0.29	0.28	0.22	0.36	0.29	0.07	0.04	0.04	0.14	0.29	0.5	0.22
排序	8	7	5	11	8	3	1	1	4	8	12	5

由于12个蔬菜基地的水样没有1个超标，由表可见12个基地的水环境综合污染指数均小于1，符合无公害蔬菜产地环境要求。12个蔬菜基地水环境自高到低依次排序为：雨花 > 溧水 > 栖霞1、浦口2、江宁1 > 江宁2 > 江宁3、建邺 > 浦口1 > 栖霞2 > 六合、高淳。

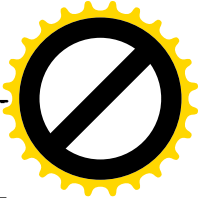
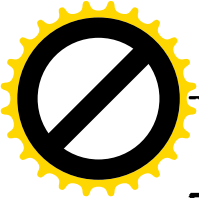
## 2.2 蔬菜产品质量监测与评价

本次试验共抽检了22个蔬菜样品，得到131个数据（见表2-5）。从检测结果看，所

检指标单项污染指数均小于等于1，单项评价均合格。Pb和Cd的检出率高达100%；指数大于0.8的有10个，涉及Cd、Pb和NO<sub>2</sub><sup>[-31,32]</sup>，其中Pb占80%。值得注意的是：有1个产品检出六六六，有2个产品检出氯氰菊酯类农残。

表 2-5 蔬菜产品检测结果

产品	Cr mg/kg	Cd mg/kg	Pb mg/kg	Hg mg/kg	As mg/kg	F mg/kg	NO <sub>2</sub> mg/kg	六六六 mg/kg	氯氰菊酯 mg/kg
白菜类质量标准 <sup>[23]</sup>	—	0.05	0.2	0.01	0.5	0.5	4	0.2	1
小白菜1	—	0.015	0.12	0.001	ND	0.4	4	ND	ND
小白菜2	—	0.0076	0.084	0.0001	0.0158	0.18	ND	ND	ND
小白菜3	—	0.00695	0.1	0.000154	0.01702	0.29	ND	ND	ND
小白菜4	—	0.007	0.084	0.0005	0.2	0.3	0.7	0.004	ND
大白菜	—	0.01155	0.185	0.000154	0.01153	0.26	ND	ND	ND
茄果类质量标准 <sup>[24]</sup>	—	0.05	0.2	0.01	0.5	0.5	4	0.2	—
辣椒1	—	0.0073	0.086	0.0001	0.0051	0.3	ND	ND	—
辣椒2	—	0.0055	0.09	0.00002	0.007	0.31	ND	ND	—
番茄1	—	0.0095	0.089	0.00013	0.0096	0.19	ND	ND	—
番茄2	—	0.0053	0.11	0.000031	0.00821	0.31	ND	ND	—
番茄3	—	0.01	0.1	0.001	ND	0.1	0.5	ND	—
芹菜质量标准 <sup>[25]</sup>	—	0.05	0.2	—	—	—	4	—	2
芹菜1	—	0.01395	0.199	—	—	—	ND	—	ND
芹菜2	—	0.0041	0.200	—	—	—	ND	—	ND
芹菜3	—	0.03	0.2	—	—	—	0.5	—	ND
蕹菜质量标准 <sup>[26]</sup>	—	0.05	0.2	—	—	—	4	—	2
蕹菜1	—	0.02	0.2	—	—	—	0.2	—	ND
蕹菜2	—	0.04	0.004	—	—	—	2	—	ND
黄瓜质量标准 <sup>[27]</sup>	—	0.05	0.2	—	—	—	4	—	0.5
黄瓜1	—	0.00605	0.108	—	—	—	ND	—	ND
黄瓜2	—	0.005	ND	—	—	—	0.2	—	ND
黄瓜3	—	0.00488	0.087	—	—	—	ND	—	0.0213
菜豆质量标准 <sup>[28]</sup>	—	0.05	0.2	—	—	—	—	—	0.5
四季豆	—	0.01074	0.191	—	—	—	—	—	ND
豇豆质量标准 <sup>[29]</sup>	—	0.05	0.2	—	—	—	—	—	0.5
豇豆	—	0.0105	0.2	—	—	—	—	—	ND
蔬菜质量标准 <sup>[30]</sup>	0.5	0.05	0.2	0.01	0.5	1.0	4	0.2	1.0



芦蒿1	0.2	0.03	0.1	0.005	ND	0.47	2.9	ND	ND
芦蒿2	0.2	0.03	0.2	0.001	0.02	0.3	ND	ND	0.21

## 2.2.1 白菜类蔬菜产品质量评价

### 2.2.1.1 小白菜蔬菜产品质量检测

4个小白菜样品的蔬菜产品质量单项污染指数均不超标（见图2-11~14），但铅和氟的含量比较突出。小白菜1样品的亚硝酸盐单项污染指数等于1。

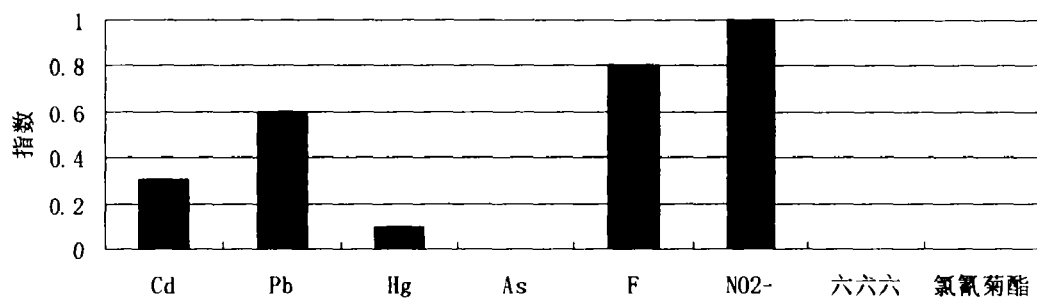


图2-11 小白菜1蔬菜品质单项污染指数柱状图

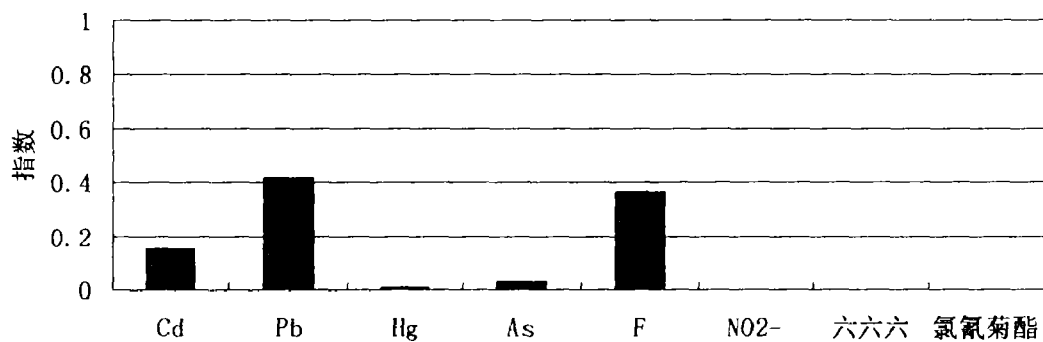


图2-12 小白菜2蔬菜品质单项污染指数柱状图

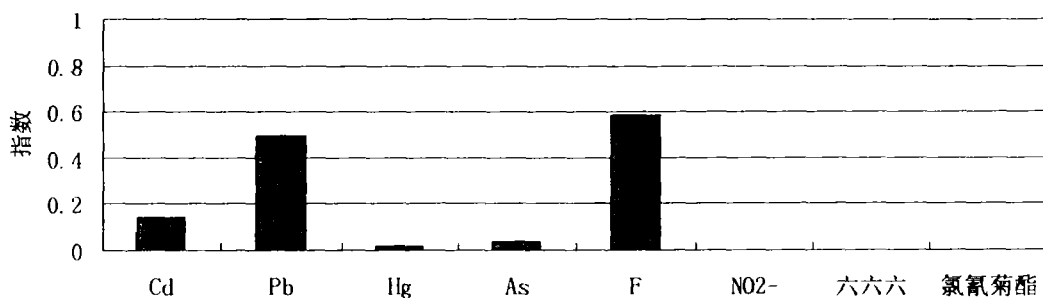


图2-13 小白菜3蔬菜品质单项污染指数柱状图

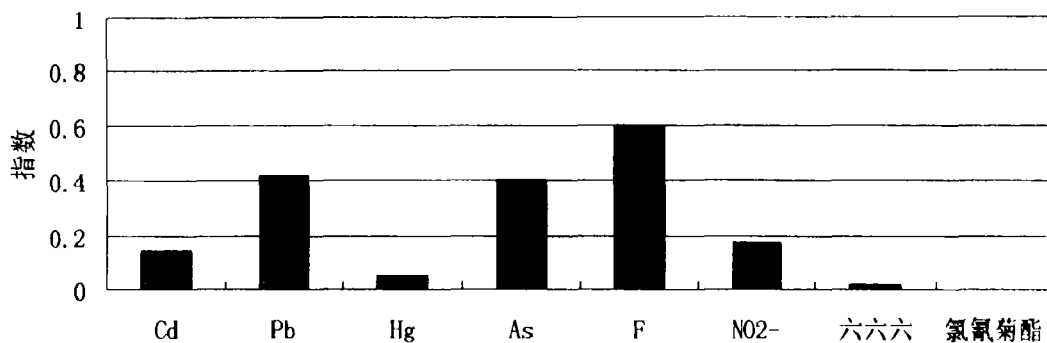


图2-14 小白菜4蔬菜品质单项污染指数柱状图

综合污染指数计算得出 $P_{\text{小白菜1}}=0.75$ 、 $P_{\text{小白菜2}}=0.31$ 、 $P_{\text{小白菜3}}=0.43$ 、 $P_{\text{小白菜4}}=0.45$ ，都小于1，符合无公害蔬菜标准。

#### 2.2.1.2 大白菜蔬菜产品质量检测

对大白菜样品进行了检测，各单项污染指数均低于1，符合无公害蔬菜标准，但需要注意的是其铅含量单项污染指数超过0.8的警界线（见图2-15）。综合污染指数计算得出 $P=0.67$ 。

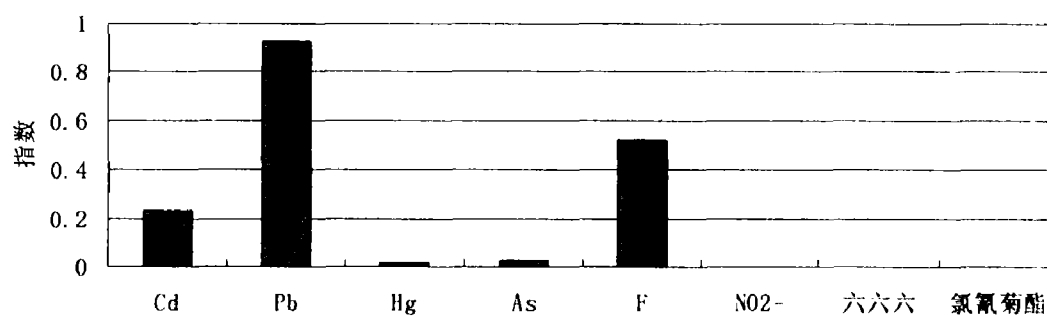


图2-15 大白菜蔬菜品质单项污染指数柱状图

由以上两种白菜类蔬菜的产品质量检测结果，可见南京地区的白菜类蔬菜符合无公害蔬菜标准。

#### 2.2.2 茄果类蔬菜产品质量评价

##### 2.2.2.1 辣椒蔬菜产品质量检测

对辣椒样品进行了检测，2个辣椒样品都未检测出亚硝酸盐和六六六。单项污染指数均不超标，但铅和氟的单项污染指数有些偏高（见图2-16，图2-17）。综合污染指数计算 $P_{\text{辣椒1}}=0.44$ 、 $P_{\text{辣椒2}}=0.45$ ，达到无公害蔬菜标准。

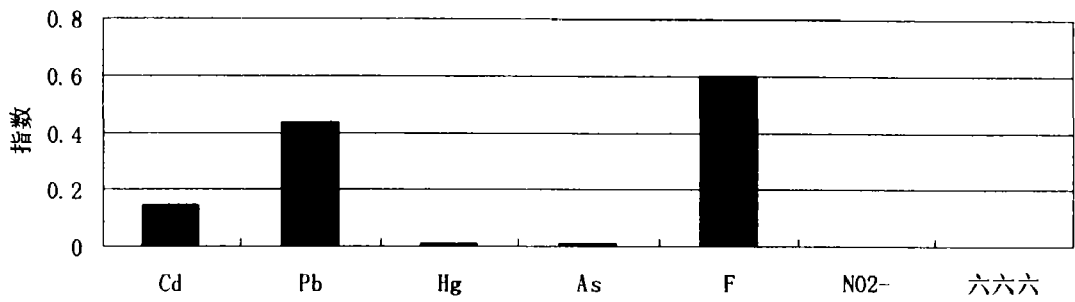
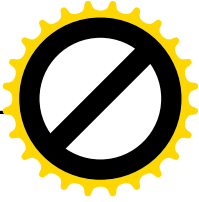
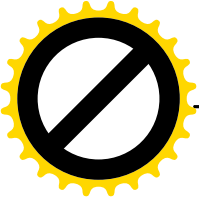


图2-16 辣椒1蔬菜品质单项污染指数柱状图

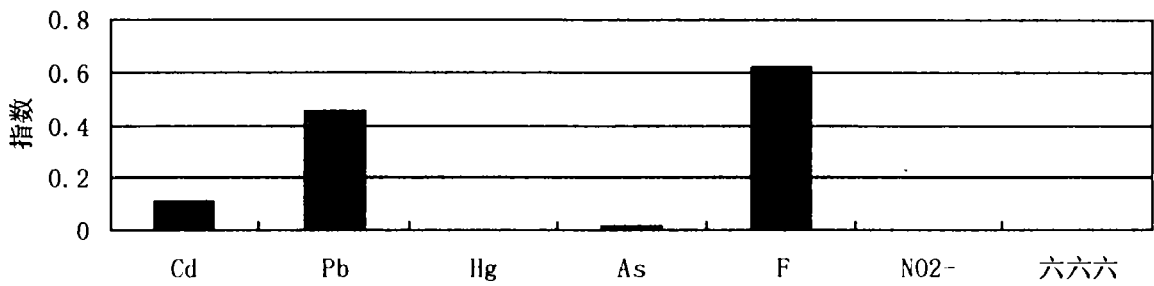


图2-17 辣椒2蔬菜品质单项污染指数柱状图

2.2.2.2 番茄蔬菜产品质量检测

3个番茄样品都未检测出六六六，有1个样品检出了亚硝酸盐。单项污染指数均不超标，但含铅和氟量的单项污染指数有些突出（见图2-18~20）。综合污染指数计算  $P_{番茄1}=0.33$ 、 $P_{番茄2}=0.46$ 、 $P_{番茄3}=0.37$ ，达到无公害蔬菜标准。

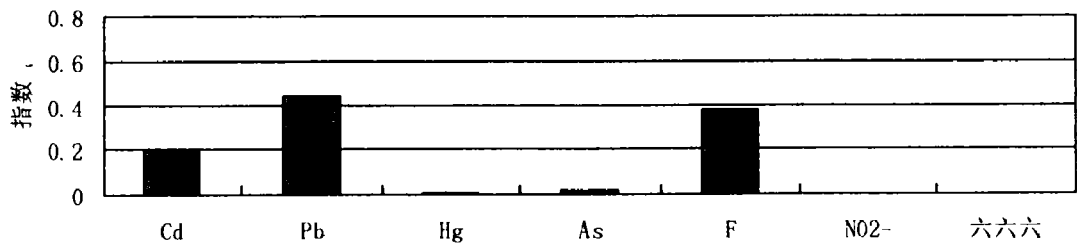


图2-18 番茄1蔬菜品质单项污染指数柱状图

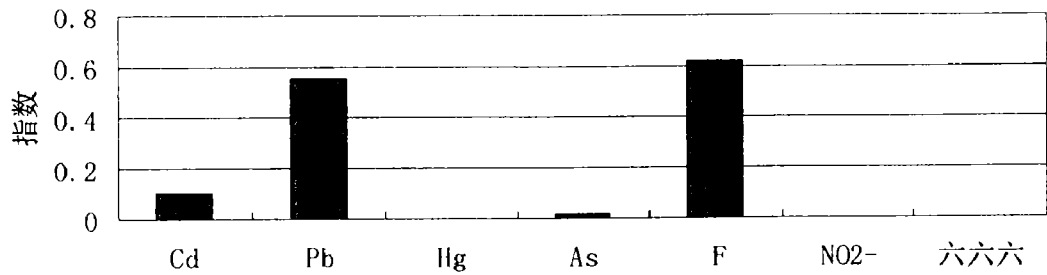


图2-19 番茄2蔬菜品质单项污染指数柱状图

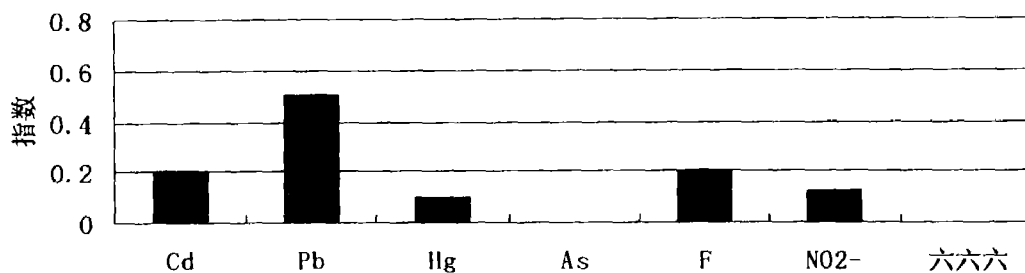


图2-20 番茄3蔬菜品质单项污染指数柱状图

由以上两种茄果类蔬菜的产品质量检测结果可见南京地区的茄果类蔬菜符合无公害蔬菜标准，但对铅和氟的控制必须加强。

### 2.2.3 叶菜类蔬菜产品质量评价

#### 2.2.3.1 芹菜蔬菜产品质量检测

对3个芹菜样品进行了检测，都未检测出氯氰菊酯，有1个样品检出亚硝酸盐。单项污染指数均不超标，但含铅量的单项污染指数都达到了1，非常值得注意。见图4-21~23。

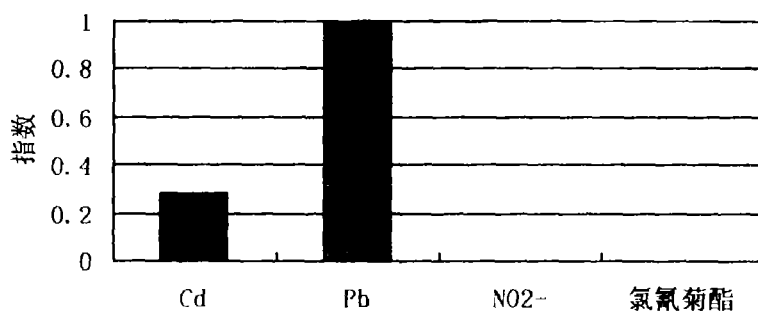


图2-21 芹菜1蔬菜品质单项污染指数柱状图

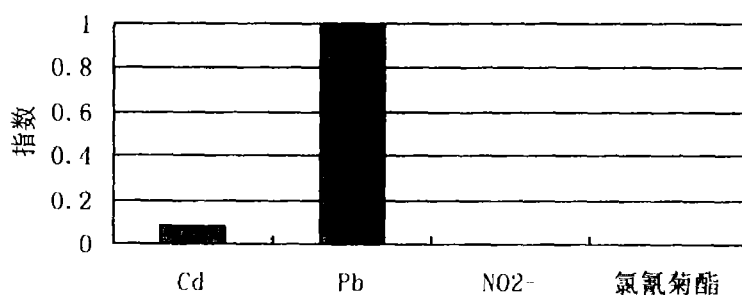


图2-22 芹菜2蔬菜品质单项污染指数柱状图

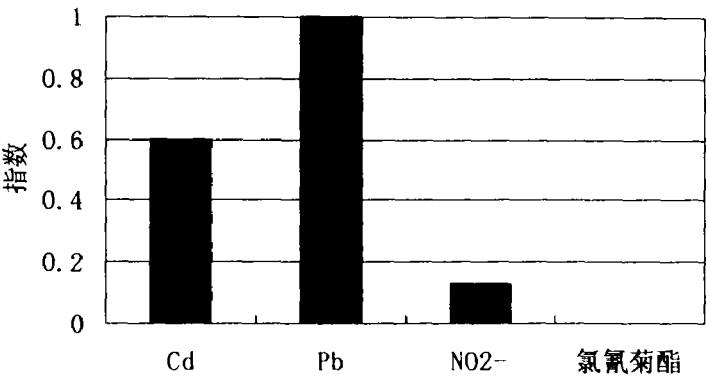
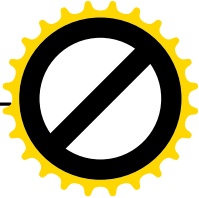
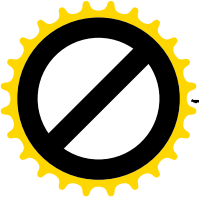


图2-23 芹菜2蔬菜品质单项污染指数柱状图

综合污染指数计算 $P_{芹菜1}=0.74$ 、 $P_{芹菜2}=0.73$ 、 $P_{芹菜3}=0.78$ ，达到无公害蔬菜标准。

2.2.3.2 茼蒿蔬菜产品质量检测

茼蒿样品都未检测出氯氰菊酯，茼蒿1的铅含量单项污染指数达到1，茼蒿2的镉含量单项污染指数达到警界线0.8（见图2-24，图2-25）。综合污染指数计算 $P_{茼蒿1}=0.61$ 、 $P_{茼蒿2}=0.62$ 。

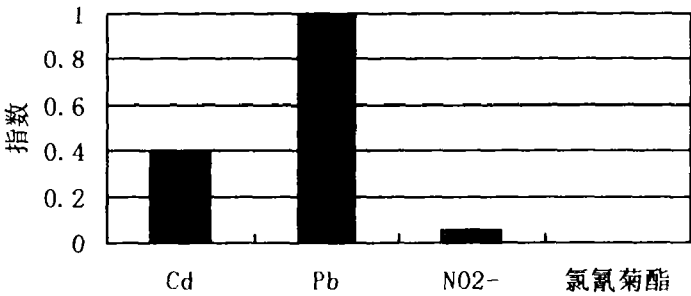


图2-24 茼蒿1蔬菜品质单项污染指数柱状图

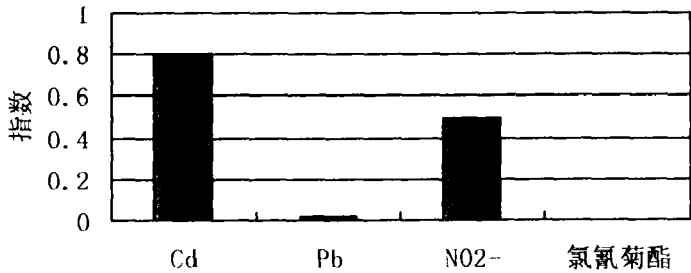


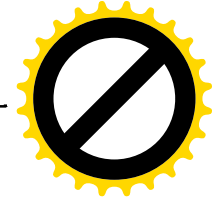
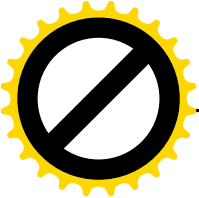
图2-25 茼蒿2蔬菜品质单项污染指数柱状图

虽然绿叶菜的这两个品种都达到无公害蔬菜标准，但铅含量过高仍是安全隐患。

2.2.4 瓜类蔬菜产品质量评价

2.2.4.1 黄瓜蔬菜产品质量检测

对3个黄瓜样品进行了检测，黄瓜2样品检测出亚硝酸盐，黄瓜3样品检测出氯氰菊酯



菊酯，单项污染指数均不超标（见图2-26~28）。含铅量仍是众指标中突出的。综合污染指数计算 $P_{\text{黄瓜1}}=0.40$ 、 $P_{\text{黄瓜2}}=0.076$ 、 $P_{\text{黄瓜3}}=0.32$ ，达到无公害蔬菜标准。

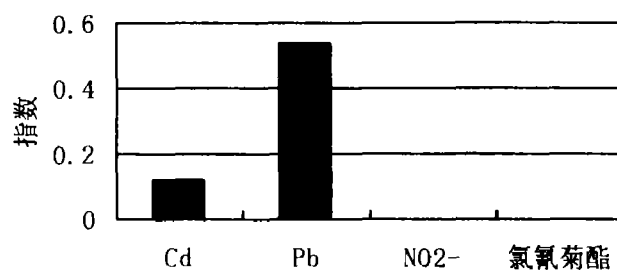


图2-26 黄瓜1蔬菜品质单项污染指数柱状图

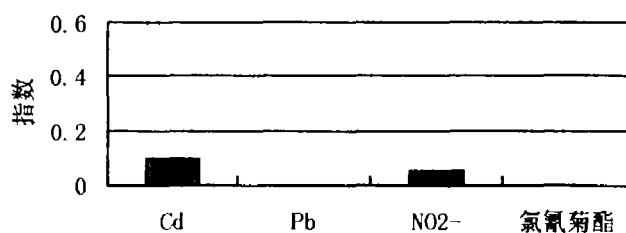


图2-27 黄瓜2蔬菜品质单项污染指数柱状图

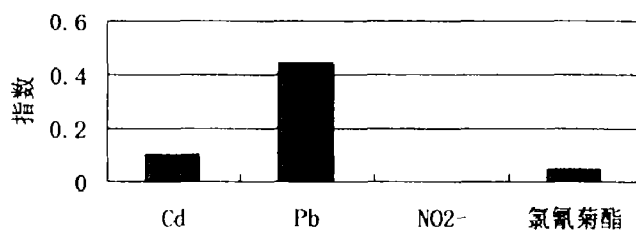


图2-28 黄瓜3蔬菜品质单项污染指数柱状图

## 2.2.5 豆类蔬菜产品质量评价

### 2.2.5.1 四季豆蔬菜产品质量检测

对四季豆样品进行检测，其含铅量单项污染指数超过0.8警戒线（见图2-29）。

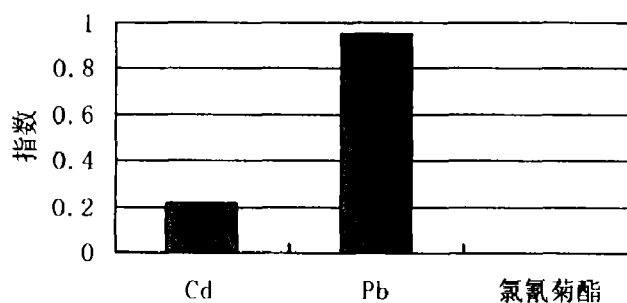


图2-29 四季豆蔬菜品质单项污染指数柱状图

### 2.2.5.2 豇豆蔬菜产品质量检测

对豇豆样品进行了检测，其含铅量单项污染指数达到1（见图2-30）。

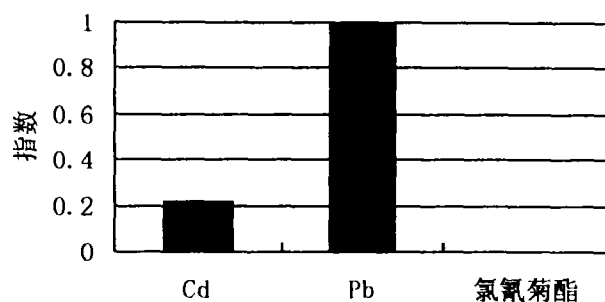
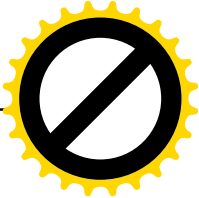
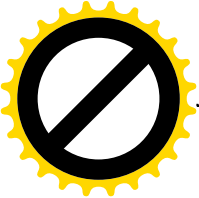


图2-30 豇豆蔬菜品质单项污染指数柱状图

由以上两个豆类品种检测结果可见，豆类蔬菜在铅含量上存在安全隐患。

## 2.2.6 多年生蔬菜产品质量评价

### 2.2.6.1 芦蒿蔬菜产品质量检测

对2个芦蒿样品进行了检测，芦蒿2的铅含量达到1（见图2-31，图2-32）。综合污染指数计算 $P_{\text{芦蒿1}}=0.56$ 、 $P_{\text{芦蒿2}}=0.73$ ，达到无公害蔬菜标准。

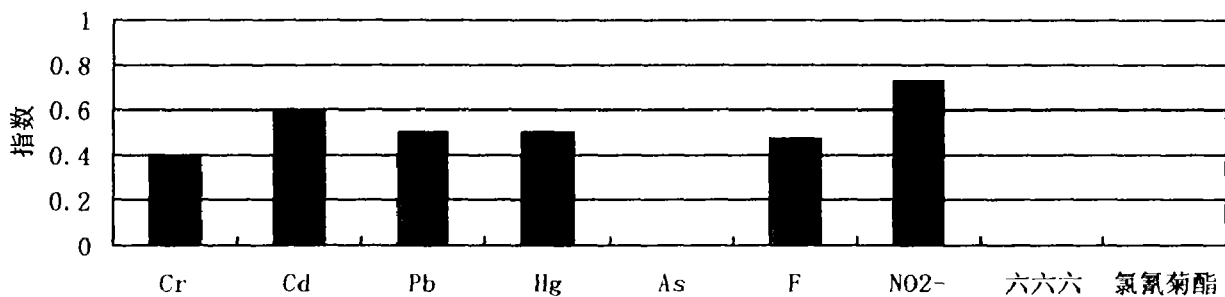


图2-31 芦蒿1蔬菜品质单项污染指数柱状图

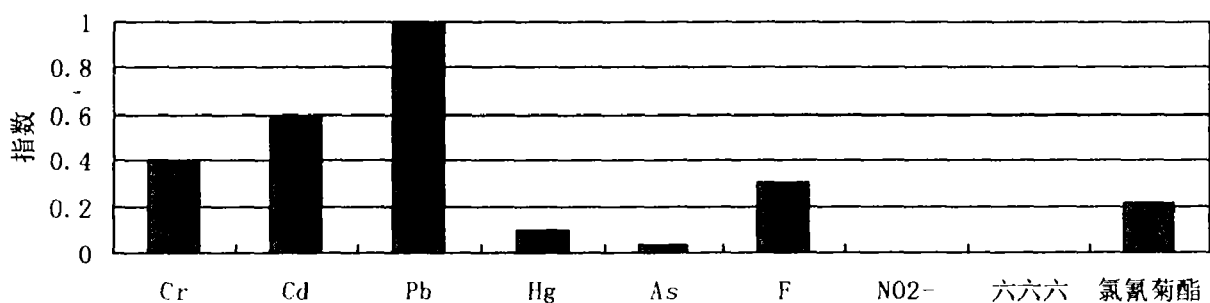


图2-32 芦蒿2蔬菜品质单项污染指数柱状图

多年生蔬菜符合无公害蔬菜标准。

## 2.3 蔬菜 Pb 含量与土壤 Pb 含量相关性

本试验重点对小白菜、大白菜、辣椒、番茄、黄瓜中Pb含量和土壤中Pb含量的相关性进行研究。数据结果见表2-6。

表2-6 蔬菜-土壤中Pb含量 (mg/kg)

		样品 1	样品 2	样品 3	样品 4	样品 5	样品 6	样品 7
小白菜	土壤	18.7	24.5	21.1	20.8	23.1	23.9	19.8
	产品	0.072	0.121	0.078	0.075	0.095	0.100	0.072
大白菜	土壤	11.2	17.2	14.3	12.9	14.8	15.3	13.7
	产品	0.084	0.185	0.112	0.0929	0.156	0.170	0.14
辣 椒	土壤	24.8	34.3	25.2	30.2	31.8	28.9	30.4
	产品	0.025	0.100	0.043	0.078	0.082	0.050	0.088
番 茄	土壤	8.9	17.4	9.2	11.7	12.2	15.9	12.8
	产品	0.034	0.110	0.046	0.084	0.091	0.101	0.087
黄 瓜	土壤	10.4	16.12	13.1	13.41	15.4	13.8	16.5
	产品	0.0660	0.103	0.0808	0.0857	0.107	0.100	0.133

### 2.3.1 蔬菜 Pb 含量与土壤铅 Pb 含量的相关性

#### 2.3.1.1 小白菜 Pb 含量与土壤 Pb 含量的相关性

对7土样及产品Pb含量进行相关分析，见图2-33。土壤Pb含量与小白菜Pb含量相关极显著。系数 $R=0.928$ ，直线方程： $y=0.0079x-0.084$ 。说明土壤Pb含量直接影响小白菜产品Pb含量。

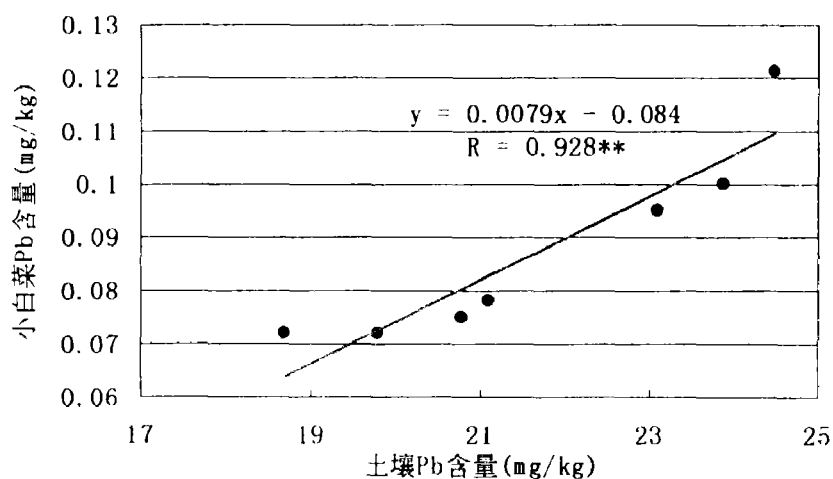


图 2-33 小白菜产品—土壤 Pb 含量相关趋势图

#### 2.3.1.2 大白菜 Pb 含量与土壤 Pb 含量的相关性

对7土样及产品Pb含量进行相关分析，见图2-34。土壤Pb含量与大白菜Pb含量相关极显著。系数 $R=0.914$ ，直线方程： $y=0.0188x-0.1323$ 。说明土壤Pb含量直接影响大白菜产品Pb含量。

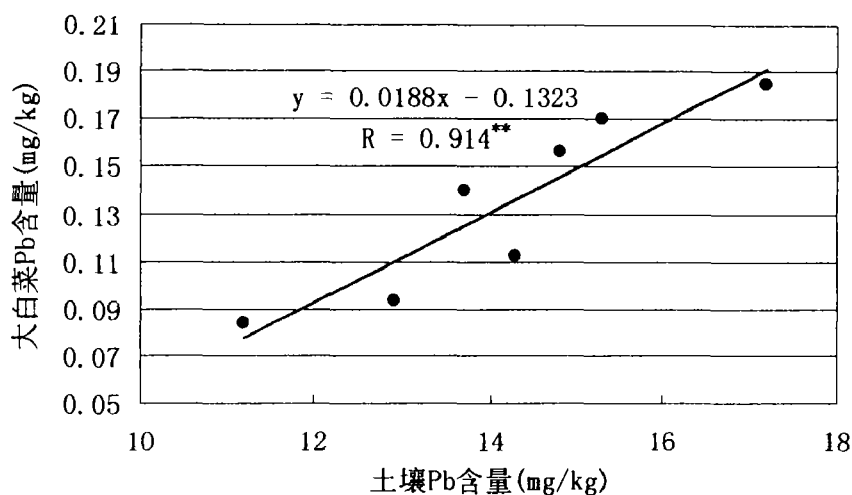


图 2-34 大白菜产品—土壤 Pb 含量相关趋势图

### 2.3.1.3 辣椒 Pb 含量与土壤 Pb 含量的相关性

对7土样及产品Pb含量进行相关分析，见图2-35。土壤Pb含量与辣椒Pb含量相关极显著。系数 $R=0.941$ ，直线方程： $y=0.0075x-0.1543$ 。说明土壤Pb含量直接影响辣椒产品Pb含量。

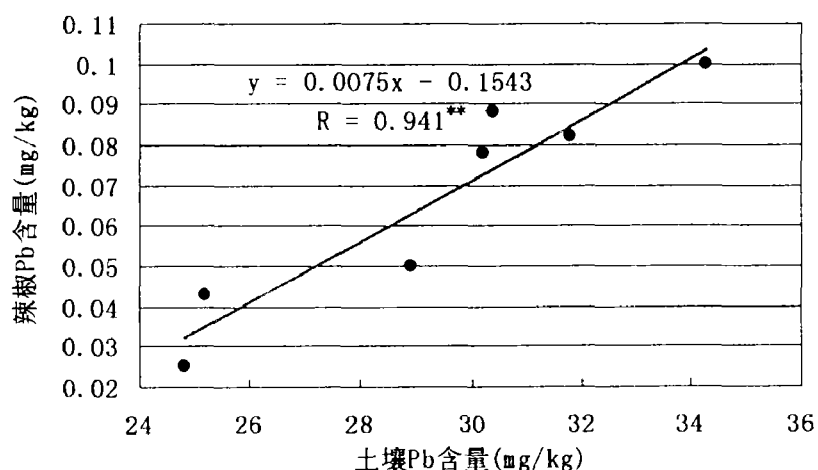


图 2-35 辣椒产品—土壤 Pb 含量相关趋势图

### 2.3.1.4 番茄 Pb 含量与土壤 Pb 含量的相关性

对7土样及产品Pb含量进行相关分析，见图2-36。土壤Pb含量与番茄Pb含量相关极显著。系数 $R=0.917$ ，直线方程： $y=0.0082x-0.024$ 。说明土壤Pb含量直接影响番茄产品Pb含量。

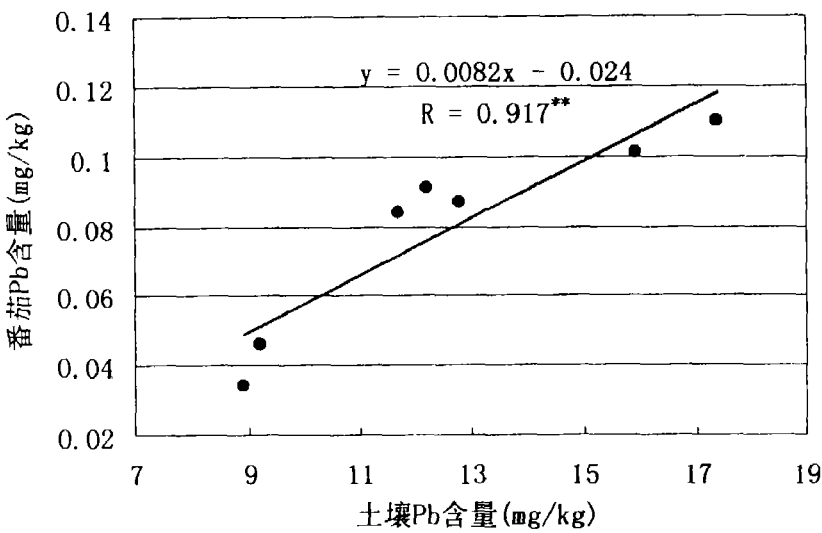


图 2-36 番茄产品—土壤 Pb 含量相关趋势图

2.3.1.5 黄瓜 Pb 含量与土壤含量的相关性

对7土样及产品Pb含量进行相关分析，见图2-37。土壤Pb含量与黄瓜Pb含量相关极显著。系数 $R=0.912$ ，直线方程： $y=0.0093x-0.0348$ 。说明土壤Pb含量直接影响黄瓜产品Pb含量。

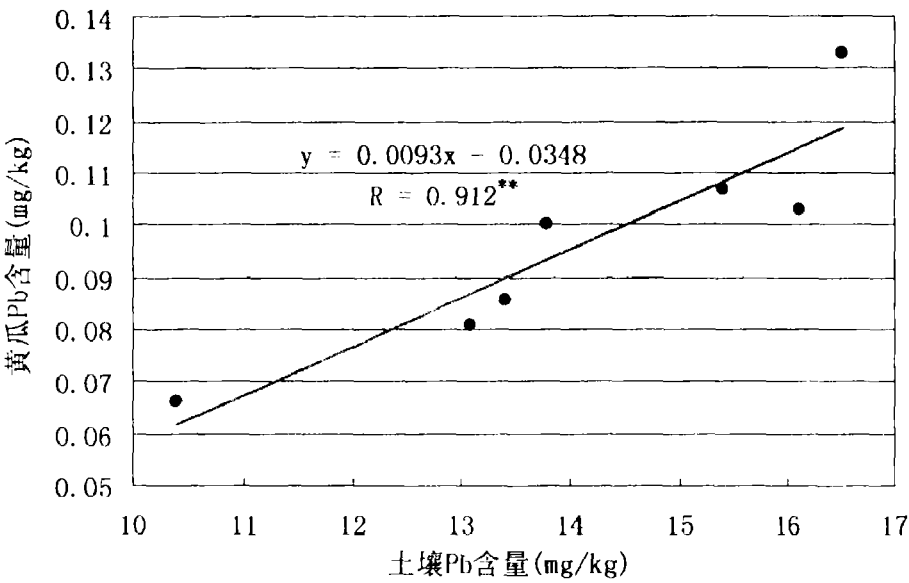


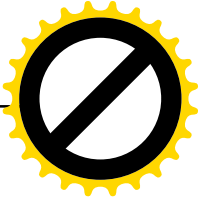
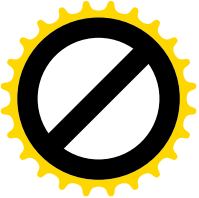
图 2-37 黄瓜产品—土壤 Pb 含量相关图

结果表明，5 种蔬菜产品 Pb 含量与土壤 Pb 含量的相关性都非常显著。

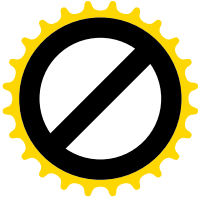
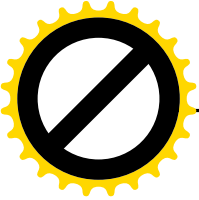
2.3.2 五种蔬菜对 Pb 富集能力

表4-7 蔬菜对Pb的富集能力

类 型	小白菜	大白菜	辣 椒	番 茄	黄 瓜
b	0.0079	0.0188	0.0075	0.0082	0.0093



蔬菜富集能力用直线方程  $y=bx+a$  中的  $b$  来判断。各种蔬菜的  $b$  值见表 4-7, 发现不同品种蔬菜的富集能力有差异。蔬菜对 Pb 的富集能力排序为大白菜> 黄瓜> 番茄> 小白菜> 辣椒。蔬菜富集能力的实质是反映蔬菜从土壤中吸收重金属的能力。针对 Pb 背景含量高的土壤, 应该避免种植对其富集能力强的蔬菜品种, 从而减少蔬菜中产品 Pb 污染物的含量。



### 3 讨论

近年来，“菜篮子”市场已由卖方市场转变为买方市场，城镇居民的副食品消费也逐步从吃饱向吃好转变，对农副产品品种、品质及安全性的要求越来越高。然而由于盲目追求高产，造成的蔬菜中的农药残留、畜产品中的抗生素、水产品中的激素残留偏高等问题使消费者惶恐不安。2001 年 11 月对南京市 204 户家庭的共 669 人的消费者问卷调查中，所有的被调查对象都表示了对农副产品安全性的强烈关注。

2001 年，南京市农林局与江苏省农林厅农业环境监测站在南京市收集农产品样品进行了重金属、农药残留测定。从检测结果看，蔬菜样品铅残留量最高的样品，达 0.126mg/kg；砷残留量最高的是的样品，达 0.408mg/kg；镉残留量最高的样品，达 0.041 mg/kg，汞残留量最高的样品，检测结果达 0.011mg/kg。11 个样品中 6 种农药残留情况为，有 6 个产品被检出有甲胺磷残留，其中甲胺磷残留最高的是 2 号点的蔬菜样品。3 号点、4 号点的蔬菜样品，乐果检出的残留量分别为 0.5076 mg/kg、0.4096 mg/kg。3 号点的对硫磷残留检测值为 0.0064mg/kg。发展无公害“菜篮子”，通过环境和生产过程控制，可有效防止这些污染发生。在工作管理方面有如四个方面的建设：

#### 3.1 建立“产地准出”体系

##### 3.1.1 农产品产地环境监控体系

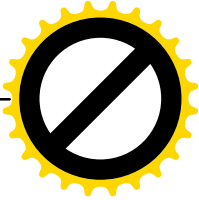
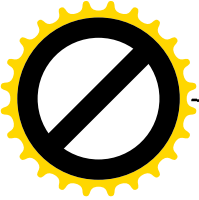
在对全市农产品生产基地耕地质量和水体进行普查的基础上，按照 2004 年南京市农产品质量安全例行检测计划，由南京市农林局农业环境检测站定期对实施 IC 卡管理的农产品产地环境进行监测检验，主要是土壤和水体，定期公布产地环境质量评估报告。

##### 3.1.2 农产品产地快速检测体系

对实施 IC 卡管理的农产品，在产地建立农药残留快速检测点，实行严格的产地准出制度，产品上市前必须经过安全检测，合格后才能使用产品标识标贴并进入市场，检测由基地内龙头企业自行负责，企业根据检测结果，将信息写入农户的 IC 卡中，并通过网络及时传输至市 IC 卡管理中心。同时，企业根据农产品的包装规格，向农户发放相应数量的南京市优质安全农产品标识标贴，检测不合格的产品，不得流入 IC 卡农产品专销区或专销柜，同时利用市级农产品、畜产品和水产品监测检验站和今年拟将建成的车载农药残留检测设备，对实施 IC 卡管理的产品进行定期抽检，确保产品的质量安全。

##### 3.1.3 农产品产地农业投入品监控体系

主要是在产地推广农业生产资料连锁经营的模式，推广“公司+基地+农户”的生



产经营模式，对实施 IC 卡管理的农产品建立统一、规范的生产技术档案。

生产基地要初步建立投入品监控体系，由公司向生产者统一供种、统一供肥、统一供药、统一提供饲料，严禁使用各类禁止使用的农药、药品和肥料。建立产品生产记录档案，生产者要如实记录在生产过程中所进行的每一项农事活动资料，包括使用化肥、农药的品种、数量、时间，并将生产档案的有关信息通过区县 IC 卡管理分中心输入相应的 IC 卡内，以便公司及相关部门对生产过程实行监控及追溯。

基地内龙头企业与农户签订购销协议书，企业要建立农户个人资料信息档案，每一个农户发放一张 IC 卡，并将相关信息输入 IC 卡中，农户须承诺实行标准化生产和服从公司的管理，公司根据每个农户申报的产量统一向市 IC 卡管理中心申领农产品标识标贴。

## 3.2 建立“市场准入”体系

### 3.2.1 完善市场准入管理体系

对实施 IC 卡管理的农产品，在 2 个批发市场（白云亭蔬菜批发市场和应天路水产批发市场）设立 IC 卡专销区，配备 IC 卡管理机和电子显示系统，在零售市场（农贸市场或者超市）设立 IC 卡专销柜，配备 IC 卡管理机或者 IC 卡 POS 机，计划在 20 个农贸市场和超市进行试点。

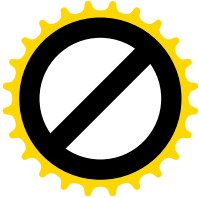
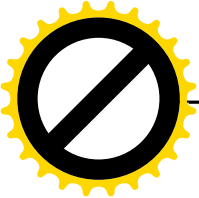
凡是使用 IC 卡的生产者、经营者，进入市场交易前，须到市场 IC 卡管理机上读卡，经市场有关部门将信息与市管理中心数据库中的信息对照核实后，打印凭证，持卡者持凭证，进入 IC 卡专销区或专销柜销售。

### 3.2.2 完善试点市场检测体系

所有试点的批发市场或零售点，必须配备农药残留速测仪，加强对实施 IC 卡管理的农产品进行监督检验。

## 3.3 创建“质量溯源”体系

以农产品标识管理为载体，用 IC 卡号作为产品质量安全状况溯源或查询的条码，实现产品质量的溯源。为广大消费者提供四种主要查询渠道，一是创建 800 免费查询电话，根据产品的标识上的防伪号码，查询产品的相关信息；二是在 IC 卡产品的主要零售点，建成触摸式多媒体查询系统，消费者根据产品标识直接查询产品的相关信息；三是通过南京农业网农产品质量安全频道，根据产品标识上网查询产品的有关信息；四是在南京白马公园创建南京农业广场，主要用于定期进行南京市优质安全农产品展示展销和咨询服务活动，设立电子显示屏公示系统，向广大市民实时公布南京市农产品质量安全水平状况、产品实行 IC 卡和标贴管理的农产品的检测合格情况

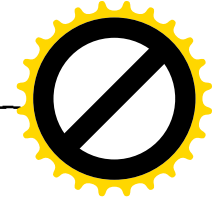
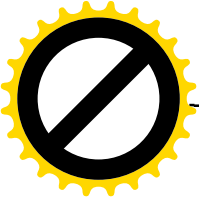


等内容，加强宣传，引导消费，实现优质优价，进一步提高使用 IC 卡和产品标贴的产品的知名度和市场竞争力。

### 3.4 建立“实时监控”体系

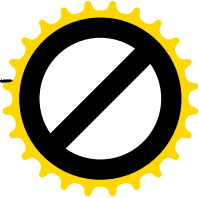
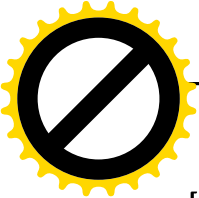
首先建成市级 IC 卡管理中心。更新升级市级 IC 卡管理系统软件。软件标准要初步实现网络化管理，做到高效、安全、易用。建立“前台为农产品质量安全网站——后台为质量安全管理数据库”的管理模式，通过管理软件，实现数据和信息实时传输，利于即时对数据进行查询、统计和分析，并通过中心能够向各使用单位发布公告、即时交易信息、交易统计报告、信息反馈等功效，定期发布农产品质量安全水平的评估报告；其次是完善系统配套设备，主要包括小型网络服务器及网站配套设施，网站专用宽带网络线路；三是健全全市 IC 卡用户的档案管理，做好信息统计、分析、存档工作。

其次是建成区县 IC 卡管理分中心。依托各区县无公害农产品管理办公室，充分利用现有农林信息网站到乡镇的优势，整合网络资源，建立区县 IC 卡管理分中心，对实施 IC 卡管理的农产品，进行质量安全的监管和信息输入，为实施农产品质量安全的全程控制奠定坚实的基础和健全管理网络。实行严密的产品质量监控体系。

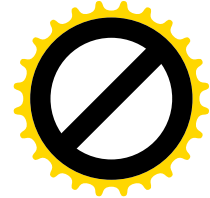
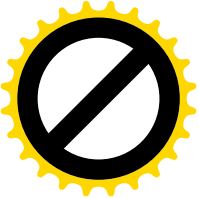


## 参考文献

- [1] 南京市地方志编纂委员会. 南京年鉴[M]. 南京: 南京出版社, 2003.336.
- [2] 南京市地方志编纂委员会. 南京年鉴[M]. 南京: 南京出版社, 1988.507.
- [3] 马太和. 无土栽培[M]. 北京: 北京出版社, 1985.27.
- [4] 侯艳华. 加拿大将在未来 5 年全力推进“绿色覆资计划”. 中国农业信息[J], 2004, (1): 22.
- [5] 闰慷. 泰国的农业技术推广体系. 中国农业信息[J], 2004, (1): 18-19.
- [6] 沈明珠, 翟宝杰, 东惠茹等. 蔬菜硝酸盐积累的研究 I 不同蔬菜硝酸盐、亚硝酸盐含量评价. 园艺学报[J], 1982, 9 (4): 41-48.
- [7] 顾中言, 韩丽娟, 钟定亮等. 农药复配剂增效作用的定性定量分析. 江苏农业科学[J], 1990, (3): 31-34.
- [8] 张鹏, 陈友, 陈克农. 生物菌肥在大棚黄瓜栽培中应用效果研究. 北方园艺[J], 1999, (6): 17-19.
- [9] 许前欣, 赵振达, 李秀文等. 钾肥对蔬菜产量品质效应的研究, 土壤肥料[J], 1999, (2) 23-25.
- [10] 甄兰. 氮素营养调控与蔬菜品质研究[D]. 河北: 河北农业大学, 2002.
- [11] 臧惠林, 郑春荣, 陈怀满. 控制 Cd 污染土壤上作物吸收 Cd 的研究 I 农业环境保护[J], 1987, 6 (3): 28-29.
- [12] 黄晓华, 周青, 曹玉华等. La 降低 Pb、Cd 在大豆植株内富集量的研究 应用化学[J], 1998, 10 (5): 92-94.
- [13] 赵其国. 民以食为天 食以净为本——论江苏省农产品清洁生产创新研究 土壤[J], 2005, 37 (1): 1-7.
- [14] 郝康陕. 江苏省无公害蔬菜的特点和经验 长江蔬菜[J], 2001, (3): 12-13.
- [15] 彭丽佳, 林葵, 林文业等. 无公害蔬菜、灌溉水、种植土壤中 Pb、As、Cd、Cr 的测定. 广东微量元素科学[J], 2000, 7 (7): 63-64.
- [16] 刘凤枝. 农业环境监测实用手册[M]. 北京: 中国标准出版社, 2001.35-40.
- [17] 食品卫生检验方法 理化部分 (二) [M]. 北京: 中国标准出版社, 2004.25-27.
- [18] 中华人民共和国农业部. NY/T 5295-2004 无公害食品 产地环境评价准则[M]. 北京: 中国标准出版社, 2004.3-4.
- [19] 杨志军, 张志国. 土壤与农作物重金属含量相关性的初步研究. 淮阴工学院学报[J], 2003, 12 (3): 85-88.
- [20] 国家质量监督检验检疫总局. GB/T18407.1-2001 农产品安全质量 无公害蔬菜产地环境要求 [M]. 北京: 中国标准出版社, 2001.1-2.
- [21] 晓帆. 铅污染——现代社会的隐形杀手. 健康人生[J], 2003, (5) 8-9.
- [22] 环保知识. [http://www.gdzjepb.gov.cn/hbzs/hbzs\\_main.jsp](http://www.gdzjepb.gov.cn/hbzs/hbzs_main.jsp).
- [23] 中华人民共和国农业部. NY5003-2001 无公害食品 白菜类蔬菜[M]. 北京: 中国标准出版社, 2001.3.
- [24] 中华人民共和国农业部. NY5005-2001 无公害食品 茄果类蔬菜[M]. 北京: 中国标准出版社, 2001.3.
- [25] 中华人民共和国农业部. NY5091-2002 无公害食品 芹菜[M]. 北京: 中国标准出版社, 2002.1.
- [26] 中华人民共和国农业部. NY5093-2002 无公害 蕹菜[M]. 北京: 中国标准出版社, 2002.1.
- [27] 中华人民共和国农业部. NY5074-2002 无公害食品 黄瓜[M]. 北京: 中国标准出版社, 2002.1.



- [28] 中华人民共和国农业部. NY5080-2002 无公害 菜豆[M]. 北京：中国标准出版社，2002.1.
- [29] 中华人民共和国农业部. NY5078-2002 无公害 豇豆[M]. 北京：中国标准出版社，2002.1.
- [30] 国家质量监督检验检疫总局. GB18406.1-2001 农产品安全质量 无公害蔬菜安全要求[M]. 北京：中国标准出版社，2001.3-4.
- [31] 黄建国，袁玲. 重庆市蔬菜硝酸盐、亚硝酸盐含量及其与环境的关系. 生态学报[J]，1996，16（4）：383-388.
- [32] Ookay F C. A Physiological basis for different patterns of nitrate accumulation in two spinach cultivars. J. of Amer. Soc. Hort. Sci[J]，1976，1101（8）：217-219.
- [33] 黄雅琴，杨在中. 蔬菜对重金属的吸收累积特点. 内蒙古大学学报（自然科学版）[J]，1995，26（5）：608-615.
- [34] 陈玉成，赵中金，孙彭寿. 重庆市土壤—蔬菜系统中重金属的分布特征及其化学调控研究. 农业环境科学学报[J]，2003，22（1）：44-47.
- [35] 刘德绍，青长乐，王定勇. 几种蔬菜汞富集能力的初步研究. 重庆环境科学[J]，1998，（3）：16-18;



## 致谢

值此论文完成之际，在此首先衷心感谢我的导师张蜀宁副教授给予悉心指导与无微不至的关怀。从论文的选题到论文的修改、定稿都倾注了导师大量的心血；在学术研究上，导师严谨的治学态度、深厚的学术造诣、渊博的知识、敏锐的学术思想和深邃的洞察力使学生受益匪浅，是我永远学习的榜样；导师在工作、学习和生活上给予学生的帮助，对学生给予的谆谆教诲、细微的关怀，令学生终生难以忘怀。在此向我的导师致以崇高的敬意！其次我要感谢所有同事对我在学习和生活上的关怀和帮助！感谢家人在几年学习期间给予我的鼓励和帮助，特别是我未出世的孩子。我无以为报，惟愿几年的努力没有辜负大家的期望。

蒋振欣  
2005年6月