

• 调查与评价 •

南京市郊区基本农田保护区土壤重金属污染调查

邱 丹, 万晓红, 王崇圣
(江苏省农业环境监测站, 江苏 南京 210036)

摘 要: 为调查基本农田保护区土壤环境中重金属污染状况, 江苏省农业环境监测站于 1999 年和 2001 年分别对南京市郊区基本农田土壤环境质量进行了监测, 共计布设监测点 14 个, 监测项目为镉、铅、砷、汞、铬和 pH。结果表明, 1999 年土壤样品的重金属检出率为 97.1%, 超标率为 5.7%; 2001 年重金属检出率为 100%, 超标率为 1.4%。1999 年土壤样品中超标的重金属元素是镉, 超标率为 28.6%; 2001 年超标元素是汞, 超标率为 7.1%。1999 年土壤综合污染指数为 1.08, 污染等级及污染水平均属轻污染; 2001 年土壤综合污染指数为 0.76, 污染等级为警戒线, 污染水平达到尚清洁。

关键词: 基本农田保护区; 土壤; 重金属; 调查; 南京市郊区

中国分类号: X53 文献标识码: B 文章编号: 1006- 2009(2002)05- 0018- 03

Investigation about the Heavy Metal Pollution of Soil in Basic Farmland Conservation Area on Nanjing Suburb

QIU Dan, WAN Xiaohong, WANG Chongsheng
(Agricultural Environmental Monitoring Station of Jiangsu, Nanjing, Jiangsu 210036, China)

Abstract: From 1999 to 2001, investigation about the heavy metal pollution of soil in basic farmland conservation area on Nanjing suburb was made. There were 14 monitoring sites, monitoring items were Cd, Pb, As, Hg, Cr and pH. Results indicated that in 1999, the detection rate of heavy metal was 97.1%, the nonattainment rate was 5.7%. In 2001, the detection rate of heavy metal was 100%, the nonattainment rate was 1.4%, the nonattainment element was Hg, its nonattainment rate was 7.1%. In 1999, the soil's comprehensive pollution indicator was 1.08, pollution grade was light pollution. In 2001, the soil's comprehensive pollution indicator was 0.76, pollution grade was up to warning grade.

Key words: Basic farmland conservation area; Soil; Heavy metal; Investigation; Nanjing suburb

随着国民经济的快速发展和生活水平的不断提高, 人们对农产品的营养卫生与安全提出了更高要求, 无公害农产品的生产已成为普遍关注的热点。因此, 调查土壤环境中重金属污染状况, 对提高土壤的环境质量, 保障人体健康具有重要意义。

1 调查与分析方法

1.1 监测区的概况

基本农田是指根据一定时期人口和国民经济对农产品的需求, 以及对建设用地的预测而确定的长期不得占用的和基本农田保护区规划期内不得占用的耕地。而基本农田保护区指对基本农田实行特殊保护而划定的区域。

根据南京市基本农田保护区规划及农业生产统计, 南京市现有人口 553 万人, 耕地面积 30.93 万 hm^2 , 其中基本农田保护区面积为 25.82 万 hm^2 , 年产粮食

143.8 万 t, 各类蔬菜 248 万 t。

1.2 监测点 布设

于 1999 年和 2001 年分别对南京市郊区基本农田保护区土壤环境质量进行监测, 共计布设 14 个监测点, 主要分布于南京市 5 个郊区, 14 个乡镇和村组。其中, 在南京重点工矿区(石油化工基地)的栖霞区布设监测点 8 个, 大厂区布设监测点 1 个, 南北交通要道南京长江大桥北岸的江浦区布设监测点 1 个, 市郊主要粮食、蔬菜生产基地的雨花区布设监测点 3 个, 六合区“菜篮子工程”基地布设监测点 1 个。

1.3 监测项目 与方法

监测项目为镉、铅、砷、汞、铬和 pH 值。取土

收稿日期: 2002- 06- 21; 修订日期: 2002- 08- 13
作者简介: 邱 丹(1966—), 女, 江苏南京人, 农艺师, 大学, 从事农业环境监测与管理工作。

壤样以能控制整个产地监测区域为原则, 优先监测
代表性强、有可能造成污染的最不利的地块。按梅
花型采样法^[1], 每个测点取混合样 6 个~ 10 个, 取
样深度为土层(0 cm~ 20 cm), 混匀后用四分法留
取风干样 2 000 g。分析方法参照文献[2] 执行。

1. 4 仪器与检测条件

检测仪器采用原子吸收、原子荧光、酸度计等,
镉、铅、砷、汞、铬的最低检出限分别为 0. 005 mg/ kg、
0. 05 mg/ kg、0. 000 3 mg/ kg、0. 000 5 mg/ kg、
0. 004 mg/ kg; 实验室温度控制在 20 ℃~ 25 ℃,
相对湿度控制在 55% ~ 65% 。

2 监测结果

1999 年和 2001 年共监测土壤样品 28 个, 获
土壤环境质量监测数据 168 个。土壤样品的重金
属检出率 1999 年为 97. 1%, 超标率为 5. 7%, 2001
年重金属检出率为 100%, 超标率为 1. 4%。1999
年土壤样品中出现超标的元素是镉, 超标率为
28. 6%, 2001 年超标元素是汞, 超标率为 7. 1%,
砷、铅、铬含量均未超出文献[3]、文献[4] 规定标
准。土壤重金属含量监测结果见表 1。

表 1 土壤重金属含量监测结果 mg/ kg

序 号	测点	镉		铅		砷		汞		铬		pH	
		1999 年	2001 年	1999 年	2001 年	1999 年	2001 年	1999 年	2001 年	1999 年	2001 年	1999 年	2001 年
1	雨花区	0. 58	0. 22	29. 37	39. 44	9. 86	10. 09	0. 25	0. 08	60. 15	58. 40	7. 6	8. 4
2		0. 34	0. 24	39. 06	28. 15	11. 21	12. 82	0. 25	0. 04	52. 18	65. 15	7. 8	9. 2
3		0. 39	0. 24	37. 07	34. 70	8. 65	13. 70	0. 27	0. 07	59. 65	72. 22	7. 5	8. 3
4	江浦区	0. 29	0. 13	44. 44	28. 43	11. 68	8. 84	—	0. 01	65. 14	83. 65	7. 5	7. 8
5	六合区	0. 15	0. 11	37. 13	40. 56	15. 75	5. 30	0. 18	0. 25	51. 02	41. 77	7. 3	6. 6
6	栖霞区	0. 25	0. 15	17. 56	28. 99	14. 10	10. 89	0. 21	0. 29	53. 04	63. 08	7. 5	8. 2
7		0. 34	0. 42	36. 58	47. 99	15. 39	12. 92	0. 15	0. 05	54. 26	60. 58	7. 7	8. 6
8		0. 35	0. 08	36. 36	31. 78	11. 46	9. 20	0. 18	0. 07	56. 87	52. 69	7. 4	6. 6
9		0. 44	0. 13	27. 43	22. 86	13. 59	9. 19	0. 25	0. 11	58. 02	57. 23	7. 4	6. 7
10		0. 28	0. 16	44. 55	14. 36	20. 60	11. 82	0. 37	0. 07	48. 02	58. 92	7. 5	7. 1
11		0. 34	0. 27	45. 07	39. 58	14. 28	11. 13	0. 45	0. 52	47. 11	73. 47	7. 5	7. 1
12		0. 41	0. 25	42. 85	44. 60	18. 20	12. 59	0. 19	0. 09	38. 69	77. 10	8. 2	7. 8
13		0. 51	0. 25	53. 70	39. 72	20. 80	11. 87	—	0. 04	39. 45	77. 10	8. 0	9. 1
14		0. 32	0. 07	45. 10	17. 70	15. 73	7. 88	0. 23	0. 043	48. 99	57. 15	7. 5	8. 6

3 土壤重金属污染评价

3. 1 评价因子

选择镉、铅、砷、汞、铬 5 项指标作为评价因子。

3. 2 评价标准

根据 pH 的测定值, 按文献[3] 中指标进行评
价, 土壤环境质量指标见表 2。

表 2 土壤环境质量指标 mg/ kg

项 目		pH< 6. 5	pH 6. 5~ 7. 5	pH> 7. 5
镉	≤	0. 30	0. 30	0. 60
总汞	≤	0. 30	0. 50	1. 0
总砷	≤	40	30	25
铅	≤	100	150	150
铬	≤	150	200	250

3. 3 评价方法

对农田土壤环境质量的评价, 是在土壤单因子
评价的基础上进行的多因子区域和单项污染物综
合环境质量评价, 评价方法和步骤^[1]如下:

(1) 单项污染指数

$$P_i = C_i / S_i$$

式中: P_i ——土壤单项污染指数;

C_i ——土壤污染物 i 实测浓度;

S_i ——土壤污染物 i 评价标准。

(2) 综合污染指数

采用内梅罗(N. L. Nemerow) 污染指数公式,
计算土壤综合污染指数。

$$P_{\text{综}} = \sqrt{\frac{(C_i/S_i)_{\text{ave}}^2 + (C_i/S_i)_{\text{max}}^2}{2}}$$

式中: $P_{\text{综}}$ ——土壤综合污染指数;
 $(C_i/S_i)_{\text{ave}}$ ——土壤污染物中污染指数平均值;
 $(C_i/S_i)_{\text{max}}$ ——土壤污染物中污染指数最大值。

3.4 污染等级划分

土壤污染分级标准^[5]见表 3。

3.5 评价结果

土壤重金属污染指数见表 4。
通过对土壤中重金属评价分析表明, 1999 年

土壤综合污染指数为 1.08, 污染等级及污染水平均属轻污染; 2001 年土壤综合污染指数为 0.76, 污染等级为警戒线, 污染水平达到尚清洁。

表 3 土壤污染分级标准

等级 划定	综合污染指数	污染等级	污染水平
1	$P_{\text{综}} \leq 0.7$	安 全	清 洁
2	$0.7 < P_{\text{综}} \leq 1.0$	警戒线	尚清洁
3	$1.0 < P_{\text{综}} \leq 2.0$	轻污染	土壤污染物超过背景值视为轻污染, 作物开始受污染
4	$2.0 < P_{\text{综}} \leq 3.0$	中污染	土壤、作物均受到中度污染
5	$P_{\text{综}} > 3.0$	重污染	土壤、作物受到污染已相当严重

表 4 土壤重金属污染指数

序号	测点	镉		铅		砷		汞		铬	
		1999 年	2001 年	1999 年	2001 年	1999 年	2001 年	1999 年	2001 年	1999 年	2001 年
1	雨花区	0.97	0.36	0.20	0.26	0.33	0.40	0.25	0.08	0.24	0.23
2		0.57	0.40	0.26	0.19	0.45	0.51	0.25	0.04	0.21	0.26
3		0.65	0.41	0.25	0.23	0.35	0.55	0.27	0.07	0.24	0.29
4	江浦区	0.97	0.22	0.30	0.19	0.39	0.35	—	0.01	0.33	0.42
5	六合区	0.5	0.37	0.25	0.27	0.53	0.18	0.36	0.51	0.26	0.21
6	栖霞区	0.83	0.25	0.12	0.19	0.47	0.44	0.42	0.29	0.22	0.25
7		0.57	0.70	0.24	0.32	0.62	0.52	0.15	0.05	0.22	0.24
8		1.17	0.28	0.24	0.21	0.38	0.31	0.36	0.13	0.28	0.26
9		1.47	0.43	0.18	0.15	0.45	0.31	0.50	0.21	0.29	0.26
10		0.67	0.54	0.30	0.10	0.69	0.39	0.74	0.14	0.24	0.30
11		1.13	0.9	0.30	0.26	0.48	0.37	0.90	1.03	0.24	0.37
12		0.68	0.42	0.29	0.30	0.73	0.50	0.19	0.09	0.15	0.31
13		0.85	0.42	0.36	0.26	0.83	0.48	—	0.04	0.16	0.31
14	大厂区	1.07	0.11	0.30	0.12	0.52	0.32	0.46	0.04	0.24	0.23

4 结论

- (1) 1999 年土壤重金属污染明显重于 2001 年, 1999 年有 4 个测点的镉出现超标, 2001 年有 1 个测点的汞出现超标。
- (2) 镉、汞均出现超标, 铅、铬、砷检出, 未超标, 说明镉、汞对土壤已造成污染, 铅、铬、砷与土壤之间尚未构成污染关系。
- (3) 重点工矿区的重金属污染较为明显, 而粮食、蔬菜生产基地及主要“菜篮子”基地的土壤环境质量相对较好。
- (4) 1999 年土壤综合污染指数为 1.08, 污染

等级及污染水平均属轻污染; 2001 年土壤综合污染指数为 0.76, 污染等级为警戒线, 污染水平达到尚清洁。

[参考文献]

[1] 刘凤枝. 农业环境监测实用手册[M]. 北京: 中国标准出版社, 2001.

[2] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1999.

[3] GB/T 18407.1~18407.4-2001, 农产品安全质量[S].

[4] DB 343.1-1999, 无公害农产品(食品)[S].

[5] NY/T 395-2000, 农田土壤环境质量监测技术规范[S].