

南宁市蔬菜基地土壤重金属含量及评价

孔德工¹ 唐其展² 田忠孝^{2*} 方东¹ 粟学军¹

(1 南宁市土肥站 南宁 530001; 2 广西农科院 南宁 530007)

摘要 通过调查和采样分析结果表明,南宁市蔬菜基地土壤重金属平均含量分别为 Cd 0.33 mg/kg、Hg 0.15 mg/kg、As 27.7 mg/kg、Pb 46.7 mg/kg、Cr 133 mg/kg。部分蔬菜基地土壤受到不同程度重金属污染,主要污染物为 Cd,其平均单项污染指数为 1.10。全市平均综合污染指数为 0.91。

关键词 蔬菜基地; 土壤; 重金属; 污染; 评价

中图分类号 X53

近年来,由于现代工业和城市的迅速发展,特别是乡镇企业的蓬勃兴起和发展以及农用化肥农药的大量施用,使土壤污染问题日趋突出。重金属污染是土壤污染的重要形式和内容,它严重影响农作物产量和产品品质以及人们的身体健康和生命安全。随着社会进步和人民生活质量的提高,土壤重金属污染问题越来越多的受到各级政府和人民群众的重视和关注。为摸清南宁市蔬菜基地土壤重金属的含量和污染状况,以采取有效措施,防治土壤重金属污染,我们于 2001 年对全市蔬菜基地土壤进行了采样和分析,现将主要结果整理如下。

1 采样与分析

1.1 采样

根据行政区划、土壤和成土母质、不同污染源三兼顾的原则,在全市 5 城区 2 县的 17 个蔬菜主产乡镇的菜地上布点采样,共采集土壤分析样品 43 个。采样方法:根据布设的采样点,在实地选择具有代表性的蔬菜地、用竹削刀采取 0~20cm 耕层土壤,每个分析样品由 10~15 个取土点取土混合,四分法舍至 1kg,用塑料袋包装送实验室,经风干后,用木棒压碎,取其 100 g 土样,用玛瑙研钵研磨过筛 100 目,装瓶备测。

1.2 分析项目及方法

分析项目为 Cd、Hg、As、Pb、Cr 和 pH。分析方法分别是: Cd 用石墨炉原子吸收分光光度法;

Hg 用冷原子—荧光光谱法; As 用原子荧光光谱法; Pb 用火焰原子吸收分光光度法; Cr 用分光光度法; pH 用电位法,水土比 2.5:1。

2 结果与评价

2.1 重金属含量水平

根据分析结果列表 1 和表 2。

根据表 1 和 2 所列结果,南宁市蔬菜基地土壤重金属含量差异颇大,变异系数在 41.58%~77.33%,其含量高低相差数倍至数十倍,说明污染源的存在及其对土壤重金属含量所产生的重大影响。Cd 的含量范围在 0.079~1.05 mg/kg,平均为 0.33 mg/kg,含量高的样品主要分布在亭子、津头、那龙、城厢等乡镇,其中以城区附近的亭子乡为最高,平均含量达 0.81 mg/kg,最高的达 1.05 mg/kg。Hg 的含量在 0.017~0.51 mg/kg,平均为 0.15 mg/kg,其含量不算高,一般都在 0.25 mg/kg 以下,只有城区附近的上尧乡含量较高,平均在 0.32 mg/kg。As 含量范围在 6.2~84.5 mg/kg,平均为 27.7 mg/kg,高含量样品主要分布在津头、江西、坛洛、双定、苏圩等乡镇,其中江西锦江村和双定五联村的含量分别高达 84.5 mg/kg 和 84.0 mg/kg。Pb 的含量在 12.6~139 mg/kg,平均为 46.7 mg/kg,含量一般不高。Cr 的含量在 72.9~382 mg/kg,平均为 133 mg/kg,以坛洛、双定、城厢、那洪和苏圩等乡镇的平均含量较高,均在 150 mg/kg 以上,其中坛洛的中北村高达 382 mg/kg。

土壤重金属分析由广西地矿测试研究中心完成。参加工作的还有黄武杰、黄炳立、吕桂萍。

* 通讯作者

表 1 各蔬菜基地土壤重金属含量 (mg/kg)
Table 1 Contents of heavy metals in soils of vegetable bases (mg/kg)

采样地点	样品数 (n)	pH	Cd	Hg	As	Pb	Cr
上尧乡	3	6.42	0.35	0.32	26.9	93.5	126
亭子乡	2	6.32	0.81	0.18	21.6	53.2	97.8
津头乡	2	6.99	0.61	0.29	44.2	69.1	122
安吉乡	7	5.89	0.23	0.20	12.4	61.2	112
那洪镇	1	6.26	0.21	0.034	12.2	26.4	156
石埠镇	3	6.79	0.36	0.13	20.9	38.5	90.9
三塘镇	2	5.76	0.13	0.13	13.2	28.1	89.3
江西镇	3	6.03	0.24	0.087	43.7	27.1	123
金陵镇	1	7.17	0.38	0.079	18.0	33.3	95.2
坛洛镇	2	6.39	0.25	0.12	48.2	40.6	262
双定乡	2	6.51	0.39	0.20	55.6	40.1	190
那龙镇	2	6.56	0.41	0.099	28.9	33.3	129
城厢镇	3	6.51	0.42	0.18	28.6	38.2	196
苏圩镇	2	5.25	0.29	0.10	40.4	51.9	160
吴圩镇	1	6.70	0.32	0.055	15.8	22.3	93.0
五塘镇	3	5.73	0.16	0.043	14.9	26.4	126
蒲庙镇	4	7.09	0.36	0.11	36.9	48.4	128

表 2 南宁市蔬菜基地土壤重金属平均含量 (mg/kg)
Table 2 Average contents of heavy metals in soils of vegetable bases in Nanning (mg/kg)

项目	Cd	Hg	As	Pb	Cr	样品数(n)
平均数	0.33	0.15	27.7	46.7	133	
范围值	0.079~1.05	0.017~0.51	6.2~84.5	12.6~139	72.9~382	43
标准差	0.176	0.096	21.42	27.34	55.30	
变异系数 (%)	53.33	64.00	77.33	58.54	41.58	

总的来看,南宁市蔬菜基地土壤重金属平均含量,按国家土壤环境标准的要求来看,以 Cd 的含量相对较高,As 和 Cr 次之,Hg 和 Pb 的含量则相对较低。高含量样品,一般多分布在城区附近、工矿区 and 公路两旁。

根据相关分析,南宁市蔬菜基地土壤重金属含量在部分元素间存在着一定的相关性,Cd 与 Hg 的含量呈显著正相关,相关系数 0.329 ($r_{0.05} = 0.304$),Hg 与 Pb、As 与 Cr 的含量呈极显著的正相关,相关系数分别达到 0.709 和 0.491 ($r_{0.01} = 0.393$)。其它元素间则无明显的相关性。

2.2 评价

2.2.1 评价标准 本项研究以 GB 15618-1995 土壤环境质量标准 (二级) 作为各项污染物的含量限值进行污染评价(表 3)。

2.2.2 评价方法 采用单项污染指数法和综合

表 3 土壤中各项污染物的含量限值 (mg/kg)

Table 3 Threshold contents of contaminants in soils (mg/kg)

项目	旱地		
	pH < 6.5	PH6.5 ~ 7.5	pH > 7.5
Cd	0.30	0.30	0.60
Hg	0.30	0.50	1.0
As	40	30	25
Pb	250	300	350
Cr	150	200	250

污染指数法来评价土壤重金属污染状况。

单项污染指数的计算公式:

$$P_i = X_i / S_i$$

式中: P_i 为 i 污染物的污染指数; X_i 为 i 污染物的实测值; S_i 为 i 污染物的评价标准。

综合污染指数的计算公式:

$$P_j = [(P_{j\max}^2 + P_{j\text{ave}}^2) / 2]^{1/2}$$

式中： P_j 为 j 监测点的综合污染指数； $P_{j\max}$ 为 j 监测点所有污染物单项污染指数中的最大值； $P_{j\text{ave}}$ 为 j 监测点所有污染物单项污染指数的平均值。

2.2.3 土壤重金属污染程度的分级标准 根据我市实际情况，提出如下指标作为土壤重金属污染分级标准(表 4)。

2.2.4 评价结果 评价结果见表 5。

表 4 土壤重金属污染分级标准

Table 4 Standard for grading heavy metal pollution in soil

等级	污染指数值	污染程度
1	$P < 1$	安全
2	$1 < P \leq 2$	轻度污染
3	$2 < P \leq 3$	中度污染
4	$P > 3$	重污染

表 5 南宁市蔬菜基地土壤重金属污染评价

Table 5 Evaluation of heavy metal pollution of the soils in the vegetable bases in Nanning

采样地点	单项污染指数					综合污染指数	污染程度
	Cd	Hg	As	Pb	Cr		
上尧乡	1.17	1.07	0.67	0.37	0.84	1.01	轻度污染
亭子乡	2.70	0.60	0.54	0.21	0.65	2.02	中度污染
津头乡	2.03	0.58	1.47	0.23	0.61	1.59	轻度污染
安吉乡	0.77	0.67	0.31	0.24	0.75	0.67	安全
那洪镇	0.70	0.11	0.31	0.11	1.04	0.80	安全
石埠镇	1.20	0.26	0.70	0.13	0.45	0.93	安全
三塘镇	0.43	0.43	0.33	0.11	0.60	0.50	安全
江西乡	0.80	0.29	1.09	0.11	0.82	0.87	安全
金陵镇	1.27	0.16	0.60	0.11	0.48	0.97	安全
坛洛镇	0.83	0.40	1.21	0.16	1.75	1.38	轻度污染
双定乡	1.30	0.40	1.85	0.13	0.95	1.46	轻度污染
那龙镇	1.37	0.20	0.96	0.11	0.65	1.08	轻度污染
城厢镇	1.40	0.36	0.95	0.13	0.98	1.13	轻度污染
苏圩镇	0.97	0.33	1.01	0.21	1.07	0.91	安全
吴圩镇	1.07	0.11	0.53	0.07	0.47	0.82	安全
五塘镇	0.53	0.14	0.37	0.11	0.84	0.66	安全
浦庙镇	1.20	0.22	1.23	0.16	0.64	0.99	安全
全市平均	1.10	0.50	0.69	0.19	0.89	0.91	安全

从单项污染指数看，南宁市蔬菜基地土壤重金属污染主要是 Cd 的污染，污染较重，且范围也较大。在 17 个乡镇中有 10 个乡镇蔬菜基地土壤 Cd 的平均含量超过标准含量限值，超标率 58.8%，其中 8 个乡镇污染指数在 1~2，属轻度污染，有 2 个乡镇 在 2~3，达到了中度污染的程度，分别是南宁城区附近的亭子乡和津头乡。重金属 As、Cr、Hg 的污染相对较轻，范围也较小。被 As 污染的乡镇有 6 个，占 35.3%，污染指数均在 1~2，为轻度污染，其中双定乡和津头乡污染相对较重，污染指数分别为 1.85 和 1.47。Cr 有 3 个乡镇被污染，占 17.6%，污染指数都在 1~2，仍属轻度污染，坛洛镇污染略重，污染指数为 1.75。Hg 的污染轻，只有上尧乡一个乡镇被污染，污染指数为 1.07，其它乡镇的污染

指数均在 1 以下，未被污染。Pb 的平均含量在 17 个乡镇中均小于标准含量限值，不存在重金属 Pb 的污染，污染指数均在 1 以下，均属安全范围。从整个南宁市蔬菜基地土壤重金属平均含量看，只有 Cd 的含量超过含量限制，污染指数 1.10，呈轻度污染，其它重金属 Hg、As、Pb、Cr 的含量均未超过含量限值标准，污染指数分别为 0.50、0.69、0.19、0.89，都在安全范围。

从综合污染指数分析，在南宁市 17 个调查乡镇蔬菜基地中，有 7 个乡镇的土壤有不同程度的重金属污染，占 41.2%，综合污染指数在 1.01~2.02，其中 6 个为轻度污染，分别是津头乡、双定乡、坛洛镇、城厢镇、上尧乡和那龙镇，1 个为中度污染，即城区附近的亭子乡。其余 10 个乡镇的综合污染指

数均在 1 以下, 尚未污染。整个南宁市蔬菜基地土壤重金属综合污染指数为 0.91, 尚属安全。

在这次调查中, 南宁市 17 个乡镇点、5 个重金属项目共 85 个点项中, 有 20 个被污染, 占 23.5%。南宁市有 3 个乡镇的蔬菜基地土壤未受重金属污染, 其 5 个重金属的单项污染指数全部在 1 以下, 综合污染指数在 0.67 以下, 分别是三塘镇、五塘镇和安吉乡。

分析资料还显示, 南宁市蔬菜基地土壤存在着两种重金属元素的复合污染, 其元素组合主要是 Cd-As, 共有 3 个乡镇, 占 17.6%, 分别为津头乡、双定乡和蒲庙镇, 综合污染指数在 0.99 ~ 1.60。其次是 Cd-Hg 和 As-Cr 元素组合各 1 个, 综合污染指数为 1.01 和 0.91, 分别是上尧乡和苏圩镇。

3 小 结

通过采样分析, 初步摸清了南宁市蔬菜基地土壤重金属的含量状况, 结果表明, 其平均含量 Cd 0.33 mg/kg、Hg 0.15 mg/kg、As 27.7 mg/kg、Pb 46.7 mg/kg、Cr 133 mg/kg, 其中 Cd 的平均含量相对较

高, 已超过国家土壤环境质量标准(二级), 大部分乡镇蔬菜基地土壤被 Cd 污染。As 和 Cr 的含量次之, 部分乡镇土壤被 As 和 Cr 污染, 其污染程度一般较轻。Pb 和 Hg 的含量相对较低, 基本上不存在 Pb 和 Hg 的污染。重金属综合污染的结果显示, 全市有 41.2% 乡镇的综合污染指数在 1 以上, 部分乡镇受到污染, 一般都为轻度污染。全市蔬菜基地土壤平均重金属综合污染指数为 0.91, 尚属安全范围。总的来看, 南宁市有部分乡镇蔬菜基地土壤受到部分重金属的污染, 其污染程度一般为轻度, 范围不大, 大部分乡镇蔬菜基地土壤未受污染。

参考文献

- 1 郑喜坤, 鲁安怀, 高翔, 赵谨, 郑德圣. 土壤重金属污染现状与防治方法. 土壤与环境, 2002, 11(1): 79 ~ 84
- 2 魏秀国, 何江华, 陈俊坚, 杜应琼, 杨秀琴. 广州市蔬菜地土壤重金属污染调查及评价. 土壤与环境, 2002, 11(3): 252 ~ 254
- 3 陆书玉. 环境影响评价. 北京: 高等教育出版社, 2001, 163 ~ 164

CONTENTS AND EVALUATION OF HEAVY METALS IN SOIL OF VEGETABLE BASES OF NANNING

KONG De-gong¹ TANG Qi-zhan² TIAN Zhong-xiao² FANG Dong¹ SU Xue-jun¹

(1 Nanning Soil and Fertilizer Station, Nanning 530007; 2 Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning 530007)

Abstract Results of the investigation and analysis of the soil samples collected from the vegetable bases in Nanning showed that average contents of heavy metals in the soil are as follows: Cd 0.33mg/kg, Hg 0.15mg/kg, As 27.7mg/kg, Pb 46.7mg/kg and Cr 133mg/kg, suggesting that the soils of the vegetable bases are contaminated to a different degree. The main contaminant is Cd, with a mean single pollution index of 1.10. The average integrated pollution index of the city is 0.91 in Nanning.

Key words Vegetable bases, Soil, Heavy metal, Contamination, Evaluation