

漳州市农业土壤重金属现状、分析及防治

郭义龙 林壹兵 胡少宜

(福建省漳州市土肥站 漳州 363000)

摘 要 调查漳州市农业土壤重金属 Hg、As、Cr、Cd、Pb 背景值及污染现状, 调查结果, 漳州市农业土壤重金属背景值相对较低。其现状为, Hg、As、Cd、Pb 含量高于背景值 1~4 倍(Cr 除外), 特别是 Hg 和 As 为高污染元素。按土壤类型划分, 水稻土土类重金属含量高于赤红壤土类(Hg 除外); 按土地利用方式划分, 水田 > 菜地 > 果园; 按流域划分, 九龙江流域农业土壤重金属含量高于非九龙江流域(Cr 除外)。污染源以农业污染为主, 工业污染相对较轻。

关键词 农业土壤; 重金属; 污染; 防治。

中图分类号 X53

漳州是农业市, 农业土壤的数量和质量直接影响漳州农业的发展。随着工、农业生产的发展, 人们生活水平的提高和对生态环境意识的加强, 农产品的品质对土壤的质量要求越来越高, 土壤重金属污染问题也越来越引起人们的重视。本文就漳州市农业土壤重金属污染现状进行调查、分析, 并提出防治措施, 意在为漳州农业顺利进入 WTO, 提高竞争力。

1 样本采集与测试方法

1.1 样本采集

1999 年共采集水田、菜园、果园耕层样本 87 个, 分布全市 11 个县(市、区), 以占全市农业土壤面积 95% 以上的赤红壤、水稻土两土类为主要土壤类型。

1.2 测试方法

Hg: 冷原子吸收分光光度法; As: 二乙基二硫代氨基甲酸银比色法; Cr: 火焰原子吸收分光光度法; Cd: 原子吸收分光光度法; Pb: 原子吸收分光光度法。

2 结果与讨论

2.1 漳州市农业土壤重金属背景值

重金属 Hg、As、Cr、Cd、Pb 是有毒有害元素, 漳州市农业土壤重金属背景值(土壤中物质和能量的正常含量水平, 作为判断环境污染程度的参照值)见表 1。

漳州市农业土壤重金属背景值与我省土壤背景

值相比, 含量均较低, 比值 P1 均 < 1; 与我国土壤背景值相比, 除 Hg 以外(比值 P2=1.12), 其余各元素比值 P2 也均 < 1。

上述各元素背景值按从大到小排序如下:

世界土壤: Cr > Pb > As > Cd > Hg

中国土壤: Cr > Pb > As > Cd > Hg

福建土壤: Cr > Pb > As > Hg > Cd

漳州土壤: Cr > Pb > As > Hg > Cd

表 1 漳州市农业土壤环境重金属背景值及其比较(单位:mg/kg)

Table 1 Environmental background values of heavy metals in agricultural soils of Zhangzhou (unit: mg/kg)

元素	Hg	As	Cr	Cd	Pb
漳州农业土壤(ZZ)	0.045	2.03	12.6	0.022	10.9
福建省土壤(FJ)	0.081	5.78	41.3	0.054	34.9
中国土壤(CHN)	0.040	9.20	53.9	0.074	23.6
世界土壤(W)	0.060	6	70.0	0.35	12
P1=(ZZ/FJ)	0.56	0.35	0.30	0.41	0.31
P2=(ZZ/CHA)	1.12	0.22	0.23	0.30	0.46

注: 福建省土壤环境背景值研究课题组. 福建省土壤环境背景值研究报告. 1990 年“七五”国家科技攻关项目。漳州市环境监测站, 漳州市农业土肥站. 漳州市农业土壤环境重金属背景值研究及应用. 2001 年。

由此可见, 漳州市农业土壤重金属背景值大小趋势与以中国为单元的土壤略有不同, 而与以全省为单元的土壤相符合。

2.2 漳州市农业土壤重金属现状

漳州农业土壤长期受工业和农业污染源的影响, 目前农业土壤重金属含量状况见表 2。

漳州农业土壤重金属现状与背景值相比, 只有

表 2 漳州市农业土壤重金属含量现状表(单位: mg/kg)

Table 2 Status of heavy metal pollution in agricultural soils in Zhangzhou (unit: mg/kg)

	金属元素				
	Hg	As	Cr	Cd	Pb
\bar{X}	0.146	7.73	12.65	0.053	15.12
S	0.518	17.73	4.93	0.102	13.12
CV%	354.79	229.37	38.97	192.45	86.77
N	86	87	86	85	85
背景值	0.045	2.03	12.6	0.022	10.9

Cr 元素与背景值相近, 其它元素均比背景值高 1~4 倍左右, 特别是 Hg 和 As 为高污染元素。

2.2.1 九龙江流域农业土壤重金属含量情况
九龙江是福建第二条大河流, 是我市最大最长的河流, 流经 7 个县(市、区), 占全市 11 个县的 64%, 生活在九龙江两岸的人口约有 246 万人, 占全市总人口的 58%, 九龙江流域的 7 个县(市、区)每年农、林、牧、渔总产值占全市总产值 52%, 所以九龙江流域农业土壤的质量, 直接影响漳州的农业生产和人们的身体安康(表 3)。

表 3 九龙江流域农业土壤重金属含量情况表(单位: mg/kg)

Table 3 Status of heavy metal pollution in agricultural soils in the Jiulong River Basin(unit: mg/kg)

元素与 特征值	Hg				As				Cr				Cd				Pb			
	\bar{X}	S	CV%	N	\bar{X}	S	CV%	N	\bar{X}	S	CV%	N	\bar{X}	S	CV%	N	\bar{X}	S	CV%	N
九龙江流域农土	0.189	0.813	430.16	52	10.94	4.71	43.05	52	12.06	4.91	40.71	51	0.078	0.125	160.26	51	15.89	11.35	71.43	51
非九龙江流域农土	0.079	0.089	112.66	34	2.97	4.53	152.53	35	13.52	4.90	36.24	35	0.016	0.019	118.75	34	13.96	15.51	111.10	34

九龙江流域农业土壤重金属中 Hg、As、Cd、Pb 含量高于非九龙江流域农业土壤, 而 Cr 则相反, 非九龙江流域高于九龙江流域。

原因分析, 据环保部门 1995 年统计, 九龙江流域县、乡镇企业污染负荷占总负荷的 71.42%, 而非九龙江流域仅占 28.58%, 另外, 九龙江流域的冲积平原, 是我市农业的主产区和高产区, 农民长期高

投入肥料、农药、农膜, 也是导致重金属含量高的原因。

2.2.2 不同利用方式的农业土壤重金属含量情况。漳州市农业土壤利用方式大致可分为水田、菜地和果园 3 大类, 目前不同利用方式农土重金属含量见表 4。

表 4 不同土壤利用方式重金属含量情况表(单位: mg/kg)

Table 4 Contents of Heavy metals in soils of different land use (unit:mg/kg)

元素与 特征值	Hg				As				Cr				Cd				Pb			
	\bar{X}	S	CV%	N	\bar{X}	S	CV%	N	\bar{X}	S	CV%	N	\bar{X}	S	CV%	N	\bar{X}	S	CV%	N
水田	0.089	0.083	93.26	17	9.91	7.62	76.89	18	15.49	5.13	33.11	18	0.085	0.137	161.18	16	13.81	4.93	35.70	16
果园	0.078	0.089	114.10	38	3.50	3.59	102.57	38	11.08	4.10	37.00	40	0.049	0.094	191.84	40	17.29	16.07	92.94	40
菜园	0.116	0.123	106.03	10	5.91	2.17	45.85	9	12.05	3.81	31.62	10	0.084	0.143	170.24	10	8.40	3.27	38.93	10

重金属含量按不同土地利用方式大小排序如下:

Hg 元素; 菜地 > 水田 > 果园土

As 元素; 水田 > 菜地 > 果园土

Cr 元素; 水田 > 菜地 > 果园土

Cd 元素; 水田 > 菜地 > 果园土

Pb 元素; 果园土 > 水田 > 菜地

也就是说, 漳州水田要注意 As、Cr、Cd 污染, 菜地要防治 Hg、Cd 污染, 果园要重视 Pb 污染。

2.2.3 不同土壤类型重金属含量情况 漳州市土壤类型以水稻土土类和赤红壤土类面积最大, 约

有 56 万 hm^2 , 占全市土壤总面积的 52%, 农业土壤也以这两类居多。

此次调查结果(表 5), 水稻土土类重金属含量高于赤红壤土类(Hg 除外), 由于水稻土种稻历史长, 开发年代久, 长期施用含有重金属的化肥和农药及农膜的结果。

2.3 漳州市农业土壤重金属污染原因分析

2.3.1 工业污染 漳州大中型工业落后, 从行业 and 产业结构来看对农业土壤重金属影响不大。工业污染源重点为各县、乡镇企业的污染。

5 漳州市不同土壤类型重金属含量情况表 (单位: mg/kg)

Table 5 Contents of heavy metals in different types of soils in Zhangzhou (unit:mg/kg)

元素与 特征值	Hg				As				Cr				Cd				Pb			
	\bar{X}	S	CV%	N	\bar{X}	S	CV%	N	\bar{X}	S	CV%	N	\bar{X}	S	CV%	N	\bar{X}	S	CV%	N
水稻土	0.104	0.085	81.73	23	9.39	6.64	70.71	24	15.53	5.93	43.83	24	0.076	0.117	153.95	22	21.50	13.89	64.6	22
赤红壤	0.163	0.608	373.01	62	7.05	20.61	292.34	62	12.31	4.49	36.47	62	0.044	0.096	218.18	62	12.98	12.25	94.38	62

漳州市县、乡企业分布广泛,规划较乱,各污染源的污染排放成分、类型较为复杂,80年代中期至90年代中期,乡镇企业发展势头很盛,企业环境保护意识较淡薄,上马了许多小造纸厂、小制革厂、小电镀厂,90年代整顿关闭了“15家小企业”减少了污染物排放,大大降低了工业污染,效果十分显著,虽然目前小制革厂、小电镀厂等企业均已关闭,没有新的污染源存在或出现,但重金属在土壤中的消解、迁移、转化过程较难,较缓慢,消除不易。

2.3.1.1 污灌引起土壤污染 农田对污水虽有一定的净化作用,但盲目污灌、或未经处理即排放,都会污染土壤。据环保部门2000年统计,漳州市工业废水排放量4140.7万t,一些地区把污水作为灌溉水源。据查,漳州某开发区,农田污水重金属Cd、Cu含量超出国家农田灌溉水质标准,Pb含量已达危害临界值。

2.3.1.2 废物引起土壤污染 据环保部门2000年统计,漳州市工业固体废弃物为33.64万t,综合利用率79.22%,处理率17.94%。年生活垃圾达10万t以上,平均每天产生生活垃圾300t,每人每天产生生活垃圾1kg,而且正以每年8%~10%速度递增。据市城市废弃物净化有限公司报道,垃圾中塑料、泡沫、皮革、橡胶占20%,金属类占1%,市政府十分重视,在九龙岭建垃圾无害化综合处理场,集卫生填埋、焚烧处理、高温堆肥为一体,日可处理生活垃圾400t。其中日可焚烧垃圾100t,卫生填埋100t,制有机肥200t。

2.3.1.3 废气引起的土壤污染 据环保部门2000年统计,漳州市工业废气排放量817199万标m³,曾多次发现机砖厂废气影响附近果树不结果或少结果。近年来,市政府重视抓道路建设,新建的、拓宽的、省道、国道、高速公路可谓四通八达,路通车多、汽车、摩托车、拖拉机年年增加,污染环境的Pb化合物随同汽油燃烧生成挥发性PbCl₂、PbBr₂及少量PbO排出,污染大气,随后沉降于沿途土壤中,距公路愈近,土壤含Pb量愈高。

2.3.2 农业污染 工业污染特点是有固定点,涉及范围小,可称为“点源污染”,较易治理,相反,农业污染,农药、化肥、农膜等普遍使用,具有潜在性、复杂性、隐蔽性、其源强,面广、量大,可称为“面源污染”不易控制。

2.3.2.1 含重金属的化学农药引起的土壤污染 化学农药虽对防治植物病、虫及防治杂草、老鼠,保证作物增产有明显作用。但是使用不当,任意加大药量,滥施乱用农药,必将引起土壤污染。一般喷洒农药附着在作物上的液剂农药为20%~30%,粉剂农药仅为10%以下,另有15%~30%是飘浮在空气中。此部分的40%~60%将随大气迁移,最终随降水进入土壤;其余则在施用过程中直接进入土壤。

含重金属农药(包括Pb、As、Cu、Hg制剂)在土壤中的残留半衰期为10~30年,有机氯农药为2~4年,除草剂为4~160天。

漳州市50年代到70年代为农药全面推广阶段,杀虫剂占农药总销量的95%,杀虫剂中六六六、滴滴涕又占80%,年施药量最高达1万t,占全省农药施用量的1/5,几十年来累积在土壤中的农药含量甚高。

2.3.2.2 含重金属的化学肥料引起的土壤污染 化肥的原料和生产过程中常混入各种特殊的微量成分,除含有营养成分外,还会有不少有害物质污染环境。如磷矿石和以生产硫酸的原料硫铁矿,磷矿石在含有营养功能的Cu、Mn、B、Mo、Zn的同时,还含有有害元素As、Cd、Hg、Pb、Cr、Ce、V等。其中特别是重金属As、Cd、Hg,经测定,我国67个P矿样本中Cd含量在0.1~571mg/kg之间,平均约为0.98mg/kg。而对产品过磷酸钙20个品牌的检验中:Cu含量为31.1mg/kg,Cr含量为18.4mg/kg。生产硫酸时所含的微量元素也将带入肥料,硫铁矿制造硫酸中含有As,Pb室法制造硫酸含As也较高,用硫酸为原料制成的硫酸铵、硫酸钾也由硫酸引入As元素,用副产品废硫酸制造的肥料含As也很高。

漳州开始施用化肥是从60年代P肥厂的建立开

始施用 P 肥, 80 年代开始推广 K 肥, 90 年代有了复合肥, 现在全市化肥施用总量高达 150 万 t, 占全省化肥使用量的 1/3。漳州市历年化肥施用总量及 N 肥、P 肥、K 肥使用情况见下图。

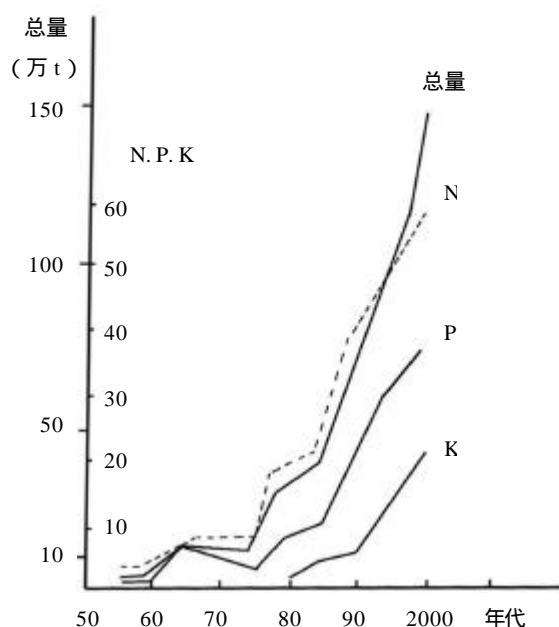


图 1 漳州市历年化肥使用示意图

Fig. 1 Sketch map of chemical fertilizer application for long-term in Zhangzhou

除化肥的使用外, 在靠近城镇的一些乡村, 对农作物施用垃圾肥十分普遍, 特别是在果园、蔬菜等经济作物上施用垃圾肥, 值得注意的是, 垃圾肥中重金属含量一般比土壤背景值含量高 5~70 倍不等, 城市垃圾中, 金属类占 1%~1.7%。

2.3.2.3 含重金属的农膜引起土壤污染 农膜含有 Pb、Cd 等重金属, 据市统计局统计, 1999 年全市农膜用量 2862 t, 这又是一个污染源。农村应推广使用易降解的农用薄膜, 不易降解的农用薄膜应当及时清除, 回收残膜。

2.4 漳州市农业土壤重金属污染防治措施

2.4.1 提倡生物防治, 推广高效、低毒、低残留农药 积极推广运用生物农药, 利用生物天敌和性诱剂, 做到以虫治虫, 以菌治菌, 以菌治虫, 尽量减少高毒农药的施用量和施用次数。合理施用农药,

避免长期在同一地区使用同一种农药防治同一种病, 采用不同类型的药剂交替使用或混合施用。

土壤污染物质, 可通过生物降解或植物吸收而净化土壤, 据研究, 蚯蚓能降解土壤中农药、重金属及工农业废弃物等有害物质。羊齿类铁角蕨属的植物, 有较强吸收土壤重金属的能力, 对土壤中 Cd 的吸收率可达 10%, 连续种植, 可降低土壤 Cd 含量, 但要考虑含 Cd 植物体的处理问题^[1]。

2.4.2 大力提倡增施有机肥 增施有机肥, 可提高土壤吸收容量和缓冲能力, 增加土壤胶体对重金属离子和农药的吸附能力, 可改善土壤微生物的活动环境, 加速生物降解进程。实施“沃土计划工程”推广测土配方施肥, 达到平衡配套施肥。

2.4.3 改变耕作制度, 实行水旱轮作 合理地进行轮作、间作、套种、调整土壤氧化还原环境, 是减轻或消除农药污染的有效措施, 特别是豆科与非豆科作物的轮作, 以改善土壤的生态环境。在严重污染的土壤可改种非食用性植物如花卉, 林木或纤维作物。

2.4.4 施加抑制剂 常用的抑制剂有石灰, 磷酸盐和硅酸钙等, 可改变重金属污染物在土壤中迁移转化方向, 降低重金属向植物体内转移。施用石灰可提高 pH 值, 促使 Cd、Cu、Zn、Hg 等形成氢氧化物沉淀, 减轻对作物的危害, 施石灰还可使作物减少对放射性物质的吸收。此外适量施用磷酸盐, 可促进土壤中的 Cd 形成磷酸盐沉淀, 对减轻 Cd 污染也有一定意义^[1]。

2.4.5 工程措施 对已被农药及某些重金属严重污染的土壤如面积不大, 可采取换土、客土、深翻等工程措施, 对取出的污染土壤, 也要妥善处理或深埋, 以防发生次生污染。

2.4.6 强调综合治理 土壤污染会影响水体和大气的污染, 而大气和水体的污染又会通过物质能量循环多种途径反馈于土壤, 加剧土壤污染。因此, 强调对土壤、水体、大气进行综合治理十分重要。

参考文献

- 1 高梁. 我国土壤污染的现状及其防治, 中国土地退化防治研究, 中国科学技术出版社, 1990, 37

HEAVY METALS IN AGRICULTURAL SOILS OF ZHANGZHOU

Guo Yilong Lin Yibing Hu Shaoyi

(Zhangzhou Soil and Fertilizer Station, Fujian Province 363000)

Abstract The background value of heavy metals in agricultural soils is low, as is exposed in the investigation of soil heavy metals, Mercury, Arsenic, Chrome, Cadmium and Lead and their pollution. The status of heavy metal pollution is that the content of Mercury, Arsenic, Cadmium and Lead in the soil is 1~4 times higher than the background value, respectively (except Chrome). Mercury and Arsenic are the major contaminants in the soil. In terms of content of heavy metals (except for Mercury) paddy soils > lateritic red earth, according to soils type; and paddy field > vegetables soil > orchard soil, according to the ways of land utilization; and agricultural soil in the Jiulong River basin > others (except for Chrome), according to the basin. The pollutants come mainly from agricultural sources rather than industrial ones.

Key Word Agricultural soils, Heavy metals, Pollution, Prevention and cure

(上接第 130 页)

SULPHUR STATUS IN UPLAND FIELD AND CROP RESPONSES TO SULPHUR FERTILIZER IN HUNAN PROVINCE

Huang Qiwei Yang Zhihui Liu Peng Li Xinghui Ge Danzhi

(Hunan Agricultural University, Changsha 410128)

Abstract Contents of available sulphur in the surface soil and subsoil of upland field in Hunan province were analyzed, and responses to sulphur fertilizers were studied on peanut and rapeseed from 1997 to 2000 in Hunan province, China. The experiments indicated that contents of available sulphur in the surface soil were lower than that in the subsoil of upland field in Hunan province. About 49% of the soil samples had available sulphur in the surface soil lower than 30mg/kg, and 21% lower than 16mg/kg. Soil available S content and S deficient percentage vary with soil parent material. Soils (0~20cm) derived from river alluvium were the lowest available sulphur content, being 16.4 ± 4.80 mg/kg and 64% of the soil samples had available sulphur content lower than 16mg/kg. The content of available sulphur in the soils derived from purple sandy shale was 28.3 ± 3.21 mg/kg and 37% of the soil had available sulphur content lower than 16mg/kg. Responses to sulphur fertilizers varied with type and application rate of sulphur fertilizer used on peanut and rapeseed. Response to SSP (single superphosphate) was the best in monoculture crop system, and so was the rate of 30kg/hm². But when S fertilizing was used continuously in the rotation system, the fertilizer was in the order of SSP > S95 > ES (elemental sulphur) > Gyp (gypsum) in terms of crop response. The economic profit of sulphur fertilizer on peanut was 1.8~11.4 times that on rapeseed. Residual effect of sulphur fertilizer also varied with type and rate of the fertilizer. Besides, sulphur fertilizer increased oil content and N uptake of rapeseed and peanut and the response from peanut was higher than that from rapeseed.

Key words Available sulphur, Soil, Upland field, Peanut/rapeseed