

南海市农业环境中的重金属含量^{*}

廖金凤

(中山大学地理学系, 广州 510275)

摘 要 探讨南海市农业环境中铜、铅、锌、镉、铬、镍的含量及其影响因素, 结果表明, 绝大部分地区这几种元素的含量是正常的, 平原地区往往比丘陵台地区高, 局部地方受电镀等废水影响, 铜、锌、铬、镍的含量明显异常。

关键词 重金属, 农业环境, 南海市

分类号 X 144

南海市位于珠江三角洲的西北部, 面积 1 152 km², 其中平原面积约占 79%, 土地肥沃, 河网密集, 年平均气温 21.7℃, 年平均雨量 1 638 mm, 农业生产条件优越, 为广东著名的“鱼米之乡”。本市农业生态环境的区域分异明显, 东部是围田区 (包括平洲、黄岐、盐步、大沥、桂城、里水镇), 南部是著名的基塘区 (包括南庄、沙头、西樵、九江镇), 西部和北部为台地丘陵区 (包括罗村、小塘、金沙、丹灶、松岗、官窑、和顺镇)。主要农业土壤有水稻土、菜园土、堆叠土和旱作土等。水稻土主要分布于围田地区和江河两岸, 堆叠土分布于基塘区, 旱作土分布于丘陵台地区, 菜园土以各镇郊区较集中。主要作物是水稻和蔬菜, 1994 年水稻播种面积 32 048 hm², 蔬菜播种面积 20 679 hm²。

改革开放以来, 经济迅猛发展, 近年主要经济指标居全国县级市前列。工业发展模式是市、镇、管理区、联合体、个体齐发展, 工业门类繁多, 布局分散, 尤其是电镀、铝铜材、制革、印染、陶瓷、化工等重金属污染型小企业遍布城乡各地, 探讨乡镇工业发达地区农业环境中重金属含量及其影响因素具有实际意义。

1 样品和方法

样品采自 18 个镇, 共 107 个样点。为了探讨农业生态系统水—土壤—作物中重金属的含量关系, 各样点同时采集灌溉水、土壤和作物样品, 共有水样 102 个, 土壤样品 143 个, 作物样品 117 个, 包括稻谷、蔬菜、瓜、芋薯类 38 个品种。测定项目有铜、铅、锌、镉、铬、镍等, 测定方法为原子吸收分光光度法。

^{*} 参加采样和室内工作的还有黄伟峰、罗毓珍、邓尚桐、李新苗、董汉英、陈志雄、谢善驹、吕越娜和南海市环境监测站区泽培等。

收稿日期: 1996-11-25 廖金凤, 男, 50 岁, 副教授

2 农业环境中重金属含量

2.1 灌溉水中重金属含量

灌溉水中的重金属可被作物直接吸收,或被土壤阻留固定,在一定的土壤环境条件下,它们成为有效态而被作物吸收,因此灌溉水中的重金属含量一定程度上影响土壤和作物中的重金属含量.

农田灌溉水铜、锌、镍的含量范围值分别为 0.002~0.189 mg/L, 0.003~0.779 mg/L, 0.004~0.247 mg/L, 平均值分别为 0.014 mg/L, 0.048 mg/L, 0.067 mg/L. 平洲沙涌明显受电镀废水的影响,铜、锌、镍的含量分别为 2.11 mg/L, 8.53 mg/L, 7.47 mg/L,铜、锌分别超过我国农田灌溉水质二类标准 (GB5084-85) 1.1倍、1.8倍,镍我国未有规定,但超过美国标准 13倍,超过日本标准 6.5倍.其它样点铜、锌、镍含量符合农田灌溉水质标准.

农业环境中铅常形成 PbS 、 $PbSO_4$ 、 $PbCO_3$ 、 $Pb(OH)_2$ 等难溶化合物,所以灌溉水中铅的含量很低,检出的含量为 0.001~0.064 mg/L,检出率为 18%.值得注意的是,铜、锌、镍、铬含量较高的样点,铅往往被检出,电镀废水是影响灌溉水铅含量的重要因素之一.

铬的化学活动性不高,灌溉水铬含量较低,检出率为 70%,检出含量为 0.001~2.192 mg/L,大多数低于 0.015 mg/L,小塘莲南含量高达 2.192 mg/L,明显超标,其它样点不足 0.40 mg/L,均达农田灌溉水二类标准.

调查表明,灌溉水中重金属含量与重金属污染型工业有密切关系,铜、锌、镍、铬、铅含量的地域分布与电镀、制革、陶瓷等工业分布较一致.

2.2 农业土壤中重金属含量

农业土壤中铜、铅、锌、镉、镍、铬的含量如表 1.除了平洲沙涌等个别样点外,绝大多数土壤重金属元素含量是正常的.

铜、锌为作物必需元素之一,官窑、松岗、罗村镇少数农业土壤铜含量不足 15 mg/kg,锌含量不足 25 mg/kg,这些土壤铜、锌含量偏低,可施用铜、锌肥料补充之不足.

农业土壤重金属含量受各种自然因素和人为因素的影响,加之土壤成分形态和作物吸收性能不同,确定土壤重金属含量允许限值较困难,目前未有统一的标准.根据已有资料 and 我国农用淤泥控制允许值等,推荐允许限值 (表 1).平洲沙涌菜园土和水稻土 Cu, Zn, Ni, Cr含量超标 0.20~3.43倍;大沥奇槎、桂城叠南、黄岐教表菜园土铅超标,奇槎铅超标达 3.94倍,桂城石肯菜园土锌超标 70%,丹灶孔边菜园土镍超标 3.20倍,黄岐沙溪菜

表 1 南海市农业土壤中重金属含量及其允许限值 $/(mg \cdot kg^{-1})$

元素	含量范围 (多数含量)	平均	允许限值
Cu	6.52~156.46 (20~50)	42.52	125
Zn	6.52~475.32 (60~130)	119.82	250
Pb	19.40~164.66 (40~80)	73.42	150
Cd	0.001~1.91 (<0.7)	0.372	2
Ni	5.33~211.58 (15~30)	28.45	50
Cr	10.93~382.56 (20~90)	63.13	135

园土铬超标 1.5 倍. 这些土壤 Cu Zn Ni Cr 含量超标往往与灌溉水或母质相应元素含量较高有关.

2.3 农作物中的重金属含量

作物中重金属含量因作物品种和生长环境条件的不同而有较大差异, 表 2 为大米和部份蔬菜的重金属元素含量. 大部分作物重金属元素含量是正常的, 仅个别样点异常. 平洲沙涌的菜心和生菜中镍含量分别达 26.33 mg/kg 29.45 mg/kg (干重, 以下同), 比其他样点高 10~13 倍, 明显异常, 它们的铜、锌含量也偏高, 分别在 28 mg/kg 和 170 mg/kg 上下. 此外, 大沥、丹灶、松岗等镇部分样点作物中重金属元素含量也有异常现象, 如丹灶孔边萝卜中镍含量高达 24.9 mg/kg, 松岗沙水生菜锌含量达 253.68 mg/kg, 超过正常含量范围值. 在蔬菜中, 叶菜类铜、铅含量往往比根菜类高, 叶菜类铜含量大多高于 10 mg/kg, 铅含量大多在 4 mg/kg 以上, 而根菜类铜含量一般低于 8 mg/kg, 铅大多不足 3 mg/kg, 两者锌、镉、铬、镍的含量却无明显差异. 通常, 大米中铜含量较为丰富, 大多数在 13~20 mg/kg 之间, 而锌、镉、镍的含量比蔬菜低.

表 2 南海市作物中的重金属含量 $/(mg \cdot kg^{-1})$

品种	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	Ni
菜心	15.89	3.35	96.49	0.522	4.97	1.63
白菜	11.77	4.70	115.96	0.785	5.36	0.82
生菜	14.56	4.45	91.39	1.143	5.02	2.71
苜菜	8.63	5.31	79.93	1.258	1.76	1.53
芥兰	8.71	4.44	90.25	0.344	2.61	1.93
椰菜花	14.25	4.31	75.35	0.449	2.54	1.74
萝卜	4.22	2.04	46.07	0.228	2.79	1.29
芋头	7.70	1.25	75.39	0.194	1.11	1.73
大米	16.52	2.21	19.78	0.061	2.99	0.90

3 影响农业环境重金属含量因素

影响农业环境重金属含量的因素很多, 但水—土壤—作物是一个紧密联系的生物地球化学链, 农田灌溉水的重金属含量直接影响土壤和作物的重金属含量, 土壤重金属含量也会影响作物的重金属含量, 作物的收获和土壤淋溶作用又会降低土壤中的重金属含量.

农田灌溉水重金属含量一定程度上取决于自然环境要素的背景值, 但从重金属污染型工业企业较密集的地区铜、锌、铬、镍等含量普遍较高看, 工业废水对农田灌溉水的重金属含量有一定影响.

农田土壤中重金属元素含量取决于成土母质和施肥、灌溉等人为因素. 南海市水稻土铜的含量与母质有一定关系, 若用 x 和 y 分别代表母质和水稻土的铜含量, 则 $y = 15.48 + 0.6613x$, 相关系数 r 为 0.806, 显著性检验表明, 两者有一定的相关性.

农田灌溉水是影响土壤重金属元素含量的因素之一, 甚至是决定性因素, 如平洲沙涌农田灌溉水铜、锌、镍含量超标, 其土壤中铜、锌、镍含量也超标, 丹灶孔边灌溉水镍含量达 0.247 mg/L, 其土壤镍含量高达 210.06 mg/kg. 总体看来, 土壤重金属含量超标, 时

常与灌溉水有关,但由于土壤理化性质不同和元素的迁移作用,有时灌溉水重金属元素含量较高,而土壤相应元素含量并不高,如平洲隔冲和新胜的灌溉水镍含量分别达 0.321 mg/L、0.214 mg/L,而土壤中镍含量并不高,分别为 29.76 mg/kg、33.59 mg/kg.

农作物的重金属含量与灌溉水、土壤和作物品种等有关,如平洲沙涌灌溉水和土壤的铜、锌、镍含量异常,其蔬菜铜、锌、镍含量也出现异常.但作物吸收利用的是可给态或有效态的,因此有的土壤中重金属含量较高,其上作物含量并不高,如桂城石肯菜园土含锌量达 423.10 mg/kg,约超标 70%,大沥奇槎菜园土含铅量高达 741.54 mg/kg,超标 3.9 倍,但其上种植的蔬菜锌、铅含量并不高,也有相反情况,土壤中某种元素含量并不高,而作物中该元素含量却较高,如罗村联和菜园土铜含量仅为 44.90 mg/kg,而菜心中铜含量则较高,达 22.14 mg/kg,这些现象一定程度上取决于锌、铅、铜在土壤中的存在形态.晶格态或其它难溶态是很难被作物吸收的,水溶态和代换态则较易被作物吸收.

作物品种不同,生理特性和选择吸收元素的性能也不同,作物中某种元素的含量就会有差异,如菜心铜含量比绍菜高 1 倍左右,芥兰菜镍含量比菠菜高 4 倍左右,又如镉的平均含量是:绍菜 (1.28 mg/kg) > 生菜 (1.140) > 菠菜 (1.000) > 白菜 (0.78) > 韭菜 (0.571) > 芥菜 (0.524) > 菜心 (0.478) > 茼蒿 (0.406) > 芥兰 (0.345) > 西洋菜 (0.188).同一土壤上种植的同种作物元素含量也有明显差异,如下列几种蔬菜元素含量序列是:

椰菜: Zn (39.42 mg/kg) > Cu (4.22) > Ni (4.04) > Cr (2.71) > Pb (1.52) > Cd (0.218).

葱: Zn (53.35 mg/kg) > Cu (10.73) > Pb (3.96) > Ni (1.37) > Cr (1.22) > Cd (0.508).

芹菜: Zn (73.99 mg/kg) > Cu (16.16) > Pb (4.25) > Ni (3.05) > Cr (2.05) > Cd (0.852).

茄瓜: Zn (29.02 mg/kg) > Cu (17.34) > Cr (2.26) > Pb (0.87) > Ni (0.37) > Cd (0.313).

芥兰花: Zn (75.17 mg/kg) > Cu (7.84) > Pb (2.33) > Ni (2.91) > Cr (1.77) > Cd (0.237).

虽然土壤中铅、铬的含量普遍比铜高,但从作物元素含量序列看出,作物对必需元素 Zn、Cu 的吸收能力比对非必需元素 Cr、Pb、Ni、Cd 的吸收能力高得多,这也说明作物特性是影响其元素含量的重要因素之一.

4 结 语

南海市重金属污染型工业企业较多,但农业生态环境中的铜、铅、锌、镉、镍、铬的含量基本上是正常的,仅个别地方如平洲沙涌铜、锌、铬、镍明显异常,主要受电镀等工业废水的影响.治理工业污染是保护农业环境的重要途径之一.

农业环境中重金属元素含量的影响因素,除了工业废水影响农田灌溉水,从而影响土壤和作物的重金属元素含量外,还与土壤母质、元素存在形态、作物品种及其选择吸收性能等有关.叶菜类的重金属含量往往比根菜、瓜豆类高,同种作物 Zn、Cu 的含量较高,Cd 的含量较低,Cr、Ni、Pb 往往居中等,作物必需元素含量明显高于非必需元素.

由于土壤、工业类型分布的地域差异, 农业环境中重金属元素含量的地域差异是东部围田区较高, 南部基塘区次之, 西部和北部丘陵区较低.

参 考 文 献

- 1 李健, 等. 环境背景值数据手册. 北京: 中国环境科学出版社, 1989. 238~ 340
- 2 山县登著. 微量元素. 柴之芳等译. 北京: 人民卫生出版社, 1988. 144~ 304
- 3 A. A 别乌斯等著. 环境地球化学. 朱颜明等译. 北京: 科学出版社, 1982. 212~ 224
- 4 罗毓珍. 自然地理与环境研究. 广州: 中山大学出版社, 1992. 283~ 289
- 5 汪晋三, 等编著. 水化学与水污染. 广州: 中山大学出版社, 1989. 596~ 614
- 6 环境污染分析方法科研协作组. 环境分析方法. 北京: 科学出版社, 1982, 132~ 134, 337~ 338

Content of Heavy Metals in Agriculture Environment in Nanhai City

*Liao Jinfeng**

Abstract Heavy metal may be harmful to crops and human body if its content in agriculture environment goes beyond the normal level. In this paper, discussion on content of Cu, Zn, Pb, Cd, Ni, Cr in agriculture environment in Nanhai city of Guang Dong province is presented. The content in agricultural water is as follows Cu 0.014 mg/L, Zn 0.048 mg/L, Ni 0.067 mg/L. The content in soil is Cu 45.52 mg/kg, Pb 73.42 mg/kg, Zn 119.82 mg/kg, Cd 0.372 mg/kg, Ni 28.45 mg/kg, Cr 63.13 mg/kg. The content of heavy metal in agriculture environment is controlled by a series of factors such as agricultural water, soil factor and crop property, etc. Heavy metal Cu, Zn, Ni, Cr pollution in agricultural water, soil and crop is related to plating industry sewage.

Keywords agriculture environment, heavy metal, Nanhai city

* Department of Geography, Zhongshan University, Guangzhou 510275