

南海市农业土壤中的重金属*

廖金凤

(中山大学城市与资源规划系, 广州 510275)

摘要 农业土壤中的重金属含量异常会影响作物生长和农产品质量, 从而影响人体健康. 南海市污染型工业企业遍布城乡各地, 农业环境受到不同程度的影响. 本文探讨农业土壤中重金属元素铜、铅、锌、镉、铬、镍的含量及其影响因素等.

关键词 土壤, 重金属, 南海市

南海市位于珠江三角洲的西北部, 与广州市和佛山市相邻, 面积 1152km^2 , 东部是围田区, 包括黄岐、盐步、大沥、平洲、桂城、里水镇, 主要为水稻土和菜园土; 西北部丘陵区包括罗村、小塘、金沙、丹灶、松岗、官窑、和顺镇, 主要有水稻土、菜园土、旱作土等; 南部是著名的基塘区, 包括南庄、沙头、西樵、九江镇, 主要土壤为堆叠土. 本市平原面积约占 79%, 河网密集, 鱼塘广布, 光热充足, 雨量丰沛, 年平均温度 21.7°C , 年平均雨量 1638mm , 农业生产条件优越, 为广东著名的“鱼米之乡”.

改革开放以来, 南海市经济高速发展, 主要经济指标居全国县级市前列, 被誉为广东“四小虎”之一. 随着经济和工业的发展, 也带来了环境污染问题. 市内工业门类繁多, 布局分散, 尤其是电镀、铝铜材、地砖陶瓷、制革、印染、化工等重金属污染型工业企业遍布城乡各地. 工业三废污染了农业环境, 影响作物产量和质量, 从而影响人体健康, 因此, 探讨乡镇工业发达地区农业土壤中重金属含量及其影响因素, 具有实际意义.

1 样品和方法

样品采自南海市 18 个镇, 各镇均采有主要土类样品, 共有 107 个样点, 143 个土样. 同时采集相应的作物样品和灌溉水样. 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.

收稿日期: 1995-06-05

* 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的区泽培等

2 重金属含量

2.1 铜

铜是植物必需的微量元素之一, 但土壤中过量的铜会阻碍作物根系发育, 减弱对养分的吸收等. 世界土壤中铜含量一般为 2~ 100mg/kg, 平均 30mg/kg. 南海市农业土壤铜含量为 6.52~ 156.46mg/kg, 平均 42.52mg/kg, 大多数为 20~ 50mg/kg, 占样点数的 66%. 一般认为土壤中铜含量小于 7mg/kg 时, 对许多作物来讲, 常会感到缺铜. 总体看来, 南海市土壤是不缺铜的, 但官窑、松岗、罗村镇个别土壤中铜含量偏低, 对这些土壤可适当增施铜肥, 以提高土壤中铜的含量. 个别土壤铜的含量超过 100mg/kg, 如平洲沙涌菜园土为 156.46mg/kg, 平洲沙涌水稻土为 149.63mg/kg, 丹灶苏村菜园土为 135.24mg/kg, 这些土壤含铜量较高, 主要受电镀排放的废水影响.

从地域分布看, 南海市东部围田地区含铜量较高, 大多在 40~ 70mg/kg, 基塘地区次之, 大多在 30~ 45mg/kg, 而北部和西部丘陵地区农业土壤中铜含量相对较低, 一般不足 35mg/kg.

2.2 铅

铅不是植物必需元素, 土壤中铅含量过高, 会影响作物生长, 一般认为土壤中铅含量在 500mg/kg 时才对作物有影响, 但铅对作物的毒性要比铜小. 世界土壤中铅的含量一般在 2~ 200mg/kg, 南海市农业土壤为 19.40~ 164.66mg/kg, 均在正常范围内, 平均 73.42mg/kg, 大多数土壤含铅量在 40~ 80mg/kg 之间, 约占总样数的三分之二. 铅在土壤中一般以不溶性的 PbCO_3 , $\text{Pb}(\text{PO}_4)_2$, PbSO_4 等形式存在, 不易被作物吸收, 作物中铅含量要比作物必需元素 Cu, Zn, Mn 的含量少得多, 而且含铅量高的土壤, 其上生长的作物含铅量不一定较高. 相反, 土壤含铅量低时, 有时作物中含铅量可能较高. 如黄岐教表. 平洲新胜的土壤铅含量在 130mg/kg 以上, 但其上作物中含铅量不高, 而罗村招大土壤含铅量为 42.54mg/kg, 其上种植的菜心含铅量达 7.8mg/kg (干重). 作物中含铅量高低与土壤环境有关, 也与作物种类有关. 南海市土壤含铅量的地理分布与铜的地理分布相类似, 即东部围田地区较高, 大多在 60mg/kg 以上, 基塘地区大多不足 60mg/kg, 北部的官窑和西部的丹灶铅含量一般在 30~ 55mg/kg.

2.3 锌

锌是作物必需元素. 缺锌的植株比正常的矮小, 且缺乏叶绿素. 土壤中过量的锌会使作物根系伸长受阻. 锌在作物体内的含量一般为 8~ 15mg/kg, 超过 200mg/kg 时作物受害. 世界土壤中锌含量一般为 10~ 300mg/kg, 平均 50mg/kg, 南海市为 6.52~ 475.32mg/kg, 平均 119.82mg/kg, 大多数含量在 60~ 130mg/kg. 在北部的和顺、官窑有些土壤锌的含量偏低, 不足 25mg/kg, 这些土壤有缺锌的可能, 可以施用锌肥, 以补充之不足. 从地理分布看, 锌与铜、铅类似, 东部围田地区明显高, 基塘地区居中, 西部和北部丘陵台地区锌含量往往较低. 同样, 受电镀废水影响的土壤含锌量比正常的土壤高得多, 如平洲沙涌的菜园土和水稻土含锌量超过 380mg/kg, 明显异常.

2.4 镉

镉不是植物必需元素, 但能在农产品中积累. 日本神通川流域曾流行的骨痛病就是

当地居民长期食用受镉污染的农产品和饮用含镉较高的水引起的。植物中镉含量一般在 0.2~0.8mg/kg, 日本非镉污染区大米中镉含量一般低于 0.1mg/kg, 污染区为 0.4~5mg/kg. 世界土壤中镉含量一般为 0.01~0.70mg/kg, 平均为 0.06mg/kg, 也有人认为平均为 0.3mg/kg. 南海市土壤镉含量从未检测到 1.91mg/kg, 平均 0.372mg/kg, 镉含量小于 0.7mg/kg 的约占总样数的 90%. 镉与锌有类似的化学性质, 它们常共生在同种矿物中. 从地理分布看, 南海市镉的分布与锌的分布是较一致的. 不同作物对镉的吸收能力差异较大, 抗镉害的能力也有较大差异. 南海市土壤镉含量最高不足 2mg/kg, 对作物的直接危害是少见的, 但镉能在作物中积累, 通过作物危害人体健康, 值得注意.

2.5 铬

目前认为铬不是植物必需元素, 但微量的铬对某些植物生长有促进作用. 铬对作物的毒性与铬的价态有关, 六价铬的毒性比三价的要大, 土壤中的铬大多以三价态存在, 其性质较稳定且难溶, 较难被作物吸收, 作物中铬的含量比锌、锰、铜等低得多, 大多不足 5mg/kg (干重).

世界土壤中铬的含量范围变幅较大, 一般为 5~1000mg/kg, 平均 70mg/kg, 南海市土壤中铬含量为 10.93~382.56mg/kg, 平均 63.13mg/kg, 大多数为 20~90mg/kg, 占样数的 85%. 黄岐沙溪菜园土由于受附近堆放铬渣的影响, 平洲沙涌菜园土由于受电镀废水的影响, 两地土壤中的铬含量较高, 均在 330mg/kg 以上, 其它地方土壤中铬含量很少超过 100mg/kg. 总体看来, 除了特殊样点外, 东部围田区的铬含量大多在 50~100mg/kg, 其它地区大多在 20~60mg/kg 之间.

2.6 镍

镍是否为植物生长必需元素, 尚待进一步研究, 但一定量的镍对植物生长有促进作用. 土壤中镍含量高时, 作物叶片退绿, 根系生长受抑制.

世界土壤中镍的含量一般为 5~500mg/kg, 平均 40mg/kg. 南海市土壤中镍的含量为 5.33~211.58mg/kg. 除了平洲沙涌菜园土、水稻土和丹灶旧涌菜园土由于受电镀废水影响, 镍的含量在 150mg/kg 以上外, 其余土壤镍的含量不超过 40mg/kg, 而且各地镍的含量相差不明显, 但平原地区往往比丘陵地区略高些.

3 重金属含量超标状况

目前尚未有统一的土壤环境重金属含量允许标准值. 由于土壤类型复杂多样, 土壤组成差异很大, 不同植物对土壤中元素的选择吸收性能不一, 因此, 要给土壤环境确定一个统一的标准值或允许值是较困难的. 这里, 我们根据美国、原苏联、德国、英国、法国、加拿大、意大利土壤中某些元素含量允许限值以及我国农用淤泥控制允许值等, 确定重金属的含量允许值 (表 1).

表 1 土壤中重金属含量允许限值

Tab. 1 Allowable value of heavy metal in soils /mg·kg⁻¹

元 素	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	Ni
允许值	125	150	250	2	135	50

根据表 1 确定的允许限值, 南海市土壤中重金属含量超标样点如下:

(1) 铜: 土壤中铜含量超标的有平洲沙涌菜园土和水稻土, 分别超标 0.25 倍和 0.20 倍, 丹灶苏村菜园土略有超标.

(2) 铅: 土壤中铅含量超标以大沥奇差铁路桥边的菜园土为最多, 达 3.94 倍, 其次为桂城叠南菜园土和黄岐教表菜园土, 分别超标约 0.1 倍.

(3) 锌: 土壤中锌含量超标的有平洲沙涌菜园土和水稻土、平洲新胜水稻土、桂城石肯菜园土, 超标 0.55~0.90 倍, 平洲新胜、大沥奇差、黄岐教表、桂城叠南、盐步龙涌村的部分土壤含锌量接近允许限值.

(4) 镉: 土壤中镉含量均未超标, 但南庄吉利菜园土镉含量接近 2mg/kg 限值.

(5) 铬: 黄岐沙溪菜园土、平洲沙涌菜园土和水稻土铬含量超标, 为 0.48~1.83 倍.

(6) 镍: 土壤中镍含量超标的有平洲沙涌水稻土和菜园土, 分别超标 3.43 和 2.14 倍. 丹灶孔边旧涌菜园土超标 3.20 倍.

4 土壤对作物的影响

作物中重金属含量与土壤环境因素有关. 如平洲沙涌菜园土壤中 Cu 含量 156.46mg/kg, Zn 含量 475.32mg/kg, Ni 含量 157.08mg/kg, 比一般土壤中这几种元素含量高数倍, 其上种植的菜心中 Cu 含量为 26.33mg/kg, Zn 含量为 184.14mg/kg, Ni 含量为 22.32mg/kg, 比一般土壤上种植的菜心中 Cu, Zn, Ni 的含量明显高, 分别为全市其它地方菜心平均值的 1.7 倍, 2.0 倍和 13.7 倍. 尤其是镍显得更为突出. 同样平洲沙涌生菜中 Cu, Zn, Cr, Ni 的含量比一般土壤种植的明显高, 前者分别为后者平均值的 2 倍, 1.7 倍, 2.7 倍和 11.8 倍, 也是镍的含量很突出. 平洲沙涌水稻土中 Cu, Zn, Cr, Ni 的含量比一般土壤明显高, 但其上种植的水稻大米中只有镍含量较其它明显高, 达 4.14mg/kg, Cu, Zn, Cr 的含量与其它地方差不多. 这说明土壤环境是影响作物吸收重金属的因素, 但作物特性也是作物中重金属含量的决定因素之一.

5 影响重金属含量的主要因素

影响土壤中重金属含量的因素很多, 如地形、生物气候条件、土壤理化性质等等, 但就南海市而言, 很大程度上是受灌溉水和成土母质的影响. 受灌溉水的影响以平洲沙涌最为突出, 其土壤中 Cu, Zn, Cr, Ni 的含量分别超标 0.2~0.4 倍, 主要是电镀废水排入河涌, 使农田灌溉水中 Cu, Zn, Cr, Ni 的含量超标, 其中铜 2.11mg/L, 超过国家农田灌溉水质标准 (GB5084-85) 1.1 倍; 锌 8.53mg/L, 超标 1.8 倍; 镍 7.4mg/L, 我国农田灌溉水质标准对镍未有规定, 按照美国的灌溉水质标准 (0.5mg/L), 约超过 14 倍. 因此平洲沙涌农业土壤中重金属含量异常与农田灌溉水有关. 黄岐沙溪菜园土铬含量超标与其附近堆放铬渣有关, 铬渣中的铬受雨水淋渗流入涌沟, 通过灌溉积累于土壤中.

土壤母质也是影响重金属含量的重要因素, 这从水稻土及其母质中铜含量的关系得到反映. 若土壤及其母质中铜含量分别以 y 和 x 表示, 则有如下关系式:

$$y = 15.48 + 0.6613x$$

两者相关系数 r 为 0.806, 相关系数显著性检验表明, 土壤中铜含量与母质中铜含量

有一定相关性。

6 结 语

南海市农业土壤中重金属含量绝大多数属正常范围值,含量超标的仅是个别样点。农业土壤中重金属含量过高会导致农产品中重金属含量异常。铜、锌、铬、镍含量异常往往与电镀废水排入河涌,用河涌水灌溉有关,因此治理电镀废水,注意农田灌溉是防止土壤和农产品中重金属含量异常的根本措施之一。

南海市农业土壤中重金属含量超标除了受工业三废影响外,还与母质有关,由赤红壤和坡积物培育的农业土壤的重金属含量普遍较低,由河流冲积物和三角洲沉积物发育的农业土壤中的重金属含量往往较高。

南海市农业土壤中重金属含量的地域分异较明显,东部围田区重金属含量普遍较高,其次为南部基矿区,而北部丘陵区明显较低。

参 考 文 献

- 1 环境污染分析方法科研协作组. 环境污染分析方法. 北京: 科学出版社, 1982. 43~ 127, 338
- 2 李健等. 环境背景值数据手册. 北京: 中国环境科学出版社, 1988. 238~ 340
- 3 (日)山县登著(柴之芳等译). 微量元素. 北京: 人民卫生出版社, 1983. 144~ 304
- 4 曾水泉等. 化学地理学. 北京: 中国环境科学出版社, 1994. 193~ 213

Heavy Metal in Agriculture Soils in Nanhai City

*Liao Jinfeng**

Abstract Heavy metal may be harmful to crops when its content in soils goes beyond the normal level. In this paper, discussion on content of Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, Ni in agriculture soils in Nanhai city was presented. The content of heavy metal in agriculture soils is controlled by a series of factors such as irrigation of field with waste water, soil parent material, soil property, etc. The content of heavy metal in the southern and eastern regions of Nanhai city is more higher than in the northern and western part.

Keywords soil, heavy metal, Nanhai city

* Department of City and Resource Planning, Zhongshan University, Guangzhou 510275