

攀枝花市芒果基地土壤环境质量评价

周 娅, 杨定清, 谢永红, 黄惠兰, 王 棚

(四川省农业科学院分析测试中心, 成都 610066)

摘 要: 调查了攀枝花市 3 个主要芒果种植基地土壤重金属(铅、镉、镍、铬、铜、锌、砷、汞)含量状况, 并采用单项污染指数法和综合污染指数法进行分析评价。结果表明, 各基地土壤重金属含量水平差异较大, 重金属含量的变异系数在 19.4% ~ 76.1% 之间, 超标的重金属元素主要为 Ni、Cd 和 Cr, 内梅罗综合污染指数均小于 1.0, 在安全警戒线内。

关键词: 攀枝花; 芒果基地; 土壤环境质量评价

中图分类号: X825 文献标识码: A 文章编号: 1672-2043(2010)增刊-0107-04

Assessment on Soil Environmental Quality of the Main Mango Base in Panzhihua City

ZHOU Ya, YANG Ding-qing, XIE Yong-hong, HUANG Hui-lan, WANG Peng

(Testing Center of Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Chengdu 610066, China)

Abstract: Investigation on the heavy metals (Pb, Cd, Ni, Cr, Cu, Zn, As and Hg) content in soil at the three primary planting bases of Mango in Panzhihua City, the pollution of heavy metals in the soil was evaluated by Monomial Pollution Index method and Synthetic Pollution Index method. The results indicated that there were significant differences about the heavy metals content in soil among the three bases, the coefficient of variation is between 19.4% ~ 76.1%, and the content of Ni, Cd and Cr were exceeded the relevant standards. The Nemerow integrative Pollution Indexes were less than 1.0, which means the heavy metals content within the safety level.

Keywords: Panzhihua City; Mango base; assessment on soil environmental quality

四川省攀枝花市位于青藏高原、云贵高原和四川盆地之间的过渡地带, 地处四川省西南部。由于该区受新构造运动的显著作用, 属横断山区高山峡谷的一部分, 是地貌学上著名的攀西大裂谷, 境内山峦重迭, 河谷幽深, 断层多, 矿产露头多, 特别是有色金属矿产资源丰富。从地球化学的观点看, 岩石的风化和元素的迁移会直接对土壤产生影响, 农业环境的污染直接影响农产品的品质。

攀枝花市是我国著名的热作区之一, 其芒果远销国内各大中城市。为更好地保护和利用好攀枝花市有限的土壤资源, 开展其水果基地土壤重金属污染调查研究十分必要, 对控制环境污染, 确保生态平衡, 实现食物生产和安全生产的可持续发展具有重要的现实和深远意义。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

攀枝花市属南亚热带半干旱季风气候区, 气温高, 日照长, 全年平均气温 17.5℃ ~ 21℃, 日照时数 2 700 h。年降雨量 800 mm, 无霜期 350 d 以上。本研究选择几个该市具有代表性的芒果基地, 分别为攀枝花市仁和区大龙潭乡、西区格里坪镇和盐边县金河乡三个大型芒果基地, 其面积共计 567 hm²。其土壤主要由第三系昔格达组岩层(疏松黄色砂岩及粘土岩)的残、坡积物发育而成。盐边芒果基地的 pH 均值小于 6.5, 其他 2 个基地的土壤 pH 值为 6.5 ~ 7.5。

1.2 土壤样品的采集与分析

根据芒果基地面积的大小、区域的地质、土壤分布情况布设了 500 个采样点。根据《土壤环境监测技术规范》, 为了保证土壤样品的代表性, 采用多点采样的混合样品, 以“S”型采样法取 5 个采样点, 在各点上

收稿日期: 2009-09-10

基金项目: 四川省发改委攀西办支助项目

作者简介: 周 娅(1978—), 女, 重庆云阳人, 助理研究员, 从事环境重金属分析测试研究。E-mail: zhouya24@hotmail.com

分别取 0~20 cm 的土壤样品 1 kg,将采集的土壤样品在室内自然风干,磨碎过 100 目的尼龙筛,保存在密封塑料袋中待用。

测定项目包括土壤中铅、镉、铬、砷、汞、镍、铜、锌。土壤经硝酸-高氯酸-氢氟酸消解,石墨炉原子吸收法测定镉,火焰原子吸收法测定铅、铬、铜、锌、镍,原子荧光分光光度法测定砷、汞。

2 评价方法及标准

参照中华人民共和国环境保护行业标准(HJ/T16—2004)《土壤环境监测技术规范》,土壤重金属质量安全评价模式分为单项污染指数法和综合污染指数法进行现状评价。运用国家土壤环境质量二级标准(GB 15618—1995)作为评价标准,评价攀枝花市芒果基地土壤重金属的环境质量状况,见表 1。

表 1 土壤重金属污染评价标准($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)

Table 1 The evaluated standards of heavy metal concentrations in soil environment($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)

重金属	国标二级		
	pH < 6.5	6.5 < pH < 7.5	pH > 7.5
Pb	250	300	350
Cd	0.3	0.3	0.6
Cr	150	200	250
Ni	40	50	60
Cu	50	100	100
Zn	200	250	300
As	40	30	25
Hg	0.3	0.5	1.0

(1) 单因子指数法:单因子指数法是目前国内普遍采用的方法之一,其计算公式为:

$$P_i = C_i/S_i$$

式中: P_i 为土壤中污染物 i 的环境质量指数; C_i 为污染物 i 的实测浓度($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$); S_i 为污染物 i 的评价标准($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)。 $P_i > 1$ 表示污染, $P_i < 1$ 表示未污染, P_i 值越大则污染越严重。

(2) 内梅罗综合污染指数法:为全面反映各污染物对土壤的不同作用,突出高浓度污染物对环境质量的影响,是目前国内普遍采用的方法之一^[1]。内梅罗综合污染指数法,计算公式为:

$$P_{\text{综}} = \{ [(C_i/S_i)_{\text{max}}^2 + (C_i/S_i)_{\text{ave}}^2] / 2 \}^{1/2}$$

式中: $C_i/S_{i\text{max}}$ 为土壤污染指数最大值; $(C_i/S_i)_{\text{ave}}$ 为土

壤污染指数的平均值。土壤分级标准见表 2。

表 2 土壤分级标准

Table 2 Soil quality grading based on pollution indices

等级划分	$P_{\text{综}}$	污染等级	污染水平
1	$P_{\text{综}} \leq 0.7$	安全	清洁
2	$0.7 < P_{\text{综}} \leq 1$	警戒级	尚清洁
3	$1 < P_{\text{综}} \leq 2$	轻污染	土壤轻污染作物开始受到污染
4	$2 < P_{\text{综}} \leq 3$	中污染	土壤作物均受中度污染
5	$P_{\text{综}} \geq 3$	重污染	土壤作物均受污染已相当

3 结果与分析

3.1 土壤中重金属含量

从表 3 的数据统计可知,各基地土壤重金属含量水平差异较大,重金属含量的变异系数在 19.4% ~ 76.1% 之间。就变异系数而言,土壤 Cd 含量差异最大,具有强变异性,As 含量差异最小,变异系数大小顺序为: $\text{Cd} > \text{Zn} > \text{Hg} > \text{Cu} > \text{Ni} > \text{Pb} > \text{Cr} > \text{As}$ 。就基地而言,各基地中重金属的变异系数大小顺序为:大龙潭乡基地 > 格里坪镇基地 > 金河乡基地。

3 个芒果基地均有部分土壤 Ni 含量已超过国家 II 级环境标准限量值,格里坪基地和金河乡芒果基地的镍超标率较高,分别达到了 30% 和 41%,为两个基地的主要污染因子。由于两个基地周围均无镍污染源,土壤中镍含量主要来自于母质。西区格里坪镇芒果基地土壤 Cr 超标率为 5%,其变异系数是仁和区基地的 1.5 倍,是盐边基地的 2.7 倍,说明受到外来污染的影响大,从样点分布看,主要集中于其中一小山坡,推测可能与矿床分布有关。大龙潭乡芒果基地镉超标率为 13%,为该基地的主要污染因子。

3.2 土壤重金属污染评价结果

3.2.1 对采样点进行单因子指数法评价

从图 1 可以看出,以国家二级为评价标准,3 个芒果基地土壤的 8 种重金属平均值的污染指数值都小于 1.0,表示未被污染。从区域分布看西区格里坪镇基地和盐边县金河乡基地 Ni 污染指数均较高,为两个芒果基地的主要污染因子。大龙潭乡基地 Cd 污染指数高于另两个基地,目前为该区主要污染因子。这主要与土地利用历史有关,基地大部分田块也是由原来的水稻田退耕还林而来,耕种历史长,受长期施肥的影响,导致土壤中镉的累积。

表 3 芒果基地土壤中重金属含量
Table 3 The content of heavy metals in soil of Mango base

基地名称	项目	Pb	Cd	Cr	Ni	Cu	Zn	As	Hg
仁和区大龙潭乡基地	含量范围/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	9.70~54.5	0.008 0~0.510	8.25~130	0.19~47.4	3.10~48.4	17.0~250	0.78~11.2	0.002 0~0.280
	平均值/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	29.4	0.163	78.4	21.7	21.7	89.0	5.87	0.147
	RSD/%	35.3	76.1	34.7	43.8	43.8	62.6	33.9	53.1
	超标率/%	0	13	0	0	0	0	0	0
西区格里坪镇基地	含量范围/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	8.80~63.2	0.009 5~0.284	13.7~235	4.19~98.9	1.78~68.4	1.41~256	1.86~15.5	0.008 2~0.229
	平均值/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	31.9	0.137	93.4	47.9	31.3	89.9	8.47	0.098 2
	RSD/%	38.2	61.3	52.9	42.2	41.1	59.6	31.3	48.9
	超标率/%	0	0	5	30	0	0	0	0
盐边县金河乡基地	含量范围/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	4.82~53.0	0.007 0~0.26	56.5~136	11.5~65.9	1.65~46.0	17.0~145	2.80~12.9	0.008 0~0.218
	平均值/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	25.3	0.096 1	78.2	39.2	21.3	75.0	6.97	0.122
	RSD/%	38.3	59.4	19.4	30.4	44.1	34.7	30.1	50.2
	超标率/%	0	0	0	41	0	0	0	0
总计	含量范围/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	4.82~63.2	0.007 0~0.510	8.25~235	0.19~98.9	1.65~68.4	1.41~356	0.78~15.5	0.002 0~0.318
	平均值/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	28.9	0.132	83.3	36.3	24.8	84.6	7.09	0.121
	RSD/%	37.4	65.6	35.5	38.5	43.1	52.1	31.5	50.5

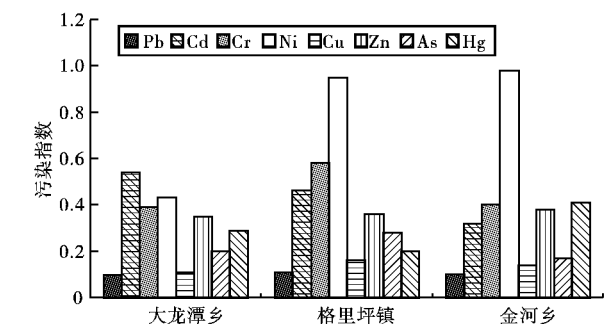


图 1 土壤重金属污染指数在各基地的分布
(以国家二级标准为评价标准)

Figure 1 Index of soil pollution by heavy metal
(using national standard as evaluation standard)

3.2.2 内梅罗综合污染指数法评价

对采样点进行内梅罗综合污染指数法评价,以国家二级标准为评价标准的土壤重金属的综合污染指数在各区的分布见图 2。以国家二级标准为评价标准,仁和区大龙潭乡基地土壤重金属的综合污染指数值为 0.44,表示基地未被污染,污染等级为安全。格里坪镇芒果基地和金河乡芒果基地土壤内梅罗污染指数为 0.72 和 0.74,污染水平为尚清洁(警戒线)。

4 结论

(1)攀枝花市主要芒果基地土壤重金属含量总体上看是比较安全的,内梅罗综合污染指数均小于 1.0,

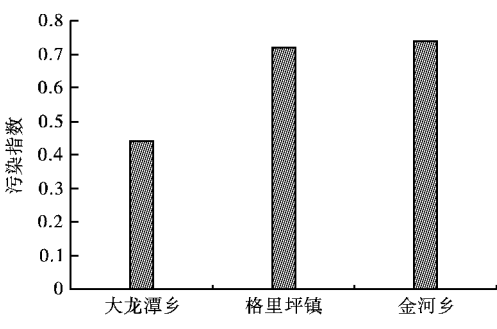


图 2 土壤重金属污染指数在各基地的分布
(内梅罗综合污染指数法评价)

Figure 2 Index of soil pollution by heavy metal
(using Nemoro integrative index as evaluation method)

在安全警戒线内。重金属污染因子中,Ni 是主要因子,其次是 Cd 和 Cr。

(2)攀枝花市西区格里坪芒果基地和盐边县芒果基地土壤重金属污染主要为 Ni 的污染。由于两个基地周围均无镍污染源,考虑土壤中镍含量主要来自于母质。攀枝花地区是我国钒钛磁铁矿的主要成矿带,镍作为伴生矿产主要赋存于钒钛磁铁矿床上^[2],所以镍可以随着岩石风化或重工业固体废物进入土壤,在环境中造成镍元素的积累。

(3)攀枝花市仁和区大龙潭乡芒果基地污染主要为 Cd 的污染。由于该基地农耕历史悠久,加上目前科学的测土施肥还不够完善,可能生产中农民施肥比

较盲目,施用高浓度磷复肥如重钙、磷铵等。磷肥是以磷矿为原料生产,研究发现的磷矿中含有镉、砷、铬、氟等,原磷矿中所含的镉大部分或全部残留在磷肥中^[3-4]。镉随着磷肥进入土壤,由于镉在土壤中运动小,淋失少,不会被微生物分解,加上磷肥施肥期限长,有可能在土壤中不断积累而危害生态环境和人类。

(4)攀枝花市西区格里坪芒果基地土壤中 Cr 超标率为 5%,从样点分布看,主要集中于其中一小山坡。目前推测可能与矿床分布有关,有待进一步调查研究。

参考文献:

- [1] 孟凡乔,史亚娟,吴文良. 我国无污染农产品重金属元素环境质量标准的制订与研究进展[J]. 农业环境保护, 2000, 19(6):356 - 359.
- [2] 何真毅. 四川攀西地区重要共伴生矿产特征及综合利用研究[J]. 地质学报, 2009, 29(2):144 - 148.
- [3] 鲁如坤. 我国磷矿磷肥中镉的含量及其对生态环境影响评价[J]. 土壤学报,1992,29(2):150 - 157.
- [4] 吴建繁,王运华. 无公害蔬菜营养与施肥研究进展[J]. 植物学通报,2000,17(6):492 - 503.