

福安市社口镇茶园土壤重金属含量与安全质量评价

林清¹, 葛慈斌², 陈尧荣¹, 陈国辉¹, 肖茂³

(1.福安市社口镇农技站 福建福安 355015; 2.福建省农业科学院农业生物资源研究所 福建福州 350003;
3.福安市福特茶叶有限公司 福建福安 355015)

摘要: 测定了福安市社口镇茶场等6个茶园土壤砷(As)、镉(Cd)、铬(Cr)、铜(Cu)、汞(Hg)和铅(Pb)的含量,并结合无公害、有机茶园土壤环境标准和茶园土壤污染分级标准,采用单因子污染指数法和Nemerow污染指数法进行污染评价。结果表明,社口镇茶园土壤环境质量良好,符合无公害茶园土壤环境标准,6个茶园土壤的As、Cd、Cr、Cu、Hg和Pb单项污染指数均小于1.0,综合污染指数也都小于0.7;参照有机茶园土壤环境标准,除吉洋村茶园土壤的Pb单项污染指数略大于1.0外,其余茶园土壤的As、Cd、Cr、Cu、Hg和Pb单项污染指数均小于1.0,吉洋村和山里村茶园的综合污染指数介于0.7-1.0之间、为警戒级,其它茶园土壤的综合污染指数都小于0.7,符合有机茶园土壤质量标准。

关键词: 茶园土壤; 重金属; 污染评价; 社口镇

重金属作为一种有毒污染物,在土壤与周围环境进行物质和能量的交换过程中进入土壤,而且由于其土壤中移动性差、滞留时间长、不能被微生物降解而长期存在于土壤中。重金属在土壤中累积到一定程度便会对植物的生长发育造成影响,致使农产品质量不符合生态安全的要求,而且通过食物链进入人体,危害人体健康。因此,土壤重金属污染所带来的环境问题日益受到人们的重视,已成为国际环境土壤学研究的热点^[1]。

社口镇位于福安市西北部,是福安市的茶叶主产区,具有悠久的种茶、制茶历史。在长期的茶叶生产中,肥料、农药的频繁使用,可能导致土壤的重金属污染。本研究对社口镇部分茶园土壤的重金属进行了监测和污染评价,旨在了解社口茶园土壤环境状况,以便为有针对性地制定土壤改良方案、普及科学施肥及合理规划无公害茶园、有机茶园基地建设提供依据。

1 材料与方法

1.1 土壤样品的采集与处理

从福安市社口镇茶场、镇科技示范场、吉洋村、溪坪村、坦洋村和山里村的茶园里,采用五点法采

集茶篷下5~20 cm土层的土壤样品;每片茶园选取5个点、每个点取土样1 kg,混合均匀后采用4分法,取1 kg土样用于检测重金属含量。

1.2 As、Cd、Cr、Cu、Hg和Pb含量的测定

土壤样品中Cd、Cr、Cu、Hg和Pb5种元素的含量均采用原子吸收光谱法测定,As采用原子荧光法测定。此次实验样品的前处理和测试分析均委托国土资源部福州矿产资源监督检测中心完成。

1.3 土壤重金属污染评价方法

分别用《无公害食品茶叶》(NY5020-2001)和《有机茶叶产地环境条件》(NY5199-2002)规定的土壤相关重金属限定值作为污染评价标准(限定浓度见表1),采用单因子污染指数法-Nemerow污染指数法相结合的方法进行污染评价。单因子污染指数的计算公式: $P_i=C_i/S_i$

式中, P_i 为污染物的污染指数, C_i 为污染物的实测值, S_i 为污染物的评价标准。

Nemerow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, $P_{j\max}$ 为监测点所有污染物单项污染指数中的最大值, $P_{j\text{ave}}$ 为监测点所有污染物单项污染指数中的平均值。

基金项目: 福建省科技计划重点项目(2008N0134)

作者简介: 林清(1969-),男,助理农艺师,主要从事茶叶生产技术推广方面的工作。E-Mail: lq88@qq.com

表 1 无公害、有机茶园土壤环境标准 (mg/kg) [2]

| | 砷 As | 镉 Cd | 铬 Cr | 铜 Cu | 汞 Hg | 铅 Pb |
|---------------|------|-------|------|------|-------|------|
| 无公害茶园土壤标准浓度极限 | ≤40 | ≤0.30 | ≤150 | ≤150 | ≤0.30 | ≤250 |
| 有机茶园土壤标准浓度极限 | ≤40 | ≤0.20 | ≤90 | ≤50 | ≤0.15 | ≤50 |

表 2 土壤污染分级标准[3]

| 等级划分 | 综合污染指数 | 污染程度 | 污染水平 |
|------|--------------------|------|----------------------------|
| 1 | $P \leq 0.7$ | 安 全 | 清洁 |
| 2 | $0.7 < P \leq 1.0$ | 警戒级 | 尚清洁 |
| 3 | $1.0 < P \leq 2.0$ | 轻污染 | 土壤污染物超过其背景值, 视轻污染, 作物开始受污染 |
| 4 | $2.0 < P \leq 3.0$ | 中污染 | 土壤、作物受到中度污染 |
| 5 | $P > 3.0$ | 重污染 | 土壤、作物受污染已相当严重 |

1.4 土壤重金属污染分级标准

按照 NY/T395 农田土壤污染分级标准 (表 2), 根据土壤综合污染指数划分等级。

2 结果与分析

2.1 不同茶园土壤重金属含量分析

社口镇茶场等 6 个茶园土壤的各种重金属含量见表 3。镇茶场、科技示范场、吉洋村、溪坪村、坦洋村和山里村茶园土壤的 As 含量分别为 7.16 mg/kg、7.03 mg/kg、8.17 mg/kg、7.00 mg/kg、7.07 mg/kg 和 7.53 mg/kg, 除吉洋村和山里村茶园的 As 含量较高外, 其它 4 个茶园的 As 含量都较低, 且差异不大。按照有机茶园土壤环境标准, 这 6 个茶园土壤的 As 含量都低于有机茶园土壤重金属标准浓度极限。

社口镇茶场等 6 个茶园土壤的 Cd 含量在 0.032~0.103 mg/kg 之间, 都低于有机茶园土壤重金属标准浓度极限; 其中镇茶场和吉洋村的 Cd 含量相对较高、分别为 0.103 mg/kg 和 0.073 mg/kg, 山里村的 Cd 含量最低, 仅为 0.032 mg/kg, 科技示范场、坦洋村和溪坪村的 Cd 含量分别是 0.052 mg/kg、0.045 mg/kg 和 0.042 mg/kg, 相互间较接近。

社口镇茶场等 6 个茶园土壤的 Cr 含量在 26.1~28.7 mg/kg 之间, 都低于有机茶园土壤重金属标准浓度极限, 吉洋村、科技示范场和溪坪村的 Cr 含量相对较高、分别为 28.7 mg/kg、28.1 mg/kg 和 27.6 mg/kg, 山里村、镇茶场和坦洋村的 Cr 含量则较低,

分别为 26.4 mg/kg、26.1 mg/kg 和 26.1 mg/kg。

社口镇茶场、科技示范场、吉洋村、溪坪村、坦洋村和山里村茶园土壤的 Cu 含量分别为 6.1 mg/kg、5.9 mg/kg、8.5 mg/kg、5.9 mg/kg、6.8 mg/kg 和 6.9 mg/kg, 都低于有机茶园土壤重金属标准浓度极限, 其中吉洋村的 Cu 含量最高, 坦洋村、山里村的 Cu 含量其次, 镇茶场、科技示范场和溪坪村的 Cu 含量较低。

社口镇茶场等 6 个茶园土壤的 Hg 含量在 0.050~0.110 mg/kg 之间, 都低于有机茶园土壤重金属标准浓度极限, 其中山里村的 Hg 含量最高, 为 0.110 mg/kg; 吉洋村和镇茶场的 Hg 含量中等, 分别为 0.071 g/kg 和 0.065 mg/kg; 坦洋村、溪坪村和科技示范场的 Hg 含量则较低, 分别是 0.058 mg/kg、0.052 mg/kg 和 0.050 mg/kg。

社口镇茶场等 6 个茶园土壤的 Pb 含量在 37.28~52.38 mg/kg 之间, 分别为 44.99 mg/kg、37.28 mg/kg、52.38 mg/kg、42.66 mg/kg、44.51 mg/kg 和 46.14 mg/kg, 除最高的吉洋村 Pb 含量(52.38 mg/kg)略高于有机茶园土壤重金属标准浓度极限(但也低于无公害茶园土壤重金属标准浓度极限)外, 其它茶园的 Pb 含量都低于有机茶园土壤重金属标准浓度极限; 山里村、镇茶场、坦洋村和溪坪村的 Pb 含量较高, 分别为 46.14 mg/kg、44.99 mg/kg、44.51 mg/kg 和 42.66 mg/kg, 科技示范场的 Pb 含量最低, 仅为 37.28 mg/kg。

表 3 福安市社口镇 6 个茶园土壤重金属含量

| 采样地点 | 不同重金属的含量(mg/kg) | | | | | |
|-------|-----------------|-------|------|-----|-------|-------|
| | As | Cd | Cr | Cu | Hg | Pb |
| 镇茶场 | 7.16 | 0.103 | 26.1 | 6.1 | 0.065 | 44.99 |
| 科技示范场 | 7.03 | 0.052 | 28.1 | 5.9 | 0.050 | 37.28 |
| 吉洋村 | 8.17 | 0.045 | 28.7 | 8.5 | 0.071 | 52.38 |
| 溪坪村 | 7.00 | 0.042 | 27.6 | 5.9 | 0.052 | 42.66 |
| 坦洋村 | 7.07 | 0.073 | 26.1 | 6.8 | 0.058 | 44.51 |
| 山里村 | 7.53 | 0.032 | 26.4 | 6.9 | 0.110 | 46.14 |

表 4 福安市社口镇 6 个茶园土壤重金属污染评价

| 采样地点 | 评价标准 | P_i | | | | | | $P_{综合}$ | 污染等级评价 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|--------|
| | | As | Cd | Cr | Cu | Hg | Pb | | |
| 镇茶场 | 无公害标准 | 0.179 | 0.343 | 0.174 | 0.041 | 0.217 | 0.18 | 0.277 | 安全 |
| | 有机标准 | 0.179 | 0.515 | 0.290 | 0.122 | 0.433 | 0.900 | 0.699 | 安全 |
| 科技示范场 | 无公害标准 | 0.176 | 0.173 | 0.187 | 0.039 | 0.167 | 0.149 | 0.169 | 安全 |
| | 有机标准 | 0.176 | 0.260 | 0.312 | 0.118 | 0.333 | 0.746 | 0.575 | 安全 |
| 吉洋村 | 无公害标准 | 0.204 | 0.15 | 0.191 | 0.057 | 0.237 | 0.21 | 0.208 | 安全 |
| | 有机标准 | 0.204 | 0.225 | 0.319 | 0.170 | 0.473 | 1.048 | 0.795 | 警戒级 |
| 溪坪村 | 无公害标准 | 0.175 | 0.14 | 0.184 | 0.039 | 0.174 | 0.171 | 0.167 | 安全 |
| | 有机标准 | 0.175 | 0.210 | 0.307 | 0.118 | 0.347 | 0.853 | 0.648 | 安全 |
| 坦洋村 | 无公害标准 | 0.177 | 0.243 | 0.174 | 0.045 | 0.194 | 0.178 | 0.209 | 安全 |
| | 有机标准 | 0.177 | 0.365 | 0.290 | 0.136 | 0.387 | 0.890 | 0.682 | 安全 |
| 山里村 | 无公害标准 | 0.188 | 0.107 | 0.176 | 0.046 | 0.367 | 0.185 | 0.288 | 安全 |
| | 有机标准 | 0.188 | 0.160 | 0.293 | 0.138 | 0.733 | 0.923 | 0.714 | 警戒级 |

2.2 不同茶园土壤重金属安全质量评价

社口镇 6 个茶园土壤的各种重金属单因子污染指数及采用 Nemerow 污染指数法计算出的综合污染指数与污染等级见表 4。

按无公害茶园标准来判断，社口镇茶场等 6 个茶园土壤的 As、Cd、Cr、Cu、Hg 和 Pb 的单项污染指数均<1.0，表明均未达到污染级别；综合污染指数 $P_{综合}$ 也都≤0.7，完全符合无公害茶叶生产基地的要求。

按有机茶园标准来判断，社口镇茶场等 6 个茶园土壤的 As、Cd、Cr、Cu、Hg 和 Pb 的单项污染指数，除吉洋村的 P_{Pb} >1.0 外，其余的均<1.0，表明吉洋村茶园土壤略受 Pb 轻微污染外，其余茶园土壤均未受 Pb 污染；镇茶场、科技示范场、溪坪村和坦洋村的综合污染指数分别为 0.699、0.575、

0.648 和 0.682，都小于 0.7，符合有机茶叶生产基地的要求，吉洋村、山里村的综合污染指数分别为 0.795 和 0.714，介于 0.7~1.0 之间，处于警戒级。

3 小结与讨论

本研究结果表明，福安市社口镇茶园土壤环境质量较高，未受到 As、Cd、Cr 和 Cu 等重金属的污染，完全符合无公害茶叶生产基地的要求。参照有机茶园土壤环境标准，除吉洋村茶园土壤的 Pb 单项污染指数略大于 1.0 外，其余茶园土壤的 As、Cd、Cr、Cu、Hg 和 Pb 单项污染指数均小于 1.0；综合污染指数方面，吉洋村、山里村介于 0.7~1.0 之间，其余茶园土壤的 As 等重金属综合污染指数都小于 0.7，茶园土壤环境总体质量良好，符合有机茶园土壤质量标准，适合发展有机茶叶生产。

（下转第 23 页）

