

吉林省东部山区人参栽培基地土壤污染现状与评价

李 莉, 赵晓松

(吉林农业大学资源环境学院, 吉林 长春 130118)

摘要: 通过现场采样及室内分析方法, 对吉林省东部山区人参栽培基地土壤中有机氯农药残留和重金属污染现状进行了调查与评价。结果表明, 拟建人参栽培基地土壤中重金属含量在背景值范围内, BHC、PCNB、DDT 的含量分别为 0.000 4 ~ 0.174 6、0.000 3 ~ 0.937 8、0.000 1 ~ 0.205 8 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。就污染的普遍性和严重性而言, PCNB 污染最为普遍和严重。综合污染评价结果表明, 敦化、抚松、集安 3 个观测地区的土壤环境质量等级小于 2 级, 符合中药材 GAP 生产基地的要求。

关键词: 现状评价; 重金属污染; 有机氯残留; 土壤; 人参生产基地

中图分类号: X825 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672 - 2043(2005)02 - 0403 - 04

Investigation and Assessment on Pollution of Ginseng Cultivation Soil in the East Mountain Areas of Jilin Province

LI Li, ZHAO Xiao-song

(College of Resources and Environmental Sciences, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

Abstract: The heavy metals and OCPs remnants from ginseng cultivation soil (Fusong, Changbai, Ji'an, Jingyu and Dunhua) were investigated and assessed for improving the quality of ginseng products and providing scientific basis and reference to establish Good Agricultural Practice of Medicinal Plants and Animals (GAP) for ginseng production. The results showed that the contents of heavy metals were all below the soil background. The contents of BHC were 0.000 4 ~ 0.174 6 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, the average being 0.002 ~ 0.018 5 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, PCNB were 0.000 3 ~ 0.645 6 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, the average being 0.006 2 ~ 0.095 6 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, both detected in all of the 57 monitoring points. The contents of DDT were 0.000 1 ~ 0.205 8 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, with the average 0.000 4 ~ 0.026 1 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. DDT was found in all the soil samples from Changbai and Dunhua, and the average content of DDT in the samples from Fu Song, Ji'an and Jingyu was 66.7%, 88.9% and 83.3%, respectively. The synthetic pollution index assessment of heavy metals and OCPs remnants showed that the soil environment quality of Dunhua belonged to the first degree; the ones of Fu Song and Ji'an belonged to the second degree, so the soil in these areas accorded with the request of no social effects of pollution production of GAP. The soil environment quality of Changbai and Jingyu exceeded the standard only a little and belonged to the third degree. The single factor pollution index showed that the PCNB pollution of ten monitoring points in this two areas were slight, with only one point being serious. Therefore, in order to build ginseng producing base in this area, more monitoring points should be set up and the environment protection sense of the farmers should be improved for preventing the pollution from human activity.

Keywords: assessment; heavy metal; organic chlorine pesticide; soil; ginseng production bases

近年来, 我国农产品产地的土壤污染虽有所下降, 但个别地区污染物的残留量仍较高^[1-6], 致使一

些中草药中有机氯的检出率相当高^[7-9]。而人参作为祖国药学的宝贵遗产, 其栽培地的环境质量比一般食品生产地的质量更为重要。人参产地环境受到污染, 直接影响人参的产品质量, 威胁人类健康, 也是进入国际市场的障碍。由于其种植地域不同和生长期较长(一般需 5 ~ 6 a), 对土壤中残留性污染物具有一定的富集作用^[10, 11]。因此, 应加强对人参栽培基地的环

收稿日期: 2004 - 06 - 16

基金项目: 吉林省科技厅资助(吉科合 212 - 10)

作者简介: 李 莉(1968—), 女, 环境工程硕士。

联系人: 赵晓松, 教授。E-mail: lilikxd@mail.china.com

境质量监测和管理,建立系统的无公害人参生产基地环境质量评价标准和开展有害物质的检测标准的研究。培育无公害人参是中药材GAP的重要内容,同时也是人参生产质量管理规范(GAP)的要求。我国的绿色食品生产已经建立了相应的机构以及生产地环境质量评价体系^[12,13],关于无公害中药材栽培及环境评价体系仍需要进一步完善。本文在调查吉林省东部山区人参栽培基地土壤污染状况的基础上,对主要拟建无公害人参栽培基地的土壤环境质量现状进行了评价,以期对吉林省无公害人参基地的建设提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 调查区概况

吉林省东部山区是主要的人参栽培地区,已有多年的人参栽培历史。由于人工栽培方式和人参生长发育对环境条件的特殊要求,使森林土壤在栽培过程中逐渐改变了其原有的一些理化性质,形成了一些相对稳定的性状,从而产生了不同类型的参地土壤。吉林省的参地土壤主要为分布在长白山区针阔混交林下的暗棕壤和白浆土。该地区的年平均降水量为600~700 mm,年平均气温为2℃~3℃,湿润系数大于1.2,无霜期为100~120 d^[10]。

1.2 布设采样点

本次调查内容为栽参土壤中重金属(Cr、Cd、As、Hg、Pb)的含量和有机氯农药的残留量。调查范围包括抚松、靖宇、长白、集安、敦化等5个主要人参产区,在面积为1 000 km²的采样区域内,根据不同的土地利用类型以及所在区域的代表性和采样点的均匀性,共设57个采样区域(观测点),布设238个采样点,采集土壤样品57个。

1.3 采样和制样

人参生长不仅对表层土壤要求严格,对亚表层土壤也有严格的要求。调查中采集0~40 cm耕层土样,并做到同时、多点、等量进行。根据采样方法、采样面积、地形条件和土壤差异性等组成混合样的分点数,多点取样混合成一个代表样。每个混合土壤样品采样1 kg。

土样自然风干后,捡去土壤侵入物,磨碎,测定重金属的土样过100目尼龙筛,测定有机氯的土样过100目不锈钢筛。分别装入标本瓶中保存。

1.4 有机氯分析方法

有机氯农药的处理和分析参照GB/T14550-93规定的标准方法进行。称取5.0 g(100目)土壤样品,

丙酮-石油醚(1/4体积比)混合溶剂超声提取,浓H₂SO₄磺化法净化,用K-D瓶浓缩至1 mL,进行毛细管柱/GC/ μ -ECD测定,随即抽取20%的样品进行平行双样测定。全程执行质量控制程序。

1.5 重金属分析方法

参照《土壤环境质量监测分析方法》^[14]中规定的标准方法进行土壤中重金属含量分析。

土壤中Cd和Pb的测定:采用王水-HClO₄体系湿法消化,石墨炉原子吸收分光光度法测定。Cr的测定:采用H₃PO₄-HNO₃体系湿法消化,二苯碳酰二肼分光光度法测定。Hg的测定:采用HNO₃-H₂SO₄-V₂O₅体系湿法消化,冷蒸汽原子吸收分光光度法测定。As的测定:采用HNO₃-H₂SO₄体系湿法消化,二乙基二硫代氨基甲酸银分光光度法测定。

2 结果与讨论

2.1 不同地区土壤中有机氯农药残留现状

通过对采集的57个土壤样品进行测定,各地区土壤中有机氯农药残留分析的结果列于表1中。结果表明,在57个土壤样品中BHC、PCNB的检出率均为100%,DDT的检出率为87.7%,其中,长白和敦化地区观测点土壤中DDT残留检出率为100%,抚松地区观测点土壤中DDT检出率为66.7%,集安地区为88.9%,靖宇地区为83.3%。以GB15618-1995的二级标准为参照,有2个观测点的PCNB超过标准值。以绿色食品生产基地环境质量标准为参照,BHC有6个观测点达到了轻度污染;PCNB有12个观测点达到了轻度污染,2个观测点达到了重度污染;DDT只有1个观测点达到了轻度污染。

另外,各观测区土壤中BHC、PCNB、DDT残留量的变异很大,其中抚松地区观测点BHC、DDT的变异系数为269.2%、278.2%,靖宇地区观测点PCNB的变异系数为277.7%,说明部分观测区的参农在人参栽培过程中曾经使用过有机氯农药。

2.2 不同地区土壤中重金属污染现状

通过对采集的57个土壤样品进行测定,土壤中重金属含量和该地区土壤的背景值含量分别列于表2和表3中。结果表明,上述5个观测区土壤中重金属的含量均在该地区土壤背景值的范围内,说明土壤均未受到重金属的污染,这可能与供试土壤一般都远离重金属污染源有关。

2.3 不同地区土壤污染现状评价

单因子污染指数公式为:

表 1 不同地区土壤中有有机氯农药残留现状($\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)Table 1 The residual level of OCPs in soils of different areas($\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)

| 采样地点 | 数量 | BHC | | | | PCNB | | | | DDT | | | | | | |
|----------------|----|-----------------------------------|-----------------------------------|-------|------|-----------|------|-------|-----|-----------|------|-----------------------------------|-----------------------------------|----|------|-----|
| | | 含量范围 | | 均值 | 变异系数 | 检出率 | 含量范围 | | 均值 | 变异系数 | 检出率 | 含量范围 | | 均值 | 变异系数 | 检出率 |
| | | $/\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ | $/\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ | | | | $\%$ | $\%$ | | | | $/\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ | $/\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ | | | |
| A ₁ | 12 | 0.7~174.6 | 18.5 | 269.2 | 100 | 0.4~30.2 | 6.2 | 158.1 | 100 | 0.2~205.8 | 26.1 | 278.2 | 66.7 | | | |
| A ₂ | 12 | 0.9~47.4 | 14.6 | 101.4 | 100 | 1.0~53.9 | 11.9 | 122.7 | 100 | 0.1~0.9 | 0.5 | 40.0 | 88.9 | | | |
| A ₃ | 12 | 0.4~47.0 | 9.2 | 185.9 | 100 | 3.2~937.8 | 95.7 | 277.7 | 100 | 0.1~2.8 | 1.1 | 81.8 | 83.3 | | | |
| A ₄ | 9 | 1.8~8.3 | 3.7 | 51.4 | 100 | 0.3~645.6 | 92.8 | 225.6 | 100 | 0.2~0.8 | 0.4 | 50.0 | 100 | | | |
| A ₅ | 12 | 0.6~4.9 | 2.0 | 75.0 | 100 | 0.4~88.0 | 13.0 | 196.9 | 100 | 0.2~16.5 | 2.9 | 155.2 | 100 | | | |

注:A₁为抚松;A₂为集安;A₃为靖宇;A₄为长白;A₅为敦化。以下同。

表 2 不同地区土壤中重金属残留现状($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)Table 2 The residual level of heavy metals in soils of different areas($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)

| 采样地点 | 数量 | Cr | | As | | Pb | | Cd | | Hg | | | |
|----------------|----|-------------|-------|------------|------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|--|----|
| | | 范围 | | 均值 | 范围 | | 均值 | 范围 | | 均值 | 范围 | | 均值 |
| | | | | | | | | | | | | | |
| A ₁ | 12 | 6.34~14.36 | 9.33 | 3.38~7.98 | 6.01 | 8.95~16.25 | 12.13 | 0.096~0.22 | 0.157 | 0.011~0.023 | 0.017 | | |
| A ₂ | 12 | 9.77~19.01 | 13.29 | 4.35~9.37 | 7.29 | 8.99~14.43 | 11.20 | 0.143~0.235 | 0.190 | 0.014~0.025 | 0.020 | | |
| A ₃ | 12 | 9.77~16.22 | 13.32 | 7.04~10.72 | 9.08 | 16.25~19.42 | 18.20 | 0.099~0.157 | 0.135 | 0.016~0.021 | 0.018 | | |
| A ₄ | 9 | 15.44~20.03 | 17.92 | 5.38~7.04 | 6.09 | 9.12~15.67 | 12.24 | 0.097~0.155 | 0.132 | 0.025~0.041 | 0.032 | | |
| A ₅ | 12 | 17.22~27.59 | 21.50 | 3.38~6.75 | 5.19 | 10.09~17.85 | 14.45 | 0.111~0.248 | 0.172 | 0.014~0.029 | 0.022 | | |

表 3 不同地区土壤的重金属背景值($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)Table 3 The background values of heavy metals in soils of different areas($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)

| 产地 | Cr | As | Pb | Cd | Hg |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| A ₁ | 16.30 | 8.07 | 18.02 | 0.241 | 0.029 |
| A ₂ | 21.22 | 11.92 | 16.55 | 0.237 | 0.029 |
| A ₃ | 18.12 | 11.50 | 21.15 | 0.165 | 0.022 |
| A ₄ | 21.02 | 7.19 | 12.26 | 0.168 | 0.044 |
| A ₅ | 30.89 | 7.37 | 18.76 | 0.270 | 0.029 |

$$P_i = \frac{C_i}{S_i}$$

式中: P_i 为土壤中污染物*i*污染指数; C_i 为污染物*i*的实测值; S_i 为污染物*i*的评价标准。

有机氯农药的评价标准采用绿色食品生产基地环境质量标准^[12],重金属的评价标准采用不同地区土壤中重金属的背景值。单项污染指数分级标准为: $P_i \leq 1$ 属非污染, $1 < P_i \leq 2$ 属轻污染, $2 < P_i \leq 3$ 属污染, $P_i > 3$ 属重污染。

对 57 个供试土壤进行单因子评价,从评价结果看,有 2 处土壤受到重度污染(P_i 分别为 4.752、3.582),污染物为 PCNB;有 19 处受到轻度污染,其中受到 BHC 污染的地区为 6 处,PCNB 为 12 处,DDT 为 1 处。

观测区土壤很少有多种有机氯污染同时超标的现象,因此,为全面反映各种污染物对土壤环境质量的贡献,突出高质量分数污染物对土壤环境质量的贡献作用,采用内梅罗(N. L. Nemerow)污染指数进行综合评价。这样,可以兼顾污染物的平均值和最大值,突

出主要污染物对土壤环境质量的污染贡献作用^[15]。

内梅罗污染指数公式为:

$$P_{\text{综}} = \left[\frac{1}{2} (P_{\text{最大}}^2 + P_{\text{平均}}^2) \right]^{1/2}$$

式中: $P_{\text{综}}$ 为内梅罗综合污染指数; $P_{\text{最大}}$ 为单项污染指数最高值; $P_{\text{平均}}$ 为参加评价的单项污染指数的算术平均值。

按综合污染指数分级标准: $P_{\text{综}} \leq 0.7$ 时,土壤环境质量等级为 1 级; $0.7 < P_{\text{综}} \leq 1$ 时为 2 级; $1 < P_{\text{综}} \leq 2$ 时为 3 级; $2 < P_{\text{综}} \leq 3$ 时为 4 级; $P_{\text{综}} > 3$ 时为 5 级。评价区域内的土壤综合污染指数达到 3 级或 3 级以上时,表明该地区的土壤已经受到一定程度的污染,土壤质量不符合 GAP 无公害中药生产基地的要求。

对 5 个主要人参产区各观测点进行综合污染指数评价,其结果列表 4。

结果表明,敦化地区观测点的土壤环境质量等级属 1 级,抚松、集安 2 个地区观测点的土壤环境质量等级属 2 级,均符合无公害人参生产基地 GAP 的要

表 4 不同地区综合污染指数及分级

Table 4 The synthetic pollution indexes and grades of various regions

| 产地 | $P_{\text{综}}$ | 污染等级 |
|----------------|----------------|------|
| A ₁ | 0.834 | 2 |
| A ₂ | 0.762 | 2 |
| A ₃ | 1.058 | 3 |
| A ₄ | 1.032 | 3 |
| A ₅ | 0.696 | 1 |

求;靖宇和长白地区观测点的土壤环境质量等级属3级,但其与标准相比超标0.058倍和0.032倍,而且由单因子污染指数可见,这2个地区观测点中PCNB达到轻污染以上的有10个,其中各有1处达到重污染。因此,在该地区建立无公害人参生产基地,不仅要加多观测点,而且需要加强对参农环境意识的宣传和教教育,使他们认识到使用国家禁用农药的危害,从而杜绝人为的污染。

3 结论

(1)吉林省东部山区5个主要人参产区的土壤均未受重金属污染,这是由于栽参土壤都是取自森林土壤,土壤一般都远离重金属污染源。

(2)吉林省东部山区5个主要人参产区的土壤环境质量整体尚好,但个别观测点PCNB的单因子污染指数为4.752、3.582,属重度污染。

(3)通过对供试土壤的综合污染指数评价,结果表明:敦化地区观测点的土壤环境质量等级属1级,抚松、集安2个地区观测点的土壤环境质量等级属2级,均符合中药材GAP生产基地的要求;靖宇和长白地区观测点的土壤环境质量等级属3级,其与标准值相比超过标准0.058倍和0.032倍。

参考文献:

[1] 丁国强.上海市蔬菜种植区土壤污染现状调查[J].上海农业学

- 报,1991,(4):59-62.
- [2] 戴 军.广州菜地生态环境的污染特征[J].土壤通报,1995,(1):46-49.
- [3] 周艺敏.天津地区土壤重金属分布特征[J].天津农业科学,1988,(4):55-58.
- [4] 苗桂珍.辽宁省绿色生产基地土壤污染现状及评价[J].辽宁农业科学,1991,(3):33-35.
- [5] Yu J X,Hu X Z,Shao J J. *Chinese Journal of Chromatography (Se Pu)*, 2000, 18(4):346-349.
- [6] Poli M De,Barbina M T,Damiano V. *Chinese Journal of Chromatography (Se Pu)*. 1997,765:127-131.
- [7] Zhang S M,Guo H Z,Chen J M. *China Journal of Chinese Materia (Zhongguo Zhongyao Za Zhi)*, 2000,25(7):402-405.
- [8] Wu J L,Sheng W Q. *Environment & Development (Huanjing Yu Kaifa)*, 1998,13(3):48-50.
- [9] Lee M R,Yeh Y C,Hsiang W S,et al. *Journal of Chromatography (Se Pu)*, 1998,806:317-324.
- [10] 中国绿色食品发展中心.绿色食品标准.1994.7.
- [11] 吉林省土壤肥料总站.吉林土壤[M].北京:中国农业出版社,1998.
- [12] 杨靖春.全国人参科技资料汇编.I栽培分册[M].1985.531-532.
- [13] 城乡建设环境保护部环境保护局.环境监测分析方法[M].1983.278-308.
- [14] 叶文虎,栾胜基.环境质量评价学[M].北京:高等教育出版社.1994.164-167.