

银川城市土壤中有机氯农药残留及其潜在风险

王 伟^{1,2}, 李兴红^{2,†}, 陆 海¹, 王喜智^{1,2}, 蒋湘宁¹

(1. 北京林业大学, 北京 100083; 2. 中国科学院生态环境研究中心环境化学与生态毒理学国家重点实验室, 北京 100085)

摘 要: 利用 GC-ECD 方法测定了银川市城市土壤(城市公园、绿地及郊区农田)中典型有机氯农药六氯苯、六六六和滴滴涕的含量和组成特征。结果表明, 六氯苯的残留量为 0.0729–1.244 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (中值: 0.350 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$), 六六六的残留量为 0.306–74.219 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (中值: 0.852 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$), 滴滴涕的残留量为 0.284–1 068.428 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (中值: 2.236 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)。同其它地区相比, 银川市城市土壤中六氯苯、六六六和滴滴涕的残留量很低, 几乎不存在有机氯农药污染土壤的现象。不过, 个别采样点存在滴滴涕污染的潜在生态风险, 还需进一步探讨。

关键词: 银川; 土壤; 有机氯农药

中图分类号: X825 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-0375(2008)02-0032-06

有机氯农药 (Organochlorine Pesticides, OCPs) 属于高效广谱农药, 对病虫害的防治和农作物产量的提高发挥了很大作用, 滴滴涕 (DDTs)、六六六 (HCHs) 和六氯苯 (HCB) 就是其中重要的三种。后来研究发现它们难以降解, 并可发生长距离迁移, 易在野生动植物和许多非目标生物体内积累, 最终对人类会产生长期和潜在的危害。鉴于此, 从上世纪 70 年代开始, 绝大多数发达国家开始禁用有机氯农药。工业六六六和滴滴涕曾是我国最主要的农药品种, 在我国的累积产量分别约 4.9×10^6 吨和 4.0×10^5 吨^[1]。由于目前在我国还没有很理想的替代品, 林丹 (含 90%–100% 的 γ -HCH) 仍可以注册使用; 滴滴涕仍可用于病媒控制, 还可作为生产杀虫剂三氯杀螨醇的中间体; HCB 既可被用作杀虫剂也可被用作工业化学品。有机氯农药施于环境中后, 只有不到 20% 被植物吸附, 其余的以各种形式最终汇集于土壤中, 累积在土壤中的这些有机氯农药会进一步通过食物链、呼吸、皮肤接触等进入人体, 从而影响人的健康^[2]。土壤中有机氯农药污染状况和其生态毒理等广受科学工作者的重视。

银川市地处黄河上游宁夏平原中部, 改革开放以来, 城市面积不断扩大, 城市人口不断增加, 已经成为一个蓬勃发展的新兴农业和工业城市。目前, 银川市市区面积 1 482 平方公里, 辖兴庆区、金凤区和西夏区三区。受工业、农业、商业、交通等人类活动的强烈影响, 城市土壤中污染

收稿日期: 2007-11-24

基金项目: 国家自然科学基金项目 (20607026)

作者简介: 王伟 (1980-), 女, 宁夏平罗人, 硕士研究生, 研究方向: 环境毒理生物化学与分子生物学。† 通讯作者, lxhzpb@rcees.ac.cn

物不仅种类复杂而且量多, 加上城市人口密集, 这些存在的污染物很可能对生活在其中的城市居民的健康造成危害. 因此, 研究城市土壤的污染状况并对其进行评价具有十分重要的意义. 目前, 关于银川城市土壤污染状况的相关报道很少. 本文选取银川作为研究区域, 以土壤(包括休闲娱乐的公园土壤、城市绿地土壤和农业土壤)作为研究对象, 对银川土壤中有机氯农药的残留状况进行研究, 为银川土地资源的合理利用提供基础数据.

1 试验方法

1.1 样品采集

本工作的 12 个土壤样品分别来自于银川市 3 个区(兴庆区、金凤区、西夏区)的 8 个具有代表性的公园和 2 处城市景观绿地以及 2 处郊区农田. 采集 0-5cm 表层土壤, 每个样品由采样点的 6-10 个子样品混合而成. 将土壤样品带回实验室, 剔除树枝和石块等杂质, 冷冻干燥, 过 40 目筛后装入棕色样品瓶中, 置于冰箱内 4℃ 保存待用.

1.2 试剂

100 mg L⁻¹ 的 8 种有机氯农药 HCB、 α -HCH、 β -HCH、 γ -HCH、*p,p'*-DDT、*p,p'*-DDE、*o,p'*-DDT 和 *p,p'*-DDD 的石油醚标准溶液(来自农业部环境保护科研监测所), 在使用前用异辛烷进一步稀释到 10.0 μ g·L⁻¹、50.0 μ g·L⁻¹、100 μ g·L⁻¹、150 μ g·L⁻¹、200 μ g·L⁻¹; 2,4,5,6-四氯-间二甲苯(2,4,5,6-TCmX)作为代用标准, 分别溶于异辛烷并稀释至一定浓度备用; 无水硫酸钠(分析纯, 北京化学试剂厂, 600℃下活化 6h); 氟罗里硅土(60-100 目, 美国 Supelco 公司, 130℃下活化 16h); 丙酮(分析纯, 北京化学试剂厂, 经全玻璃系统精密蒸馏后使用); 正己烷(农残级); 乙醚(农残级).

1.3 土壤前处理和分析方法

土壤前处理和分析方法主要依据参考文献[3]. 简述如下: 准确称取 5g 土和 5g 无水硫酸钠充分研磨后, 在 30mL 丙酮-正己烷(1:1, v:v) 中超声萃取 5min, 2000rpm 离心分离 5min, 重复三次, 合并萃取液, 收集萃取液旋转蒸发, 把溶剂替换为正己烷. 萃取液经新制的活化铜粉除硫后, 过自填的氟罗里硅土柱. 称取 5g 氟罗里硅土, 用正己烷作溶剂湿法装柱, 并在上面加入 1g 无水硫酸钠. 用 40mL 正己烷进行淋洗, 待淋洗完, 弃去淋洗液后, 上样. 再用 50mL 的正己烷-乙醚(90:10, v:v) 作为洗脱液, 收集全部洗脱液浓缩至 0.2mL 待定性定量分析用.

色谱分析用 Agilent 6890 气相色谱仪配带 Ni⁶³ 电子捕获检测器(GC- μ ECD, Agilent)完成. DB-5 石英毛细管柱 30m \times 0.25mm i.d. \times 0.25 μ m (Hewlett-Packard 公司). 进样口温度 225℃, 检测器温度 310℃. 升温程序为: 初温 100℃, 保持 2min, 以 10℃·min⁻¹ 升至 160℃, 再以 4℃·min⁻¹ 升至 230℃.

再以 10℃·min⁻¹ 升至 280℃, 保持 10min. 不分流方式进样, 进样量为 1 μ L, 载气为高纯氮气, 流速为 0.7mL·min⁻¹.

1.4 质量控制

所有样品在提取前均加入一定浓度的 2,4,5,6-TCmX 作为代用标准. 2,4,5,6-TCmX 在所有检测样品中的回收率的平均值和相对标准偏差分别为 84.63% 和 5.8%, 完全能够满足有机氯农药痕量分析的要求. 以信噪比的 3 倍作为方法的检出限(Limit of detection, LODs), 5 倍作为方法的定量限(Limit of quantity, LOQs). 本实验条件下, 在 200 μ g·L⁻¹ 浓度的加标水平上, HCB、 α -HCH、 β -HCH、 γ -HCH、*p,p'*-DDE、*p,p'*-DDD、*o,p'*-DDT 和 *p,p'*-DDT 五次加标的平均回收率、相对标准偏差、方法的检出限和定量限见表 1. 对每 10 个样品或每批样品分析时增加全分析过程空白, 并

且进行一个样品的重复测定和基体加标回收试验. 每个工作日在分析之前, 以 o,p' -DDT 和 p,p' -DDT 的混合标准溶液检查进样口是否引起 DDT 的降解. 只有 DDT 分解为 DDD 和 DDE 的程度小于 10%, 仪器方能用于样品的测定.

表1 8种有机氯农药平均回收率、相对标准偏差、方法检出限和方法定量限($n=5$)

农药	回收率 (%)	相对标准偏差 (%)	LODs ($\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	LOQs ($\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	农药	回收率 (%)	相对标准偏差 (%)	LODs ($\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	LOQs ($\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)
HCB	89.05	4.2	0.097	0.162	p,p' -DDE	92.25	7.1	0.072	0.120
α -HCH	87.29	3.2	0.049	0.082	p,p' -DDD	86.84	4.7	0.086	0.143
β -HCH	89.35	2.9	0.065	0.108	o,p' -DDT	90.64	3.9	0.065	0.108
γ -HCH	94.76	5.6	0.031	0.052	p,p' -DDT	88.90	6.3	0.078	0.130

2 结果与讨论

在所有土壤样品(公园、绿地、农田)中均能检测到这八种有机氯农药, 各化合物的残留现状如表2所示. 经过初步分布类型检验, 发现各数据均呈现非正态分布, 故在以后的数据讨论中采用中值代替平均值的方式进行.

2.1 六氯苯残留现状

由表2可见, 银川城市土壤中六氯苯是普遍存在的一类持久性有机污染物. 与加拿大农用土壤中六氯苯限量值^①($50\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)比较, 该地区土壤中的六氯苯最高值仅为 $1.244\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 中值仅仅为 $0.350\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 远远低于该限量值, 说明银川城市土壤样品中六氯苯含量是很低的. 目前我国并不允许六氯苯直接作为农药使用, 但仍可利用其作为中间体生产五氯酚和五氯酚钠, 而且六氯苯在我国农业上曾用于种子处理, 以控制小麦黑穗病等. 这

表2 银川市土壤中有机氯农药残留状况 ($\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)

农药	最大值	最小值	平均值	RSD(%)	中值	分布
HCB	1.244	0.0729	0.48	70.04	0.350	非正态
α -HCH	0.382	0.0172	0.12	109.15	0.063	非正态
β -HCH	73.436	0.152	7.65	274.28	0.558	非正态
γ -HCH	0.459	0.0523	0.21	63.06	0.204	非正态
p,p' -DDE	522.949	0.135	45.22	332.79	1.100	非正态
p,p' -DDD	23.843	0.0127	2.08	329.27	0.078	非正态
o,p' -DDT	22.956	0.0243	2.47	263.01	0.338	非正态
p,p' -DDT	498.680	0.0462	42.29	339.86	0.500	非正态
ΣHCHs	74.219	0.306	7.98	265.11	0.852	非正态
ΣDDTs	1 068.428	0.284	92.06	334.04	2.236	非正态

注: nd=未检出

些行为都会造成六氯苯在环境中的残留. 在持久性有机污染物(POPs)中, 六氯苯有较低的蒸汽压和较高的挥发性, 残留在环境介质中的六氯苯较易以蒸汽形式存在或者吸附在大气颗粒物上, 在大气的带动下作远距离迁移, 通过“全球蒸馏效应”和“蚱蜢跳效应”而沉积到全球各地. 在采集的银川城市土壤中, 六氯苯 100% 检出, 但是样品中含量却很低, 城市土壤中六氯苯可能来自区域大气沉降.

2.2 HCHs 残留现状

在银川市所有土壤样品中都检测到了HCHs. ΣHCHs (α -HCH、 β -HCH、 γ -HCH之和)的范围为 $0.306\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ - $74.219\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 中值为 $0.852\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$. 在金凤区的绿地土壤 ($12.808\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) 和兴庆区的中山公园土壤 ($74.219\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) 中 ΣHCHs 值较高, 在其它土壤样品中其值小于 $2.115\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$. 与

① 史双昕, 周丽, 邵丁丁, 等. 北京地区土壤中有机氯农药类 POPs 残留状况研究[J]. 环境科学研究, 2007, 20(1): 24-29.

国内外其它地区土壤中HCHs残留量(见表3)比较, 银川城市土壤中HCHs的浓度明显低于其它地区农业土壤和城市土壤中HCHs的浓度^[4-7], 甚至比中国背景地区西藏土壤中HCHs的浓度还低或接近^[8]. 参考中国土壤环境质量一级土壤标准(限值为: $50\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)^[9], 可以认为银川城市土壤(除中山公园土壤外)几乎没有HCHs污染. 不过, 部分土壤样品中较高浓度的HCHs也值得关注(如中山公园土壤).

表3 不同区域土壤中HCHs和DDTs的残留量

地区	土壤类型	$\Sigma\text{HCHs}(\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1})$	$\Sigma\text{DDTs}(\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1})$	数据来源
罗马尼亚	农田土壤	28.4±33.7	226.9±157.2	文献[4]
	城市土壤	29.2±27.1	113.1±151.8	文献[4]
哥伦比亚	农田土壤	150(均值)	3119(均值)	文献[5]
青岛	农田土壤	4.60(均值)	31.80(均值)	文献[6]
青岛	菜地土壤	7.34(均值)	57.04(均值)	文献[6]
珠江三角洲	农田土壤	nd-7.87, 1.24(均值)	nd-176.63, 14.09(均值)	文献[7]
西藏	洁净区域土壤	0.2-5.4	nd-28.3	文献[8]
银川	城市土壤	0.852(中值)	2.236(中值)	本研究

注: nd=未检出

工业HCHs主要由 α -HCH、 β -HCH、 γ -HCH和 δ -HCH四种异构体组成. 其中 β -HCH是工业六六六在环境中的主要降解产物, 其挥发性较低, 稳定性较高, 难以生物降解, 为4种异构体中最稳定的一种, 最容易在环境中残留. 工业六六六中 β -HCH百分含量一般在5% - 14%之间^[10]. 通常情况下, 如果环境中存在着比工业六六六中 β -HCH百分含量高得多的 β -HCH, 就意味着土壤中HCHs已经经过了长时间的降解, 没有新的工业HCHs输入源. 在所研究的银川城市土壤中, β -HCH异构体均为土壤样品中HCHs的主要残留物, 占了总量的47% - 98%, 是工业六六六产品中 β -HCH含量的3 - 19倍, 如此高的百分含量说明了银川城市土壤中六六六来自于历史上HCHs使用的残留, 并没有新的HCHs输入源. 另外, α -HCH/ γ -HCH的值(浓度比)可以用来判断环境中HCHs是否来源于工业HCHs或林丹^[11]. 在工业HCHs中, 该值在4.64 - 5.83的范围内是相对稳定的, 而在林丹中该比值接近0^[12]. 在本研究中, 该值在0.168 - 0.963之间变动, 表明银川市土壤中HCHs可能有一部分来自于工业HCHs, 一部分来自于林丹. 值得注意的是, 中山公园内土壤和居民区绿地土壤有比其他采样点位明显高得多的HCHs残留($74.219\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 和 $12.808\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$). 中山公园建于1929年, 这两处土壤中较高浓度的HCHs残留可能与曾经使用有机氯农药作为杀虫剂有关, 属于点源污染; 其它采样点土壤中六六六残留与中国背景(西藏高原)土壤^[8]中残留接近. 可以认为银川城市大部分土壤中六六六来自于大气的沉降, 属于面源污染.

2.3 DDTs 残留现状

在所有土壤样品中DDTs均有检出. ΣDDTs (p,p' -DDT、 p,p' -DDE、 o,p' -DDT、 p,p' -DDD之和)的范围为 $0.284\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ - $1\ 068.428\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 中值浓度为 $2.236\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$. 中山公园土壤中 ΣDDTs ($1068.428\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)远远高于其它采样点, 甚至超过中国土壤环境质量三级土壤标准(限值为: $1\ 000\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)^[9]; 不过, 其它采样点土壤中 ΣDDTs 的值小于 $15.792\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 明显低于中国土壤环境质量一级土壤标准(限值为: $50\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)^[9]. 与国内外其它地区土壤中DDTs残留量(见表3)比较, 银川城市土壤中DDTs的浓度中值明显低于其它地区农业土壤和城市土壤^[4-7], 与中国背景地区西藏土壤环境中 ΣDDTs 接近^[8], 这些均表明, 银川城市土壤(除中山公园土壤外)可以认为

几乎没有DDTs污染。不过,部分土壤样品中较高浓度的DDTs也值得关注(如中山公园土壤)。

由于 p,p' -DDT 在自然环境下会降解,主要代谢产物是 DDE 和 DDD,且 DDE 比 DDT 和 DDD 更难以降解,所以在土壤中 DDE 会大量残留。由此, p,p' -DDT / (p,p' -DDE + p,p' -DDD) 值(浓度比)被用来推断工业 DDTs 在环境中的残留时间长短^[10],该比值大于 1 说明最近有 DDTs 原液在使用;比值小于 1 说明在环境中残留的 DDTs 经过了较长时间的降解^[13]。在采集的土壤样品中, DDE 占了很高的比例(38.82% - 66.70%), p,p' -DDT / (p,p' -DDE + p,p' -DDD) 的值(浓度比)在所有样品中(包括中山公园)均小于 1,这说明在这些地区, DDTs 的污染很大可能是来自历史工业 DDTs 的输入。另外三氯杀螨醇包含了 3%-7% 的 DDTs,三氯杀螨醇的使用也是环境中 DDTs 的来源之一。 o,p' -DDT / p,p' -DDT 值(浓度比)被用来区分 DDT 的污染是来自工业 DDTs 还是来自三氯杀螨醇。在工业 DDTs 中,该比值范围是 0.2 - 0.3;在三氯杀螨醇中,该比值范围是 1.3 - 9.3 或者更高^[14]。在调查的土壤中该比值绝大多数在 0.3 - 1.3 之间,这表明银川城市土壤环境中的 DDTs 残留可能主要来自工业 DDTs 和三氯杀螨醇的混合。值得注意的是,中山公园内土壤有比其它采样点位明显高得多的 DDTs 残留($1\ 068.428\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$),而且 DDE 是其主要成分, o,p' -DDT / p,p' -DDT 比值(浓度比)仅仅为 0.046,这样的数据表明中山公园土壤环境中 DDTs 应该主要来自于历史上工业 DDTs 的使用,属于点源污染,这与我国上世纪 50-70 年代曾经大量使用工业 DDTs 以防治植物病虫害的实际情况相符合(中山公园建于 1929 年)。其它采样点土壤中 DDTs 残留与其在中国背景(西藏高原)土壤中的残留接近。而且银川市的阅海公园和宝湖园属于生态环境良好的湿地公园,在中山公园外围采集的绿地土壤中 DDTs 浓度也只有 $0.410\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$,加上银川市地处中国西北部,经济发展水平和工农业水平相对较低,所以可以认为,银川城市大部分土壤中的 DDTs 主要来自于大气的沉降,属于面源污染。

3 结 论

本研究提供了银川市土壤环境中 HCB、HCHs 和 DDTs 的污染信息。研究表明,除中山公园土壤外,研究区域土壤中三类有机氯农药残留很少,远远低于国家《土壤环境质量标准》^[9]规定的一级土壤限值,这表明银川土壤受有机氯农药干扰很少,残留的少量 HCHs 和 DDTs 主要来自于历史上有机氯农药的使用, HCBs 可能主要来自大气的传输。由于公园对城镇居民有重要意义,对中山公园土壤中较高浓度的 HCHs 残留和高浓度的 DDTs 残留应引起充分重视。

参考文献

- [1] Hua X M, Shan Z J. Production and application of pesticides and factor analysis for their pollution in environment in China [J]. Adv Environ Sci, 1996, 2: 33-45.
- [2] Chen T B, Zheng Y M, Lei M, et al. Assessment of heavy metal pollution in surface soils of urban parks in Beijing, China [J]. Chemosphere, 2005, 60: 542-551.
- [3] Li X H, Zhu Y F, Liu X F, et al. Distribution of HCHs and DDTs in Soils from Beijing City, China [J]. Arch Environ Contam Toxicol, 2006, 51: 329-336.
- [4] Covaci A, Hura C, Schepens P. Selected persistent organochlorine pollutants in Romania [J]. Sci Total Environ, 2001, 280: 143-152.
- [5] Finizio A, Bidleman T E, Szeto S Y. Emission of chiral pesticides from an agricultural soil in the Fraser Valley, British

- Columbia [J]. Chemosphere, 1998, 36(2): 345-355.
- [6] 耿存珍, 李明伦, 杨永亮, 等. 青岛地区土壤中OCPs和PCBs污染现状研究[J]. 青岛大学学报: 工程技术版, 2006, 21(2): 42-48.
- [7] Li J, Zhang G, Qi S H, et al. Concentrations, enantiomeric compositions, and sources of HCH, DDT and chlordane in soils from the Pearl River Delta, South China [J]. Sci Total Environ, 2006, 372: 215-224.
- [8] Fu S, Chu S G, Xu X B. Organochlorine pesticide residue in soils from Tibet, China [J]. Bull Environ Contam Toxicol, 2001, 66: 171-177.
- [9] GB 15618-1995 土壤环境质量标准[S].
- [10] Qiu X, Zhu T, Li J, et al. Organochlorine pesticides in the air around the Taihu Lake, China [J]. Environ Sci Technol, 2004, 38: 1368-1374.
- [11] Kim S K, Oh J R, Shim W J, et al. Geographical distribution and accumulation features of organochlorine residues in bivalves from coastal areas of South Korea [J]. Mar Pollut Bull, 2002, 45: 268-279.
- [12] Zhang Z L, Huang J, Yu G, et al. Occurrence of PAHs, PCBs and organochlorine pesticides in Tonghui River of Beijing, China [J]. Environ Pollut, 2004, 130: 249-261.
- [13] Jaga K, Dharmani C. Global surveillance of DDT and DDE levels in human tissues [J]. Int J Occup Med Environ Health, 2003, 16: 7-20.
- [14] Qiu X, Zhu T, Yao B, et al. Contribution of dicofol to the current DDT pollution in China [J]. Environ Sci Technol, 2005, 39: 4385-4390.

Residual and Potential Risk of Organochlorine Pesticides in Urban Soils of Yinchuan City

WANG Wei^{1,2}, LI Xinghong², LU Hai¹, WANG Xizhi^{1,2}, JIANG Xiangning¹

(1. Beijing Forestry University, Beijing, China 100083; 2. State Key Laboratory of Environmental Chemistry and Ecotoxicology, Research Center of Eco-Environment Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing, China 100085)

Abstract: This study was conducted on concentrations and compositions of typical organochlorine pesticides (HCB, HCHs, DDTs) in urban soils (including urban park, Greenland and suburb farmland) from the city of Yinchuan with GC-ECD. The results indicate that the residual levels of HCB, Σ HCHs and Σ DDTs are 0.0729-1.244 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (median value: 0.350 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$), 0.306-74.219 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (median value: 0.852 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) and 0.284-1 068.428 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (median value: 2.236 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) respectively. Compared with other areas, the residual levels are lower; and the phenomenon that organochlorine pesticides pollute soils does almost not happen here. However, there is potential ecological risk of DDTs pollutants in individual sampling sites, which needs further studying.

Key words: Yinchuan; Soils; Organochlorine pesticides

