

# 天津市郊污灌区农田土壤中的有机氯农药残留

龚钟明<sup>1</sup>, 曹 军<sup>1</sup>, 朱雪梅<sup>1</sup>, 崔艳红<sup>1</sup>, 郭丽青<sup>1</sup>, 陶 澍<sup>1</sup>, 沈伟然<sup>2</sup>,  
赵喜梅<sup>2</sup>, 韩兰香<sup>2</sup>

(1. 北京大学城市与环境学系, 地表过程分析与模拟教育部重点实验室, 北京 100871; 2. 天津市环境保护局, 天津 300191)

**摘要:** 采用农田现场采样及室内测试方法, 分析了天津地区污灌农田代表性样地 BHC 及 DDT 等 8 种有机氯农药的残留状况。结果表明, 各污染物的检出率均为 100%, 该地区有机氯污染物以  $\beta$ -BHC 和  $p, p'$ -DDE 为主,  $\beta$ -BHC 的最高残留量达到了  $12.84 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ 。常年污灌的样地污染程度最严重, 而无污水灌溉的旱地污染较轻。

**关键词:** 土壤; 有机氯农药; 污灌

中图分类号: X839.2 文献标识码: A 文章编号: 1000-0267(2002)05-0459-03

## Organochlorine Pesticide Residues in Agricultural Soils from Tianjin

GONG Zhong-ming<sup>1</sup>, CAO Jun<sup>1</sup>, ZHU Xue-mei<sup>1</sup>, CUI Yan-hong<sup>1</sup>, GUO Li-qing<sup>1</sup>, TAO Shu<sup>1</sup>, SHEN Wei-ran<sup>2</sup>, ZHAO Xi-mei<sup>2</sup>, HAN Lan-xiang<sup>2</sup>

(1. Department of Urban and Environmental Sciences, Peking University, Beijing 100871, China; 2. Environmental Protection Bureau, Tianjin 300191, China)

**Abstract:** Eight organochlorine pesticides including  $\delta$ -BHC,  $\beta$ -BHC,  $\gamma$ -BHC,  $\delta$ -BHC,  $p, p'$ -DDE,  $p, p'$ -DDD,  $p, p'$ -DDT, and  $o, p'$ -DDT were measured in agricultural soils from Tianjin. The soils were collected from soils with or without wastewater irrigation. All chemicals studied were detectable in these samples. The dominant species among BHC isomers DDT metabolites are  $\beta$ -BHC and  $p, p'$ -DDE, respectively. The total BHC isomers and total DDT metabolites in a wastewater irrigated vegetable fields was  $4.037$  and  $2.702 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$  in dry weight, respectively.

**Keywords:** soil; organochlorine pesticides; wastewater irrigation

由于水资源缺乏, 天津自 1958 年开始利用污水灌溉农田, 形成了大面积污灌区, 污灌和污泥施用成为天津农田土壤和作物污染的主要来源之一。城郊交接处及工矿企业周围农田的污染还受到大气降尘的影响<sup>[1]</sup>。有机氯农药是一类高毒性、难分解、易残留的化合物, 虽然我国在 20 世纪 80 年代初期已经禁用<sup>[2]</sup>, 但许多农业土壤中仍有大量残留<sup>[1,3]</sup>。

本研究选择天津污灌区代表性样点, 研究 8 种有机氯 ( $\alpha$ -BHC、 $\beta$ -BHC、 $\gamma$ -BHC、 $\delta$ -BHC、 $p, p'$ -DDE、 $p, p'$ -DDD、 $p, p'$ -DDT 和  $o, p'$ -DDT) 的残留状况。

## 1 材料与方 法

土壤样品采自天津市郊污灌地区的 3 块代表性农田。分别为 I 号样地(东丽区徐庄子, 典型污水灌溉菜地), II 号样地(西青区小南河, 污灌水田)及 III 号样地(杨柳青, 对照无灌渠旱地)。每块样地在大约  $150 \text{ m} \times 60 \text{ m}$  地块中均匀布点, 采集 10 个表土样 (10 cm), 各约 500 g。样品在实验室自然风干后, 用玛瑙研钵研磨, 过 70 目筛, 分析前存放于冰箱冷藏室中。

样品用加速溶剂萃取法对有机污染物进行提取(戴安 ASE-300 型加速溶剂提取仪)。将 20 g 待测土壤样品填入 34 mL 的萃取池中压实, 以 30 mL 1:1 丙酮与正己烷混合溶剂提取, 提取温度  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ , 压力  $10.34 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{m}^2$  (1 500 Psi), 预热 5 min, 静态提取 5 min。之后用 17 mL 溶剂快速淋洗萃取池中的样品, 最后以氮气吹扫收集全部提取液。

收稿日期: 2001-12-19

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(19971070, 40031010, 40024101)

作者简介: 龚钟明(1973—), 男, 北京大学城市与环境科学系在读博士, 主要从事环境生物地球化学及环境污染生态的研究。

通讯联系人: 陶澍



表 3 S - N - K 多重比较结果

Table 3 The results of S - N - K multiple comparison on organochlorine pesticide residues in various soils

地块比较	$\alpha$ - BHC	$\beta$ - BHC	$\delta$ - BHC	$\gamma$ - BHC	p, p' - DDE	p, p' - DDD	p, p' - DDT	o, p' - DDT	$\Sigma$ BHC	$\Sigma$ DDT
I—II	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
I—III	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
II—III	**	*	n. s.	n. s.	n. s.	**	*	**	n. s.	n. s.

\* 在 0.05 水平显著, \*\* 在 0.001 水平显著, n. s. 在 0.05 水平不显著。

根据多重比较结果,所有测定的 8 种化合物在 I 号地与另两块地之间均在 0.001 水平上,有显著差异。II 号地与 III 号地之间部分化合物( $\beta$  - BHC、p, p' - DDT、 $\alpha$  - BHC、p, p' - DDD 和 o, p' - DDT 在不同显著性水平上有差异),其余化合物差别不明显。BHC 和 DDT 总量差别也不明显。I 号地为常年污水灌溉区旱地,经多年污灌及农药施用,其污染程度极为严重。II 号样地为稻田,虽常年灌溉污水,但有机污染物容易随排水流失。III 号样地为旱地,虽然污染程度相对较轻,但农药施用仍是其有机氯农药重要来源。从上述结果看,除污水灌溉外,污泥施用可能是天津污灌农业土壤有机氯农药污染的重要来源。

### 2.3 有机氯残留量分布比例

两类有机氯农药(BHC 和 DDT 类)中不同化合物的相对分布如图 1 所示。

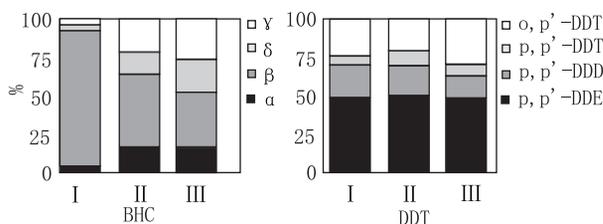


图 1 天津农业土壤中有机氯化合物残留分布

Figure 1 Distribution of organochlorine pesticide residues in agricultural soils from Tianjin

如图 1(左)所示,虽然 3 地块中  $\beta$  - BHC 在 4 种 BHC 中均占有最高比例,但严重污染的 I 号样地  $\beta$  - BHC 残留量在 BHC 类农药中多达 89.7%,其他 3 种 BHC 异构体的残留量分布比例差别不大。可见  $\beta$  - BHC 是最重要的 BHC 类污染物。有关研究观察到过类似现象。譬如,王连生在对各类有机氯污染物的研究中报道,日本稻田土壤残留的 BHC 中  $\beta$  - BHC 的比例也是最高的,达到 50%<sup>[7]</sup>。该地区有机氯农药已禁用多年,农田中主要为残留化合物。 $\beta$  - BHC 是 BHC 各异构体中最难降解的成分<sup>[8]</sup>,其残留量高,比

例随污染程度加重而增加在情理之中。

DDT 的分布(图 1 右)在不同地块中的差别很小。无论是严重污染的污灌蔬菜田、污灌稻田还是非污灌旱田,虽然 DDT 类农药残留量差别在 4 倍以上,但残留量最高的均为占 DDT 类化合物总量 50% 左右的 p, p' - DDE。其后依次为 o, p' - DDT、p, p' - DDD 和 p, p' - DDT。虽然直接施用的化合物为 p, p' - DDT,但经多年降解,他们大多转化为 p, p' - DDD 和 p, p' - DDE<sup>[8]</sup>,环境中的残留量相对较低。

### 3 结论

天津市郊污灌区农田土壤中 8 种有机氯农药的检出率均为 100%。污灌菜地的污染状况最为严重,各污染物残留量多在  $1 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$  左右,其中  $\beta$  - BHC 和 p, p' - DDE 残留量最高。不同化合物的含量普遍高于其他地块,表现出污灌的显著影响。其他地块虽然有机氯含量显著低于污灌菜地,但也都遭受不同程度污染。

### 参考文献:

- [1] 天津市环境保护局. 天津市环境质量报告书(1991 - 1995)[M]. 1996.
- [2] 晨 星. 我国农药生产开始进入高效安全新时期[J]. 农药, 1990, **29**(2): 1.
- [3] 胡晓槐. 走向绿色的明天[M]. 中国言实出版社, 1999. 69 - 79.
- [4] Harner T, Wideman J L, Jantunen L M M, Bidleman T F, Parkhurst W J. Residues of organochlorine pesticides in Alabama soils[J]. *Environ Pollut*, 1999, 106: 323 - 332.
- [5] Kim J - H, Smith A. Distribution of organochlorine pesticides in soil from South Korea[J]. *Chemosphere*, 2001, 43: 137 - 140.
- [6] 赵 玲, 马永军. 有机氯农药在农业环境中残留现状分析[J]. 农业环境与发展, 2001, **18**(1): 37 - 39.
- [7] 王连生. 有机污染物化学(下)[M]. 北京: 科学出版社, 1991. 70 - 140.
- [8] 风野光. 发展中国家农药使用的现状与将来[J]. 农药译丛, 1983, **5**(5): 27.