

苏南农田土壤有机氯农药残留规律*

安 琼 董元华 王 辉 王 霞 王梅农 郭宗祥

(中国科学院南京土壤研究所, 南京 210008)

摘 要 本研究选择工业化与城市化水平较高, 且工农业经济发展水平相对较平衡, 具有蔬菜种植较长历史的苏南某市为试点区, 重点探讨菜地土壤有机氯农药残留现状, 及土壤利用方式、轮作方式、蔬菜品种及蔬菜种植年限对土壤有机氯农药残留状况的影响。在全市农田范围内网格均匀布点, 各采样点均用 GPS 定位, 多点采集 89 个土样。研究结果表明, 供试区土壤中普遍检出有机氯农药残留, 残留总量(Σ -OCP) 介于 23.2~1 126.7 $\mu\text{g kg}^{-1}$ 之间, 均值为 174.4 $\mu\text{g kg}^{-1}$, 残留的主要组分为 p, p'-DDE 和 p, p'-DDT, 占 Σ -OCP 的 82% 以上。四种不同利用类型土壤中, 传统菜地土壤中 Σ -DDTs 残留量均值最高, 水稻田土壤中最低。种植不同蔬菜的传统菜地土壤中有机氯残留有明显的差异, 种植叶菜的土壤比种植葱蒜韭菜、土豆(根茎类)或茄果类蔬菜的土壤有机氯残留量高得多。蔬菜种植年限对土壤有机氯残留影响不明显。水稻—蔬菜轮作的方式可减少有机氯农药污染的风险。

关键词 有机氯农药残留; 菜地; 水稻土; 土壤利用方式

中图分类号 O658 文献标识码 A

多年来由于农药、化肥的大量使用和工农业污染物的排放, 农业污染问题已引起公众的日益关注。随着我国进入 WTO, 农产品输入国对进口农产品标准的提高, 及我国人民生活水平的提高, 国内市场对无公害农产品也有了更高的要求; 此外, 我国于 20 世纪 80 年代中期禁用有机氯农药后, 农田土壤中有机氯残留状况究竟如何, 尚无综合性研究报道。因此, 对土壤的环境质量现状进行系统的调研、综合分析和分类, 对于高品质农产品的生产是至关重要的。

本研究以苏南工业化与城市化水平较高的某市为试验区, 对该市农田土壤环境质量和污染状况进行系统的调研, 初步揭示土壤环境质量演变状况、污染特点及发展趋势。本文侧重于探讨土壤有机氯农药残留现状。有机氯农药具有高效、低毒、低成本、广谱杀虫、使用方便的特点, 在我国曾经大量使用; 但由于有机氯农药在环境中的强滞留性、抗生物降解性以及生物脂肪中的高集积累性, 我国于 1983 年禁止生产^[1]。至此, 全国共使用有机氯农药 500 多万 t, 全国历年使用有机氯农药的总负荷量已达

50 kg hm^{-2} 。

目前, 苏南诸市、区农业经济发展水平差异较大。本试验区位于长江南岸, 历史上曾是重要的棉花产区, 农药用量较大, 本次调研的蔬菜地有相当一部分由棉田改变而成。该市现有耕地 3.34 万 hm^2 , 其中常年蔬菜地 0.53 万 hm^2 , 季节性蔬菜基地 0.13~0.26 万 hm^2 , 蔬菜商品化率较高, 蔬菜市场主要面向大城市及出口, 蔬菜种植已成为农业经济中重要的组成部分。主要的蔬菜种植方式有三种: 一是机构或个人经营的规模较大、相对集中的商品蔬菜基地; 二为大棚菜地; 三是农户个体经营的传统型菜地, 此类菜地占全市菜地总面积中绝大部分, 其特点是布局分散, 季节性覆盖地膜, 除自家食用外, 大部分用于商品出售。

1 材料与方 法

1.1 供试土壤

以网格法在全市农田土壤范围内均匀布点为采样点, 并用 GPS 定位。采得菜地土壤样 77 个, 其中

* 本研究为国家重点基础研究发展规划项目(2002CB410805 及 G1999011811)、国家基金委面上项目 40171084、中国科学院创新方向性项目(KZCX3-SW-417 和 KZCX3-SW-427)、“江苏省农产品清洁生产创新研究与实施”和江苏省环保科技发展项目(2002012)资助项目的部分研究内容

作者简介: 安 琼, 副研究员, 电话: 025-83376469, E-mail: qan@issas.ac.cn

收稿日期: 2003-03-21; 收到修改稿日期: 2003-08-15

大棚菜地土壤样 13 个, 蔬菜基地土壤样 14 个, 传统菜地土壤样 50 个; 网格中无菜地者取水稻土, 共 12 个, 土壤类型分别为菜园土(肥熟旱耕人为土)和黄泥土(渗育水稻土)。多点(6~10 点)采集耕层(0~20 cm)土壤, 混匀, 置入布质土样袋。土样风干, 磨碎, 过 60 目筛, 待测有机氯农药残留量。

1.2 试验材料与设备

H_2SO_4 (98%, 分析纯); 无水 Na_2SO_4 (分析纯), 在马福炉 650℃ 烘 4 h, 待冷至常温后, 置于玻璃瓶中密封放置, 供试验用; 以结晶 Na_2SO_4 (分析纯)配制的 6% Na_2SO_4 水溶液; 石油醚(沸程 60~90℃, 分析纯), 重蒸收集 69~72℃ 馏分; 丙酮(分析纯)。

含待测有机氯农药 8 组分(α -六六六(α -HCH)、 β -六六六(β -HCH)、 γ -六六六(γ -HCH)、 δ -六六六(δ -HCH)、p, p'-滴滴伊(p, p'-DDE)、o, p'-滴滴涕(o, p'-DDT)、p, p'-滴滴滴(p, p'-DDD)、p, p'-滴滴涕(p, p'-DDT))的标准液购于中国标准研究所, 各组分浓度均为 $100 \mu g \cdot ml^{-1}$ (正己烷)。以石油醚逐步稀释至各组分浓度范围为 $1.0 \sim 200 \text{ ng} \cdot ml^{-1}$, 为工作液, 用于制作工作曲线。

Agilent 6890N 气相色谱仪, 配微池电子俘获检测器(GC/ μ ECD), 7683 自动进样系统和色谱工作站 G2071AA。毛细管柱 DB-1701, 内径 0.32 mm, 长 30 m。气相色谱仪在样品测试前, 进行必要的校准、核对和条件化, 并且需进同一浓度标样 5~7 次, 直到 RSD < 5%, 始进行样品测试, 以确保色谱仪的准确性。

1.3 测试方法

按照国标 GB/T14550-93 所描述的方法对土样进行前处理。准确称取待测土样 20.0 g, 用 1:1 石油醚/丙酮液(V/V) 60 ml 在索氏提取器中提取 6 h(水浴 60℃)后, 提取液转入 250 ml 分液漏斗经 6% Na_2SO_4 水溶液洗涤, 弃水相; 石油醚层用 5 ml 浓 H_2SO_4 磺化, 弃酸层, 磺化数次, 直到酸层无色为止; 石油醚层用 6% Na_2SO_4 水溶液洗涤, 弃水相, 水洗 3 次以上, 直到水相 pH ≥ 5 ; 石油醚层经无水 Na_2SO_4 柱脱水后, K-D 浓缩至 10 ml, 为待测液。待测液置入冰箱中避光低温保存, 1 周内完成 GC 测定。

分析测定质量控制与保证措施: (1) 加标样: 每批分析样(约 20 个)需带 1 个待测样添加标样; (2) 空白样: 每批分析样需带 1 个空白样, 以确认试剂和容器的清洁程度; (3) 平行样: 每批分析样需带

2~3 个平行样(20%), 以确认测试结果的再现性; (4) 添加回收率: 每周一次, 待测样添加两种浓度标样(相差 1~2 个数量级), 平行 3~5 次, 以确认测试结果的准确性。

1.4 色谱分析条件

工作条件: 载气为 He, 流速 $2 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$, 辅助气高纯氮气, 流速 $60 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$; 进样量: 1 μ l, 不分流进样。进样口温度 210℃, 检测器温度 320℃, 柱温 165℃, 保持 2 min, 以 $6 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$ 的速度升温至 265℃, 保持 2 min。以峰高外标法定量。

2 结果与讨论

2.1 土壤中有有机氯农药残留状况

土壤中有有机氯农药残留的一般状况见表 1。从表 1 可见, 土壤中有有机氯农药残留检出率相当高, 在所有 89 土样中, 检出率最低是 δ -HCH 为 62.9%, γ -HCH、 β -HCH 和 o, p'-DDT 的检出率均高于 95%, 而其余 4 个组分的检出率为 100%。结果表明有机氯农药残留在土壤中普遍存在。有机氯农药残留总量(Σ -OCP) 介于 $23.2 \sim 1126.7 \mu g \cdot kg^{-1}$, 平均 $174.4 \mu g \cdot kg^{-1}$, 残留水平波幅较大, 其中 Σ -OCP < $100 \mu g \cdot kg^{-1}$ 的土样占 39.33%, 介于 $100 \sim 200 \mu g \cdot kg^{-1}$ 的土样占 37.08%, 介于 $200 \sim 500 \mu g \cdot kg^{-1}$ 的土样占 19.10%, 大于 $500 \mu g \cdot kg^{-1}$ 的土样占 4.49%, 即大部分样品的 Σ -OCP 低于 $500 \mu g \cdot kg^{-1}$, 75% 以上的土样 Σ -OCP 低于 $200 \mu g \cdot kg^{-1}$ 。有机氯农药残留的主要组分为 p, p'-DDE 和 p, p'-DDT, 占有有机氯农药残留总量的 82% 以上, 而六六六的残留总量相当低, 仅占有有机氯农药残留总量的 6.2%。就六六六各异构体的分布来看, β -HCH 与 γ -HCH 残留量的比值(β/γ) 范围为 0.26~31.84, 均值为 2.80, 这与中国早期报道的值^[2]: 水稻田 8.49, 旱地 9.37 有明显不同。 β/γ 比值降低的结果说明, 在排除外源施入后, 土壤中六六六残留可降解到很低的水平, 且各异构体原分布比率已发生变化, 趋向于均匀分布。由于滴滴涕进入环境后, 可逐步降解为 DDE, 而后者在环境中较长的持留期, 因此 DDE/ Σ -DDTs 值, 可反映近年来滴滴涕使用情况, 较小的 DDE/ Σ -DDTs 值表明近期有滴滴涕的使用。在本研究中发现有 4 个土样 DDE/ Σ -DDTs 值小于 0.15, 其滴滴涕残留总量均大于 $500 \mu g \cdot kg^{-1}$, 而且样品多为农民自留地。看来, 土壤中高滴滴涕残留与农民滥施禁用农药有关。

表 1 供试区土壤中有机氯农药残留状况

Table 1 Organochlorine pesticide residues in the soils tested ($\mu\text{g kg}^{-1}$ DW, $n=89$)

有机氯农药 Organochlorine pesticide	最小值 Min	最大值 Max	均值 Average	检出率 Occurrence(%)
α -HCH	0.8	5.7	3.3	100
γ -HCH	0.2	2.2	1.6	95.5
β -HCH	0.5	10.9	3.5	96.6
δ -HCH	2.2	14.3	4.3	62.9
Σ -HCH	5.6	22.7	11.12	
β -HCH / γ -HCH	0.26	31.84	2.8	
p, p'-DDE	5.9	354.2	77.7	100
o, p'-DDT	1.5	46.7	9.3	96.6
p, p'-DDD	2.4	69.8	11.9	100
p, p'-DDT	4.7	972.3	64.4	100
Σ -DDTs	17.0	1115.4	163.2	
p, p'-DDE / Σ -DDTs	0.08	0.85	0.55	
Σ -OCP	23.2	1126.7	174.4	

2.2 影响土壤中有机氯农药残留的有关因素

结果表明(表 2), 六六六在不同利用土壤中的残留量趋于相近, 均值为 $11 \mu\text{g kg}^{-1}$ 左右, 残留量的范围变动幅度也不大。而 DDT 的情况有所不同, 四种不同利用类型的土壤中 Σ -DDTs 残留水平波幅很大, 最低值与最高值差异在 10 倍以上。尽管从残留量均值来看, 传统菜地土壤最高, 为 $172.5 \mu\text{g kg}^{-1}$, 水稻田土壤中最低, 为 $137.5 \mu\text{g kg}^{-1}$, 但统计结果表明(SAS SNK), 不同利用类型的土壤中有机氯农药残留差异并不明显。土壤中有机氯农药残留取决

于滴滴涕类的残留量, 六六六对有机氯农药残留总量的贡献不大。一般而言, 不同利用方式的土地中所施的农药量不同, 而且, 农药残留在不同的土壤条件下持留性也有差异。不同利用类型土壤中有机氯农药残留量差异的原因可能为: (1) 有机氯农药在水稻土中经厌氧菌作用, 可迅速降解而减少土壤中的留量, (2) 大部分大棚或蔬菜基地由水稻土改变而成, (3) 传统菜地由农民自行管理, 难免发生滥用农药的情况, 且有机氯农药残留在旱地中不易厌氧降解, 故其中有机氯农药残留量较高。

表 2 不同利用方式土壤中有机氯残留状况

Table 2 Organochlorine pesticide residues in the soils under different land use forms ($\mu\text{g kg}^{-1}$ DW)

	水稻田 Paddy soil			传统菜地 Kailyard			蔬菜基地 Vegetable base			大棚 Green house		
	Min	Max	Average	Min	Max	Average	Min	Max	Average	Min	Max	Average
Σ -HCH	8.6	16.9	11.8	4.5	22.8	10.9	6.6	21.2	11.5	7.1	13.5	10.1
p, p'-DDE	13.8	121	65.1	5.9	354.2	89.7	10.3	199.6	67.8	33.8	107.4	54.2
Σ -DDTs	22.1	492.4	137.5	17	1115.4	172.5	30.5	477.5	160.4	63.4	843.2	154.1
Σ -OCP	37.2	502	149.2	23.2	1126.7	183.4	38.3	487.9	171.9	70.7	850.7	164.2

种植方式不同, 农药使用量也不同, 土壤条件也有差异, 因而影响到土壤中农药的残留量状况(图 1), 从图 1 可见水稻与蔬菜轮作的土壤中有机氯残留量较低, 而棉花与荷兰豆轮作的土壤中有机氯残留量较高, 此种现象应归结于历史上棉田中曾大量

使用有机氯, 同时旱地条件也不利于有机氯农药的降解, 因此水稻-蔬菜轮作可减少有机氯农药对蔬菜污染的风险。

种植不同蔬菜的传统菜地土壤中有机氯残留情况也有明显的差异, 种植叶菜的土壤比种植葱蒜韭

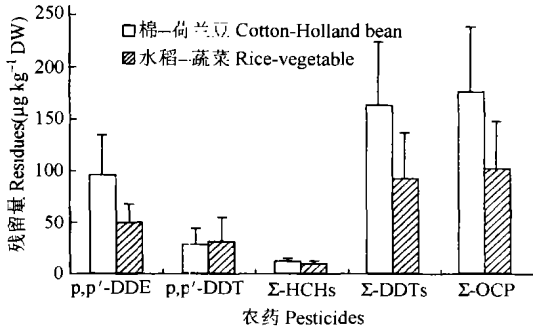


图 1 两种轮作方式下土壤中有机氯农药残留量状况

Fig. 1 Organochlorine pesticide residues in the soils under different rotation

菜、土豆(根茎类)或茄果类蔬菜的土壤中有有机氯残留量高得多(图 2)。通过方差分析,在置信度为 95% 时,土壤滴滴涕残留总量及有机氯农药残留总量与蔬菜品种显著相关, p 值分别为 0.000 963、0.002 364。土壤中有有机氯农药残留量与蔬菜品种相

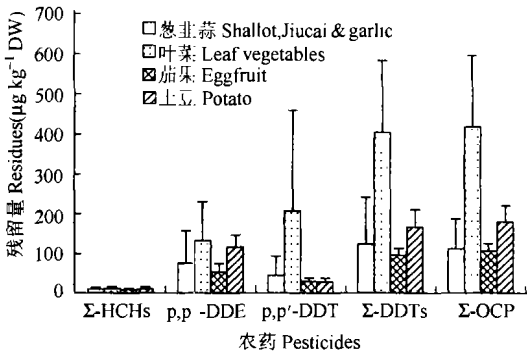


图 2 种植不同作物蔬菜地土壤中有有机氯残留情况

Fig. 2 Organochlorine pesticide residues in soils growing different kind of vegetables

关的原因是,农民在作物的种植过程中多受习惯的支配,种植叶菜的土地常持续多年种植叶菜,而叶菜害虫的发生率远高于其他蔬菜品种,施药量也大,因而种植叶菜地土壤中有有机氯残留量高。由于我国人民生活习惯对叶菜的需求量较大,因此传统菜地叶菜土壤中有有机氯残留的问题应引起必要的关注。

图 3 所示为不同种植年限的传统蔬菜地土壤中有有机氯残留情况,种植 20 年以上的蔬菜地土壤有机氯残留量均值较高,但因传统蔬菜地为分散的农民自行管理,施用农药量差异很大,所以土壤有机氯农药残留水平很分散。从统计结果来看,不同种植年限与土壤有机氯农药残留的相关性并不明显。

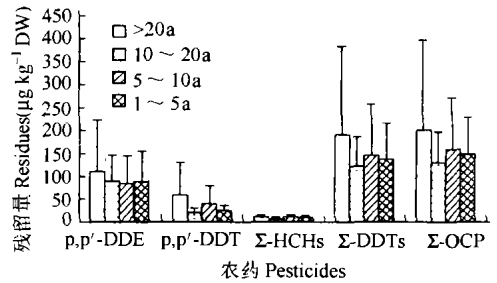


图 3 不同种植年限的传统蔬菜地土壤有机氯农药残留量

Fig. 3 Organochlorine pesticide residues in the soils of kailiyard with different cultivated durations

2.3 我国不同地区土壤有机氯农药残留状况的比较

表 3 列出近年来公开发表的有关论文中所报道的我国不同地区土壤有机氯农药残留状况。从所列数据来看,各地土壤中有有机氯残留均以水稻土最低,其次为旱地,菜地或园地土壤中有有机氯残留量最高。

表 3 我国部分地区土壤有机氯农药残留状况

Table 3 Soil organochlorine pesticide residues in some areas of China ($\mu\text{g kg}^{-1}$)

地点 Location	采样时间 Time of Sampling	土壤利用类型 Utilization	土层 Depth (cm)	样品数 Sample amount	Σ -HCHs		Σ -DDTs	
					范围 Range	均值 Average	范围 Range	均值 Average
福建 Fujian ^[3]	1992	茶园 Tea garden	0~15	108	0~80.7	3.7	0~385.7	8.3
		茶园 Tea garden	16~30	108	0~61.6	3.5	0~23.0	1.4
辽宁食品基地 Food base in Liaoning ^[4]		水稻田 Paddy		122	3~16	7	6~51	22
		草甸 Meadow		64	6~39	25	1~65	30
沈阳市 Shenyang City ^[5]	1992	水稻田 Paddy			1~84	6	1~59	17
	1992	菜地 Kailiyard			97~367	211	8~252	97

续表

地点 Location	采样时间 Time of Sampling	土壤利用类型 Utilization	土层 Depth(cm)	样品数 Sample amount	∑HCHs		∑DDTs	
					范围 Range	均值 Average	范围 Range	均值 Average
呼伦贝尔 Hulunbeier ^[6]	1992	旱地 Dry land			1~ 68	6	3~ 70	17
		草原 Grassland			14~ 57.4	28.9		
呼和浩特 Huhehaote ^[7]	1988	菜地 Kailyard			40~ 830	256	5~ 852	192
宁波市 Ningbo City ^[8]	1993~ 1994	菜地 Kailyard	0~ 20	13	1.3~ 14.5	6.4	18~ 524.2	265.4
		园地 Garden plot	0~ 20	12	1.1~ 76.3	15	1.5~ 5642.5	728.2
		茶园 Tea garden	0~ 20	7	1.2~ 27.2	11.3	0.3~ 4.6	1.9
		水稻田 Paddy	0~ 20	38	ND~ 3	0.3	2~ 451	67.7
本研究地 South of Jiangsu	2002	水稻田 Paddy	0~ 20	12	8.6~ 16.9	11.8	22.1~ 492.4	137.5
本研究地 South of Jiangsu	2002	菜地 Kailyard	0~ 20	50	4.5~ 22.8	10.8	17~ 1115.4	162.3
西藏 Tibet ^[9]	1993~ 1994			8	0.67~ 5.38		ND~ 2.83	

似乎北方菜地土壤中六六六残留比南方要高,而南方菜地土壤中滴滴涕残留比北方高。把西藏土壤中有有机氯残留量作为土壤参考背景值,与本研究区域土壤有机氯农药残留状况进行比较,可以认为本供试区土壤六六六污染并不明显,而土壤滴滴涕残留量远比参考背景值高。所列数据表明,在我国有机氯农药禁用近 20 年后,土壤滴滴涕的污染问题仍不可忽视。

3 小 结

供试区土壤中有有机氯农药残留检出率相当高,表明有机氯农药残留在农田土壤中普遍存在。有机氯农药残留总量(∑OCP)介于 23.2~ 1 126.7 μg kg⁻¹,平均 174.4 μg kg⁻¹,残留的主要组分为 p, p'-DDE 和 p, p'-DDT,占有有机氯农药残留总量的 82% 以上;而六六六的残留总量相当低,仅占有有机氯农药残留总量的 6.2%,且各异构体的分布趋向于均匀。传统菜地土壤有机氯农药残留量均值最高,水稻土中有有机氯农药残留最低。在传统菜地中,种植不同蔬菜的土壤有机氯残留情况有明显的差异,种植叶菜的土壤比种植其他类蔬菜的土壤中有有机氯残留量高得多。种植年限对土壤中有有机氯残留影响不明显。

综合我国不同地区土壤有机氯农药残留状况,均以水稻土中有有机氯农药残留最低,菜园或园地中有有机氯农药残留最高。若以西藏土壤有机氯农药残留量为参考背景值,与本研究结果相比较,可以认

定:在我国有机氯农药禁用近 20 年后,土壤中六六六污染并不明显,滴滴涕的污染仍比较突出。

参 考 文 献

- [1] 蔡道基. 农药环境毒理学研究. 北京: 中国环境科学出版社, 1999. Cai D j. Study on toxicology of pesticides in environment (In Chinese). Beijing: Chinese Environmental Science Press, 1999
- [2] 张水铭, 马杏法, 安琼. 六六六在土壤中的持留和降解. 土壤学报, 1988, 25(1): 88~ 93. Zhang S M, Ma X F, An Q. Persistence and degradation of BHC in soil (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 1988, 25(1): 88~ 93
- [3] 孙威江, 蔡建明, 黄斌. 茶园土壤茶叶片农药残留量规律的探讨. 福建农业大学学报, 1997, 26(1): 39~ 43. Sun W J, Chai J M, Huan B. The analysis of the pesticide residue in tea garden soil and tea leaves (In Chinese). Journal of Fujian Agricultural University, 1997, 26(1): 39~ 43
- [4] 张惠兰, 车宏宇, 李广. 辽宁省绿色食品生产基地土壤中有有机氯农药残留分析. 杂粮作物, 2001, 21(3): 44~ 45. Zhang H L, Che H Y, Li G. Analysis for organic chlorine pesticides residues in soils from green food base, Liaoning Province (In Chinese). Rain Fed Crops, 2001, 21(3): 44~ 45
- [5] 仲夏, 索丽珍, 于凤玲. 沈阳市农田土壤农药残留水平. 农村生态环境, 1996, 12(4): 58~ 60. Zhong X, Suo L Z, Yu F L. The pesticide residues in farmland soils of Shenyang (In Chinese). Rural Eco-Environment, 1996, 12(4): 58~ 60
- [6] 乌力吉, 傅银生, 张福国. 呼伦贝尔草原优良牧草及土壤中有有机氯农药残留调查研究. 环境工程, 1995, 13(1): 53~ 55. Wu L J, Fu Y S, Zhang F G. The investigation of the organic chlorine pesticides residues in the fine herbage and soil of Hulunbuie grass land (In Chinese). Environmental Engineering, 1995, 13(1): 53~ 55
- [7] 刘沙滨, 黄雅琴, 朝克金. 呼和浩特市近郊蔬菜、土壤有机氯(六六六、DDT)农药污染现状调查. 农村生态环境, 1991, 7

(4): 63~ 65. Liu Sh B, Huang Y Q, Chao K J. Investigation and research on organochlorine(666, DDT) insecticide pollution state in vegetable and soil near Huhhat(In Chinese). Rural Eco-Environment, 1991, 7(4): 63~ 65

[8] 赵玲, 马永军. 有机氯农药残留对土壤环境的影响. 土壤, 2001, 32(6): 310~ 313. Zhao L, Ma Y J. Effect of organochlorine

residues on soil environment(In Chinese). Soils, 2001, 32(6): 310~ 313

[9] Fu S, Chu S, Xu X. Organochlorine pesticide residue in soils from Tibet, China. Environmental Contamination and Toxicology, 2001, 66: 171~ 177

ORGANOCHLORINE PESTICIDE RESIDUES IN CULTIVATED SOILS, IN THE SOUTH OF JIANGSU, CHINA

An Qiong Dong Yuanhua Wang Hui Wang Xia Wang Meinong Guo Zongxiang

(Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China)

Abstract Residues and distribution of organochlorine pesticides in the soils of the vegetable garden in the southern Jiangsu were analyzed. The effects of soil utilization, cropping system, vegetable species and history of vegetable cultivation on residues of the pesticides were also discussed. A county with long history of vegetable plantation, developed in urbanization and industry, was selected as case study. 89 samples were collected throughout the whole county with GPS value for each location. The results showed that organochlorine pesticides were found widely in the soils, with an occurrence of 100%. The mean of the total concentrations(Σ -OCP) was $174.4 \mu\text{g kg}^{-1}$ with a range of $23.2 \mu\text{g kg}^{-1}$ ~ $1126.7 \mu\text{g kg}^{-1}$. p,p'-DDE and p,p'-DDT are the main components and took over 82% of the total. The kaili soil had the highest residues of Σ -DDT, while the paddy soils had the lowest levels. The residues varied significantly with vegetable species in kaili soils. The residues in soils growing leaf vegetable were much higher than others. The rotation of vegetable and rice could decrease the risk of organochlorine pollution.

Key words Organochlorine pesticide residues; Vegetable land; Paddy; Form of soil utilization