

DDT 在亚热带环境和农业生态的行为研究

I. DDT 在水稻植株中的残留动态

刘振声 林海波*

(中山大学生物学系, 广州 510275)

摘要 ^{14}C -DDT 示踪实验结果表明: 地处广州亚热带地区的水稻, 施用 DDT 农药, 在植株各器官中消失很快, 整株总的 DDT 的衰变常数是 $29.4 \times 10^{-2}/\text{d}$, 半衰期 (T_{50}) 为 23.6d. 残留量与施药时到收获期时间的长短和施药次数有关. 实验证明: 可溶态 DDT 约占总残留量的 75%, 约有 25% 转化为结合态 DDT; 水稻在收获前 15d 进行最后一次施用 DDT 1000mg/kg 是安全的.

关键词 DDT, 水稻, 残留量, 亚热带环境

分类号 X171

DDT 是一种广谱触杀型有机氯杀虫剂, 由于其高效、持久及低毒等优点, 被广泛地应用于农业的病虫害防治和公共卫生方面控制病源体(如疟疾)的传布^[1~3]. 但由于 DDT 的化学性质较稳定, 不易分解和残留期较长, 处于温带环境比较发达的欧美国家, 长期使用 DDT 农药引起了作物伤害现象, 美国和日本在 1977 年禁止了 DDT 的使用^[4], 我国也于 1984 年禁止使用. 为了重新评估 DDT 的使用价值, 于 1989 到 1990 年采用放射性标记化合物 ^{14}C -DDT 的示踪技术, 模拟大田管理方法, 探讨 DDT 在亚热带土壤环境中的去向, 结果表明: DDT 在广州亚热带环境下消失率大, 经 236 天, DDT 在旱田中的消失率为 53.32%, T_{50} 为 215d, 在水田中的消失率为 63.78%, T_{50} 为 161d^[5]. 比在温带环境中的 DDT 的残留期(半衰期长达 2.3~30 年)要短得多^[6~8]. 本研究 DDT 在水稻植株中的消失动态和残留量, 为在亚热带地区农作物再次使用 DDT 提供理论依据.

1 实验材料与方法

1.1 实验材料

水稻品种: 青优直, 由中山大学生物系水稻室提供.

土壤类型: 广州地区水稻土, 砂土含量 38.98%, 淤泥含量 51.05%, 粘土含量 5.8%, 全 P 0.68%, 全 K 0.72%, 速效 P 62mg/kg, 速效 K 80mg/kg.

收稿日期: 1993-12-18

* 现在深圳天马微电子公司工作

1.2 实验方法

栽培方法: 用高 25cm, 直径 20cm 的瓷盆, 装入风干水稻土 10kg, 基肥 KCl、CaP₂O₅ 和尿素各 2g, 每盆种水稻 2 丛, 每丛 5 株, 每处理两次重复。

施药方法: 按大田 1/15hm² 用 25% DDT 乳油 500g 兑水 125kg (1000mg/kg), ¹⁴C-DDT 的放射性比活度为 1.85×10⁷ Bq/L, 用喷雾法施药, 分蘖期一次施药, 离收获期 63d; 孕穗期一次施药, 离收获期 32d; 分蘖期和孕穗期 2 次施药, 最后一次施药离收获期 32d; 分蘖期、孕穗期、灌浆期 3 次施药, 最后一次施药离收获期 15d。

取样, 制样和测量: 施药后 0, 7, 14, 28, 42 及 63d 取样, 将植株分为根、茎、叶和穗 (糠、米), 烘干, 称重, 磨碎, 称取 50mg, 用 G-M 计数器测定样品的放射性活度。在 14 和 42d 取样, 各称 10g (×2), 加甲醇 100mL 用索氏抽提器抽提 6h, 分析可溶态和结合态的 DDT。

2 实验结果

2.1 DDT 在植株中的消失动态

DDT 在水稻植株各器官的残留动态如表 1 和图 1 所示, DDT 在水稻茎叶上的残留随时间增加而快速减少, 如零时水稻茎叶 DDT 含量为 96.58mg/kg, 到第 63 天收获时的 DDT 含量茎为 6.99mg/kg, 叶 14.63mg/kg, 根部的含量随时间的增加而增加, 从零时的 0.66mg/kg 到收获期 63 天时为 4.51mg/kg, 穗部在 42 天和 63 天时分别为 3.31 和 1.75mg/kg, 和茎叶一样随时间而减少。以零时取样 DDT 含量为 100%, 到 63 天收获时植株 DDT 总量降到 14.34%。

表 1 DDT 在水稻各器官的残留动态

Tab. 1 Residue developments of DDT in paddy rice organs

取样时间/d	器官	DDT 含量 /mg · kg ⁻¹	DDT 含量 / (%)	取样时间/d	器官	DDT 含量 /mg · kg ⁻¹	DDT 含量 / (%)
0	根	0.66	100	42	根	4.97	22.99
	茎叶	96.58			茎	17.30	
7	根	2.02	60.36	63	叶	19.23	14.34
	茎叶	56.67			穗	3.31	
14	根	2.67	38.23	63	根	4.51	14.34
	茎叶	34.50			茎	6.99	
28	根	3.40	28.22	63	叶	14.63	14.34
	茎叶	21.53			穗	1.75	

从表 2 可以看到, DDT 在水稻植株中的消失很快, 整株总的 DDT 消失的衰变常数是 $29.4 \times 10^{-3}/d$, T_{50} 为 23.6d; 茎叶部分 DDT 消失的衰变常数是 $33.0 \times 10^{-3}/d$, T_{50} 为 21.0d。在前 14 天中, 消失得更快, 衰变常数整株为 $64.81 \times 10^{-3}/d$, T_{50} 为 10.7d; 茎叶部分为 $73.01 \times 10^{-3}/d$, T_{50} 为 9.5d。



表 3 DDT 在水稻植株各部位的残留和各形态的残留比率

Tab. 3 Residue and residue formation rate of DDT in paddy rice

项 目	14d		63d			
	穗	茎叶	穗	根	茎	叶
DDT 总量/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	2.67	34.50	3.31	4.97	17.20	19.23
可溶态 DDT/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	1.56	26.48	2.36	3.60	13.10	14.16
结合态 DDT/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	1.11	8.02	0.95	1.37	4.10	5.07
可溶态 DDT 百分数/(%)	75.44		74.30			
结合态 DDT 百分率/(%)	24.56		25.70			

样施药一次, 植株各器官的 DDT 残留量都较低, 分蘖期施药又比孕穗期施药低, 如分蘖期和孕穗期同是施一次药, DDT 的残留量分别为糠 2.1mg/kg, 米 1.8mg/kg 和糠 3.6mg/kg, 米 3.3mg/kg. 施药次数多, 最后一次施药距离收获期短, DDT 的残留量多, 如分蘖期与孕穗期两次施药, 糠和米中的 DDT 残留量分别为 3.1 和 3.6mg/kg; 而分蘖期、孕穗期和灌浆期三次施药, 糠和米中的 DDT 残留量增至 5.8 和 4.5mg/kg. 从表 4 中还说明 DDT 在水稻中的残留量, 主要集中在茎叶中, 分蘖期、孕穗期和灌浆期 3 次施药的茎叶 DDT 残留量分别高达 8.2 和 10.6mg/kg.

表 4 DDT 在水稻各器官的残留量

Tab. 4 Residues of DDT in organs of paddy rice

施用 DDT 次数	水稻器官	DDT 残留量/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	施用 DDT 次数	水稻器官	DDT 残留量/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$
分蘖期 一次施药	根	3.8	分蘖期孕穗期 二次施药	根	5.0
	茎	4.3		茎	5.8
	叶	4.4		叶	6.8
	糠	2.1		糠	3.1
	米	1.8		米	3.6
孕穗期 一次施药	根	4.0	分蘖期 孕穗期 灌浆期 三次施药	根	5.3
	茎	5.2		茎	8.2
	叶	5.9		叶	10.6
	糠	3.6		糠	5.8
	米	3.3		米	4.5

3 讨 论

处在温带地区的国家, 由于长期连续使用 DDT 农药, 对作物产生了伤害现象^[4]. 在亚热带广州地区, 栽培的水稻植株整个生育期, 不论是一次二次或三次施用 1000mg/kg 的 DDT 农药, 植株生长都很正常, 没有发现伤害现象, 而且植株对 DDT 的吸收、积累很少, 残留量较低, 如分蘖期一次施药, DDT 在穗中的残留量糠为 2.1mg/kg、米 1.8 mg/kg; 分蘖期、孕穗期和灌浆期 3 次施药, 因最后一次施药离收获期只有 15d, 所以穗中的残留量较高, 糠为 5.8mg/kg、米 4.5mg/kg, 但都没有超过国家规定 7mg/kg 的标准. DDT 在水稻植株中消失较快, 可能由于亚热带地区较强的太阳紫外线辐射, 较高的土壤温度, 较

大的降雨量, 复杂的土壤微生物作用和植株本身的生长稀释有关。

DDT 在水稻植株各部位的残留量, 主要与最后一次施药距离收获期的时间间隔有关, 施药次数对 DDT 在水稻植株中的残留量影响不大。DDT 主要吸附残留在茎叶部分, 并有少量通过茎叶吸收运转到代谢中心穗部, 并在其中积累残留。

通过实验, 在水稻生长的不同生育期, 1 次、2 次或 3 次施用剂量为 1000mg/kg 的 DDT 农药, 最后一次施药距离收获期 15d 以上, 在穗中的 DDT 残留量都没有超过国家规定的残留量标准, 所以是安全的。但 3 次施药的茎叶中残留量分别为 8.2 和 10.6mg/kg, 超过了残留量规定的标准 1.2~3.6mg/kg, 考虑到生产上常常将稻草回田作为肥料或作为牲畜的饲料, 造成 DDT 的环境污染和通过生物链转移到人体, 危害人民健康, 因此, 建议在亚热带地区使用 DDT 的剂量 1000mg/kg 时, 最好整个生育期施药 2 次, 最后一次施药距离收获期最少要 15d 以上。

参 考 文 献

- 1 郭敦成. 农药毒理及其应用. 武汉: 湖北科学技术出版社, 1987
- 2 张宗炳. 杀虫药剂的分子毒理学. 北京: 农业出版社, 1987
- 3 威尔金逊 C F (美). 杀虫药剂的生物化学和生理学. 北京: 科学出版社, 1985
- 4 刘逸农. 农业与环境. 北京: 化学工业出版社, 1988
- 5 刘振声, 林海波. DDT 在亚热带土壤环境和农业生态系统中的行为研究 (I). 中山大学学报 (自然科学版), 1994, 33 (4), 96~102
- 6 Guenzi W D, Beard W E. Volatilization of lindane and DDT from soil. Soil Sci Soc Am Proc, 1970, 24: 443~447
- 7 Nash R G, Woolson E A. Persistence of chlorinated hydrocarbon insecticides in soils. Sci, 1967, 924
- 8 Beyer W N, Gish C D. Persistence in earthworms and potential hazards to birds of soil applied DDT, dieldrin and heptachlor. J Appl Ecol, 1980, 17: 295~307

Residue and Fate of DDT in Subtropical Paddy Rice

Liu Zhensheng* Lin Haibo

Abstract The Residue and fate of DDT in paddy rice of subtropical environment were studied by radionuclear tracing. The results obtained were as follows: Loss rate of DDT was rapidly under the subtropical agroecosystem in Guangzhou. Using normal spray dosage in agroecosystem, DDT residue in spikes of paddy rice is not over the trace standard (7 mg/kg), The DDT residue was 2.1 mg/kg in rice bran, 1.8 mg/kg in grain residue was 5.8 mg/kg in rice bran, 4.5 mg/kg in grain of rice when applicated three times at tillering stage, booting stage and filling stage. It mainly exists in stems and leaves. Therefore, using normal spray dosage 1000 mg/kg DDT of 15 days before harvesting stage in subtropical crops is safe.

Keywords DDT, paddy rice, residue, subtropical environment

* Department of Biology, Zhongshan University, Guangzhou 510275