



我国农业环境中六六六的污染及预测

姚建仁 焦淑贞 陈英旭 黄宏英 赵福珍

(中国农科院植保所)

郑子厚

(国家商检总局)

THE POLLUTION OF AGRICULTURAL ENVIRONMENT BY BHC AND PREDICATION IN CHINA

Yao Jianren Jiao Shuzhen

Chen Yingxu Huang Hongying Zhao Fuzhen

(Institute of Plant Protection, Chinese Academy of
Agricultural Sciences)

Zhong Zihou

(The Commodity Inspection and Testing Bureau of China)

Abstract

The necessity of replacing BHC is shown by means of the emission factor of foxicity and the level of residual foxicity of BHC in the environment. Meanwhile, the state of pollution by BHC in chinese different agricultural environmental regions were estimated using the method of pollution index. Results show that the heavy-polluted regions concentrate in the crop and cotton fields south of the Yellow River and east of the railway line between Beijing-Guangzhou.

1971年以后,日本、美国、西德等一些发达国家先后禁用了六六六、滴滴涕农药。我国从1974年开始,也已经停止六六六、滴滴涕在瓜、果、蔬菜等作物上使用。在此就取代六六六有关的几个问题提出几点看法。

在此引用“排毒系数”这一相对概念,表示各种污染源与污染物对环境毒害的潜在能力。

$$F_i = \frac{M_i}{D_i}$$

F_i : i 农药的排毒系数;

M_i : i 农药的投放量(公斤/日);

D_i : i 农药的评价标准。这里用 i 农药对大白鼠口服致死量毫克/公斤 $\times$ 55公斤(成人平均体重)。

一、我国农业环境中六六六 排毒状况的估算

为了便于比较各类及各种农药对环境的危害程度,以及投放量与残留量间的关系。

据上述公式,就我国出售的几个大吨位农药计算排毒系数。有机氯农药的排毒系数占全部农药排毒系数的54~65%,而仅六六六一项就占全部农药排毒系数的51~60%。同时六六六本身化学性质比其它许多农药稳定,在环境中不易分解,并可通过食物链在生物体内蓄积。无可争议,在农药污染源中有机氯农药是我国农业环境的主要污染源,六六六是主要污染物。防止农药对环境的污染,选择六六六为重点取代对象是有依据的。

为了比较排毒系数在区域之间的差异,在此以1979、1980年为例,又计算了各地区的排毒系数(表1)。

我国环境中六六六排毒系数的分级

表 1

级别	排毒系数 $\times 10^{-5}$	区 域 范 围
一	<50	甘肃、宁夏、贵州、云南、山西、吉林、内蒙、陕西、青海、新疆、河南、四川、天津、河北、辽宁、北京、安徽、黑龙江
二	50~100	山东、广西
三	100~200	湖北、广东、江西、江苏
四	>200	湖南、浙江、上海、福建

二、我国农业环境中六六六污染概况的估价

为了解六六六对环境的污染程度,收集了各地区食品、土壤和人体脂肪等环境要素中六六六的残留状况^[1~6]。结果指出:六六六对农业环境的污染已遍及各个角落。在植物样品中六六六的残留趋势:烟叶>茶叶>粮食>蔬菜>水果。在动物样品中六六六的残留趋势:蛋类>肉类>鱼类。在土壤中:旱地土壤>水田土壤。在人体脂肪中:东南各省>中原>西北,江浙一带最为突出。

为了验证投放量与残留量、排毒系数与污染指数的相关性在区域之间的差异,又试用了计算污染指数的方法比较各地区污染程

度上的差异。本文采用的评价标准系国家规定的卫生标准。暂无标准的项目,采用均值作为评价标准。在计算食品污染指数时考虑了三条食物链;计算了两类食品污染指数。

粮食在我国膳食结构中占有主要地位,为了突出粮食在食品污染指数中的地位和作用,植物样品污染指数的计算采用了下述模式:

$$EPI_{(1)} = \sqrt{\left(\frac{C_{\text{粮}}}{C_{s, \text{粮}}}\right) \times \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C_{s, i}}\right)}$$

$EPI_{(1)}$ ——植物样品六六六的污染指数

$C_{\text{粮}}$ ——六六六在粮食中的实测浓度(ppm)

$C_{s, \text{粮}}$ ——六六六在粮食中的评价标准(ppm)

C_i ——六六六在*i*样品中的实测浓度(ppm)

$C_{s, i}$ ——六六六在*i*样品中的评价标准(ppm)

n ——样品数量

动物食品的污染指数采用 $EPI_{(2)} =$

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C_{s, i}}, \text{总污染指数采用 } PI = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n W_i P_i, P_i = \frac{C_i}{C_{s, i}}, \text{且 } \sum_{i=1}^n W_i = 1 \text{ 计算。}$$

这里 $W_{\text{植}}$ 和 $W_{\text{畜}}$ 取3/10; $W_{\text{动}}$ 和 $W_{\text{土}}$ 取2/10,由上述各公式对所获数据计算污染指数,并以残留均值等于评价标准的一半作为污染起点,把全国各地区在环境中六六六的污染程度分为四级(表2)。

由表2可见:我国整个农业环境均受到六六六不同程度的污染,且重污染区集中在黄河以南、京广线以东的粮棉产区。

某地区作物中的残留量与该地区农药的投放量成正相关关系已被大量的调查研究所证实。这里以各地区六六六在单位面积上的投放量作为自变量,分别以各地区粮食中六六六的平均残留、植物样品和动物性食品的污染指数作为依变量,计算其相关系数。结

我国环境中六六六污染状况分级 表 2

级 别	污染指数	区 域 范 围
清 洁	<0.13	
轻污染	0.13~0.19	贵州、陕西、广西、广东、福建、北京、天津、河北、山西、四川
中污染	0.19~0.25	辽宁、山东、湖北、新疆、上海
重污染	>0.25	江西、安徽、浙江、江苏、湖南、河南

果表明：投放量与各污染指数之间均无明显的相关性。如果追溯表 1、表 2 中的原始结果可以看出：排毒系数是河南、安徽五倍的福建、上海等，其污染指数仍低于河南、安徽。可以推断：六六六对环境的侵污能力北方大于南方，而环境对六六六的净化效应，南方又大于北方。

三、关于取代六六六的建议

取代六六六是一项科学性、技术性、政策性和现实性很强的工作。由于涉及面广、牵涉的问题多，无论是农药上的供给或者是生产上的需要，都不可能在全国范围内，在同一时期内全部禁用六六六。加之六六六对环境的污染能力和环境对六六六的净化效应在不同地区差异很大，更需要有个先后次序的安排。根据以上六六六在各地区排毒系数的大小、污染指数的高低、污染能力的强弱、净化效应的快慢，从地区而言，应该首先在人口密集、污染指数高、净化效率低、

出口农付产品集中的地区禁止使用。建议商业部门应该立即停止再向上海、北京、天津、湖南、河南、安徽、陕西等中原地区和沿海城市出售六六六，大力推广高效低残留的农药，如甲敌粉、甲胺磷、氧化乐果、辛硫磷、久效磷、杀螟松、速灭威、叶蝉散、呋喃丹、杀虫双、甲基1605、速灭杀丁等。其库存的六六六，可向环境对六六六净化效应强的地区云南、贵州、广西、广东出售，也可向青海、甘肃、宁夏、内蒙等污染指数低的边疆地区出售。

四、六六六停用后，我国环境中该农药污染状况的预测

农药在环境中的消解，是一个十分复杂的过程。在动、植物体内的消解受其代谢途径的支配；在土壤中的消解则受物理、化学和生物因素的共同制约；在土壤表面、植物体上及大气中的消解速率取决于光化学反应的强度。因此，在自然环境中，各种因素对农药消解作用结果的总和可谓环境对农药的净化。各种因素对农药消解作用能力的叠加，可谓环境对农药的净化效应。目前关于环境对六六六净化规律的研究未见报道，这里试依：

$$PI=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^n\frac{C_i}{C_{si}}$$

计算某地区各环境要素的污染指数及其总污染指数。结果指出：六六六停用后该地区对

某地区的污染指数 表 3

年 份	项 目			实 测 值	回 归 值	理论计算值
	植物食品	动物食品	土 壤			
模 式	$FPI_{(1)}$	$FPI_{(2)}$	SPI	$PI_{总}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^n\frac{C_i}{C_{si}}$	$Y=1.8002e^{-0.5018x}$	$PI_n=P_iQ^{n-1}$
1977	0.92	4.21	0.90	2.02	1.80	2.02
1978	0.37	1.85	0.53	0.91	1.08	1.01
1979	0.51	1.06	0.45	0.67	0.66	0.52
1980	0.12	0.88	0.25	0.42	0.40	0.26
					0.24	0.13

(上接第63页)

六六六的净化效应似乎符合等比几何级数递减(表3)。可用下式表示:

$$PI_n = P_1 Q^{n-1}$$

PI_n ——六六六取代后的污染指数

P_1 ——开始禁用六六六当年的污染指数

Q ——污染指数的公比, 在此 $Q = 1/2$ 。

n ——六六六取代的年数

如果比较实测值与理论计算值, 即可发现: 随着时间的推移, 实测值越来越大于理

论计算值。这就说明: 环境对六六六的净化效应, 随着污染指数值的降低而减弱, 即基本符合于: $Y = 1.8002e^{-0.5018X}$ 的回归方程。因此可以推知: 六六六停用六年以后, 我国农业环境可以恢复到清洁状态。环境对六六六净化效应强的南方可能更早一些。这一推论是否符合客观实际, 有待于实践的验证。
(参考文献略)

* 本文承王君奎、李伟格先生指导, 并感谢北京市农科院、浙江农业大学、山西农科院的支持。