

农药污染 及其防治

谢荣武 编著



92

W

AS

Hg

农药污染及其防治

谢荣武 编著

河北人民出版社

一九八三年·石家庄

农药污染及其防治

谢荣武 编著

河北人民出版社出版（石家庄市北马路45号）

唐山市印刷厂印刷 河北省新华书店发行

787×1092毫米 1/32 35/8 印张 76,000字 印数：1—9,000

1983年8月第1版 1983年8月第1次印刷

统一书号：16086·376 定价：0.32元

前 言

农药在农业生产中的使用极为普遍。它对防治农林病虫害及杂草的危害，起着重大的作用，对保证农作物的丰收，做出了积极的贡献。

党的十一届三中全会以来，由于农村经济政策的进一步落实，并实行了各种形式的农业生产责任制，广大农民生产积极性空前高涨，对植保工作更为重视。可是，因为用药科学知识不足，在防治病虫害中往往只注意增加农药的施用次数，一味地加大施用量，不按有关规定和科学方法施药等，不但造成农药对环境的污染，也使农产品中的残留量越来越多，危害人体健康。目前这一问题，已经引起城乡人民的极大关注。

为了防止农药污染的危害，编写了《农药污染及其防治》这本小册子。它除了讲述农药在农业生产和人民生活中的作用外，着重介绍了农药的污染概况和对人民的危害，并提出了一些有效的防治措施，以便使我们对农药的污染问题，有个比较正确的认识和掌握相应的对策，最后，对农药的“功”与“过”做出了较全面的评价。

希望这本小册子，能对植保和环保工作者，大、中专院校学员，农村干部和广大知识青年，在学习上和工作中有所帮助。由于水平所限，书中难免有缺点和错误，请广大读者批评指正。

目 录

一、农药在农业生产和人民生活中的作用	(1)
二、农药对自然环境的污染	(3)
(一) 对大气的污染	(4)
(二) 对土壤的污染	(6)
(三) 对水域的污染	(13)
(四) 对生态平衡的破坏	(18)
三、农药对农畜禽产品的污染	(24)
(一) 农药对农畜禽产品污染的概况	(24)
(二) 农产品中的农药残留	(25)
(三) 畜禽产品中的农药残留	(28)
四、农药对人体的污染及其危害	(30)
(一) 农药在人体中的存在	(30)
(二) 农药对人的毒性	(33)
(三) 几种农药对人体的危害	(37)
五、对农药污染的防治措施	(57)
(一) 农药的合理使用	(57)
(二) 农药的安全使用	(59)
(三) 农产品中农药残留的排除	(65)
(四) 发展低毒无污染的农药	(67)
(五) 防治植物病虫害的新技术	(69)
六、对农药的正确评价	(77)
附录 I 农药对高等动物的急性毒性表	(81)

附录Ⅱ	农药的人体每日容许摄入量和食品中允许残留量表	(88)
附录Ⅲ	农药安全使用标准	(104)

一、农药在农业生产和 人民生活中的作用

人们开始使用农药到现在，已经有数百年的历史了。特别是进入20世纪后，农药工业得到了迅速发展，农药日益广泛地应用于农、林、牧业及卫生事业等方面，对发展农业生产和控制某些危险性流行疾病的蔓延，起了重要的作用。施用农药已经成为农业生产和人民生活中不可缺少 的技术措施。

为了具体地说明农药的作用，让我们来看一些事实。

一般来说，每使用1元钱的农药，能使农业产值增加5~8元。美国近30年来，大量推广应用农药，使小麦、大麦、马铃薯的产量分别增加1倍，玉米增加3倍，农业劳动生产率提高8倍。在苏联，防治病虫害，每支出1卢布，可换得7~8卢布农产品。在日本，水稻因病虫害所造成的减产，1949年每公顷约达600公斤，以后用了农药防治病虫，到1955年每公顷仅减产165公斤，是1949年的1/4。我国现在农药的生产和销售也是逐年递增的。1965~1977年间就增长了2倍，目前加工制剂生产已达150多万吨，对保障农作物增产起了重要作用。根据1952~1979年的统计材料，历年粮食、棉花单位面积产量的增减，与农药销售量的增减呈正相关。据农业部门1977年统计，由于使用化学农药增产粮食

348亿斤。据有关部门1979年的统计资料汇总（见表1），使用农药的增产效果是明显的。据浙江省的计算，1979年施用1元的农药，约可换回2.56元的粮食。据上海市金山县的试验，使用除草剂比对照区每亩增产稻谷44~87斤，增产率为5~9%。国内外的实践充分证明，使用农药防治病虫及杂草，是一项重要的增产措施，农药对人类的吃饭、穿衣等问题，关系十分密切。

表1 1979年我国部分省份施用农药后挽回的粮食

省 份	挽回的粮食(亿斤)	省 份	挽回的粮食(亿斤)
山 东	22.63	广 西	7~10
江 苏	粮食产量的10%以上	山 西	20
浙 江	31.69	吉 林	10
广 东	12~22	甘 肃	1.15

使用农药也是防治卫生害虫的重要手段。例如，危害人类身体健康的一些传染性疾病——疟疾、流行性乙型脑炎、细菌性痢疾、霍乱、回归热和鼠疫等，都是由蚊、蝇、虱、蚤等害虫为媒介来进行传播的。要想消灭这些媒介害虫，离开农药，是不好办的。当前在世界各地，利用农药扑灭传染疾病的媒介害虫，已取得优异的成绩。我国解放后，由于使用农药防除多种传染性疾病的媒介害虫，从而控制了许多危险性传染病的流行蔓延，保障了人民的身体健康，使人们能精力充沛地参加祖国的社会主义建设。

二、农药对自然环境的污染

农药在农业生产和人民生活中具有重要作用，但是大量施用农药，也出现了农药造成的污染问题。

当前所用的农药种类繁多，其毒性和理化性质各不相同，因此，它们对自然界和农产品的污染情况也不同。根据农药的稳定性和毒性，可将农药分为四种类型：

第一种类型，为性质不稳定、易分解失效的农药。这类农药施到农作物上以后，易受阳光和空气的氧化而引起分解，或在植物体内易被降解代谢而失去毒性。这样，它们的残毒问题就不突出。植物性农药除虫菊、烟草、鱼藤等，都属这类。

第二种类型，为性质不十分稳定、较易分解失效的农药。它们的性质远不如有机氯农药那样稳定，在土壤中的半衰期，只有数周至数月。因而，它们所引起的残毒的可能性就要小些。

第三种类型，为性质不十分稳定，但含有的杂质或其分解产物对生物有异常的生理反应，这类农药的残毒问题较为严重。如2,4,5-涕除草剂，虽然它的化学性质不十分稳定，在土壤中的半衰期为5个月左右，但是由于它含有能致畸的杂质二噁英，因此它的残毒问题就显得突出。

第四种类型，为性质稳定，难于分解的农药，残毒问题

最为严重。象含铅、汞等重金属的有机或无机农药，虽然经过代谢或分解后，这些元素依然存在于农产品或环境中。所以，它们对人、畜具有蓄积性毒害作用。含砷的农药，一般也认为是较稳定、难分解的农药，潜存着残毒的问题。

滴滴涕、六六六等有机氯农药的性质稳定，不易分解，同时脂溶性强，极易在动物脂肪体内蓄积，属于高残留的农药类型，它的残毒问题最为突出。

可见，当前造成环境污染的农药，主要是一些化学性质稳定、难于分解的有机氯类农药，含有重金属汞、铅制剂的农药，以及某些特异性农药。

化学保护的大规模发展，是从1944年开始的。目前，全世界每年对大自然倾下的农药约有150~200万吨。数十年来，仅美国就已向农田倾入了滴滴涕约150余万吨。这些农药，由于性质稳定，估计仍有100万吨残留于自然界里。这对人类健康和对环境的污染，有很大危害。一些国家由于滥用农药，严重地污染了大气、土壤、水域，对自然界、农牧业和人类健康都有严重影响，造成了公害。

下面将从农药对大气、土壤、水域的污染，以及对生态平衡的破坏等方面，分别加以阐述。

（一）对大气的污染

农药在空气中存在的状态有两种：一种是农药被空气微尘吸附，存在于空气中；另一种是农药以气体的状态存在于空气中。

空气中存在的农药，主要来源于农业上或卫生上喷洒农药时，所产生的农药飘浮物。尤其是飞机施药，农药的飘浮率就更高。此外，农作物、土壤和水中残留农药的挥发，农药厂的废气，以及工业上使用农药的挥发等，也是空气中农药存在的来源。据测定，直接施于农作物上的农药，如果用粉剂喷撒，只有10%左右附着在农作物上；如果用液剂喷雾，只有20%左右附着在作物上；其余的农药，约有5~30%飘浮在空气中。在空气中飘浮的农药粉剂微粒都很小，直径不到10微米^{〔注〕}，重量也极轻，所以受地心吸引力的影响也很小。但易受空气流动的影响，作远距离的传送，因而扩大了污染范围。即使在远离农业中心的南、北极地区，也不可避免地受到农药的污染。大气中微量的农药，随雨雪回到地面上来。有人在终年冰冻的格陵兰等北极地区的冰块内，也发现有滴滴涕。据估计，在580万平方英里的冰区，每年可能沉积大量的滴滴涕。据报道，生活在那里的爱斯基摩人，虽然从未见过滴滴涕，但在他们中间有些人的体内，也存在微量的滴滴涕。

一般在空气中的农药含量极微，浓度常在ppt级^{〔注〕}。

由于各国使用农药的种类和数量的情况不同，造成对大气污染的程度也不一样。在美国东部各城市的大气中，发现滴滴涕及其衍生物的含量为37.3ppt（即万亿分之37.3）。日本东京的空气中六六六的含量为0.249ppt。城市和农村

〔注〕1微米=1/1,000毫米。

〔注〕ppt是part per trillion的缩写，意为万亿分之几，或兆分之几。

大气中农药污染情况也不同。有人在美国进行调查，发现大气中滴滴涕及其衍生物检出量的平均值，城市为农村的10,000倍（见表2）。说明城市防治卫生害虫使用农药造成的大气污染是严重的。

表2 美国城乡大气中滴滴涕及其衍生物的含量（1966年）

地 区	滴滴涕及其衍生物检出量平均值
农村地区大气	0.004ppt
半农村地区大气	2 ~ 4 ppt
美国东部各城市大气	37.3ppt

（二）对土壤的污染

1. 土壤中农药的来源

土壤中的农药主要来自以下几个方面：一是为了防治作物病、虫、杂草而直接施入土壤里的农药；二是向农作物喷洒农药时，落到地面的。此外，有的是随同带有农药的植物残体落到土壤中的；有的是飘浮在空气中的农药自由降落，或随雨雪降落到土壤中的；还有的是使用受农药污染的水灌溉后，留在土壤中的。法国波尔多城郊的果园，由于长期施用含铜农药，表土中的含铜量高达845ppm〔注〕。英国果园表土中的含铜量更高，为1,500ppm。加拿大果园土壤中的滴滴涕含量也很高。近年来，我国一些科研部门对河北省主要

〔注〕ppm是Part Per million的缩写，意为百万分之几。

产棉区进行了测定，发现在土壤中有较高含量的滴滴涕和六六六，大部集中在耕作层。

2. 土壤中农药的残留期

农药在土壤中残留期的长短，其决定因素主要有：农药的理化性质、土壤类型和性质、土壤微生物及环境条件等。

(1) 农药的理化性质：农药种类不同，理化性质不同，在土壤中消失的速度也就不一样。一般说来，有机磷农药和氨基甲酸酯类农药，比有机氯农药在土壤中分解得更快，残留期也较短。前者在土壤中的残留期只有几天或数十天，而后者则可长达数年，以至十几年、二十年之久。除草剂的残留期则介于二者之间（见表3、表4、表5）。农药的挥发性和溶解性与农药在土壤中的消失速率相关。在通常的情况下，农药的挥发性和溶解性越大，消失越快，如七氯、氯丹等的蒸气压比滴滴涕高，因而在土壤中消失的速率高（见表6）。农药的施用量少，浓度低，它在土壤中的消失也快。此外，农药的剂型不同，消失速度也不同，可湿性粉剂的消失速度就大于颗粒剂。

表3 有机磷农药在土壤中消失的时间（日）

农药名称	消失天数
乐果	4
马拉硫磷	7
1605	7
3911	15
乙拌磷	30
二嗪农	50~80

表 4 有机氯农药在土壤中消失的时间 (年)

农药名称	消失95%需要的年数	
	界限	平均
艾氏剂	1~6	3
氯丹	3~5	4
滴滴涕	4~30	10
狄氏剂	5~25	8
七氯	3~5	3.5
林丹	3~10	6.5
碳氯特灵	2~7	4

表 5 除草剂在土壤中消失的时间 (月)

农药名称	消失时间 (月数)
扑灭津	18
西玛津	>12
阿特拉津	10
草乃敌	8
氯苯胺灵	8
灭草隆	10
敌草隆	8
2,4,5-涕	5
2,4-滴	1

(2) 土壤类型和性质: 土壤类型和性质, 对农药在土壤中残留期的长短影响很大。农药在有机质土壤中比在砂质土壤中残留时间长, 在有机质含量高的土壤中比在有机质含量低的土壤中残留的时间也长。其顺序为: 有机质土壤 > 砂

表 6

农药蒸气压与残存率的关系

农药名称	蒸 气 压 (毫米汞柱, 20℃)	农药在土壤中一年后的 残存率 (%)
滴滴涕	1.0×10^{-7}	80
狄氏剂	1.0×10^{-7}	75
林 丹	9.4×10^{-6}	60
氯 丹	1.0×10^{-5}	55
七 氯	6.0×10^{-4}	45

壤>粉砂壤>粘壤(见表7、表8)。这是什么原因呢? 在国外有人经过试验后认为, 农药可溶于土壤有机物质中的脂类内而得到保护, 使农药免受细菌的分解。再则, 土壤pH值高时, 农药的消失速度快。例如, 1605在碱性土壤中比在酸性土壤中的残留量少20~30%; 马拉硫磷在pH值为9~11时, 水解作用很快。此外, 土壤水分和温度也影响农药在土壤中的降解速度。

表 7

治线磷在不同土壤中的半衰期

土壤类型	有机质土壤	砂 壤	粉 砂 壤	粘 壤
半衰期(周)	10	6	4	1.5

表 8

毒虫畏在不同土壤中的半衰期

土壤类型	泥 炭 土	壤 土	砂 壤	砖 土
半衰期(周)	≥ 16	≥ 12	≥ 2	≥ 2

注: 田间小区试验, 每亩用4磅毒虫畏

(3) 土壤微生物: 微生物对土壤中的农药残留期也有

很大影响。近年来，国外有不少的研究证明，农药在土壤中的降解主要是靠土壤中的各种微生物的作用。分解有机氯农药的土壤微生物有：木霉 (*Trichoderma*) 2种，周鞭毛属细菌 (*Bacillus*) 2种，单孢毛属细菌 (*Pseudomonas*) 6种。在詹姆斯·拉弗格利亚和保罗·艾·达姆 (*James Laveglia*和 *Paul A. Dahm*) 的《有机磷和氨基甲酸酯类杀虫剂的土壤降解和土壤微生物降解》一文中提到，有许多细菌和真菌对有机磷和氨基甲酸酯类杀虫剂，具有很强的降解作用。例如塞图纳塞安 (*Sethunathan*) 等试验证明，有一种细菌 (*Flavobacterium*属) 对1605具有很强的降解作用，可以利用它去除被1605污染的环境和容器。海拉科索 (*Hirakoso*) 研究表明，另有两种细菌 (*Pseudomonas aeruginosa*和 *Escherichia freundii*) 也都可使1605完全分解为无毒物。对于马拉硫磷被微生物降解的研究较多，它被微生物代谢的图解如图1所示。西维因的微生物代谢如图2所示。

(4) 其它如降雨、灌溉、紫外线照射，都能促使农药加速分解。

3. 土壤中农药的转移

农药在土壤中被吸附，多数集贮于土壤表层，转移到下层去的很少。在水田里也集中在土表层10~20厘米处。但砷和汞有时候有一部分能进到更深的土层里。

农药在土壤中的转移受到哪些因子的影响呢？从现有研究资料来看，主要有下列因子：

(1) 农药的溶解性：农药的水溶性愈强，愈易在土壤中移动；脂溶性高的农药，在土壤中的移动就困难。例如，

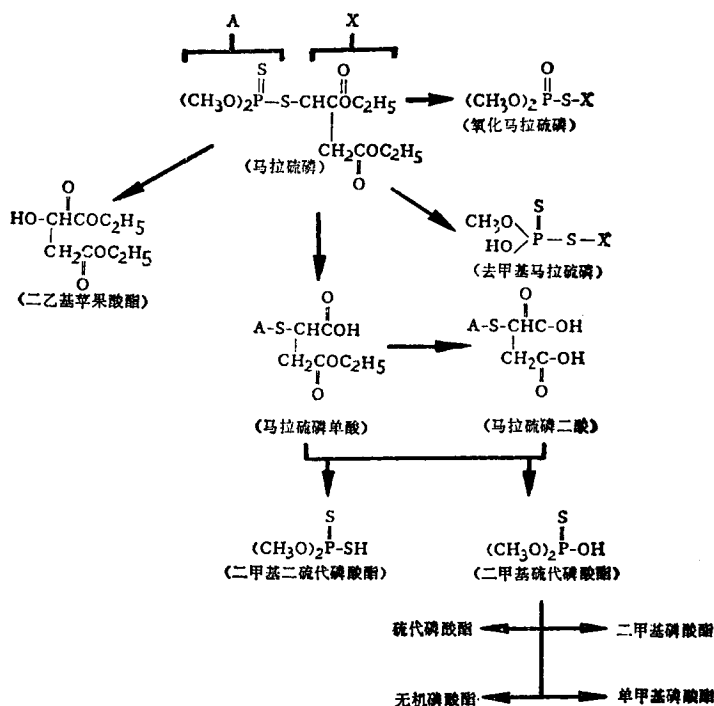


图1 马拉硫磷的微生物代谢

在水田或旱田土壤中，六六六异构体及其代谢物的垂直分布，约有80%以上都在深度为20厘米以内的表层土壤中。其中由于丙体六六六的水溶性较高，深入土壤较深；而水溶性较低的乙体六六六，则只残留在表层土中。滴滴涕的水溶性比六六六各种异构体低得多，因而它只残留于土壤的表层，它向土壤下层移动的量是很少的。经测定，到达地表下