

# 农药及其对环境的影响

宇振东 陈定茂

(中国科学院环境化学研究所)

## 摘 要

本文列举一些事实,阐述了农药与人体健康、农药与环境的关系。强调指出,采用非持久性农药后,既要密切注意和研究已经停用的农药的残留和迁移转化,也要注意和研究非持久性农药在生物体内的结合残留和结合残留。

近几十年来,合成化学品的数量巨大,品种繁多。有人做过统计,合成化学品的年产量每七、八年翻一番,从三十年代的年产100万吨发展到近年来的2.5亿吨。现在,美国化学文摘社登记的化学品已超过700万种,而常用的化学品有5万多种,年产5万吨以上的有150种以上。日益增加的化学品通过生产、运输、储存、使用、废弃等不同环节而进入生态环境各个系统。进入环境的化学物质,已从100年前全球环境浓度稍大于零增至1ppb。如果合成化学品按目前的速度增加,则100年后,全球环境浓度将达ppm级。

农药是合成化学品的重要组成部分。目前,世界上生产、使用的农药原药已达1000多种,加工成制剂近万种,大量使用的有100多种<sup>[1]</sup>。全世界化学农药的产量(以有效成分计)约200万吨(不包括我国在内),主要是有机氯、有机磷和氨基甲酸酯等,其中除草剂80万吨(占40%),杀虫剂70万吨(占35%),杀菌剂40万吨(占20%),其它约10万吨。美国的产量最大,1984年达75万吨,苏联28万吨,西德23万吨,日本在10万吨以下。国际上生产农药的工厂有六、七百家<sup>[2]</sup>,包括15—20个大企业,集中在美国和西欧,农药产量占世界农药总经营额80%左右<sup>[3]</sup>,1984年达140亿美元<sup>[4,5]</sup>。我国的农药产量约20万吨(1984年),占世界第四位,农药的品种近百种<sup>[6]</sup>,包括杀虫剂、杀菌剂、植物生长调节剂、氮肥增效剂、除草剂、薰蒸剂、杀鼠剂等。每年还进口70万吨,平均每亩施药量100克左右。

害虫、杂草、害虫和鼠类对农业生产造成极大危害,一般认为,它给农作物造成的产量损失约达35%,在仓库中造成的损失15%<sup>[7]</sup>,世界农产品每年受害而造成的损失将占总产量的一半。对于控制病、虫、杂草等的危害中,化学品能挽回损失的70—80%<sup>[8]</sup>,而农业防治(包括抗病虫育种)、生物防治、物理防治等挽回的损失仅20—30%。我国农用化学品的用量低于发达国家,靠农药和化肥增产的潜力还很大。过去20—30年间,美、日农业生产的飞快发展,证明农用化学品的大量使用是一个极其重要

的原因。到2000年,世界人口将增至70—80亿,尤其是第三世界人口的增加,对粮食和农产品的需求量将有很大增长,增加农用化学品的用量是农业增产的重要手段。

大量的农用化学品进入环境,将引起生态环境的破坏,给人类和生物带来有害的影响。迄今为止,人们只是对那些已经对环境和人体健康造成明显危害的少数化学品,如六六六、DDT、多氯联苯、多环芳烃、汞、铅、锌、镉等进行了较多的研究,对于已进入环境的绝大多数农药的环境行为了解很少,甚至一无所知。

## 农药与人体健康

农药中毒,能够引起急性症状,也能引起慢性病症,这在世界上某些地区已成为主要问题,尤其在中美和南美。世界卫生组织估计,在发展中国家,每年有50多万人农药中毒,有5000多人死亡<sup>[5]</sup>,这个数字还没有包括目前很多已受到影响但还没有统计,或没有接受医疗的病人。

造成农药中毒的原因是多样的,除了缺乏教育和训练外,发展中国家对农药的误用和处置不当是个很重要的原因,也与热带气候和雨量过多等问题有关。应当更多地注意研究施药的最佳时间和剂量,以及农药适用的气候和土壤条件。农药的使用效率和农药污染也往往与农药施用方式有关。例如,在中美州的棉花种植区,每年有多达40次的农药空中喷雾,这些国家人均年施药量达2公斤,喷撒的农药25%到达目标,75%则在施药区,污染邻近的牧场和居民区。在施药区周围放牧的奶牛产的牛奶中,农药残留量大于其它地区牛奶中农药残留量30倍<sup>[9-10]</sup>。某些发展中国家的农药用量大大超过实际需要量,例如萨尔瓦多,人口450万,1975年使用了世界马拉硫磷总产量的25%,每平方公里约施0.5吨<sup>[5]</sup>。发达国家已经限制使用的某些农药,例如有机氯农药六六六、DDT,在发展中国家仍然自由使用。还往往使用标记不充分的容器以及不合适的容器,如饮料瓶等,许多农药中毒死亡与此有关。

蚊子是传染疟疾的媒介。在某些疟疾流行的国家,在疟疾根除后种植棉花和水稻,由于蚊子已有抗药性,所以,会重新出现这种疾病。世界卫生组织杀虫剂专家委员会1976年宣布:已有证据充分证明,很多传病媒介的抗性,是使用农药的副作用引起的。在中美州,七十年代中期疟疾发病率比世界卫生组织制定的消灭疟疾计划付诸实施前的上一个十年高3倍,引起农药“间接中毒”。

农药对人体健康可产生急性、亚急性和慢性中毒,因农药的毒性而异。急性中毒可能导致死亡<sup>[11]</sup>。其中毒不限于直接接触农药的生产、喷雾或处置化学品的人,也包括为使用杀虫剂的农场工人洗衣服的家庭妇女等等。

### 1. 急性中毒

1984年12月4日美国联合碳化物公司在印度的博帕尔农药厂发生异氰酸甲酯(生产农药的原料)泄漏,造成2000多人死亡,10多万人受害的严重事件。巴西坎皮纳斯州立大学的流行病学专家对1107名农业工人进行农药既往中毒史调查,调查结果表明,这些工人急性中毒达133人次(1984年)。

农用化学品中,杀虫剂和除草剂引起的问题最大。有机磷酸酯和氨基甲酸酯的滥

用, 大多数急性中毒是由其引起的。呼吸道障碍、流产和婴儿先天畸形以及脑损伤等均与其有关。有机氯(包括DDT、六六六、艾氏剂和七氯)也造成急性中毒和死亡。在过去几十年里大量使用, 已知能引起严重惊厥, 往往导致死亡。

在除草剂中, 对草快是极毒的。在急性中毒以后, 将引起不可逆的严重肺纤维变性, 大部分除草剂对人畜的毒性不大, 在自然界容易分解, 对水质、空气、土壤的污染是轻微的。

## 2. 亚急性中毒

这类中毒已受到注意, 主要症状为头痛、胃痛、流涎、肌肉衰弱、不自觉的震颤, 这类症状也与蠕虫病、贫血症、疲劳及营养不良等有关。

在对巴西坎皮纳斯地区农场工人调查中发现, 在收获期间接触农药的人口中有17%发生亚急性中毒。

亚急性中毒通常很不明显, 检查十分困难。例如, 接触有机磷酸酯和氨基甲酸酯杀虫剂的人, 其血液常有明显改变, 某些血液成分的活性减少50%以上。

## 3. 慢性中毒

对农用化学品的频繁和不间断接触, 长时间后可能导致严重的后果。如长期接触有机磷酸酯和氨基甲酸酯杀虫剂, 视力可能受影响, 丧失末端视力。西班牙的Sanchez发现听力丧失与农药使用有关, 接触有机磷酸酯也可能引起麻痹、滞后、不可逆的神经毒性作用。有机氯杀虫剂可能对人体有永久性效应, 它沉积在人体的脂肪组织中, 通过各种器官长期进行循环。1983年, Kaloyanova证实<sup>[10]</sup>, 上述循环的一种对心肌的毒性作用, 造成心脏的心律不齐。有机氯还能刺激肝酶, 干扰医药的治疗作用。某些农药对肝、肾有毒。

除草剂五氯酚和 2,4,5-T(三氯苯氧乙酸)可能会致畸和致癌, 这是由于在这些物质生产过程中产生的强致癌物二噁英可能会部分地留在产物中。在动物的实验室试验中已经发现, 肝癌与长期接触有机氯有关, 大多数发达国家已禁止使用这类产品。杀真菌剂, 包括双(二硫代氨基甲酸)亚乙酯的使用, 也可能导致慢性效应, 动物试验时发现能产生甲状腺癌。汞类杀真菌剂可能引起不可逆的脑和肾损伤。

我国常用的农药有杀虫剂、杀真菌剂、植物生长调节剂、氮肥增效剂、除草剂、熏蒸剂、杀鼠剂等, 其中杀虫剂的用途广、用量大、品种多, 中毒机会也较多。有机汞类杀菌剂的毒性大, 七十年代初被下令停产, 研制了高效低毒的有机磷如稻瘟净、定菌磷、威菌磷、枯瘟净、稻可宁等类来代替。熏蒸剂等毒性较大的农药也都陆续由低毒类品种代替。我国农药中毒发病以有机磷农药中毒为多见, 分布较广<sup>[11]</sup>, 如辽宁、山东、江苏、上海、浙江、湖北、湖南、福建、广东、河南、河北等省市均有不少中毒病例。近年来发展的磷胺、稻瘟净中毒也曾有报导。氨基甲酸酯类化合物如呋喃丹等未见中毒病例。有机氯杀虫剂的生产性中毒病例很少, 砷制剂、氟制剂农药偶见生产性中毒或误服中毒。近年来, 个别地区可见杀虫脒中毒。氮肥增效剂也是新发展的农药。粮食熏蒸剂如磷化锌、磷化铝、溴甲烷、氯化苦等先后在西安、天津等地因意外情况发生中毒, 杀鼠剂安妥、敌鼠钠盐也有中毒病例<sup>[11]</sup>。

## 农 药 与 环 境

农药的使用可能会产生严重的后果<sup>[6]</sup>。农药对环境的危害不仅是由于这些产品未受限制而造成的,即使按照规定使用农药也会产生危害。例如,在各种类型的农场附近,常常发现野生动物的尸体,如在有很多玉米农场的巴西圣保罗附近的某小城市,发现有许多野狗死亡,其胃内的一只野鸽子的胃中有一些浸过氨基甲酸酯杀虫剂的玉米籽。我国山西省孝义县1979年高粱成熟前使用甲拌磷防治高粱蚜,致使数万斤粮食受到污染,引起大量羊和鸡死亡。1984年,在巴西南里奥格兰德州,有200多万只蜜蜂因使用农药而死亡。美国养蜂业中,因农药每年造成的损失达2千万美元,因授粉受农药影响而造成的损失约8千万美元。

化学农药能杀死病虫害,也能杀伤这些害虫的天敌,如杀害棉蚜虫,也杀害了它的天敌七星瓢虫;杀死松毛虫,也杀害了寄生在它身上的赤眼蜂。滥用农药会促进害虫的发生。

长期广泛的使用农药,害虫对农药的抗性相应增大,需加大施药量,如日本1950—1968年耕地面积减少1500万亩,但施药量却增加了八倍。国外到1969年止,产生抗药的害虫种类就有288种,1978年已达480多种<sup>[12]</sup>,我国产生抗药性的害虫有水稻三化螟、蚜虫和黑尾叶蝉等8种。台湾省1976年使用拟除虫菊酯,四年中,小菜蛾就产生了抗性。由于农药用量的加大,则在植物和土壤中的残留也不断加大,使周围环境和动植物受到污染。在土壤中难降解的农药给生态环境更带来持久性的破坏,已引起国内外的重视。下表列出一些氯化杀虫剂在土壤中的残留期及其消失所需时间<sup>[10]</sup>:

有机氯杀虫剂在土壤中的残留期(用消失95%所需的年数表示)

杀 虫 剂	施药量(千克/年/公顷)	年 数	
		范 围	平 均
艾氏剂*	1—3	1—6	3
Chlorate	1—2	3—5	4
DDT	1—3	4—30	10
狄氏剂	1—3	5—25	8
七氯**	1—3	3—5	3.5
林 丹	1—3	3—10	6.5

\* 转变成狄氏剂;

\*\* 转变成七氯的环氧化物。

(C.A. Edwards, Residue Rev., 13, 83(1966))

例如,艾氏剂在巴西多数用于处理稻种,种植水稻后再种草进行放牧,造成土壤污染,并污染了后来在此牧场上放牧的牲畜,导致肉产品中农药残留过高。

法国国家农业经济研究所的 F. Chabasson 积累的数据表明<sup>[5]</sup>,由于土壤和作物管理不当引起的不良生长条件,导致植物代谢的生理不平衡,结果使植物对于食肉动物和疾病的袭击可能变得很脆弱。他指出,过量使用农药既会搅乱植物代谢,也会加剧疾

病的蔓延, 从而使病虫害日益增加。因此, 最重要的是必须合理使用农药。

农药给人类社会带来繁荣, 农药也给人类和环境带来潜在性危害。如何合理使用农药, 既使农牧业增产, 又不给人类和环境带来破坏, 一直是环境科学工作者必须研究并作出回答的问题。

我国虽然已经禁止使用六六六, 但其对环境的影响将持续一段很长时间, 今后仍应注意研究: 土壤中残留农药的消失状态, 残留农药对生物污染的影响以及促进土壤中残留农药降解的措施。

停用有机氯杀虫剂, 推广有机磷、氨基甲酸酯等非持久性杀虫剂并不能完全解决杀虫剂给环境所造成的问题, 非持久性杀虫剂在水域、生物体内残留量往往很低, 但大多数非持久性杀虫剂对哺乳动物急性毒性较高, 它们中相当一部分是内吸传导型杀虫剂, 可以经茎叶和根部吸收而进入组织内部<sup>[12]</sup>, 因此, 应对其残留高度重视, 特别是对于生长周期长的蔬菜、水果及经济作物中的残留决不能掉以轻心。另外, 非持久性杀虫剂的部分降解产物甚至比化合物更毒, 有较长的残留时间, 例如乐果的有毒降解产物在野外条件下残留期至少 2 年。非持久性农药在生物体内易形成轭合残留和结合残留, 这两种残留都有生物活性, 轭合残留更高<sup>[13-16]</sup>。

最近, 有人在综合防治的基础上, 提出了“软农药”的新概念<sup>[17]</sup>, 即把虫害控制到不危害的程度上, 而不是彻底消灭它。“软农药”的研制正在发展, 已取得一定成果, 例如, 只要在作物上喷洒 ppm 浓度的杀虫脒, 就能使害虫的幼虫产生驱避作用, 达到防治的目的。此工作正在研究进行中。

### 参 考 文 献

- [1] 1985. *UNEP Industry and Environment*, 8(3):1-2
- [2] Angelo Z Trape, 1985. *UNEP Industry and Environment*, 8(3):10-12
- [3] Knusli E, 1985. *UNEP Industry and Environment*, 8(3):2-4
- [4] Earl C Spurrier, 1985. *UNEP Industry and Environment*, 8(3):13-15
- [5] Steven Schatzow, 1985. *UNEP Industry and Environment*, 8(3):18-20
- [6] 戚澄九, 1983. 农药的发展与对环境的影响, (内部资料)
- [7] 张连仲, 1981. 环境科学丛刊, 2(2):67
- [8] 王极德, 1980. 环境科学丛刊, 1(2):8
- [9] 钱易, 1986. 环境科学, 7(2):86
- [10] 孙维相, 1984. 农药、化肥等人工合成化学品的环境行为及安全评价研究, (内部资料)
- [11] 王淑芬、孙丽津, 1982. 中国农药中毒与防治概况, (内部资料)
- [12] 白清云, 1982. 非持久性杀虫剂的环境问题, (内部资料)
- [13] 戚澄九, 1985. 环境中污染农药的消除, (内部资料)
- [14] 易阿钟, 1985. 农药与农业环境, (内部资料)
- [15] 程曜生, 1984. 我国农药生产现状和新农药的发展前景, (内部资料)
- [16] 戚澄九, 1985. 农药与环境生态经济, (内部资料)
- [17] 蔡道基, 1985. 有机氯农药禁用后对生态环境残留影响与防治对策, (内部资料)

1986年7月20日收到。