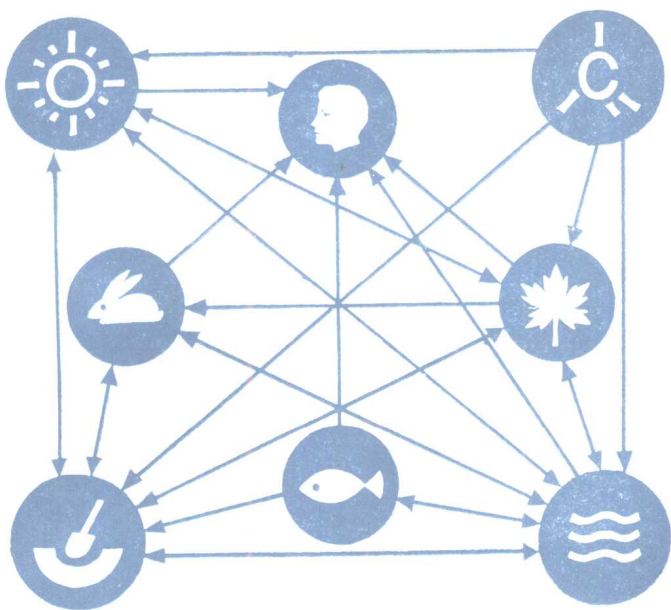




农药与环境

[苏] H. H. 麦尔尼科夫 著
 A. M. 沃尔科夫
 O. A. 科罗特科娃

化学工业出版社

农药与环境

Н. Н. 麦尔尼科夫

[苏]А. И. 沃尔科夫 著

О. 科罗特科娃

魏岷 玮 龚著 勤 译

化学工业出版社

内 容 提 要

本书根据化学、毒理学、药理学、生物学、微生物学、生物化学等多种学科的大量文献资料,综合介绍了各类农药对环境的影响及其代谢机制,包括它们在大气、水体、土壤、动物、植物、微生物中的转化和分解,它们在动植物体内的积累和残留,以及它们对各种生物的毒性数据。这是一部较全面论述农药在环境中行为的专著,对有关各学科的研究人员以及环境保护、自然保护、医疗卫生、农药研究和农药使用等部门的科技人员及管理干部都有较大的阅读参考价值。

Николай Николаевич Мельников

Алексей Иванович Волков

Ольга Алексеевна Короткова

Пестициды и окружающая среда

Издательство «Химия»

Москва 1977

农药与环境

李巍岷 姚家玮 龚著勤 译

责任编辑:袁珊堂

封面设计:季玉芳

化学工业出版社出版

(北京和平门七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

开本787×1092¹/₃₂印张9¹/₄字数202千字印数1—4,770

1985年10月北京第1版1985年10月北京第1次印刷

统一书号15063·3715定价1.80元

译 者 的 话

在现代农业中，农药在防治农作物的病虫害害和保证稳产高产方面起着极为重要的作用。但与此同时，随着农药的应用日广，农药对环境的影响也越来越引起人们的关注。究竟农药对周围环境的危害程度如何？怎样正确使用农药才能避免那些可能的危害？苏联科学院院士、农药方面的著名学者 H. H. 麦尔尼科夫等人所著《农药与环境》一书很好地回答了这些问题。本书自 1977 年出版以来，受到广泛的重视，并被译成多种文字出版。

本书中译本是集体劳动的成果。前言、引言、第一章和第九章至第十七章为李巍岷同志所译，第二章和第三章为龚著勤同志所译，第四章至第八章为姚家玮同志所译，全稿由李巍岷同志校阅。译者还要特别感谢吴克文、石得中和胡笑形同志以及化学工业出版社的编辑同志们，没有他们的帮助和努力，中译本的出版是不可能的。

需要说明的是，书中所有农药的中译名基本采用石油化学工业出版社 1978 年出版的《英汉农药辞典》中的名称，而一些动植物和微生物的拉丁文名称则根据科学出版社 1982 年版《细菌名称》、科学出版社 1976 年版《真菌名词及名称》等尽可能译成中文并在括号内附注拉丁文原文，查不出根据的只好保留拉丁文原文或在保留拉丁文原文的同时用中文指出其属名，以方便一般读者阅读。在国内有关专家对它们正式命名之前，不准确的译名只能造成混乱。俄文原著中采用拉丁文名称，恐怕也是这个原因。此外，对原书中的一些印

刷错误已予改正。个别查不出释义的名词在译文中不得不保留原文。

鉴于本书内容涉及化学、药理学、毒理学、生物学、微生物学、生物化学等多种学科和专业，译者水平又有限，译文难免会有不妥和错误之处，请读者批评指正。

一九八三年五月

前 言

近年来，人们对保护环境免受各种污染的问题非常关注，并对这一领域中的研究工作投入了大量的资金。这是完全可以理解的，因为环境的状况决定着人类的未来，包括人的健康、寿命和有效活动时间的长短。

环境可能的污染源之一，就是那些在农业、卫生和工业中用来防治各种有害生物的化学药剂。这些药剂统称为农药。

鉴于农药是一些生物活性物质，故对于它们在环境中的行为有着一定的要求，以确保其使用对有害生物的药效最大而对人及有益动植物的危害最小。因此，在现代农药投入实际使用之前，对于其在环境中的行为要进行非常仔细的研究，并要制订出关于安全使用的建议。

到目前为止，对于各种农药在环境对象中、在人工的和天然的生态系统中、以及在人和动物体内的行为的研究，已经积累了大量的材料。对此，只要指出一点就足以说明：仅在最近十年间，关于这个问题就发表了一万篇各种报道；它们散见于化学、毒理学、药理学、生物学、微生物学、生物化学以及许多其他学科的许多专业期刊上。对这些材料的各个方面进行全面总结，是一个繁重而复杂的任务。这个任务只有通过上述各个领域工作的很多专家的集体努力，才有可能顺利完成。本书作者给自己提出一个比较简单的任务：不是对所有的农药、而只是对在苏联的条件下有一定意义的那些农药在环境中的行为进行总结。

在本书既定的篇幅范围内，作者探讨了各类最重要农药

的有关问题，并且特别注意这些农药在各种作用对象中的化学转化（这种转化通常称为代谢），因为我们认为，这个问题在（苏联）国内文献中阐述得不够。本书还列出了各种农药对不同作用对象的毒性数据，以及它们在土壤中和动植物体内分解过程的材料。当然，这些数据的量取决于作者所能得到的文献中相应材料的多寡。

文献来源只是有选择地列出了一些。因为要编制一个完整的参考文献书目，势必要大大增加本书的篇幅。因此，许多文献给出的不是原始研究报告，而是对这个或那个问题的综述。此外，对作者认为比较重要的农药阐述得较为详细；对不怎么重要或应用规模较小的物质则叙述得比较简略。

尽管本书篇幅有限，但作者还不得不对各种一般性问题和概念给予一定的注意。否则，读者就比较难理解书中的许多材料。

象在所有情况下一样，当首次尝试把大量材料概括成一本书时，无疑也会产生一些缺点和错误。作者将怀着感激的心情接受读者对本书缺点和错误的指正。

在本书的个别章节中，包含有一些不同性质的、而且并不总是一致的材料。但这不是出于作者的意愿，而是由于文献中存在着这些相应的材料。

本书的引言和第一、二、三、七、十二、十三、十四及第十七章由 H. H. 麦尔尼科夫执笔，第四、八和第十六章由 A. H. 沃尔科夫执笔，第五、六、九、十、十一及第十五章由 O. A. 科罗特科娃执笔。不过，所有作者都对全书负有共同的责任。

农药的名称按苏联国家标准 ГОСТ 19856—74 给出。

作者

引 言

在文明的数百年发展过程中，工业生产完善程度的主要指标是经济效益，而各种工业废物并没有引起人类的兴趣。工业和人类其他经济活动各个部门的废物被抛入河流、海洋，并在个别地区堆积起来。这导致生物平衡受到严重破坏，在许多场合下还使地球某些区域的各种生物濒于灭绝。工业在科学技术革命时期特别迅猛的发展，把环境保护问题提上了议事日程。所谓环境，通常是指我们的星球和它上面的一切生命形式。环境（或外部环境）的简化含义则是指地壳及其生物圈以及围绕着地球并作用于生命过程的那一部分宇宙空间。

一切生物，包括动物、植物、微生物，以及这些生物死亡后分解变成最简单的有机和无机化合物的过程所经历的各个阶段产生的一切残留物，都是生物圈的组成部分。生物圈还包括大气（大气圈）、水（水圈）和土壤（土壤圈或岩石圈）等各种生物与非生物的组合。

当前，鉴于来自工业和人类其他经济活动的污染物数量巨大，环境保护就作为一个严重问题提了出来^[1,2]。

关于各种物质对环境污染的规模和特点，就是从下面几个例子也可加以判断：仅仅由于烧煤，每年就有大约3000吨汞进入大气，如果再把化工企业的废物计算在内，则每年进入环境中的汞量大约为10000吨^[3]；1970年，约有一亿七千万吨各种物质进入美国上空的大气层^[4]。

以这种规模往大气中排放各种化学物质是非常危险的，

因为由于人类经济活动而进入大气的大多数物质对于各种生物并非是无紧要的，而是有可能破坏他们（它们）正常的生命活动。这种破坏作用即使不是立即发生，也可于低剂量长期作用的情况下发生^(5~17)。

到目前为止，在环境中已发现 55000 多种化合物和人类经济活动的产物。其中有很多对于各种生物具有一定的危险性，或是立即发生作用，或是通过长期作用而在植物、动物和人的生活中引起这样或那样的不良变化。在这为数众多的物质中，农药及其代谢产物和类似化合物约占 0.9%。

由于农药及其某些代谢产物对于各种生物具有相当高的生物活性，最近，对农药及其代谢产物和类似化合物在各种环境对象中的行为进行了系统的研究。关于这个问题，目前已积累了大量的材料。仅在最近五年间，就这个问题所发表的著作就不下数千篇。

大力注意研究农药在环境中的行为，还与寻找农药用于农业和工业防治有害生物、用于防治人和动物的传染病媒介节肢动物的安全使用条件有关。

在农业中使用农药有巨大的经济效益，并可急剧降低单位产品消耗的社会劳动。现在认为，不使用农药，几乎所有的农作物都不可能获得稳产高产。鉴于大多数植物性和动物性产品都被人们用作食物，所以，对食物中农药及其代谢产物的含量应严加规定。

此外，在把某种农药用于农业实践之前，应当研究它对食品的营养价值和味道好坏的影响。

在现代经济中，农药在下述基本领域内获得相当广泛的应用：

1. 保护植物不受包括节肢动物和啮齿目动物在内的各

种害虫的危害；

2. 防治人和动物的传染病媒介节肢动物以及生活中的有害节肢动物。其中包括蚊、蚋、跳蚤、虱子、苍蝇、蜱螨类及其他有害的节肢动物；

3. 保护家畜不受皮下牛虻、跳蚤、苍蝇、虱子、牛虻等体外寄生虫的危害；

4. 保护贮存的粮食、植物性和动物性产品以及非金属材料免受节肢动物和微生物的危害；

5. 用消毒种子和治疗患病的生长中植物的方法来防治植物的霉菌性、细菌性和病毒性病害；

6. 防治杂草及其他有害植物；

7. 防止各种生物附生在海轮船体上而破坏船舶的正常浮力和降低航速，从而导致燃料消耗急剧增加；

8. 防止造纸及其他一些工业部门中的粘泥生成；

9. 防治运河及其他水系水草丛生；

10. 调节植物生长。

现在，调节植物生长已广泛用于各种各样的场合和许多农作物。其中包括植物的脱叶、干燥，以利于土豆、棉花、豆科植物这样一些作物繁重的收获工作机械化，以及使生长着的植物变干。植物生长调节剂还用于：延缓幼枝生长以调节一系列多年生作物的结果率；防止禾本科植物倒伏；提高产量和获得无核果；在树木移栽和扦插法无性繁殖时加快植物生根；破坏休眠状态和在长期保存时防止节块的发芽；调节树篱的生长（代替修剪）；改善花的开放；以及其他许多场合。

使用农药的经济效果，可以用各种作物因植物病虫害和杂草所造成的产量损失数据清楚地加以说明^[16]。

作物	收获量 百万吨/年	损失量 百万吨/年
粮食作物（小麦、稻谷、黍子、玉米、荞麦、大麦、黑麦）	960~1000	500~510
糖用甜菜	210~250	65~75
甘蔗	470~480	550~570
土豆	270~280	125~135
葡萄	50	25~26
棉花	11~12	5~6
大豆	31~32	12~13
水果	66~67	21~22
蔬菜	202	78~79

使用植物生长调节剂可增产10~80%，视其用于什么作物和使用目的而异；用于粮食作物、某些蔬菜作物和水果作物特别有效。农药作为一种防疫因素的意义是怎样估价都不会过分的。

农业化学化对农场劳动生产率的影响可由下列数据表明^[47]：1850年，美国一个农业劳动力能够提供4个居民所需的农产品，1900年，他已经可以养活7人；1940年——11人；1970年——46人；而到1974年已达55人。而且，农业劳动生产率的提高在最近10~15年中应当完全归功于农药、特别是除草剂的大规模应用。

苏联在第九个五年计划期间靠植物保护措施获得的增产收益每年平均为55~60亿卢布^[468]。

目 录

译者的话

前言

引言

第一章 化学产品在环境中扩散的基本途径	1
大气圈	1
水圈	6
土壤圈	21
第二章 有机氯农药	36
滴滴涕及其类似物	37
林丹	43
多氯萜烯	49
二烯合成产品的衍生物	49
多氯苯及其衍生物	51
第三章 醇、酚和醚	53
卤代酚	54
硝基酚	55
酚醚	57
第四章 脂族羧酸及其衍生物	59
脂族羧酸的酰胺和脞	62
第五章 芳族羧酸及其衍生物	70
一元酸	70
二元酸	76
第六章 胺和季铵盐	80
第七章 芳氧基烷基羧酸及其衍生物	89
第八章 氨基甲酸酯	100

第九章 硫赶氨基甲酸酯	128
第十章 二硫代氨基甲酸衍生物	137
亚烃基双(二硫代氨基甲酸)的酯或盐	138
烷基二硫代氨基甲酸酯或盐	147
第十一章 尿素衍生物	152
第十二章 汞、铜、锌、锡和其他金属化合物	164
第十三章 有机磷化合物	177
磷酸衍生物	182
硫代磷酸衍生物	186
二硫代磷酸衍生物	195
膦酸类的衍生物	205
第十四章 砷化合物	212
第十五章 含一个和两个杂原子的杂环化合物	216
含一个杂原子的杂环化合物	216
含两个杂原子的杂环化合物	221
第十六章 含三个杂原子的杂环化合物	236
均三氮苯衍生物	236
偏三氮苯衍生物	256
硫杂二氮苯衍生物	257
第十七章 人、动物、植物和农药	260
参考文献	272

第一章 化学产品在环境中扩散 的基本途径

化学产品在环境中扩散的基本途径如图 1 所示。农药也按照类似的途径在环境中转移^[9]。

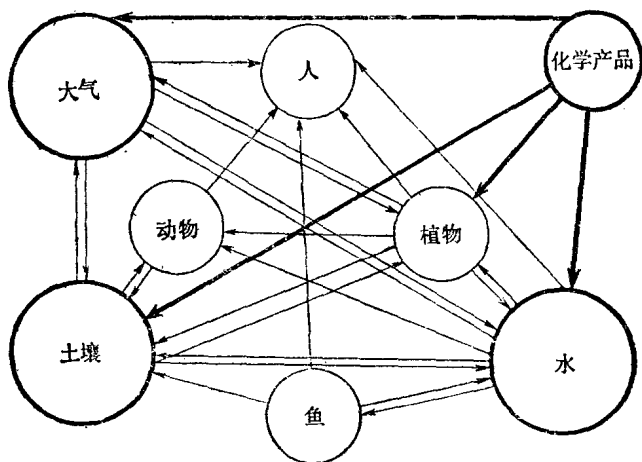


图 1 化学产品在环境中的循环

为了对农药在环境中的迁移得出更完整的概念，必须研究一下它们在大气圈、土壤圈和水圈中的行为。

大 气 圈

当用地面或航空器械喷雾或喷粉施药时，农药能直接进入大气。农药还能从土壤表面、植物表面及水面蒸发直接进

入大气。很显然，航空施药以及气温较高时，进入大气的农药量最大。农药的挥发度愈高，它进入大气的量也愈多。但是，当以喷粉形式施药时，一部分粉剂能够以细分散悬浮体或气溶胶的形式进入大气。气流可以把农药蒸气或气溶胶带出相当远的距离，如同对放射性物质屡次观察到的情况那样。

农药从土壤表面的蒸发较使用时的蒸发要稍慢一些。这是完全可以理解的，因为在或多或少的程度上它们能为土壤胶体所滞留。因此，同一个化合物从组成不同的土壤表面的蒸发速度也各不相同。而且农药从土壤表面的蒸发速度还取决于温度和湿度。此外，各种物质根据其性质的不同，可在不同程度上为土壤胶体所滞留。有时，在给定的温度下蒸气压小的物质能比蒸气压大的物质更快地从土壤中蒸发。

下面分四级⁽⁹⁾给出各种农药从土壤表面蒸发速度的材料。土壤为壤土，平均温度25℃，年降水量为1500毫米（1级——1公顷面积的农药年蒸发量为0.1公斤；2级——0.2~0.3公斤；3级——3.5~6.5公斤；4级——7~14公斤）。

农 药	蒸发指数 (级别)	农 药	蒸发指数 (级别)
谷 硫 磷	1~2	狄 氏 剂	1
草 不 绿	3	乐 果	2
艾 氏 剂	1	克 菌 丹	2
苯 菌 灵	3	西 维 因	3~4
七 氯	3	马拉硫磷	2
六 六 六	3	代 森 锰	1
2,4-滴(酸)	1	代森锰锌	1
茅 草 枯	1	速 灭 磷	3~4
滴 滴 涕	1	甲 基 - 一 六 〇 五	4
二 嗪 农	3	2甲4氯(酸)	1
二 溴 磷	4	虱 吸 磷	3

续表

农 药	蒸发指数 (级别)	农 药	蒸发指数 (级别)
复方代森锌合剂	1	倍 硫 磷	2
敌 稗	2	磷 胶	2~3
2,4,5-涕(酸)	1	氯 丹	2
一六〇五	3	代 森 锌	1
毒 杀 芬	4	异狄氏剂	1
氟 乐 灵	2	乙 硫 磷	1

农药从土壤表面的蒸发速度还取决于它们在土壤中的浓度和地面上方空气运动的速度^[10],这可以从下列数据看出。

农 药	浓度 毫克/公斤	空气运动速度 公里/小时	挥发度(30℃时) 公斤/公顷·年
滴 滴 涕	1	0.028	0.28
	5	0.028	1.3
林 丹	1	0.028	3.3
	5	0.028	19.0
	10	0.028	43.2

上述数据系对100%饱和水分的土壤而言。农药从含有大量腐植质的土壤和干燥土壤中的挥发度要低得多。表1.1给出狄氏剂在30℃下、土壤水分饱和度分别为50%和100%时从各种土壤中的挥发度^[10]。

以水溶液状态存在的农药从水面的蒸发服从溶质和溶剂挥发度的一般物理学定律。在水中难溶的物质还可随水蒸气一起挥发,其挥发度与其在该温度下的分压成正比。

农药从植物表面的蒸发与此相似。但是必须指出,大多数农药很容易渗入植物叶内,这会使它们的蒸发急剧减少。

我们知道,地球大气的质量约为 5.3×10^{15} 吨。也就是说,假如同时有100万吨农药进入大气,它们在空气中的浓度也低于0.0002毫克/米³。然而,进入大气的化学物质并不

表 1.1 30℃下狄氏剂自各种土壤中的挥发度

土 壤	有机物含量 %	粘粒含量 %	蒸气浓度, 10^{-9} 克/升	
			湿度100%	湿度50%
细 砂 土	0.19	16.3	175	1.7
标准粘土	0.2	67.3	200	2.9
淤泥质壤土	0.58	18.4	52	0.7
砂 壤 土	1.62	10.0	32	0.4
肥 壤 土	2.41	33.4	32	0.6

是老停留在大气中的。它们的一部分由于蒸气凝结而进入土壤和水体；另一部分则发生光化学分解（主要是被空气中的氧和臭氧所氧化）^[11,12]。在模型试验的基础上可以假定，农药在光影响下氧化的主要产物是一些最简单的化合物（ H_2O 、 CO_2 等）。但至今还没有进行过自然条件下的直接试验，因为这牵涉到一系列方法性难题^[13]。

由于在大气中经常有相当数量的水蒸气，所以，化合物的蒸气除被氧化外，还发生水解反应。大多数农药在大气中因光化学氧化和水解而很快破坏。只有滴滴涕一类的稳定化合物、二烯合成制剂以及其他某些有机氯化化合物的破坏非常缓慢。关于有机氯农药在土壤不同地段上空大气中的含量可由下页的表列数据判断^[14]。

从这些数据中可以看出，滴滴涕一类农药在地面上方的蒸气浓度低于为工作区规定的滴滴涕极限允许浓度^[15]。在化合物挥发度较高的情况下，它们在地表附近大气中的浓度可能要高得多。但是，现在已研制出使用农药的一些剂型，可以使其进入大气中的蒸发量几乎降低到零。在这些剂型中，首先要提到的是颗粒剂和微胶囊制剂^[16]。农药在大气中的行为如图2所示。