

〔苏〕 K·K 伏洛钦斯基 著
B·H 马可夫斯基

陶为民译

农药的应用 和环境保护



农业出版社

农药的应用和环境保护

〔苏〕 K. K. 伏洛钦斯基 著
B. H. 马可夫斯基

陶为民 译

农 业 出 版 社

Применение пестицидов и охрана окружающей среды
Киев Головное издательство
издательского объединения
«Вища школа» 1979

农药的应用和环境保护

〔苏〕 K. K. 伏洛钦斯基 著
B. H. 马可夫斯基

陶为民 译

农业出版社出版 (北京朝内大街 130 号)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092 毫米 32 开本 7 印张 157 千字
1985 年 4 月第 1 版 1985 年 4 月北京第 1 次印刷
印数 1—7,700 册

统一书号 16144·2897 定价 1.45 元

目 录

序 言	1
第一章 各种农药主要基团的卫生毒理特点	9
第二章 土壤保护	33
第三章 地面水和地下水的保护	88
第四章 空气保护	157
第五章 为保护周围环境改善防治措施	177
附 录	186

序 言

在农业更进一步集约化的情况下，防治作物虫、草、病害是栽培作物的技术措施中不可缺少的部分。在现代农业中，要广泛采用作物保护的化学药剂——农药。

农药应用的数量正在不断增加。例如我国在1966—1975的十年内农药用量增加一倍多。

用于植物保护的化学药剂的品种和数量在逐年增加，“苏联1976—1980年发展国民经济基本方针”^①中规定：“到1980年，植保化学药剂产量要达到628,000吨，其中除草剂达到245,000吨”。

如果不采取防治作物虫害的措施，那么马铃薯的产量就会比一般水平平均降低37%，甘蓝降低22%，苹果降低10%，桃降低9%。每年全世界因虫、草、病害损失的产量：谷粒51,000万吨，糖用甜菜56,900万吨，甘蔗56,680万吨，马铃薯12,910万吨，葡萄2,660万吨，棉花569万吨，大豆1,307万吨，水果2,140万吨，蔬菜7,820万吨。

苏联由于每年施用必要数量的农药而减少损失的产量：谷粒2,000万吨，马铃薯1,000万吨，糖用甜菜800—1,000万吨，棉花100万吨。这一增加的产量，价值不低于100亿卢布。

例如，1975年苏联因施用农药而增加的产量为：谷粒1,650万吨，蔬菜和马铃薯1,170万吨，糖用甜菜1,600万吨，皮

^① “苏联1976—1980年发展国民经济基本方针”，М., Жолигиздат, 1976年。

表 1 世界农业中几项主要作物施用农药的经费

(百万美元)

(B. A. Захарченко, 1976)

农作物	农药总额	其 中			
		除草剂	杀虫剂	杀菌剂	其他
棉花	952	240	665	29	18
玉米	873	680	174	19	
水稻	515	181	243	91	
园艺作物	910	125	292	493	
马铃薯和蔬菜	453	74	199	180	
大豆	447	410	26	11	
小麦	288	200	28	41	19

表 2 苏联采用农药和进行生物防治的情况

(根据 И. А. Чураева 1975 年和 А. Ф. Ченкина,

В. А. Захарова 1975 年资料编制)

指 标	1964 年	1974 年
农药用量(千吨活性有效物质)	215	364
施用面积(百万公顷)	74.4	125.0
其中:除草剂施用面积(百万公顷)	14.4	50.0
生物防治面积(百万公顷)	0.3	8.5
施用农药增产的总额(十亿卢布)	3.7(1965年)	6.0
其中:俄罗斯共和国		1.48

棉220万吨,水果360万吨,葡萄230万吨等等。这一增加的产量,价值为78亿卢布。

苏联共产党中央委员会七月全体会议(1978年)拟定了农业生产进一步集约化的途径。会上勃列日涅夫作了报告,他特别强调了扩大和改善采用无机肥料和农药的意义。他说:“如今不这样做,就不可能使农业生产走上迅速发展的道路”^①

防治农作物害虫的生物学方法在各加盟共和国也得到相当广泛的应用。例如,1977年在俄罗斯采用生物防治的面积达320万公顷;在乌克兰达7,055,000公顷。此外,因为农药使用量的减少,仅在俄罗斯得以保护的有益食虫性昆虫的面积为270万公顷。

苏联在试验对农业有意义的新农药方面做了大量的工作,因此我们才有可能向专家们介绍农药的卫生毒理知识和其他性质以及施用后的某些影响。由于世界各国之间的交往日益频繁,商业(其中包括农产品贸易)的不断扩大,因此在本书的参考材料中运用国外某些例子来说明施用那些我国已被禁用的农药的不良影响,我们认为是适宜的。况且,由于药剂在生物圈中的迁移,使得在当地周围环境目标物上可以发现该地没有用过的农药残留物。

我国关于农药应用和卫生毒理方面的研究约有五十年。无论从科学研究还是具体方法的实施,都是一个非常复杂、非常广泛的问题,它取决于应用农药的各种条件和特点。研究的问题主要有:确定农药对周围环境和生物体产生潜在危害和实际危害的测报方法和途径;测定和预报可能的代谢途径和累积农药的目标物,以及农药由目标物向生物圈中其他介质的迁移;测报周围环境中切合实际的农药安全水平。苏联

^① 《真理报》,1978年7月4日。

在这方面的最初研究，是1927年И.В. Фоленко关于在植物加工时预防砷制剂中毒的研究。在1931年拟定了种子干燥消毒的安全规则。更进一步的研究在于弄清当时农业中采用的各种农药的性质，预防农药中毒。

为了协调这一工作，1955年在苏联卫生部系统建立了研究和确定农药应用委员会。委员会对与农药的试验和研究有关的所有材料加以审查，然后作出决定，推荐或禁止某种药剂在农业和卫生保健等方面的实际使用。当得到关于使用农药对生物界产生不良影响和在外界环境中稳定时间长的资料时，委员会便审查这些材料，并提出相应的措施。

1957年苏联卫生部批准了实际应用的许多新农药有关卫生毒理方面的一系列规定。1969年又重新出版了这些规定。

接着，对苏联全国性的农药的试验、筛选和使用制度加以修订完善，于1960年建立了国家各部之间的专门的防治作物虫、草、病害化学药剂联合委员会。委员会在苏联农业部下工作，由农业、化工、国家计划局、苏联卫生部和苏联苏维埃农场部自然保护区中央实验室的工作人员组成。审查新农药的生产和推广，或者禁止使用某些证明无效的老农药。这些问题的决定是在各方代表一致同意的情况下作出的。为了协调关于农药初步研究的各方面工作，1964年在基辅成立了全苏农药和聚合塑料卫生毒理研究所（ВНИИГИНТОКС）。研究所负责农药和聚合塑料卫生毒理方面的所有工作，还有几十个科学研究所和实际应用机构参加这些研究工作。

由于长时间地进行了这方面的工作，所以才能对苏联应用的一些农药进行卫生毒理评价。对农药拟订卫生使用规则和测定方法等。例如，仅在1968—1975年期间，就对208个制剂进行了初步的卫生毒理评价，拟定了工人区空气中192个制

剂最大允许浓度，水体中 223 个制剂允许残留量，土壤中 10 个制剂的最大允许浓度，食品中 192 个制剂的允许残留量。这样，由于除去了对周围环境有潜在危害的物质，就极大地改善了苏联所有农药的品种。例如，1965 年，杀虫剂和杀虫药对温血动物的中等毒性是 200 毫克/公斤，而 1975 年则为 980 毫克/公斤。毒性减小到原来的五分之一 (К. В. Новожилов, 1977)。许多农药的特点是对生物机体的活性高、毒性大，使用农药对温血动物和人体将产生潜在的危害。当然，这种情况也象其他类似情况一样，可以利用昆虫和温血动物因代换作用不同而产生的选择性毒性。已知有许多药剂，对害虫毒性很强，而对温血动物和人体的毒性不大。然而，世界实践表明，现在还没有对人体无毒的农药。这里始终不应该忘记药量和效果的相互关系。在对作物用药时，要有能够消灭害虫的一定的浓度，但它们可能对操作人员产生危害，然而又不能降低浓度，因为低了消灭不了害虫。农药的另一特点是不可避免地渗入人类居住的环境，因为要使用而带入环境，并在生物圈中循环。

即使在将来，实际上也不可能防止农药在生物圈中的传播。因为借助于航空和地面设施使用农药的面积是巨大的。使用时，一部分农药停留在空气中，随气流带到大气上层，随雨雪降下，绕地球循环。这也是农药区别于其它用途化学物质的又一个主要特点。

由于农药在周围环境中的循环，广大居民群众就会同农药的残留物相接触，因此使用药剂的安全问题就成为全国性 的问题。成为国际上整个自然保护问题之一 (Л. И. Медведь 1965)。

这种看法已为 1972 年 9 月发布的苏联最高苏维埃常 委会

的决议所证实。决议对进一步改善保护自然和合理利用我国自然资源的措施进行了专门讨论。同时强调，拟订苏联环境保护措施应该规定正确使用化学药剂，以防止药剂进入农产品，防止药剂在土壤和水源中的累积等。否则，“现代著名的发明无机肥料和农药，在考虑不周而使用时，就会严重威胁土壤肥力，威胁地球上以及在地球生物圈中本来进行正常生命活动的生物体的存在”。^①

所有这些，对于环境保护的科学研究和实施方法便提出了更高的要求。勃列日涅夫在苏联共产党第二十五次代表大会上(1976年)指出：“我们共产主义建设者，还应该从保护周围环境的角度来看待农业……有这样一种为大家熟悉而明瞭的所谓‘繁荣昌盛地区’的说法，要能够这样称农业，则那里人们的知识、经验，人们对自然的依恋和热爱，才算真正创造了奇迹。这就是我们的社会主义道路。”^②

这种原则态度，是国家利用法律手段规定苏联自然资源的利用和保护规则，保护自然和人类安全的一个明证。

苏联通过了一系列的法律和政府决议，旨在加强保护周围环境的工作。同时不断完善自然保护措施的法律根据。在我国宪法(基本法)中写道：“为了当代和后代人的利益，苏联将采取必要的措施，来保护并有科学根据地合理利用土地、矿藏、水资源和动植物，以净化空气和水域，保证自然资源的再生产和改善人们周围的环境。”^③

在编写本书时，使用了下列各种资料，有苏联农业部植保化学药剂国家委员会关于杀虫剂和杀虫药等试验资料，关于

① 《消息报》，1972年9月10日。

② 《消息报》，1972年9月10日。

③ 《苏维埃社会主义共和国联盟宪法(基本法)》第11页。

新农药卫生毒理评价总结资料，有全苏农药和聚合塑料卫生毒理研究所的定期刊物，有莫斯科爱利斯曼卫生科学研究所的定期刊物，有基辅劳动卫生和职业病研究所的定期刊物和基辅马尔泽夫市政公用卫生研究所的定期刊物，有乌兹别克卫生和职业病科学研究所的定期刊物，有基辅和基希涅夫医学院的定期刊物，有全苏植保化学药剂科学研究所的定期刊物，有各加盟共和国科学研究所的定期刊物，还有植保试验站和其他机构的定期刊物。

苏联相应各部、主管机关批准的卫生规则、指示和一系列的提议以及其他许多文件是编写本书的基础。本书还总结了国内外有关文献资料。

同时还注意到，随着新农药的合成和试验，新的使用方式方法的研究，害虫和杂草品种组成的变化以及抗药性的改变，所使用农药的品种也将随之改变。因此在保持当前有效的使用农药标准和规则时，还应不断修订某些使用规则。

本书适合于在国民经济中使用农药、保护环境和防止农药产生不良影响的专家们阅读。书中没有编入生产农药或者从事农药工作人员的劳动保护的资料，也没有保护收获物方面的内容，因为关于这方面的问题要有丰富的科研和实践的资料。

本书所提出的材料科学地总结了使用农药的先进经验，能够帮助人们进一步地完善农药使用的方法，减小农药对周围环境的实际危害。

本书采用的缩略语：

АДВ——活性有效物质

ДОР——食品中允许残留量

ИОЕ——离子代换量
ОС——周围环境
ПДК——空气(水、土壤)中物质的最大允许浓度
СДЯВ——剧毒物质
МО——微量喷雾
УМО——超微量喷雾
ФОС——有机磷化合物
ХОС——有机氯化合物
ХСЗР——植保化学药剂
...•——进行生产试验的物质
...••——苏联禁止采用的药剂

第一章 各种农药主要基团的 卫生毒理特点

在农药制剂品种很多的情况下,根据其用途和化学性质,根据温血动物和人体的致病特点加以分类有着重要意义。

目前,农药的分类有几种方法。例如,农药生产的分类就是根据药剂的用途为基础加以区分的(杀虫药用来消灭壁虱、除草剂用来消灭不良的乔木和灌木植物,等等)。化学分类是按每类物质的分类原则进行分类(环状碳氢化合物的衍生物、有机磷化合物、有机汞化合物等)。农药的卫生分类则是考虑到农药在外界环境中的循环,根据它们对生物学目标物的毒性程度加以分类。不对每种农药作出全面生物学评价的基础上,进行细心筛选,以便在国民经济中应用。目前,在评价农药为害时,常考虑以下毒性指标。

极限剂量(浓度) 是引起生物体变异的最低药剂量,这个量是在动物中毒尚未出现外部症状时由最灵敏的生化和生理试验决定的。

中毒未致死量 没有引起动物死亡而有明显中毒的药剂量。

中毒致死量 引起动物体中毒而死亡的量。

为了预测急性中毒的为害,要确定药剂的致死中量($ЛД_{50}$)(即引起50%生物死亡的药剂量)和确定毒性作用范围,即药剂致死中量($ЛД_{50}$)与极限剂量之比,这个比值越小,

则毒性作用范围和急性中毒的危险就愈大。例如,“一六〇五”因毒力作用范围窄(其极限剂量是3毫克/公斤生物重, LD_{50} 是10毫克/公斤),苏联已禁止使用。在采用“一六〇五”的那些国家,每年有成千上万的人发生中毒。

对农药进行卫生毒理评价,可采用下列分类法(Л.И. Медведь等,1968)。

I. 根据试验动物口服后的毒性分:

剧毒物质 LD_{50} 约50毫克/公斤

高毒物质 LD_{50} 约50—200毫克/公斤

中等毒物质 LD_{50} 约200—1000毫克/公斤

低毒物质 LD_{50} 约1,000毫克/公斤

II. 根据经皮肤进入机体后的毒性分(皮肤吸收的毒性)

表现明显 LD_{50} 是300毫克/公斤,皮肤-口腔系数为1;

表现一般 LD_{50} 是300—1000毫克/公斤,皮肤-口腔系数是1—3;

表现不太明显 LD_{50} 大于1000毫克/公斤,皮肤-口腔系数大于3。

所谓皮肤-口腔系数就是药剂经皮肤中毒的致死中量同药剂口服中毒致死中量的比值。

III. 根据挥发的程度分

很危险的药剂 饱和浓度大于或等于中毒浓度;

危险药剂 饱和浓度大于极限浓度;

不太危险药剂 饱和浓度小于极限浓度。

饱和浓度就是物质在一个大气压和一定温度下,单位容积空气中的最大含量。

IV. 根据累积程度分

超累积 累积系数小于1;

明显累积 累积系数为1—3;

中度累积 累积系数为3—5;

低累积 累积系数大于5。

累积系数是指多次服用,引起50%试验动物死亡时药剂总量,与一次服用时引起50%试验动物死亡时药剂量的比值。

V. 根据稳定度分

很稳定的物质 分解成无毒成份的时间为2年以上;

稳定物质 分解成无毒成分的时间为0.5—2年;

中等稳定物质 分解成无毒成分的时间为0.5年;

不太稳定物质 分解成无毒成分的时间约1个月。

在对新药剂进行卫生评价时,遵照上述分类原则就可确定该农药能否在农业上应用,拟订卫生标准及其使用规则。如果药剂某项指标属于卫生分类的第一级,则它对人和温血动物的危害就很大,实践中就不应使用。

根据农药的毒害程度所作的这些农药分类和卫生评价标准,已经得到世界卫生组织(BO3)的赞同。许多社会主义国家(经互会的许多成员国)以及其他一些国家多采用这个标准。但是,随着科学的发展,还会发现影响化学制剂的许多新的因素和规律,这就必须对药剂的评价、卫生的标准和要求不断地修订完善,使之作为预防措施的基础。

在评价动植物食品检验结果时,应考虑到上述分类。

凡属于剧毒、高毒农药(卫生分类I、II级),随食品进入人体会引起急性中毒,所以是很危险的。

性质稳定而具有明显累积特点的农药,不管其毒性如何,即使是在一次摄入时,因会引起慢性中毒,所以也是危险的。

已经查明,世界上所有农药中毒的86%以上,都是由分类

中属于剧毒药剂引起的。在这方面特别危险的是性质稳定的化合物,以及能分解成更毒的代谢产物、在人和动物机体能够累积和引起某些病态影响的物质。

在农业和国民经济其它部门使用农药时,公共卫生医生要遵照卫生分类,对工作条件和周围空气实行监督。这个分类可以提醒农业专家和其他使用农药方面的专家,在同农药直接接触和服用含有农药残留物的食品及饮水时,警惕各种药剂的危害。

这样,根据所用农药的物理化学性质和毒性作用,药剂毒性程度同化学结构的关系,以及分析人体中毒发生的情况和外界环境与食品被污染的原因,就可定出使用农药的下列卫生要求:1)农业中一般应采用对人和温血动物毒性低的药剂;2)在自然条件下,二年多内不能分解成无毒成分的药剂不应使用;3)累积作用非常明显的药剂不应使用;4)禁止采用那些经初步研究发现有致癌性能、诱变性能、胎中毒性能和变态性能的物质。

遵照上述卫生要求,苏联农业中选用的农药已得到根本改善。有许多药剂虽然在国外还在使用,但对人民健康有害,也要禁止使用。

农药有几种分类。然而化学分类是最适宜的。农药的生产利用和毒性程度,首先取决于物质的结构和物理化学性质。因此,本书所有资料的叙述将以农药的化学分类为基础。

1. 有机磷化合物(ΦOC)

这类物质的广泛应用是由于它比其他农药有许多优点。主要优点有:药剂杀虫效率高;对害虫作用广泛;在生物体中有各种不同的稳定性,可代谢形成低毒或无毒的化合物;残效期长(药效长),在脊椎动物的器官和组织中不会累积;有内吸

表 3 有机磷化合物的毒性和累积作用

(根据文献资料编)

药 剂	致死中量(ЛД ₅₀)(毫克/公斤)		累积作用 (累积系数)
	经口腔	经皮肤	
双硫磷	2,000	970—1,930	不太明显(6.7)
达果	410	—	不太明显
安果	350	420	不太明显
地亚农	76—130	455—900	不太明显
倍硫磷	250	341	明显(2.5)
溴硫磷	2,800—6,100	3,200	不太明显
脱叶磷	217—580	97.5	不太明显
胍硫磷	1,000	>1000	—〔注〕
杀虫畏	1,900—5,000	6,000	不太明显
敌敌畏	23—87	113	—
二溴磷	430	1,100	不太明显
氯蜚硫磷	135—163	1,000—2,000	—
丙草磷	425(鼠)	1,250—1,300	不太明显
甲基乙拌磷	75	75—1000	中等
马拉硫磷	400—1,400	4,000—6,150	明显
完灭硫磷	85—103	1,100	中等
异稻瘟净	660(鼠)	4,000	—
蝇毒硫磷	100—200	860	—
甲基一六〇五	15—35	100—180	中等
甲基乙酯硫磷	300—1,020	1,000	不太明显(7.8)
异吸硫磷 I	30—70	75—100	中等