

农药原理与应用

高希武 主编

版



A1023110

农药原理与应用

高希武 主编

申继忠 于 平 副主编

新时代出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

农药原理与应用/高希武主编. —北京:新时代出版社,
1997. 6
ISBN 7-5042-0339-4

I. 农… II. 高… III. ①农药-基础理论②农药-施用
IV. S48

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 00955 号

新时代出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京怀柔新华印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/32 印张 7 $\frac{3}{8}$ 172 千字

1997 年 6 月第 1 版 1997 年 6 月北京第 1 次印刷

印数:1—6000 册 定价:9.40 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

前 言

农药在我国农业生产中已经广泛应用,但由于多年来农药科学知识和使用技术的普及不够,农药的不合理使用问题非常严重,以致出现了诸如害虫再增猖獗,害虫抗药性,环境污染等问题,给农业生产带来不利影响。为了帮助基层植保工作者和广大农民提高对农药的认识,做到安全、合理使用农药,我们编写了这本《农药原理与应用》,参加本书编写的人员有高希武、申继忠、于平、赵颖、董向丽、游文莉、葛文霞、王军、邓文斌。

本书第一章首先介绍了与农药科学使用有关的基本知识,内容包括农药剂型,农药质量判别技术,农药使用技术原理,农药对作物的药害及防止,农药田间药效评价,害虫抗药性、再增猖獗及合理用药等,可以帮助读者提高对农药的认识,合理选购并科学使用农药。在此基础上,第二章精选了包括杀虫剂、杀螨剂、杀菌剂、除草剂和植物生长调节剂在内的100多个农药品种,对每个品种的名称、理化性质、毒性、作用特点、使用方法和注意事项都作了简要的介绍,可为读者科学使用各种农药提供指导。此外,第三章详细分析了引起农药中毒的原因,提出了切实可行的预防措施和中毒后的急救措施,对于安全使用农药大有裨益。

编 者

1996年6月于北京

内 容 简 介

本书深入浅出地介绍了农药使用的技术原理,劣假农药的判别技术,农药中毒的原因及预防与急救,主要农药品种的使用技术以及近年来研究的新进展。本书还将农药使用技术和使用原理结合在一起,使读者在掌握使用方法的同时,也知道为什么这样用,对于读者触类旁通,举一反三不无裨益。

本书适合于基层植保工作者和广大农民朋友选读。

目 录

第一章 农药原理	(1)
第一节 农药剂型	(1)
第二节 农药质量简易判别方法	(8)
第三节 农药使用技术原理	(17)
第四节 农药对作物的药害及防止	(36)
第五节 农药田间药效评价方法	(42)
第六节 害虫再增猖獗、抗药性与合理用药	(47)
第二章 常用农药使用技术	(56)
第一节 杀虫剂	(56)
第二节 杀螨剂	(148)
第三节 杀菌剂	(162)
第四节 除草剂	(176)
第五节 植物生长调节剂	(201)
第三章 农药中毒的预防与急救	(212)
第一节 农药的毒性	(212)
第二节 农药中毒的原因和防护措施	(214)
第三节 各类农药的中毒症状和急救措施	(218)
第四节 控制农药残留污染和防止慢性中毒	(224)
附录 1 对农药敏感的作物表	(226)
附录 2 主要作物病、虫、草害防治药剂	(228)
附录 3 农药通用名称与异名对照表	(231)
农药索引	(241)
主要参考文献	(244)

第一章 农药原理

第一节 农药剂型

一、农药制剂加工的意义

农药厂生产的原药一般都不能直接施用,必须经过一定的手段,按其性质和用途加工成适宜的制剂后方能使用。常说的农药剂型就是指农药制剂的类型,农药制剂加工的主要目的是方便使用,原药加工成制剂后可以把原药均匀分散到制剂中,并通过施用均匀地分布到农作物上或其他需要保护的对象上,进而达到节省原药,防止药害等目的;提高药效,农药制剂中添加的各种助剂,如乳化剂、湿润展着剂、渗透剂等都可以提高原药的药效;提高对人、畜、有益生物及环境的安全性。概括地说,农药制剂加工的任务就是提出最好的方法,将具有生物活性的农药或其混合物加工成适用于所需环境的产品,使之发挥最佳的生物效果,并将其对农作物的危害,对施药人员及环境的不良影响减少到最低限度。为达此目的,农药制剂学家们已经研制出了各种农药剂型,新的剂型也不断出现。

二、农药剂型的种类

就全世界范围而言,农药的主导剂型仍然是粉剂、可湿性粉剂、乳油和粒剂四大类。目前市场上(尤其在海外)出现的各种新剂型都是这几种主要剂型经过改进后的派生物,其派生

关系可以用表 1—1 说明。

表 1—1 农药新剂型的开发

剂 型	问 题	原 因	改进方法	新 剂 型
乳 油	毒性、易燃、药害	有机溶剂、合成表面活性剂	利用水、固体化、变更溶剂或乳化剂	浓乳剂(乳剂型悬浮剂、水包油型等)、微乳剂(水乳剂)、固体乳油、改进配方
可湿性粉剂	多粉尘	细粉	在水中分散、造粒、用水溶性薄膜封装、利用重质载体	悬浮剂、水中可分散的颗粒剂(干悬浮剂)、水溶性包膜剂、改进配方
粉 剂	漂移	细粉	除去极细粒子、造粒、利用重质载体	无漂移粉剂、细粒剂、改进配方
粒 剂			制成不同粒径的粒剂,适用于不同的作物,并控制释放速度	微粒剂、大粒剂、粉粒剂、微胶囊剂

(一)粉剂

粉剂是由农药有效成分与稀释剂、物理性能改良剂和稳定剂等混合、粉碎而成的粉末状制剂。由于稀释剂(填料)占制剂组成的绝大部分,所以对粉剂质量影响较大。粉剂常用的稀释剂是粘土,当有效成分是液体时,加入吸油性较高的白炭黑。有机磷、氨基甲酸酯类杀虫剂粉剂常需加入稳定剂,常用的稳定剂有异丙基磷酸酯、聚氧烷撑磷酸酯、芳香族或脂肪族羧酸、二元羧酸、磷酸、焦磷酸等酸性物质;另外,能减弱稀释剂表面酸度的六次甲基四胺、尿素、多聚甲醛、脂肪族醇胺等

碱性物质也能作为二硫代氨基甲酸酯类制剂的稳定剂。

粉剂粒子细度、喷粉性和分散性是其主要物理性能。粒子细度规定在 300 目以下。粉剂不能被水湿润,不能分散或悬浮在水中,故不能兑水喷雾使用。粉剂中有效成分含量一般在 10% 以下。低浓度粉剂供喷粉使用,高浓度粉剂供拌种、制毒饵、毒谷或土壤处理用。

粉剂的缺点是易产生飘移,污染环境或对周围敏感作物产生药害,粉剂的药效一般也不如液体制剂,如乳油等。其优点是成本低,使用方便,不需要水,节省劳力。可以通过添加粘着剂、抗飘移剂、稳定剂等改进其性能。DL 粉剂就是经过改进的无飘移粉剂。粉剂仍然是目前主要的剂型之一,而且还在向高浓度、混合剂方向发展。

(二)可湿性粉剂

可湿性粉剂是由原药和少量表面活性剂(湿润剂、悬浮剂和分散剂)以及细粉状的载体(硅藻土、陶土)等一起经粉碎混合而成。当原药为液体时,也需加入吸油量高的白炭黑。可湿性粉剂的 pH 值,被水湿润时间,悬浮率等是其主要性能指标。可湿性粉剂中有效成分一般含量为 25%~50%。可湿性粉剂必须兑水喷雾,决不能像粉剂一样直接喷洒。

可湿性粉剂克服了粉剂的飘移性,药效也比粉剂提高。与乳油相比,可湿性粉剂还可以制成高浓度的制剂,只要加入少量表面活性剂即可,不需溶剂,所以节省了原材料,也减少了溶剂对植物可能产生的药害和对环境的污染,但药效一般不如乳油好。可湿性粉剂正向高浓度、高悬浮率方向发展。

(三)乳油

乳油是液体制剂,由原药、溶剂、乳化剂、稳定剂、物性改良剂等经溶化、混合等制成的透明或半透明的浓厚溶液。加水

稀释可自行乳化形成不透明的乳剂。

乳油的乳化性是其重要的物理性能,一般要求加水乳化后至少保持 2h 内稳定。乳化性能差容易造成药害和降低防治效果。乳油加工成本低,任何固体、液体或处于中间形态的原药只要能溶于有机溶剂都可以加工成乳油。乳油稀释、喷洒方便,药效高,防治成本也低。但由于乳油中含有大量有机溶剂,所以在加工、包装、运输、贮存等过程中都需要注意防火,乳油的流通费用也比较高。另外,乳油中的有机溶剂多为二甲苯等有毒品,对环境的污染问题也不容忽视。

乳油的发展方向是开发浓度高,乳化剂含量少的产品。如目前国外已出现 80% 的马拉硫磷乳油,90% 的甲基对硫磷乳油,甚至无溶剂 98% 的乳油。

(四) 悬浮剂

悬浮剂是把有效成分为固体又难溶于溶剂的原药和分散剂、湿润剂、粘度调节剂、消泡剂、冰点调节剂、水等一起采用砂磨机进行超微粉碎而加工成的粘稠性糊状制剂。

悬浮剂是 70 年代初期出现的新剂型,兼有可湿性粉剂和乳油两种剂型的优点。悬浮剂的特点之一是没有溶剂造成的各种害处,包装可用廉价塑料瓶,助剂用量较少。其次,对有机溶剂溶解度小的原药也可制成悬浮剂,没有粉尘污染问题。但是,找到长期稳定的悬浮体系是很困难的,所以目前能实用的悬浮剂较少。对于凝固点在室温左右,水中溶解度在每升几百毫克到几十克或易于水解的原药,仍然难以制成悬浮剂。另外,由于目前的悬浮剂多是水性悬浮剂,所以,有些农药向目标生物体内渗透不够,药效较差。悬浮剂较粘稠,难以从容器内倒出,给使用造成了不便,为克服悬浮剂的缺点,目前正在研究干悬浮剂,可用纸袋包装,使用时加水稀释即可喷

雾。

(五)粒剂

粒剂是由原药、载体和其他辅助剂制成的粒状固体制剂。粒剂的制备方法有3种:捏合法是在有效成分里加入稀释剂(如滑石粉、粘土、膨润土等)、粘结助剂(聚乙烯醇、淀粉)、分散剂(表面活性剂)和增塑剂,均匀混合,粉碎加水捏合,并过一定筛目挤出造粒。此法适用于不易水解,对热亦稳定的农药。吸附法是把液体有效成分均匀喷洒并吸附在膨润土、蛭石等天然载体上经粉碎,筛分而成。包衣法是把液体有效成分均匀喷洒在非吸油性粒状载体如硅砂、碳酸钙和粘土上,然后用包衣剂如聚乙烯醇、液蜡等覆盖在药膜外面以固着药剂。根据载体性质可以将粒剂分成解体性粒剂和非解体性粒剂,前者遇水分散,后者遇水不分散。

(六)微乳剂(水乳剂)

微乳剂一般是由农药原药、乳化剂、水组成,根据情况也加入少量的有机溶剂。微乳剂中乳化剂的用量比乳油多,为把10%的有机农药微乳化需加入20%左右的乳化剂,因此该制剂中农药有效成分的含量一般不能太高。

微乳剂以水为主要基质,如5%氯氰菊酯微乳剂含乳化剂15%,含水近80%。微乳剂具有如下特点:(1)不可燃,便于贮存和运输;(2)以水为主要基质,对容器要求不高;(3)由于不含有二甲苯等溶剂,减轻了制剂的毒性,也减轻了对环境的污染;(4)由于乳状液粒子比乳油小,药效较高。目前微乳剂主要应用于卫生上,在农业生产上的实际应用还较少。

三、我国农药剂型的现状

与发达国家相比,我国农药制剂加工技术还相当落后,主

要问题表现在如下几个方面：(1)剂型品种单一，结构不合理。先进国家农药加工剂型品种丰富，一种农药有效成分有多种加工剂型。如美国生产农药原药 1000 种，加工制剂可达 40000 种以上，原药制剂比达 1 : 40；日本约为 1 : 10；德国为 1 : 8。我国生产原药 156 种，加工制剂 780 种，原药与制剂比仅为 1 : 5。在有机氯农药(滴滴涕、六六六)停止使用之前，粉剂占农药制剂总产量的 80% 以上，并且以干制剂为主，占 90% 以上。有机氯杀虫剂滴滴涕、六六六禁用以后，有机磷农药占主导地位时，液体制剂产量猛增，占 80% 以上，其中又以乳油为主。(2)我国农药原药纯度低，影响各种加工制剂的质量。(3)我国农药加工制剂的质量标准也比先进国家低，如可湿性粉剂，美国要求悬浮率 $\geq 80\%$ ，平均粒径 $3\mu\text{m} \sim 5\mu\text{m}$ ；日本要求悬浮率 $\geq 75\%$ ，平均粒径 $5\mu\text{m} \sim 7\mu\text{m}$ 。但在我国农药可湿性粉剂的悬浮率 $\geq 34\%$ (HG2-72-61)， $\geq 40\%$ (HG2-73-81)， $\geq 50\%$ (ZBG25002-89)， $\geq 60\%$ (ZBG25007-89)，平均粒径为 $15\mu\text{m}$ 。但近年来产品质量已有所提高，悬浮率 $\geq 75\%$ (GB9552-88)， $\geq 80\%$ (ZBG25003-89)， $\geq 90\%$ (GB9563-88)。

近年来，我国农药剂型的研究也取得了很大进展，国外的一些新剂型我国也有出现，只是生产规模和普及范围还不大，而且多数仍处于研究阶段。

从我国“七五”期间农药加工技术取得的科技成果中，可以看出我国目前的农药加工技术现状。全部 69 项成果中，新剂型和新制剂占 54 项，包括乳油 12 项，可湿性粉剂 9 项，防治仓储害虫的粉剂 2 项，颗粒剂 5 项，悬浮剂 7 项，缓释剂 3 项，可溶性粉剂 3 项，毒饵 2 项，水乳剂 3 项，涂抹剂 2 项，除草地膜 1 项，烟剂和油雾剂 3 项，水剂 2 项，助剂 4 项。

四、我国农药混剂发展与问题

杀虫混剂是目前防治抗药性害虫,改善单剂性能的有力措施之一。近年来,由于棉花害虫、水稻害虫以及蔬菜果树害虫抗药性的发展,我国杀虫混剂的研制也应运而生。“七五”期间研制成功的混剂就有:20%氰戊菊酯马拉硫磷乳油(简称菊马乳油)、20%氰戊菊酯杀螟松乳油、50%氰戊菊酯双甲脒乳油、50%氰戊菊酯辛硫磷乳油、25%氰戊菊酯乙酰甲胺磷乳油、20%氰戊菊酯杀螨脒乳油、20%氰戊菊酯双甲脒乳油、50%溴氰菊酯辛硫磷乳油、20%三氯杀螨砒三氯杀螨醇乳油、25%、30%氰戊菊酯氧化乐果乳油(简称菊氧乳油)、25%氰戊菊酯久效磷乳油、20%氟氰菊酯马拉硫磷乳油、20%氟氰菊酯杀螟松乳油、15%溴氰菊酯倍硫磷乳油、25%溴氰菊酯倍硫磷乳油等。此外,还有一些科研单位和农技推广部门自行研制的混剂。

目前市场上出售的防治棉铃虫的新药如灭铃灵(氯氟氰菊酯+甲基对硫磷+水胺硫磷)、灭铃威(氯氟氰菊酯+甲基对硫磷+灭多威)、广杀灵(高效氯氟氰菊酯+辛硫磷+对硫磷)、棉铃保(辛硫磷+甲基对硫磷)、特威(氯氟氰菊酯+甲基对硫磷)、辛溴乳油(辛硫磷+溴氰菊酯)等都是混剂产品。

我国农药混剂的研究开发中尚存在不少问题。一是对某些混剂宣传过火,会影响人们对混剂的正确认识;二是混剂发展过猛,乱混乱配现象依然存在;三是“剽窃”现象严重,市场上刚出现的混剂产品配方就被人“剽窃”走,按方配药,往往是照着葫芦画不出瓢,导致劣质农药混剂的出现;四是有些混剂的研制目光短浅,一心只想着把害虫杀死或只想着经济效益,置环境效益、社会效益于不顾;五是不经登记便大量生产和销

售。鉴于此,加强农药混剂的管理势在必行。

第二节 农药质量简易判别方法

农药质量好坏主要受两方面因素的影响,一是农药有效成分的质和量,二是农药加工技术的水平,也即农药制剂的理化性能。目前市场上经常出现伪劣农药产品,这些产品往往达不到商标说明上所规定的药效,主要原因是:(1)有效成分含量不足(低于标签上注明的水平);(2)有效成分(原药)质量差,如含有某些杂质,不但会影响药效,有时还会造成药害;(3)根本没有标签上所规定的有效成分;(4)农药中实际含有的有效成分并不是标签上所注明的成分,即用价格便宜的农药冒充价格昂贵的农药;(5)销售过期失效的农药,不但保证不了药效,还易造成药害;(6)制剂加工水平低,没有达到标签上所注明的剂型的要求,这样不但保证不了药效,有时还会造成药害。总之,市场上的伪劣农药形形色色,稍不注意就可能上当受骗。

一、从农药标签看农药质量

农药商品和其他商品一样,都有包装和商标。农药商品包装物及标签的好坏也可在一定程度上反映出农药质量的高低。农药包装物有多种,液体农药常用塑料瓶(桶)、玻璃瓶、金属瓶(桶)等包装物,固体农药常用牛皮纸袋,塑料袋或硬纸桶等包装物,无论采用什么包装物,优质农药的包装物往往也是由质地优良的材料制成,包装容器的做工比较精细,容器的封口严密、整齐。当然,假劣农药有时会披上美丽的“外衣”。农药包装物上的标签也是判断农药质量优劣的依据之一。农药

包装物上没有标签,标签破损模糊不清,或虽有标签而不像正规印刷品,这样的农药最好不要购买。如果标签外观很好,还要看标签上所注明的内容,进一步判断农药质量。合格的标签上至少应该标明如下几项内容:农药名称、规格、登记号和生产许可证号、净重、生产厂名、类别、使用说明、毒性标志及注意事项、生产日期及批号等。

二、从制剂的理化性能看农药质量

市场上销售的农药有各种剂型,常用的有乳油、可湿性粉剂、粉剂、颗粒剂、悬浮剂等。不同农药剂型其组成、理化性能、使用方法都不相同。为判别它们的质量,首先要了解它们的性质和质量标准,并据此对其质量优劣做出判断。

(一)乳油、油剂和水剂等液体制剂

乳油是加水稀释后形成乳状液(乳白色)的油状物,由原药、溶剂、乳化剂、稳定剂等组成。乳油的外观应是透明油状液体,无沉淀。但有些乳油如2,4-滴丁酯可以呈不透明状态,有些农药如乐果等易出现结晶,但稍微加热或摇动后结晶可溶解,也是可以的。不同农药乳油有不同的颜色,颜色不正常的农药,其质量也应受到怀疑。如乐果乳油呈淡黄色或淡棕黄色单相透明液体,20%敌稗乳油呈黄褐色至棕红色单相液体。乳油的质量标准除外观外,乳油稳定性和湿润展着性是可以考察的指标。乳油兑水稀释一定倍数(200倍、500倍、1000倍)后于室温下静止30min~60min,上无浮油,下无沉淀即可认为稳定性合格。乳油按规定的施用浓度兑水稀释成乳状液后喷洒于作物叶片上,能很好地湿润作物叶片即可认为湿润性良好。至于乳油质量的其他标准,如酸度、水分含量及有效成分含量等,需有专门的实验室才能测定。这里所说的对乳油制

剂质量检测方法都是粗略的,如果怀疑某种乳油有质量问题,则要采用标准的方法对各项指标逐一检验。

水剂农药如果出现明显的混浊或加热后仍然不溶解的沉淀,可视为劣质品。水剂农药往往也有一定的颜色,如 25% 杀虫双水剂为茶褐色或棕红色单相液体,如果颜色相差太远,其质量应受到怀疑。水剂也是兑水喷雾的加工剂型,兑水后出现混浊或沉淀也说明水剂质量差。

油剂是透明的单相液体。油剂不能兑水使用,一般仅为超低容量喷雾用或飞机喷雾用。真正的油剂加水后不形成乳状液,与水分层,否则就是质量不合格的油剂或其他类型的制剂。

(二)粉剂、可湿性粉剂和颗粒剂等固体制剂

粉剂农药有自己的外观,质量好的粉剂其粉末应该具有一定的细度,粉末细度要均匀。不同的粉剂也有不同的颜色。合格的干粉剂还要有良好的流动性,不结块,不结絮。用手用力抓粉剂(戴胶手套)时,如果能形成粉团,说明粉剂含水量太大,分散性或流动性差。另外,把少量的粉剂撒在水面上后,应该不能很快被水湿润,或仅有极少量被水湿润,但以粉末状沉淀多。

可湿性粉剂不同于粉剂,它的质量标准要求更高,可湿性粉剂最重要的质量要求是被水湿润性能和悬浮率。将少量的可湿性粉剂撒到水面上后,应很快被水湿润,并形成悬浮液,并在短时间内不出现沉淀;湿润时间太长,或很快沉淀的可湿性粉剂质量较差。对可湿性粉剂其他方面的质量要求与粉剂相同。

颗粒剂要求颗粒均匀,粉末少,颗粒完整。崩解性颗粒剂遇水后能在一定时间内崩解,反之,非崩解性颗粒剂遇水后应

在一定的时间内继续保持完整。水田用颗粒剂在水中要有良好的分散性和较快的溶解速度。

总之,不同的农药剂型其质量标准都不尽相同,要学会针对不同剂型检验其质量好坏,但要注意掌握各种指标所要求的分寸。

农药制剂的理化性质包括许多方面,前述的各种性质是最容易检验的,其他一些理化性质如水分含量、酸碱度、某些特殊成分或杂质的含量等都需要用专门的技术或设备来检验,才能得到准确的结果。而且不同的农药其质量标准也不尽相同,必要时可由专门的部门来检验。

三、常见农药的定性检验方法

(一)初步判别法(根据吴世昌等 1985 年改编)

1. 液体农药的检验

(1)乐果:取样品 15mL 加入氨水 5mL,液体是粉红色,随即转乳白。另取样品 15mL 加入饱和硫酸铜液 5mL,是灰绿色混浊(以下样品与试剂均按该比例加入)。

(2)杀螟松:样品加入氨水后呈黄色混浊或黄褐色,管壁呈现黄色。

(3)亚胺硫磷:样品加入氨水后呈灰色混浊,加入饱和硫酸铜呈泥灰色混浊,加入硝酸银酒精液呈酱色透明。

(4)马拉硫磷:样品加入氨水后呈乳白色或乳黄色;加入饱和硫酸铜液呈灰绿色混浊。

(5)敌敌畏:样品加入氨水后呈乳白色或乳黄色;加入饱和硫酸铜液呈上蓝下清的分层状态。

(6)倍硫磷:样品加入氨水后呈乳白色或乳黄色;加入饱和硫酸铜液后呈淡蓝色混浊。