

潘駿千、陳鴻濤、王 鵬編著

有机磷农药中毒的 預防及治疗

中国工业出版社

目 录

第一章 有機磷殺虫劑的種類、性狀及用途.....	5
第一节 有机磷农药的杀虫作用	5
第二节 有机磷农药的种类、常用品种及其性状	8
第二章 有機磷殺虫劑的毒性及毒理作用.....	21
第一节 有机磷杀虫剂对温血动物的毒性及其侵入途径	21
第二节 有机磷化合物化学结构与毒性的关系	31
第三节 有机磷中毒的机理	35
第三章 中毒的症狀與診斷.....	41
第一节 症状与病型的分类	41
第二节 自觉症状	44
第三节 体征表现	45
第四节 化驗室检查	47
第五节 診 断	50
第六节 合并症及后遺症	52
第七节 慢性中毒問題	53
第四章 中毒的急救及治療.....	55
第一节 一般急救原則	55
第二节 特效解毒剂	56
第三节 輔助疗法及恢复期治疗	64
第五章 中毒的原因分析及預防措施	65
第一节 中毒原因分析	65
第二节 农药工厂的預防措施	69
第三节 农业使用上的預防措施	71
第六章 有關檢驗方法	73
第一节 胆碱酯酶活力測定法	73
第二节 血、尿中的对硝基酚定量法	82
第三节 空气中对硫磷浓度測定法	84
第四节 空气中內吸磷含量測定	88

有机磷农药中毒的 预防及治疗

潘駿千、陳鴻濤、王 鵬編著

中国工业出版社

本书着重介绍有机磷农药中毒的预防和治疗方法。全书共分三部分：第一、二章为基本理论部分，包括有机磷农药的一般介绍及毒理作用；第三至第五章为临床应用部分，包括中毒的诊断、治疗及预防；第六章为检验技术部分，介绍了有关中毒的化验检查及毒气测定方法。

本书可供有机磷农药生产者、使用人员以及职业中毒防治及研究工作者参考。

有机磷农药中毒的预防及治疗

潘駿千、陈鴻涛、王 鵬編著

*

化工部图书編輯室編輯（北京安定門外和平北路四号樓）

中国工业出版社出版（北京舊城區路丙10号）

（北京市书刊出版事业許可証出字第110号）

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ ·印张3·字数66,000

1962年3月北京第一版·1962年3月北京第一次印刷

印数0001—4,260·定价(10-7)0.40元

*

統一书号：K15165·954(化工·65)

前 言

我国自解放以来，在中国共产党的领导下，工农业的发展一日千里；科学技术的成就日新月异。在农业战线上，由于广大农民兄弟的冲天干劲，创造了史无前例的奇迹，特别是在普遍建立了人民公社以后，迅速的改变了旧中国农业生产的面貌。近年来由于发展的需要，使用最新化学农药，已经成为农业上重要问题之一。其中尤以有机磷农药的发展速度更为突出。在短短的五、六年內，从无到有，从依靠进口到建厂制造，从土法生产到洋法生产，品种日見增多，发展极为迅速，因此，有机磷农药的名称，在广大农民中已經不是一个新名詞了。

有机磷农药，主要作为农作物的杀虫剂，效果高，能有效地灭除几百种农作物的害虫，保证丰收。但其缺点是对人畜的毒性也很大，因此世界各国在生产或使用有机磷杀虫剂的初期，都不免发生过中毒的不幸事件，文献报告屡見不鮮。我国由于党及政府对人民卫生保健事业的重视和关心，在开始生产及使用有机磷农药的同时，即开展了有关有机磷农药中毒的防治研究工作，有力的保证了生产人员及使用者的健康，从而保证了生产的跃进。

虽然如此，国内各地近年来仍不免发生了一些有机磷农药中毒事故。从中毒的原因分析来看，主要是由于生产或使用人员对有机磷农药的毒性认识不足，缺乏预防中毒的知识；医务卫生人员中也还存在着麻痹思想，或缺乏防治中毒的经验。因此，在农业生产大跃进的形势下，广大医务卫生人员学习掌握有关农药中毒防治的知识是非常必要的。

天津市公共衛生局勞動衛生研究室 職業病研究組，自1957年以來，做了一些防治有機磷農藥中毒的研究工作，積累了一些資料。過去曾編寫了一本“E-605中毒的防治”通俗冊子，供有關生產人員、使用者及初級衛生工作者參考。由於有機磷農藥使用面不斷擴大，全國許多地方紛紛建廠生產，同時新的品種也不斷出現。防治有機磷農藥中毒的工作任務及範圍，當然也隨之加大，為此，我們再編寫本書。

本書除比較詳細地介紹有機磷農藥的品種、性狀、用途及毒理作用等基本知識外，對中毒的臨床症狀、診斷、急救、預防及各種檢驗方法，也作了比較詳細的論述；特別是根據國內曾發生過的中毒事件，作了原因的分析，針對這些情況，提出了有關生產工廠及使用上的預防措施。

由於編者的水平不高，經驗有限，謬誤之處尚希同志們不吝指正。

編 者

第一章 有机磷杀虫剂的 种类、性状及用途

第一节 有机磷农药的杀虫作用

有机磷化合物的出现是最近几十年的事情，在这短短的几十年当中，有机磷化合物不论在研究上，或在生产使用上，都有着很大的发展。特别是用做杀虫剂方面，发展更为迅速。到目前为止，各国科学家已经合成了不下几百种具有杀虫效果的有机磷化合物。这样在农业和林业防治病虫害方面，起了很大的作用。

有机磷化合物的研究工作，是从1846年开始的，一直到第二次世界大战以前，整个研究工作进度非常迟缓，仅仅停留在实验室内为“学术”而研究，但在第二次世界大战当中，发展速度是惊人的。1937年德国法西斯企图把有机磷化合物用做杀人武器。1938—1939年德国开始在农业上使用了特普(TEPP)和四磷酸六乙酯(HETP)两种有机磷杀虫剂，1939—1941年德国化学家希拉德(G. Schrader)合成了八甲磷(OMPA)，1944年合成了对硫磷(一六〇五)。第二次世界大战以后，美国将这些资料盗走，由美国氰化物公司(American Cyanamide Co.)将对硫磷(一六〇五)投入生产，1947年由美国农业部命名为“帕拉赛翁”(Parathion)出售于市场。从此有机磷化合物正式用做农业上的杀虫剂。以后世界各国科学家都对有机磷化合物相继进行了研究。

我国研究有机磷杀虫剂，是从解放后开始的。1950年胡秉方氏发表了有关对硫磷(一六〇五)的研究报告，以后在全

国各地陸續有很多論文报告发表。1956年开始在我国生产有机磷杀虫剂，大量供应使用。

有机磷化合物用做农药的优点是：杀虫效果大、杀虫范围广、用药量少、价格低廉。如以对硫磷(一六〇五)为例，当其乳剂(含量46.6%)稀释一万倍时，仍可杀死棉蚜达100%，若以滴滴涕粉剂杀灭棉蚜，在相同条件下只能杀死40%。从杀虫范围上来看，对硫磷(一六〇五)可以杀死蚜虫、紅蜘蛛、介壳虫、蝗虫等三百多种害虫。每亩用药量約为12克左右，只花費2角錢就够了，如用甲拌磷(西梅脫)，仅需6分錢就能噴洒一亩农田。由于以上优点，所以很受我国广大农民的欢迎，因此每年有机磷农药的使用量也是直綫上升，以1957年噴洒面积为基数，1958年比1957年噴洒面积增加1倍，而1959年比1957年增加了6倍多。由此可見有机磷农药发展速度之快，用途之广，非其它农药所能及。

从杀虫剂对昆虫的作用上来看，一般可有以下几点：

(一) 胃毒作用：将胃毒类药剂噴洒在昆虫喜食的农作物的茎、叶、果实或其他食餌的表面，当昆虫吃了这些药剂之后，使虫体中毒而死，这种作用称胃毒作用。

(二) 触杀作用：药剂与昆虫虫体接触以后，由昆虫的气門进入虫体，麻醉昆虫的神經系統，而使其中毒死亡，或是使昆虫气門阻塞窒息而死。

(三) 熏蒸作用：利用药剂的蒸气毒死昆虫。

(四) 內吸作用：內吸杀虫剂又称渗透杀虫剂或全身杀虫剂。这种药剂經农作物的根或叶吸收，通过植物导管，遍及植物全身，当昆虫咬食植物时，药剂就进入虫体而发生毒性作用，使昆虫死亡。內吸作用在杀死有害昆虫方面作用很大，但对益虫危害不大，所以內吸杀虫剂的使用范围非常广泛。

由于有机磷杀虫剂主要侵犯昆虫的神经系统，所以昆虫在中毒以后，很快的就会死亡。目前很多学者积累了大量的资料，证明昆虫的中央神经系统与哺乳动物的自主神经系统内的副交感神经极相似，在副交感神经系统内，神经冲动的传递，是依靠乙酰胆碱的居间作用，而乙酰胆碱在完成传导冲动任务以后，立即被胆碱酯酶分解而失去作用。昆虫的中央神经系统与哺乳动物的副交感神经系统，不仅在形态学上相似，而且在生物化学上也是非常相似的。蜜蜂的髓磷脂鞘(myelin sheath)与脊椎动物副交感神经系统的神經髓鞘，不仅构造相似，而其中所含磷脂的化学性质也相同。蜜蜂脑中含有大量的脑磷脂及卵磷脂、神经磷脂及固醇类等，但并不含有脑甾酯，所有这些物质都与幼年脊椎动物的前髓神经(premyelinated nerve)一样。另外在蜜蜂及蜚蠊的中央神经系统内，含有大量的胆碱酯酶，很象脊椎动物的真性胆碱酯酶。这种酶可以被毒扁豆碱所抑制而使活力减低。但比真性胆碱酯酶易于水解。

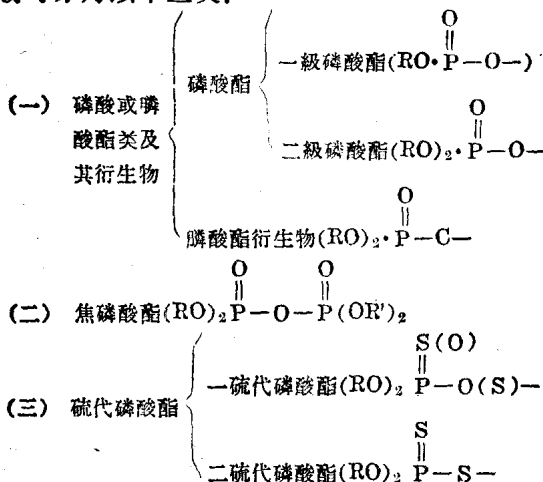
有机磷化合物是强力的胆碱酯酶抑制剂。由于胆碱酯酶的抑制，使得大量的乙酰胆碱蓄积，昆虫因此而发生中毒。如用四磷酸六乙酯(HETP)冲洗美洲蜚蠊的第六腹神经节，在一定浓度的作用下，可使蜚蠊神经组织中的胆碱酯酶发生抑制，而使神经传导发生阻滞现象。用三甲苯基磷酸酯(tri-O-cresyl phosphate)处理黄粉蛾(tenebrio)幼虫以后，可以发现神经节受损、空泡出现及虎斑体分解等变化。除了以上作用以外，也还有人推测，乙基磷酸酯及焦磷酸酯在体内可以形成二乙基磷酸，阻止了碳水化合物为辅酶(三磷酸腺甾<adenosin triphosphate>)的磷酸化过程，因此而使昆虫中毒死亡。

总之，从目前情况来看，有机磷对昆虫神经系统的毒害是比较肯定的意见，至于有机磷对昆虫的作用机理，虽以胆碱酯酶被抑制学说占优势，但尚有更进一步研究的必要。

第二节 有机磷农药的种类、常用品种及其性状

“有机磷”是一类化合物的总称，这类化合物的特点，是在其化学结构中包含有C-P键，或是包含有C-O-P, C-S-P, C-N-P等键，由于具备了这一特点，所以将此类化合物称为“有机磷”化合物。

有机磷化合物用途是很广泛的，如可用做选矿剂、抗氧化剂、杀虫剂、脱叶剂等。在生物学上某些有机磷化合物与蛋白质结合后可形成辅酶；有些化合物在细胞分裂过程中起着一定的作用，医药上可用做神经滋补剂及治疗青光眼等。农业上用做杀虫剂的有机磷化合物，按其化学结构的不同，一般可分为以下三类：

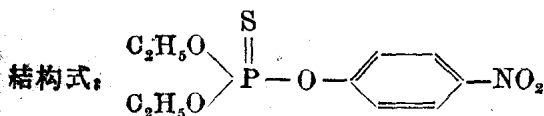


在磷酸酯类中，一級磷酸酯杀虫效果很低，无应用价值；二級磷酸酯类中，常用的品种如敌敌畏(DDVP)等。焦磷酸酯类中，最有效的为特普(焦磷酸四乙酯，TEPP)。由于这种化合物易于水解，且对高等动物毒性很大，故较少使用。在硫代磷酸酯类中，一硫代磷酸酯类最常用的有对硫磷(一六〇五)及內吸磷(一〇五九)等。二硫代磷酸酯类最常用的有甲拌磷(西梅脱)等。

现将目前使用最广泛，或是易于见到的几种有机磷农药，概括介绍如下：

(一) 对硫磷(一六〇五)

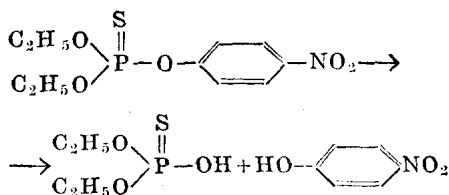
学名：O，O-二乙基-O-4-硝基苯基硫代磷酸酯。



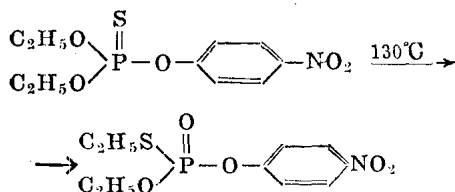
别名或商品名：“E-605”、“一扫光”、“alkron”、“Gorothion”、“DNTP”、“DPP”、“genthion”、“lethalaire G-54”、“niran”、“orthophos”、“paradust”、“paraphos”、“paraflow 25”、“paraspara”、“phoskill”、“parathion”、“vapophos”、“препарат НИУИФ-100”、“тиофос”。

純的对硫磷是淡黄色的液体。工业产品由于含有杂质，所以呈棕色或暗棕色，常具有特殊的蒜臭，24℃时蒸气压为0.0006毫米水银柱。純对硫磷不易溶于水，在常温下(20℃)溶解度仅为百万分之二十，易溶于丙酮、乙醚、酒精及动植物油类中，在石油和石油醚中仅溶微量。

对硫磷能在水中水解，水中的pH值对其水解速度影响很大，在碱性溶液中分解较快。对硫磷水解后产生对位硝基酚和二乙基硫代磷酸，并失去杀虫能力，反应如下：



对硫磷在高温情况下，可发生异构化作用：



异构体比对硫磷毒性小。对硫磷对光、氧气和紫外线抵抗力很大，但在玻璃瓶内长期保存时，可能有部分失效。与强氧化剂混合，产生对氧磷（一六〇〇）（二乙基对硝基苯基磷酸酯）及硫酸。

对硫磷杀虫作用除胃毒和熏蒸作用外，主要表现了强大的触杀作用。杀虫范围很广，效果很大。一般常用来杀灭以下害虫：

害虫名称	喷洒浓度
棉花害虫（棉蚜、红蜘蛛、叶跳虫、盲椿象等）	$1/8000 - 1/10000$
小麦害虫（蚜虫、红蜘蛛）	$1/8000 - 1/12000$
小麦吸浆虫	$1/4000 - 1/5000$
禾谷类作物粘虫、稻螟虫等	$1/2000 - 1/4000$
果树类食心虫、毛虫、卷叶虫	$1/3000 - 1/4000$
果树类潜叶虫、介壳虫类	$1/2000 - 1/5000$
蔬菜类害虫、蚜虫、黄条跳蚬、	

黃守瓜、廿八星瓢虫等

$1/6000 - 1/10000$

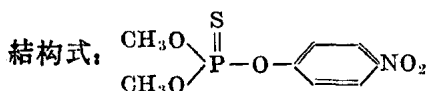
对硫磷有較小的內吸作用，有人試驗把对硫磷噴洒在土壤上以后，可以經植物的根部吸收，并表現內吸作用，但必需大量噴洒才能見效，这在实际应用中是不經濟的，并且由于大量使用的結果，将会影响植物的生长。

国产对硫磷乳剂，含对硫磷原油 45~50 %，用玻璃瓶包装。

苏联最常使用的是甲基对硫磷(метафос)和甲乙基对硫磷(метилэтилтиофос)。

(二) 甲基对硫磷(甲基一六〇五)

学名：二甲基-4-硝基苯基硫代磷酸酯。



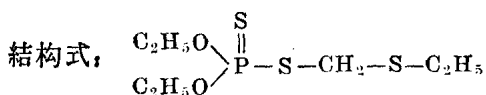
别名或商品名：“вофатокс”、“metaphos”、“метарог”、“methylparathion”、“метафое”、“wofatoks”、“метилпарат-ион”。

甲基对硫磷性質与对硫磷相似，其特点为对溫血动物毒性較对硫磷低，蒸气压較大，对谷蠹(Granary weevil)的毒效比对硫磷大10倍，但对欧洲紅蜘蛛(European red mite)的杀灭效果不如对硫磷。单位面积的噴洒量約相当于对硫磷的2倍左右。

由于甲基对硫磷对人毒性較小，所以在苏联、德国等均有使用，美国則为三分之二的甲基对硫磷和三分之一的对硫磷混合使用。

(三) 甲拌磷(西梅脫)

学名：O,O-二乙基-S-乙硫醇基甲基-二硫代磷酸酯。

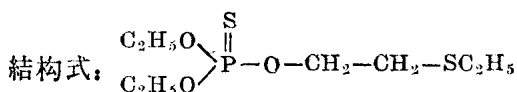


別名或商品名: “3911”、“Thimet”、“Bayer L-11-6”。

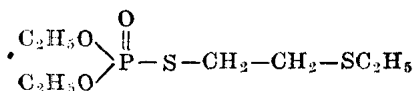
甲拌磷為無色液體，有特異之惡臭，是有機磷殺蟲劑中毒性最強的一種，也是最好的內吸殺蟲劑，對咀嚼口器害蟲及刺吸口器害蟲，均有很好的效果。國內使用時常用來拌種。一般噴酒時需稀釋一萬到三萬倍，快速噴射時為三千倍，塗莖時用五百倍到一千五百倍。

(四) 內吸磷(一〇五九)

學名: O, O-二乙基-O-(β-乙硫醇基乙基)-硫代磷酸酯(指硫離異構體)。



(硫離異構體)



(硫聯異構體)

別名或商品名: “E-1059”、“systox”、“demeton”、“меркаптофос”。

內吸磷為很強的內吸殺蟲劑，一般商品中含硫聯異構體60~70%，硫離異構體40~30%。

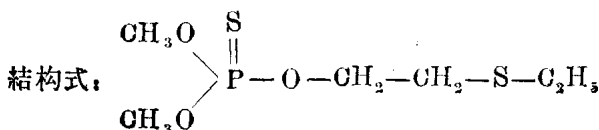
在130°C的溫度下，硫離異構體能轉化為硫聯異構體。硫聯異構體比硫離異構體的殺蟲作用強，但對高等動物的毒性也強。

內吸磷可以防治蚜蟲、紅蜘蛛及綫蟲等，對壁蝨也很有效。一般噴酒濃度為五千分之一或萬分之一。做快速噴射

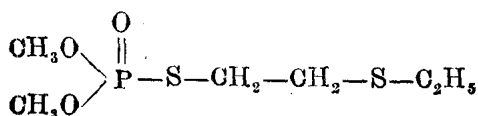
时，用二千分之一。做涂茎时，可用一百分之一到二百分之一稀释的溶液。

(五) 甲基内吸磷 (甲基一〇五九)

学名：二甲基-O-(-β-乙硫醇基乙基)-硫代磷酸酯(硫离异构体)。



(硫离异构体)



(硫联异构体)

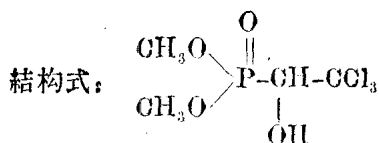
别名或商品名：“4404”、“甲基 E-1059”、“meta-systox”、“methyl demeton”“метилсистокс”、“мета-систокс”。

甲基内吸磷的毒性比内吸磷的毒性小。苏联及欧洲一些国家多采用之。工业品为两种异构体之混合物，一般含硫联异构体 60~70%，余为硫离异构体。国产品含甲基内吸磷 45~50%。

甲基内吸磷的杀虫范围与内吸磷相似，但效果稍差，一般使用呈达内吸磷一倍左右时，才能得到与内吸磷相同的杀虫效果。

(六) 敌百虫

学名：O,O-二甲基-2,2,2-三氯-1-羟基乙基磷酸酯。



別名或商品名：“dipterex”、“dylox”、“bayer 13/59”、“neguvon”、“хлорфос”。

敌百虫純品为白色結晶，熔点78~80°C，沸点92°C/0.05毫米，比重1.73，易溶于水，溶解度約为15.4%（25°C，克/100毫升），易溶于多种有机溶剂中（如乙醚、丙酮、乙醇、苯、氯仿等），而在石油剂中几乎不能溶解。

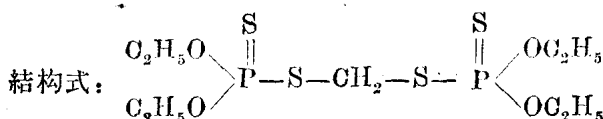
敌百虫在固体或熔融状态下相当稳定，但在溶液中极易水解而失效，在1M碳酸鈉溶液中（pH 11.6）分解更快，大部分变成敌敌畏（DDVP），并繼續分解，小部分可从磷酸鍵上分裂。敌百虫在酸性溶液中較为稳定。

敌百虫是一种低毒（对溫血动物）高效（对害虫）使用广泛的杀虫剂，具有强力的胃毒和触杀作用，适用于防治具有咀嚼口器及舐吸口器的农林园艺害虫、地下害虫及卫生害虫等。

敌百虫之杀虫作用以胃毒作用为主、触杀和熏蒸作用次之。对棉粮害虫（棉鈴虫、叶跳虫、卷叶虫、粘虫及蝗虫等）、蔬菜、茶、桑、烟草、甘蔗等害虫，使用浓度（按有效成分計算）为0.05~0.1%；对地下害虫（蝼蛄等），使用浓度为2~2.5%；对卫生害虫（蚊、蝇、臭虫、蜚蠊、釘螺等），使用浓度为0.01~0.1%；对家畜害虫（牛皮蝇、牛虻、牛虱、牛鳞蝨等），使用浓度为0.5~1%，洗刷畜体。此外并可治疗牲畜体内的寄生虫病。

（七）乙硫磷（蚜蠹立死）

学名： O,O,O',O' -四乙基- S,S' -次甲基双二硫代磷酸酯。



别名或商品名：“1240”、“益赛昂 (ethion)”、“nialata”、“nigara”、“蚜螨立死”。

乙硫磷纯品比重为1.22 (20°C)，常温下为无色或肉红色油状液体。工业品为乳白色或棕黄色油状液体。有特异性之臭。在水中溶解度很小，易溶于甲醇、乙醇、苯、二甲苯及氯仿等有机溶剂中。在室温空气中长久存放，可被缓慢氧化，在油层表面生成胶状的薄膜。在微碱与强酸性介质中，均易水解，但在微酸介质中，水解速度极为缓慢。

乙硫磷的杀虫效果与对硫磷相似，为很好的触杀剂，但效果较对硫磷稍低，药效对蚜虫为对硫磷的60%，对红蜘蛛为80%，对甲虫（拟谷蛾）为140%。本品之特点为对蚜虫及红蜘蛛之虫卵有杀灭作用。常用以防治棉花、蔬菜及果树上的某些害虫，可用为土壤处理剂，残效期较长。

国产乙硫磷约含原油75%左右，由于其中混有杂质，故对温血动物的毒性较高 (LD_{50} 5.6毫克/公斤)且有内吸性。

乙硫磷乳剂在喷洒时的浓度为1/3000~1/5000，是我国目前使用较多的农药之一。

(八) 马拉硫磷 (馬拉賽翁)

学名： O,O -二甲基- S -(1,2-二乙氧羰基)-乙基-二硫代磷酸酯。