

昆虫毒理学

上册

張宗炳

科学出版社

昆 蟲 毒 理 學

上 冊

張 宗 炳 著

科 學 出 版 社

1 9 5 8

昆蟲毒理學(上冊)

著 者 張 宗 炳

出版者 科 學 出 版 社

北 京 朝 陽 門 大 街 117 號
北京市書刊出版業營業許可證出字第 061 號

印刷者 科 學 出 版 社 上 海 印 刷 廠

總經售 新 華 書 店

1958 年 12 月 第 一 版

書號：1522

1958 年 12 月 第一次印刷

字數：342,000

精：1—2,161

開本：850×1168 1/32

(濕) 平：1—1,773

印張：12 插頁：2

定價：(10) 精：2.50 元
平：2.00 元

內 容 提 要

本書分上下兩冊，上冊討論殺蟲藥劑對於昆蟲形態、生理生化作用的影響、以及昆蟲對殺蟲藥劑的反應；下冊討論殺蟲藥劑使用中對於自然的影響（包括動物、植物、人畜等）以及殺蟲藥劑的物理化學性質對殺蟲毒性的關係。

昆蟲毒理學是合理及有效使用殺蟲藥劑的理論基礎，它是殺蟲藥劑在生產實踐使用中所發展形成的新學科。目前，這門新學科尚無系統性的介紹，本書可以說是第一本這樣的綜述。

這本書適於綜合大學生物系作昆蟲毒理學的教科書，也適於農學院植物保護系作參考書。對於一般化學保護工作者及昆蟲生理學及毒理學研究工作，都可以參考。

前 言

這本書的寫作是在 1953 年底開始的。當時，在昆蟲研究所毒理室內大家討論昆蟲毒理學的發展方向，決定了寫一本昆蟲毒理學的書作為基礎工作之一。初步計劃由六七個人合作，共擬了十四個題目，作為十四章。1954 年，我在北京大學生物系開設了昆蟲毒理學這門課，起草了一分講義。1955 年，在北京大學昆蟲學教研室的會議上，也決定了寫一本昆蟲毒理學的書，作為這門課的教科書或參考書。三年以來，合作寫這一本書的計劃沒有能實現，很多人工作忙，以及其他客觀原因，使最後只贖下我們三個人來把這一工作繼續完成。1956 年，在商議之後，決定把我的昆蟲毒理學講義加以整理，作為這本書的初稿，另外又補充了幾章。全書最後共分十五章，其中“化學結構與殺蟲藥劑毒性的關係”一章由熊堯擔任，“昆蟲毒理學中的統計方法”一章由龔坤元擔任，其餘十三章均由我擔任。

由於這本書是在這樣長的一個時間內寫成的，並且又由於一再改寫，因此前後不免有些地方有些前後不呼應處。例如，“昆蟲對殺蟲藥劑的抵抗性”一章是最早寫成的，後來發現了許多新材料，因而加以改寫。最後定稿時，又加上最近的文獻，整個稿子在 1957 年曾經全部做了一次最後整理，企圖統一及改得前後一致些，並把 1957 年 8 月前的重要文獻都加進去。但是，由於這樣的加入新文獻材料及改寫工作，有時反而使得文字顯得零亂些。

正如剛才指出，寫這本書的動機有兩點：(1)為昆蟲毒理學這門課程寫一本教科書或參考書；(2)為昆蟲毒理學這一學科作一個綜述，以為研究這一門科學的工作者作為參考及文獻資料。在第二方面的意義比較更重要些，因為國內這樣的書籍還沒有，國外這樣系統的敘述也不多見（多數散見在各雜誌及殺蟲藥劑的書籍中）。為了在國內，迅速發展這一門在近十幾年內發展得最快的生物學科之一，我們感覺到有這個需要。

昆蟲毒理學是研究殺蟲藥劑對昆蟲的生理作用的影響的一門科學，它也就是合理使用殺蟲藥劑防治害蟲的理論基礎。顯然，只有知道了殺蟲藥劑如何殺死害蟲以及如何不能殺死害蟲，才能最有效的及最合理地使用殺蟲藥劑。近十幾年來，殺蟲藥劑的發展是驚人的，自從DDT出現到現在，幾十萬種化合物被試驗過，幾千種新殺蟲藥劑已經生產及廣泛應用。在這同時，昆蟲毒理學由於實際應用殺蟲藥劑的實踐中發展起來了，它可以說是從無到有地產生出來，而在短短的十幾年中已經成爲了一門十分豐富及成熟的學科了。它應用了最新生物學上的各種成就及最新的物理化學方法來研究殺蟲藥劑對於昆蟲的生理生化作用。在這些研究結果的基礎上，新殺蟲藥劑的製備與探索，殺蟲藥劑的物理性質的改善，與殺蟲藥劑配合使用來提高藥效等等實踐工作又獲得了理論上的指示。

在我國的農業害蟲防治工作，除四害工作等各方面，也同樣地大量使用殺蟲藥劑，在總路綫的照耀下，殺蟲藥劑事業及化學防蟲工作在我國一定會有空前的發展。這些實踐都一定會總結出理論的提高，也會要求更多的理論指導。爲了更合理地及更有效地使用殺蟲藥劑，爲了促進害蟲的化學防治工作，我們都需要昆蟲毒理學相應地並多快好省地發展起來。

這本書比較系統地介紹了昆蟲毒理學的各方面。其中又可以分爲三方面：(1)第一方面(上冊)是第二至第八章，這是討論殺蟲藥劑對昆蟲的生理生化影響的，這裏不僅討論殺蟲藥劑對昆蟲生理生化過程所起的作用，並且也討論昆蟲對殺蟲藥劑所起的作用（解毒及代謝等）。這一部分是目前昆蟲毒理學最爲發展的一方面，因此介紹得較爲詳盡。(2)殺蟲藥劑的物理性質及化學結構對於毒性及毒效的關係（第九、十章）；第十一章是“殺蟲藥劑的相互作用”，這一章中討論了生理上的增效作用等，但是主要的是討論殺蟲藥劑間相互的物理化學作用與毒性的關係。(3)殺蟲藥劑對於植物、動物、其他昆蟲及自然種羣的影響（第十二、十三、十四章）。除此之外，第一章是緒論及毒力測定，第十五章是昆蟲毒理學中的統計方法。

寫成這樣一本書，沒有合作、沒有同志間的幫助與鼓勵是不可能

的。這裏應該首先指出，北京大學生物系昆蟲教研室及中國科學院昆蟲研究所毒理室及藥劑室的全體同志們的關懷、幫助與批評。北京大學生物系昆蟲專門化的同學（自 1954—1957 年），在讀這一門課時，都曾提過許多寶貴意見。全書的各章由我們三人作了互相校讀。校閱本書的其他同志有：趙養昌先生（第七章），陳同度教授（第四、五章），張龍翔教授（第四、五章），謝尊逸同志（第四、五、六、八章），孫耘芹同志（第八章）。龔國玑、伍佩珩、鄧崇根同志爲了本書的文獻整理，花費了許多時間精力。劉增元同志畫了書中的某些圖表，這裏都一併道謝。

最後，必須指出，這樣的一本書中一定還是有錯誤及遺漏的。這是由於作者們的水平有限，而寫這樣一本書又完全是一個新的嘗試。希望讀者們多加指教及批評，以便將來予以更正。

張 宗 炳

一九五八年六月於北京

上 冊 目 錄

前 言	ii
第一章 緒論 殺蟲毒效的測定	1
第二章 殺蟲藥劑的穿透性	46
第三章 殺蟲藥劑的生理效應	85
第四章 殺蟲藥劑的生物化學(一): 殺蟲藥劑對於生物酶系的作用	135
第五章 殺蟲藥劑的生物化學(二): 殺蟲藥劑的代謝	195
第六章 殺蟲藥劑對昆蟲所引起的形態組織改變	245
第七章 昆蟲的生理狀態與殺蟲藥劑毒效的關係	285
第八章 昆蟲對殺蟲藥劑的抗性	325

第一章 緒論 殺蟲毒效的測定

昆蟲毒理學是研究殺蟲藥劑(或稱殺蟲毒劑)對昆蟲的生理作用的影響的這門科學。它不但研究殺蟲藥劑如何引起了昆蟲的死亡,也研究在不死亡的情形下,昆蟲生理生化作用有何改變。它不但研究殺蟲藥劑對昆蟲的作用,也研究昆蟲對殺蟲藥劑的作用——殺蟲藥劑的代謝,以及昆蟲對殺蟲藥劑的反應——抵抗性。

由此可見,昆蟲毒理學是不同於植物化學保護,也不同於殺蟲藥劑學。後者是研究殺蟲藥劑的各方面——它們的製備、物理及化學特性、應用的方法及方式等等;而這些並不是昆蟲毒理學的研究範圍。但是,這兩門科學也有一定的相共之處;由於這兩者都研究殺蟲藥劑,因此有些地方不易清楚地區分開來。例如,殺蟲藥劑學中也必須討論到一些殺蟲藥劑的毒殺作用,而昆蟲毒理學中也有關於殺蟲藥劑的化學結構及物理性質的討論。但是,它們的性質上還有些不同,並且重點也不一樣;例如,昆蟲毒理學中討論化學結構及物理性質時,是結合了它們與毒性的關係來討論的。

為了研究殺蟲藥劑對昆蟲的作用,就必須知道各種殺蟲藥劑以及它們的化學物理特性。因此,在這裏我們先把各種殺蟲藥劑作一個簡單的介紹。

多少年來,殺蟲藥劑的分類是按照它們的毒殺方式的;因而殺蟲藥劑就分為:(1)胃毒殺蟲劑,(2)接觸殺蟲劑,(3)熏蒸殺蟲劑,(4)內吸性的殺蟲劑(即藥劑進入植物內部,害蟲吸食時引起中毒死亡)。這種分類方法顯然不是最合適的,因為有些殺蟲藥劑,例如 666, E605 就可以同時具有這四種殺蟲方式,雖然它們還是以主要的毒殺方式而被稱為接觸殺蟲藥劑。

另一種把殺蟲藥劑分類的方法,就是按照化學的組成及來源。這樣,我們就有:(1)無機的殺蟲藥劑;(2)植物性的殺蟲藥劑;(3)有機的殺蟲藥劑,其中又再分為:氯化烴類、有機磷酸酯類、硫氰酸酯類、氨基

碳酸鹽類、二硝基化合物類以及其他等等；(4)油類及肥皂。

在昆蟲毒理學上，Brown (1951)建議將殺蟲藥劑依照它們的毒理作用而加以分類。因此，他的分類法是：

一 **物理性毒劑** 殺蟲作用是一種物理作用，如窒息、或磨擦損傷，造成昆蟲體內失水的死亡。

(一)油劑(尤其是重油及煤焦油)——油膜的窒息作用。

(二)惰性粉 吸收水分的粉劑(如焦炭末)，或磨擦性的粉劑，如氧化鋁等。

二 **原生質毒劑** 殺蟲作用是使細胞的原生質變質或使蛋白質沉澱。

(一)重金屬 如銅及汞及其鹽類；

(二)鹼性製劑 如硝基苯酚；

(三)酸 如脂肪酸(礦物酸極少用作殺蟲藥劑)；

(四)甲醛及環氧乙烷；

(五)砷素劑——砷酸鹽及亞砷酸鹽；

(六)氟素劑——氟化鈉、氟鋁酸鹽、氟硅酸鹽等。

三 **呼吸毒劑** 殺蟲作用是抑制了細胞呼吸，也就是抑制呼吸酶的作用；例如氰化氫、 H_2S 等。

四 **神經毒劑** 殺蟲作用是影響了正常的神經傳導。

(一)氯化烴類： CCl_4 、二氯化乙烯、PDB、DDT、666等；

(二)芳香族及烯族烴：萘、煤油、汽油；

(三)植物性殺蟲劑：除蟲菊酯、菸鹼、賽葵蘆鹼等；

(四)有機磷酸酯：HETP、TEPP、E605、OMPA、E-1059 Malathion等；

(五)其他： CS_2 、凡隆(valone)、胡椒鹼等。

六 **一般性毒劑** 殺蟲作用不只是對一種生理機能，而是同時對於神經傳導、肌肉收縮、呼吸等等都有影響。這一類中實際上包括了許多毒理作用還不完全明瞭的殺蟲藥劑。

(一)某些氯化烴類，如氯丹(chlorfane)、毒殺芬(toxaphene)、七氯(heptachlor)、狄氏劑(dieldrin)、艾氏劑(aldrin)等；

(二) 硫氰酸酯類；

(三) 某些植物性殺蟲藥劑如魚藤酮、雷尼亞 (ryania)；

(四) 其他：硫氮蒽。

下面把主要的一些殺蟲藥劑，它們的化學構造及性質簡略地介紹如下，詳細的討論可參閱：德翁 (De Ong) (1951)：殺蟲藥劑的化學及應用；黃瑞綸 (1956)：殺蟲藥劑學；Metcalf (1955) 有機殺蟲藥劑 (organic insecticides)。

一 砷素劑

酸性砷酸鉛 PbHAsO_4 ，一般簡稱為砷酸鉛。

鹼性砷酸鉛 $\text{Pb}_4(\text{PbOH})(\text{AsO}_4)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ，其中含有少量的 $\text{Pb}_5(\text{PbOH})(\text{AsO}_4)_4$ ；較少使用。

砷酸鈣 CaHAsO_4 、 $\text{Ca}_3(\text{AsO}_4)_2$ 、及 $\text{Ca}_5\text{H}_2(\text{AsO}_4)_4$ 的混合物。

鹼性砷酸銅 $\text{Cu}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ ，這是較近發展的一種砷素劑，毒性與砷酸鉛相同，但對植物更為安全。

亞砷酸 As_2O_3 ，只作毒餌用。

亞砷酸鈉 $(\text{Na}_3\text{AsO}_3)$ 及 (NaAsO_2) 的混合物，只作毒餌用。

亞砷酸鈣

巴黎綠 $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Cu} \cdot 3\text{Cu}(\text{AsO}_2)_2$

二 氟素劑

氟化鈉 NaF

氟硅酸鈉 Na_2SiF_6

氟硅酸鋇 BaSiF_6

冰晶石或氟鋁酸鈉 Na_3AlF_6

三 硫黃及石灰硫黃

硫黃粉 S

石灰硫黃合劑 許多種硫化鈣的混合物，其中以 CaS_5 為主要成分。

四 其他無機殺蟲藥劑

吐酒石劑 $\text{K}(\text{SbO})\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$

硫化鉍 TlSO_4 ，殺蟻毒餌

甘汞 HgCl 殺種蠅幼蟲用

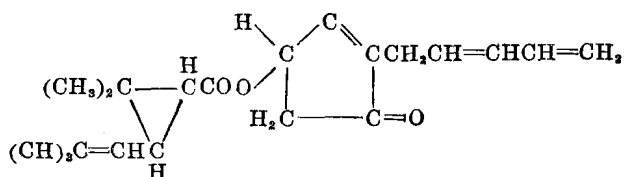
昇汞 HgCl_2

硒素劑如硒酸钠 Na_2SeO_4 內吸殺蟎用賽落殺 (selocide)
 $(\text{KNH}_4\text{S})_5\text{Se}$

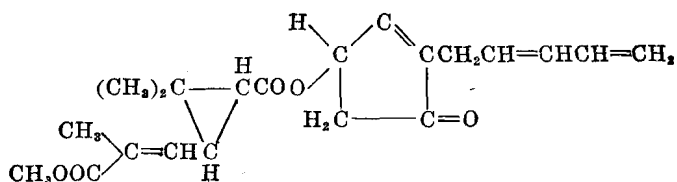
五 植物性殺蟲藥劑

除蟲菊 含有四種有效成分,以前二種佔量較多,毒效也較高。

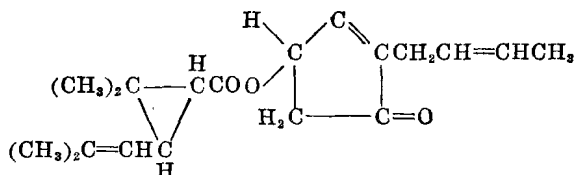
除蟲菊酯 I:



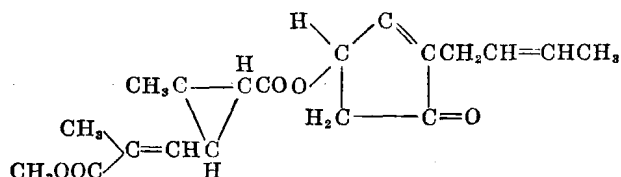
除蟲菊酯 II:



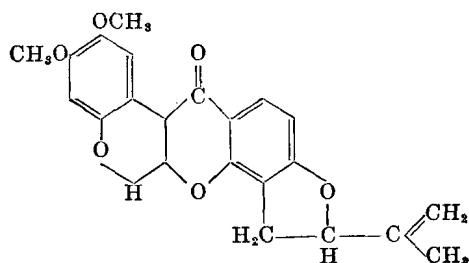
瓜葉除蟲菊酯 I:



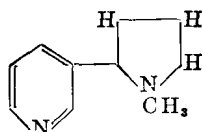
瓜葉除蟲菊酯 II:



魚藤 一般其中也含有幾種相類似的魚藤酯,而以魚藤酮為最多,毒效也最高。



菸鹼 烟草葉及莖中主要的生物鹼。



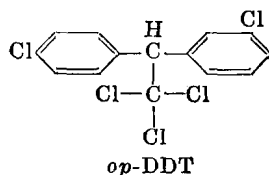
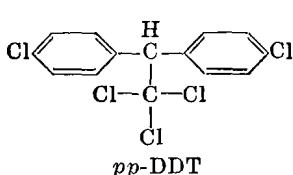
賽黎蘆 (sabadilla) 其中含有各種賽黎蘆鹼，如 Cevadine ($C_{32}H_{49}O_9N$), Veratridine ($C_{36}H_{51}O_{11}N$) 及少量的其他生物鹼 (Cevadilline, Sadabine, Sabatine) 等。

雷尼亞 *Ryania speciosa* 植物根及莖內的生物鹼，化學公式為 $C_{25}H_{25}NO_9$ ，結構式不明。

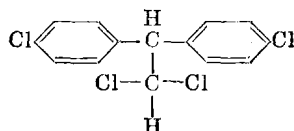
六 有機殺蟲藥劑

(一) DDT 及其類似化合物

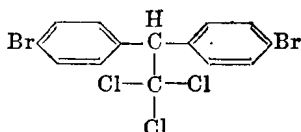
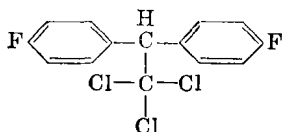
DDT (雙氯苯三氯乙烷)，工業 DDT 中僅含 *pp*-DDT 70% 左右，其他為別種同分異構體 (如 *op*-DDT) 及雜質。



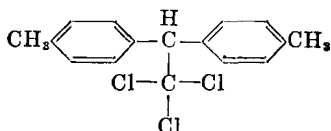
DDD (又名 TDE, 雙氯苯二氯乙烷)



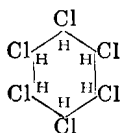
DFDT、DBrDT



甲氧 DDT

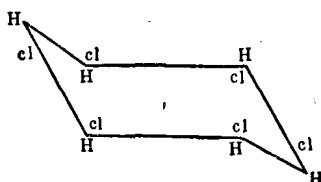


(二)666 六氯化苯,實爲六氯環己烷,一般公式爲



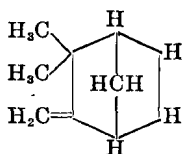
其中由於 Cl (氯) 及 H (氫) 的地位不同,可以形成不同的同分異構體. 這些同分異構體中以丙種的毒性最高.

丙種同分異構體的立體構造圖(按 Slade, 1945)¹⁾



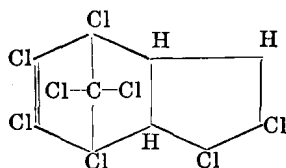
(三)環二烯類(cyclodiene)化合物

毒殺芬 (octachloro-camphene)

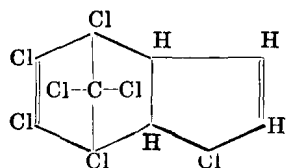


1) Slade, R. E. Chem. and Ind. 40: 314 (1945).

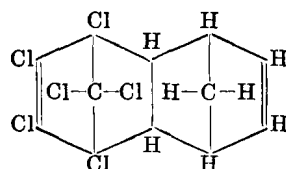
氯丹 (hexa-chloro-dicyclopentadiene)



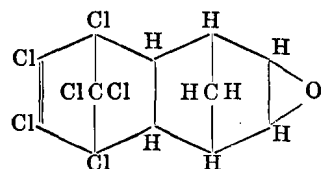
七氯 (hepta-chloro-tetrahydro-methanoindene)



艾氏劑 (aldrin) 及其同分異構體 Isodrin (hexachloro-hexahydrodimethano naphthalene)

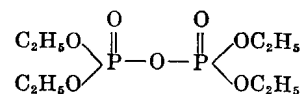


狄氏劑 (dieldrin) 及其同分異構體 Endrin (hexachloro-epoxy-octahydro-dimethano-naphthalene)



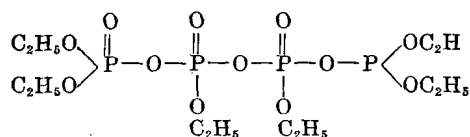
(四)有機磷酸酯類

TEPP (四乙基焦磷酸酯)

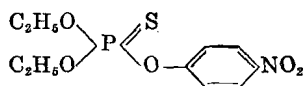


HETP (六乙基四磷酸酯), 這實際上不是一個純粹的化合物, 而

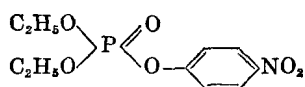
是許多磷酸酯的混合物，總的公式爲：



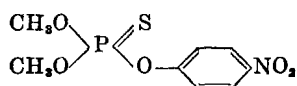
E605 (二乙基硝苯基硫磷酸酯 OO-diethyl O-P-nitrophenyl thiono phosphate)



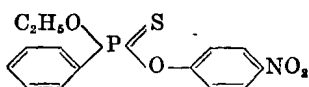
E600(二乙基硝苯基磷酸酯 OO-diethyl O-P-nitrophenyl phosphate)



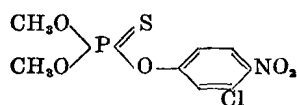
甲基 E605



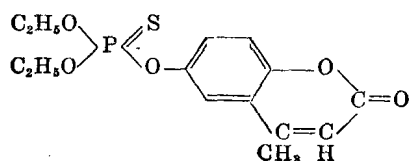
EPN



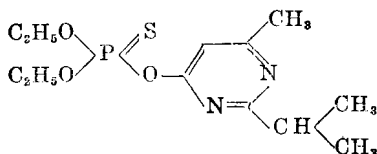
Chlorthion



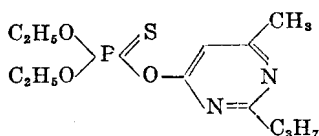
Potasan



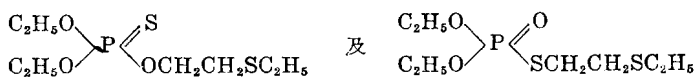
Diazinon



Pirazinon

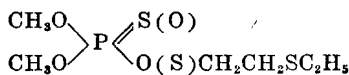


E-1059(Systox) 為兩種同分異構體的混合物：

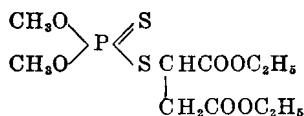


其中第一種同分異構體的純製品又稱為 Demeton-S, 第二種稱為 Demeton-O.

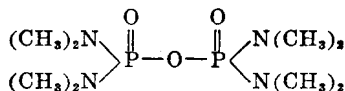
4404 (即甲基 Systox).



Malathion



OMPA (又名 Schradan)



BFPO (雙-二甲基氨基氟磷酸酯 bis-dimethylamino-fluoro-phosphate)

