

植物化学保护

黃瑞綸 趙善欢 方中达 合編

高等农业院校試用教材

植物化学保护

黃瑞綸 趙善欢 方中达合編

农业出版社

高等农业院校试用教材
植物化学保护
黄瑞纶 赵善欢 方中达合编

农业出版社出版

北京老钱局一号

(北京市书刊出版业营业许可證出字第 106 号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

农业出版社印刷厂印刷装订

统一书号 K16144.1310

| | |
|-------------------|----------------|
| 1963 年 1 月北京翻型 | 开本 787×1092 毫米 |
| 1963 年 2 月初版 | 十六分之一 |
| 1964 年 2 月北京第二次印刷 | 字数 374 千字 |
| 印数 1,601—3,600 册 | 印张 十八 |
| | 定價 (9)一元七角 |

序

植物化学保护是一門新的課程，內容比較复杂，有一本合編的书，無論在教学或学习上，总比用讲义要好得多。因此，我們合編了这本书。

我們三人分別在北京、南京、广州三地工作，連系不方便，在編写前曾經詳細地拟定了編写計劃和大綱，但究竟是各編各的，原稿虽然經過几次修改，但仍然不能完全避免有一些重复、語气或写作方式上的差別。章节分量的安排也不完全合理。

本书由赵善欢編写緒論和通論的第一部分——农业毒物学的基本原理；由方中达編写各論中的杀菌剂部分；由黄瑞綸編写其他部分并整理全稿。內容主要都是取自各人以前所編写的植物化学保护讲义。

本书基本上是根据高教部印发的苏联1955年公布的“高等农林学校植物保护专业适用——植物化学保护教学大綱”而編写的，結合我国的葯剂和农业生产的情况作了一些变更。

植物化学保护这門科学的进展很快，內容越来越复杂，由防治嚙齿类动物以至菌类，在这短短的三十万字中很难作到比較詳細的叙述。同时，我們閱讀的文献不够丰富，对于許多問題缺少經驗和認識，书的內容存在着不少的缺点。希望讀者們随时指出缺点，使我們在修訂时加以改正。

黄瑞綸 主編(北京农业大学)

赵善欢 (华南农学院)

方中达 (南京农学院)

1957年12月

重 印 說 明

此書于1958年付印，當時因都在下放期間，排印後未能仔細地對全書校對或作一些必要的修改，因此錯誤較多。最近幾年以來，國內外植物化學保護科學已有迅速的進展，此書有重新編寫的必要性。作者已有計劃對此書進行改編、再版，但計劃的完成應在二年以後。為了目前的需要，先就原版面進行修整，並將書中所有的農藥名詞根據最近中國科學院編譯出版委員會名詞室刊行的“農藥詞匯”作了改正，以利今後農藥名詞的統一。經此一番修改，書中的錯誤比以前減少了，但仍不免遺漏，希望讀者們多予指示。

黃瑞綸 趙善歡 方中達

1962年8月

目 录

| | |
|-----|---|
| 序 | |
| 緒 論 | 1 |

通 論

| | |
|---------------------------|----|
| 第一章 农业毒物学的基本原理 | 7 |
| 第一节 毒剂与毒性的一般概念 | 7 |
| 第二节 毒剂渗入生物体内的方法 | 12 |
| 第三节 毒剂对生物形态机能的影响及在生物体内的变化 | 16 |
| 第四节 毒剂对原生質和酶的作用 | 22 |
| 第五节 毒剂分子化学結構与毒性的关系 | 25 |
| 第六节 毒剂对整个生物体的作用 | 29 |
| 第七节 毒剂对被保护植物的作用 | 36 |
| 第八节 毒剂对土壤微生物的作用 | 42 |
| 第九节 毒剂对生物群落的影响 | 46 |
| 第十节 农用葯剂毒理学的研究原則和方法 | 50 |
| 第二章 化学葯剂的使用方法 | 73 |
| 第一节 噴霧 | 75 |
| 第二节 撒粉 | 82 |
| 第三节 烟霧剂、烟剂、汽化剂 | 85 |
| 第四节 其他使用葯剂的方法 | 89 |

各 論

| | |
|-----------------------|-----|
| 第三章 杀虫剂(附杀鼠剂) | 95 |
| 第一节 对于杀虫剂的一般要求及杀虫剂的分类 | 95 |
| 第二节 胃毒杀虫剂(附杀鼠剂) | 98 |
| 第三节 触杀杀虫剂 | 117 |
| 第四节 內吸杀虫剂 | 164 |
| 第五节 熏蒸杀虫剂 | 173 |
| 第四章 杀菌剂 | 187 |
| 第一节 杀菌剂的概念 | 187 |

| | |
|---------------------------|-----|
| 第二节 病害化学防治的作用和原理 | 195 |
| 第三节 杀菌剂的研究方法 | 201 |
| 第四节 杀菌剂的运用途径 | 206 |
| 第五节 铜素杀菌剂 | 217 |
| 第六节 硫素杀菌剂 | 233 |
| 第七节 汞素杀菌剂 | 245 |
| 第八节 其他杀菌剂 | 253 |
| 第五章 除莠剂 | 262 |
| 第六章 药剂的混合使用 | 271 |
| 第七章 使用药剂对个人及公共安全的措施 | 276 |
| 附表 | 281 |

緒 論

(一) 化学保护的意義

化学保护或称化学防治法，是利用特殊的化学物质——毒剂，防治害虫或病菌，使农作物免受侵害以保証其丰产丰收的方法。化学保护在防治为害栽培作物及已收获农产品的病虫害上具有重大的意义，但只是防治病虫害科学方法的一种，和农业技术防治法、生物防治法、机械物理防治法等占同等位置。应用化学防治必須和其他方法紧密配合，才能获得最大的效果。

化学保护方法較之其他病虫害防治法有其突出的地方：第一，化学保护方法一般可达到相当高的防治效果，在个别情况下，可使为害的有机体达到 100% 的死亡。例如应用熏蒸剂来防治仓库害虫，如果使用得当，可以把全部害虫消灭。第二，化学保护方法达到防治效果所需要的时间比較短。第三，在某些情况下对病虫害必須使用毒剂才能达到防治或歼灭的效果，例如在一个大面积內防治大群发生的害虫如飞蝗、粘虫等，消灭迅速蔓延的病原微生物，稻瘟病菌、小麦锈病菌等，其他方法往往不如化学保护法的有效。由于毒剂施用簡便，几乎在任何情况下都可应用，因此，化学保护法在它的有效性、簡易性和适应性方面，显然是許多方法所比不上的。

但是化学保护法也有一定的缺点，例如，使用毒剂不当会影响植物的生长发育，甚至发生药害；会杀死病虫害的天敌；会影响人类和家畜的健康；并且有时还会影响土壤的肥力。因此，对于化学保护法所用的毒剂，必須有深入的了解，才能很好地掌握运用，这就是化学保护这门科学所要研究的内容。

(二) 我国农药的使用、生产和研究的情况

我国农民数千年来在植物保护上使用药剂的经验 我国是应用杀虫杀菌剂最早的国家。在一千八百年前已经应用了汞剂、砷剂和藜蘆等。一千年前已经应用硫、銅、油类、肥皂及其他植物性杀虫剂。远在公元 900 年，我們祖先已开始使用雌黄 (As_2S_3) 及雄黄 (As_2S_2) 来防治害虫。公元 304 年已有关于使用銅青 (即銅綠 CuO) 来保护木材的記載。晋朝葛洪在抱朴子一书中說：“銅青涂木，入水不腐”。我国祖先几百年前已经生产了紅白砒 (即三氧化二砷)，曾大量用以防治地下害虫。在記載方面，明朝万历 25 年 (1596 年) 李时珍 (图 1) 所編写的“本草綱目”就是一本很完备的药理学，书中叙述了 1892 种药物，其中有不少是用来防治害虫的，例如矿物质的砒石、雄黄；植物的百部、藜蘆等。

我国农民使用的植物杀虫剂达百余种之多。二百年前已使用烟草来杀虫。清道光广东省潮阳县志：“烟草秆及低叶，用插稻根，可杀害苗诸虫。”烟草、除虫菊、雷公藤、苦树皮、黄杜鹃、百部及鸡血藤等在我国应用已有很长久的历史，鱼藤杀虫，也是我国农民首先应用。我国出产农用药剂的生产原料相当丰富。我们有砷、硫、氟的丰富蕴藏，但是在封建剥削社会制度下，农药的应用发展得很慢，在使用方法上也很少改进。

解放以来我国农药在生产上、研究试验上和使用上的成就 世界各国农药在农业生产上的广泛应用，是在最近一个世纪才开始发展起来的。1860年以前，杀虫杀菌剂的研究工作做得很少。但最近三十余年，苏联和其他国家在农药研究和应用上发展得很快。解放前我国农药的生产和应用是处在半封建半殖民地的状态，所用药剂主要都是外国输入进来的，研究药剂的人不少的变成了资本主义国家的商品推销员。解放后党和人民政府重视农药的研究和生产。1951年起我国已开始自制六六六，六六六的大量生产首先在治蝗上发挥了作用。我们的药厂也生产了砷酸铅、滴滴涕、鱼藤粉、



图1 李时珍

李时珍是明朝末年(十六世纪)的人。他爱好研究技艺和应用科学，对于中国药物的研究尤感兴趣。他广罗博采，费了三十年的工夫，根据实物来考订前人对于中国本草的研究，纠正前人的谬误，辑成“本草纲目”一书，书中载有中国药品1892种，其中有不少是可以用来防治害虫的，每种药物的产地、性状，都加以说明。

鱼藤乳剂、除虫菊乳剂、氯化苦、硫酸铜和王铜等。在农药的科学研究工作方面，北京农业大学、中国科学院和中国农业科学院(前华北农业科学研究所)、中国农业科学院华东分院(前华东农业科学研究所)对药剂的制备及理化性质曾做过不少的研究，对药剂生产是有一定贡献的。华南农学院也做了一些关于鱼藤、烟草、鸡血藤及其他土产植物杀虫剂的研究。关于杀菌剂和农药毒力试验、生物测定的研究等都有了不少的成就，尤以大跃进以来，由于植保工作的飞跃发展，各地农业科学研究所、农业院校，在党的正确领导下，对农药的研究工作，有了进一步的成就，西力生、溴甲烷、对硫磷、内吸磷(E-1059, 1059, Systox)、敌百虫、马拉硫磷、2,4-滴、2,4,5-涕、代森锌、福美锌等均已大量生产。特别值得提出的是我国劳动农民，在这个期间，创造性地应用了多种的土农药，在我国农药史上，开辟了新的一面。在器械方面，也有相应的发展，机动喷雾喷粉器，已在全国范围内推广应用。

我国目前应用最广的药剂有六六六、滴滴涕、对硫磷、敌百虫、氯化苦、石灰硫黄合剂、三氧化二砷、鱼藤、烟草、松脂合剂、有机汞杀菌剂、硫酸铜等多种。就中以六六六制剂的应用最广，近年来使用量更有迅速的增加。

我国第一个五年计划完成后，重工业有了基础，合成农药的化学工业(主要是氯化碳氢化合物和有机磷剂)已迅速壮大起来，我们又有丰富的砷矿蕴藏，由此可以看到我们祖国农

药的生产前途是无可限量的。

一九五六到一九六七年全国农业发展纲要第十五条防治和消灭病虫害中指出：“从一九五六年起，分别在七年或者十二年内，在一切可能的地方，基本上消灭危害农作物最严重的虫害和病害，例如蝗虫、稻螟虫、粘虫、玉米螟虫、棉蚜虫、棉红蜘蛛、棉红铃虫、小麦吸浆虫、麦类黑穗病、小麦线虫病、甘薯黑斑病等；同时防止其他危险性的病害、虫害、杂草的传播蔓延。各地区应当把当地其他可能消灭的主要虫害和病害，列入消灭计划之内。为此，必须加强植物保护工作和植物检疫工作。”

有计划地发展农药和药械的生产，提高产品质量，改进供应工作。同时，加强使用上的技术指导，保证安全有效。”

为了提前完成这一任务，农药工作方面，必须紧密配合，做好大量药械的推广使用工作，首先在药剂制造上要重视质量；在药剂使用上要注意人畜安全、对作物不发生药害；在药剂供应上，要供应及时，要互相调配。其次我们必须使用各式各样的武器和病虫害作斗争，发挥各种药剂的特点，合理使用。单纯应用六六六，当它是杀虫的万灵药是不对的。我们必须反对单独依靠一种药剂来解决复杂的植物化学保护问题。此外，农业发展纲要第十六条开垦荒地，扩大耕地面积，第十七条发展山区经济，第十八条发展林业，绿化一切可能绿化的荒地荒山，第二十条储备粮食等，都要求植物保护的深入工作。当然，植物保护工作，只是农业“八字宪法”中的一个环节，必须和其他措施配合，才能发挥其确实而巨大的效力，但是从农业发展纲要这几条中，可以看出植保任务的重大，从而也可以了解农药的研究、生产和应用的重要性，也就说明了植物化学保护这一门科学的重要性。

自从党中央提出农业为国民经济的基础，大办农业，大办粮食，以粮为纲，多种经营，全面安排，种植业和畜牧业同时并举的方针以来，全国人民在党的领导下，在四面红旗的照耀下，鼓足干劲，力争上游，各行各业支援农业的大好形势下，我们确信，农业发展纲要所赋予我们的任务，一定可以提前完成的。

化学防治应用的规模一方面与农业经济形态密切联系着，另一方面与化学工业的发展也密切联系着。在我国社会主义工农业生产大跃进的形势下，农药的制造和供应，正跟着发展。农药的应用不断增加，因此植物化学保护这一门科学也必须迎头赶上去，紧密依靠群众进行技术革新并及时总结经验。我们必须不太长的时间内赶上世界先进科学水平。

(三) 苏联及其他民主国家在农药生产上和使用上的成就

苏联工业的伟大成就，保证了病虫害防治药械的供应。1932年苏联已停止由外国输入杀虫剂。1940年已完全掌握各类药剂的制造。1942年生产药剂共达50,000吨。从1933年起大批制造大型的(动力的、拖拉机的)喷雾器和喷粉器。苏联是应用飞机来防治病虫害最早的国家。现在经常使用航空喷粉或喷雾来防治病虫害和杂草。烟雾剂的应用最近有了新的发展，利用烟雾剂来防治果园和森林的害虫已告成功。近年化学防治工作已大大地机械化了。苏联

根据国家的资源,有计划地生产和使用各种药剂。大量使用砷剂、氟剂、铜剂、烟硷、假木贼硷、六六六、滴滴涕、有机磷剂、甲醛、有机汞剂及其他杀菌剂。假木贼硷(Anabasin)是苏联的特产,是从野生植物无叶假木贼(*Anabasis aphylla*)提取的。目前在集体农庄和国营农场普遍使用滴滴涕和六六六等有机合成杀虫剂。最近制造了多种新的有机磷剂,准备在农业上广泛使用。

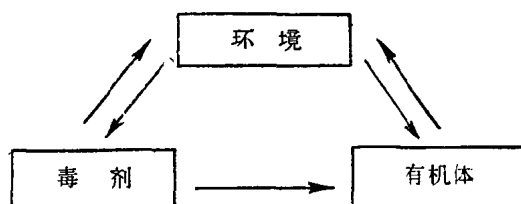
其他人民民主国家对于农作物病虫害的化学防治也很重视,这可以从各届国际植物检疫与植物保护会议的文件中反映出来。根据1955年1月在华沙召开的第七届国际植物检疫与植物保护会议“关于化学药剂与植物保护方法方面以及用作保护植物防治病虫害的器械情况问题的决议”,苏联及其他民主国家近几年来在发展病虫害的器械以及研究植物保护药剂使用到实际中去的方法方面已大大的向前推进了,但是有些国家药剂的生产还是赶不上需要,今后必须增加生产,大会并建议各国加强对有关农药问题的研究,例如研究把药剂施于土壤中和地上时外界因子对药剂效力的影响;根据各种不同的害虫和它的发育时期以及环境条件拟定各种不同的植物保护药剂的有效用量。研究多次使用同一种药剂后对病虫害的防治效果逐渐减低的原因,以及改进与发展农药的分析方法和生物测定方法等。

在社会主义国家,病虫害防治工作是从全面看问题,注意掌握病虫害的发生规律,做好预防工作。化学防治方法的应用是放在一个适当的位置的。使用药剂很注意和植物、土壤、病虫害天敌以及周围环境的关系。在资本主义国家如美国,农药的使用虽然也很普遍,新的药剂不断的合成出来,并介绍到农业上来使用,但因为药剂生产是没有计划的,完全被资本家所控制,他们以谋求最大的利润为目的。因此,他们大力宣传推销鼓励农民多购多用,往往导致盲目使用,养成农民对病虫害防治完全依靠药剂的思想。资本主义国家使用农药常常是孤立地来看问题,很少注意药剂对植物和土壤所引起的不良影响。

(四)植物化学保护的基本原理

当对害虫进行化学防治的时候,在某些情况下化学物质直接给害虫以打击,在另一些情况下却接触于害虫的住所和食物上(植物叶子、土壤、谷物等)。总而言之,在任何情况下,必须使化学物质与昆虫有机体接触,引起中毒作用,结果在有机体内发生生理的破坏和解剖上的变化,最后引起有机体的死亡。大多数杀菌剂在施用后都是抑制病菌孢子或其他繁殖体的发展,或者直接消灭病菌及其孢子,对植物起保护作用。

当应用化学方法防治病虫害时,出现三个基本环节:(一)毒剂、(二)活的有机体、(三)环境。具体来说,环境是指植物、谷物(种子)、土壤、大气、气象因素等,毒剂作为方法的武器,有机体作为这个武器所作用的目标,而环境就是进行作用的条件。这三个条件的相互关系可用右图表示。



为了使毒剂和有机体接触，毒剂必须适当的分散开来，才能发挥作用。毒剂的施用方法通常有喷雾、喷粉、毒饵、熏蒸等方法，此外可把药剂制成烟雾，或者使植物内吸，或者药剂对害虫发生忌避作用等等。

米丘林农业生物学是植物化学保护理论与实践的基础 既然活的有机体是化学防治的对象，在防治过程中，必须有正确的生物学观点。只有以研究生物界客观规律的米丘林生物学为基础，才有可能有这种观点。

米丘林学说是以辩证唯物主义为基础，所以能够正确地揭发生物界发展的规律，米丘林学说的原理是把生物体及其生活条件看作是统一体。生物学家的主要任务是了解有机体与其生活条件之间相互关系的规律，应用到生产及人民福利方面去。植物化学保护工作者对有机体(病菌、害虫及其他有害生物)及生活环境条件之间的相互联系了解得越清楚，就越能发挥药剂的功效，控制病虫害的发生，保证农作物的丰产丰收。例如对某一种害虫如果我们能充分了解它的植物寄主、营养情况、它的发育阶段、生理状态(包括对毒剂的抵抗力)，以及环境因子温度、湿度、日照和天敌等对它的关系等，我们用毒剂来防治它一定很有把握。因为毒剂并不是固定不变的，并不是在外界环境改变的各种情况下对植物和害虫的作用都是相同的。事实上在不同的情况下，所采用的毒剂都应适应于具体环境。另一方面从害虫来说，必须从幼龄到老龄的各个发育阶段中来研究它们。在某些情况下，使用毒剂消灭害虫的效果很高，而在其他情况下则效力很低。在个别情况下，毒剂的作用可以使植物死亡，而对害虫却没有防治作用。例如1951年广东潮汕地区曾在柑桔果树上喷射砷酸铅和砷铜，因为事前对病虫害发生情况未进行深入的调查观察，便大量施药，结果引起锈蜘蛛大发生，落果很多，对病虫害防治没有起什么作用，反而使生产受到损失，这可以说是违反了米丘林学说的基本原则的措施，应引以为戒的。

巴甫洛夫生理学说与植物化学保护科学的关系 巴甫洛夫生理学说对于应用保护植物化学药剂有重大的意义。拿昆虫来说，昆虫身体是一个统一而又完整的有机体，血液不断的循环，保证了虫体的统一和完整。根据巴甫洛夫生理学说对于高等动物疾病和治疗的解释，疾病是有机体与某种非常条件的接触和遭遇，具体一些说，就是有机体与超出日常一般范围的某种刺激的接触和遭遇，可以破坏有机体与外界环境之间原来所保持的平衡，这样在有机体内就会引起一种病变和疾病的形式表现出来的反应，也就是疾病。施用毒剂于昆虫的身体上或它的生活环境，可以破坏昆虫与外界环境之间原来所保持的平衡，而引起昆虫的“疾病”。问题不仅在于刺激的性质和强度，而在于当时有机体在什么样状态之下，以及机体能否忍受得这种刺激。因此，研究昆虫或其他有害动物例如鼠、麻雀等受药剂处理后所引起的病变，即研究其病理生理学，研究新陈代谢作用的改变，特别是毒剂对神经系统和酶的影响，以巴甫洛夫学说作为一个指导原则是极其重要的。

巴甫洛夫学说的主要原则之一是机体整体论原则。这原则是巴甫洛夫药理学与“器官”定位药理学的根本区别。巴甫洛夫所创造的原则应用在昆虫毒理学上，使我们认识到在接近

于昆虫正常生命活动的条件下研究药剂对昆虫生理影响的重要性。我們以往对昆虫受药剂中毒后关于活虫形态机能变化的观察做得很少,在实际应用药剂在田间进行害虫防治时,对于害虫种群形态机能的状况与药剂作用的关系也很少观察,这是很大的缺憾。巴甫洛夫学說对解决昆虫毒理学中的方法論方面的一般性問題上是具有非常重要的意义的。

巴甫洛夫認為反射有两种形式:一种是无条件反射,一种是条件反射。无条件反射是先天的,稳定的(例如高等动物吮吸、咽下、噴嚏等等动作);条件反射是动物在生活过程中获得的,同时是暫时的,受到外界的影响較容易发生变化,而且在一定的条件下能够消失,也可以重新出現。条件反射是动物界普遍的适应現象。昆虫已經被試驗証明有条件反射的現象(如蜜蜂采食时对于食物与顏色的反应、飞蝗的群居性等)。植物上施用了药剂是否会引起昆虫的条件反射,例如重复的使用一种胃毒剂經过一个时期后 是否会使昆虫逃去而不取食带有毒剂的食物,这在理論上和实践中都是很值得我們研究的。

总之,米丘林农业生物学指导我們在植物化学保护的理論与具体措施上如何去掌握害虫或病菌与寄主植物及外界环境生活条件的相互关系的規律,換句話說,我們要多注意药剂应用的生态学。巴甫洛夫生理学說指导我們在研究毒剂对于害虫及其他有害动物上要在有机体的整体論的基础上研究毒剂对昆虫的刺激和反应、病理生理上的变化及外界条件对于中毒作用的影响。

只有把米丘林农业生物学及巴甫洛夫生理学說的基本原則貫徹到植物化学保护的理論和实践上去,植物化学保护这一門科学才有可能建立在辯証唯物主义的正确基础上。

参 考 文 献

- 黄瑞綸(1954): 当前杀虫剂杀菌剂的研究和生产問題。科学通报 1954(12):16—19。
- 黄瑞綸(1956): 农业药剂在我国农业生产中的重要性及其发展的趋势。科学通报1956(6):72—79。
- 黄瑞綸(1956): 使用药剂防治植物病虫害和人畜害虫的重要性。杀虫药剂学 5—13頁,財經出版社。
- 赵善欢、林世平(1942): 我国西南各省杀虫植物調查报告,80頁。
- Щеголев, В. Н. *et al* (1955): *Сельскохозяйственная энтомология*. (Третье издание) Стр. 185—195.
- Никифоров, А. М. (1955): *Наука и защита растений. Земледение* 1955(10):80—90.
- 叶菲莫夫, А. Л. (1949): 农作物病虫害的化学防治法序言及 1—5 頁,高教出版社。
- 阿尼奇科夫, С. В., 別連基, М. Л. (1955): 药理学(哈尔滨医科大学等譯)1—4頁,人民卫生出版社。
- 赵善欢(1959): 苏联的昆虫生态学及杀虫药剂的研究与应用。17—44 頁,科学出版社。

通 論

第一章 农业毒物学的基本原理

第一节 毒剂与毒性的一般概念

农业毒物学是討論葯剂对昆虫、菌类和植物的生理作用。其目的是在这个基础上研究出在防治一种植物的某种虫害或病害时在一定的情况下应采用的葯剂种类、合理的使用方法、施用時間、葯剂的标准量以及使用条件等。从这里我們就很容易明白要討論毒剂的毒性問題,就必须先掌握以前提出过的毒剂、有机体、和环境条件三个环节之間的相互联系和作用。以上的原則也适用于討論杀鼠剂或除莠剂。

影响葯剂毒性的因子基本上可分为三大类,分述如下:

(一)与毒剂联系的因子

(1)化学成分 不同化学成分的毒剂对生物有机体的影响是完全不同的,例如把各种不同的化学物质混入食物給菜白蝶 (*Pieris brassicae*) 幼虫取食,不同化学物质对菜白蝶幼虫的致死量(毫克)如下:

| | |
|-------------|-------------|
| 亚砷酸鈉——0.004 | 氧化鉛——13.971 |
| 砷酸鉛——0.080 | 硫黃——29.592 |
| 巴黎綠——0.356 | 氟化鈣——56.100 |
| 砷酸鈣——0.549 | |

从上面这个表可以显明地看出不同化学物质对有机体有不同的毒力,这些数字还說明了一个很重要的概念:“究竟什么是毒剂?”因为任何物质,吃得太多时都会引起毒害。毒剂的定义应该是:极少量就会对有机体发生显著的影响,引起生理机能的严重破坏或有机体的死亡的化学物质。用具体数字來說,一般是4—5毫克以下的葯量会对一个昆虫的个体发生严重的生理变化或死亡的化学物质称为毒剂。因此,上表中左边的四种化合物可以称为毒剂,而右边三种化合物对防治菜白蝶幼虫來說是没有实际价值的,也就是說,在这个情况下不能称为毒剂。但是必須指出,在許多情况下,要严格的划分毒剂和非毒剂是很困难的。

(2)葯剂的物理化学性質 如果說杀虫葯剂的化学性质决定它的毒杀作用强度,那末它的机械物理性质通常是决定毒剂进入昆虫生活有机体内重要部分及附着在植物上的条

件。例如药剂的溶解度、润湿和展着能力、粘滞性、挥发性及沸点等在上应用上都有很大意义。例如氯化物的毒性和它在水的溶解度有关；矿物油的纯洁度和粘滞度和它的杀虫作用是分不开的，油的粘滞性增加，则毒性增强。

(3) **分散性** 分散性是药剂的扩散和分布的性能，也是药剂的机械分散情况，主要是药剂粒子的细度。在应用药剂时分散可以采用固体、液体、以至气体等不同形式进行。其次药剂的分散性也受分散媒质的影响，由于媒质的不同，就产生不同的分散情况，例如气悬胶体、悬浮液、乳剂等。

粉状药剂的粒子越小，它的表面面积也越大，而与昆虫接触的面积也越大。例如氟铝酸钠对蜜蜂的致死量，当药剂粒子直径为28微米时是13毫克，当粒子直径减至8微米时是5.5毫克。因此，为了提高毒效，应减少粒子的直径到一定的程度。

(4) **药量、药剂浓度及单位面积施用量** 在研究胃毒剂的毒力强度时，通常用最低致死量来表示。最低致死量是毒剂作用于有机体时能使有机体死亡或发生严重的机能破坏最后使其死亡的最低药量，通常是以杀死在一定生长发育阶段的个体需用药剂的毫克数来表示，例如亚砷酸钠对亚洲飞蝗 (*Locusta migratoria*) 最后一龄幼虫的最低致死量是0.03毫克，对黄地老虎 (*Agrotis segetum*) 最后一龄幼虫的最低致死量是0.14毫克。但为了比较各种药剂对各种昆虫的毒力，最低致死量不能以个体为单位，而必须与有机体的活体重联系起来：对昆虫通常是以每一克活体重需要若干毫克药剂——毫克(药剂)/克(体重)来表示，而恒温动物则以每一公斤活体重需要若干毫克药剂——毫克(药剂)/公斤(体重)来表示。例如亚砷酸钠对菜白蝶幼虫的最低致死量是0.04毫克/克。最低致死量愈小，药剂的毒力愈强。

胃毒剂毒力的另一种表示方法是用致死量中率(通常简称为 LD_{50})。这是指同一种动物在同一个生长发育阶段杀死种群个体的50%所需要的药量，单位也是用毫克/克，例如砷酸铅对于粘虫 (*Pseudaletia separata*) 的致死中率是0.25毫克/克；滴滴涕油溶液对家猫 (*Felis domestica*) 的致死量中率是300毫克/公斤。致死量中率可以拿来比较各种药剂对同一种昆虫的毒力或者一种药剂对各种昆虫的毒力，在理论研究上有一定的意义。有时为了接近实际需要，致死量用杀死昆虫种群个体的90%或95%来表示，简称为 LD_{90} 或 LD_{95} 。

触杀剂和熏蒸剂毒力的表示方法一般和胃毒剂不同，通常用两种方法来表示，一种是以单位表面面积上(触杀剂)或单位容积内(熏蒸剂)所施用一定份量的药剂所达到的死亡率来表示，例如在一立方米的密闭容积内施用氯化苦5克，对米象成虫熏杀作用的死亡率是60%。另一种表示方法是根据达到同一死亡率所需药剂的浓度(触杀剂通常用百分率；熏蒸剂用每一升容积毫克数)。

触杀剂和熏蒸剂毒力的比较可用杀死50%或95%昆虫所需的浓度作为依据。

在毒理学上胃毒剂毒力的测定方法由于采用最低致死量或致死量中率，而这些是根据一个个体或个体的单位体重来计算的，是比较准确的，因此，有时称为“绝对的毒性”。触杀剂和熏蒸剂毒力的测定通常不能根据单位体重或单位表面面积，而只是根据应用浓度和死亡

率,是比较粗略的,因此有时称为“相对的毒性”。

(二)与活的有机体联系的因子

(1) **生物种的特性** 不同种的昆虫、病菌或植物对同一种药剂毒力的反应是不同的。例如多多諾夫(Додонов)研究亚洲飞蝗等几种昆虫对亚砷酸钠的反应,结果如下:

| 昆 虫 | 最低致死量 (毫克/克) |
|------------------------------------|--------------|
| 亚洲飞蝗(<i>Locusta migratoria</i>) | 0.03 |
| 菜白蝶(<i>Pieris brassicae</i>) | 0.04 |
| 天幕毛虫(<i>Malacosoma neustria</i>) | 0.05 |
| 黄地老虎(<i>Agrotis segetum</i>) | 0.14 |

由此可见亚洲飞蝗对亚砷酸钠的抵抗力最弱。又如氢氰酸气对盾壳介壳虫的毒力很强,但对粉介壳虫的效力则较低。鱼藤酮对金花虫科昆虫毒力很强,多种夜蛾科幼虫无效。在杀菌剂中,硫黄对白粉病菌有特别大的效能;而铜剂则对霜霉病菌、锈病病菌有特殊的效用。同一种昆虫有些雌虫要比雄虫对药剂的抵抗力强一些。

(2) **个体的发育阶段** 就昆虫来说,一般卵和蛹期对药剂的抵抗力较强,就幼虫来说,一般龄期大的抵抗力较强。例如茶毛虫(*Euproctis pseudoconspersa*)幼虫对鱼藤酮的抵抗力,六龄幼虫比一龄幼虫约大10倍之多。家蝇幼虫对滴滴涕的抵抗力远较成虫强。鳞翅目昆虫对熏蒸剂的抵抗力为:卵>蛹>幼虫>成虫,即成虫对药剂的抵抗力最弱。

(3) **生理状态** 同一种昆虫同在一个时期对药剂的反应往往不同。首先,个体的营养状态与感受性有密切关系。例如桃蚜(*Myzus persicae*)对烟硷蒸气的感受性视植物寄主而异;柑桔介壳虫寄生在果子上的对药剂的抵抗力比较在枝条上或叶上的抵抗力强;吃牛奶的家蝇对药剂的抵抗力比吃糖浆的抵抗力强。其次,种群形态机能的状态对药剂的抵抗力也有一定的关系。不同的形态机能状态对同一种药剂反映不同的效果。关于这方面的研究,苏联学者做了很多工作。例如滴滴涕粉剂对麦盾椿象(*Eurygaster integriceps*)一般来说是很有趣的,但效果的高低往往决定于椿象的生理状态,而生理状态的指标就是有机体形态机能的状态。根据菲多托夫(Д. М. Федотов, 1950, 1952)的试验结果,应用滴滴涕粉剂防治在小麦上为害的椿象,在一系列情况下,防治从越冬地方飞来不久的椿象只得到15—18%的死亡率。杀虫效力低的原因显然是由于蛰伏后刚刚开始活动的椿象生理活动力弱,因而它们对滴滴涕具有很大的抵抗力。

必须指出,到现在为止,人们还没有发现一种“万应药剂”。当然,有些药剂可以有效地防治很多种害虫,有些药剂则只能有效的防治少数几种害虫,应用范围较窄,但是每种药剂都有它一定的特效范围。例如六六六对很多种害虫有很好的效力,但是对介壳虫、水稻浮尘子、

老熟的粘虫及柑桔卷叶蛾幼虫则效力不大。鱼藤酮对金花虫科昆虫毒力很强，但对蝗虫科昆虫毒力较低，对夜蛾科幼虫则毒力极弱。

(三)与环境联系的因子

(1) **温度** 温度对药效的影响，可从有机体和药剂两方面来考虑。昆虫的活动(呼吸、取食等)在一定范围内随温度的增加而增加。一般来说，高温会加速昆虫对药剂的中毒。另一方面，温度的增加也会影响药剂的理化性质，如挥发性及扩散能力的增加等，因而也就增加了毒效，这对于熏蒸剂的影响特别显著。例如应用氯化苦、除虫菊、敌百虫、内吸磷、对硫磷或硫磺时，在高温情况下，药效比较大些。但环境温度如过高，也可降低某些药剂的毒力。例如滴滴涕及其衍生物对多种害虫的毒力在低温比较强，在 15°C 和 35°C 两种温度毒力相差可达 10 倍之多。又喷撒六六六粉剂于地面上，如土壤表面温度高达 40°C 以上(事实上有些地区夏季地面温度有时是超过 40°C 的)，经过数小时后，它的毒力会显著减少，因此防治某些在土壤生活的甲虫或鳞翅目幼虫，在黄昏时进行喷粉是比较适宜的。在一般情况下，药剂施用时应高温，施用后应在较低温，这样效果较好，因为药剂施用后在高温条件下毒物容易从虫体排出去。

在杀菌剂，对含汞化合物来说，温度增加 30°C(18—48°C)，毒性也相应增加 3—4 倍。甲醛水溶液几乎有同样的情况。但是增高温度对硫酸铜的药剂却无显著的改变。

(2) **湿度(包括降雨量)** 湿度对药效的影响到目前为止还研究的不多。有些试验说明，高湿度会减低药剂的毒力。例如，根据哥士华氏(K. Gosswald, 1934)的报告，在 17°C 时除虫菊粉剂对 *Dendrolimus* 幼虫的死亡率是：相对湿度为 48% 时，死亡 100%，相对湿度为 80% 时，死亡 35%。空气中和土壤中湿度的变化对药剂的影响是多方面的，它对昆虫、病菌和植物的生理机能以及对药剂的物理化学性质都有很大影响。降雨对药剂的影响最主要的是冲洗作用，因而减低药剂的效能。降雨多的地区药剂施用次数要增加。

气候因素除了温度和湿度以外，还有风、光照等，都可以在一定程度上影响药剂的毒性。

(3) **作用时间的长短** 对于熏蒸剂及有些杀菌剂(如升汞)作用时间和毒力有这样一条规律：在一定条件下，浓度相同的一种药剂的作用效果与处理时间成正比例，如果作用时间相同，药剂的效果则与浓度成正比例，可用公式表示如下：

$$C \cdot t = K$$

C ——浓度 t ——时间 K ——常数

这个规律也受其他因子的影响，因而不是在任何情况下都是符合的。但是它在应用上仍有一定的意义，那就是应用同一种药剂时，浓度提高，则可以缩短作用时间。反之作用时间增长就可以减小浓度，从而节省药剂。

药剂从开始施用到杀死害虫的过程，可分为 4 个步骤：

1. 药剂通过喷雾、喷粉、熏蒸等方法到达昆虫身体或居住、取食的地方。