



全国高等农业院校教材

全国高等农业院校教材指导委员会审定

农药生物测定技术

●
●
农药植保专业用

●
陈年春 主编

北京农业大学出版社

(京) 第164号

全国高等农业院校教材
农药生物测定技术

陈年春 主编
责任编辑 张启福

北京农业大学出版社出版
(北京市海淀区圆明园西路二号)
北京农业大学出版社印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行

850×1168毫米 32开本 9印张 219千字
1991年10月第1版 1991年10月第1次印刷
印数: 1—4500

ISBN 7-81002-234-2/S·235

定 价: 2.85 元

前 言

本书共分三编，包括杀虫剂、杀菌剂和除草剂及植物激素等生物测定技术。重点介绍生物测定技术的基本原理和方法，供试靶标生物（昆虫、病菌、植物等）的饲育，农药的室内毒力测定技术，田间药效试验以及影响测定技术的因素。对试验结果的数据处理与分析、计算机在毒力测定中的应用以及农药对高等动物的急性毒性测定技术等也作了介绍。

本书为农药、植保专业学生的基本教材。也可供农药研究、生产、植保部门的技术人员和农林院校师生参考。

编 著 者

1990年11月

绪 言

农药生物测定技术是利用有害生物（或称靶标生物），如昆虫、螨类、病菌、线虫、杂草、鼠类等对农药的反应来鉴别某种化合物生物活性的基本方法。生物测定（bioassay）是由 biological 和 assay 组合而成，通常是指具有生理活性的物质对某种生物产生效应的一项测定技术。但是，也有人从更广的范围来理解生物测定的涵义，如 Finney (1952) 认为是“对生物的任何刺激产生的效应测定，包括来自物理、化学、生物、生理及心理等方面的刺激对生物活体产生的反应”。生物测定已成为研究作用物、靶标生物和反应强度三者关系的一项专门技术。

农药生物测定主要包括杀虫剂（杀螨剂）、杀菌剂（杀线虫剂）、除草剂、杀鼠剂、抗生素以及植物生长调节剂等有关测定技术与方法。为了保证测定结果准确可靠，供试靶标生物要有足够的数量和良好的质量。为此，需进行人工饲养，通过对饲养条件的定向控制使靶标生物在生理状态、龄期大小，健康状况以及敏感性等方面达到一致性，所以人工饲养靶标生物也是生测技术工作的一个重要环节。此外农药对非靶标生物及农业生态系统的影响等方面的研究，也属于生物测定研究内容。

农药生物测定是一项很重要的实用技术，它被广泛应用于：

1. 测定农药对昆虫、螨类、病原菌、线虫、杂草以及鼠类等靶标生物的毒力或药效。
2. 研究农药对植物的生理作用。
3. 筛选新农药品种。
4. 研究化合物的化学结构与生物活性关系的规律，为定向创制新农药提供依据。

5. 研究农药的理化性质及加工剂型与毒效关系，提高农药的使用效果。

6. 研究有害生物的生理状态及外界环境条件与药效的关系，以便提高农药使用水平，做到适时有药。

7. 测定不同农药混合使用的效力以及寻找增效剂，为农药的合理混用提供依据。

8. 对有害生物抗药性的监测和研究克服或延缓抗药性发展的有效措施。

9. 研究农药的作用机理及生理效应，如拒食、不育、忌避、杀卵、性引诱及激素功能等。

10. 还可利用敏感生物（如蚊幼虫等）来测定农药的有效含量及残留量。

11. 测定农药对植物的药害程度和对温血动物及有益生物的毒性。

随着化学农药的迅速发展，生物测定技术显得更加重要，但是，在我国，生测技术与生产发展的实际需要还存在较大差距，在一定程度上影响到我国新农药的开发。另一方面，过去我国的生物测定技术主要是针对重点病虫害（如棉蚜、棉铃虫、水稻白叶枯病等）进行新农药合成与筛选工作，这就有可能漏掉一些对其它病、虫、草、鼠类等靶标生物有效的农药品种。例如瑞士汽巴嘉基公司的杀菌剂——瑞毒霉，是由除草剂部门合成，而在杀菌剂部门筛选出来的优良杀菌剂。因此，新合成的化合物应对主要病、虫、草以及鼠类等有害生物进行同步系统筛选。一个新化合物从实验室合成到正式投产必须经过室内毒力测定、温室测定和田间小区药效试验，表现活性高的，除进行大田药效试验外，还要做残留、对高等动物的毒性以及对有益生物和农业生态系统的影响等研究，同时生产部门要对其剂型和加工技术进行研究。可见生物测定技术在新农药的研究、生产、应用中占有十分

重要的地位，是开发新农药和毒理学研究的重要手段。

为了加快开发高效、低毒、低残留新农药品种的步伐，实现我国农药由“仿制”到“创制”的转变，改进和提高现有农药的使用技术，减少环境污染，更需要加强生物测定技术力量，迅速提高生测技术水平，以适应生产发展的需要。

目 录

绪言	(1)
第一编 杀虫剂生物测定技术	(1)
第一章 杀虫剂生物测定技术的基本概念	(1)
一、生物测定技术的意义	(1)
二、生物测定技术的内容	(2)
三、生物测定技术的一般原理和原则	(5)
第二章 目标昆虫的饲养方法	(10)
第一节 对标准目标昆虫的要求和种类	(10)
一、什么叫标准目标昆虫	(10)
二、为什么要人工饲养目标昆虫	(10)
三、对标准目标昆虫的要求	(11)
四、供试的主要目标昆虫	(13)
第二节 常用目标昆虫的饲养方法	(13)
一、粘虫	(13)
二、家蝇	(16)
三、玉米螟	(18)
四、二化螟	(20)
五、蚜虫	(22)
六、蚊子	(23)
七、果蝇	(25)
八、红蜘蛛	(26)
九、杂拟谷盗	(27)
第三节 标准目标昆虫室内大规模饲养的定向控制	(27)
一、种虫	(28)
二、营养条件	(28)
三、饲养中的环境条件	(30)
四、饲养目标昆虫的一般技术	(33)

第四节 目标昆虫的基本操作方法——目标昆虫群体的混匀移	
取、分离和处理	(34)
一、试虫群体混匀移取、分离和处理操作的目的和原则 ...	(34)
二、移取试虫的方法	(35)
三、试虫的处理方法	(37)
第三章 影响杀虫剂生物测定技术的因素	(39)
一、内在因素	(39)
二、外在因素	(44)
第四章 杀虫剂的毒力测定技术	(50)
一、试虫群体的质量均匀性	(50)
二、供试杀虫剂	(50)
三、测定时的环境条件	(51)
第一节 初步毒力测定技术 (初筛试验)	(51)
一、喷粉法	(52)
二、喷雾法	(53)
三、浸渍法	(54)
四、食料混药法	(54)
第二节 毒杀作用方式测定技术	(54)
一、胃毒作用测定技术	(55)
二、触杀作用测定技术	(59)
三、熏蒸作用测定技术	(76)
四、内吸作用测定技术	(78)
五、忌避作用测定技术	(82)
第五章 农药田间药效试验	(83)
一、一般要求	(84)
二、试验设计的基本原则	(85)
三、试验方法	(86)
四、药效试验的取样和调查方法	(90)
五、药效试验结果的调查统计	(92)
第六章 试验结果的统计与分析	(95)

一、毒力表示方法	(95)
二、毒力回归线及坡度	(102)
三、致死中量的标准差及可靠程度	(106)
四、杀虫剂混用的联合作用计算法	(110)
五、电子计算机在毒力测定中的应用	(115)
六、显著性测验	(117)
主要参考文献	(128)
第二编 杀菌剂生物测定技术	(130)
第七章 杀菌剂生物测定技术的基本概念	(132)
第一节 杀菌剂的毒作用方式	(132)
第二节 杀菌剂的使用方式	(134)
第三节 杀菌剂生物测定技术的基本类型	(135)
第八章 杀菌剂毒力、药效测定的基础操作及原理	(139)
第一节 试验器材的清洁及灭菌	(138)
一、常用的洗涤剂	(138)
二、试验器材的灭菌	(140)
第二节 植物病原菌的培养	(142)
一、培养基	(143)
二、菌种的培养与保存	(148)
第九章 杀菌剂生物测定技术	(149)
第一节 判断抗菌力的测定方法	(149)
一、孢子萌发试验法	(149)
二、生长速率测定法	(161)
三、附着法	(162)
四、稀释法	(165)
五、气体效力测定法	(166)
六、扩散法	(167)
第二节 杀菌剂的药效测定方法	(183)
一、喷布用杀菌剂的效力测定	(181)
二、种子杀菌剂的效力测定	(186)

三、土壤杀菌剂的效力测定.....	(187)
四、果实防腐剂的效力测定.....	(189)
五、内吸杀菌剂的效力测定.....	(190)
第三节 抗病毒剂的测定方法.....	(191)
一、药剂的使用方法.....	(191)
二、病毒磨擦接种法.....	(194)
三、病毒的定量法.....	(194)
第四节 杀菌剂温室植株测定法.....	(196)
一、供试植物.....	(197)
二、供试菌种.....	(197)
三、环境因子的控制.....	(199)
四、接种和施药方法.....	(200)
五、效果调查.....	(202)
主要参考文献.....	(207)
第三编 除草剂和植物激素的生物测定技术.....	(208)
第十章 除草剂生物测定的基本概念.....	(208)
一、除草剂生物测定的定义及意义.....	(208)
二、除草剂生物测定的基本原理.....	(208)
三、除草剂生物测定技术的优缺点.....	(209)
第十一章 除草剂生物测定试材的确定和培育.....	(210)
一、作物试材的确定和培育.....	(210)
二、杂草试材的确定和培育.....	(212)
三、创造试材所需的环境条件.....	(213)
第十二章 除草剂生物测定的鉴定技术.....	(215)
一、除草剂活力的鉴定方法.....	(215)
二、除草剂药效的评价.....	(217)
第十三章 除草剂生物测定技术.....	(219)
一、高粱根茎法.....	(219)
二、小杯法.....	(219)
三、去胚乳小麦幼苗法.....	(220)

四、小麦根长法	(220)
五、稗草胚轴法	(220)
六、番茄水栽法	(221)
七、燕麦法	(221)
八、浮萍法	(222)
九、黄瓜幼苗法	(223)
十、玉米法	(223)
十一、圆叶片飘浮法	(223)
十二、萝卜叶法	(224)
十三、小球藻法	(224)
十四、再生苗测重法	(225)
十五、叶鞘滴注法	(225)
第十四章 除草剂生物测定技术的应用	(227)
一、除草剂的筛选	(227)
二、对作物的安全性测定	(230)
三、除草剂的作用特性测定	(230)
四、除草剂在土壤中淋溶的测定	(231)
五、除草剂降解和持效性测定	(231)
六、除草剂田间药效试验评价	(233)
七、除草剂混用药效测定	(237)
八、除草剂药害症状的诊断	(239)
第十五章 植物激素的生物测定技术	(241)
第一节 生长素的生物测定技术	(241)
一、燕麦弯曲试法	(242)
二、小麦胚芽鞘伸长法	(242)
三、绿豆生根试法	(245)
第二节 赤霉素的生物测定技术	(246)
一、水稻幼苗叶鞘伸长“点滴”法	(247)
二、大麦胚乳试法	(248)
三、矮生玉米叶鞘试法	(251)

第三节 细胞分裂素的生物测定技术	(253)
一、萝卜子叶增重法	(253)
二、苋红素合成法	(255)
三、组织培养鉴定法	(257)
四、小麦叶片保绿法	(259)
第四节 脱落酸的生物测定技术	(260)
一、小麦胚芽鞘伸长法	(260)
二、棉花外植体脱落法	(260)
第五节 乙烯的生物测定技术	(262)
第六节 其它激素的生物测定技术	(262)
主要参考文献	(264)
附录 农药对高等动物的急性毒性测定技术	(266)
一、农药对高等动物的毒性类型	(266)
二、农药对高等动物的毒性测定技术	(267)
三、试验结果的统计 (致死中量的计算)	(269)
主要参考文献	(270)

第一编 杀虫剂生物测定技术

第一章 杀虫剂生物测定技术的 基本概念

杀虫剂生物测定 (bioassay) 是以昆虫 (包括 螨类) 为测试对象, 评价各种杀虫剂对昆虫的毒力, 广义地说, 杀虫剂生物测定技术就是利用生物 (昆虫、螨类) 对杀虫剂的反应, 来鉴别某一种农药或某一类化合物的生物活性, 即是对昆虫、螨类的毒力或药效的一种基本方法。

一、生物测定技术的意义

杀虫剂在我国农药生产中, 无论是品种或产量都占第一位, 发展速度很快, 尤其是近年来取得了较大进展, 如高效拟除虫菊酯杀虫剂的广泛应用, 特异性杀虫剂的研制和生产, 无疑将会促进杀虫剂生物测定技术的迅速发展, 也越来越受到人们的重视。为了安全、合理、经济有效的使用杀虫剂防治害虫 (螨类), 保护农作物免受其危害, 以达到农作物获得高产稳产的目的, 就需要不断地开发新的有效杀虫剂, 改善和提高现有杀虫剂的使用效果, 减少环境污染, 克服害虫抗药性以及保持自然环境的生态平衡等都离不开生物测定技术, 它将在取代高残留农药、延缓害虫抗药性发展, 延长现有杀虫剂的经济使用寿命以及开发新杀虫剂品种等方面具有重要意义。

二、生物测定技术的内容

在农药中，无论是杀虫剂、杀螨剂、杀菌剂、除草剂、杀鼠剂以及植物生长调节剂等，它们的作用对象都是生物，即防治有害生物（如病原微生物、线虫、害虫、鼠类、杂草等），保护和促进农作物的生长发育。而杀虫剂的作用对象主要是昆虫和螨类，杀虫剂生物测定技术的主要任务是将杀虫剂作用于昆虫、螨类、线虫，根据它们对杀虫剂的反应强度来评定杀虫剂的毒力或毒效大小，因此，杀虫剂生物测定技术研究的主要内容有：

（一）测定杀虫剂对昆虫（包括螨类）的效力 不同的杀虫剂对不同种类的昆虫有其特效性。如高效农药溴氰菊酯对蚜虫、菜青虫、食心虫等多种害虫都有良好效果，但对红蜘蛛、介壳虫的效果就很差，这种现象是很普遍的，即使是同一种害虫，因虫态、年龄、性别甚至所处生理状态的不同也有很大差异，致使对同一种药剂可以产生不同的效应。要选择对某种害虫具有高效的新药剂，就必须在室内控制一定条件进行活性筛选和毒力测定，才能选出最有效的药剂，然后再进行大田试验肯定其药效。

（二）筛选新农药及探索化合物的化学结构与毒效关系的规律 在农药合成研究工作中，要想不断的选出新的高效杀虫剂，则需从一系列有效的化合物中进行毒力比较，研究它们对目标昆虫的作用方式（触杀、胃毒、熏杀及内吸性能）才能选出新的杀虫剂。

在已使用过的杀虫剂中，溴氰菊酯有八种异构体，但只有右旋顺式体对昆虫的毒效最高，六六六的八种异构体中，也只有丙体六六六的毒效最高，可见杀虫剂的化学结构与生物活性（毒效）有着密切的关系，因此，必须探索化合物的化学结构与毒效关系的规律，为定向创制高效杀虫剂提供科学依据等，均需采用生物测定技术。

(三) 研究杀虫药剂的理化性状与毒效的关系及鉴定加工剂型的质量 杀虫药剂对昆虫毒力的大小与杀虫剂本身的化学特性有关, 还与杀虫剂的物理性能、使用方式以及加工质量有关。如乳剂质量好坏, 油珠大小直接影响杀虫药剂在植物体表及昆虫体表的湿润性、展着性、渗透性等物理性状, 从而对其药效的影响也很大。粉剂的颗粒大小、填充料的种类, 如比重、硬度、粒子的形状等都能影响药剂的分散性和附着量, 因而对药效的影响也很大。此外药剂的挥发性也会影响到杀虫剂的使用效果。

在目前使用的剂型中, 有粉剂、可湿性粉剂、乳油、浓乳剂、颗粒剂、超低容量通用油剂等。在什么条件下, 使用哪种剂型效果最好, 究竟选用什么溶剂、乳化剂、湿润剂和填充料, 以及采用何种配制方法才能发挥杀虫药剂的最佳效果。杀虫剂成品的质量, 使用方法以及库存农药失效质量降低的鉴定等, 都需采用生物测定技术, 才能确定其使用价值。

(四) 研究目标昆虫的生理状态及外界条件与药效的关系 杀虫药剂对目标昆虫毒力大小, 除了与昆虫的生理状态有着密切的关系外, 还同外界环境条件密切相关。在实际防治中, 在某一时间用药的效果不如另一时期, 其原因除了外界环境条件有差异外, 就是与昆虫处在不同发育阶段有关。可见, 外界环境条件, 如温度、湿度、光照等, 以及昆虫的生理状态 (昆虫变态、龄期大小或发育阶段、营养状况以及寄主状态) 等对杀虫药剂都有一定影响, 因此, 改进施药方法或掌握施药适期, 以达到提高药效、经济用药的目的, 也需采用生物测定技术来解决。

(五) 测定不同杀虫剂混用的效力以及寻找增效剂 两种或两种以上药剂的混合使用是否能增效以及混配的最佳配比, 均需采用生物测定技术进行研究才能作出正确的结论, 便于生产应用。有的化合物本身对昆虫无毒, 但同另一种杀虫剂混用后, 可以提高该药对昆虫的毒效或降低药效, 寻找有效的增效剂等也需

借助生物测定技术手段才能肯定。

(六) 测定害虫抗药性和研究延缓抗性发展的措施 近40年来, 由于大量地、不加限制地使用有机合成农药, 致使害虫抗性种类逐年增多, 发展很快, 给化学防治工作带来很大困难。据报道, 世界范围内已有589种害虫(包括螨类)产生了抗药性, 其中农业害虫392种, 害虫抗药性的迅猛发展已成为当前开发新农药及使用的重要问题, 必须引起高度重视。对抗性昆虫种群的鉴定, 研究昆虫抗药性程度及范围, 影响抗性产生和发展的因素以及研究和寻找克服或延缓害虫抗药性发展的有效措施等, 都必须采用生物测定技术。

(七) 测定农药在生物体、土壤及水中的残留量 杀虫剂生物测定技术还具有微量测定的特点, 可以用来测定农药施用一定时间后, 在农作物、果木、蔬菜等作物上的残留量以及在土壤中、水中的微量农药, 从而可以了解杀虫剂对害虫的残效和判断施药后的安全期限, 以保证人畜安全和避免环境污染。此外, 还可研究杀虫剂进入植物体内或昆虫体内的分布情况, 以弄清杀虫剂的渗透、内吸性能以及对害虫的毒理作用等。

(八) 测定杀虫药剂对植物的药害程度和对高等动物的毒性以及杀虫剂对鱼、鸟类、蜜蜂、天敌等有益生物的毒性都属于杀虫剂生物测定技术范围。

此外, 为了探索 and 解决符合室内毒力测定所要求的目标昆虫, 需要采用人工饲养目标昆虫, 通过饲养条件的控制, 使目标昆虫达到一致性并保证充分供应。所以人工饲养目标昆虫也是生物测定工作的一个重要组成部分。

上述内容表明生物测定技术在我国农药合成、生产制造以及使用方面都起着十分重要的作用。特别是要尽快取代高残留及剧毒农药, 克服或延缓日益迅猛增长的害虫抗药性发展, 不断地开发新杀虫剂品种, 更需要加强和完善生物测定工作。

三、生物测定技术的一般原理和原则

前已叙述，杀虫剂的生物测定技术是利用昆虫、螨类、温血动物等对药剂的反应来鉴别杀虫剂的毒力或药效的一种测试技术。而杀虫药剂的毒效是对一定范围的生物而言，一种杀虫剂可能对某些昆虫种群有效，而对另一种昆虫的效力很差甚至无效。因此采用不同的目标昆虫作试验对象时，毒力测定的结果可能完全不同，例如，以菜青虫、蚜虫作试验对象时，溴氰菊酯的毒效很高，而以红蜘蛛、介壳虫为试验对象时，溴氰菊酯的毒力就很低，可见不同的目标昆虫对同一种杀虫剂的反应有显著的差异。杀虫剂生测技术的基本原理是研究杀虫剂与生物（主要是昆虫）的相关性，因此对杀虫剂及生物的要求比较严格，使用的杀虫剂应当是纯品（或原药），至少有效成分含量要准确，供试昆虫应该龄期一致，个体差异小，生理状态较一致。在一定的环境条件下，它们的相互关系如图1-1所示。因此在生物测定中应掌握以下原则：

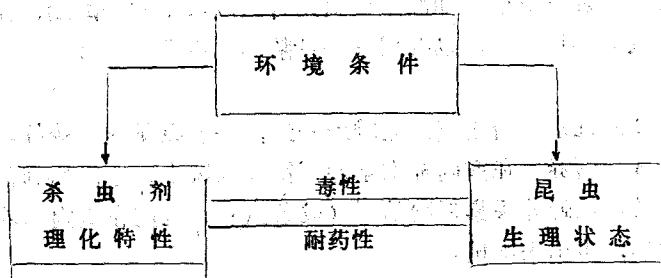


图1-1 毒力测定中三因素相互关系

（一）控制影响因素 外界环境条件的变化，如温度、湿度、光照等对杀虫剂的理化性状和昆虫的生理状态都有影响。而杀虫剂理化性能的变化，能影响对昆虫的毒效。昆虫的生理状