

王立纯 主编

森林病虫害防治研究法

东北林业大学出版社

森林病虫害防治研究法

王立纯 主 编

东北林业大学出版社

(黑)新登字第 10 号

森林病虫害防治研究法

王立纯 主编

东北林业大学出版社出版发行

(哈尔滨市和兴路 8 号)

东北林业大学印刷厂印刷

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 12.75 字数 279 千字

1991 年 12 月第 1 版 1993 年 6 月第 2 次印刷

印数: 1 501-3 000 册

ISBN 7-81008-136-5/Q·20

定价: 6.00 元

主 编 王立纯

副主编 王志英

编写人 (以姓氏笔画为序)

王立纯 王志英 王 富

陈 杰 张国财 岳书奎

孟 根 敖同成

前 言

我国是个少林国家,如何保护好现有森林资源就显得特别重要。国家十分关心林业发展,强调要治理林业三害,森林病虫害是林业三害之一,严重制约林业生产发展。当前,我国森林病虫害发生严重。自1980年以来,每年发生森林病虫害面积都在1亿亩以上,损失林木生产量1500多万 m^3 ,造成经济损失约20亿元,直接影响林木生长与成林成材。今后,随着我国林业事业的发展,造林面积不断增加,森林病虫害防治任务也必日趋繁重。为适应教学、科研、生产的需要,为提高我国森林病虫害防治水平,更有效地控制森林病虫害灾害,特编写本书,以尽我们在森林病虫害防治工作中的微薄之力。

森林病虫害防治研究法一书主要包括:化学防治、生物防治和物理防治的研究方法和应用技术。可供高等林农院校师生,科研人员和广大林业技术工作者参考。

全书共分十三章,具体编写分工如下:王立纯、张国财(第一、三、四章),王立纯、张国财、敖同成(第二章),王立纯、王志英、张国财(第五章),王志英(第六章),岳书奎、孟根(第七章),王志英、岳书奎(第八章),岳书奎、敖同成(第九章),岳书奎(第十、十一章),陈杰(第十二、十三章)。

本书承蒙东北农学院张履鸿教授审阅并著序,特此深表谢意。

森林病虫害防治研究法一书系我国第一本专门阐述森林病虫害防治和研究方法的书籍,由于编写时间仓促,又加之水平有限,错误或不当之处实属难免,敬请专家和广大读者指正。

王立纯

1991年3月

序 言

人类仍然处于与有害生物的竞争之中,为了保护人类的食物供应、纤维供应、建筑材料供应及适宜的生存环境,即从农林业生产角度保证人类正常的衣食住行,有必要对有害生物制订有效的防治和管理方法。70年代初期,植物病虫害的综合防治发展到有害生物综合治理(IPM)阶段,在理论和实践上都有一些根本性变化,更强调经济效益和良好的生态效应,并引入系统学观点,在系统分析、建立模型的基础上选择最优方案。80年代综合治理中引入了系统工程原理和方法,着眼农林生态系统的管理,在农林有害生物的治理中体现出整体、系统、动态、量化、优化的特点,要求农林业高产稳产建立在植物与周围生物与非生物环境之间的协调基础上;有害生物的防治应符合建立和保持最佳的农林生态系统;不断促进和培养环境资源;协调选择运用必要的防治措施,讲究实效,降低成本,将有害生物控制在经济损失水平以下;充分利用自然控制因素,科学地选择和合理使用化学农药。为达此目的,宏观战略固属前提,具体防治措施自不可缺,防治措施的研究方法显然又是防治实践的基础。

纵观近代森保发展历史,在各类防治方法中以化学防治和生物防治的发展最快,实际应用也最广,已具备各自学科的完整体系,并不断完善提高。

近年来,化学农药的使用量仍然很大。据1980年统计,几类化学农药的世界销售量达118亿美元,其中北美高达38亿美元,西欧31亿,东欧(包括原苏联)和远东各13亿,其他地区23亿。农林生态系统中长期过频、过量,甚至误用常规农药势必引起抗药性发展,残毒、害虫再猖獗问题。在IPM中化学农药的管理原则为:确定经济阈值、改进施药期和施药方法、减少施药量、施用对天敌毒性最小的农药、应用选择性农药代替广谱性农药。据称常规喷粉仅20%、常规喷雾仅20%—50%的农药能沉积到植株表面,而着落靶标生物体的不到1%。Metcalf(1980)认为如消除农药的误用、过用和不必要的处理,可减少35%—50%用量。凡此均有赖于合理、正确地使用方法。

环境和人类健康问题,以及地方资源的利用促进了生物防治方法的发展。原苏联农、林业植保措施中有30%为生防措施。原苏联年产苏云金杆菌(BT)约7000—8000t,用于防治大田作物和森林病害每年约达180万ha(Niknov, 1986)。在林虫中主要用于西伯利亚松毛虫的防治,在大森林中常规喷雾不能全面,采用带状航空喷雾,促成点状病原携带,有利于流行病中心的出现和传播。保加利亚则用BT防治舞毒蛾,波兰用以防治松针毒蛾。1980年全苏联饲养赤眼蜂等用的生防实验室有723个,释放赤眼蜂等防治面积达2470万ha。

自从Schneider(1957)首次对昆虫嗅觉感受器细胞进行电生理测定,获得缓慢渐变的累加感受器电位,即触角电位(EAG)以来,触角电位测定不仅可用于嗅觉机制研究,又能成功地用于外激素及寄主引诱物的鉴定。近年来外激素已渐广泛应用于多种

林业害虫，如白杨透翅蛾、舞毒蛾、小蠹虫、种实害虫等的测报和防治。

60年代后期以来，同位素示踪法逐渐应用于昆虫生理、毒理、生态、虫传植病等方面的研究，特别是化学农药在植物体内吸收、输导、残留、消失等动态研究，更显示出标记示踪法的优越性。

害虫综合防治发展过程中的另一渠道主张，对某些重要害虫采取大面积全种群消灭措施，发展为害虫全种群管理（EPM）观点。该派是以辐射不育技术防治羊螺旋蝇等害虫在有些地区获得成功为论据的。此种策略虽仅在一定地区和条件下对少数害虫有效，但在必要、可能、又无不良副作用的情况下，不排除对某些重要害虫采取可行的绝灭措施。

本书作者王立纯等同志长期从事防治林业病虫害的教学和科研工作，近年来又对樟子松种实害虫进行了系统的综合防治研究。研究内容包括害虫种类、生态学、测报、经济阈值、天敌种类和自然调节作用、天敌的保护和人工助迁；标记有机磷杀虫剂的内吸输导机理、飞机超低量油剂喷雾防治，以及球果产量动态等专题。作者在丰富的教学和研究经验基础上编写此书，以当前森林病虫害防治中应用最广的化学防治和生物防治为主干，系统介绍研究方法，并包括上述有关电生理、同位素示踪及辐射不育技术在防治应用上的研究法，既有基本理论的阐述，又有具体的操作规程。有幸于付梓前细阅全文，深感本书之出版将能有益于森林保护领域广大学员、教师及科技工作者，特作此序，以表祝贺。

张履鸿

1991年4月

目 录

序言	
第一章 农药的生物测定	(1)
第一节 室内试验研究方法	(1)
第二节 林间药效测定方法	(8)
第三节 农药对植物的药害及对温血动物毒害的测定方法	(13)
第四节 毒力的表示和分析方法	(18)
第五节 生物统计在药效测定上的应用	(23)
第二章 飞机防治的研究方法	(29)
第一节 飞机防治常用的机型和组织准备	(29)
第二节 药剂理化指标的测定	(33)
第三节 喷洒质量的测定	(37)
第三章 烟剂防治的研究方法	(40)
第一节 烟剂的配制方法	(40)
第二节 施放烟剂的主要条件	(41)
第三节 放烟方法及烟点设置	(43)
第四节 放烟队的组织及安全防护	(44)
第四章 药剂浓度的表示方法及稀释计算	(45)
第一节 药剂浓度的表示方法	(45)
第二节 药剂的稀释计算	(47)
第五章 常用药械的种类、使用 and 维修	(49)
第一节 药械的基本知识	(49)
第二节 常用非机动药械的种类、使用 and 维修	(53)
第三节 常用机动药械的种类、使用 and 维修	(58)
第四节 二冲程汽油机	(70)
第六章 天敌标本的采集、制作和保存	(81)
第一节 天敌昆虫标本的采集、制作和保存	(81)
第二节 捕食螨和蜘蛛标本的采集、制作和保存	(85)
第三节 昆虫病原物的搜集、分离和保存	(89)
第七章 天敌昆虫的鉴定和描述方法	(93)
第一节 天敌昆虫的鉴定	(93)
第二节 天敌昆虫的描述	(109)
第三节 电子显微镜在昆虫学中的应用	(113)
第八章 昆虫病原微生物的研究方法	(118)
第一节 昆虫病原细菌的研究方法	(118)
第二节 昆虫病毒的研究方法	(128)

第三节	昆虫病原真菌的研究方法	(135)
第四节	微孢子虫实验技术	(142)
第九章	虫生线虫的研究方法	(144)
第一节	线虫的采集、分离、培养和制片	(144)
第二节	线虫的测绘、生活史观察与生物测定	(148)
第十章	蜘蛛及螨类的饲养方法和天敌昆虫的品质管理	(156)
第一节	蜘蛛及螨类的饲养方法	(156)
第二节	天敌昆虫的品质管理	(162)
第十一章	昆虫电生理实验技术	(165)
第一节	常用仪器和技术	(165)
第二节	电生理实验	(167)
第三节	触角电位技术	(171)
第四节	测定昆虫的取食量和利用率——氧化铬比色分析法	(175)
第十二章	同位素示踪法	(177)
第一节	示踪应用的基本原理和特点	(177)
第二节	示踪试验设计的一般原则和程序	(178)
第十三章	核技术在森林保护研究中的应用	(188)
第一节	同位素示踪法的应用	(188)
第二节	辐射昆虫不育防治害虫	(190)
参考文献		(193)

第一章 农药的生物测定

为了科学合理地使用农药防治有害生物，保护森林免受病、虫危害，确保林木的产量和质量，需要不断地发现新的有效药剂、改善药剂的应用而提高效果或研究药剂对生物的作用等，通常都采用生物测定的方法进行试验。生物测定方法除了可以测定各种药剂对不同病菌、害虫的药效及对于人畜的毒性外，在标准条件下，也可以测定制剂中有效成分的含量。

研究药剂对林业害虫和病原菌的作用，必须把药剂的“毒力”与“药效”区别开来。毒力系指毒剂本身对生物体影响的性质及其程度，是比较单纯的现象。药效除了毒剂本身所发生的毒力外，还包括许多其它因素，如毒剂粒子的大小，附着量，展着、分布于昆虫、病原体或植物表面的情况及环境条件等，是各因素综合地作用于生物的结果，是比较复杂的。通常田间药剂试验在很大程度上只是药剂的药效测定，当然也包括对某些毒力的研究。在植保工作中，对药剂药效的研究比单纯的毒力研究更具有实际意义。

第一节 室内试验研究方法

农药的室内试验主要是测定一种药剂的毒性、毒力或比较几种药剂的毒力的大小，也可以在一定程度上测定药剂的药效。室内试验的结果除可作为药剂初步筛选的依据，还可以作为田间试验的参考材料。在一定情况下，有时在田间发现的问题必须拿回室内作比较精细的试验研究。由此看来，两者是互相补充、互相配合的，也只有这样才能对农药有全面的了解。

室内试验的优点是：

①一般应用室内饲育或培养的生物作为研究对象。由于饲育或培养的条件比较一致，获得的供试生物的生理状态也近似一致，从而减少了个体间的差异，因此毒力测定的结果较为准确。

②可以控制环境条件，便于在一定温度、湿度下进行比较。

③可以控制药量、均匀度，节省人力、物力，并可以同时比较多种药剂及各种浓度的效果，能较快地得到比较准确的试验结果。

室内试验的这些优点也带来了另一方面的缺点，如室内的环境条件、室内饲养的生物及用药方式等均与田间差异较大。其试验结果不能完全反映田间条件下的实际情况，所以不能以室内工作完全代替田间试验。因此，要先在室内控制条件下进行药剂毒力试验，选择有效的药剂和浓度，然后再做野外田间试验，以作出最后鉴定。

一、室内毒力测定方法的一般原则

为使室内工作准确可靠,在进行室内毒力测定时,必须注意下列几点:

①各种试验必须设立对照。为了全面地比较毒力,进行药剂试验时所设立的对照有以下几种: a. 完全不处理的(在自然状态下的),即所谓“空白”对照; b. 不含有效成分的制剂或清水处理; c. 用标准药剂(一种对某种供试有害生物常用的有效药剂)处理。最理想的是在每次试验时,采用所有对照。但为了节省劳力,也可以只采用其中的一种或两种。

②试验一般要求每种处理 3—5 个重复。每个重复需要昆虫 20—100 头(菌类孢子一般在显微镜 10×10 视野内有 100 个左右,每次计算必须移动玻片检查三次)。从生物统计理论上讲,适当减少每次重复的生物个体数而增加重复次数所得的试验结果比较准确。但供试生物个体数不能太少,应根据具体情况加以考虑。

③供试生物应该在同一环境下培养得来或采自林间同一环境的,生理、发育愈一致愈好;尽量选择林木主要的病虫作为研究对象,在筛选工作上病虫种类愈广愈好。取样应该是随机的。

④如果比较两种或两种以上的药剂对不同有害生物的反应,可采用平行比较法,即把各种药剂在不同生物上做重复试验。这比同一天将某一种药剂对所有各种生物种类进行重复试验为好。

⑤试验必须药剂纯净、粉粒细度一致 施药方法相同、施药均匀一致。

⑥各种试验条件及试验结果要详细观察记录。

二、杀虫剂的毒力测定方法

杀虫剂毒力测定目的是为了了解某一种杀虫药剂对某一种害虫的毒力程度或比较几种杀虫药剂对某一种害虫的毒力程度的差别。

测定方法是一种新药必须先进行初步毒力测定,即筛选工作,以了解某一种药剂对某一生物是否有毒,以便决定是否要作进一步的测定。根据不同药剂的作用方式的不同,按药剂进入虫体的部位及途径,杀虫剂的毒力测定可分为:初步毒力测定、胃毒毒力测定、触杀毒力测定、熏蒸毒力测定、内吸毒力测定、忌避毒力测定。

(一) 初步毒力测定

对于一种新的药剂,测定其有无毒性,一般不立即进行准确的致死中量测定,只做一个初步测定,操作简便。可直接利用害虫或由人工饲养的昆虫(如蚊、蝇、森林害虫等),将所测化学药剂的粉剂或液剂直接喷布于昆虫及食物上,将虫体及食物放入培养皿内,这样药剂的胃毒、触杀、熏蒸、内吸和忌避作用均可尽量发挥。经过一段时间后,观察昆虫取食及死亡情况。若死亡率高则应做进一步的毒力测定。

(二) 胃毒毒力测定

测定杀虫药剂对昆虫胃毒毒力的方法,因昆虫种类和药剂使用形式而有所不同。原则上应使药剂随食物一起被昆虫吞入消化道内,除了使昆虫能取食到一定的药量外,应尽量避免药剂同虫体直接接触而发生胃毒以外的触杀作用。胃毒剂毒力测定的主要方法

有:

1. 叶片夹毒法 以此法测定胃毒剂的致死中量而决定其毒性。此法在毒理研究上是应用最广泛的一种方法。它适用于虫体大、取食多的咀嚼式口器的昆虫(如舞毒蛾等)的毒力测定。其最大优点在于药剂夹放于两层叶片间,昆虫在取食时,减少了药剂同虫体各部分表面的接触机会,从而最大限度地避免了药剂可能发生的触杀作用。

制备夹毒叶片时,将叶片用木塞钻孔器制成 2cm^2 的圆形叶片。一份保存在保湿器内(即无药叶片),另一份供施药用。施药时将圆形叶片用微量注射器涂布含药剂的丙酮溶液 $10\mu\text{l}$,等丙酮蒸发后,与另一涂淀粉糊或明胶水的无药圆叶片对合,制成夹毒叶片。

试验之前,先将供试昆虫饥饿 2—4h,然后称重,记下重量,分别放置于玻皿或其它养虫工具内。同时,将夹毒叶片放入昆虫取食容器内,供其嚼食。当叶片被取食一定量时(根据要求可以控制不同昆虫的食量),即将夹毒叶片移置于有方格纸的玻片上,在双筒解剖镜下计算所食的叶面积。与此同时,将供试昆虫移放于另一干净容器内,并饲以无药的叶片。在一定温、湿度下,24h 后观察死亡情况(随供试药剂及昆虫种类不同,检查结果可延长为 48h 或 72h)。计算每克体重吞食药剂量(μg 或 mg)。

2. 液滴 S 法 对于舐吸式口器的昆虫,如家蝇、实蝇、蜜蜂等,不能用上法测定胃毒毒性,可改用此法,即先将昆虫置于小玻璃管中称重,然后让昆虫吸食含一定药剂的液体微粒,再置于小玻璃管中称重,以测定食量及死亡情况。

3. 定量饲药液法 此法限于体形较大的昆虫,用毛细管或微量注射器将一定量的药液注入到昆虫口腔或咽部,强迫其取食。

一般用 50%—60% 的糖液加入一定量的药剂制成药液,如用蜂、象甲、蜡象等作供试昆虫,可将药液通过针头或玻璃毛细管针头定量注入昆虫口器内;如用体形较大的昆虫(蝗虫等),则将毛细管或微量注射器针头至昆虫的咽喉。昆虫吞毕药液后,分别放入养虫器内,并饲以无药食物。经 24h 或更长时间观察死亡结果。近年来随着微量注射器的逐步改进,该法在昆虫毒理学的研究中,应用愈来愈多,在毒力测定和毒性比较中,已成为最标准的测定方法。

(三) 触杀毒力测定

常用的测定方法有下列几种:

1. 浸液法 浸液法是杀虫药剂毒力测定的最古老也是最方便的方法,即以不同浓度的药液,在一定温度下,将试验昆虫分别浸渍一定时间,一般约须 1—5min,取出置于滤纸上吸去多余的药液,然后饲养昆虫,在一定的时间间隔内(24—72h),观察中毒及死亡情况。此法最适用于昆虫的卵、水生昆虫和孑孓及蚜虫、红蜘蛛、鳞翅目昆虫、象甲等。用水生昆虫进行试验尤为方便,可将昆虫直接置于药剂的悬浮液内,然后测定死亡率。

浸渍法的优点是,方法简单、易行,试验结果易于重复获得;缺点是,在浸渍时,昆虫易由口吞入药剂,而受到胃毒作用的影响。同时,液体浸入气管的量比喷雾法要多。另外,这个方法测出的毒力只能用药液的浓度表示,而不能精确地用每昆虫体重所获得的剂量表示。

2. 药膜法 药膜法是将药剂以各种方法，如浸渍、喷撒、点滴等处理一个表面，使其形成一个均匀的药膜，然后在一定温度下，将试验昆虫放在药膜上，任其接触一定时间后，再移入正常环境中继续饲养，并观察死亡情况。

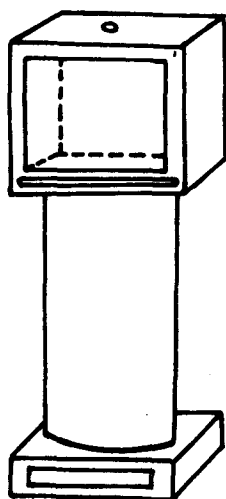


图 1-1 Webb 的沉淀
降雾器 (1947)

这是目前最常用的方法，同样也适用于生物测定及测定残效作用。此法的优点是，接近实际情况，操作简便，适用于爬行昆虫，结果亦相当准确。缺点是，只能以单位面积上的药量表示毒性。活动性强的昆虫，接触药剂就多，因此昆虫的活动及舐食表面等习性均能影响毒力。当昆虫足部表皮是药剂的主要穿透部位时，药膜法测出的毒力就偏高。

3. 喷雾法 这是与实际情况最为相似的方法，所以在毒力试验中显得特别重要。喷雾法的准确程度，在于喷的均匀程度及雾滴的均匀程度，因此喷头的结构、喷雾时的压力和喷雾量必须加以精细控制，近年来各种精密喷雾器的改进也都是围绕着这一点进行的。这里介绍一下 Webb (1947) 的沉淀降雾器 (图 1-1)。这种装置包括一个 0.45m 见方的木箱，安装在一个高 0.9m、直径 29.2cm 的圆筒上，下面再放一具有抽屉的木箱。上面的木箱一边是玻璃，便于观察喷雾情况，木箱上部中央开孔，装有雾化喷头，木箱底部有一块可以抽出的玻璃板。在操作时，

先在下面木箱的抽屉内放上要喷布的物件，如玻片、木板等。喷雾前，把上面木箱的玻璃插入。喷雾后约 1—4min，粗大的雾滴均已沉降在玻璃板上，就可以抽了玻璃板，让木箱中的细雾滴逐渐下降，到达下面木箱抽屉中的物件上。假如把雾化喷头固定，把用药量及气压也固定，并规定一定喷雾时间、抽玻璃时间和沉淀时间，调节一定室温，那么形成的喷洒表面会十分均匀。

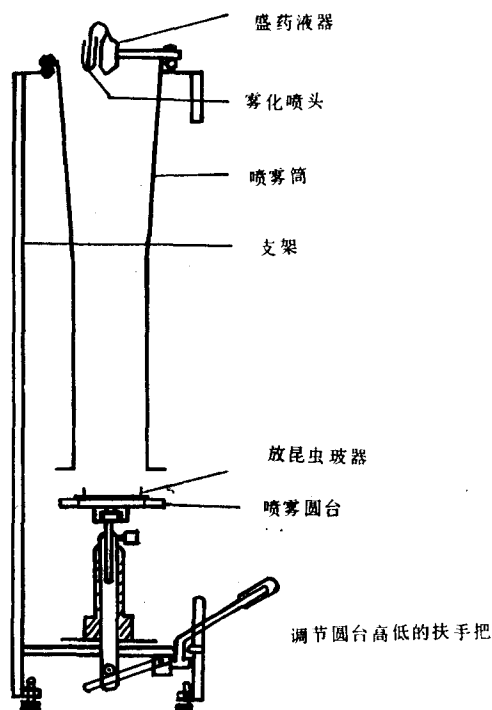


图 1-2 Potter 喷雾塔结构图

Potter (1941, 1952) 喷雾塔是实验室最常用的精确喷雾器 (见图 1-2)。这个喷雾塔主要由一个高 34.3cm、直径 12.1cm 的金属圆筒，上接一圆锥 (高 34.3cm，上部直径 15.9cm，下部直径 12.1cm) 组成。这个喷雾塔固定在一个四边有玻璃的木架内 (见图 1-3)。喷雾筒上端中央为雾化喷头，下端是喷雾圆台。这个圆台可以调节上下，这样也就可以调节喷头与喷雾台之间的距离，这是决定雾滴分布的一个决定性因素。

在喷雾时，把昆虫放在纱笼内或玻皿内 (使昆虫不飞翔或不动) 后，再固定喷雾圆

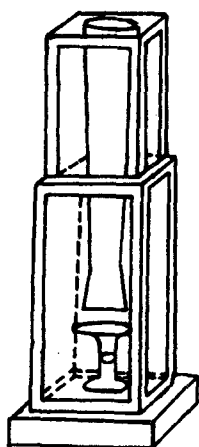


图 1-3 Potter 喷雾塔外形

台的高度和药液用量。气压大及喷雾时间一定，一般用 1—2ml 药液，用 $1.4\text{kg}/\text{cm}^2$ 压力，喷 1—2min，就可以获得十分均匀的喷布效果。

4. 喷粉法 最简单的方法是用手提喷粉器把粉剂喷于昆虫体上，或将昆虫放入一个铺有薄层粉剂的玻瓶内，然后转动玻瓶，使虫体全身附着药粉粒。比较精确的方法是采用喷粉沉淀塔（见图 1-4），即利用粉粒大小不同引起的不同沉降速率加以阻隔分层。在喷粉后，首先下降的是粗大的粉粒，此时先用玻璃板阻隔，俟大粉粒落在玻璃上后，再将玻璃抽去，使小的比较均匀的粉粒落在供试虫体上，然后饲养并观察死亡情况。

5. 微量滴加法（点滴法） 微量滴加法是将一定剂量的药剂滴在昆虫表面上，如胸部背面、腹部背面、触角、足上等，每种昆虫施药量视昆虫大小而异，一般施药面积约为 $1-5\text{mm}^2$ 。这个方法的优点是实际操作比较容易，处理剂量控制十分准确，具有高度的精确性和可重复性。一般以 20 头昆虫为一组，即可获得相当一致的结果。同时，还可节省大量药剂。微量滴加法的试验结果除受昆虫处理前的麻醉方法、处理所用的溶剂种类影响外，还受液滴在昆虫体上的部位、液滴的大小及面积的影响。

（四）熏蒸毒力测定

熏蒸剂的剂量表示方法同其它毒力测定所用的表示方法不同，不能用每头虫或每单位虫体所接受药剂量来表示，只能用单位容积内的药剂用量来表示，即每升容积所用药剂的毫克数或毫升数（ mg/L 或 ml/L ）。在毒性测定时，熏蒸毒力主要受容器密闭程度和温度的影响，因为气体容易走漏，气温及大气压力能影响气体的容积和容器内的温度。这里介绍几种实验室常用的熏蒸剂毒力测定方法：

1. 熏蒸瓶法 这是本实验最常用的方法。

通常用一个大三角瓶（容积为 6—7L），瓶口用穿有两条玻璃管的磨砂玻璃塞或橡皮塞塞住，一玻璃管的下端插入接近瓶底处，上端连通到抽气设备上；另一管插入塞内 2—3cm，从此管通入熏蒸剂（见图 1-5）。把昆虫放在小纱包或铁纱笼内，悬挂在瓶中央（瓶塞上有一小钩），把瓶塞关严，先抽出瓶内一定量的空气，然后由短管加入一定量的药剂（由于瓶中气压低而自行抽入），让其挥发后进行熏蒸。

2. 饱和浓度测定法 这是最简单的方法，因为空气中熏蒸剂的浓度达到了饱和度，只要温度一定，那么这个浓度也就不会改变。在这样一个密闭的容器内，把昆虫放

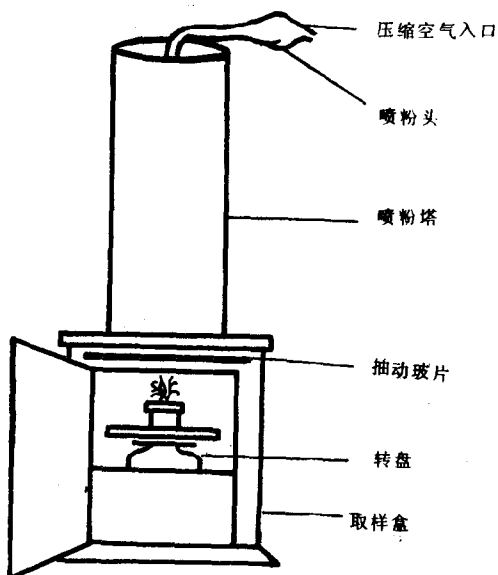


图 1-4 喷粉沉降塔的一般结构

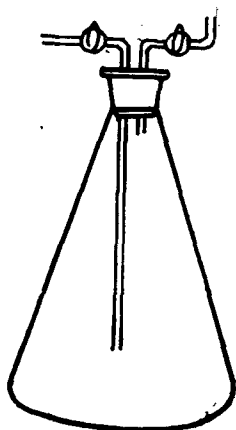


图 1-5 Strand 熏蒸瓶 熏蒸以前的参考。

(五) 内吸毒力测定

内吸杀虫剂的毒力测定基本上分两类：

1. 直接测定法 先用浸种、涂抹基部、浇灌、喷射等方法处理植株，然后将供试昆虫接种于植物上观察中毒死亡情况及持久性。这个方法的优点是接近于田间实际情况。但是也有其局限性，如微量药剂内吸而不引起昆虫死亡时就测不出来，另外有毒效时，准确的内吸量也不易测定。

为了用直接测定法，有许多因素必须作出规定：

(1) 用同一种植物（或同一品种），并处于同一发育阶段，这是一个极重要的条件。植物生理条件不同，吸收量和分布情况可能十分不同。

(2) 温度、湿度及光照等条件的控制，因为它们能影响到内吸杀虫剂的吸收情况。此外，温、湿度等也影响到内吸杀虫剂本身的挥发性。

(3) 假如用根部灌注法，必须考虑到是否同样的土壤。

2. 间接测定法 用药剂处理植物，待植物吸收后，将植物外部的药剂冲洗掉，然后将植物研磨并测定其中有效成份的含量。测定时还可将研磨液加在水中，用孢子或水蚤等做生物测定，由其死亡率来测定药量。在做试验时，必须同未处理的对照植物作比较。如用放射性同位素标记内吸杀虫剂的研究结果则更为准确。

(六) 忌避毒力测定

取盆栽植物或新鲜植物的一部分，采用喷雾或喷粉法把杀虫剂均匀地施于植株上（喷粉前最好先喷上清水，使植株湿润）。将植株或部分植株置于养虫笼内，放入供试昆虫，每隔 12、24、48h 观察取食情况，并用方格纸记录昆虫取食面积（mm²）。如果是蛀茎类昆虫可采用处理前后称重的办法。试验结果可用下式表示：

$$\text{忌避程度} = \left[1 - \frac{\text{处理叶被食面积}(\text{mm}^2)}{\text{对照叶被食面积}(\text{mm}^2)} \right] \times 100$$

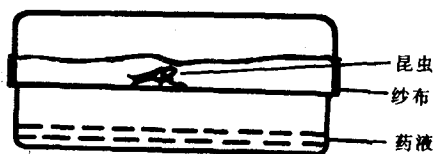


图 1-6 用静止气体的饱和浓度熏蒸测定装置

三、杀菌剂的毒力测定方法

病原菌与药剂接触后，会产生不正常的反应，甚至死亡。例如抑制孢子的萌发；抑制孢子的产生；抑制菌丝体的生长，使菌丝体变形、变色；呼吸不正常等。毒力测定虽然可以根据其中任何一种反应现象来作衡量标准，但以孢子发芽多少或菌丝体生长快慢作为衡量药剂毒力的标准最为合适。

杀菌剂毒力测定的供试对象为病原物及寄主，测定结果的误差除了生物学上的外，还有试验材料、测定方法、仪器设备、操作技术，以及环境条件引致的误差。杀菌剂毒力测定要尽可能使各项误差减小到最低限度，方能得到药剂对菌体的正确毒力结果。因此，要求试验材料、方法和试验条件标准化，使试验在特定的条件下进行。由于生物体受环境条件的影响，而不同环境条件的影响常常导致生物对药剂的反应不同，在制订试验条件和方法标准化时，必须考虑到满足病原物和寄主作物正常生长和发育的条件。同样，在设计标准化的测定方法时，应该结合药剂的理化性质、使用形式的特点等。下面分别介绍毒力测定对菌种和植物的要求及测定方法。

(一) 供试病菌和植物的准备

1. 供试病菌 在不同环境下生长及发育的病菌对药剂的忍受力不同，为了减少试验误差，必须采用室内人工培养的菌种。选用的病菌种类要容易培养，生长迅速、整齐，并能产生大量孢子，孢子萌发率高，萌发要求条件简单，同时又必须是较主要的林木病原。

由于不同病菌对不同化学药剂的忍受力不同（当然，近缘的病菌可能表现趋向大体一致），最好用几种类型不同的病菌作供试材料。如果为了鉴定药剂生产品种的规格，则选一种对该药最敏感的或主要对象的菌种进行测定。

根据各种病菌的特性和试验方法不同，一般将病菌孢子配成悬浮液或孢子粉使用。无论直接用药剂处理还是喷洒到植物上再与药剂接触，它们的密度及用量的大小对药剂毒力反应都有一定影响。密度过大或过小，在同一剂量筛下反应的变异都较大。因而密度及用量应在某一范围内。例如，用玻片作孢子发芽测定时，每滴孢子悬浮液中以在150倍或低倍视野中有孢子30—50个为适宜。不同病菌、不同方法对孢子密度的要求不同，分别探索出最适宜孢子密度范围，会提高试验的准确度。

2. 供试植物 测定治疗剂或保护剂的毒力时，可选用容易栽培的供试植物，并选用生长期短和幼苗易感病的种类。

为了减少试验误差，供试植物要求具有一定的数量。例如，用杨树苗测定药剂对锈病的药效时，每一处理设3—5个重复，每一重复最少有10—15株幼苗，对于茎、根和全株感染的病害，供试植物的数量尽可能多一些。

供试植物在喷药或接种病菌前必须经过挑选，要求生长健壮、整齐，同时尽可能大小一致。如果在一盆中有个别植株生长较差，就应剔除后再使用。

由于设备或技术上的限制，往往在植物上喷药或接种不够均匀一致，为了增加试验的准确性，某些植物（如杨树幼苗）可采用同盆插条对照的方法，即在同一盆中，半数的苗（插条）用药剂处理，另一半用作对照。

(二) 孢子萌发法

孢子萌发法是室内测定抑菌作用通常采用的一种方法。测定的步骤是先将药剂的溶液或悬浮液与孢子悬浮液混合，然后滴在玻璃载片上或装在小试管或小烧杯中，放在适当的条件下使之萌发，经过一定时间，观察孢子的萌发率。此外，先用药剂处理玻璃载片，然后滴加孢子悬液的方法也常被应用，如野外施放硫磺烟剂常用此法检验药效。药剂处理玻璃载片的方法是将药剂经喷筒喷洒、浸渍、吸管滴加或喷雾处理，其中喷雾法的效果为最好，而利用喷雾塔控制沉量及喷洒时间，可以在玻璃载片上获得十分均匀的药量。当载片上的药液干燥后，即可滴加孢子悬液，然后放置在适当的条件下测定孢子的萌发情况。另一种做法是将药液直接滴在玻片的小洼或所谓小岛（在玻片上磨成一个圆形的小沟）上，然后加进孢子。这个方法较为简单，无需特别的喷药装置，且可克服液滴在玻片上易于流失的缺点。

(三) 抑制菌圈法

将病原菌孢子或菌丝体的悬浮液与培养基（冷却至 45℃ 为宜）混合，倾入培养皿内，冷却凝固后，在培养基平面上放上蘸有不同浓度药剂的小片消毒的圆形滤纸（直径 12—13mm），或用消毒过的木塞钻孔器从培养基平面上切去小块培养基，然后往切口中加入供试药剂。经过一定时间后，根据抑制圈大小，可以测定供试药剂的毒性强弱。试验结果可绘制抑制圈直径平方或抑制圈面积—浓度对数毒力曲线。

(四) 培养基加药法

可以测定药剂对真菌孢子萌发、菌丝体生长以及细菌生长的抑制毒力。根据测定的对象不同，配制适于供试病菌生长的培养基，经灭菌后冷却到 45℃，倒入含有不同浓度药液的培养皿内，凝固后，在培养基平面上接供试病菌，在定温条件下培养一定时间后（24—48h），用显微镜检查孢子萌发率、观察菌落生长情况，或记载菌丝体生长直径，并与不含药剂的对照组的生长发育情况相比较。

第二节 林间药效测定方法

室内试验通常为药剂毒力的初步测定，而林间试验则是室内试验的扩展与继续。林间试验除了对新药剂在室内试验结果作进一步的验证外，也可比较几种农药在室外的防治效果或比较已肯定有防效的农药在不同地区的杀虫、防病能力。因林间试验的自然条件比较复杂，如气象、土壤、地区或历年环境条件的不同，常使试验结果有差异。因此，必须通过林间药效试验，才能确定药剂的最适宜的使用时期、应用次数和使用方法等。所以说林间试验对于直接指导林业生产实践具有特别重要的意义。

一、林间药效测定的原则及试验区设计

(一) 林间药效测定原则

1. 研究目的要明确，虽不一定要强调单因子试验，但还是要要有重点，否则试验结果很难分析。

2. 试验应设对照和重复。每项处理应设 3—5 个重复，以便减少自然误差。在小区