

农药实验法

—杀虫剂篇

〔日〕 深见顺一 上杉康彦 编

石塚皓造 富沢长次郎

章元寿 译 谭福杰 綦立正 校

农业出版社

农 药 实 验 法

——杀虫剂篇

〔日〕深见顺一 上杉康彦

编

石塚皓造 富沢长次郎

章元寿 译

谭福杰 蔡立正 校

农 业 出 版 社

(京)新登字060号

农药实验法

——杀虫剂篇

〔日〕深见顺一 上杉康彦 编
石塚皓造 富沢长次郎

章元寿 译

谭福杰 蔡立正 校

* * *

责任编辑 胡志江

农业出版社出版 (北京市朝阳区农展馆北路2号)
新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092mm16开本 24.5印张 576千字
1994年2月第1版 1994年2月北京第1次印刷
印数 1—880册 定价 20.60元

ISBN 7-109-02840-2/S·1810

内 容 提 要

全书内容分为四个部分，主要为昆虫饲养法、杀虫剂毒力测定法、杀虫剂作用机制研究法以及昆虫生态化学。第一、二部分详述了农作物和林木害虫、仓库害虫、卫生害虫和植物寄生性线虫的人工饲养技术和杀虫剂的毒力测定方法。第三部分从生物化学、分子生物学、分子遗传学的理论阐明杀虫剂的作用点和在昆虫体内的代谢途径及昆虫对杀虫剂的抗性机制。并介绍各种实验方法和具体实例。最后一部分论述了性外激素、性激素、蜕皮激素和保幼激素以及植物体引诱物质的分离、纯化与检测方法，还介绍线虫、螨类的生化实验技术。每一章、节都附有实例和参考文献。

全书内容都是各位作者多年积累的实验经验与研究成果，并吸收了国际上发展的新理论和新的实验方法，内容新颖，阐述详尽，方法具体，可供农药学、昆虫学、生物化学、遗传学、微生物学、医学、环境科学、生物工程学及核技术等科技工作者和大专院校师生参考。

译 者 的 话

本书是日本理化学研究所深见顺一博士等主编的《农药实验法》全书之一《杀虫剂篇》，是由日本农业技术研究所釜野静也博士、日本名古屋大学斋藤哲大教授、日本产业医科大学塚本增久教授、日本东京大学池庄司敏明博士、日本预防卫生研究所安居院宣昭博士等20多位日本著名昆虫学家、药剂学家编著而成。

全书内容是作者通过自己的多年实验研究和积累的经验，吸收了国际先进的理论和经验综合而成。前两部分详述了昆虫的人工饲养方法和杀虫剂的毒力测定技术，后两部分集中地阐明了杀虫剂的作用机制和昆虫各种激素的分离、提纯、检测方法。系统地总结了国际上著名学者的最新理论和新的实验方法，使分散在国际上的有关书刊、杂志上的文献加以归纳和系统化，从而将杀虫剂科学理论与实践水平提高到一个新的境界，是一本内容新颖、资料完全、方法具体的科技工具书，有助于农药学、昆虫毒理生理学、昆虫生态化学、生物工程学、环境保护学以及核技术应用等学科领域的研究工作者参考。

原著中的“编者的话”中指出，战后，有机合成农药得到广泛地使用，显著地提高了农业生产力，但另一方面亦出现了人畜中毒、天敌种群下降、抗药性害虫的产生等问题，更严重的是引起了对农作物直至对环境造成社会性残留和污染问题。因此，为开发安全性杀虫剂，从人类利益出发，研制低毒、高效的杀虫剂亦是作者编著本书的基本观点。

杀虫剂的使用是发展我国农业生产的主要措施，随着农业现代化的进程，杀虫剂种类层出不穷地出现，必然会推动着杀虫剂实验方法的研究与广泛应用。目前，我国农药的研制仍处于仿制国外品种多，自己创新的品种少的局面，这与先进的农药实验方法未能应用与推广是有密切相关的。为了改进我国农药研究技术和试验方法，发展我国自己研制的农药新品种，译者谨将此书推荐给国内从事农药研究及昆虫毒理、昆虫生态学、植物保护以及环境生态方面的专业研究技术人员、大专院校师生参考。由于本书内容丰富，牵连到很多学科，译者深感水平有限，错误之处在所难免，谨请读者不吝指正。

译 者

1989年9月

作 者 序

为了正确认识农药的必要性和危险性这一科学事实，我们曾出版了《农药——设计与开发指南》一书。于是逐步引起了人们对农药开发理论的重视。回忆科学研究的历史，不仅对各种问题需要进行设计与提出，而且必须具有为完成这种设计目的的手段与方法，它们的关系好比车子的两个轮子，两者均为重要，缺一不可。特别在农药研究中，新手段和新方法的引进与发展，在新农药的生产与开展农药的研究中，已作出了很大的贡献，这里不一一例举。

因此，为了农药科学的发展，迫切需要汇编有关“实验法”方面的书刊。为此，我们特编写《农药实验法》(Methods in Pesticide Science)一书。本书以农药防治的各种生物对象为目标，分别根据杀虫剂、杀菌剂及除草剂的特征编写。近年来，特别引人注目的研究领域是环境科学中的农药研究问题，相应地将杀虫、杀菌、除草的全部药剂独立地加以综合研究与利用。

评述农药研究的手段与方法有极广泛的内容，有关实际性、技术性的知识已有其它书刊论述。本书介绍有关农药的安全性、病虫的抗药性等问题，主要是围绕生理生化学和农药学以及在生产和技术上起作用的应用技术等来加以详述。

本书内容组成是以各种生物的整体水平到细胞成分水平为材料，包括培育与调制，通过对农药毒力测定的基本方法、代谢生理、农药代谢过程的作用等研究方法的介绍和在环境中对农药的安全评价及其指南，以至对遗传生理学方面的探讨等都作了详细的论述。同时，还采纳了农业生产第一线的工作者的经验。它对参与研究农药毒力测定，药理、环境科学等工作人员，均有一定的参考价值。

本书从农药研究的实践出发，广泛适用于大专院校学生和研究人员的阅读，亦可作为农学、生物学、医学、环境科学等研究人员的实验指导书。如能为农药研究的发展有助一臂之力的话，则是一件非常快慰的事。

最后，本书作者对有关不辞辛苦为本书协力的各位先生铭记在心，并致以感谢，同时，对本书出版工作竭尽努力的ソフトサイエンス出版社的山村俊弘、宜保洋子两位先生深表谢意。

深见顺一 上杉康彦

石塚皓造 富沢长次郎

1981年3月

编 者 的 话

战后,有机合成农药得到广泛地使用,显著地提高了农业生产力,但另一方面亦出现了人畜中毒、天敌种群下降、抗药性害虫的产生等问题,更严重的是引起了对农作物直至对环境造成社会性残留和污染问题。因此,必须考虑公害问题为前提,合成农药的方针与策略是研制低毒、² 高效的新农药,并开发对病虫害有专化性作用的新农药来防治病虫害是农药研究的当务之急。为此,在新农药的注册登记中,必须具备对催畸性、致癌及对鱼、鸟、蜂等毒性的安全性资料。过去一向以“杀虫力强”为重点,忽视安全性的研究即根据随机筛选方法发展杀虫剂,违反严格的规章,这种情况已一去不复返了。只有建立在正确的理论基础上开展农药研究,从人类利益出发,开发杀虫剂的防治方向,依照选择作用特性来发展低毒、高效的杀虫剂。

本书大体上分为三部分,其中有的章节是委托从事生产第一线研究者执笔的。第一部分叙述了害虫的饲养、管理技术、药剂施用方法以及新药剂分子结构等基础知识;第二部分是选择性毒性的重要作用机制的研究方法;第三部分是介绍近年来以及将来可能出现的一些新的防治法的理论基础、昆虫生态化学等内容。

本书有的内容类似于《昆虫实验法》(深谷、山崎、石井编,植物防疫协会),但《昆虫实验法》已出版20年。作者认为本书对从事杀虫剂研究工作者将具有一定的参考价值。如果对从事开发理想的低毒性杀虫剂的工作者,起到与《昆虫实验法》这类书的同样效果的话,本人则感激不尽。

深见顺一

1981年3月

目 录

译者的话

作者序

编者的话

一、昆虫饲养法.....	1
(一) 昆虫饲养实验	1
1. 农作物害虫	1
(1) 二化螟	1
(2) 黑尾叶蝉	3
(3) 蜡象类	5
(4) 夜蛾	8
(5) 甘蓝夜蛾	10
(6) 菜蛾	12
(7) 苹果透翅蛾	14
(8) 粘虫	17
(9) 玉米螟	19
(10) 小卷叶蛾	22
(11) 木蠹虫	23
(12) 松毛虫	25
(13) 松天牛	28
2. 卫生害虫	31
(1) 蜚蠊	31
(2) 家蝇	32
(3) 蚊	34
(4) 跳蚤	36
3. 仓库害虫	36
(1) 赤拟谷盗	37
(2) 玉米象	38
(3) 印度谷螟	40
(4) 其他仓库害虫	41
4. 其他害虫	42
(1) 螨	42
(2) 线虫	44
(二) 饲养昆虫的最新设备	48
1. 调节环境的设备 (昆虫人工气候室)	48
(1) 设备种类与构造	48
(2) 选择人工气候室的注意点	52

2. 有关昆虫饲养操作的设备	53
(1) 人工饲料调匀机	53
(2) 植物饲料的栽培	54
(3) 塑料容器的消毒	54
(4) 装配式的饲养笼	54
(5) 库蚊成虫的日龄管理	54
(6) 粘虫类的个体饲养	54
二、杀虫剂毒力测定法	56
(一) 昆虫	56
1. 农作物害虫	56
A. 水稻害虫	56
(1) 试虫的选择	56
(2) 供试药剂	61
(3) 增效剂	62
(4) 相关剂	63
(5) 试验方法	63
(6) 毒力判定	74
B. 蔬菜害虫	75
(1) 试虫的选择	75
(2) 供试药剂	79
(3) 增效剂	80
(4) 试验方法	80
(5) 毒力判定	85
(6) 概率计算法	86
2. 卫生害虫	91
(1) 试虫的选择	91
(2) 供试药剂与对照害虫	91
(3) 局部施药法(微量点滴法)及注射法	91
(4) 滤纸接触法	92
(5) 滤纸粉剂法	95
(6) 直接喷雾法	95
(7) 蚊香试验方法	96
(8) 浸渍处理	96
(9) 诱杀剂(毒饵)试验法	98
(10) 忌避剂试验法	98
(11) 牛乳瓶简易抗性测定法	98
(12) 毒力判定	99
(二) 其他害虫	99
1. 螨类	99
(1) 供试叶螨的选择	100
(2) 供试药剂与螨的虫态	100
(3) 测定时的饲养方法	101
(4) 喷洒处理	102

(5) 浸渍处理	102
(6) 局部施药	102
(7) 药效评价	102
2. 线虫	103
(1) 供试线虫	103
(2) 供试药剂	104
(3) 药液浸渍法	104
(4) 线虫土壤处理法	106
(5) 浸根、治疗、浸透效果试验法	107
(6) 无菌培养测定法	108
(7) 田间试验法	108
(8) 药效鉴定	108
(9) 概率计算法	108
附表: 概率换算表/校正概率及权数计算必要的常数表/ χ^2 值/ t 分布表	111

三、杀虫剂作用机制研究法

(一) 作用点剖析法	115
1. 皮肤构造	115
(1) 超微形态	115
(2) 皮肤的渗透性	128
(3) 皮肤的生物化学	134
(4) 血液、脂肪体的生物化学 (蛋白、RNA、DNA)	148
2. 神经 (作用点)	156
(1) 兴奋性膜	156
(2) 突触	169
(3) 神经化学	184
3. 呼吸	199
(1) 活体、线粒体	200
(2) 电子传递系统	209
4. 组织及细胞培养	216
(1) 设备	216
(2) 机械	217
(3) 器具	219
(4) 培养基	221
(5) 培养技术	226
(6) 培养法	228
(7) 培养条件	230
(8) 培养过程以及培养结果	230
(9) 应用	233
(二) 关于昆虫的药剂代谢实验法	235
1. 使用标记化合物研究的意义	236
2. 昆虫活体内的代谢	240
(1) 昆虫的处理	241
(2) 用药量	241

(3) 昆虫种类及龄期	242
(4) 组织残留	242
(5) 代谢途径	242
3. 昆虫对药剂的离体代谢	250
(1) 酶的提纯	251
(2) 反应条件	251
(3) 活性的测定	251
(4) 与抗性的关系	261
(三) 杀虫剂抗性遗传学分析及其生化学	265
1. 抗性遗传方式的确定	266
(1) 品系	266
(2) 交配方法	267
(3) 正反杂交	268
(4) 显性与隐性	268
(5) 基因符号	269
(6) 回交	270
(7) 药量——死亡率曲线	271
2. 家蝇的连锁群和染色体	274
(1) 连锁群的确定和命名的混乱	274
(2) 家蝇的主要突变体和连锁群	275
(3) 自然群体中突变体的识别与固定法	275
3. 抗性基因连锁群的确定方法	276
(1) 交配型	277
(2) 因素分析法及其实例	278
(3) 方差分析的显著性测定方法	280
4. 连锁图与基因位点	282
(1) 二点法	282
(2) 三点法	282
(3) 抗性个体与感性个体的识别	283
(4) 三点法重组值的计算	284
5. 抗性基因和抗性机制	288
(1) 以机制研究为目的的品系	288
(2) 家蝇的抗性机制	289
6. 决定性别与性比的异常现象	292
(1) 限性遗传	293
(2) 性比异常	293
(3) 染色体观察法	293
7. 抗性和群体遗传学	296
8. 昆虫的遗传生物化学与抗性	296
四、昆虫生态化学	300
(一) 外激素	300
1. 分离、鉴定	300
(1) 提取、收集	301

(2) 提纯、分离	304
(3) 鉴定	309
2. 生物测定	317
(1) 生物测定方法的条件及其选择	317
(2) 以行为指标的生物测定法	318
(3) EAG (触角电位图) 法	322
(4) 生物测定法的选择	326
(二) 种间激素	329
1. 葱蝇的产卵引诱物质	330
(1) 生活史和产卵引诱物质	330
(2) 实验方法	330
(3) 结果与讨论	332
2. 种籽蝇的诱杀驱除实验	332
(1) 种籽蝇的生活史和种间激素	332
(2) 诱杀实验	333
(3) 驱除效果	333
3. 蚊虫吸血的引诱物质	334
(1) 与引诱吸血的有关因素	334
(2) 实验方法	334
(3) 实验结果	335
4. 寄生在棉象上茧蜂的产卵刺激物质	335
(1) 寄生蜂对寄主的搜索行为	335
(2) 实验方法	335
(3) 实验结果	336
(三) 寄主选择	337
1. 昆虫—寄主植物的关系	337
2. 生物试验以及分离操作中的注意事项	338
3. 产卵选择性试验的实例	338
(1) 葱蝇的产卵选择	338
(2) 绿豆象的产卵选择	339
(3) 褐粉蠹的产卵选择	340
4. 食性引诱试验的实例	340
(1) 谷类含有玉米象的引诱物质	340
(2) 含有干酪的腐食酪螨的引诱物质	341
5. 植物中含有取食阻害物质的实例	342
(1) 木防己植物中含有的取食阻害物质	342
(2) 稗草中含有稻褐飞虱的取食阻害物质	343
6. 与寄主选择没有关系的引诱物质	343
(1) 柑桔小实蝇的引诱物质	343
(2) 大草蛉的引诱物质	344
(四) 激素	346
1. 类固醇蜕皮酮	347
(1) 类固醇蜕皮酮的测定法	348

(2) 类固醇蜕皮酮的分离、提纯与鉴定	353
2. 保幼激素(JH)	356
(1) JH的测定方法	357
(2) JH的分离、提纯和鉴定法	359
(五) 线虫、螨类的生物化学	365
1. 线虫的生物化学	365
(1) 线虫的大量培养方法	365
(2) 线虫的无菌处理	368
(3) 同步培养	369
(4) 各种发育阶段线虫的采集法	370
(5) 愈伤组织培养线虫的无菌分离法	372
2. 螨类的生物化学	373
(1) 材料的采集	373
(2) 酶液的制备	374
(3) 杀虫剂的代谢实验	374
(4) 胆碱酯酶活性	375
(5) 脂肪族酯酶活性	377

一、昆虫饲养法

(一) 昆虫饲养实验

1. 农作物害虫

(1) 二化螟 二化螟 (*Chilo suppressalis* Walber) 很早就作为水稻的主要害虫来研究, 但由于近年来发生较少, 因而很少进行人工饲养。然而, 水稻栽培面积虽然受到限制, 但为了开展研究的需要, 也有必要进行人工饲养。该虫的饲养可分为水稻稻苗和人工饲料饲养二种饲养方法。

① 稻苗饲养 这个方法大量饲养时必需取得大量的饲料而花费很多劳力, 因此有一定的困难。

a. 材料采集 从野外采集二化螟, 越冬幼虫最容易采集。越冬幼虫如在5℃左右的低温下, 可贮藏一年之久, 使用时适当加温即可以化蛹。此外, 也可以用诱蛾灯采集雌蛾产卵。

b. 采卵与卵的保存 当夜羽化的成虫于第二天夜晚交尾, 而后3—4天之内产卵。在室内, 如在蜡纸上产卵则用玻璃制的干燥器 (或高20厘米, 直径12厘米的大培养皿) 作为产卵场所的容器, 其中放入用夹子夹好的圆筒状的纸和潮湿脱脂棉, 25℃及一定光周期条件下收集卵块。为了提高交尾率和获得更多卵量, 一个容器内放入数对成虫比较好。如果在水稻上产卵时, 应于30天以前盆栽水稻, 然后将盆钵移入饲养箱内等待产卵。

采集卵块要事先作好计划和日程安排。在取纸上的卵块时, 先将卵周围的纸 (没有卵块的部分) 剪去, 然后将潮湿脱脂棉与卵块一起放在培养皿内以保持湿度。保存水稻上的卵块, 应先在培养皿内垫上湿滤纸, 再采下有卵块的稻叶, 并列地放入培养皿内的滤纸上, 切勿重叠, 并防止干燥和霉烂。

c. 饲养容器 一般使用广口玻璃瓶 (直径7—10厘米, 高10—12厘米), 其底部略呈方形为好, 上部配有塑料或金属制的螺旋盖, 其中部有孔可塞上棉塞。

d. 水稻发芽的操作方法 饲养的稻芽质量好坏, 对二化螟幼虫的生长发育影响很大, 所以必须注意稻芽的培育方法。为了使稻种发芽均匀, 必须进行选种和种子消毒。经过种子处理的稻种在水中浸泡2天 (流水下进行), 然后放入瓶内, 以二、三层为宜, 在25℃下约3—4小时, 全部种子即可发芽长出胚根, 此胚芽可作为卵接种用。幼虫期则需再经1—2天后长出根和叶来喂养, 由于幼虫先取食胚根, 所以浸种时可适当控制水分, 促使胚根生长发育。

e. 幼虫的饲养方法 取即将孵化的卵块数块 (500—1000粒卵) 接种在胚芽上 (为了防止干燥, 事先将胚芽在水中浸渍1—2小时), 在25—30℃下每日光照16小时 (一般用荧光灯, 根据水稻需要的光照计算好光强度), 经10—14天后, 根和茎几乎食光, 然后移入新鲜胚芽。最初更换饲料时, 由于幼虫尚在2—3龄期, 必需注意不要因更换饲料而伤害虫

体。每隔一周左右更换饲料一次。每瓶饲养幼虫数根据饲料加以适当调节,最后可达到100—200头左右。幼虫的龄期根据采集地点的不同而有差异。北陆、东北地区幼虫龄期短,发育历期一致,容易饲养。大部老熟幼虫由于塞上棉塞,结果有一部分在水稻的茎叶间化蛹,造成幼虫发育明显推迟,这些幼虫则应弃去为宜。

②人工饲料饲养 由于二化螟幼虫对防腐剂的抵抗力较弱,所以在不经消毒灭菌处理的人工饲料上饲养较为困难,这亦是用人工饲料进行大量饲养的难点之一。

a. 饲料的组成与制备法 有关二化螟的人工饲料问题研究,石井^[5]和釜野^[6]已多次报道,其组成见表1.1和表1.2。表1.1中的饲料组成对幼虫的发育是最适合的,不仅对当代有效,而且对幼虫的累代饲养及已休眠的幼虫均可使用;而表1.2中的饲料配方仅对一个世代有效,而对累代饲养不适宜。

表 1.1 二化螟人工饲料组成-I^[6]

粉状琼脂	1.0g	粉状滤纸	1.0g	蔗糖	1.5g
淀粉	2.0g	干酪素	1.5g	小麦胚芽	1.0g
无机盐类*	0.4g	胆固醇	0.02g	氯化胆碱	0.05g
抗坏血酸钠	0.3g	L-半胱氨酸盐	0.03g	维生素混合液**	1.0ml
蒸馏水	50.0ml				

* 无机盐类: K_2HPO_4 49.75g KH_2PO_4 18.00g $MgSO_4$ 16.00g $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$ 8.00g
 $NaCl$ 5.00g $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 6H_2O$ 2.00g $MnSO_4 \cdot H_2O$ 0.5g $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 0.25g
 $Zn(C_2O_4)_2 \cdot H_2O$ 0.5g

** 维生素混合液: V_{B_1} 盐酸盐 200mg 核黄素 100mg 烟酸 200mg V_{B_6} 盐 100mg
 泛酸钠 200mg 叶酸 20mg 生物素 20mg 对氨基安息香酸 200mg 肌醇 2000mg
 蒸馏水 1000ml

表 1.2 二化螟人工饲料组成-II^[6]

(简易饲料)

成 分	用 量	成 分	用 量
麸 皮	12.0g	抗坏血酸钠盐	0.2g
蔗 糖	3.0g	1%甲醛	3.0ml
干 酪 素	5.0g	水	47.0ml

饲养容器用200毫升三角烧瓶,塞上棉塞,在150—160℃下30分钟干热灭菌消毒。将人工配制的饲料称量,亦可每10—20瓶一起称量,即将胆固醇、无机盐类、小麦胚芽、粉状琼脂、滤纸粉、蔗糖、干酪素、淀粉等一起称量后充分混合,分装放入200毫升的三角瓶内,然后,将称好的氯化胆碱、抗坏血酸钠盐和L-半胱氨酸盐加水溶解,再加入维生素混合液(5℃下可贮藏6个月),配制好后亦分别加入各个烧瓶内,用蜡纸包扎塞上棉塞的瓶口,轻轻摇动瓶内混合物后,在11磅约112℃下高压灭菌30分钟,室温下冷却至50℃左右时,摇动瓶子使饲料均一并凝固,保存于5℃下备用。其中小麦胚芽如获得困难时,可用一定量米糠、麸皮代替。饲料配方II的操作步骤亦与此相同。

b. 卵的消毒和接种方法 用人工饲料饲养二化螟幼虫,最重要的是对卵的消毒灭菌和优良的接种技术。因此,在纸上产下的卵块于孵化前的黑点期需进行杀菌、接种。

卵块灭菌在无菌室(或无菌箱)内操作,先将卵块在70%酒精中浸渍数秒钟,使卵块

湿润，然后在0.1%升汞水中浸4分钟进行表面消毒，再用70%酒精洗涤除去升汞水，除去水分免得将卵放入饲养瓶时粘附在内壁上，在这以前饲养烧瓶表面和棉塞亦必须充分消毒。

卵块接种在饲料表面，直至孵化为止一直将烧瓶斜放。瓶的内壁出现水滴对孵化不利，可在30℃的干燥处放置一夜，即可消除水滴。

c. 幼虫饲养 不同地点采集的二化螟其发育速度不一，根据不同的幼虫期环境条件的变化，无论是休眠或是未休眠的均可发育成长。在25—30℃、16小时的光照下，幼虫不休眠，可以完成整个幼虫阶段，20—25℃12小时光照即成为休眠幼虫。人工饲料饲养的幼虫用2lx左右稍暗的光照，幼虫发育较为整齐。

瓶内孵化的幼虫，首先在饲料表面取食，然后，逐步地钻入饲料内部取食，食量大的老熟幼虫会密集于上部瓶塞附近。当发现1—2头幼虫化蛹时，即可从瓶内取出全部幼虫和蛹。

d. 蛹的处理 从瓶中取出的幼虫移入一个上下两面都用玻璃纸或马粪纸垫好的小饲养缸内。将饲养小圆缸放入90—95%相对湿度的干燥器中，25℃下2—3天后即可全部化蛹。将雌雄蛹分开移至羽化容器内，放入湿度较高地方。

③累代饲养法 大规模累代饲养情况下，使用同一卵块育成的成虫基本没有问题。但是，在1000头以下的小规模累代饲养，必须如图1.1那样进行循环交配法，即先分为A、B、C三组，各自分开饲养。在蛹期区别雌雄，羽化将A₁（雌成虫）与B₁'（雄成虫）、B₁（雌成虫）与C₁'（雄成虫）、C₁（雌成虫）与A₁'（雄成虫）交配。由A₁×B₁'所产生的A₂、B₁×C₁'所产生的B₂、C₁×A₁'所产生的C₂继续分开饲养，化蛹后将雌雄分开，然后按同样方式进行组合交配。这种每个世代有规则的将雄成虫进行循环交配的方法称为循环交配法，使用这种方法即可进行小规模累代饲养。

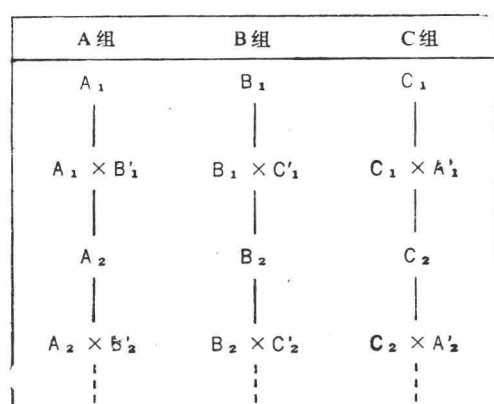


图 1.1 二化螟循环交配法

(2) 黑尾叶蝉 黑尾叶蝉 (*Nephotettix cincticeps* Uhler) 吸食水稻的汁液造成受害，也是病毒的重要传播媒介。它对各种杀虫剂的抗性也在逐步发展，关于这方面的研究结果已被利用。该虫的饲养也分为水稻幼苗和人工饲料两种方法。

①用水稻苗饲养 该法已广泛使用，又可分为小规模保存品系和大量饲养。

小试管饲养 用于保持多个品系或昆虫个体研究。以下介绍集体饲养的方法。

选用发芽率高的种子，种子消毒后在流水中浸泡2天（如非流水则需每天换水），然后去水，放入培养皿内。为保湿可将种子放入维尼龙口袋内再放入保湿的培养皿内催芽。通常培养植物的光照和在25℃条件下7—10天，在直径20毫米、长100毫米的试管内加入少量水，每支试管培养稻苗5—6株为度，接入成虫3—4对，管口用棉絮塞住（不宜太紧，否则内壁产生水滴），2天内即产卵，然后将带卵的苗移入另一支底部垫有湿棉花的试管内。幼虫孵化后，在25℃16小时的照明条件下饲养，隔3—4天换一次饲料，饲料的密度（即苗

株数——译者)随着幼虫的发育而逐渐减少。饲养幼虫数一般在末龄时每试管10—15头为宜。

用饲养箱大量饲养 大量饲养采用各种不同形状的饲养箱,在此,介绍用杉木〔7、8〕研制的饲养箱进行大量繁殖的方法:

a. 饲养箱 饲养箱高36厘米,宽35厘米,高27厘米,质地为塑料制品,内部上下设有放置幼苗培养皿装置。更换幼苗时,将箱反转,从下部放入盛新幼苗的培养皿。由于便于昆虫转移,大量饲养黑尾叶蝉很方便。

b. 培育稻苗的方法 种子用水浸泡1天(27—28℃),然后为了充分吸取影响发芽的抑制水,需在冰箱内放置2—3天。在幼苗皿内加土压平。为了使定量的稻谷种子达到均匀播种,应该用幼苗皿的盖进行播种,即把种子和杀菌剂一起加入到皿中,当种子吸收杀菌剂液后即盖上培养皿底,稍一举起培养皿即可使种子均匀地落下,这种方法既简单又均匀,其上放一不锈钢格子,当苗在饲养箱内颠倒过来时,苗得到支撑。种子不覆土仅加上盖,于27℃下放置4天。幼苗的质量好坏关系到饲养的成败。因此苗的生长天数长短关系到食料喂养效果,而以株高3—4厘米、第一真叶稍许露出不完全叶的尖端后3—4天的稻苗为最好,如长出第一叶和第二叶的苗则不理想。

c. 饲养方法 饲养室内温度为25—26℃,采用普通日光灯靠近饲养箱16小时照明。湿度要求不严格,当湿度为50—60%时,会造成水分的蒸发,在更换稻苗时可将一杯水放入饲养箱内,3天后补充同量的水。

以成虫头数和产卵期来调节饲养密度,雌虫羽化后7—14天内产卵最多,并且亦稳定。由于老苗影响产卵量,所以在采卵前2—3天应喂新鲜嫩苗,这样,平均一头雌成虫24小时内可产10—12粒卵,能得到8—10头成虫。

大量饲养黑尾叶蝉失败的一个原因是发生白僵病,过于潮湿易发生此病。为了不被病原感染,要缩短产卵期,产过卵的成虫(特别是死虫)要及时清除,不能新老个体混合饲养,另外所使用的器具要经常水洗干净。

图1.2表示用饲养箱饲养一世代的经过,从24小时内产的卵开始,经10天卵即大致孵化完毕,此时即加入新幼苗饲养,以后每隔7天更换饲料(幼苗)一次。如产卵用的幼苗播种量的密度不到50毫升种子体积的话,则采集孵化若虫较为不便。

雌虫的羽化须经4天,其中有2天由于大部分成虫集中而可获得均一化成虫,这样,从饲养开始约经5周时间即可进入到第二代繁殖。

②用人工饲料饲养 用小山〔9、10〕的人工饲料配方进行个体饲养可完成一个世代,但大量饲养还无实例。

a. 采卵与卵的保存 黑尾叶蝉还没有确立像水稻灰飞虱、褐飞虱那样用人工采卵器采卵,在此仅介绍用试管方法,像前面所叙述的产卵在稻苗上,然后把即将孵化的带卵幼苗取出,放入垫以湿滤纸的培养皿内,让其孵化。

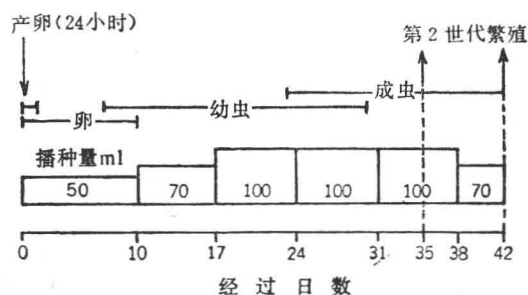


图1.2 用稻苗大量饲养黑尾叶蝉的繁殖过程〔9〕