

杀虫药剂田间药效试验方法*

孙璟琰¹ 边全乐² 张宏军³ 高希武^{1**}

(1. 中国农业大学昆虫学系 北京 100193; 2. 中国农学会 北京 100026; 3. 农业部农药检定所 北京 100026)

摘要 杀虫药剂田间药效试验是客观评价杀虫药剂药效的重要依据。本文对杀虫药剂田间药效试验的设计、试验小区划分、杀虫药剂配制和施用、取样、结果调查和分析方法进行了规范性综述,为进行标准的田间药效试验提供依据和参考。

关键词 杀虫药剂,田间药效试验,害虫

Insecticide field efficacy trials

SUN Jing-Yan¹ BIAN Quan-Le² ZHANG Hong-Jun³ GAO Xi-Wu^{1**}

(1. Department of Entomology, China Agricultural University Beijing 100193, China; 2. Chinese Association of Agricultural Science Societies, Beijing 100026, China; 3. Institute for the Control of Agrochemicals, Ministry of Agriculture, the People's Republic of China, Beijing 100026, China)

Abstract Field efficacy trials are important to evaluate the effectiveness of insecticides. Here we review the methods of insecticide field efficacy trials, including trial design, experimental plot design, insecticide application, sample selection and analysis of results. We provide a reference for standardization of procedures for such trials.

Key words insecticide, field efficacy trial, insect

随着农药科学的快速发展,不断有新杀虫药剂面世。在新杀虫药剂推广之前,必须在大田自然环境条件下进行田间药效试验,客观地对杀虫药剂的应用效果、应用范围、应用前景进行评价。根据试验数据计算杀虫药剂对害虫的防治效果,同时对数据进行统计分析,为杀虫药剂药效的评价提供有效的数据,从而明确杀虫药剂在不同的自然条件、生产条件下的效果和使用技术(李剑敏,2002)。

田间药效试验为农药生产企业办理农药登记提供资料,为登记和推广应用提供科学依据。同时也对杀虫药剂对害虫的田间防治效果比较提供指导。为了得到真实、可靠、可重复的试验结果,制定合理的杀虫药剂田间试验方法至关重要。

1 田间药效试验设计的原则

盖钧镒(2000)提出了试验应该遵循的三项基本原则。一是重复原则:试验中同一处理的小区

数即为重复次数。重复的作用是用来估计误差和降低试验误差以提高试验的精确度;二是随机排列原则:随机排列是指一个区组中每一处理都有同等的机会设置在任何一个试验小区上,从而避免任何主观成见;三是局部控制原则:田间试验设置重复的目的是降低误差,但是增加了重复也相应地增加了整个试验田面积,必然会增加土壤差异。所以将试验田按照重复次数划分为相同数目的区组,这样实验误差的来源只限于去组内较小地段的微小土壤差异,而与因增加重复而扩大试验田所增大的土壤差异无关。

2 田间药效试验的步骤

杀虫药剂田间药效试验一般由田间试验小区规划、药剂配制、取样、试验结果调查和试验数据处理及统计分析 5 个部分组成。

2.1 田间试验小区规划

2.1.1 试验区选择 试验区的选择是保证试验

* 资助项目:国家大麦青稞产业技术体系和公益性行业(农业)科研专项(200903033)。

**通讯作者, E-mail: gaowu@263.net.cn

收稿日期:2013-02-06,接受日期:2013-03-11

准确性的基础。试验区要符合试验方案的要求并具有代表性,应选择地势平坦、肥力水平均匀,并且田间管理水平一致的地块作为试验区。同时也要保证试验区内作物生长整齐,防治对象常年发生较重,为害程度比较均匀且每小区害虫发生情况大致相同。对分布不均匀的试验地点可采用接虫的办法来弥补。试验区和当地的农业栽培措施应当一致(张泽溥,1984)。

另外,要保证试验田所在地块免受外来因素的影响,选择远离交通要道、村庄、学校等地,并保证人畜安全。试验地周围最好种植相同的作物,以免试验地孤立而易受其他因素干扰(舒晓宇和朱岁层,2010)。

2.1.2 小区划分 田间试验小区的选择要根据作物种类、试验田条件、虫害特性和试验目的而定,尽量保证一致性。

小区的形状以长方形为最好,并且有相同的面积。小区面积不宜过大,一般为 $15 \sim 50 \text{ m}^2$,果树每小区成龄果树不少于 2 株(农药田间药效试验准则,2005),温室、大棚不得低于 8 m^2 (杨先理等,1995)。

试验重复小区要采用随机区组排列。将试验地按重复次数划分为数量相同的区组,再将每一区组按处理数目划分小区(包含药剂处理和空白区),然后将每种处理在区组中随机排列,即每种药剂在区组中仅出现一次。区组的安排要考虑到控制试验区内容易变化的因素,如害虫发生的程度、作物的形状、长势以及试验处理次数等,所以安排区组前要了解试验地的基本情况(EPPO, 2006)。区组间留好保护行或保护树,以防药液漂移影响试验效果(舒晓宇和朱岁层,2010)。

重复次数的设定要考虑试验所要求的精度、作物生长情况、害虫发生情况、试验地耕作情况、土壤和气候、小区大小、试验药剂的特性等(EPPO,2003)。通常每一种处理必须有 3~4 个小区作为重复,各重复小区在试验区内要随机分布,保证能反映出整个试验区内的条件差异(张泽溥,1984)。统计时自由度不能太小,如果处理少的话,可以适当增加重复数。例如为了满足自由度大于 10 的要求,两个处理的话,每个处理要有 6 个重复;3 个处理,必须要有 4 个重复;4 个处理以上,必须要有 3 个重复。

2.2 杀虫药剂配制和施用

杀虫药剂田间药效试验中选取的药剂处理由试验药剂、对照药剂和空白处理组成,试验药剂要有不同的浓度和处理时间(EPPO,2006)。试验药剂、对照药剂和空白对照的小区处理应随机排列,在特殊情况下应加以说明。若药剂有内吸作用,在防治水田作物虫害时,每小区之间应筑有田埂,以防药剂干扰邻近小区。

对照药剂应采用登记注册的并在实践中证明有较好药效的产品。一般情况下要求对照药剂的类型和作用方式接近于试验药剂(杨先理等,1995)。

2.2.1 用药量设计 选择处理区用药量是否恰当对试验研究的准确度起决定性作用。在一定条件下对害虫的有效用药量有一定的范围,过大或过小都没有参考价值。正式田间试验前,可以在与田间相似环境条件下对试验剂量进行摸索,设置出实际试验中所用计量的大致范围(EPPO,2003)。

田间药效试验的每种药剂,可以在有效用药量的适当范围内设计 3~5 个用药量。因药剂种类、加工剂型、施药方法、作物种类,防治对象及环境条件的不同,有效用量(指从很低的用药量到几乎完全杀死防治对象的用药量)的范围变化很大。由于有机体对药物的反应的增长是与药物剂量增加的一定比例成正比,在划分用药量的梯度时可以选择等比级数,如 1、2、4、8、16。但是农药药效试验中梯度用药量间的递增量不会都是倍增的关系,多数情况是小于倍量,例如,1、1.5、2.25、3.375。一般可将估计适宜的用量作为用药量的标准,依此向高和相低分别增加 1~2 个梯度(张泽溥,1984)。

2.2.2 药剂配制 供试药剂应该按照试验要求配制成一定的形式,如粉剂、溶液、水悬剂、乳剂等(张炳炎,1978)。制剂量的通用表示方法是公斤(kg)、克(g)或升/公顷(L/hm²)。

2.2.2.1 浓药液稀释成稀药液

稀 释 后 稀 溶 液 的 重 量 =
$$\frac{\text{浓药液的重量} \times \text{浓药液的百分比浓度}}{\text{稀溶液的百分比浓度}},$$

稀释时所需要加水的重量 =
$$\left(\frac{\text{浓药液的浓度}}{\text{稀药液的浓度}} - 1 \right) \times \text{浓药液的重量}。$$

2.2.2.2 把两种浓度不同的溶液或粉剂相混合

混合后的浓度 =

$$\frac{\text{浓药液或粉剂的浓度} \times \text{浓溶液或粉剂的重量} + \text{稀溶液或粉剂的浓度} \times \text{稀溶液或粉剂的重量}}{\text{浓溶液或粉剂的重量} + \text{稀溶液或粉剂的重量}} \times 100。$$

2.2.3 杀虫药剂施用 农药施用前要根据药剂的特点及害虫特性、发生规律确定施药方法,通过田间调查,选择最佳施药时期,根据药剂的持效期和虫害发生期确定施药次数。另外还要根据药剂的特点、剂型和虫害发生危害情况,选择适宜的施药器械,并在试验前检查施药器械是否正常。

每一种浓度喷洒一个处理组(包括重复小区)。为了防止试验结果受到影响,一定要均匀地喷洒小区里的植株,避免因施药不均匀而导致试验效果不好和药害产生。药量偏差超过 10% 要记录,并给出所用器械的类型和操作条件(如操作压、喷孔口径等)的全部资料(杨先理等,1995)。

喷药顺序为先喷空白对照(清水)区,再喷处理药剂区,处理药剂先喷低浓度,再喷高浓度。清洗喷雾器后再喷对照药剂。喷完一种浓度后,把喷雾器里剩余的药液(尽量不要剩余药液)倒完洗干净,再装入第 2 种浓度的药液少量淋洗再进行第 2 种浓度药液的喷洒。

2.2.4 对照药剂和空白对照设置 杀虫药剂田间药效试验中选取的药剂处理由试验药剂、对照药剂和空白处理组成,对照药剂应采用登记注册的并在实践中证明有较好药效的产品。一般情况下要求对照药剂的类型和作用方式接近于试验药剂(杨先理等,1995)。空白处理应使用水。

2.3 试验记录内容

2.3.1 施药次数和时间 如实记录喷雾的时间和次数。喷雾时,要记录百分比浓度和每公顷的药液用量(L/hm^2)。试验期间如要使用其它药剂,应对所有的小区进行均一处理,而且要与试验药剂和对照药剂分开使用,使这些药剂的干扰因素保持在最小程度,并要给出这类药剂使用的准确数据(杨先理等,1995)。

2.3.2 调查时间和次数 施药前调查虫口基数,依据虫害发展程度和试验要求决定施药期间调查的时间和次数。最后一次调查通常是在最后一次施药后 7~14 d 或害虫种群停止增长时进行药效调查,持效期长的药剂可继续调查。

2.3.3 气象资料 记载试验地降雨量(类型和每

日降雨量总数,以毫米表示)和温度(每日平均温度、最高和最低温度,以 $^{\circ}\text{C}$ 表示)。整个试验期间影响试验结果的恶劣气候因素(如严重和长期的干旱、暴雨等)均应记录。处理时叶表面的湿度和灌溉水的所有数据应如实记录。

2.3.4 土壤资料 应记录土壤类型、土壤肥力、产量水平、施药时土层深度、杂草、过量藻类(水田)、覆盖物(旱地)等。

2.3.5 对作物及其他生物的影响 记录作物是否有药害产生,有药害时要记录药害的程度。也应记录对作物的其他有益影响(促进成熟、刺激生长等)(杨先理等,1995)。

2.3.6 其他内容 对其他虫害任何有迹象的影响都应记录,包括有益或无益的影响,对非靶标生物如野生动物、鱼类或有益昆虫的影响也应记录。

2.4 取样和试验结果调查

在施药以前,应在各个小区内先进行虫口密度调查。有些在处理前无法进行调查的试验(如以预防为主为目的的试验)则应力求小区间试验条件一致(张炳炎,1978)。

取样既要完全随机,又要有足够的个体数量,使所取样本能代表小区的真实状况。常用的取样方法有对角线法、大五点法、棋盘式法、平行线法、分行法、Z 字形法等。一般来说,应根据防治对象在田间的分布型来确定该采取哪一种取样方法。对于杀虫药剂防治效果取样,需根据不同害虫发生规律和田间分布型,对于分布比较均匀、虫口密度大的害虫,可采取随机抽样调查方法,如小麦蚜虫;对于分布不均匀,虫口密度不大的田块则采取定点、定株,如棉铃虫可采用对角线 5 点取样定株调查。无论采取何种取样调查方法,试验应保证一定的虫口基数(一般每小区至少应在 30~50 头虫),如果虫口密度不够则应加大取样调查量(宋烨华,2012)。

调查项目应该越少越好,采用一个调查项目可以说明问题的,就不要用两个以上项目。例如调查杀虫药剂对水稻三化螟的防治效果,如采用水稻收获前调查其为害造成的白穗占总穗数的百

分率,就不必再去调查稻秆中的螟虫数或死、活的虫数。调查项目愈多,问题愈复杂反而造成计算分析上的紊乱(张泽溥,1984)。

调查时间和次数随药剂特性、防治对象和施药方法的不同,其调查时间和次数不同。杀虫药剂田间药效的调查时间是药前 1 d(或当天施药前)及药后 1、3、7、14、21 d 等。

2.5 试验数据处理及统计分析

害虫防治效果(%) =

$$\frac{(\text{施药前处理区虫数} \times \text{施药后空白区虫数}) - (\text{施药后处理区虫数} \times \text{施药前空白区虫数})}{\text{施药前处理区虫数} \times \text{施药前空白区虫数}} \times 100,$$

$$\text{虫口减退率}(\%) = \frac{\text{施药前处理区虫数} - \text{施药后处理区虫数}}{\text{施药前处理区虫数}} \times 100。$$

而一般只用百分率的大小来说明药效上的差别是很不够的,因为各百分率的可靠程度同取样样本大小密切相关。两个或两个以上的百分率进行大小比较时,不求出百分率本身的误差(用标准差表示),百分率之间的差值就不能肯定其是否有效。譬如有 10 条虫死去 2 条,死亡率为 20%,另有 100 条虫死去 20 条,死亡率也是 20%。这两个百分率都是 20%,但两者的可靠程度显然是很不相同。所以需要对试验结果的各个百分率之间的差异进行显著性测定,才能得到可靠的结论。

一般田间试验的百分率数据属于独立的百分率,进入统计分析时例如多重比较,要对数据进行反正玄转换,才能统计分析。

高质量的杀虫药剂田间药效试验可以客观、真实、科学地评价供试药剂的防治效果,这就必须严格规范试验设计、试验地选择、药剂配制喷施、结果调查和分析各个环节。只有这样才能确保试验的公正、科学和权威,为杀虫药剂的评价和推广提供准确可靠的依据。

从各小区取样调查的数据经过整理作为对试验结果分析和做出结论的依据。

杀虫药剂田间试验结果经常用百分率来表示,如防治效果、虫口减退率等。防治效果的计算方法与空白对照种群是增长、不变、减退有关系,计算方法选取不合适的话,会过高或过低评价试验药剂的防治效果。

EPP0, 2003. Efficacy evaluation of plant protection products-

Number of efficacy trials. <http://pp1.eppo.int/list.php>

EPP0, 2006. Efficacy evaluation of plant protection products-

Design and analysis of efficacy evaluation trails. <http://pp1.eppo.int/list.php>

盖钧镒, 2000. 试验统计方法. 北京:中国农业出版社. 14 - 18.

李剑敏, 2002. 农药田间药效试验数据处理软件的设计. 福州大学学报(自然科学版), 30(4):514 - 517.

农业部农药检定所, 2005. 农药田间药效试验准则. 北京:中国标准出版社. 1 - 3.

舒晓宇, 朱岁层, 2010. 浅谈农药田间药效试验的关键环节和注意事项. 陕西农业科学, (5):142 - 144.

宋烨华, 2012. 农药田间药效试验工作的经验及做法. 生物灾害科学, 35(3):329 - 332.

杨先理, 王鸿彬, 栗振华, 1995. 登记用农药(杀虫药剂)田间药效试验准则. 天津农林科技, (1):34 - 39.

张炳炎, 1978. 怎样进行田间药效试验. 甘肃农业科技, (4):27 - 29.

张泽溥, 1984. 农药田间药效试验方法. 植物保护, (6):35 - 37.

参考文献 (References)