

文章编号: 1001-411X(2001)02-0031-04

Potter 喷雾法操作因子对杀虫剂毒力的影响

陈立, 徐汉虹, 闻晏连, 赵善欢

(华南农业大学昆虫毒理研究室, 广东 广州 510642)

摘要: 研究了 Potter 喷雾法操作因子对杀虫剂沉积量和毒力的影响. 15、30、60、120 s 4 种沉降时间对沉积量的影响很小, 不影响乐斯本对斜纹夜蛾 2 龄幼虫的毒力. 但喷雾体积和喷雾压力对沉积量有显著影响, 对乐斯本、灭多威和高效氯氰菊酯 3 种杀虫剂的毒力也有显著影响, 喷雾压力对沉积量和毒力的影响要小于喷雾体积. 这 3 种杀虫剂 4 mL 处理的毒力(LC_{50})比 0.5 mL 处理分别高 11、3 和 5 倍, 而不同喷雾压力处理之间的毒力差异均在 2 倍以内. 操作因子对毒力曲线的斜率的影响很小. 因此影响 Potter 喷雾法毒力测定结果的操作因子主要是喷雾体积和压力, 适宜的操作条件是: 沉降时间 30~60 s, 喷雾体积 1~2 mL, 喷雾压力 100 kPa.

关键词: 斜纹夜蛾; 乐斯本; 灭多威; 高效氯氰菊酯; 生物测定

中图分类号: S482.3

文献标识码: A

Potter 喷雾塔是一种精密的喷雾装置, 具有定量、定压、定时和定距等特点^[1], 是测定杀虫、杀螨剂室内触杀毒力的重要仪器. 为了使昆虫个体间所接触的药剂剂量尽可能相同, 除了昆虫本身的因素外, 还要求喷出的雾滴大小均匀, 单位面积上沉降的药剂剂量基本一致. 影响雾滴大小、药液沉积量的主要因素是喷雾体积和压力. Kabir 等^[2]测定喷雾体积对杀螨剂炔螨特(propargite)对二点叶螨(*Tetranychus urticae*)毒力的影响时, 使用的压力为(55±5) kPa, 沉降时间为 10 s, 并认为喷 1 mL 药液在培养皿内表面不能得到可见的不连续的雾滴覆盖, 喷 4~5 mL 药液在培养皿内表面得到连续的雾滴覆盖, 2 mL 是最佳的喷雾体积. Liu 等^[3]测得 83、69、55 kPa 3 种压力下的沉积量有一定的差异, 但未报道喷雾压力对杀虫剂毒力的影响. 罗光宏等^[4]用 Potter 喷雾法测定三氯杀螨醇、甲氰菊酯、农抗新 I 对朱砂叶螨(*Tetranychus cinnabarinus*)的毒力时, 所采用的条件为 103.42 kPa、1 mL、沉降 2 min. 吴文君^[5]推荐的喷雾条件为 137.90 kPa、2 mL、沉降 1 min. 余淑英等^[6]用 Potter 法测定灭多威与杀螟硫磷混用对粘虫(*Mythimna separata*)的联合毒力时使用的喷雾体积是 3 mL(未指明喷雾压力). 由于喷雾条件的不同, 造成毒力测定结果的极大差异, 严重影响了实验结果的参考价值. 本文选用乐斯本、灭多威和高效氯氰菊酯 3 种接触杀虫剂, 以斜纹夜蛾(*Spodoptera litura*)2 龄幼虫为试虫, 研究了喷雾体积和压力大小对 Potter 喷雾法毒力测定结果的影响.

1 材料与方法

1.1 供试材料

1.1.1 试验药剂 $\varphi=48\%$ 乐斯本(chlorpyrifos)乳油, 美国陶氏益农公司生产; $\varphi=95\%$ 高效氯氰菊酯(beta-cypermethrin)原药, 中山凯达精细化工股份有限公司提供; $w=97\%$ 灭多威(methomyl)原粉, 江苏江阴龙灯化工有限公司提供.

1.1.2 供试昆虫 在广州市郊区菜地芋头[*Colocasia esoulenta* (L.) Schott] 叶上采集斜纹夜蛾(*Spodoptera litura*)幼虫, 在温室内[温度(25±1)℃、相对湿度 70%、L:D 为 10:14]用芋头叶饲养至下一代, 挑选 F_1 代大小一致的 2 龄中后期幼虫供试^[7].

1.2 试验方法

1.2.1 操作因子水平设置 沉降时间为 15、30、60、120 s; 喷雾体积为 0.5、1.0、2.0、3.0、4.0 mL; 喷雾压力为 25、50、100、200 kPa.

1.2.2 供试药剂浓度设置 供试药剂用少许丙酮溶解后用清水按等比法稀释 9 个浓度梯度(乐斯本直接用清水稀释), 各种药剂的浓度范围根据初试结果确定. 高效氯氰菊酯加 2 滴乳化剂 2201.

1.2.3 Potter 喷雾法 沉积量的测定采用滤纸称量法^[3], 将 $d=9$ cm 的滤纸称质量后置于 Potter 喷雾塔下, 按 1.2.1 中设置的因子水平喷清水(含 φ 为 0.03% Triton X-100 乳化剂), 然后称滤纸的质量, 每处理平行测定 5 次.

用双面胶将大小为 2.5 cm×7.0 cm 的新鲜芋头叶粘在 9 cm 培养皿内的滤纸上, 正面朝上, 迅速挑入 10 头 2 龄中后期斜纹夜蛾幼虫, 将培养皿置于 Potter 喷雾塔下, 在给定的条件下喷药, 每浓度重复 3 次. 对照喷等量清水. 处理后将培养皿置于温室[温度 (25±1)℃、相对湿度 70%、 $L:D$ 为 10:14] 中. 处理后 24 h 调查死亡虫数, 并计算死亡率和校正死亡率.

1.2.4 数据处理和统计分析 对每个操作条件的各个处理, 将浓度转化成对数, 校正死亡率转换成机率值, 进行机率值分析^[8], 计算 LC_{50} 值及其 95% 置信限. LC_{50} 值的 95% 置信限不重合, 即认为有显著性差异^[9]. 斜率的差异显著性用卡方 (χ^2) 检验.

表 1 操作因子对沉积量的影响¹⁾

Tab. 1 Influence of operational factors on deposition

t (沉降 settling)/s	沉积量 deposition/mg	V (喷雾 spray)/mL	沉积量 deposition/mg	p (喷雾 spray)/kPa	沉积量 deposition/mg
15	132.4ab	0.5	27.6e	25	111.0a
30	133.6ab	1.0	63.8d	50	104.6a
60	143.0a	2.0	143.0c	100	63.8b
120	121.8b	3.0	252.6b	200	61.2b
		4.0	353.4a		

1) 表中同列数据后具相同字母者示在 0.05 水平上差异不显著 (DMRT 法)

2.2 沉降时间对杀虫剂毒力的影响

不同沉降时间处理, 乐斯本对斜纹夜蛾 2 龄幼虫的毒力 (LC_{50} 值) 之间无显著差异 (表 2), 毒力回归

直线的斜率之间也无显著差异, 说明沉降时间不影响杀虫剂的毒力. 因此在进行毒力测定时, 为使操作快速准确, 沉降时间以 30~60 s 为宜.

表 2 沉降时间对杀虫剂毒力的影响 ($V=2.0\text{ mL}$, $p=100\text{ kPa}$)¹⁾

Tab. 2 Influence of settling time on the toxicity of insecticide

t (沉降 settling) / s	斜率 slope±SE	LC_{50} ($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)	95% 置信限 95% CL
15	2.33±0.275a	19.09a	14.73~24.73
30	2.20±0.274a	17.81a	13.46~23.57
60	2.09±0.245a	21.29a	16.31~27.80
120	2.48±0.264a	23.39a	18.57~29.47

1) 表中同列数据后具相同字母者示在 0.05 水平上差异不显著 (DMRT 法)

2.3 喷雾体积对杀虫剂毒力的影响

由表 3 可知, 以 0.5、1.0、2.0、3.0、4.0 mL 等 5 种体积喷雾, 乐斯本、灭多威和高效氯氰菊酯对斜纹夜蛾 2 龄幼虫的毒力 (LC_{50}) 有显著性差异, 4.0 与 0.5 mL 处理的 LC_{50} 值分别相差 11 倍、3 倍和 5 倍. 毒力回归直线的斜率, 除灭多威的 0.5 mL 处理与 1.0、2.0 mL 处理有显著差异外, 其余不同体积处理间均无显著差异. 由此可知, 喷雾体积不影响昆虫对杀虫剂的敏感性差异, 若要比 较昆虫对 不同药剂的敏感性, 应在相同的操作条件下进行毒力测定.

2.4 喷雾压力对杀虫剂毒力的影响

在 25、50、100、200 kPa 4 种压力下测定的乐斯本和高效氯氰菊酯对斜纹夜蛾 2 龄幼虫的毒力 (LC_{50}) 存在显著差异, 但差异在 2 倍以内. 压力不影响灭多威对斜纹夜蛾 2 龄幼虫的毒力. 从 LC_{50} 的变化趋势看, 喷雾压力过大, 毒力将下降. 从斜率的大小看, 灭多威处理组仅有 200 kPa 处理与其他处理有显著差异 ($P>0.05$), 高效氯氰菊酯处理组仅有 50 kPa 处理与其他处理有显著差异 ($P>0.05$), 说明喷雾压力对斜率的影响很小 (表 4).

表 3 喷雾体积对杀虫剂毒力的影响($p=100\text{ kPa}$ $t=60\text{ s}$)¹⁾

Tab. 3 Influence of spray volume on the toxicity of insecticide

供试药剂 insecticides	V (喷雾 spray)/ mL	斜率 slope±SE	LC_{50} ($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)	95 置信限 95% CL
乐斯本 chlorpyrifos	0.5	1.79±0.137a	93.87a	69.73~126.36
	1.0	2.07±0.207a	38.91b	29.96~50.54
	2.0	2.09±0.245a	21.29c	16.31~27.80
	3.0	2.21±0.319a	12.57d	9.80~16.13
	4.0	1.74±0.308a	7.65d	5.20~11.25
灭多威 methomyl	0.5	2.08±0.085a	294.55a	228.24~380.13
	1.0	1.49±0.100ab	181.90a	129.55~255.41
	2.0	1.57±0.104ab	128.39ab	93.31~176.66
	3.0	1.75±0.136a	87.95b	65.22~118.59
高效氯氰菊酯 beta-cypermethrin	4.0	1.67±0.137ab	74.43b	54.80~101.01
	0.5	2.02±0.153a	58.15a	44.77~75.53
	1.0	1.82±0.200a	39.50a	29.56~52.78
	2.0	1.87±0.215a	29.09ab	22.07~38.34
	3.0	1.98±0.293a	17.28b	13.21~22.60
	4.0	1.89±0.265a	9.74c	7.34~12.91

1) 表中同列数据后具相同字母者示在 0.05 水平上差异不显著 (DMRT 法)

表 4 喷雾压力对杀虫剂毒力的影响($V=1\text{ mL}$ $t=60\text{ s}$)¹⁾

Tab. 4 Influence of spray pressure on the toxicity of insecticide

供试药剂 insecticides	p (喷雾 spray)/ kPa	斜率 slope±SE	LC_{50} ($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)	95% 置信限 95% CL
乐斯本 chlorpyrifos	25	2.15±0.235a	25.74ab	20.02~33.11
	50	1.62±0.211a	26.55ab	19.40~36.34
	100	2.07±0.207a	38.91a	29.96~50.54
	200	1.89±0.196a	49.35a	36.54~66.63
灭多威 methomyl	25	1.51±0.080b	340.84a	244.67~474.82
	50	1.70±0.082b	272.99a	202.34~368.32
	100	1.49±0.100b	181.90a	129.55~255.41
	200	2.23±0.087a	278.39a	218.71~354.36
高效氯氰菊酯 beta-cypermethrin	25	1.73±0.144b	61.51a	45.85~82.52
	50	3.08±0.181a	51.65ab	42.71~62.46
	100	1.82±0.200b	39.50ab	29.56~52.78
	200	1.66±0.136b	87.91a	64.35~120.10

1) 表中同列数据后具相同字母者示在 0.05 水平上差异不显著 (DMRT 法)

3 结论与讨论

从本试验的结果可以看出, Potter 喷雾法的操作因子喷雾体积和压力对杀虫剂的毒力测定结果有显著影响, 乐斯本和高效氯氰菊酯比灭多威对操作因子敏感. 沉降时间不影响杀虫剂对昆虫的毒力. 操作因子对斜率的影响很小, 说明异质性是昆虫对药剂反应的内在属性, 与操作因子无关. 另外, 操作因子对杀虫剂毒力的影响, 最主要原因是它影响了药剂的沉积量. 为了得到理想、可靠、可重复的生测数

据, 喷雾条件的标准化是十分必要的. 由于喷雾体积越大, 杀虫剂的毒力越高; 喷雾压力太大, 会造成毒力偏低, 所以确定适当的喷雾体积和压力是很重要的. 从对叶表面的雾滴覆盖情况来看, 喷 0.5 mL 在叶表面的覆盖率太低, 喷 3.0、4.0 mL 在叶表面易形成一层药液, 造成药液流失, 所以 1.0~2.0 mL 比较合适. 从雾滴大小看, 喷雾压力越大, 雾滴越小, 在叶表面分布越均匀^[3], 所以喷雾压力不宜太小, 但从沉积量的大小和药液的实际效果看, 压力不宜太大, 建议使用 100 kPa.

参考文献:

[1] POTTER C. An improved laboratory apparatus for applying direct sprays and surface films with data in the electrostatic charge on atomized spray fluids [J] . Ann Appl Biol, 1952, 39: 1—29.

[2] KABIR K H, CHAPMAN R B. Operational and biological factors influencing responses of spider mites (Acari: Tetranychidae) to propagite by using the Petri Dish-Potter method [J] . J Econ Entomol, 1997, 90(2): 272—277.

[3] LIU T X, STANSLY P A. Deposition and bioassay of insecticides applied by leaf dip and spray tower against *Bemisia argentifolae* nymphs (Homoptera: Aleyrodidae) [J] . Pestic Sci, 1995, 44: 317—322.

[4] 罗光宏, 匡海源. 杀螨剂毒力测定方法的比较研究 [J] . 农药, 1990, 29(3): 53—56, 63.

[5] 吴文君. 植物化学保护实验技术导论 [M] . 西安: 陕西科学技术出版社, 1988. 68—69.

[6] 余淑英, 欧晓明, 林雪梅. 灭多威与杀虫剂的联合毒力研究 [J] . 农药科学与管理, 1999, 20(1): 22—24.

[7] 陈立, 徐汉虹, 李云宇, 等. 农药复配最佳增效配方筛选方法的探讨 [J] . 植物保护学报, 2000, 28(4): 349—354.

[8] FINNEY D J. Probit Analysis [M] . 3rd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1971. 19—32.

[9] SAVIN N E, ROBERTSON J L, RUSSELL R M. A critical evaluation of bioassay in insecticide research: likelihood ratio tests of dose-mortality regression [J] . Bull Entomol Soc Am, 1977, 23: 257—266.

Studies on the Influence of Operational Factors on the Toxicities of Insecticides in Potter Tower Method

CHEN Li, XU Han-hong, WEN Yan-lian, CHIU Shin-foon
(Lab. of Insect Toxicology, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China)

Abstract: A series of laboratory bioassays was conducted to determine the effects of various operational factors on the deposition and the responses of 2nd-instar larvae of tobacco cutworm, *Spodoptera litura*, to three insecticides, chlorpyrifos, methomyl and beta-cypermethrin in the petri-dish Potter tower method. Settling time could affect the deposition. Toxicities of chlorpyrifos on the tested insects were not significantly different between 15, 30, 60, 120 s settling times. The spray volume (0.5—4.0 mL) and pressure (25—200 kPa) significantly influenced the deposition and the responses of tobacco cutworm to insecticides. For the three insecticides, LC_{50} of a 4.0 mL spray volume was 11, 3 and 5 fold more toxic than that of a 0.5 mL spray volume, respectively. However, the influences of pressure on the deposition and LC_{50} were not so serious as volume, and the difference of between pressures was less than 2 fold. The optimal spray conditions in Potter tower method were suggested.

Key words: *Spodoptera litura*; chlorpyrifos; methomyl; beta-cypermethrin; bioassays

【责任编辑 周志红】