

4种不同有效成分杀蟑胶饵对德国小蠊的实验室灭效研究

刘曜, 刘洪霞, 冷培恩, 徐劲秋, 朱江, 范明秋, 周毅彬

上海市疾病预防控制中心传染病防治所病媒生物防治科, 上海 200336

摘要: **目的** 研究同一品牌4种不同有效成分杀蟑胶饵对德国小蠊实验室杀灭效果、连锁杀灭效果以及食源对杀灭效果的影响。**方法** 参照国家标准(GB/T 13917.7—2009)对4种杀蟑胶饵进行室内药效测定;使用胶饵毒杀的虫尸喂食进行连锁灭蟑实验;使用胶饵虫尸混合猫粮进行食源干扰连锁灭蟑实验,测定环境中食源对连锁灭蟑效果的影响。使用Excel 2007软件录入数据,采用DPS V 9.01软件计算德国小蠊半数致死时间(LT_{50})、95%可信区间(95%CI)和毒力回归方程,并进行 LT_{50} 的显著性分析。采用2种胶饵 LT_{50} 比率的95%CI作为其检验方法,包含1,则2种药剂 LT_{50} 之间差异无统计学意义。**结果** 室内药效实验中2.15%吡虫啉、1.00%毒死蜱、0.50%呋虫胺和0.05%氟虫腈胶饵的 LT_{50} 分别为2.823 9(2.581 8~3.079 0)、0.745 5(0.603 4~0.890 3)、0.793 5(0.630 9~0.959 3)和0.846 5(0.464 7~1.228 0) d,仅吡虫啉组与另外3组的差异有统计学意义(2种胶饵 LT_{50} 比率的95%CI不含1)。4种胶饵毒杀虫尸连锁灭蟑30 d的死亡率均>98.00%,2.15%吡虫啉、1.00%毒死蜱、0.50%呋虫胺和0.05%氟虫腈胶饵毒杀虫尸组的 LT_{50} 分别为6.012 4(5.229 7~6.754 5)、2.459 0(1.982 1~2.940 2)、3.654 1(3.150 1~4.145 6)和4.589 3(4.064 6~5.088 8) d,4种胶饵毒杀虫尸 LT_{50} 两两比较差异均有统计学意义(2种胶饵 LT_{50} 比率的95%CI不含1)。加入猫粮后连锁灭蟑药效明显减弱,死亡率下降, LT_{50} 增大,4种胶饵毒杀虫尸连锁灭蟑有无加入猫粮间差异有统计学意义(2种胶饵 LT_{50} 比率的95%CI不含1),抑制率分别为120.96%、979.86%、276.83%和207.31%。**结论** 该品牌4种杀蟑胶饵效果良好,1.00%毒死蜱胶饵、0.50%呋虫胺胶饵和0.05%氟虫腈胶饵均能达到快速灭蟑效果。现场灭蟑需要控制食物对胶饵产生的干扰,注意不同药物成分的胶饵交替使用,可达到较好的灭效。

关键词: 杀蟑胶饵; 德国小蠊; 杀灭效果; 连锁灭效; 吡虫啉; 毒死蜱; 呋虫胺; 氟虫腈

中图分类号: S482.3; S481+.9; R384.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-8280(2020)05-0559-06

DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2020.05.012

Laboratory efficacy against *Blattella germanica* of four cockroach-killing gel baits containing different effective constituents

LIU Yao, LIU Hong-xia, LENG Pei-en, XU Jin-qiu, ZHU Jiang, FAN Ming-qiu, ZHOU Yi-bin

Shanghai Municipal Center for Disease Control and Prevention, Shanghai 200336, China

Corresponding author: ZHOU Yi-bin, Email: zhouyibin@scdc.sh.cn

Abstract: **Objective** To investigate the laboratory efficacy (killing effect, chain-killing effect, and the effect of food source on chain-killing effect) against *Blattella germanica* of four cockroach-killing gel baits (2.15% imidacloprid gel bait, 1.00% chlorpyrifos gel bait, 0.50% dinotefuran gel bait, and 0.05% fipronil gel bait) of the same brand. **Methods** According to the national standard methods (GB/T 13917.7-2009), the laboratory efficacy of the four gel baits was tested; the chain-killing effect was tested by feeding live cockroaches with dead ones killed by the gel baits; the influence of food source on chain-killing effect was tested by feeding live cockroaches with bait-killed cockroaches mixed with cat food. The data were recorded in Excel 2007 software. DPS V 9.01 software was used to calculate the median lethal time (LT_{50}), 95% confidence interval (CI), and toxicity regression equation of *B. germanica*, and the significance of LT_{50} was analyzed, if 95% CI of LT_{50} ratio of two baits included 1, there was no significant difference in LT_{50} between the two baits. **Results** In the laboratory efficacy test, the LT_{50} values of 2.15% imidacloprid gel bait, 1.00% chlorpyrifos gel bait, 0.50% dinotefuran gel bait, and 0.05% fipronil gel bait were 2.823 9 (2.581 8~3.079 0) d, 0.745 5 (0.603 4~0.890 3) d, 0.793 5 (0.630 9~0.959 3) d, and 0.846 5 (0.464 7~1.228 0) d, respectively; only the imidacloprid group showed significant differences from the other three groups (95% CI of LT_{50} ratio of two baits did not include 1). In the chain efficacy experiment, the mortality rate on day 30 was >98.00% for all the four baits; the LT_{50} values of the four gel baits were 6.012 4 (5.229 7~6.754 5) d, 2.459 0 (1.982 1~2.940 2) d, 3.654 1 (3.150 1~4.145 6) d, and 4.589 3 (4.064 6~5.088 8) d, respectively; multiple comparisons showed

作者简介: 刘曜,女,主管技师,主要从事病媒生物研究工作,Email:liuyao@scdc.sh.cn

通信作者: 周毅彬,Email:zhouyibin@scdc.sh.cn

significant differences between any two baits (95%CI of LT_{50} ratio of two baits did not include 1). After adding cat food for all the four baits, the chain-killing effect was significantly weakened, the mortality rate was decreased, and the LT_{50} was increased (95%CI of post-pre LT_{50} ratio did not include 1); the inhibition ratios were 1.21, 9.80, 2.77, and 2.07 times, respectively. **Conclusion** The four cockroach-killing gel baits show good laboratory efficacy, and 1.00% chlorpyrifos gel bait, 0.50% dinotefuran gel bait, and 0.05% fipronil gel bait can kill cockroaches quickly. It is necessary to control the interference of food source on the gel bait when control cockroaches. Alternative use of gel baits of different constituents can achieve a better killing effect.

Key words: Cockroach-killing gel bait; *Blattella germanica*; Killing effect; Chain-killing effect; Imidacloprid; Chlorpyrifos; Dinotefuran; Fipronil

蜚蠊的存在历史可以追溯到三亿五千万年前^[1],是目前进化最成功的生物之一。其中德国小蠊(*Blattella germanica*)因其繁殖能力强、传播速度快,在热带、亚热带、温带、寒带均有发现,目前在全世界分布最为广泛。在我国,德国小蠊广泛分布在云南、贵州、四川、西藏、广西、广东、福建、上海、北京、辽宁、黑龙江、新疆和陕西等省(自治区、直辖市)^[2]。

德国小蠊与人类生活息息相关,是最难治理的病媒生物之一,它们喜栖息于缝隙处,身体可携带多种病毒、细菌和寄生虫,通过摄取食物和自身运动将这些病原体传播至人体,易引发哮喘、鼻炎等疾病,是重要的病媒生物^[3-5]。目前德国小蠊的综合防治还是以化学防治为主,使用菊酯类杀虫剂滞留喷洒,药物长期使用导致德国小蠊的抗性升高^[6],杀蟑胶饵作为新型杀虫剂毒饵弥补了抗药性增高的问题。胶饵具有药物活性高、保湿性好、操作简便等特点^[7],越来越多地被应用于蜚蠊容易孳生的环境^[8-9]。杀蟑胶饵有多种药物有效成分,对蜚蠊连锁灭杀效果各不相同。本研究对同一品牌4种不同有效成分胶饵的灭蟑效果和连锁灭蟑效果进行观察,并研究环境中食物对灭蟑效果的影响。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 试虫 德国小蠊,为上海市疾病预防控制中心传染病防治所病媒生物防治科实验室饲养敏感品系,选用10~15 d成虫供试,雌、雄各半。

1.1.2 杀蟑胶饵 实验选择同一生产商出品的不同有效成分的杀蟑胶饵,产品均为市售包装:有效成分分别为2.15%吡虫啉、1.00%毒死蜱、0.50%呋虫胺和0.05%氟虫腈。

1.1.3 实验材料 猫粮、透明玻璃方箱(70 cm×70 cm×70 cm)、亚克力透明方箱(20 cm×20 cm×20 cm)、电子天平(JD系列电子分析天平)、胶头滴管、棉花、培养皿、电油汀、加湿器。

1.1.4 环境控制 温度(26±1)℃,相对湿度(60±10)%。

1.2 方法

1.2.1 室内药效测定方法 参照《农药登记卫生用杀虫剂室内药效试验方法及评价 第7部分:饵剂》(GB/T 13917.7—2009)^[10]。采用透明玻璃方箱,用透明胶带封住方箱顶盖缝隙处,将30只敏感品系德国小蠊试虫由放虫孔放入已经密封的方箱装置,塞紧放虫孔。待试虫恢复正常活动后,在方箱中央、对角线两端分别放置3个培养皿,中央培养皿中加入浸润脱氯水的棉花,在靠近放虫孔一端的培养皿中加1 g待测杀蟑胶饵,对角线另一端的培养皿中加入猫粮。逐日观察试虫死亡情况并计数,每日将死亡的试虫取出放入冰箱-20℃保存待用,连续观察12 d。试虫死亡标准:毛刷轻触无逃逸反应。方箱实验设置3次平行对照和猫粮空白对照,每次实验结束后,清洗玻璃方箱。

1.2.2 连锁灭蟑实验 取有机玻璃方箱,在缸口涂抹2 cm的液体石蜡和医用凡士林1:1混合物,有机玻璃方箱的编号与室内药效实验的3组平行实验相对应。将用CO₂麻醉后的德国小蠊放入方箱,每个方箱放20只,待试虫恢复正常活动后,在方箱中央、对角线两端分别放置3个培养皿,中央培养皿中加入浸润脱氯水的棉花,将1.2.1室内药效实验中对应的死亡蜚蠊放入对角线一端培养皿,培养皿中放3只毒杀虫尸,另一端的培养皿不加任何其他食物,使用红色食用色素标记虫尸腹部以区别,每4 d更换一次新鲜虫尸,每日观察死虫情况并计数,将死亡的试虫取出,连续观察30 d。实验设置一组空白对照,使用敏感品系德国小蠊冷冻60 min后放入方箱。

1.2.3 食源干扰连锁灭蟑实验 与1.2.2连锁灭蟑实验同步进行,实验步骤同1.2.2,对角线一端的培养皿中放入3只1.2.1室内药效实验中死亡的蜚蠊,另一端培养皿中加入3粒猫粮,每4 d更换一次新鲜虫尸和猫粮,实验设置猫粮空白对照组。

1.3 统计学分析 使用Excel 2007软件录入数据。采用DPS V 9.01软件,将浓度换算成对数值作为自变量 x ,将各浓度对应的死亡发生频率换算成概率单位作为因变量 y ,建立 $y=ax+b$ 毒力回归方程,在此基础上计算德国小蠊半数死亡时间(LT_{50})、95%可信区间(95%CI)和毒力回归方程,并进行 LT_{50} 的

显著性分析^[11]。DPS 系统采用 2 种胶饵 LT₅₀ 的比率来检验:当 LT₅₀ 比率的 95%CI 包含 1,则 2 种药剂的 LT₅₀ 之间差异无统计学意义。计算公式:

抑制率(%) =
食源干扰连锁灭蟑实验 LT₅₀ - 连锁灭蟑实验 LT₅₀
连锁灭蟑实验 LT₅₀
× 100^[12]

2 结果

2.1 4 种胶饵室内药效实验结果 4 种胶饵室内药效实验结果见图 1、表 1。2.15%吡虫啉、1.00%毒死蜱、0.50%呋虫胺和 0.05%氟虫腈胶饵 12 d 的德国小蠊死亡率分别为 87.78%、98.98%、100% 和 100%。其中 0.05%氟虫腈组在 4 d 时死亡率即达 100%；0.50%呋虫胺组在 3 d、1.00%毒死蜱组在 4 d 时死亡率均已达 90.00% 以上。2.15%吡虫啉组在 8 d 时的死亡率达到了 80.00% 以上,直至 12 d。

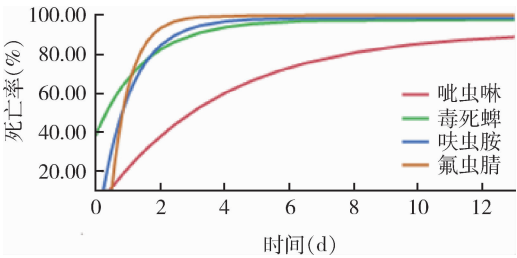


图 1 4 种胶饵灭杀德国小蠊时间死亡率拟合曲线
Figure 1 Fitting curves of time-mortality data of *Blattella germanica* killed by four gel baits

2.15%吡虫啉、1.00%毒死蜱、0.50%呋虫胺和 0.05%氟虫腈的 LT₅₀ 分别为 2.823 9(2.581 8~3.079 0)、

表 1 4 种胶饵对德国小蠊的室内药效结果

Table 1 Laboratory efficacy against *Blattella germanica* of four gel baits

药物名称	12 d 死亡率 (%)	毒力回归方程 (y=ax+b) ^a	LT ₅₀ (d)	95%CI(d)
吡虫啉	87.78	1.885 7x+4.149 9	2.823 9	2.581 8~3.079 0
毒死蜱	98.98	2.078 0x+5.265 1	0.745 5	0.603 4~0.890 3
呋虫胺	100.00	2.346 1x+5.235 6	0.793 5	0.630 9~0.959 3
氟虫腈	100.00	3.944 4x+5.285 4	0.846 5	0.464 7~1.228 0

注:a. y=斜率x+截距。

0.745 5(0.603 4~0.890 3)、0.793 5(0.630 9~0.959 3) 和 0.846 5(0.464 7~1.228 0) d。

采用 DPS V 9.01 软件对 2.15%吡虫啉、1.00%毒死蜱、0.50%呋虫胺和 0.05%氟虫腈胶饵的 LT₅₀ 进行两两比较,1.00%毒死蜱、0.50%呋虫胺、0.05%氟虫腈 3 组间的比率 95%CI 包含 1,差异无统计学意义,2.15%吡虫啉组与另外 3 组药物的差异有统计学意义。见表 2。

2.2 4 种胶饵连锁灭蟑实验结果 使用 4 种胶饵毒杀死亡的蜚蠊作为毒饵,连锁第 1 次灭蟑实验药效结果见图 2、表 3。实验结果表明,4 种胶饵毒杀虫尸的连锁灭蟑效应均较强。2.15%吡虫啉、1.00%毒死蜱、0.50%呋虫胺和 0.05%氟虫腈毒杀虫尸组分别在 19、8、11、13 d 时死亡率达到 90.00%。此外,2.15%吡虫啉、0.50%呋虫胺和 0.05%氟虫腈毒杀虫尸组在 26、20、18 d 时死亡率达到 100%,1.00%毒死蜱组死亡率在 22 d 时达到 98.33%,直到 30 d 实验观察结束。

2.15%吡虫啉、1.00%毒死蜱、0.50%呋虫胺和

表 2 4 种胶饵对德国小蠊的室内药效结果比较

Table 2 Comparison of laboratory efficacy against *Blattella germanica* of four gel baits

药物名称	吡虫啉		毒死蜱		呋虫胺	
	比值	95%CI	比值	95%CI	比值	95%CI
毒死蜱	3.787 9	3.209 2~4.471 0 ^a	-	-	-	-
呋虫胺	3.558 6	3.015 4~4.199 7 ^a	0.939 5	0.771 0~1.144 7	-	-
氟虫腈	3.335 8	2.743 6~4.055 9 ^a	0.880 7	0.704 5~1.100 9	0.937 4	0.750 0~1.171 7

注:表中为相应列和行对应药物间室内药效结果 LT₅₀ 比较;a. 表示差异有统计学意义(95%CI 不包含 1);-, 表示同种药物间不比较或表中其他位置已经显示。

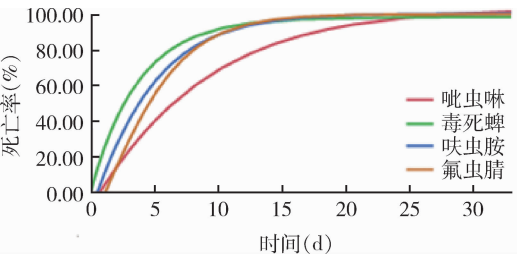


图 2 4 种胶饵毒杀虫尸灭杀德国小蠊的时间死亡率拟合曲线
Figure 2 Fitting curves of time-mortality data of *Blattella germanica* feeding on dead cockroaches killed by four gel baits

0.05%氟虫腈毒杀虫尸组的 LT₅₀ 分别为 6.012 4 (5.229 7~6.754 5)、2.459 0 (1.982 1~2.940 2)、3.654 1 (3.150 1~4.145 6) 和 4.589 3 (4.064 6~5.088 8) d。

采用 DPS V 9.01 软件对 2.15%吡虫啉、1.00%毒死蜱、0.50%呋虫胺和 0.05%氟虫腈虫尸的 LT₅₀ 进行两两比较,差异均有统计学意义(比率的 95%CI 均不包含 1)(表 4)。结合表 3 的 LT₅₀ 值,连锁毒杀速度从快到慢依次为 1.00%毒死蜱、0.50%呋虫胺、0.05%氟虫腈和 2.15%吡虫啉。

2.3 食源干扰连锁灭蟑实验结果 在有机玻璃方

表 3 4 种胶饵虫尸对德国小蠊的室内药效结果

Table 3 Laboratory efficacy against *Blattella germanica* of dead cockroaches killed by four gel baits

药物名称	30 d 死亡率 (%)	毒力回归方程($y=ax+b$)	LT ₅₀ (d)	95%CI(d)
吡虫啉虫尸	100.00	$2.8217x+2.8018$	6.012 4	5.229 7~6.754 5
毒死蜱虫尸	98.33	$2.1689x+4.1525$	2.459 0	1.982 1~2.940 2
呋虫胺虫尸	100.00	$2.9900x+3.3173$	3.654 1	3.150 1~4.145 6
氟虫腈虫尸	100.00	$3.8190x+2.4728$	4.589 3	4.064 6~5.088 8

表 4 4 种胶饵虫尸对德国小蠊的室内药效结果比较

Table 4 Comparison of laboratory efficacy against *Blattella germanica* of dead cockroaches killed by four gel baits

药物名称	吡虫啉虫尸		毒死蜱虫尸		呋虫胺虫尸	
	比值	95%CI	比值	95%CI	比值	95%CI
毒死蜱虫尸	2.445 1	2.067 9~2.891 0 ^a	—	—	—	—
呋虫胺虫尸	1.645 4	1.454 1~1.861 8 ^a	0.672 9	0.564 1~0.802 8 ^a	—	—
氟虫腈虫尸	1.310 1	1.176 7~1.458 6 ^a	0.535 8	0.454 1~0.632 3 ^a	0.796 2	0.705 6~0.898 5 ^a

注:表中为相应列和行对应药物间室内药效结果 LT₅₀ 比较; a. 表示差异有统计学意义(95%CI 不包含 1); —. 表示同种药物间不比较或表中其他位置已经显示。

箱中放入胶饵毒杀死亡的蜚蠊和等量的猫粮,模拟食源未清除的环境,4 组实验德国小蠊 30 d 时死亡率均有下降,LT₅₀也相应增大,结果见图 3。与图 2 比较,加入猫粮作为干扰因素后,蜚蠊每日死亡数比纯胶饵毒杀虫尸组少,2.15%吡虫啉组和 0.05%氟虫腈组在 4 d 时死亡率为 10.00%,1.00%毒死蜱组、0.50%呋虫胺组分别在 11 和 6 d 时死亡率达到 10.00%。

实验结果显示,2.15%吡虫啉、1.00%毒死蜱、

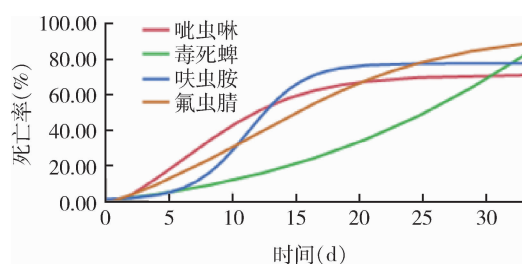


图 3 4 种胶饵虫尸加入猫粮灭杀德国小蠊时间死亡率拟合曲线

Figure 3 Fitting curves of time-mortality data of *Blattella germanica* feeding on cat food mixed with dead cockroaches killed by four gel baits

0.50%呋虫胺和 0.05%氟虫腈毒杀虫尸加猫粮组的 LT₅₀ 分别为 13.285 2(12.391 8~14.277 4)、26.553 7(23.853 1~30.386 9)、13.769 7(12.047 9~16.055 8) 和 14.103 4(13.338 1~14.960 4) d。死亡率相对于纯毒杀虫尸组均有下降,2.15%吡虫啉组、1.00%毒死蜱组 30 d 时死亡率为 70.00%和 68.33%,0.50%呋虫胺组和 0.05%氟虫腈组的死亡率均>80.00%。见表 5。

采用 DPS V 9.01 软件对 2.15%吡虫啉、1.00%毒死蜱、0.50%呋虫胺和 0.05%氟虫腈毒杀虫尸加猫粮的 LT₅₀ 进行两两比较,结果见表 6。2.15%吡虫啉、0.50%呋虫胺、0.05%氟虫腈组间差异均无统计学意义(比率的 95%CI 均包含 1),而 1.00% 毒死蜱组与另外 3 种药物组间差异有统计学意义(比率的 95%CI 均不包含 1),即 1.00% 毒死蜱组的 LT₅₀ 大于其他 3 组。

2.4 环境中食源对胶饵连锁效应的影响 在连锁灭蟑实验中加入猫粮对连锁灭蟑的效果产生影响,采用 DPS V 9.01 软件对比同一种胶饵毒杀虫尸中有无猫粮的 2 组,结果见表 7。4 种胶饵纯毒杀虫尸组和毒杀虫尸加猫粮组间差异均有统计学意义(比率的

表 5 4 种胶饵虫尸加猫粮对德国小蠊的室内药效结果

Table 5 Laboratory efficacy against *Blattella germanica* of cat food mixed with dead cockroaches killed by four gel baits

药物名称	30 d 死亡率 (%)	毒力回归方程($y=ax+b$)	LT ₅₀ (d)	95%CI(d)
吡虫啉虫尸加猫粮	70.00	$2.0772x+2.6665$	13.285 2	12.391 8~14.277 4
毒死蜱虫尸加猫粮	68.33	$2.6815x+1.1812$	26.553 7	23.853 1~30.386 9
呋虫胺虫尸加猫粮	81.67	$3.2922x+1.2504$	13.769 7	12.047 9~16.055 8
氟虫腈虫尸加猫粮	88.33	$2.7381x+1.8530$	14.103 4	13.338 1~14.960 4

表 6 4 种胶饵虫尸加猫粮对德国小蠊的室内药效结果比较

Table 6 Comparison of laboratory efficacy against *Blattella germanica* of cat food mixed with dead cockroaches killed by four gel baits

药物名称	吡虫啉虫尸加猫粮		毒死蜱虫尸加猫粮		呋虫胺虫尸加猫粮	
	比值	95%CI	比值	95%CI	比值	95%CI
毒死蜱虫尸加猫粮	0.500 3	0.450 1~0.556 2 ^a	—	—	—	—
呋虫胺虫尸加猫粮	0.964 8	0.886 3~1.050 3	1.928 4	1.757 1~2.116 4 ^a	—	—
氟虫腈虫尸加猫粮	0.942 0	0.861 8~1.029 7	1.882 8	1.709 0~2.074 2 ^a	0.976 3	0.907 4~1.050 6

注:表中为相应列和行对应药物间室内药效结果 LT₅₀ 比较; a. 表示差异有统计学意义(95%CI 不包含 1); —. 表示同种药物间不比较或表中其他位置已经显示。

表7 灭蟑时有无食源干扰结果比较

Table 7 Comparison of cockroach-killing effect between with and without food source interference

药物名称	比值 ^a	95%CI
吡虫啉虫尸	0.452 6	0.407 6~0.502 5 ^b
毒死蜱虫尸	0.092 6	0.078 3~0.109 6 ^b
呋虫胺虫尸	0.265 4	0.238 4~0.295 4 ^b
氟虫腈虫尸	0.325 4	0.296 8~0.356 8 ^b

注:a. 使用DPS V 9.01软件对比胶饵毒杀虫尸和相应虫尸加猫粮的LT₅₀; b. 虫尸中有无加猫粮之间比较差异有统计学意义(95%CI不包含1)。

95%CI均不包含1)。

使用每组的LT₅₀计算猫粮对连锁灭蟑实验的抑制率,2.15%吡虫啉、1.00%毒死蜱、0.50%呋虫胺和0.05%氟虫腈组的抑制率达120.96%、979.86%、276.83%和207.31%。

3 讨论

目前已有较多研究表明,德国小蠊对有机氯、有机磷、氨基甲酸酯和拟除虫菊酯类杀虫剂产生了抗药性^[13-16]。胶饵以胶质作为基质,本身含水量高,还可以在表面形成保护膜,防止水分自然蒸发,保持含水状态^[17-18]。该特性使得胶饵具有良好的适口性,杀蟑活性高,越来越多地被用于蜚蠊防治的使用。胶饵产品的杀蟑药物成分、浓度、基质配方、加工工艺和添加物等,如防腐剂、引诱剂的含量均能对产品效果产生影响^[9]。

本次实验选用同一生产商出品的不同有效成分的杀蟑胶饵,其外观、嗅觉及物理性状都基本一致。室内药效结果显示,1.00%毒死蜱、0.50%呋虫胺和0.05%氟虫腈胶饵的LT₅₀均<1 d,3种胶饵间差异无统计学意义,2.15%吡虫啉组LT₅₀为2.82 d,与另外3种胶饵差异有统计学意义。根据《农药登记卫生用杀虫剂室内药效实验方法及评价 第7部分: 饵剂》(GB/T 13917.7—2009),以12 d的蜚蠊死亡率对胶饵评价,0.50%呋虫胺和0.05%氟虫腈胶饵为A级,1.00%毒死蜱胶饵为B级。毒死蜱具有广谱、高效的杀虫效用,属于有机磷类杀虫剂,主要是触杀,有微弱的内吸作用^[18]。呋虫胺是烟碱类杀虫剂,有触杀、胃毒的作用,杀虫活性高,速效、广谱、持久。氟虫腈的作用机制在于与蜚蠊神经中枢细胞膜上的γ-氨基丁酸(GABA)受体结合而阻塞神经细胞的氯离子通道,干扰昆虫神经系统的正常功能而导致昆虫死亡,灭蟑作用迅速,与张龙来等^[19]的研究结果相似。吡虫啉主要作用于昆虫的中枢神经系统,使得昆虫麻痹继而死亡,具有触杀、胃毒和内吸等药效,是烟碱乙酰胆碱受体的抑制剂^[19-20]。吡虫啉成分在浓度较高的情况下,试虫能够被快速击倒^[16,19],

在本次实验中使用的浓度为2.15%成品制剂,市售产品中还有2.50%吡虫啉胶饵可以选用。

4种杀蟑胶饵的连锁灭蟑实验结果显示,4种成分的胶饵均有较好的连锁灭蟑效应,灭蟑时间从快到慢依次为1.00%毒死蜱、0.50%呋虫胺、0.05%氟虫腈和2.15%吡虫啉。4种胶饵间LT₅₀两两比较差异均有统计学意义;从死亡率来看,前3种胶饵毒杀死亡的虫尸在18~22 d内死亡率达到98.00%~100%,2.15%吡虫啉组有机玻璃方箱内的试虫26 d全部死亡。吡虫啉易于被降解^[19],其连锁灭蟑效应弱于其他3种胶饵,与欧阳颐等^[8]的研究结果类似。对比室内药效实验结果,发现室内药效LT₅₀快速的胶饵,连锁灭蟑效果也同样优秀,即2个实验所得的LT₅₀排序一致,可能是由于胶饵毒杀过于迅速,德国小蠊本身解毒酶的速度未能分解杀蟑成分,第二代成虫食用毒杀尸体的过程中摄入了药物成分及其代谢产物,从而体现出与室内药效实验相同的死亡速率。

4种杀蟑胶饵的食源干扰连锁灭蟑实验结果显示,环境中存在食物,对胶饵的连锁灭蟑效果产生了明显的抑制作用,对2.15%吡虫啉、1.00%毒死蜱、0.50%呋虫胺和0.05%氟虫腈毒杀虫尸组的抑制率分别为1.21、9.80、2.77和2.07倍。在胶饵毒杀虫尸中加入猫粮明显降低了连锁灭杀试虫的死亡率,增加了LT₅₀,比较有无猫粮的数据,差异有统计学意义。值得注意的是,胶饵室内药效实验效果较好的0.50%呋虫胺和0.05%氟虫腈30 d时死亡率均达到80.00%以上,2.15%吡虫啉组次之,而1.00%毒死蜱组的死亡率最低,LT₅₀最大,抑制率最高。

本次研究选用敏感品系的德国小蠊,实验室环境恒定可控,呈现的结果可对胶饵成分的选用提供依据。1.00%毒死蜱、0.50%呋虫胺和0.05%氟虫腈胶饵均呈现了良好的杀蟑和连锁灭蟑效果,在蜚蠊防治工作中可以优先选择这3种成分的胶饵产品。此外,环境中的食源可对胶饵的效果产生较大的干扰作用,灭蟑场所需要打扫卫生,食物密封包装,垃圾日产日清。胶饵的点涂应该遵循点少面广的原则,严格遵循产品使用说明书进行操作,重点关注缝隙、孔洞处^[21],如无提示标准用量,每个点施放量为0.1~0.2 g,1~2 g/m²为基本适宜的使用剂量^[22]。首次灭杀饱和投药,告知场所工作人员不要清除胶饵和毒杀虫尸,可以发挥连锁灭杀效果,后期根据蜚蠊密度情况补充胶饵,达到长期防制的效果。

参考文献

- [1] 梁军辉,任东,叶青培,等. 中国蜚蠊目昆虫化石研究[J]. 动物分类学报, 2006, 31 (1): 102-108. DOI: 10.3969/j.issn.

- 1000-0739.2006.01.015.
- Liang JH, Ren D, Ye QP, et al. The fossil Blattaria of China: a review of present knowledge[J]. Acta Zootaxonom Sin, 2006, 31(1):102-108. DOI:10.3969/j.issn.1000-0739.2006.01.015.
- [2] 冯平章,郭予元,吴福祯. 中国蟑螂种类及防治[M]. 北京:中国科学技术出版社,1997:4-15.
- Feng PZ, Guo YY, Wu FZ. Species and control of cockroaches in China[M]. Beijing: Science and Technology of China Press, 1997:4-15.
- [3] Oliva GR, Díaz C, González OF, et al. *Blattella germanica* as a possible cockroach vector of micro-organisms in a hospital[J]. J Hosp Infect, 2010, 74(1):93-95. DOI: 10.1016/j.jhin.2009.09.002.
- [4] La Grutta S, Cibella F, Passalacqua G, et al. Association of *Blattella germanica* sensitization with atopic diseases in pediatric allergic patients[J]. Pediatr Allergy Immunol, 2011, 22(5):521-527. DOI:10.1111/j.1399-3038.2010.01128.x.
- [5] Sanei Dehkordi A, Salim Abadi Y, Nasirian N, et al. Synergists action of piperonyl butoxide and S, S, S-tributyl phosphorothioate on toxicity of carbamate insecticides against *Blattella germanica* [J]. Asian Pac J Trop Med, 2017, 10(10):981-986. DOI: 10.1016/j.apjtm.2017.09.010.
- [6] 陈红娜,周明浩,张爱军,等. 呋虫胺对德国小蠊的杀灭效果研究[J]. 中华卫生杀虫药械, 2017, 23(6):520-521, 524. DOI:10.19821/j.1671-2781.2017.06.007.
- Chen HN, Zhou MH, Zhang AJ, et al. Efficacy of dinotefuran against *Blattella germanica* [J]. Chin J Hyg Insect Equip, 2017, 23(6):520-521, 524. DOI:10.19821/j.1671-2781.2017.06.007.
- [7] 周景梅,贾炜,郁杨,等. 影响灭蟑胶饵使用质量因素的探讨[J]. 中华卫生杀虫药械, 2015, 21(2):131-135. DOI:10.19821/j.1671-2781.2015.02.007.
- Zhou JM, Jia W, Yu Y, et al. Study on evaluation factors of cockroach gel bait[J]. Chin J Hyg Insect Equip, 2015, 21(2):131-135. DOI:10.19821/j.1671-2781.2015.02.007.
- [8] 欧阳颀,林康明,李华,等. 5种胶饵对德国小蠊实验室连锁杀灭效果的研究[J]. 中华卫生杀虫药械, 2018, 24(5):430-432. DOI:10.19821/j.1671-2781.2018.05.004.
- Ouyang Y, Lin KM, Li H, et al. Laboratory chain efficacy of five kinds of gel bait against *Blattella germanica* [J]. Chin J Hyg Insect Equip, 2018, 24(5):430-432. DOI:10.19821/j.1671-2781.2018.05.004.
- [9] 吕鸿雁,孙锦程,郝蕙玲. 5种吡虫啉胶饵保湿防霉性能测评及其对德国小蠊的药效测试[J]. 中华卫生杀虫药械, 2019, 25(2):102-104. DOI:10.19821/j.1671-2781.2019.02.002.
- Lyu HY, Sun JC, Hao HL. Evaluation of moisture retention and mildew resistance of five imidacloprid gel baits and their efficacy on *Blattella germanica* [J]. Chin J Hyg Insect Equip, 2019, 25(2):102-104. DOI:10.19821/j.1671-2781.2019.02.002.
- [10] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. GB/T 13917.7-2009 农药登记用卫生杀虫剂室内药效试验及评价 第7部分: 饵剂[S]. 北京:中国标准出版社,2009.
- General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, Standardization Administration of China. GB/T 13917.7-2009 Laboratory efficacy test methods and criterions of public health insecticides for pesticide registration-Part 7: Bait [S]. Beijing: Standards Press of China, 2009.
- [11] 李雨春,杜尊伟,王学忠,等. ICEstimator在蚊虫毒理学半数致死浓度计算上的应用[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2009, 20(6):558-560.
- Li YC, Du ZW, Wang XZ, et al. Application of ICEstimator in the mosquito toxicology to calculate median lethal concentration [J]. Chin J Vector Biol Control, 2009, 20(6):558-560.
- [12] 胡锡琴,乔雷,林飞,等. 配伍赤芍对马钱子LD₅₀和镇痛作用的影响[J]. 陕西中医学院学报, 2009, 32(2):57-58. DOI: 10.13424/j.cnki.jsctcm.2009.02.030.
- Hu XQ, Qiao L, Lin F, et al. Effect of compatibility of red peony on LD₅₀ and analgesic effect of strychnine [J]. J Shaanxi Coll Tradit Chin Med, 2009, 32(2):57-58. DOI: 10.13424/j.cnki.jsctcm.2009.02.030.
- [13] Salehi A, Vatandoost H, Hazratian T, et al. Detection of bendiocarb and carbaryl resistance mechanisms among German cockroach *Blattella germanica* (Blattaria: Blattellidae) collected from Tabriz hospitals, East Azerbaijan province, Iran in 2013 [J]. J Arthropod-Borne Dis, 2016, 10(3):403-412.
- [14] Chai RY, Lee CY. Insecticide resistance profiles and synergism in field populations of the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) from Singapore[J]. J Econ Entomol, 2010, 103(2):460-471. DOI:10.1603/EC09284.
- [15] Naqqash MN, Gökçe A, Bakhsh A, et al. Insecticide resistance and its molecular basis in urban insect pests[J]. Parasitol Res, 2016, 115(4):1363-1373. DOI:10.1007/s00436-015-4898-9.
- [16] 张守刚,孙燕群,陆墨原,等. 2013-2017年南京市德国小蠊抗药性与实验室胶饵杀蟑效果分析[J]. 现代预防医学, 2019, 46(13):2440-2444.
- Zhang SG, Sun YQ, Lu MY, et al. Resistance of *Blattella germanica* and laboratory gel bait effect of killing cockroach in Nanjing, 2013-2017 [J]. Mod Prevent Med, 2019, 46(13):2440-2444.
- [17] 钱万红,王忠灿,吴光华. 消毒杀虫灭鼠技术[M]. 北京:人民卫生出版社,2008:44-45.
- Qian WH, Wang ZC, Wu GH. Technologies on disinfection, disinsection and deratization [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2008:44-45.
- [18] 王福山,张晖,张仁敏,等. 10种杀蟑饵剂对美洲大蠊的杀灭效果研究[J]. 中华卫生杀虫药械, 2016, 22(4):336-337. DOI:10.19821/j.1671-2781.2016.04.007.
- Wang FS, Zhang H, Zhang RM, et al. Efficacy of 10 kinds of baits against *Periplaneta americana* [J]. Chin J Hyg Insect Equip, 2016, 22(4):336-337. DOI: 10.19821/j.1671-2781.2016.04.007.
- [19] 张龙来,唐丽萍,廖国栋,等. 3种不同有效成分杀蟑饵剂对蟑螂的药效研究[J]. 中华卫生杀虫药械, 2018, 24(2):126-128. DOI:10.19821/j.1671-2781.2018.02.005.
- Zhang LL, Tang LP, Liao GD, et al. Efficacy of three kinds of cockroach bait with different active ingredient [J]. Chin J Hyg Insect Equip, 2018, 24(2):126-128. DOI:10.19821/j.1671-2781.2018.02.005.
- [20] Tomizawa M, Casida JE. Selective toxicity of neonicotinoids attributable to specificity of insect and mammalian nicotinic receptors [J]. Annu Rev Entomol, 2003, 48:339-364. DOI: 10.1146/annurev.ento.48.091801.112731.
- [21] 蒋璐,王飞,陆珏磊. 氟虫腈胶饵在旧式里弄居民住宅中灭蟑效果调查[J]. 上海预防医学, 2016, 28(8):526-527, 531. DOI:10.19428/j.cnki.sjpm.2016.08.003.
- Jiang L, Wang F, Lu JL, et al. The control effect of fipronil gel bait against cockroaches in the old-style lane residence [J]. Shanghai J Prev Med, 2016, 28(8):526-527, 531. DOI: 10.19428/j.cnki.sjpm.2016.08.003.
- [22] 冯向阳,费守华. 应用胶饵防治德国小蠊的现状和研究进展[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2014, 25(3):277-280. DOI:10.11853/j.issn.1003.4692.2014.03.023.
- Feng XY, Fei SH. Current status and research progress in gel bait control of *Blattella germanica* in China [J]. Chin J Vector Biol Control, 2014, 25(3):277-280. DOI:10.11853/j.issn.1003.4692.2014.03.023.