

氟啶虫酰胺与噻虫啉复配比例筛选及对蚜虫田间防效评价

吴建挺¹, 徐龙祥¹, 赵恭文¹, 狄春香², 路洪宝¹

(1. 山东中农联合生物科技股份有限公司, 山东济南 250131; 2. 山东省农村经济管理服务总站, 山东济南 250013)

摘要 [目的]探索氟啶虫酰胺与噻虫啉复配防治蚜虫的最佳比例,及其复配后对蚜虫的田间防效和对作物的安全性。[方法]依据农药试验准则,通过室内活性测定试验及田间药效试验进行验证。[结果]氟啶虫酰胺和噻虫啉复配比例为1:2时,处理蚜虫24、48 h后共毒系数均最高,表现出增效作用。以此比例加工成60%氟啶·噻虫啉WDG进行田间药效试验时,60%氟啶·噻虫啉WDG 225 g/hm²处理21 d内对西瓜蚜虫和桃蚜防效分别为90.45%和88.32%,优于相同条件下各单剂处理。[结论]氟啶虫酰胺与噻虫啉复配能够兼顾蚜虫防治的持效期与速效性,且两者对蜜蜂毒性低,可以用于作物蚜虫防治。

关键词 氟啶虫酰胺;噻虫啉;复配;蚜虫

中图分类号 S433.39 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)18-0120-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.18.030



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Screening of Compound Proportion and Evaluation of Field Control Effect of Fonicamid and Thiacloprid on Aphids

WU Jian-ting, XU Long-xiang, ZHAO Gong-wen et al (Shandong Sino-agri United Biotechnology Co., Ltd., Jinan, Shandong 250131)

Abstract [Objective] To control aphids, the optimal proportion of fonicamid and thiacloprid were explored, and the field control effect of aphids and safety to crops were tested. [Method] According to the pesticide test guidelines, the laboratory activity test and field efficacy test were conducted to verify. [Result] When the mixture ratio of fonicamid and thiacloprid was 1:2, the co-toxicity coefficient was the highest after 24 and 48 h treatment, showing synergistic effect. Then 60% fonicamid · thiacloprid WDG was processed in this proportion for field efficacy test. The control effect of 60% fonicamid · thiacloprid WDG 225 g/hm² on watermelon aphids and peach aphid was 90.45% and 88.32% within 21 days, respectively, which was significantly better than that of each single agent under the same condition. [Conclusion] The combination of fonicamid and thiacloprid can give both the duration and quickness of aphid control, and both of them have low toxicity to bees, so they can be used for aphid control in crops.

Key words Fonicamid; Thiacloprid; Mixtures; Aphid

蚜虫(aphis)俗称腻虫或蜜虫等,主要生存于温带地区,目前世界已超过4 000种^[1-2]。蚜虫主要通过口器刺吸作物汁液,使作物营养不良,导致产量损失和品质下降^[3-4],同时蚜虫还是植物病毒扩散的媒介^[5],严重影响植物生长。目前,施用化学农药仍是防治蚜虫最经济有效的措施。但化学农药的大量使用,抗性越来越突出^[6-9],汤秋玲等^[10]研究表明目前桃蚜(*Myzus persicae*)等多种蚜虫已对有机磷类等不同类型的杀虫剂产生了抗性。开发合理农药组合是解决当前问题的有效途径。

氟啶虫酰胺(fonicamid)属吡啶酰胺类杀虫剂,具有良好的内吸性,能对蚜虫产生拒食作用,从而使蚜虫饥饿而死^[11-13]。吴声敢等^[14]通过田间药效试验证明10%氟啶虫酰胺WDG药后7 d对甜瓜蚜虫防效达95%以上,刘秀春等^[15]发现10%氟啶虫酰胺颗粒剂对苹果黄蚜防效优异且持效期长。但氟啶虫酰胺速效性较差^[16-17]。

噻虫啉(thiacloprid)属新型氯代烟碱类杀虫剂,对刺吸式和咀嚼式口器害虫有特效,具有较强的触杀、胃毒和内吸作用^[18],研究表明其对蚜虫速效性优于氟啶虫酰胺^[19-20]。氟啶虫酰胺和噻虫啉属于不同作用机理的杀虫剂,具有很好的复配可行性,但两者组合使用的研究较少。

笔者依托山东省联合农药工业有限公司原药优势,通过室内及田间药效试验,探索氟啶虫酰胺与噻虫啉复配后对蚜虫防治速效性及持效期的影响,旨在为蚜虫治理提供高效的

方案。

1 材料与方法

1.1 试验材料 试验蚜虫采集于山东省济南市天桥区温室大棚西瓜植株,采集后置于室内盆栽西瓜幼苗上,于温度(26±1)℃、相对湿度70%~80%、光照14 h:10 h(L:D)条件下饲养。试验所用西瓜品种为仁凤,购自山东省济南市济阳区山东安信种苗股份有限公司。试验所用药剂98%氟啶虫酰胺TC、98%噻虫啉TC、40%噻虫啉SC、60%氟啶·噻虫啉WDG,由山东省联合农药工业有限公司提供,其中60%氟啶·噻虫啉WDG为在登记制剂,登记靶标西瓜蚜虫;10%氟啶虫酰胺WDG(日本石原产业株式会社)从农药市场采购。

1.2 试验方法

1.2.1 室内药效试验。室内试验参照NY/T 1154.9—2008《农药室内生物测定试验准则杀虫剂》第9部分:喷雾法进行。按照试验设计,将系列药剂配制成为系列浓度的稀释液,以0.1%吐温-80水为对照;取长势一致的两叶一心西瓜苗盆栽,每株西瓜苗上接30头1日龄蚜虫若虫,置于养虫室培养24 h后,进行茎叶喷雾处理,水分挥发后立即检查原始虫数,并放入养虫室培养。每个浓度3次重复。置于温度(26±1)℃、相对湿度70%~80%、光照14 h:10 h(L:D)条件下正常饲养。分别记录起始虫数、药后24 h和药后48 h活虫数,以细毛笔轻轻拨动虫体不动视为死亡。计算死亡率和校正死亡率。

死亡率=死虫数/施药前总虫数×100%

校正死亡率=(处理死亡率-空白对照死亡率)/(100-空白对照死亡率)×100%

作者简介 吴建挺(1987—),男,山东济南人,农艺师,从事农药生物活性测定、田间药效示范、植保技术推广等工作。

收稿日期 2021-11-11

1.2.2 田间药效试验。2019—2020 年分别在山东省济南市济阳区曲堤西瓜种植区、山东省泰安市岱岳区房村桃树种植区开展 60% 氟啶·噻虫啉 WDG 防治蚜虫田间药效试验。试验设计:60% 氟啶·噻虫啉 WDG 制剂用量 150、225 g/hm²、10% 氟啶虫酰胺 WDG 制剂用量 1 350 g/hm²、40% 噻虫啉 SC 制剂用量 405 g/hm²、清水对照 5 个处理。试验方法参照《农药田间药效试验准则(一) 杀虫剂防治马铃薯等作物蚜虫》(GB/T 17980.15—2000)和《农药田间药效试验准则第 27 部分:杀虫剂防治十字花科蔬菜蚜虫》(NY/T 1464.27—2010)。每处理 4 次重复,小区面积为 50 m²,采用背负式电动喷雾器进行施药,使叶片均匀受药,施药时蚜虫发生严重。施药前每小区固定 5 点取样,施药前与施药后 1、3、7、14、21 d 各调查 1 次,计算各处理防治效果,计算公式:

$$\text{虫口减退率} = (\text{施药前虫数} - \text{施药后虫数}) / \text{施药前虫数} \times 100\%$$

$$\text{防治效果} = (\text{处理区虫口减退率} - \text{空白对照区虫口减退率}) / (100 - \text{空白对照区虫口减退率}) \times 100\%$$

1.3 数据处理及分析 采用 DPS 7.05 数据处理软件,计算

各种药剂的毒力回归方程 $y = ax + b$ (y 代表校正死亡率概率值, x 代表药剂质量浓度的常用对数)、致死中浓度 (LC₅₀)。采用 Sun 等^[21] 共毒系数法计算两药剂相互作用。

$$\text{实测毒力指数} = \text{标准药剂的 LC}_{50} \text{ 或 IC}_{50} / \text{混剂的 LC}_{50} \text{ 或 IC}_{50} \times 100$$

$$\text{理论毒力指数} = A \text{ 药剂毒力指数} \times A \text{ 药剂的百分含量} + B \text{ 药剂的毒力指数} \times B \text{ 药剂的百分含量}$$

$$\text{共毒系数} = \text{实测毒力指数} / \text{理论毒力指数} \times 100$$

复配共毒系数 (CTC) ≥ 120 表现为增效作用, $\text{CTC} \leq 80$ 表现为拮抗作用, $80 < \text{CTC} < 120$ 表现为相加作用。

运用 DPS 7.05 数据处理软件对所有数据进行统计分析,采用 Duncan 氏新复极差法进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 室内复配增效比例筛选 室内复配增效比例筛选试验结果见表 1 和表 2。结果表明氟啶虫酰胺与噻虫啉在 5:1~1:5 复配后,表现为拮抗、相加或增效作用。其中氟啶虫酰胺:噻虫啉复配比例为 1:2 时,24 和 48 h 测定共毒系数 (CTC) 均最高,分别为 166.92 和 141.75,均为增效作用。

表 1 氟啶虫酰胺和噻虫啉复配对蚜虫毒力试验结果 (24 h)

Table 1 Results of aphid virulence test of compound of flonicamid and thiacloprid (24 h)

药剂 Pesticide	有效成分比 Ratio	药后时间 Time//h	回归方程 Regression equation	LC ₅₀ mg/L	相关系数 Relative coefficient (r)	置信区间 Confidence interval	共毒系数 CTC Co-toxicity coefficient	作用 Effect
氟:噻	1:0	24	$y = 5.143 1 + 0.631 4x$	0.593 4	0.976 6	0.385 9~0.912 6	—	—
氟:噻	0:1	24	$y = 4.179 9 + 0.740 9x$	12.790 1	0.996 6	10.690 4~15.302 2	—	—
氟:噻	5:1	24	$y = 5.034 6 + 0.714 0x$	0.844 3	0.964 9	0.492 1~1.625 3	83.57	相加
氟:噻	4:1	24	$y = 5.098 2 + 0.743 9x$	0.737 8	0.979 1	0.452 9~1.202 2	99.38	相加
氟:噻	3:1	24	$y = 4.989 5 + 0.800 4x$	0.953 4	0.925 4	0.438 7~2.421 8	81.72	相加
氟:噻	2:1	24	$y = 5.027 2 + 0.721 1x$	0.916 1	0.936 0	0.404 6~2.077 0	94.95	相加
氟:噻	1:1	24	$y = 5.001 4 + 0.798 4x$	0.995 9	0.937 4	0.454 6~2.181 8	113.88	相加
氟:噻	1:2	24	$y = 5.008 6 + 0.820 1x$	0.976 0	0.958 6	0.519 0~1.835 5	166.92	增效
氟:噻	1:3	24	$y = 4.768 7 + 0.811 4x$	1.927 6	0.958 5	0.160 9~3.200 6	108.09	相加
氟:噻	1:4	24	$y = 4.744 5 + 0.782 0x$	2.121 9	0.966 6	1.364 1~3.300 6	117.94	相加
氟:噻	1:5	24	$y = 4.623 5 + 0.827 6x$	2.851 0	0.931 4	0.153 4~5.298 0	101.35	相加

表 2 氟啶虫酰胺和噻虫啉复配对蚜虫毒力试验结果 (48 h)

Table 2 Results of aphid virulence test of compound of flonicamid and thiacloprid (48 h)

药剂 Pesticide	有效成分比 Ratio	药后时间 Time//h	回归方程 Regression equation	LC ₅₀ mg/L	相关系数 Relative coefficient (r)	置信区间 Confidence interval	共毒系数 CTC Co-toxicity coefficient	作用 Effect
氟:噻	1:0	48	$y = 5.534 8 + 0.797 1x$	0.213 3	0.948 3	0.079 6~0.572 0	—	—
氟:噻	0:1	48	$y = 4.874 4 + 0.574 8x$	1.653 9	0.936 7	0.850 7~3.215 2	—	—
氟:噻	5:1	48	$y = 5.333 1 + 0.559 4x$	0.253 8	0.927 9	0.066 1~0.974 1	98.32	相加
氟:噻	4:1	48	$y = 5.315 2 + 0.573 8x$	0.282 3	0.946 0	0.092 9~0.858 0	91.50	相加
氟:噻	3:1	48	$y = 5.309 7 + 0.732 8x$	0.327 9	0.916 4	0.103 8~1.376 0	83.16	相加
氟:噻	2:1	48	$y = 5.298 0 + 0.592 8x$	0.314 3	0.912 8	0.077 2~1.278 8	95.63	相加
氟:噻	1:1	48	$y = 5.268 2 + 0.681 7x$	0.301 5	0.943 2	0.145 7~1.120 6	125.33	增效
氟:噻	1:2	48	$y = 5.280 0 + 0.629 2x$	0.358 9	0.933 6	0.113 1~1.138 6	141.75	增效
氟:噻	1:3	48	$y = 5.163 1 + 0.688 2x$	0.579 4	0.978 8	0.338 9~0.990 5	106.18	相加
氟:噻	1:4	48	$y = 5.038 8 + 0.726 0x$	0.884 3	0.975 6	0.538 5~1.452 0	79.56	拮抗
氟:噻	1:5	48	$y = 5.0127 + 0.7532x$	0.962 6	0.964 0	0.533 4~1.735 1	80.83	相加

2.2 田间药效试验 根据室内试验,筛选出氟啶虫酰胺与噻

虫啉最佳配比为 1:2,然后按照此比例加工 60% 氟啶·噻虫

啉 WDG 进行田间药效试验。在施药后 21 d 内持续观察作物施药部位叶片、果实,发现所有试验作物均无叶片及果实发黄、灼烧、畸形等药害症状。

田间药效试验结果见表 3、4。由表 3、4 可知,药后 1 d, 60% 氟啶·噻虫啉 WDG 制剂用量 225 g/hm² 处理防效分别达 92.48%、89.77%,高于 40% 噻虫啉 SC 制剂用量 405 g/hm²

防效(81.14%、79.61%),10% 氟啶虫酰胺 WDG 制剂用量 1 350 g/hm² 防效最差,分别为 72.85%、70.75%;随着处理时间的延长,7 d 时各处理防效均达到最高;处理 21 d 后,60% 氟啶·噻虫啉 WDG 制剂用量 225 g/hm² 处理防效仍达 90.45%、88.32%,显著优于 10% 氟啶虫酰胺 WDG 和 40% 噻虫啉 SC 处理。

表 3 60% 氟啶·噻虫啉 WDG 防治西瓜蚜虫田间药效

Table 3 Field efficacy of 60% flonicamid·thiacloprid WDG against watermelon aphids

药剂 Pesticide	制剂用量 Dosage g/hm ²	1 d 防效	3 d 防效	7 d 防效	14 d 防效	21 d 防效
		1 d control effect//%	3 d control effect//%	7 d control effect//%	14 d control effect//%	21 d control effect//%
60% 氟啶·噻虫啉 WDG	150	89.50 bA	92.36 bA	93.34 bA	86.81 bB	83.40 bB
60% fluridrine·thiazoline WDG	225	92.48 aA	95.58 aA	95.83 aA	92.33 aA	90.45 aA
10% 氟啶虫酰胺 WDG 10% fluacetamide WDG	1 350	72.85 dC	86.91 cB	90.39 cB	86.77 bB	81.95 bB
40% 噻虫啉 SC 40% thiazoline SC	405	81.14 cB	83.52 dC	88.04 dB	81.65 cC	72.12 cC

注:同列不同大写字母表示在 0.01 水平差异显著;不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different capital letters in the same column indicated significant difference at the level of 0.01; different small letters indicated significant difference at the level of 0.05

表 4 60% 氟啶·噻虫啉 WDG 防治桃蚜田间药效

Table 4 Field efficacy of 60% flonicamid·thiacloprid WDG against peach aphids

药剂 Pesticide	制剂用量 Dosage g/hm ²	1 d 防效	3 d 防效	7 d 防效	14 d 防效	21 d 防效
		1 d control effect//%	3 d control effect//%	7 d control effect//%	14 d control effect//%	21 d control effect//%
60% 氟啶·噻虫啉 WDG	150	85.88 bB	91.46 aA	93.03 bB	89.65 aA	81.91 bB
60% fluridrine·thiazoline WDG	225	89.77 aA	94.07 aA	97.44 aA	91.58 aA	88.32 aA
10% 氟啶虫酰胺 WDG 10% fluacetamide WDG	1 350	70.75 dD	84.70 bB	90.90 cC	85.20 bB	80.56 bB
40% 噻虫啉 SC 40% thiazoline SC	405	79.61 cC	83.06 bB	85.73 dD	80.11 cC	71.09 cC

注:同列不同大写字母表示在 0.01 水平差异显著;不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different capital letters in the same column indicated significant difference at the level of 0.01; different small letters indicated significant difference at the level of 0.05

3 讨论与结论

氟啶虫酰胺是由日本石原产业株式会社发明的杀虫剂,作用机理新颖,对蚜虫高效^[22],速效性偏差,与目前其他市售药剂无交互抗性,且对蜜蜂毒性低^[23-24]。噻虫啉防治蚜虫速效性好,防治谱较广,对蜜蜂毒性低于噻虫胺、噻虫嗪、吡虫啉等常规新烟碱类药剂^[25],但持效期较短。根据 IRAC 的资料,2 种药剂作用机理不同且无交互抗性,具有良好的复配可行性,同时两者均属于蜜蜂低毒杀虫剂,满足绿色农业的要求。

该试验中,氟啶虫酰胺与噻虫啉室内复配试验结果表明,氟啶虫酰胺与噻虫啉在 1:2 复配时,增效效果最佳。在此基础上进行的田间药效试验结果表明,60% 氟啶·噻虫啉 WDG 对西瓜蚜虫和桃蚜的防效均优于 10% 氟啶虫酰胺 WDG、40% 噻虫啉 SC 处理。氟啶虫酰胺与噻虫啉复配后,能实现 2 种药剂的优势互补,既有良好的速效性又有优异的持效期。

60% 氟啶·噻虫啉 WDG 对西瓜蚜虫和桃蚜具有良好的田间防治效果,目前山东省联合农药有限公司已提交 60% 氟啶·噻虫啉 WDG 药剂登记,登记靶标西瓜蚜虫。

参考文献

[1] 唐平华,陈国平,朱明库,等.蚜虫防治技术研究进展[J].植物保护,2013,39(2):5-12,19.

- [2] EDWARDS S, JESSON L K, QUIRING D, et al. Genetically-based resistance of balsam fir (Pinaceae) to damage from the balsam twig aphid (Homoptera: Aphididae) [J]. The Canadian entomologist, 2016, 148 (4): 426-433.
- [3] WANG L Y, HUI C, SANDHU H, et al. Population dynamics and associated factors of cereal aphids and armyworms under global change [J]. Scientific reports, 2015, 5: 1-8.
- [4] 赵鑫, 杨慧, 杨向黎, 等. 5 种杀虫剂对燕麦蚜虫的田间防治效果 [J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2020, 51(6): 1049-1051.
- [5] 华登科, 郑晓斌, 张友军, 等. 六种杀虫剂在保护地黄瓜冠层的沉积分布及其对蚜虫防治效果的影响 [J]. 农药学报, 2020, 22(2): 353-361.
- [6] 范元兰, 陈敏, 王其刚, 等. 植物蚜虫及其抗性研究进展 [J]. 江苏农业科学, 2020, 48(14): 33-44.
- [7] SUN M J, VOORRIPS R E, VAN 'T WESTENDE W, et al. Aphid resistance in *Capsicum* maps to a locus containing LRR-RLK gene analogues [J]. Theoretical and applied genetics, 2020, 133(1): 227-237.
- [8] BHATTACHARYA S. Brassica-aphid interaction: Challenges and prospects of genetic engineering for integrated aphid management [J/OL]. Physiological and molecular plant pathology, 2019, 108 [2021-05-25]. https://doi.org/10.1016/j.pmp.2019.101442.
- [9] 吴进才. 农药诱导害虫再猖獗机制 [J]. 应用昆虫学报, 2011, 48(4): 799-803.
- [10] 汤秋玲, 马康生, 高希武. 蔬菜蚜虫抗药性现状及抗性治理策略 [J]. 植物保护, 2016, 42(6): 11-20.
- [11] 邓明学, 覃博瑞, 邓毅, 等. 氟啶虫酰胺 10% 可湿性粉剂防治柑橘蚜虫、粉虱等 4 种柑橘嫩梢期害虫田间药效试验 [J]. 农药科学与管理, 2015, 36(2): 46-51.
- [12] 武丽辉, 译. 氟啶虫酰胺 (10% 氟啶虫酰胺水分散剂(铁壁)) [J]. 农药科学与管理, 2007, 28(11): 58.
- [13] 仇是胜, 柏亚罗, 顾林玲. 氟啶虫酰胺的研究开发及市场前景 [J]. 现代农药, 2014, 13(5): 6-11.

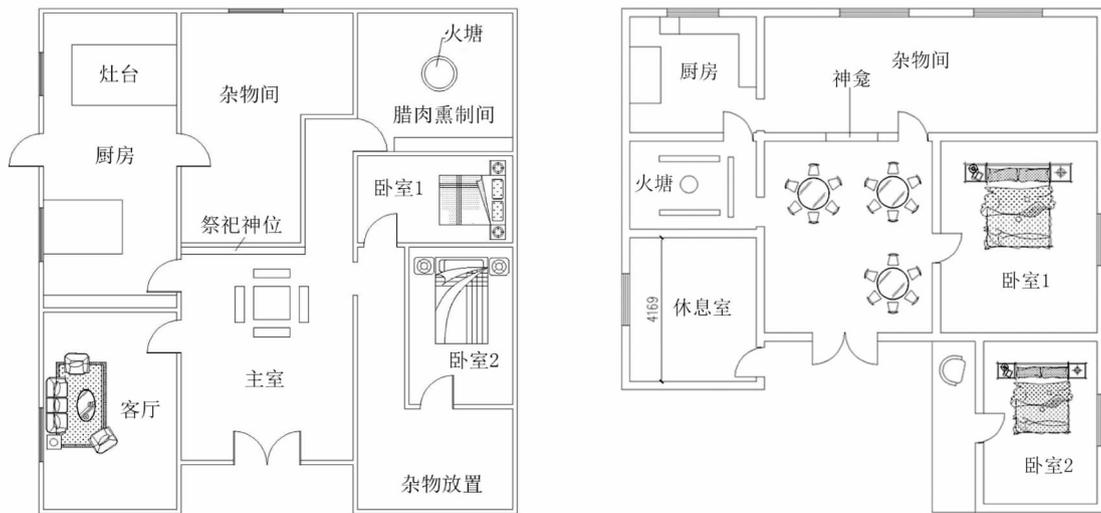


图6 青片乡现代民居平面布局

Fig.6 Plane layout of modern houses in Qingpian Township

5 结语

北川羌寨独特的空间格局和建筑形式,彰显了羌人的智慧。新的政策导向和生活需求的出现,使羌民在继承优秀传统文化的同时,能与时俱进不断完善羌寨的空间形态,大到聚落的平面布置、圈层划分、公共空间、景观节点,小到建筑竖向空间的功能调整,室内空间的平面布局、交通流线的转变等,无不反映了羌民的智慧。同时,一些规划设计的问题也相应出现。需要努力协调好羌寨风貌建设中的矛盾,提升羌寨的人居环境,使羌寨更加宜居且具地域特色。

参考文献

- [1] 乐史.太平寰宇记[M].北京:中华书局,2008.
- [2] 梁茵,韩娟.城市记忆——绵阳城市空间[M].北京:中国原子能出版社,2018.
- [3] 梁茵.西南少数民族建筑景观研究[M].北京:中国原子能出版社,2017:1-195.
- [4] 季富政.中国羌族建筑[M].成都:西南交通大学出版社,2000.

- [5] 成斌.四川羌族民居现代建筑模式研究[D].西安:西安建筑科技大学,2015.
- [6] 高弋乔.北川羌族村寨聚落景观空间特征研究:以吉娜羌寨和恩达羌寨为例[D].重庆:西南大学,2016.
- [7] 吴麒麟,张群,成辉.川西河谷地区羌族板屋建筑空间的形成及演变规律[J].建筑学报,2019(S1):64-69.
- [8] 芦原文信.街道的美学[M].尹培桐,译.天津:百花文艺出版社,2006.
- [9] 罗奇业.美式建筑风貌的模式语言解析及传承[D].绵阳:西南科技大学,2018.
- [10] 李林卉.羌族建筑形态适应性研究[D].绵阳:西南科技大学,2016.
- [11] 李静.乡村振兴战略背景下羌族聚落景观保护与传承研究:以理县蒲溪沟羌寨为例[D].成都:西南交通大学,2019.
- [12] 郭子琦,罗奇业,成斌,等.美丽乡村建设下传统羌寨空间的现代转录[J].安徽农业科学,2017,45(20):152-154,201.
- [13] 任浩.羌族建筑与村寨[J].建筑学报,2003(8):62-64.
- [14] 李建华,杨健,李建柱.西南碉寨的空间立体防御体系及其聚落形态试析[J].建筑学报,2011(11):21-24.
- [15] 马志韬,李映涛.主室功能演化与当代羌族民居空间格局变迁[J].中华文化论坛,2014(12):84-87.
- [16] 罗琳.社区参与式旅游发展模式个案研究:以四川省北川羌族自治县五龙寨为例[J].阿坝师范高等专科学校学报,2007,24(2):59-62.

(上接第122页)

- [14] 吴声敢,柳新菊,苍涛,等.6种杀虫剂对甜瓜蚜虫的防治效果[J].浙江农业科学,2017,58(3):451-452,456.
- [15] 刘秀春,范业宏,王宝申,等.氟啶虫酰胺防治苹果黄蚜药效试验[J].农药,2008,47(5):370-371,374.
- [16] 马亚杰,胡红岩,马小艳,等.9种烟碱类杀虫剂对棉蚜的防治效果研究[J].中国棉花,2019,46(3):25-27,30.
- [17] 付影.八种杀虫剂对夹竹桃蚜的毒力及防治效果分析[J].南方农业,2016,10(10):37-38,69.
- [18] 张国生,侯广新.烟碱类杀虫剂的应用、开发现状及展望[J].农药科学与管理,2004,25(3):22-26.
- [19] 王胤,关山,张欣颖,等.6种药剂对瓜蚜的田间药效试验[J].浙江农业

- 科学,2019,60(12):2264-2267.
- [20] 朱玲.6种新烟碱类杀虫剂对桃蚜的毒力测定及田间药效评价[J].武夷科学,2020,36(2):88-93.
- [21] SUN Y P, JOHNSON E R. Analysis of joint action of insecticides against house flies[J]. Journal of economic entomology, 1960, 53(5): 887-892.
- [22] 张亦冰.新烟碱类杀虫剂——氟啶虫酰胺[J].世界农药,2010,32(1):54-56.
- [23] 束兆林,于居龙,缪康,等.氟啶虫酰胺对水稻白背飞虱的防治效果及天敌安全性评价[J].农药,2016,55(11):851-853,858.
- [24] 丁建朋,韩英,韩旭,等.棉蚜和棉长管蚜对3种杀虫剂的敏感性比较[J].植物保护,2020,46(6):270-275.
- [25] 苍涛,王彦华,吴长兴,等.新烟碱类杀虫剂对蜜蜂的急性毒性及风险评估[J].生态毒理学报,2017,12(4):285-292.