

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1787.2019.01.007

5 种杀虫剂对滇东白背飞虱种群的毒性及其田间药效

赵雪晴¹, 黎 彬², 何洪平³, 尹艳琼¹, 李向永¹, 谌爱东^{1*}
¹云南省农业科学院农业环境资源研究所, 云南 昆明 650205; ²云南省师宗县植保植检站, 云南 师宗 655700; ³云南省师宗县五龙乡农技站, 云南 师宗 655700

摘要:【目的】为持续有效防控白背飞虱,研究云南东部白背飞虱种群对常用 5 种杀虫剂的敏感性及其田间防治效果。【方法】采用室内稻茎浸渍法测定白背飞虱种群对 5 种杀虫剂的敏感性,同期通过田间小区试验评价 5 种杀虫剂对白背飞虱种群的防治效果。【结果】与敏感种群比较,噻虫嗪、噻嗪酮、吡虫啉、吡蚜酮和毒死蜱对滇东白背飞虱种群的 LC_{50} 分别为 0.208、0.459、0.608、3.108、1.256 $mg \cdot L^{-1}$,抗性倍数分别为 2.2、10.4、5.6、6.5、5.3 倍;白背飞虱对噻虫嗪无抗性,对吡虫啉、吡蚜酮和毒死蜱为低水平抗性,对噻嗪酮为中等水平抗性;5 种杀虫剂药后 1、5 和 10 d 对白背飞虱种群的田间防控效果均有显著差异。除了吡蚜酮外,其他药剂的防效均在 80% 以上,其中以吡虫啉和噻嗪酮的持续期较长,药后 10 d 仍在 90% 以上;噻虫嗪和吡虫啉药后 1 和 5 d 的防效达 90% 以上;吡蚜酮药效在供试药剂中防效最低,在 64.88%~77.82% 之间。【结论】滇东师宗白背飞虱种群对噻嗪酮为中等水平抗性,对吡虫啉、吡蚜酮和毒死蜱均为低水平抗性,对噻虫嗪无抗性,田间防控效果以吡虫啉和噻嗪酮为最好。建议滇东稻区可以使用吡虫啉和噻嗪酮药剂防控白背飞虱,注意控制吡蚜酮的使用次数与用量。

关键词: 白背飞虱; 杀虫剂; 敏感性; 药效

The population sensitivity of white-back planthopper in eastern Yunnan to five insecticides and the field control effects

ZHAO Xueqing¹, LI Bin², HE Hongping³, YIN Yanqiong¹, LI Xiangyong¹, CHEN Aidong^{1*}
¹Agriculture Environment and Resources Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming, Yunnan 650205, China;
²Shizong Plant Protection and Quarantine Station, Shizong, Yunnan 655700, China; ³Agricultural Technology Station of Wulong Township, Shizong County, Yunnan Province, Shizong, Yunnan 655700, China

Abstract: 【Aim】We examined the control effectiveness of commonly used insecticides in a paddy field to the white-backed planthopper in eastern Yunnan. 【Method】Toxicity of the insecticides was assessed by using indoor straw impregnation method and experiments in field plots. 【Result】The LC_{50} values of the populations to thiamethoxam, buprofezin, imidacloprid, pymetrozine and chlorpyrifos were 0.208, 0.459, 0.608, 3.108 and 1.256 $mg \cdot L^{-1}$, and the resistance ratios were 2.2, 10.4, 5.6, 6.5 and 5.3 times, respectively. The population in eastern Yunnan was not resistant to thiamethoxam, had low resistance to imidacloprid, pymetrozine, and chlorpyrifos, and moderate resistance to buprofezin. The field control effects of insecticides on the white backed planthopper populations significantly differed after 1, 5 and 10 d of insecticide application. The effects of other insecticides were more than 80% except for pymetrozine, and imidacloprid and buprofezin were control longer duration which more than 90% at 10 d, and thiamethoxam and imidacloprid were over 90% after spraying at 1 d and 5 d. Pymetrozine was the least efficient at 64.88%~77.82%. 【Conclusion】The population of the white-backed planthopper from Shizong county was moderately resistant to buprofezin, and had low level of resistance to imidacloprid, pymetrozine and chlorpyrifos, not resistant to thiamethoxam. In the field, imidacloprid and buprofezin were mostly effective. Imidacloprid and buprofezin were recommended to control the white-backed planthoppers in rice growing area of eastern Yunnan, and to limit the usage times and dosage of pymetrozine.

收稿日期 (Received): 2018-09-03 接受日期 (Accepted): 2018-10-27
基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (U1202266); 云南省农业科学院 2018 年科技创新及成果转化专项
作者简介: 赵雪晴, 女, 研究员。研究方向: 农业昆虫与害虫防控。E-mail: snow.xue-5@163.com
* 通信作者 (Author for correspondence), E-mail: chenad68@163.com

Key words: *Sogatella furcifera*; insecticide; susceptibility; control effect

白背飞虱 *Sogatella furcifera* (Horvath) 属半翅目飞虱科, 是云南水稻稻飞虱类害虫的优势种群(四川、贵州、云南三省稻飞虱科研协作组, 1982)。近年来, 云南各稻区白背飞虱发生面积和大发生频次增加, 严重威胁着水稻的生产安全。2009年7月29日—8月20日, 云南彝良白背飞虱单灯虫量居高不下, 几乎每天都是数万头甚至数十万头, 7月31日高达116万头(翟保平等, 2011)。可见在云南白背飞虱大发生年份, 其种群量的壮观程度。白背飞虱大发生多引发南方水稻黑条矮缩病毒(Southern rice black-streaked dwarf virus, SRBS-DV)流行和蔓延(曹杨等, 2011)。就全省而言, 白背飞虱迁入虫源落地后, 其种群可迅速重建成为田间主害代。5—7月是其迁入主峰期, 虫情由南向北逐步延伸, 形成我省境内滇南、滇东南和滇西南危害严重的态势, 并逐步向中东部和东北部稻区扩散蔓延(赵雪晴等, 2014)。

师宗县地处云南东部, 海拔范围在737~2409 m之间, 介于103°42′-104°34′E、24°20′-25°00′N之间, 是受白背飞虱危害较普遍的区域, 代表云南东部稻区白背飞虱发生危害的常态。师宗水稻常年种植面积0.41万hm², 白背飞虱发生面积占水稻面积的70%以上。五龙乡是师宗县水稻主产区, 也是白背飞虱主要危害区, 每年灯下初见迁入期为3月下旬, 水稻苗床揭膜后, 白背飞虱便可产生危害, 特别是5—7月水稻关键生育期危害较为严重。白背飞虱是迁飞性害虫, 具有突发性和暴发性的特点, 生产上常用的应急控制手段主要依赖于化学农药。而尹艳琼等(2017)研究发现, 师宗白背飞虱种群对吡虫啉、噻嗪酮、噻虫嗪、吡蚜酮的敏感性呈下降趋势, 对毒死蜱敏感性有所上升, 长此发展, 抗药性产生将成为必然。

鉴于此, 本研究开展白背飞虱种群对常用杀虫剂敏感性变化测定, 并进行同期田间防效试验, 旨在探索当地白背飞虱种群对常用杀虫剂敏感性变化趋势与田间防治效果的关联性, 为科学制定滇东稻区化学农药使用策略提供理论依据, 对减少盲目使用杀虫剂, 延长药剂使用寿命, 促进滇东稻区白背飞虱防治工作绿色、健康和可持续发展具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 室内敏感性测定

1.1.1 供试虫源 供试虫源采自云南师宗县五龙乡(24°51′N, 104°58′E)低热河谷区水稻种植区, 常年种植籼稻, 样本为田间2~3龄若虫。

1.1.2 供试药剂 95.8%吡虫啉原药(河北威远生物化工股份有限公司), 98.2%噻嗪酮原药(江苏常隆化工有限公司), 95%噻虫嗪原药(先正达(中国)投资有限公司), 97%毒死蜱原药(江苏南通江山农药化工股份有限公司), 25%吡蚜酮可湿性粉剂(江苏安邦电化有限公司)。上述原药以丙酮作溶剂, 加10%曲拉通X-100(质量/体积), 加工成乳油备用, 可湿性粉剂则以纯水作溶剂配制成母液后备用。

1.1.3 测定和统计分析方法 采用稻茎浸渍法(庄永林和沈晋良, 2000)测定白背飞虱种群对5种杀虫剂的敏感性。应用PoloPlus软件计算毒力回归式、斜率 b 值及其标准误、LC₅₀值及其95%置信限, 以LC₅₀的95%置信限不重叠作为判断不同杀虫剂间毒力差异显著的标准。

1.1.4 抗性水平的计算和分级标准 抗性倍数(RR)=测试种群的LC₅₀/敏感品系的LC₅₀。吡虫啉、噻嗪酮、噻虫嗪、毒死蜱、吡蚜酮对白背飞虱的LC₅₀分别为0.109、0.044、0.096、0.236、0.478 mg·L⁻¹(Su et al., 2013)。抗性水平分级标准如下: RR<3.0 敏感, 3.0≤RR<5.0 敏感性下降, 5.0≤RR<10.0 低水平抗性, 10.0≤RR<40.0 中等水平抗性, 40.0≤RR<160.0 高水平抗性, RR≥160.0 极高水平抗性。

1.2 白背飞虱田间防效评价

1.2.1 供试杀虫剂 10%吡虫啉WP(海悦联化工有限公司), 25%噻嗪酮WP(江西正邦生物化工股份有限公司), 25%噻虫嗪WG(先正达(江苏)作物保护有限公司), 48%毒死蜱EC(陕西标正作物科学有限公司), 60%吡蚜酮EC(陕西汤普森生物科技有限公司)。以上试验药剂均为购自市场, 以推荐使用浓度配制药液喷雾。

1.2.2 小区设置和施药方法 试验小区顺序排列, 3次重复, 5个供试药剂和1个清水对照, 每小区面积15~20 m²。用市下牌SX-LK16C型背负式手动气压喷雾器单个可调雾喷头进行作业, 作业时用塑料薄

膜在小区间进行隔离,避免药液飘移。供试水稻品种为当地主栽品种丰优香占,生育期为分蘖盛期。

1.2.3 调查方法 2015 年 5 月 23 日施药前,采用平行跳跃式取点和拍盘法调查每小区虫情基数。每小区选择 5 点,每点 5 盘,每盘 2 丛共 50 丛,完整记录每小区白背飞虱成虫、若虫数量。施药后第 1、5、10 天(即 5 月 24 日、5 月 28 日、6 月 2 日)平行调查各小区虫情,分别记录各小区白背飞虱成虫、若虫数量。

1.2.4 防效计算和统计分析方法 根据 Handerson-Tilton 公式计算防治效果,防治效果/% = $(1 - T_a \times C_b / (T_b \times C_a)) \times 100$ 。公式中 T_a 为处理区防治后虫数, T_b 为处理区防治前虫数, C_a 为对照区防治后虫数, C_b 为对照区防治前虫数(潘文亮和张兴,1988)。用 SPSS 分析软件进行 ANOVAT 分析和

S-N-K(S)法检验。

2 结果与分析

2.1 室内敏感性测定结果

结果表明,噻虫嗪、毒死蜱、吡虫啉、吡蚜酮、噻嗪酮对滇东师宗县白背飞虱种群的 LC_{50} 值分别为 0.208、1.256、0.608、3.108、0.459 $mg \cdot L^{-1}$ (表 1)。以敏感品系的 LC_{50} 值作为参照计算出师宗白背飞虱种群对噻虫嗪、毒死蜱、吡虫啉、吡蚜酮、噻嗪酮 5 种杀虫剂的抗性倍数,分别为 2.2、5.3、5.6、6.5、10.4。对比抗性水平分级标准,师宗五龙白背飞虱种群对噻虫嗪的相对抗性倍数处于 ≤ 5 的区间值,表现敏感,未产生抗性;对毒死蜱、吡虫啉和吡蚜酮 WP 的相对抗性倍数处于 5~10 的区间值,表现为低抗性水平;对噻嗪酮的相对抗性倍数处于 10~40 的区间值,表现为中等抗性水平。

表 1 滇东师宗县白背飞虱对 5 种杀虫剂的敏感性

Table 1 The sensitivity of white-backed planthopper against five insecticides from Shizong County of eastern Yunnan

杀虫剂 Insecticides	毒力回归方程 Toxicity regression equation	致死中浓度 $LC_{50}/$ ($mg \cdot L^{-1}$)	95%置信限 95% confidence interval /($mg \cdot L^{-1}$)	卡方 Chi square	相对抗性倍数 Resistance ratios
95%噻虫嗪 Thiamethoxam	$Y = 2.006x + 1.370$	0.208	0.159~0.263	2.356	2.2
97%毒死蜱 Chlorpyrifos	$Y = 1.565x - 0.155$	1.256	0.418~2.138	3.941	5.3
95.8%吡虫啉 Imidacloprid	$Y = 2.007x + 0.434$	0.608	0.302~1.550	6.087	5.6
25%吡蚜酮 Pymetrozine	$Y = 1.296x - 0.638$	3.108	2.163~5.307	0.447	6.5
98.2%噻嗪酮 Buprofezin	$Y = 2.206x + 0.745$	0.459	0.358~0.574	0.126	10.4

2.2 田间防治效果

药后第 1 天,5 种杀虫剂对白背飞虱田间种群的防效有差异。其中,噻虫嗪最高,为 98.43%,吡蚜酮防效最低(77.82%),噻虫嗪、毒死蜱和吡虫啉防效均在 90%以上,且 3 种药剂间防效无显著差异,但 3 种药剂的防效与噻嗪酮、吡蚜酮均有显著差异(表 2)。药后第 5 天,吡蚜酮的防效与其他 4 种药剂有显著差异,毒死蜱的防效也与其他 4 种药剂有显著差异,噻虫嗪、吡虫啉和噻嗪酮间没有显著差异,且防效均在 95%以上;其中,噻虫嗪和吡虫啉药效保持药后第 1 天水平,噻嗪酮的防效由 82.72%上升至 99.29%。毒死蜱和吡蚜酮的防效有所下降(表 2)。药后第 10 天,吡蚜酮的防效与其他 4 种药剂有显著差异;噻嗪酮则与噻虫嗪、毒死蜱和吡蚜酮有显著差异;而吡虫啉与噻虫嗪、毒死蜱无显著差异,与噻嗪酮也无显著差异且二者防效保持在 90%以上;除噻虫嗪外,其余供试药剂防效与药后第 5 天差异不大(表 2)。总体上,5 种杀虫剂对当

地白背飞虱种群均有控制效果,噻嗪酮和吡虫啉用药后第 10 天仍表现出较好防效。研究结果表明,噻虫嗪、吡虫啉和噻嗪酮对白背飞虱的控制防效较好,吡蚜酮防治效果均低于其他药剂且达到显著差异水平。

3 结论与讨论

滇东稻区白背飞虱种群对 5 种杀虫剂的抗药性有所差异,但除对噻嗪酮表现中等抗性、对噻虫嗪无抗性外,对其他药剂均在低水平抗性,生产中建议可以轮换使用。同时,研究表明,不同白背飞虱种群对同一杀虫剂的敏感性差异较大。苏北地区白背飞虱对吡虫啉、噻嗪酮和毒死蜱的抗性存在地域性差异,而对噻虫嗪则较敏感(熊战之等,2016)。王志伟(2012)在 2010—2011 年对来自全国 25 个点的白背飞虱种群监测发现,有 70%左右的白背飞虱种群对吡虫啉产生低抗或中等抗性;30%左右白背飞虱种群对噻虫嗪、毒死蜱、吡蚜酮产生低抗或中等抗性;84%白背飞虱种群对噻嗪酮

产生中等抗性,16%敏感或低水平抗性。不同地区白背飞虱种群对同一种杀虫剂的敏感性差异,与虫源地杀虫剂的施用密切相关(李燕芳等,2016)。2012—2015 年,全国多点白背飞虱的抗性监测结果表明,监测地区白背飞虱对新烟碱类药剂吡虫啉、噻虫嗪由中、低水平抗性下降为敏感,对有机磷类药剂毒死蜱一直处于中水平抗性,对噻嗪酮达到中

等至高水平抗性,抗性水平上升(张帅和邵振润,2013;张帅等,2014;张帅,2015,2016)。本研究中的白背飞虱种群对噻虫嗪表现敏感,与上述监测地区相同;对毒死蜱、吡蚜酮表现为低水平抗性,低于上述监测地区;对吡虫啉表现为低水平抗性,略高于以上监测地区;对噻嗪酮表现为中水平抗性,低于上述监测地区。

表 2 5 种杀虫剂对师宗白背飞虱的防治效果
Table 2 The control effects of five insecticides on the white-backed planthopper in Shizong County

杀虫剂 Insecticides	药前虫量/ (头·百丛 ⁻¹) Population before spraying	药后 1 d After spraying 1 d		药后 5 d After spraying 5 d		药后 10 d After spraying 10 d	
		虫量 /(头·百丛 ⁻¹) Population	防效/% Control effect	虫量 /(头·百丛 ⁻¹) Population	防效/% Control effect	虫量 /(头·百丛 ⁻¹) Population	防效/% Control effect
25%噻虫嗪 WG Thiamethoxam	1796	24	98.43b	19	98.37c	82	87.94b
48%毒死蜱 EC Chlorpyrifos	1433	65	94.67b	101	89.12b	60	88.94b
10%吡虫啉 WP Imidacloprid	1509	37	97.12b	21	97.85c	37	93.52bc
60%吡蚜酮 EC Pymetrozine	2181	412	77.82a	438	69.00a	290	64.88a
25%噻嗪酮 WP Buprofezin	1950	287	82.72a	9	99.29c	8	98.92c

同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。
Different lowercase letters in the same column indicated significant difference at 0.05 level.

滇东白背飞虱种群对供试药剂的抗性水平与田间试验结果表现总体一致,但也有所差异,如对吡蚜酮敏感性为低水平抗性,而其田间防效却远低于中水平抗性的噻嗪酮。因此,在选用药剂时,除参照敏感性测定结果外,还应考虑药剂本身的作用机制,选用不同作用机制的药剂进行有计划轮换,以实现对标昆虫的多点攻击来达到理想防效。此外,杀虫剂速效性和持效性的不同,也能导致田间防效出现差异。吡虫啉、噻虫嗪和毒死蜱具有较强的触杀作用,药后第 1 天就表现了较好防效,且持效性好,药后第 10 天防效保持在 90%左右。噻嗪酮速效性弱,持效性较好,对卵有作用,药后第 1 天防效显著低于吡虫啉、噻虫嗪和毒死蜱,但药后第 5 和 10 天防效上升为最高。因此,制定用药建议时,在充分考虑白背飞虱种群对药剂的敏感性的前提下,田间种群结构以及药剂速效性和持效性的互补应作为另一参考因素。

参考文献

曹杨,潘峰,周倩,李冠华,刘双清,黄志农,李有志,

2011. 南方水稻黑条矮缩病毒介体昆虫白背飞虱的传毒特性. 应用昆虫学报, 48(5): 1314-1320.

李燕芳,李怡峰,张振飞,张扬,肖汉祥,2016. 广东白背飞虱种群对常用杀虫剂的敏感性测定. 环境昆虫学报, 38(2): 414-417.

潘文亮,张兴,1988. 杀虫剂田间药效的计算. 植物保护, 14(2): 32-34.

四川、贵州、云南三省稻飞虱科研协作组,1982. 我国西南稻区白背飞虱、褐飞虱的迁飞和发生特点. 植物保护学报, 9(3): 179-186.

王志伟,2012. 白背飞虱抗药性监测及对噻嗪酮和吡虫啉的抗性风险评估. 硕士学位论文. 南京:南京农业大学.

熊战之,汪立新,付佑胜,刘伟中,王宏宝,李茹,高聪芬,张凯,2016. 2015 年苏北地区稻飞虱的抗药性监测及治理. 江苏农业科学, 44(10): 191-195.

尹艳琼,李向永,赵雪晴,湛爱东,2017. 云南白背飞虱不同种群对杀虫剂的抗药性及变化趋势. 植物保护, 43(1): 153-157.

庄永林,沈晋良,2000. 稻褐飞虱对噻嗪酮抗性的检测技术. 南京农业大学学报, 23(3): 114-117.

翟保平,周国辉,陶小荣,陈晓,沈慧梅,2011. 稻飞虱暴发与南方水稻黑条矮缩病流行的宏观规律和微观机制.

应用昆虫学报, 48(3): 480-487.

张帅, 邵振润, 2013. 2012 年全国农业有害生物抗药性监测结果及科学用药建议. 中国植保导刊, 33(3): 49-52.

赵雪晴, 沈慧梅, 尹艳琼, 李向永, 吕建平, 谌爱东, 2014. 云南白背飞虱的发生与种群消长特点. 应用昆虫学报, 51(2): 516-524.

张帅, 邵振润, 李永平, 2014. 2013 年全国农业有害生物抗药性监测结果及科学用药建议. 中国植保导刊, 34(3): 55-58.

张帅, 2015. 2014 年全国农业有害生物抗药性监测结果及科学用药建议. 中国植保导刊, 35(3): 65-69.

(责任编辑: 郑姗姗, 郭莹)

张帅, 2016. 2015 年全国农业有害生物抗药性监测结果及科学用药建议. 中国植保导刊, 36(3): 61-65.

List of reviewers, 2018

We are grateful for the work of the following colleagues, who acted as reviewers for submitted manuscripts during 2018. Names with an asterisk indicates colleagues who reviewed more than one manuscript.

The Editors-in-Chief

CAI Bo(蔡波)*	LIU Hanwu(刘汉武)	XIA Bin(夏斌)
CAI Wanzhi(彩万志)	LIU Wanxue(刘万学)	XIA Zhihui(夏志辉)
CHEN Maohua(陈茂华)	LUO Yanping(骆焱平)*	XIAO Guoying(肖国樱)
DU Lina(杜丽娜)	MA Deying(马德英)	XU Zhenghui(徐正会)
FAN Zhiwei(范志伟)	MA Jun(马骏)	YAN Fengming(闫凤鸣)
GUI Furong(桂富荣)	PAN Wenliang(潘文亮)	YAN Shanchun(严善春)
GUO Anping(郭安平)	PENG Lu(彭露)	YANG Bin(杨斌)
GUO Wenchao(郭文超)	QI Guojun(齐国君)	YANG Desong(杨德松)
HAO Dejun(郝德君)	QUAN Guoming(全国明)	YAO Yingjuan(姚英娟)
HOU Youming(侯有明)*	SHANG Suqin(尚素琴)	YU Guoyue(虞国跃)
HUANG Dahui(黄大辉)	SHEN Jinliang(沈晋良)	ZHAN Zhixiong(占志雄)
HUANG Fang(黄芳)	SHI Yuan(石娟)	ZHANG Fan(张帆)
HUANG Yong(黄勇)	SONG Xiaoling(宋小玲)	ZHANG Fengjuan(张凤娟)
HUANGPU Chaohe(皇甫超河)	SONG Xinyuan(宋新元)	ZHANG Lijie(张丽杰)
JIANG Dagang(姜大刚)	WANG Guirong(王桂荣)	ZHANG Xing(张兴)
KONG Tao(孔涛)	WANG Rulin(王茹琳)	ZHANG Zhideng(张志灯)
LI Ang(李昂)	WANG Shoukun(王寿昆)	ZHEN Junrui(郑军锐)
LI Baoping(李保平)	WANG Xubo(王旭波)	ZHENG Rong(峥嵘)
LI Baoquan(李宝泉)	WANG Zhenhong(王振红)	ZHOU Hongxu(周洪旭)
LI Feiwu(李飞武)	WANG Zhenhua(王振华)	ZHOU Minghua(周明华)
LI Weifeng(李伟丰)	WU Guoxing(吴国星)*	ZHOU Weichuan(周卫川)
LI Yuanxi(李元喜)	WU Haiwei(武海卫)	ZHOU Zhongshi(周忠实)
LIU Changming(刘长明)	WU Meixing(吴梅香)	ZHUO Zhihang(卓志航)
LIU Guangxu(刘广绪)	WU Xiaodong(武晓东)	