

张月亮,安国顺,刘宝生,等. 环氧虫啉等 5 种新烟碱类杀虫剂对不同龄期褐飞虱的室内毒力[J]. 江苏农业科学,2021,49(4):66-69.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.04.012

# 环氧虫啉等 5 种新烟碱类杀虫剂 对不同龄期褐飞虱的室内毒力

张月亮<sup>1</sup>, 安国顺<sup>2</sup>, 刘宝生<sup>1</sup>, 侍甜<sup>3</sup>, 方继朝<sup>1</sup>

(1. 江苏省农业科学院植物保护研究所, 江苏南京 210014; 2. 长江大学农学院, 湖北荆州 434025;

3. 南京市白蚁防治服务中心, 江苏南京 210004)

**摘要:**采用浸苗法,调查环氧虫啉等 5 种新烟碱类杀虫剂对室内不同龄期褐飞虱毒力,结果显示:5 种新烟碱类化合物对褐飞虱成虫毒力水平最高,其余依次为 5 龄若虫、1 龄若虫和 2~4 龄若虫。如吡虫啉对 1~5 龄若虫、雌虫和雄虫的  $LC_{50}$  分别为 15.61、23.76、22.92、21.64、15.31、8.04、6.72 mg/L。环氧虫啉对褐飞虱 1、3、5 龄若虫和雄虫毒力水平略好于噻虫嗪和烯啶虫胺,但差异不显著。环氧虫啉、噻虫嗪和烯啶虫胺对 2、4 龄若虫和雌虫毒力相当,但要显著好于噻虫嗪和烯啶虫胺。以 1 龄若虫为例,吡虫啉、啶虫脒、环氧虫啉、噻虫嗪和烯啶虫胺  $LC_{50}$  分别为 15.61、16.14、2.78、3.85、3.18 mg/L。根据以上结果建议环氧虫啉可作为轮换药剂,与噻虫嗪和烯啶虫胺等常用新烟碱类杀虫剂轮换使用,用于田间褐飞虱防控。

**关键词:**环氧虫啉;新烟碱类杀虫剂;褐飞虱;杀虫剂毒力

**中图分类号:**S433.3;S482.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2021)04-0066-04

褐飞虱属半翅目,飞虱科,是具有迁飞特性的水稻首要害虫,褐飞虱危害方式主要是通过刺吸水稻基部吸取汁液<sup>[1-2]</sup>,近两年其暴发危害有越来越重的趋势,甚至个别田块出现严重冒穿现象,为保障粮食安全生产,采取有效方法对其进行必要防控已刻不容缓。化学防控是遏制田间褐飞虱暴发的主要手段,长期以来用于防治褐飞虱的化学药剂主要包括三嗪酮类杀虫剂吡蚜酮,新烟碱类杀虫剂吡虫啉、烯啶虫胺和噻虫嗪等,昆虫生长调节剂噻嗪酮<sup>[3-6]</sup>,但抗性监测表明,褐飞虱对不同类型杀虫剂已产生不同程度抗药性,抗性产生势必为有效开展褐飞虱防控带来不利影响<sup>[7-11]</sup>,创制新活性化合物是解决农业害虫抗性的有效途径。

环氧虫啉是华东理工大学自主研发的一种新型新烟碱类杀虫剂,该药对稻飞虱、蚜虫等农业害虫具有优异的杀虫活性<sup>[12-15]</sup>,并且对抗吡虫啉褐飞

虱无明显交互抗性<sup>[13,16]</sup>,与其他常用类型杀虫剂相比,环氧虫啉也不易产生抗药性<sup>[17]</sup>。尽管国内外植保同行已对环氧虫啉进行了系统研究及药效评估<sup>[16-20]</sup>,但对褐飞虱这一重要靶标害虫不同龄期的活性评估还未开展,本研究以常用的几种新烟碱类杀虫剂为对照,系统评估了环氧虫啉对室内不同龄期褐飞虱的杀虫活性,此结果将为田间褐飞虱防控提供重要依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 供试昆虫

试验于 2019 年 6—9 月在江苏省农业科学院植物保护研究所进行。

褐飞虱于 2016 年采自江苏省农业科学院试验田,室内不接触杀虫剂连续饲养,在人工气候室温度 26℃、光—暗周期为 14 h—10 h 中采用武运粳 7 号稻苗饲养至试验。

### 1.2 供试药剂

97% 环氧虫啉和 95% 啶虫脒原药:上海生农生化制品有限公司;95% 吡虫啉原药:江苏克胜集团公司;96% 烯啶虫胺原药:安徽常泰化工有限公司;98% 噻虫嗪原药:先正达(中国)投资有限公司。

收稿日期:2020-11-16

基金项目:国家自然科学基金面上项目(编号:31972308);江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(20)1004]。

作者简介:张月亮(1983—),男,河南通许人,博士,副研究员,主要从事昆虫毒理研究。E-mail:moonjaas@126.com。

通信作者:方继朝,博士,研究员,主要从事水稻害虫防控技术研究。

E-mail:fangjie@jaas.ac.cn。

### 1.3 试验方法

药剂配制:吡虫啉、啶虫脒、烯啶虫胺、环氧虫啉和噻虫嗪原药加入  $N,N$ -二甲基甲酰胺配成母液(含 10% 曲拉通 X-100),母液直接兑水稀释配成供试药液,生物测定采用浸苗法<sup>[21]</sup>:采用武运粳 7 号水稻进行浸种、催芽、播种至幼苗长至 15 mm 高,每处理 4 个重复,每重复采用 4 根 15 mm 高稻苗浸泡药液 30 s,晾干 5 分钟,然后用镊子取出放入做好标记的对应的塑料杯中,底部用湿润无菌纸包裹稻苗根部,确保底部无积水,采用吸虫器吸取相同龄期大小的褐飞虱 15 头转移至药液处理过的稻苗中,用纱布和橡皮筋把杯口封牢。处理样品在温度 26 ℃、光—暗周期为 14 h—10 h 中饲养,120 h 后统计死亡率(注意稻苗每天保湿,确保无积水)。

### 1.4 数据分析

生物测定数据采用 PoloPlus® 软件分析,根据致死中浓度  $LC_{50}$  (mg/L)<sup>[22]</sup>,统计各药剂对不同龄期褐飞虱的毒力指数时,以吡虫啉  $LC_{50}$  为标准药剂,分析单个药剂对不同龄期褐飞虱毒力指数时,以 1 龄若虫  $LC_{50}$  为标准。

## 2 结果与分析

### 2.1 5 种杀虫剂对不同龄期褐飞虱的毒力

同一药剂对褐飞虱不同龄期毒力结果(表 1)显示,5 种新烟碱类杀虫剂对成虫毒力最高,其次为 5 龄若虫,对 2~4 龄若虫毒力最低。吡虫啉对 2~5 龄若虫、雌虫和雄虫的毒力指数分别为 1 龄若虫的 0.66、0.68、0.72、1.02、1.94、2.32 倍;啶虫脒对 2~5 龄若虫、雌虫和雄虫的毒力指数分别为 1 龄若虫的 0.78、0.68、0.68、1.61、1.75、2.35 倍;环氧虫啉对 2~5 龄若虫、雌虫和雄虫的毒力指数分别为 1 龄若虫的 0.80、0.60、0.60、1.63、1.88、2.60 倍;噻虫嗪对 2~5 龄若虫、雌虫和雄虫的毒力指数分别为 1 龄若虫的 0.74、0.67、0.93、1.74、3.93、2.42 倍;烯啶虫胺对 2~5 龄若虫、雌虫和雄虫的毒力指数分别为 1 龄若虫的 1.04、0.61、0.77、1.21、2.15、2.37 倍。

### 2.2 5 种杀虫剂对同龄期褐飞虱的毒力

不同药剂同一龄期毒力分析显示:环氧虫啉、烯啶虫胺、噻虫嗪对不同龄期褐飞虱的杀虫活性显著好于吡虫啉和啶虫脒,吡虫啉和啶虫脒毒力指数差异不大,环氧虫啉、烯啶虫胺和噻虫嗪之间毒力差异不明显。与吡虫啉相比,啶虫脒、环氧虫啉、噻虫嗪和烯啶虫胺对 1 龄若虫毒力指数分别为 0.97、

5.62、4.05、4.91;对 2 龄若虫毒力指数分别为 1.15、6.87、4.58、7.74;对 3 龄若虫毒力指数分别为 0.95、4.94、3.98、4.37;对 4 龄若虫毒力指数分别为 0.90、4.63、5.25、4.99;对 5 龄若虫毒力指数分别为 1.50、8.95、6.93、5.84;对雌虫毒力指数分别为 0.86、5.43、8.20、5.197;对雄虫毒力指数分别为 1.10、6.28、4.23、5.01(表 2)。

## 3 讨论与结论

研究结果显示,与已有的新烟碱类杀虫剂相比,环氧虫啉对各龄期褐飞虱表现出较好的杀虫活性,并具优异灭杀成虫活性,综合表现显著优于吡虫啉和啶虫脒,且略好于常用新烟碱杀虫剂烯啶虫胺和噻虫嗪,但差异不显著。因此环氧虫啉可作为一种重要的轮换药剂用于田间褐飞虱防控。

褐飞虱具有迁飞特性<sup>[23]</sup>,加强对其预测预报,迅速压制入侵成虫虫源是抑制其暴发的重要途径之一。本研究测试结果显示,与若虫龄期相比,环氧虫啉和其他新烟碱类杀虫剂对 5 龄若虫和成虫褐飞虱杀虫活性更优异,因此推荐此类杀虫剂用于田间应急防控成虫褐飞虱。

环氧虫啉室内活性优异,今后要进一步优化其制剂合成工艺,开展不同类型杀虫剂抗性种群的褐飞虱田间药效评估,希望我国自主研发的新型杀虫剂早日进入市场,为我国植保事业提供技术支撑。

### 参考文献:

- [1]程遐年,陈若簏,习学,等.稻褐飞虱迁飞规律的研究[J].昆虫学报,1979,22(1):1-21.
- [2]程家安,祝增荣.2005 年长江流域稻区褐飞虱暴发成灾原因分析[J].植物保护,2006,32(4):1-4.
- [3]徐德进,顾中言,徐广春,等.吡蚜酮防治褐飞虱的使用技术及对天敌的安全性研究[J].中国生态农业学报,2010,18(5):1054-1059.
- [4]万贤宗,邓斌.25% 吡蚜酮 WP 对褐飞虱防治效果[J].世界农药,2008,30(4):40-41.
- [5]谢化鹏,宋宝安,金林红,等.噻虫嗪、烯啶虫胺及其复配制剂对褐飞虱 3 龄若虫的毒力测定[J].农药,2010,49(1):74-77.
- [6]凌炎,钟勇,尹文兵,等.7 种杀虫剂对褐飞虱的毒力测定[J].华中农业大学学报,2012,31(1):73-76.
- [7]李文红,高聪芬,王彦华,等.褐飞虱对噻虫嗪的抗药性监测[J].中国水稻科学,2008,22(2):197-202.
- [8]凌炎,周国辉,范桂霞,等.褐飞虱对吡虫啉、噻虫嗪和氟虫腈的抗性监测[J].植物保护,2009,35(1):104-107.
- [9]邵振源,张帅,李永平,等.中国水稻主产区褐飞虱对 3 种杀虫剂的抗性监测[J].农药学报,2011,13(1):91-94.

表 1 5 种杀虫剂对不同龄期褐飞虱的毒力分析

药剂	龄期	半致死浓度 LC <sub>50</sub> (mg/L)	LC <sub>50</sub> 的 95% 置信限 (mg/L)	斜率	相对毒力水平
吡虫啉	1 龄若虫	15.61	9.3 ~ 25.77	1.66 ± 0.23	1.00
	2 龄若虫	23.76	17.50 ~ 32.68	1.72 ± 0.26	0.66
	3 龄若虫	22.92	14.79 ~ 37.87	1.84 ± 0.24	0.68
	4 龄若虫	21.64	16.22 ~ 28.72	1.96 ± 0.29	0.72
	5 龄若虫	15.31	8.72 ~ 25.25	1.78 ± 0.26	1.02
	雌虫	8.04	5.60 ~ 11.41	1.36 ± 0.21	1.94
	雄虫	6.72	4.82 ~ 9.05	1.69 ± 0.25	2.32
啶虫脒	1 龄若虫	16.14	9.69 ~ 25.63	1.85 ± 0.27	1.00
	2 龄若虫	20.67	15.17 ~ 28.20	1.72 ± 0.26	0.78
	3 龄若虫	24.02	17.89 ~ 33.35	1.63 ± 0.23	0.68
	4 龄若虫	24.04	17.85 ~ 33.49	1.61 ± 0.23	0.68
	5 龄若虫	10.18	8.21 ~ 12.54	2.81 ± 0.36	1.61
	雌虫	9.37	6.57 ~ 13.49	1.34 ± 0.21	1.75
	雄虫	6.97	4.75 ~ 9.75	1.53 ± 0.24	2.35
环氧虫啉	1 龄若虫	2.78	2.07 ~ 3.61	2.05 ± 0.28	1.00
	2 龄若虫	3.46	2.65 ~ 4.40	2.31 ± 0.31	0.80
	3 龄若虫	4.64	3.63 ~ 5.87	2.44 ± 0.32	0.60
	4 龄若虫	4.67	3.73 ~ 5.87	2.44 ± 0.30	0.60
	5 龄若虫	1.71	1.24 ~ 2.20	2.24 ± 0.34	1.63
	雌虫	1.48	1.03 ~ 2.03	1.57 ± 0.24	1.88
	雄虫	1.07	0.74 ~ 1.45	1.74 ± 0.26	2.60
噻虫嗪	1 龄若虫	3.85	2.91 ~ 5.00	2.08 ± 0.29	1.00
	2 龄若虫	5.19	2.343 ~ 5.657	2.18 ± 0.30	0.74
	3 龄若虫	5.76	4.11 ~ 8.29	2.59 ± 0.32	0.67
	4 龄若虫	4.12	3.22 ~ 5.19	2.45 ± 0.32	0.93
	5 龄若虫	2.21	1.58 ~ 2.72	2.27 ± 0.32	1.74
	雌虫	0.98	0.65 ~ 1.36	1.60 ± 0.25	3.93
	雄虫	1.59	1.20 ~ 2.05	2.12 ± 0.29	2.42
烯啶虫胺	1 龄若虫	3.18	1.63 ~ 5.66	2.11 ± 0.32	1.00
	2 龄若虫	3.07	2.22 ~ 4.11	1.79 ± 0.29	1.04
	3 龄若虫	5.24	3.88 ~ 7.38	1.70 ± 0.28	0.61
	4 龄若虫	4.34	3.17 ~ 6.02	1.57 ± 0.26	0.77
	5 龄若虫	2.62	2.17 ~ 3.09	1.70 ± 0.16	1.21
	雌虫	1.55	1.28 ~ 1.82	1.94 ± 0.18	2.15
	雄虫	1.34	1.10 ~ 1.56	2.11 ± 0.23	2.37

[10] 樊龙飞,李 明,李荣玉. 褐飞虱对噻虫胺、异丙威、啶虫脒的抗药性及其增效配方筛选[J]. 江苏农业科学,2016,44(6):182-186.

[11] 熊战之,汪立新,付佑胜,等. 2015 年苏北地区稻飞虱的抗药性监测及治理[J]. 江苏农业科学,2016,44(10):191-195.

[12] Shao X S, Swenson T L, Casida J E. Cycloxaprid insecticide: nicotinic acetylcholine receptor binding site and metabolism[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry,2013,61(33):7883-7888.

[13] Zhang Y X, Xu X Y, Bao H B, et al. The binding properties of cycloxaprid on insect native nAChRs partially explain the low cross-resistance with imidacloprid in *Nilaparvata lugens* [J]. Pest Management Science,2019,75(1):246-251.

[14] Cui L, Sun L, Yang D B, et al. Effects of cycloxaprid, a novel cis-nitromethylene neonicotinoid insecticide, on the feeding behaviour of *Sitobion avenae* [J]. Pest Management Science, 2012, 68 ( 11 ) : 1484-1491.

[15] Cui L, Qi H L, Yang D B, et al. Cycloxaprid: a novel cis-nitromethylene neonicotinoid insecticide to control imidacloprid-resistant cotton aphid (*Aphis gossypii*) [J]. Pesticide Biochemistry and Physiology,2016,132:96-101.

[16] Fang Y, Xie P, Dong C H, et al. Cross-resistance and baseline susceptibility of brown planthopper *Nilaparvata lugens* ( Hemiptera:

表 2 5 种杀虫剂对同一龄期褐飞虱的毒力分析

龄期	药剂	半致死浓度 LC <sub>50</sub> (mg/L)	LC <sub>50</sub> 的 95% 置信限 (mg/L)	斜率	相对毒力水平
1 龄若虫	吡虫啉	15.61	9.3 ~ 25.77	1.66 ± 0.23	1.00
	啶虫啉	16.14	9.69 ~ 25.63	1.85 ± 0.27	0.97
	环氧虫啉	2.78	2.07 ~ 3.61	2.05 ± 0.28	5.62
	噻虫嗪	3.85	2.91 ~ 5.00	2.08 ± 0.29	4.05
	烯啶虫胺	3.18	1.63 ~ 5.66	2.11 ± 0.32	4.91
2 龄若虫	吡虫啉	23.76	17.50 ~ 32.68	1.72 ± 0.26	1.00
	啶虫啉	20.67	15.17 ~ 28.20	1.72 ± 0.26	1.15
	环氧虫啉	3.46	2.65 ~ 4.40	2.31 ± 0.31	6.87
	噻虫嗪	5.19	2.343 ~ 5.657	2.18 ± 0.30	4.58
	烯啶虫胺	3.07	2.22 ~ 4.11	1.79 ± 0.29	7.74
3 龄若虫	吡虫啉	22.92	14.79 ~ 37.87	1.84 ± 0.24	1.00
	啶虫啉	24.02	17.89 ~ 33.35	1.63 ± 0.23	0.95
	环氧虫啉	4.64	3.63 ~ 5.87	2.44 ± 0.32	4.94
	噻虫嗪	5.76	4.11 ~ 8.29	2.59 ± 0.32	3.98
	烯啶虫胺	5.24	3.88 ~ 7.38	1.70 ± 0.28	4.37
4 龄若虫	吡虫啉	21.64	16.22 ~ 28.72	1.96 ± 0.29	1.00
	啶虫啉	24.04	17.85 ~ 33.49	1.61 ± 0.23	0.90
	环氧虫啉	4.67	3.73 ~ 5.87	2.44 ± 0.30	4.63
	噻虫嗪	4.12	3.22 ~ 5.19	2.45 ± 0.32	5.25
	烯啶虫胺	4.34	3.17 ~ 6.02	1.57 ± 0.26	4.99
5 龄若虫	吡虫啉	15.31	8.72 ~ 25.25	1.78 ± 0.26	1.00
	啶虫啉	10.18	8.21 ~ 12.54	2.81 ± 0.36	1.50
	环氧虫啉	1.71	1.24 ~ 2.20	2.24 ± 0.34	8.95
	噻虫嗪	2.21	1.58 ~ 2.72	2.27 ± 0.32	6.93
	烯啶虫胺	2.62	2.17 ~ 3.09	1.70 ± 0.16	5.84
雌虫	吡虫啉	8.04	5.60 ~ 11.41	1.36 ± 0.21	1.00
	啶虫啉	9.37	6.57 ~ 13.49	1.34 ± 0.21	0.86
	环氧虫啉	1.48	1.03 ~ 2.03	1.57 ± 0.24	5.43
	噻虫嗪	0.98	0.65 ~ 1.36	1.60 ± 0.25	8.20
	烯啶虫胺	1.55	1.28 ~ 1.82	1.94 ± 0.18	5.19
雄虫	吡虫啉	6.72	4.82 ~ 9.05	1.69 ± 0.25	1.00
	啶虫啉	6.97	4.75 ~ 9.75	1.53 ± 0.24	1.10
	环氧虫啉	1.07	0.74 ~ 1.45	1.74 ± 0.26	6.28
	噻虫嗪	1.59	1.20 ~ 2.05	2.12 ± 0.29	4.23
	烯啶虫胺	1.34	1.10 ~ 1.56	2.11 ± 0.23	5.01

Delphacidae) from China to Cycloxaprid[J]. Journal of Economic Entomology,2018,111(5):2359-2363.

[17]Zhang Y L,Han Y C,Yang Q,et al. Resistance to cycloxaprid in *Laodelphax striatellus* is associated with altered expression of nicotinic acetylcholine receptor subunits [J]. Pest Management Science,2018,74(4):837-843.

[18]刘宝生,张志春,谢霖,等. 新药剂环氧虫啉对稻飞虱的杀虫活性和田间效果[J]. 西南农业学报,2013(1):155-158.

[19]吴勇超,须志平,邵旭升,等. 环氧虫啉对苜蓿蚜的毒力及对其体内解毒酶活性的影响 [J]. 农药学报,2016,18(6):710-716.

[20]何苾妍,杨鹏,李文浩,等. 长翅型与短翅型褐飞虱对杀虫剂的敏感性比较[J]. 农药学报,2019,21(2):175-180.

[21]Zhang Y L, Ma X X, Han Y C, et al. Transcript - level analysis of detoxification gene mutation - mediated chlorpyrifos resistance in *Laodelphax striatellus* ( Hemiptera: Delphacidae) [ J ]. Journal of Economic Entomology,2019,112(3):1285-1291.

[22]王利华,方继朝,刘宝生. 几类杀虫剂对灰飞虱的相对毒力及田间种群的抗性现状[J]. 昆虫学报,2008,51(9):930-937.

[23]江广恒,谈涵秋,沈婉贞,等. 褐飞虱远距离向北迁飞的气象条件[J]. 昆虫学报,1981,24(3):251-261.