湖北省褐飞虱对吡虫啉、噻嗪酮及氟虫腈的抗药性监测*

姚 亮[1] 覃春华[1] 卢 鹏[1] 游 红[1] 李建洪[1**] 许 威[2]
张凯雄[2] 彭传华[2] 罗汉刚[2] 王盛桥[2]
(1. 华中农业大学植物科技学院 武汉 430070; 2. 湖北省植物保护总站 武汉 430070)

Monitoring on resistance of *Nilaparvata lugens* to imidacloprid, buprofezin and fipronil

YAO Liang, QIN Chun-Hua[1], LU Peng, YOU Hong, LI Jian-Hong**, XU Wei[2], ZHANG Kai-Xiong, PENG Chuan-Hua[2], LUO Han-Gang[2], WANG Sheng-Qiao[2] (1. College of Plant Science and Technology, HuaZhong Agricultural University, Wuhan 430070, China; 2. Hubei General Station of Plant Protection, Wuhan 430070, China)

Abstract Rice stem dipping method was used to monitor the susceptibility of *Nilaparvata lugens* (Stål) to imidacloprid from 2006 to 2008 and to buprofezin and fipronil from 2007 to 2008 in 7 field populations collected in Wuxue, Tianmen, Jianli, Tongcheng, Xiaogan, Gong'an and Zaoyang of Hubei province. The results showed that the collected population produced resistance to imidacloprid with resistance index varied from 98.89 to 389.19, 69.00 to 153.33 and 56.32 to 116.89 respectively compared with the susceptible colony from year 2006 to 2008 although the resistance level decreased in three years, while the resistance to buprofezin with resistance index from 13.39 to 41.06 in 2007 and 6.94 to 20.44 in 2008. And the susceptible to fipronil with resistance index varied from 0.97 to 2.64 in 2007 and 0.63 to 1.42 in 2008. The strategy of resistance management of *N. lugens* was also proposed.

Key words *Nilaparvata lugens*, imidacloprid, buprofezin, fipronil, managent

摘 要 采用稻茎浸渍法监测湖北省武穴、天门、监利、通城、孝感、公安及枣阳七地褐飞虱 *Nilaparvata lugens* (Stål)田间种群对吡虫啉、噻嗪酮、氟虫腈的抗药性。结果表明：2006、2007和 2008年 3年 7地褐飞虱种群对吡虫啉的抗性分别为 98.89～389.19倍、69.00～153.33倍和 56.32～116.89倍，达高水平至极高水平抗性，但 3年期间总体抗性水平呈现一定程度的下降趋势；2007和 2008年 2年 7地褐飞虱对噻嗪酮的抗性分别为 13.39～41.06倍和 6.94～20.44倍，达低水平至高水平抗性；2007和 2008年 2年 7地褐飞虱对氟虫腈抗性分别为 0.97～2.64倍和 0.63～1.42倍，为敏感阶段。此外，还对褐飞虱的治理进行讨论。

关键词 褐飞虱，吡虫啉，噻嗪酮，氟虫腈，治理

褐飞虱 *Nilaparvata lugens* Stål 是亚洲水稻上的一种重要害虫[1]，属同翅目，飞虱科。全国稻区均有发生，长江以南发生较多，危害较重，目前是我国及亚洲许多国家水稻生产上的主要害虫。其食性专一，只有取食水稻和野生稻才能完成发育。取食时，成虫和若虫群集稻丛基部吸汁为害，唾液中分泌有毒物质，因而稻株不仅被吸食耗去养分，使谷粒千粒重减轻，秕谷粒增加，而且在虫量大时，引起稻株基部变黑、腐烂发臭，短期内水稻成团、成片死秆倒伏，导致严重减产或绝收。其吸汁或产卵造成的伤

*国家科技支撑计划和湖北省植物保护总站资助项目(2006BAD08B03和 2006A067035)。

**通讯作者，E-mail: jianhl@mail.hzau.edu.cn

收稿日期：2009-02-23，修回日期：2009-04-08，2009-05-06再修回

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.n

口,有利水稻小球菌核病的侵染并助长其扩展[2]。

吡虫啉(imidacloprid)是新一代氯代烟碱类杀虫剂,具有广谱、高效、低毒、低残留,对人、畜、植物和天敌安全等特点[3]。20世纪90年代以来,由于吡虫啉对稻飞虱具有卓越的控制作用,成为近年使用最多的防治药剂[4],全国及东南亚褐飞虱虫源地大面积、连续、单一使用吡虫啉,1997年,检测到褐飞虱对该药剂产生了抗药性,到2005年,产生了高水平至极高水平抗性[5,6]。

噻嗪酮(buprofezin)是一种抑制昆虫表皮几丁质合成的生长调节剂(IGRs),可导致昆虫在蜕皮过程中死亡,对褐飞虱具有很高的触杀活性,特别是对若虫防治效果尤佳[7,8]。20世纪80年代后噻嗪酮引进我国用于稻飞虱的防治,但90年代初吡虫啉大量应用后,噻嗪酮的使用呈明显下降趋势。氟虫腈(fipronil)是一种苯基吡唑类杀虫剂,杀虫谱广,对害虫以胃毒作用为主,兼有触杀和一定的内吸作用,主要用来防治水稻螟虫,也可兼治稻飞虱。

为了了解湖北省不同地区褐飞虱虫源对吡虫啉、噻嗪酮和氟虫腈的抗性现状,指导田间合理使用农药,并为抗性治理提供科学依据,开展了褐飞虱对这3种药剂的抗性监测。现将结果报道如下。

1 材料和方法

1.1 供试药剂

96.5%吡虫啉原粉:河北威远生物化工股份有限公司;98%噻嗪酮原粉:江苏安邦电化有限公司;95.32%氟虫腈原粉:河北威远生物化工股份有限公司;丙酮:中国医药(集团)上海化学试剂公司;Triton X-100:荟萃生物有限公司。

1.2 供试虫源

室内敏感品系:采用南京农业大学报道的3种药剂对敏感品系的毒力测定结果作为敏感基线[9,10]。

田间监测种群:于2006、2007、2008年8月至9月分别在湖北省7地区采集褐飞虱田间种群,采集的田间种群在华中农业大学教学农场试验田的养虫网中隔离饲养至下一代,不接触任何药剂,取3龄中期若虫供抗药性测定(表1)。

1.3 毒力测定方法

参照庄永林和沈晋良[11]报道的稻茎浸渍法:准确定量称取供试药剂,用丙酮稀释成一定浓度的母液,加入10%的Triton X-100,再用蒸馏水按等比稀释成5个系列浓度,连根挖取健壮一致的分蘖盛期至孕穗初期的稻株,洗净,剪成约10 cm长的连根稻茎,3株1组,于阴凉处晾至表面无水痕,将稻茎在药液中浸30 s后取出晾干,以浸渍的脱脂棉包住根部放入一次性塑料杯中,从田间养虫网的水稻中取标准一致的3龄中期若虫,放入水平侧放的一次性塑料杯中,每管20头,待若虫全部爬上稻茎或杯壁后再竖直,剔除机械损伤的个体,并补足20头,每个浓度重复3次,以清水为对照。接虫后放入温度为(26±1)℃,光周期为L∶D=16 h∶8 h的恒温培养室中培养。处理后注意稻茎根的脱脂棉保湿,防稻茎干枯,72 h后检查死亡虫数[12]。用Abbott公式[13]校正处理组的死亡率,用DPS软件求毒力回归方程。计算LC_{50}值和LC_{90} 95%置信限,并进行敏感性比较。

按照抗性程度的划分标准[14]:RR(resistance ratio)≤3为敏感阶段;RR=3.1~5为敏感性下降;RR=5.1~10为低水平抗性;RR=10.1~40为中等水平抗性;RR=40.1~160为高水平抗性;RR≥160为极高水平抗性,来衡量褐飞虱对杀虫剂的抗性程度。

2 结果与分析

2.1 湖北省不同地区褐飞虱田间种群对吡虫啉的监测结果

采用稻茎浸渍法监测了湖北省7地区褐飞虱田间种群对吡虫啉的抗药性,结果表明:2006年,武穴、通城、孝感3地褐飞虱田间种群的LC_{50}值分别为8.9002、11.3033、14.3343 mg a.i./L,抗性为98.89~159.27倍,达高水平抗

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.n

表 1　试虫采集信息表

年份	采集时间 (月. 日)	地点	代次	虫态
2006	08. 23	公安县家溪镇中稻田	4	若虫、成虫
	08. 26	天门市岳口镇北堤村中稻田	4	若虫、成虫
	08. 20	武穴市梅川镇中稻田	4	若虫、成虫
	08. 08	通城县麦市镇南岭村中稻田	3	若虫、成虫
	08. 21	枣阳市环城办事处十里铺村中稻田	4	若虫
	09. 01	监利县黄歇镇中稻田	4	若虫、成虫
	08. 18	孝感孝南区新铺镇徐山村中稻田	4	若虫、成虫
2007	08. 19	公安县家溪镇中稻田	4	若虫、成虫
	08. 23	天门市麻洋镇突飞村中稻田	4	成虫
	09. 11	武穴市大金镇晚稻田	5	若虫、成虫
	08. 24	通城县麦市镇南岭村中稻田	4	若虫
	08. 25	枣阳市环城办事处十里铺村中稻田	4	若虫、成虫
	08. 27	监利县黄歇镇中稻田	4	若虫、成虫
	08. 30	孝感孝南区新铺镇徐山村中稻田	4	若虫、成虫
2008	08. 19	公安县家溪镇中稻田	4	若虫、成虫
	08. 21	天门市麻洋镇突飞村中稻田	4	若虫、成虫
	09. 13	武穴市大金镇晚稻田	5	若虫
	08. 29	通城县麦市镇南岭村中稻田	4	若虫、成虫
	08. 18	枣阳市环城办事处十里铺村中稻田	4	若虫、成虫
	08. 23	监利县黄歇镇中稻田	4	若虫、成虫
	08. 25	孝感孝南区新铺镇徐山村中稻田	4	若虫、成虫

性; 而公安、天门、枣阳、监利 4地褐飞虱田的抗性为 196. 11 ~ 389. 19 倍, 达极高水平抗性。2007年湖北省 7地褐飞虱种群对吡虫啉的抗性为 69. 00 ~ 153. 33倍, 达高水平抗性。 2008年湖北省 7地褐飞虱种群对吡虫啉的抗性为 56. 32 ~116. 89倍, 达高水平抗性 (表 2)。

表 2　2006 ~ 2008年吡虫啉对湖北省 7地区褐飞虱田间种群的毒力

年份	种群	斜率 ±标准误	LC_{50} (95%置信限) (mg a. i. /L)	相关系数	抗性倍数
2006	公安	1. 2450±0. 3392	17. 6503 (9. 1199 ~ 53. 3997)	0. 9909	196. 11
	天门	2. 9339±0. 5785	18. 9088 (8. 2429 ~ 27. 9007)	0. 9154	210. 10
	武穴	2. 1381±0. 6422	8. 9002 (4. 4002 ~ 43. 6440)	0. 9885	98. 89
	通城	2. 3304±0. 3903	11. 3033 (8. 6898 ~ 15. 5842)	0. 9975	125. 59
	枣阳	0. 9204±0. 2033	18. 6810 (12. 5088 ~ 31. 6993)	0. 9975	207. 57
	监利	1. 5798±0. 4411	35. 0274 (18. 3001 ~ 89. 9777)	0. 9910	389. 19
	孝感	1. 4081±0. 3518	14. 3343 (8. 1518 ~ 34. 8480)	0. 9925	159. 27
2007	公安	1. 6669±0. 3296	8. 3758 (5. 3360 ~ 12. 3490)	0. 9938	93. 06
	天门	1. 5253±0. 3972	11. 0714 (6. 7080 ~ 19. 6316)	0. 9966	123. 02
	武穴	1. 3783±0. 2812	6. 2101 (3. 3895 ~ 9. 4914)	0. 9755	69. 00
	通城	1. 4162±0. 2047	8. 0192 (5. 6317 ~ 10. 9871)	0. 9896	89. 10
	枣阳	1. 3896±0. 2867	13. 1503 (7. 1926 ~ 21. 1726)	0. 9828	146. 11
	监利	1. 0842±0. 2959	8. 3138 (4. 0020 ~ 14. 8934)	0. 9817	92. 38
	孝感	1. 3872±0. 2669	13. 7997 (8. 1113 ~ 21. 4165)	0. 9859	153. 33
2008	公安	1. 0620±0. 2669	10. 5198 (5. 8758 ~ 19. 4556)	0. 9747	116. 89
	天门	1. 5622±0. 2427	9. 6295 (6. 9964 ~ 13. 1500)	0. 9817	106. 99
	武穴	1. 5252±0. 3005	9. 2881 (5. 8716 ~ 14. 3171)	0. 9836	103. 20
	通城	1. 5507±0. 3512	9. 0263 (5. 5839 ~ 13. 8750)	0. 9882	100. 29
	枣阳	0. 8095±0. 2755	7. 1250 (1. 8759 ~ 15. 7108)	0. 9813	79. 17
	监利	1. 4159±0. 2872	6. 3375 (3. 5152 ~ 9. 6281)	0. 9891	70. 42
	孝感	1. 2362±0. 3126	5. 0688 (2. 5783 ~ 7. 7677)	0. 9847	56. 32
	敏感种群	Y=7. 1422+2. 0792X	0. 09 (0. 08 ~ 0. 11)		

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.n

从 3年的监测结果可看出湖北省 7地褐飞虱对吡虫啉的抗药性一直维持在高水平至极高水平，而且 3年期间总体抗性水平呈现一定程度的下降趋势。

2.2 湖北省不同地区褐飞虱田间种群对噻嗪酮的监测结果

采用稻茎浸渍法监测了湖北省 7地褐飞虱田间种群对噻嗪酮的抗药性，结果表明：2007年孝感褐飞虱种群对噻嗪酮的 LC_{50}值为 11.0042 mg a.i./L，抗性达 41.06倍，为高水平抗性；而其它种群的 LC_{50}值为 3.5889～6.2701 mg a.i./L，抗性达 13.39～23.40倍，为中等水平抗性；2008年 7地褐飞虱种群对噻嗪酮的 LC_{50}值为 1.8603～5.4788 mg a.i./L，抗性达 6.94～20.44倍，为低水平至中等水平抗性。2年监测结果表明：7地褐飞虱田间种群对噻嗪酮的抗性水平也稍呈现下降趋势（表 3）。

表 3 2007～2008年噻嗪酮对湖北省 7地区褐飞虱田间种群的毒力

年份	种群	斜率 ±标准误	LC_{50}（95%置信限）（mg a.i./L）	相关系数	抗性倍数
2007	公安	1.3242±0.2708	4.6075（2.6481～7.7240）	0.9768	17.19
	天门	1.6812±0.3911	5.7065（3.5341～9.7969）	0.9930	21.29
	武穴	0.8665±0.2321	4.5596（2.0323～11.5828）	0.9902	17.01
	通城	0.9688±0.1792	3.5889（1.9665～5.8973）	0.9609	13.39
	枣阳	1.2690±0.2954	6.2701（3.6416～12.0625）	0.9716	23.40
	监利	1.3089±0.3101	5.6984（3.2802～10.5277）	0.9886	21.26
	孝感	1.0520±0.2461	11.0042（6.6450～20.6439）	0.9909	41.06
2008	公安	0.9347±0.2821	3.3587（1.8067～9.4461）	0.9915	12.53
	天门	1.4295±0.2690	2.1647（1.5202～3.0297）	0.9247	8.08
	武穴	1.8603±0.3166	2.1730（1.5471～3.0133）	0.9727	8.11
	通城	1.2104±0.2851	5.4788（3.4177～14.1004）	0.9560	20.44
	枣阳	1.0753±0.2940	4.8958（2.8997～15.2662）	0.9868	18.27
	监利	0.9083±0.2828	3.5762（1.9453～11.1784）	0.9520	13.34
	孝感	1.8924±0.3182	1.8603（1.2993～2.5328）	0.9653	6.94
	敏感种群	Y=6.6499+2.8865X	0.268（0.21～0.32）		

2.3 湖北省不同地区褐飞虱田间种群对氟虫腈的监测结果

采用稻茎浸渍法监测了湖北省 7地褐飞虱田间种群对氟虫腈的抗药性，结果表明：2007年湖北省 7地褐飞虱田间种群对氟虫腈 LC_{50}为 0.1367～0.3707 mg a.i./L，抗性为 0.97～2.64倍，抗性为敏感阶段；2008年湖北省 7地区褐飞虱种群对氟虫腈的 LC_{50}为 0.0890～0.1998 mg a.i./L，抗性为 0.63～1.42倍，抗性均为敏感阶段（表 4）。

3 讨论

测定结果发现，2006～2008年湖北省 7个地区褐飞虱田间种群对吡虫啉的抗性均已达到高至极高水平抗性，可能与近年来各稻区大面积单一使用吡虫啉防治稻飞虱有关，自 2005年全国多个省区暂停使用吡虫啉防治褐飞虱开始，褐飞虱对吡虫啉的抗性有所下降，但还维持在高水平，这表明还要继续暂停使用吡虫啉防治褐飞虱。湖北省褐飞虱田间种群对噻嗪酮产生了低水平至中等水平抗性，但是褐飞虱对噻嗪酮的抗性遗传为不完全隐性，这意味着褐飞虱对噻嗪酮的抗性可能在后期表现明显，发展迅速[15]，而且据李红文筛选结果报道也说明如果连续使用噻嗪酮防治褐飞虱，抗性在后期发展非常快[16]。由于本监测方法采用接虫后 72 h检查死亡虫数，而噻嗪酮属于几丁质合成抑制剂，药效发挥较慢，因此本监测结果相对于同类文章中的监测结果抗性倍数偏高，但本监测结果还是基本反映了湖北省褐飞虱对噻嗪酮的抗性变化趋势。氟虫腈在我国病虫害防治已使用多年，本监测结果表明氟虫腈对褐飞虱具有

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.n

良好的防治效果, 但由于氟虫腈对水生生物有较大影响, 我国已规定于 2009年 10月 1日开始, 氟虫腈不能在水稻上使用, 所以应尽快找到其它替代药剂来防治褐飞虱。

表 4　2007～2008年氟虫腈对湖北省 7地区褐飞虱田间种群的毒力

年份	种群	斜率 ±标准误	LC_{50} (95%置信限) (mg a. i./L)	相关系数	抗性倍数
2007	公安	0.7477±0.1863	0.2246 (0.0608～0.4783)	0.9751	1.60
	天门	0.8752±0.2377	0.2669 (0.0707～0.5765)	0.9751	1.90
	武穴	0.7863±0.1623	0.1367 (0.0473～0.3110)	0.9424	0.97
	通城	0.5146±0.1564	0.2261 (0.0724～0.4725)	0.9640	1.61
	枣阳	0.9566±0.2101	0.2018 (0.0683～0.3806)	0.9708	1.44
	监利	0.5780±0.1695	0.3707 (0.0976～0.9733)	0.9858	2.64
	孝感	1.0846±0.1905	0.2029 (0.0916～0.3453)	0.9894	1.45
2008	公安	0.8781±0.2372	0.1998 (0.0970～0.3838)	0.9540	1.42
	天门	1.0091±0.2987	0.0890 (0.0281～0.1630)	0.9517	0.63
	武穴	0.7922±0.2342	0.1878 (0.0786～0.3850)	0.9763	1.34
	通城	0.9336±0.2387	0.1825 (0.0901～0.3273)	0.9446	1.30
	枣阳	0.7291±0.2323	0.1920 (0.0729～0.4279)	0.9402	1.37
	监利	0.9020±0.2375	0.1286 (0.0497～0.2263)	0.9448	0.92
	孝感	0.8802±0.2400	0.1691 (0.0745～0.3122)	0.9806	1.20
	敏感种群	Y=7.6382+3.0944X	0.1404 (0.1222～0.1616)		

自日本 1969年发现稻飞虱对丙体六六六产生抗药性[17]以来, 大量的抗性监测结果表明, 褐飞虱已对多种药剂都产生了不同程度的抗性[18～20]。现在可以用来长期防治褐飞虱的特效药剂越来越少, 根据上述研究结果, 作者认为目前湖北各地区还应暂停使用吡虫啉, 间断性使用噻嗪酮防治褐飞虱, 以尽快恢复褐飞虱对吡虫啉和噻嗪酮的敏感性。此外, 要特别注意对褐飞虱进行高效的综合防治, 注意对药剂的轮换使用, 避免长期使用单一药剂, 并且注意在低龄期防治褐飞虱, 以便有效防控褐飞虱。

致　谢　天门、武穴、监利、孝感、公安、枣阳和通城植保站在试虫的采集过程中提供了帮助, 在此表示诚挚的谢意。

参　考　文　献

1　巫国瑞, 胡萃. 稻飞虱. 北京: 农业出版社, 1987. 196～199.
2　雷朝亮, 荣秀兰. 普通昆虫学. 北京: 中国农业出版社, 2003.
3　http://baike.baidu.com/view/344039.htm
4　刘泽文, 张玲春, 韩召军, 等. 褐飞虱对吡虫啉抗性监测方法的研究. 昆虫知识, 2002, **39**(6): 242～247.
5　王彦华, 李永平, 陈进, 等. 褐飞虱对吡虫啉敏感性的时空变化及现实遗传力. 中国水稻科学, 2008, **22**(4): 421～426.
6　Wang Y. H., Gao C. F., Zhu Y. C. Imidacloprid susceptibility survey and selection risk assessment in field populations of Nilaparvata lugens. J. Econ. Entomol., 2008, **101**(2): 515～22.
7　贝亚维, 顾秀慧, 陈华平, 等. 噻嗪酮的作用方式研究. 浙江农业学报, 1995, **8**(1): 30～33.
8　Kanno H. An approach to a novel insect growth regulator buprofezin (Applaud). Pure. Appl. Chem., 1987, **59**(8): 1 027～1 032.
9　庄永林. 褐飞虱对噻嗪酮及吡虫啉的抗药性研究. 博士学位论文, 南京: 南京农业大学, 2000.
10　林友伟. 两种水稻飞虱对吡虫啉和噻嗪酮的抗性及治理研究. 硕士学位论文, 南京: 南京农业大学, 2004.
11　庄永林, 沈晋良. 稻褐飞虱对噻嗪酮的抗药性. 南京农业大学学报, 2000, **23**(3): 114～117.
12　沈水男, 江宏. 稻褐飞虱对噻嗪酮的抗药性监测. 上海农业科技, 2003, (6): 104.
13　赵善欢. 植物化学保护. 北京: 中国农业出版社, 2000.
14　沈晋良, 谭建国. 我国棉铃虫对拟除虫菊酯类农药的抗药性监测及预报. 昆虫知识, 1991, **28**(6): 337～340.
15　庄永林, 沈晋良, 戴德江, 等. 褐飞虱对噻嗪酮的抗性遗传分析. 昆虫学报, 2004, **47**(6): 749～753.
16　李文红, 高聪芬, 王彦华, 等. 褐飞虱对噻嗪酮的抗药性监测. 中国水稻科学, 2008, **22**(2): 197～202.
17　Nagata T., Moritva S. Resistance in the brown planthopper, Nilaparvata lugens, to Lindane. Jap. J. Appl. Ent. Zool., 1974, **18**(2): 73～80.
18　毛立新, 梁天锡. 水稻飞虱对十三种杀虫剂的抗药性监测. 中国水稻科学, 1992, **6**(2): 70～76.
19　王荫长, 李国清, 丁士银, 等. 褐飞虱对常用药剂的敏感性年度间变化规律. 南京农业大学学报, 1996, **19**(增刊): 1～8.
20　龙丽萍, 邓业成, 林明珍, 等. 水稻褐飞虱的抗药性监测. 西南农业学报, 1997, **10**(1): 96～101.

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.n