

水稻飞虱对十三种杀虫剂的抗性监测

毛立新 梁天锡 (中国水稻研究所, 杭州 310006)

Monitoring in Susceptibility of Whitebacked Planthopper and Brown Planthopper to Thirteen Insecticides

MAO Lixin, LIANG Tianxi (China National Rice Research Institute, Hangzhou 310006)

Abstract: Susceptibility levels of whitebacked planthopper (WBPH, *Sogatella furcifera* Horváth) and brown planthopper (BPH, *Nilaparvata lugens* Stål) to 13 insecticides were monitored in laboratory by using standard topical application method. The monitoring results during 1987~1991 indicated: (1) Strains of WBPH and BPH were most susceptible to carbofuran, the lowest to malathion. The LD₅₀ values fluctuated among years as the two kinds of hoppers were migrant pests. (2) The development of resistance in WBPH population was faster than that of in BPH population. Compared with LD₅₀ values of some insecticides of Nagata (1967), WBPH (Zhejiang, 1990) had a 110.56-fold resistance to malathion, 48.90-fold to fenitrothion, and BPH had a 11.61-fold resistance to malathion, 6.11-fold to fenitrothion at the same monitoring method. (3) There was a negative relation between resistance level of BPH population and the local chemical used. (4) There existed a wide variation of toxicity of the different insecticide varieties of the organophosphorous. The toxicity of monocrotophos was more than 10 times as high as that of malathion.

Key words: Insecticide resistance; Monitoring; *Nilaparvata lugens*; *Sogatella furcifera*

摘要: 1987~1991年选用有机磷、有机氮和拟除虫菊酯类十三种杀虫剂对白背飞虱和褐飞虱用国际统一标准毒力测定点滴法进行抗药性监测。结果表明: 1) 白背飞虱和褐飞虱对呋喃丹最为敏感, 对马拉硫磷敏感度最低。LD₅₀值相差上百倍。因两种飞虱均属迁飞性害虫, 年度间的测定结果稍有波动。2) 白背飞虱抗药性发展比褐飞虱快, 在测定方法和供试昆虫条件基本相同的情况下, 将1990年所测几种药剂的LD₅₀与日本Nagata (1967)测定数据进行比较, 浙江省白背飞虱种群对马拉硫磷的抗性差异高达110.56倍, 对杀螟松为48.90倍; 褐飞虱种群对马拉硫磷、杀螟松的抗性分别相差11.61倍和6.11倍。3) 褐飞虱种群对药剂的敏感度与当地用药水平呈负相关。4) 有机磷类不同品种杀虫剂对两种飞虱的毒力差异较大, 毒力较高的久效磷的LD₅₀值与毒力较低的马拉硫磷的LD₅₀值相差数十倍。

关键词: 杀虫剂; 抗药性; 监测; 褐飞虱; 白背飞虱

水稻主要害虫褐飞虱 (*Nilaparvata lugens* Stål) 和白背飞虱 (*Sogatella furcifera* Horváth) 属迁飞性害虫, 不能在浙江省安全过冬, 每年在早稻移栽时开始迁入, 一直延续到晚稻成熟期迁出, 经常爆发成灾, 造成严重损失。多年以来, 我国及亚洲各国对水稻飞虱的主要防治手段是使用化学农药。40、50年代开始使用有机氯类的六六六、DDT, 产生抗药性后换用有机磷和有机氮类杀虫剂, 另外, 菊酯类的二氯苯

醚菊酯、溴氰菊酯也用于防治飞虱^[2]。每年用药2~5次。据报道, 两种飞虱已对马拉硫磷等多种杀虫剂产生了抗性^[5~7, 9, 11]。为系统了解两种飞虱对药剂抗性的发生发展情况, 1987年我所参加FAO/IRRI主持的有日本、南朝鲜、泰国等东南亚12个国家和地区参加的“水稻害虫抗药性水平监测”科研协作网, 对有机磷、

1991年3月5日收到。Received March 5, 1991

注: 本项目得到浙江省自然科学基金资助。

有机氮和菊酯类等 13 种杀虫剂进行了毒力测定。

材料和方法

(一) 供试昆虫

白背飞虱和褐飞虱每年 6~7 月采自浙江省富阳、丽水及龙游山区稻田, 将采回的成虫和若虫放入养虫室, 在养虫笼内用水稻感虫品种 TN1 饲养, 繁殖 1~2 代。选用羽化后 2~4 日龄的长翅型雌成虫进行毒力测定。

(二) 供试药剂

96.06% 二嗪农、96.6% 杀螟松、95.4% 马拉硫磷、99.0% 久效磷、98.6% 呋喃丹、99.0% 西维因、99.3% 溴氰菊酯、95.5% 二氯苯醚菊酯 (8 种药剂均由 IIRI 提供)。98.2% 甲胺磷 (浙江菱湖农药厂生产), 90.0% 氯醚菊酯 (MTI-501) (上海中西药厂生产), 95.0% 叶蝉散 (浙江省化工研究所产品)、99.2% 杀灭菊酯和 98.2% 敌敌畏 (上海农药厂生产)。

(三) 测定方法

采用 FAO/IRRI 东南亚 12 个国家科研协作网统一标准毒力测定点滴法^[8]。准确称取供试药剂纯品, 用丙酮 (AR 重蒸) 溶解, 稀释配成 5 个系列浓度, 设一个对照, 共 6 个处理, 每个处理重复 3 次, 每次 10 头虫, 每种药剂需试虫 180 头。先将试虫放入试管中用 CO₂ 麻醉, 然后迅速用微量点滴器准确地将不同浓度的药液分别滴在试虫前胸背板上, 每虫滴 0.1 μl, 对照滴丙酮, 处理后将试虫放入有水稻幼苗 (品种 TN1) 的特制养虫杯中饲养, 24 h 后观察死亡率, 而后用 Abbott 公式校正死亡率, 数据输入电子计算机, 用 Quant 程序统计分析, 计算出每种药剂的毒力回归方程, LD₅₀、LD₉₅ 及 95% 的置信限。

结果和分析

(一) 白背飞虱种群对各种杀虫剂敏感度

1987~1990 年富阳地区的白背飞虱对各种杀虫剂敏感度测定结果表明 (表 1), 白背飞虱除对马拉硫磷敏感度较低外 (LD₅₀ 为 0.2764 μg/♀), 对其他几种药剂均较敏感, LD₅₀ 范围在 0.0010~0.0628 μg/♀ 之间, 其毒

性最高者为呋喃丹, 之后依次为西维因、久效磷、溴氰菊酯、二氯苯醚菊酯、氯醚菊酯、二嗪农和杀螟松。从 LD₅₀ 毒力值分析, 有机磷类药剂间的毒力差异较大, 毒力最高的久效磷和最低的马拉硫磷相差近百倍。

经过连续 3~4 年的毒力测定发现, 白背飞虱对各种药剂的敏感度均呈下降趋势, 但不太稳定 (图 1)。可能是由于抗药性形成是个缓慢过程, 白背飞虱每年迁入和迁出某地的数量均有变化, 在防治地区受当年药剂的筛选而产生的抗性种群在迁出地较敏感的种群中受到不同程度的影响, 从而造成年度间抗性监测结果的波动。

(二) 褐飞虱种群对 13 种杀虫剂的敏感度

1987~1991 年富阳地区褐飞虱对 13 种杀虫剂敏感度测定结果表明 (表 2), 各年度褐飞虱对药剂的敏感度顺序为: 1988 年, 呋喃丹 > 久效磷 > 西维因 > 溴氰菊酯 > 二氯苯醚菊酯 > 二嗪农 > 马拉硫磷 > 杀螟松; 1989 年, 呋喃丹 > 西维因 > 久效磷 > 溴氰菊酯 > 杀螟松 > 二嗪农 > 马拉硫磷 > 二氯苯醚菊酯; 1990 年, 呋喃丹 > 久

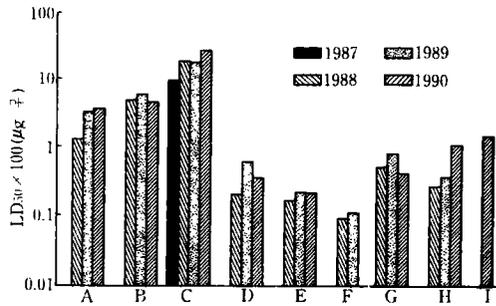


图 1 年度间白背飞虱对各种药剂的敏感度变化
Fig. 1. The fluctuation of LD₅₀ values of WBPH among years

A. 二嗪农 diazinon; B. 杀螟松 fenitrothion; C. 马拉硫磷 malathion; D. 久效磷 monocrotophos; E. 西维因 carbaryl; F. 呋喃丹 carbofuran; G. 溴氰菊酯 deltamethrin; H. 二氯苯醚菊酯 permethrin; I. 氯醚菊酯 MTI-501

表1 白背飞虱对9种杀虫剂敏感度测定结果(浙江富阳)

Table 1. The monitoring results of susceptibility of WBPH to 9 insecticides (Fuyang, Zhejiang)

药剂名称 Insecticide	年份 Year	LD ₅₀ ($\mu\text{g}/\text{♀}$)	LD ₉₅ ($\mu\text{g}/\text{♀}$)	回归方程 Regression equation	95%置信限 95% confidence interval
二嗪农 diazinon	1988	0.0141	0.0942	$y = 8.6897 + 1.9932x$	0.0104~0.0192
	1989	0.0353	1.1659	$y = 6.5727 + 1.0276x$	0.0212~0.0727
	1990	0.0396	0.1057	$y = 10.4102 + 3.8588x$	0.0335~0.0460
杀螟松 fenitrothion	1988	0.0514	0.3490	$y = 7.5484 + 1.9765x$	0.0389~0.0683
	1989	0.0628	0.3461	$y = 7.6675 + 2.2195x$	0.0488~0.0822
	1990	0.0489	0.2543	$y = 8.0117 + 2.2983x$	0.0371~0.0635
马拉硫磷 malathion	1987	0.1004	1.0061	$y = 6.6405 + 1.6437x$	0.0597~0.1367
	1988	0.1932	1.3748	$y = 6.3787 + 1.9255x$	0.1451~0.2540
	1989	0.1845	0.9461	$y = 6.7006 + 2.3171x$	0.1414~0.2355
	1990	0.2764	1.2528	$y = 6.3995 + 2.5064x$	0.2218~0.3525
久效磷 monocrotophos	1988	0.0022	0.0102	$y = 11.5123 + 2.4457x$	0.0018~0.0028
	1989	0.0066	0.0673	$y = 8.5534 + 1.6283x$	0.0045~0.0122
	1990	0.0038	0.0152	$y = 11.6181 + 2.7335x$	0.0029~0.0047
西维因 carbaryl	1988	0.0018	0.0137	$y = 10.1342 + 1.8741x$	0.0014~0.0026
	1989	0.0024	0.0479	$y = 8.3232 + 1.2717x$	0.0016~0.0047
	1990	0.0023	0.0547	$y = 8.1625 + 1.2029x$	0.0015~0.0037
呋喃丹 carbofuran	1988	0.0010	0.0025	$y = 17.2417 + 4.0472x$	0.0009~0.0011
	1989	0.0012	0.0057	$y = 12.0898 + 2.4288x$	0.0010~0.0015
溴氰菊酯 deltamethrin	1988	0.0055	0.0711	$y = 8.3466 + 1.4820x$	0.0035~0.0078
	1989	0.0087	0.0875	$y = 8.3776 + 1.6379x$	0.0062~0.0119
	1990	0.0045	0.0497	$y = 8.6909 + 1.5698x$	0.0028~0.0063
二氯苯醚菊酯 permethrin	1988	0.0029	0.0222	$y = 9.7288 + 1.8650x$	0.0021~0.0039
	1989	0.0039	0.0362	$y = 9.1033 + 1.7060x$	0.0028~0.0055
	1990	0.0116	0.0967	$y = 8.4594 + 1.7881x$	0.0082~0.0161
氯醚菊酯 MTI-501	1990	0.0158	0.1750	$y = 7.8382 + 1.5766x$	0.0114~0.0236

效磷 > 西维因 > 甲胺磷 > 溴氰菊酯 > 二嗪农 > 氯醚菊酯 > 二氯苯醚菊酯 > 杀螟松 > 马拉硫磷; 1991年, 呋喃丹 > 久效磷 > 西维因 > 杀灭菊酯 > 叶蝉散 > 溴氰菊酯 > 敌敌畏 > 二嗪农 > 杀螟松 > 二氯苯醚菊酯 > 马拉硫磷。从上述连续四年监测结果可见, 褐飞虱对二氯苯醚菊酯、杀螟松和马拉硫磷的敏感度较低, 目前常用药叶蝉散居中。有机磷类不同药剂品种间的毒力差异较大, 其中久效磷的毒力最强, 其次是甲胺磷、二嗪农和杀螟松, 以马拉硫磷的毒力最低。年度间测定结果有所波动(图2), 原因可能与白背飞虱相似。除马拉硫磷外, 褐飞虱对其他各种药剂的敏感度均低于白背飞虱。

1990、1991年富阳、丽水和龙游地区的褐飞虱种群对13种杀虫剂敏感度测定结

果如表3、4所示, 1990年除西维因外, 富阳地区褐飞虱对其他9种杀虫剂敏感度均低于丽水地区, 1991年所测龙游地区褐飞虱种群对8种杀虫剂敏感度均高于富阳地区。监测结果与地区用药水平基本相符。丽水和龙游(梧村)地处山区, 种植单季稻, 用药次数及用药量均比双季稻的富阳地区少, 害虫所受的选择压小, 因此害虫种群对药剂表现稍高的敏感度。从LD₅₀值分析, 富阳、丽水两地区种群LD₅₀比值在0.78~1.98之间, 富阳、龙游两地区种群LD₅₀比值在1.06~2.14之间, 差异不大, 可能来自同一迁出地。

(三) 两种稻飞虱对菊酯类杀虫剂敏感度差异

两种稻飞虱对菊酯类杀虫剂的敏感度差

表2 褐飞虱对13种杀虫剂敏感度测定结果(浙江富阳)

Table 2. The monitoring results of susceptibility of BPH to 13 insecticides (Fuyang, Zhejiang)

药剂名称 Insecticide	年份 Year	LD ₅₀ ($\mu\text{g}/\text{♀}$)	LD ₉₅ ($\mu\text{g}/\text{♀}$)	回归方程 Regression equation	95%置信限 95% confidence interval
二嗪农 diazinon	1988	0.0689	0.2413	$y = 8.5291 + 3.0518x$	0.0576~0.0835
	1989	0.0918	0.2705	$y = 8.6352 + 3.5050x$	0.0757~0.1101
	1990	0.0887	0.2717	$y = 8.4478 + 3.2765x$	0.0747~0.1065
	1991	0.0768	0.2407	$y = 7.6951 + 3.3148x$	0.0629~0.0918
杀螟松 fenitrothion	1986	0.2118	0.7493	$y = 7.6205 + 2.5979x$	0.1714~0.2589
	1989	0.0764	0.5191	$y = 7.2076 + 1.9761x$	0.0483~0.1021
	1990	0.2040	0.8425	$y = 6.8436 + 2.6703x$	0.1663~0.2522
	1991	0.1363	0.7595	$y = 6.9083 + 2.2050x$	0.1034~0.1726
马拉硫磷 malathion	1988	0.1804	1.4916	$y = 6.3335 + 1.7928x$	0.1329~0.2414
	1989	0.1255	0.7480	$y = 6.9124 + 2.1221x$	0.0933~0.1605
	1990	0.2064	1.4194	$y = 6.3461 + 1.9643x$	0.1573~0.2722
	1991	0.1990	1.9252	$y = 6.1701 + 1.6688x$	0.1417~0.2774
久效磷 monocrotophos	1988	0.0020	0.0091	$y = 11.8244 + 2.5354x$	0.0016~0.0025
	1989	0.0281	1.4747	$y = 6.4836 + 0.9560x$	0.0138~0.2016
	1990	0.0090	0.0330	$y = 10.9724 + 2.9204x$	0.0071~0.0109
	1991	0.0056	0.0532	$y = 8.7899 + 1.6833x$	0.0038~0.0076
甲胺磷 methamidophos	1990	0.0110	0.0345	$y = 11.4802 + 3.3078x$	0.0089~0.0130
敌敌畏 dichlorvos	1991	0.0635	0.4958	$y = 7.0264 + 1.8434x$	0.0467~0.1064
西维因 carbaryl	1987	0.0155	0.1108	$y = 8.4854 + 1.9266x$	0.0114~0.0205
	1988	0.0088	0.0478	$y = 9.5977 + 2.2356x$	0.0068~0.0113
	1989	0.0095	0.0599	$y = 9.1566 + 2.0550x$	0.0070~0.0126
	1990	0.0097	0.0491	$y = 9.7019 + 2.3348x$	0.0075~0.0121
	1991	0.0089	0.0601	$y = 9.0674 + 1.9835x$	0.0065~0.0118
呋喃丹 carbofuran	1988	0.0010	0.0032	$y = 14.8922 + 3.3123x$	0.0009~0.0012
	1989	0.0018	0.0105	$y = 10.9036 + 2.1540x$	0.0014~0.0023
	1990	0.0019	0.0075	$y = 12.5142 + 2.7654x$	0.0016~0.0023
	1991	0.0019	0.0048	$y = 16.0701 + 4.0648x$	0.0016~0.0022
叶蝉散 isorcarb	1991	0.0204	0.0865	$y = 9.4271 + 2.6179x$	0.0166~0.0253
溴氰菊酯 deltamethrin	1988	0.0280	0.3301	$y = 7.3835 + 1.5344x$	0.0184~0.0389
	1989	0.0395	0.3685	$y = 7.3801 + 1.6959x$	0.0286~0.0537
	1990	0.0210	0.2003	$y = 7.8171 + 1.6785x$	0.0137~0.0286
	1991	0.0313	0.2089	$y = 8.0012 + 1.9948x$	0.0229~0.0412
二氯苯醚菊酯 permethrin	1988	0.0578	0.9474	$y = 6.6768 + 1.3615x$	0.0366~0.0865
	1989	0.2436	7.9910	$y = 5.6655 + 1.0850x$	0.1520~0.4806
	1990	0.1522	2.0218	$y = 6.1972 + 1.4642x$	0.1067~0.2337
	1991	0.1367	1.1927	$y = 6.5111 + 1.7484x$	0.0968~0.1943
氯醚菊酯 MTI-501	1990	0.0958	0.4409	$y = 7.5271 + 2.4804x$	0.0711~0.1197
杀灭菊酯 fenvalerate	1991	0.0142	0.0505	$y = 10.5196 + 2.9874x$	0.0118~0.0170

异较大(表1、2),白背飞虱的敏感度高于褐飞虱。从1990年的测定结果看,白背飞虱、褐飞虱对溴氰菊酯的LD₅₀值分别为0.0045 $\mu\text{g}/\text{♀}$ 和0.0210 $\mu\text{g}/\text{♀}$;对二氯苯醚菊酯分别为0.0116 $\mu\text{g}/\text{♀}$ 和0.1522 $\mu\text{g}/\text{♀}$;

对氯醚菊酯分别为0.0158 $\mu\text{g}/\text{♀}$ 和0.0958 $\mu\text{g}/\text{♀}$ 。在我国,目前很少用菊酯类药物防治水稻害虫,就是在少数地区使用时,也多为兼治两种飞虱,所承受的选择压力是相同的,产生较大的敏感度差异的原因

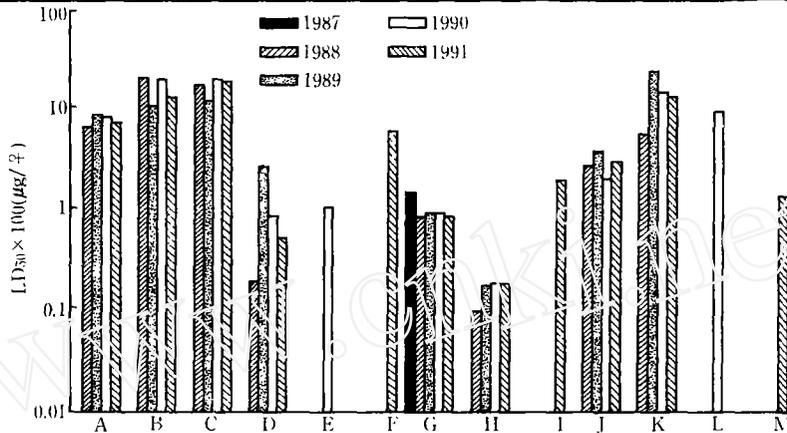


图2 年度间褐飞虱对各种药剂的敏感度变化

Fig. 2. The fluctuation of LD_{50} value of BPH among years

A. 二嗪农 diazinon; B. 杀螟松 fenitrothion; C. 马拉硫磷 malathion; D. 久效磷 monocrotophos; E. 甲胺磷 methamidophos; F. 敌敌畏 dichlorvos; G. 西维因 carbaryl; H. 呋喃丹 carbofuran; I. 叶蝉散 isorocarb; J. 溴氰菊酯 deltamethrin; K. 二氯苯醚菊酯 permethrin; L. 氯醚菊酯 MTI-501; M. 杀灭菊酯 fenvalerate

还有待进一步监测。

另外,测定结果还表明,菊酯类药剂对两种飞虱的毒力回归方程的 b 值较小(图3),在 1.4642~2.4804 之间,说明飞虱群体中有较多的抗性个体,易产生抗药性。

表3 褐飞虱对10种杀虫剂敏感度测定结果比较(富阳、丽水,1990)

Table 3. The monitoring results of susceptibility of BPH in two regions to 10 insecticides (Fuyang, Lishui, 1990)

药剂名称 Insecticide	地区 Regions	LD_{50} ($\mu\text{g}/\text{♀}$)	LD_{95} ($\mu\text{g}/\text{♀}$)	回归方程 Regression equation	95%置信限 95% confidence interval	富阳 LD_{50} / 丽水 LD_{50}
二嗪农 diazinon	富阳	0.0887	0.2717	$y = 8.4478 + 3.2766x$	0.0747~0.1065	
	丽水	0.0724	0.2419	$y = 8.5784 + 3.1375x$	0.0601~0.0864	1.23
杀螟松 fenitrothion	富阳	0.2040	0.8425	$y = 6.8436 + 2.6703x$	0.1663~0.2522	1.39
	丽水	0.1466	0.6037	$y = 7.2314 + 2.6761x$	0.1147~0.1811	
马拉硫磷 malathion	富阳	0.2064	1.4194	$y = 6.3461 + 1.9643x$	0.1573~0.2722	1.05
	丽水	0.1973	1.6072	$y = 6.2728 + 1.8056x$	0.1468~0.2653	
久效磷 monocrotophos	富阳	0.0090	0.0330	$y = 10.9724 + 2.9204x$	0.0071~0.0109	1.18
	丽水	0.0076	0.0490	$y = 9.3151 + 2.0385x$	0.0054~0.0100	
甲胺磷 methamidophos	富阳	0.0110	0.0345	$y = 11.4802 + 3.3078x$	0.0089~0.0130	1.11
	丽水	0.0099	0.0285	$y = 12.1613 + 3.5702x$	0.0010~0.0359	
西维因 carbaryl	富阳	0.0097	0.0491	$y = 9.7019 + 2.3348x$	0.0071~0.0109	0.78
	丽水	0.0125	0.0884	$y = 8.6808 + 1.9326x$	0.0093~0.0169	
呋喃丹 carbofuran	富阳	0.0019	0.0075	$y = 12.5142 + 2.7654x$	0.0016~0.0023	1.90
	丽水	0.0010	0.0033	$y = 14.4065 + 3.1229x$	0.0008~0.0012	
溴氰菊酯 deltamethrin	富阳	0.0210	0.2003	$y = 7.8171 + 1.6785x$	0.0137~0.0286	1.25
	丽水	0.0168	0.1400	$y = 8.1709 + 1.7871x$	0.0123~0.0225	
二氯苯醚菊酯 permethrin	富阳	0.1522	2.0218	$y = 6.1972 + 1.4642x$	0.1067~0.2337	1.18
	丽水	0.1285	3.6955	$y = 6.0047 + 1.1276x$	0.0798~0.2240	
氯醚菊酯 MTI-501	富阳	0.0958	0.4409	$y = 7.5271 + 2.4804x$	0.0711~0.1197	1.98
	丽水	0.0484	0.1968	$y = 8.5522 + 2.7013x$	0.0392~0.0598	

(四) 两种飞虱对马拉硫磷等四种药剂的抗药性水平

在毒力测定方法和供试昆虫条件与日本 Naga ta (1967) 测定两种飞虱基本相同的情况下,将 1990 年我们所测几种药剂的

表4 褐飞虱对8种杀虫剂敏感度测定结果比较(富阳, 龙游, 1991)

Table 4. The monitoring results of susceptibility of BPH in two regions to 8 insecticides (Fuyang, Longyou, 1991)

药剂名称 Insecticide	地区 Regions	LD ₅₀ ($\mu\text{g}/\text{♀}$)	LD ₉₅ ($\mu\text{g}/\text{♀}$)	回归方程 Regression equation	95%置信限 95% confidence interval	富阳 LD ₅₀ / 龙游 LD ₅₀
二嗪农 diazinon	富阳	0.0768	0.2407	$y = 8.6951 + 3.3148x$	0.0629~0.0918	1.15
	龙游	0.0667	0.2543	$y = 8.3276 + 2.8301x$	0.0543~0.0807	
杀螟松 fenitrothion	富阳	0.1363	0.7595	$y = 6.9083 + 2.2050x$	0.1034~0.1726	1.06
	龙游	0.1280	0.6480	$y = 7.0848 + 2.3247x$	0.0979~0.1604	
马拉硫磷 malathion	富阳	0.1990	1.9252	$y = 6.1701 + 1.6638x$	0.1417~0.2774	1.19
	龙游	0.1669	1.4036	$y = 6.3829 + 1.7787x$	0.1218~0.2227	
久效磷 monocrotophos	富阳	0.0956	0.0532	$y = 8.7899 + 1.6833x$	0.0038~0.0076	1.12
	龙游	0.0059	0.0318	$y = 9.7130 + 2.0490x$	0.0036~0.0066	
西维因 carbaryl	富阳	0.0089	0.0610	$y = 9.0674 + 1.9835x$	0.0065~0.0118	1.07
	龙游	0.0083	0.0501	$y = 9.3790 + 2.1028x$	0.0063~0.0107	
呋喃丹 carbofuran	富阳	0.0019	0.0048	$y = 16.0701 + 4.0648x$	0.0016~0.0022	2.11
	龙游	0.0009	0.0032	$y = 14.3363 + 3.0783x$	0.0007~0.0011	
溴氰菊酯 deltamethrin	富阳	0.0313	0.2089	$y = 8.0012 + 1.9948x$	0.0137~0.0286	2.14
	龙游	0.0146	0.1299	$y = 8.1823 + 1.7347x$	0.0101~0.0199	
二氯苯醚菊酯 permethrin	富阳	0.1367	1.1927	$y = 6.5111 + 1.7484x$	0.0968~0.1943	1.42
	龙游	0.0963	3.8378	$y = 6.0447 + 1.0277x$	0.0579~0.1635	

LD₅₀ 值与日本 Naga ta 测定的数据进行比较 (表 5), 表明白背飞虱对马拉硫磷和杀

螟松已产生很高抗性, 其中马拉硫磷的比值最高, 为 110.56 倍, 杀螟松为 48.90 倍, 而褐稻虱比值较低, 最高的是马拉硫磷为 11.61 倍, 杀螟松和二嗪农的抗性比值分别为 6.11 和 4.02; 褐稻虱对西维因的抗性比值为 7.35 倍, 高于白背飞虱的 3.29 倍。

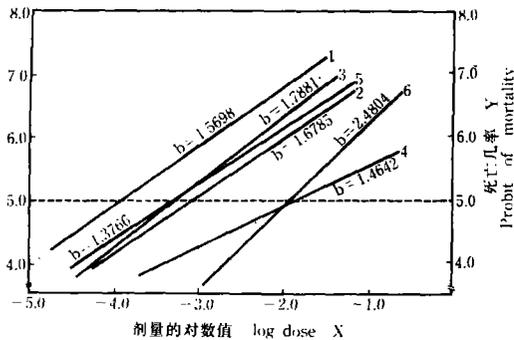


图3 三种拟除虫菊酯杀虫剂对两种飞虱的毒力回归线(1990)

Fig. 3. The regression line of WBPH and BPH to three pyrethroid insecticides (1990)

1. 白背飞虱 WBPH; 2. 褐飞虱 BPH(溴氰菊酯 deltamethrin); 3. 白背飞虱 WBPH; 4. 褐飞虱 BPH(二氯苯醚菊酯 permethrin); 5. 白背飞虱 WBPH; 6. 褐飞虱 BPH(氯醚菊酯 MTI-501)

讨论

(一) 两种飞虱的抗药性发展问题

几十年来, 世界各国对褐飞虱和白背飞虱长期采用大规模的化学防治⁽¹⁰⁾, 继有机氯类的六六六、DDT 之后, 有机磷类杀虫剂成为主要品种, 经连续 5 年的抗性监测及通过与日本 Nagata (1967) 测定的结果比较发现, 白背飞虱种群对有机磷农药产生抗性的速率远大于褐飞虱。对褐飞虱种群抗性发展缓慢现象, 在我国和亚洲一些国家均有报道⁽⁵⁾, 一般认为褐飞虱是迁飞害虫, 其迁出地用药少或不用药, 在抗性形成过程中存在稀释作用而导致抗性发展缓慢。白背飞虱也是迁飞害虫, 并且常与褐飞虱并发⁽¹⁾, 同时防治, 但其抗性发展速率高于褐飞虱。两种飞虱这种明显抗性差异的原因有待研究。

(二) 防治两种飞虱的药剂选择

表5 中国和日本白背飞虱、褐飞虱种群对药剂的敏感度比较

Table 5. The comparison of susceptibility of WBPH, BPH to insecticides between China and Japan

杀虫剂 Insecticide	白背飞虱 WBPH			褐稻虱 BPH		
	中国富阳(1990)	日本富冈(1967)	RI ¹⁾	中国富阳(1990)	日本福冈(1967)	RI ¹⁾
	Fuyang, China LD ₅₀ ($\mu\text{g}/\text{♀}$)	By Nagata, Japan LD ₅₀ ($\mu\text{g}/\text{♀}$)		Fuyang, China LD ₅₀ ($\mu\text{g}/\text{♀}$)	By Nagata, Japan LD ₅₀ ($\mu\text{g}/\text{♀}$)	
马拉硫磷 malathion	0.2764	0.0025	110.56	0.2064	0.017	11.61
杀螟松 fenitrothion	0.0489	0.0010	43.90	0.2040	0.024	6.11
二嗪农 diazinon	—	—	—	0.0887	0.018	4.02
西维因 carbaryl	0.0023	0.0007	3.29	0.0097	0.0017	7.35

1) 中国富阳飞虱种群 LD₅₀ / 日本福冈飞虱种群 LD₅₀

LD₅₀ of planthopper population in Fuyang, Zhejiang, China / LD₅₀ of planthopper population by Nagata, Japan

褐飞虱和白背飞虱的防治最初是使用六六六和甲(乙)六粉,因产生抗药性,被马拉硫磷、杀螟松等农药取代。据国内外报道和我们的测定结果证实,浙江省两种飞虱对马拉硫磷和杀螟松产生了较高抗性,若继续使用,将会再度提高用药量,增加施药次数,造成恶性循环,最好暂停使用。甲胺磷、久效磷及氨基甲酸酯类的叶蝉散、西维因和呋喃丹等对两种飞虱有较高毒力,但对人畜高毒,应注意安全合理使用。

拟除虫菊酯类杀虫剂在我国很少用于防治水稻害虫,根据我们的监测结果,除褐飞虱对二氯苯醚菊酯的敏感度稍低外,两种飞虱对菊酯类药剂均敏感,但其毒力回归方程的 b 值较小,说明群体异质性大,个体间毒力反应多不相同,群体中含有较多抗性个体,容易产生抗药性⁽³⁾。而菊酯类药剂对蜘蛛等稻田天敌毒力较大,其亚致死中量对稻飞虱生殖力有刺激增强作用,可引起明显的再猖獗现象⁽⁴⁾,因此应慎重使用。

谢 辞:浙江农业大学实习生施海平、周巨伟参加部分工作,特此致谢。

参考文献

- (1) 朱学威.白背飞虱与褐稻虱的发生特点比较.昆虫知识, 1985,22 (2) :51~53.
- (2) 朱绍先, 邬楚中, 杜景祐编著.稻飞虱及其防治.上

海:上海科学技术出版社, 1984, 165~176.

- (3) 陈长琨, 杨凌君, 尤子平.小地老虎抗药性的测定方法及对几类杀虫剂的毒力基线.南京农业大学学报, 1987, 4 (增刊) :79~85.
- (4) 张纯肖, 金莉芬, 范仰东.不同杀虫剂对稻虱及其主要天敌种群消长的影响.浙江农业科学, 1988, (3) :123~127.
- (5) 高辉华, 王荫长, 谭福杰等.稻褐飞虱对杀虫剂敏感性水平的研究.南京农业大学学报, 1987, 4 (增刊) :65~71.
- (6) 唐振华, 孙敏功, 徐 强.褐稻虱抗药性的初步研究.植物保护学报, 1982, 9 (3) :205~210.
- (7) 曹昌日, 首章北, 廖茂华.白背飞虱和褐稻虱抗药性监测.南京农业大学学报, 1987, 4 (增刊) :133~138.
- (8) IRRI Recommendation.FAO/IRRI Workshop on Monitoring Susceptibility Levels of Rice Pest to Insecticides. Nov. 26~28, 1984.
- (9) Kilim D T, T Nagata & T Masuda. Development of carbamate resistance in the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stal (homoptera:Delphacidae). *App Ent Zool*, 1981, 16 (1) :1~6.
- (10) Nagata R T. Chemical control of the brown planthopper in Japan.*JARQ*, 1985, 18 (13) :176~181.
- (11) Nagata T & O Mochida, Development of insecticide resistance and tactics for prevention. *In Judicious and Efficient on Rice*, IRRI, 93~106.