

山东省不同地区韭蛆种群对杀虫剂的抗药性

齐素敏^{1,2}, 吴有芳¹, 李如美², 张思聪²,
庄乾营², 周仙红², 于毅^{2*}, 刘永杰^{1*}

(1. 山东农业大学植物保护学院, 泰安 271000; 2. 山东省农业科学院植物保护研究所,
山东省植物病毒学重点实验室, 济南 250100)

摘要 用胃毒触杀联合毒力法监测了山东省 7 个韭菜种植区的韭蛆种群对毒死蜱、辛硫磷、高效氯氟菊酯、高效氯氟菊酯、吡虫啉和噻虫嗪 6 种常用杀虫剂的抗性水平。结果表明:山东省各地区韭蛆种群对毒死蜱和辛硫磷的抗性已较为普遍,其中莘县种群对毒死蜱的抗性超过 30 倍;对高效氯氟菊酯的抗性为中等水平;泰安种群对供试的两种菊酯类药剂均产生了低水平抗性;而对吡虫啉和噻虫嗪,7 个供试种群处于敏感或敏感性下降状态。

关键词 山东省; 韭蛆; 田间种群; 抗药性

中图分类号: S 433, S 482.3 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.0529-1542.2016.04.030

Detection of insecticide resistance of *Bradysia odoriphaga* in Shandong Province

Qi Sumin^{1,2}, Wu Youfang¹, Li Rumei², Zhang Sicong²,
Zhuang Qianying², Zhou Xianhong², Yu Yi², Liu Yongjie¹

(1. College of Plant Protection, Shandong Agricultural University, Tai'an 271000, China;
2. Institute of Plant Protection, Shandong Academy of Agricultural Sciences,
Shandong Key Laboratory of Plant Virology, Ji'nan 250100, China)

Abstract The levels of resistance to six commonly used insecticides, chlorpyrifos, phoxim, *beta*-cypermethrin, *lambda*-cyhalothrin, imidacloprid and thiamethoxam were determined in seven populations of *Bradysia odoriphaga* collected from Shandong Province by stomach-contact combination toxicity method. The results showed that the resistance of *B. odoriphaga* populations to chlorpyrifos and phoxim was very common in Shandong Province. The resistance ratio of Shenxian population was more than 30-fold to chlorpyrifos, while moderate resistance to *beta*-cypermethrin. Tai'an population had low level resistance to *beta*-cypermethrin and *lambda*-cyhalothrin. However, all tested populations were relatively sensitive to imidacloprid and thiamethoxam.

Key words Shandong Province; *Bradysia odoriphaga*; field population; insecticide resistance

韭菜迟眼蕈蚊(*Bradysia odoriphaga* Yang et Zhang)属双翅目,眼蕈蚊科,迟眼蕈蚊属。幼虫称韭蛆,是为害韭菜、葱、蒜等经济作物的重要地下害虫之一^[1-3]。该虫以幼虫群集寄主根部蛀食,常造成韭菜缺苗断垄,使韭菜减产甚至绝产^[4-5]。韭蛆体小、繁殖力强、世代重叠严重,防治困难,近年来发生有加重的趋势^[6-7]。化学防治因成本低、药效快的优点,目前仍是防治韭蛆的主要方法。为有效防治该虫,菜农不断增加农药使用量,不仅导致农药残留,

也易引起抗药性等问题,而且韭蛆为小作物害虫,常用杀虫剂种类较少,更增加了该虫产生抗性的风险,因此评价韭蛆抗性水平,显得尤为重要。

高占林等^[8]于 2000 年在室内测定了河北省不同地区韭蛆田间种群对不同杀虫剂的敏感性,发现不同地区的韭蛆对药剂的敏感程度不同。山东省是韭菜生产大省,有关山东省不同地区韭蛆种群抗药性的研究目前未见报道。本研究通过对山东省不同地区种群韭蛆进行抗药性监测,了解和掌握全省韭

收稿日期: 2015-07-27 修订日期: 2015-10-22

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项(201303027)

* 通信作者 E-mail: robertyuyi@163.com; lyj@sda.u.edu.cn

蛆对常用杀虫剂的抗药性水平,针对抗药性水平,探讨科学有效的防治策略,对保持韭蛆对杀虫剂的敏感性和延缓抗性的发展,实现韭蛆的可持续治理具有重要的理论和应用价值。

1 材料与方法

1.1 供试韭蛆

相对敏感种群:2012 年采自山东省寿光市温室大棚韭菜,于实验室内连续饲养超过 30 代,期间未接触任何药剂。

济南种群:采自山东省济南市唐王镇韩东村温室大棚两年生韭菜;泰安种群:采自山东省泰安市邱家店镇旧县村小拱棚四年生韭菜;莘县种群:采自山东省聊城市莘县张寨乡郭坊村小拱棚四年生韭菜;茌平种群:采自山东省聊城市茌平县肖庄镇皮里村小拱棚三年生韭菜;沂源种群:采自山东省淄博市沂

源县鲁村镇鲁村四村小拱棚三年生韭菜;寿光种群:采自山东省寿光市文家街道北关桥村三年生韭菜;临沭种群:采自山东省临沂市临沭县曹庄镇新华村小拱棚三年生韭菜。每个地区种群均为 2015 年 5 月采集,于室内饲养一代,选取 F₁ 代供试。敏感种群和田间种群均选取个体大小较一致的健康 3 龄幼虫作为供试虫源。

1.2 供试药剂

97%毒死蜱(chlorpyrifos)原药(山东埃森化学有限公司),90%辛硫磷(phoxim)原药(湖北仙隆化工有限公司),27%高效氯氰菊酯(*beta*-cypermethrin)母药(广东立威化工有限公司),97%高效氯氟氰菊酯(*lambda*-cyhalothrin)原药(济南市赛德爾化工有限公司),95%吡虫啉(imidacloprid)原药(南京红太阳股份有限公司),98%噻虫嗪(thiamethoxam)原药(江苏绿叶农化有限公司)。

表 1 供试韭蛆种群用药史¹⁾

种群 Population	至 2015 年供试各药剂已使用年限 The years of insecticides used for controlling <i>B. odoriphaga</i> by 2015					
	毒死蜱 Chlorpyrifos	辛硫磷 Phoxim	高效氯氰菊酯 <i>beta</i> -cypermethrin	高效氯氟氰菊酯 <i>lambda</i> -cyhalothrin	吡虫啉 Imidacloprid	噻虫嗪 Thiamethoxam
济南 Ji'nan	2 年	2 年	1 年	—	1 年	—
泰安* Tai'an	4 年	4 年	4 年	3 年	2 年	1 年
莘县* Shenxian	4 年	4 年	4 年	3 年	1 年	1 年
茌平* Chiping	3 年	3 年	3 年	—	1 年	—
沂源* Yiyuan	3 年	3 年	3 年	3 年	2 年	—
寿光* Shouguang	4 年	4 年	4 年	3 年	2 年	1 年
临沭 Linshu	3 年	3 年	3 年	—	1 年	—

1) * 表示种群采自老韭菜种植区,取样地块种植韭菜多年。
* indicates that *B. odoriphaga* collected from the area that people have planted Chinese chives for years.

1.3 试验方法

参考慕卫等^[9]的胃毒触杀联合毒力测定方法。将原药或母药用丙酮配制成母液,再用 0.1% Tween-80 水溶液按照 0.5 倍等比稀释为 5~7 个浓度。将干净滤纸平铺在直径 9 cm 培养皿内,在滤纸上定量滴加 1.2 mL 药液。将韭菜茎基的白色部分剪成约 1 cm 小段,于不同浓度药液中浸泡 30 s 后取出,在吸水纸上吸去多余药液后置于铺有相同药液处理滤纸的培养皿内,每皿 2 段。然后用毛笔轻轻挑起大小一致 3 龄韭蛆幼虫置于培养皿内。每皿接入试虫 20 头,每处理重复 3 次,同时设空白对照。处理后将培养皿置于温度(25±1)℃、光照 L//D=16 h//8 h、相对湿度 50%~70%的人工气候箱内饲养。每天用滴管在滤纸周围滴加适量水保湿。于药

后 48 h 检查试虫存活情况。

1.4 数据分析

采用 SPSS 19.0 软件处理数据,求得毒力回归方程、标准误、LC₅₀及相关系数。将供试药剂对供试种群的 LC₅₀与敏感种群的 LC₅₀相比,得到抗性倍数(resistance ratio)。抗性水平划分标准参考沈晋良等^[10]的方法:敏感(抗性倍数≤3);敏感性降低或耐药性提高(抗性倍数为 3.1~5);低水平抗性(抗性倍数为 5.1~10);中等水平抗性(抗性倍数为 10.1~40);高水平抗性(抗性倍数为 40.1~160);极高水平抗性(抗性倍数≥160.1)。

2 结果与分析

毒力测定结果表明,山东省 7 个韭蛆种群对毒

死裨均已产生抗药性,其中济南种群敏感性略有下降,抗性为 3.47 倍;泰安、莘县、茌平、沂源和寿光种群敏感性较低,产生了中等水平抗性,抗性为 15.97~30.47 倍;临沭种群抗性是敏感种群的 7.32 倍,抗性属于低等水平。对辛硫磷,济南种群处于敏感状态,泰安、莘县、沂源和寿光种群为中等水平抗性,抗性倍数分别为 25.69、24.05、15.90 和 17.80 倍;茌平和临沭种群对辛硫磷表现出低水平抗性,抗性分别为 6.43 倍和 5.70 倍。对高效氯氰菊酯,济南和临沭种群处于敏感水平;莘县种群的敏感性最低,抗性为 11.45 倍,达到中等水平抗性;泰安种群抗性

为 6.40 倍,属低水平抗性;茌平、沂源、寿光种群的抗药性增强,抗性分别为 3.95、4.88 和 5.76 倍。对高效氯氟氰菊酯,泰安种群产生了低水平抗性,抗性为 8.06 倍;莘县、茌平、沂源、寿光和临沭种群对高效氯氟氰菊酯敏感性下降,抗性为 3.29~4.70 倍;而济南种群处于敏感水平。泰安、莘县、茌平、沂源和寿光种群对吡虫啉耐药性提高,抗性为 3.31~4.29 倍,济南和临沭种群对吡虫啉保持敏感。对噻虫嗪,泰安、莘县、茌平和沂源种群抗性分别为 4.53、3.22、3.16 和 3.68 倍,为敏感性下降状态,济南、寿光和临沭种群处于敏感状态。

表 2 山东不同地区韭蛆种群对 6 种杀虫剂的抗性水平¹⁾

Table 2 Resistance of the field population of <i>Bradysia odoriphaga</i> to insecticides in different areas of Shandong Province					
药剂 Insecticide	种群 Population	斜率 Slope (Mean±SE)	LC ₅₀ (95%CL)/ mg·L ⁻¹	相关系数(r) Correlation coefficient	抗性倍数 Resistance ratio
毒死裨 Chlorpyrifos	JN	1.110±0.450	56.315(8.574~137.538)	0.972	3.47
	TA	1.234±0.461	493.880(215.782~1 656.418)	0.960	19.67
	SX	1.236±0.456	558.032(243.870~2 697.62)	0.983	30.47
	CP	1.503±0.475	263.355(140.027~642.050)	0.977	16.24
	YY	1.127±0.448	414.943(133.940~1 422.981)	0.979	25.60
	SG	1.673±0.491	258.883(146.325~547.827)	0.980	15.97
	LS	1.607±0.482	118.782(64.514~251.090)	0.980	7.32
	S	0.997±0.441	16.208(1.556~55.471)	0.993	1.00
辛硫磷 Phoxim	JN	1.243±0.462	17.663(8.696~102.433)	0.984	2.28
	TA	1.453±0.471	198.712(93.029~427.750)	0.951	25.69
	SX	1.160±0.450	186.064(56.061~519.834)	0.990	24.05
	CP	1.370±0.463	49.795(21.884~114.480)	0.977	6.43
	YY	1.584±0.484	123.030(66.579~269.020)	0.975	15.90
	SG	1.441±0.473	137.699(71.600~370.866)	0.979	17.80
	LS	1.533±0.477	44.133(20.516~85.749)	0.989	5.70
	S	1.204±0.454	7.734(2.040~17.956)	0.983	1.00
高效氯氰菊酯 <i>beta</i> -cypermethrin	JN	1.106±0.449	14.173(5.809~95.863)	0.989	1.59
	TA	1.447±0.468	56.938(27.979~130.932)	0.978	6.40
	SX	1.685±0.489	101.861(54.991~194.386)	0.949	11.45
	CP	1.272±0.457	35.135(16.770~128.441)	0.963	3.95
	YY	1.885±0.513	43.420(24.024~74.071)	0.978	4.88
	SG	1.862±0.505	51.269(29.363~90.964)	0.990	5.76
	LS	1.328±0.459	24.912(10.464~59.241)	0.994	2.80
	S	1.159±0.449	8.891(2.568~24.143)	0.966	1.00
高效氯氟氰菊酯 <i>lambda</i> -cyhalothrin	JN	1.092±0.446	5.621(1.849~24.393)	0.987	1.34
	TA	1.537±0.513	33.818(19.731~69.755)	0.974	8.06
	SX	1.436±0.465	29.114(14.468~69.266)	0.981	4.19
	CP	1.225±0.451	15.343(6.649~52.073)	0.982	3.65
	YY	1.450±0.468	16.426(8.536~42.23)	0.977	3.91
	SG	1.702±0.492	19.742(9.702~34.872)	0.995	4.70
	LS	1.184±0.447	13.819(5.335~44.848)	0.992	3.29
	S	0.964±0.439	4.194(0.308~17.466)	0.979	1.00
吡虫啉 Imidacloprid	JN	1.092±0.446	1.917(0.707~3.850)	0.987	1.13
	TA	1.323±0.463	7.248(3.591~24.701)	0.997	4.29
	SX	1.167±0.455	5.583(2.631~48.486)	0.973	3.31
	CP	1.173±0.456	5.800(2.758~52.589)	0.993	3.44

续表 2 Table 2 (Continued)

药剂 Insecticide	种群 Population	斜率 Slope (Mean±SE)	LC ₅₀ (95%CL)/ mg·L ⁻¹	相关系数(r) Correlation coefficient	抗性倍数 Resistance ratio
吡虫啉 Imidacloprid	YY	1.131±0.448	6.516(2.624~32.366)	0.985	3.86
	SG	1.713±0.495	6.236(3.554~12.716)	0.962	3.69
	LS	1.131±0.448	3.258(1.312~16.183)	0.985	1.93
	S	1.418±0.474	1.686(0.573~3.238)	0.967	1.00
噻虫嗪 Thiamethoxam	JN	1.448±0.470	4.547(2.009~9.347)	0.996	1.10
	TA	1.304±0.470	18.617(9.510~97.565)	0.984	4.53
	SX	1.390±0.467	13.231(7.542~28.439)	0.993	3.22
	CP	1.216±0.455	12.991(5.721~49.121)	0.970	3.16
	YY	1.292±0.462	15.111(7.428~58.421)	0.991	3.68
	SG	1.535±0.477	8.290(3.746~15.806)	0.988	2.01
	LS	1.288±0.461	7.313(3.553~27.207)	0.990	1.78
	S	1.833±0.504	4.106(2.187~7.022)	0.991	1.00

1) S:敏感种群;JN: 济南种群; TA: 泰安种群; SX: 莘县种群;CP: 茌平种群; YY: 沂源种群; SG: 寿光种群; LS: 临沭种群;抗性倍数=田间种群 LC₅₀/敏感品系 LC₅₀。
S: Susceptible population; JN: Ji’nan population; TA: Tai’an population; SX: Shenxian population;CP: Chiping population; YY: Yiyuan population; SG: Shouguang population; LS: Linshu population; Resistance ratio=LC₅₀ value of field population/LC₅₀ value of susceptible strain.

3 讨论

监测结果表明,山东省 7 个不同地区韭蛆种群对 6 种常用杀虫剂中的 4 种都产生了不同程度的抗药性。其中对毒死蜱、辛硫磷为中抗和低抗水平;对高效氯氰菊酯(莘县种群属于中抗水平)和高效氯氟氰菊酯属于低抗水平;对吡虫啉和噻虫嗪处于敏感或敏感性下降状态。韭蛆对常用杀虫剂抗性水平的差异性可能与不同韭菜产区韭蛆治理过程中用药种类、用药量和用药频率^[11]等因素有关。毒死蜱和辛硫磷属于有机磷类农药,用于防治地下害虫时,一般采用灌根、拌土撒施^[12]及喷雾等施药方法。近年来这两种杀虫剂在韭蛆防治中用量大、使用频率较高,造成韭蛆对其抗性水平较高。农业部已发布公告,决定自 2016 年 12 月 31 日起,禁止毒死蜱在蔬菜上使用^[13]。高效氯氰菊酯和高效氯氟氰菊酯属于拟除虫菊酯类药物,具有高效、广谱、低毒等优点,也是一种被广泛使用的杀虫剂,但由于其使用频率少于前两者,因此韭蛆对其抗药性水平相对较低。吡虫啉和噻虫嗪属于新烟碱类药物,具有杀虫活性高、内吸性好、对人畜安全、与环境相容性高等特性,常用来防治蚜虫、粉虱等刺吸式口器害虫^[14-17]。而在山东的韭菜种植区,菜农们常使用此类农药喷雾防治韭菜上的蚜虫、蓟马等害虫,对韭蛆的选择压力要远小于前 4 种采用灌根施药法的杀虫剂。

从抗性总体水平来看,莘县种群抗性较高,而济

南种群对 6 种常用药剂处于相对敏感状态。不同韭菜产区韭蛆对常用杀虫剂抗性水平的差异与采集试虫的地理位置及当地菜农的用药情况密切相关。莘县是老韭菜种植区,韭蛆危害一直比较严重,当地菜农常过量使用农药,甚至不惜使用甲拌磷等剧毒农药,使得该地韭蛆种群对几种常用农药产生了相对高的抗性;而济南种群采自新韭菜种植区,少有韭蛆危害,除了少量使用毒死蜱和辛硫磷控制害虫外,基本不用药,因此较为敏感。

不同地区韭蛆种群抗药性的差异,除了与不同韭菜产区韭蛆治理过程中用药种类、用药量、用药频率等因素有关外,龄期、饲养温度、食料、测定方法对其敏感性也有一定影响^[18]。韭蛆幼虫常聚集在鳞茎里或钻蛀假茎中为害^[19]。由于该虫钻蛀为害,再加上其虫体小、体软的特点,若直接将韭蛆幼虫从为害部挑出,易使其受机械损伤而影响试验结果。建议将采回的含有韭蛆的韭菜根于人工气候箱内培养,待成虫羽化后,用吸虫器将其吸出,于培养皿中配对产卵,选取室内 F₁ 或 F₂ 代供试。

目前,山东省不同地区韭蛆种群已对 4 种常用杀虫剂产生了不同程度的抗性,其中部分地区种群对毒死蜱和辛硫磷及高效氯氰菊酯的抗性已达到中等水平。为了延长杀虫剂的使用寿命,减缓韭蛆抗性发展速度,药剂防治中应限制使用有机磷和菊酯类农药,在使用吡虫啉、噻虫嗪等新烟碱类药剂时,考虑到其存在温度效应和浓度效应,为提高药剂利用率,尽量选择傍晚在地温高的季节对韭菜地进行

施药^[20]。同时,严格控制用药剂量和安全间隔期,注意不同种类杀虫剂的轮替使用,尽可能在较低的选择压下取得较好的防效。

参考文献

- [1] 杨集昆, 张学敏. 韭菜蛆的鉴定—迟眼蕈蚊属二新种(双翅目: 眼蕈蚊科)[J]. 北京农业大学学报, 1985, 11(2): 153–156.
- [2] 冯惠琴, 郑方强. 韭蛆发生规律及防治研究[J]. 山东农业大学学报, 1987, 18(1): 71–80.
- [3] 潘秀美, 夏玉堂. 韭菜迟眼蕈蚊发生动态及其防治研究[J]. 植物保护, 1993, 19(2): 9–11.
- [4] 梅增霞, 吴青君, 张友军, 等. 韭菜迟眼蕈蚊的生物学、生态学及其防治[J]. 昆虫知识, 2003, 40(5): 396–398.
- [5] 尹怀富, 王秀峰. 韭蛆的发生及防治研究进展[J]. 中国植保导刊, 2005, 25(8): 11–13.
- [6] 杜春华. 不同药剂防治韭蛆的田间药效分析[J]. 农药, 2013, 52(2): 145–150.
- [7] 高远起, 易欣, 肖盈, 等. 5%毒死蜱颗粒剂对韭蛆的防治效果[J]. 农药, 2012, 51(10): 755–757.
- [8] 高占林, 党志红, 潘文亮, 等. 河北省不同地区韭蛆(韭菜迟眼蕈蚊)对杀虫剂的敏感性[J]. 农药学报, 2000, 2(4): 88–90.
- [9] 慕卫, 丁中, 何茂华, 等. 韭菜迟眼蕈蚊的生测方法及防治药剂研究[J]. 华北农学报, 2002, 17(S1): 12–16.
- [10] 沈晋良, 谭建国, 肖斌, 等. 我国棉铃虫对拟除虫菊酯类农药的抗性监测及预报[J]. 昆虫知识, 1991, 28(6): 337–340.

- [11] 王巧兰, 夏敬华. 农业害虫抗药性及其治理[J]. 植物保护, 2004, 30(6): 15–18.
- [12] 陈栋. 韭菜迟眼蕈蚊(*Bradysia odoriphaga*)的可持续治理技术初步研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2005.
- [13] 中华人民共和国农业部公告第 2032 号[EB/OL]. 中华人民共和国农业部公报, 2014(1): 53.
- [14] Tomizawa M, Casida J E. Selective toxicity of neonicotinoids attributable to specificity of insect and mammalian nicotinic receptors[J]. Annual Review of Entomology, 2003, 48(1): 339–364.
- [15] 李秀环, 王海娜, 张全, 等. 5 种杀虫剂灌根施药对黄瓜烟粉虱的防治效果研究[J]. 农药科学与管理, 2011, 32(9): 49–51.
- [16] 王吉强, 高占林, 党志红, 等. 吡虫啉包衣对黄瓜瓜蚜的防治效果及包衣后药剂在植株体内的分布[J]. 农药学报, 2008, 10(1): 87–91.
- [17] 宗建平, 魏书娟, 王景阳, 等. 喷雾和灌根施药后吡虫啉在番茄植株中的分布及其对烟粉虱的防效[J]. 农药学报, 2009, 11(2): 219–224.
- [18] 张鹏, 李慧, 王秋红, 等. 龄期、饲养条件和测定方法对韭菜迟眼蕈蚊药剂敏感性的影响[J]. 环境昆虫学报, 2014, 36(5): 730–736.
- [19] 韩学俭. 韭蛆危害性及防治方法[J]. 农家科技, 1996(10): 17–18.
- [20] 李慧, 赵贺贺, 王秋红, 等. 新烟碱类杀虫剂在韭菜中的内吸性及其对韭菜迟眼蕈蚊幼虫的毒力比较[J]. 农药学报, 2015, 17(2): 156–162.

(责任编辑: 杨明丽)

(上接 173 页)

参考文献

- [1] Gnanamanickam S S, Priyadarisini V B, Narayanan N N, et al. An overview of bacterial blight disease of rice and strategies for its management [J]. Current Science, 1999, 77(11): 1435–1444.
- [2] Mew T W, Alvarez A M, Leach J E, et al. Focus on bacterial blight of rice [J]. Plant Disease, 1993, 77(1): 5–12.
- [3] 章琦. 水稻白叶枯病的抗性和遗传研究进展[M]//朱立宏. 主要农作物抗病性遗传研究进展. 南京: 江苏科学技术出版社, 1990: 1–14.
- [4] 凌忠专. 水稻抗瘟性遗传研究进展[M]//朱立宏. 主要农作物抗病性遗传研究进展. 南京: 江苏科学技术出版社, 1990: 83–95.
- [5] 国家水稻数据中心. 基因数据库[DB/OL]. <http://www.rice-data.cn/gene/>.
- [6] IRRI. Standard evaluation system for rice[M]. Los Banos, the Philippines: International Rice Research Institute, 1996: 20–21.
- [7] Liu Kejun, Muse S V. PowerMarker: an integrated analysis environment for genetic marker analysis[J]. Bioinformatics,

2005, 21(9): 2128–2129.

- [8] 袁筱萍, 徐群, 余汉勇, 等. 国外新引进水稻品种(系)对我国水稻白叶枯病致病型的抗性反应[J]. 植物保护, 2011, 37(5): 169–171.
- [9] 夏小东, 袁筱萍, 余汉勇, 等. 中国稻种微核心种质资源对稻瘟病和白叶枯病的抗性评价[J]. 浙江农业科学, 2010, 22(5): 211–214.
- [10] 陈广泉, 王多成, 张建文, 等. 河西走廊玉米自交系顶腐病的初步研究[J]. 种子, 2007, 26(3): 74–75.
- [11] 郝中娜, 张红志, 朱旭东, 等. 浙江省水稻新品种(系)对稻瘟病和白叶枯病的抗性评价[J]. 浙江农业科学, 2006(5): 565–567.
- [12] 曾列先, 陈深, 刘景梅, 等. 广东水稻品种抗白叶枯病鉴定与评价[J]. 广东农业科学, 2006(5): 38–40.
- [13] 国家水稻数据中心. 中国水稻品种及其系谱数据库[DB/OL]. <http://www.ricedata.cn/variety/>.
- [14] 李华, 顾才东, 殷延勃. 不同梗型水稻不同时期抗瘟性及抗谱分析[J]. 种子, 2007, 26(1): 66–68.

(责任编辑: 杨明丽)