应用昆虫学报 *Chinese Journal of Applied Entomology* 2015, 52(3): 587–592. DOI: 10.7679/j.issn.2095–1353.2015.068

河南省绿盲蝽对有机磷类杀虫剂的抗药性监测*

李国平** 封洪强*** 黄 博 金银利 田彩红 邱 峰 黄建荣

（河南省农作物病虫害防治重点实验室，农业部华北南部作物有害生物综合治理重点实验室，河南省农业科学院植物保护研究所，郑州 450002）

摘 要 **【目的】** 全面了解河南省绿盲蝽 *Apolygus lucorum*（Meyer-Dür)对有机磷杀虫剂的敏感性变化，可为该虫的有效防治提供科学依据。**【方法】** 采用瓶膜法于 2010—2013 年系统监测了河南新乡、周口、南阳地区绿盲蝽田间种群对毒死蜱、马拉硫磷、辛硫磷和乙酰甲胺磷 4 种常用有机磷杀虫剂的敏感性。**【结果】** 相对于室内敏感种群，2010—2013 年河南省各地绿盲蝽种群对不同有机磷杀虫剂表现出不同程度的敏感性变化，但相对毒力比值均小于 5 倍。其中对毒死蜱、马拉硫磷、辛硫磷和乙酰甲胺磷的敏感性均未降低，且 3 个种群对马拉硫磷表现为敏感性增强。**【结论】** 毒死蜱、马拉硫磷、辛硫磷和乙酰甲胺磷仍是河南省防治绿盲蝽的有效药剂。

关键词 棉花，绿盲蝽，杀虫剂，抗药性监测

Monitoring the resistance of *Apolygus lucorum* (Hemiptera: Miridae) to organophosphate insecticides in Henan Province

LI Guo-Ping** FENG Hong-Qiang*** HUANG Bo JIN Yin-Li TIAN Cai-Hong QIU Feng HUANG Jian-Rong

(Henan Key Laboratory of Crop Pest Control, MOA'S Regional Key Laboratory of Crop IPM in Southern Part of Northern China, Institute of Plant Protection, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China)

Abstract **[Objectives]** To determine changes in sensitivity to common organophosphate insecticides in *Apolygus lucorum* (Meyer-Dür)(Hemiptera:Miridae) in cotton growing regions of Henan Province. **[Methods]** The toxicities of chlorpyrifos, malathion, phoxim, acephate to *A. lucorum* collected in Xinxiang, Zhoukou, and Nanyang were evaluated during 2010-2013 using a glass vial bioassay method. **[Results]** Compared to a relatively susceptible population, the RR（Resistance ratio）of *A*. lucorum to the four insecticides were all lower than 5-fold with no obvious change over 4 years. *A*. *lucorum* from all three locations were susceptible to chlorpyrifos, malathion, phoxim, and acephate, and sensitivity to malathion among three populations actually increased. **[Conclusion]** Therefore, chlorpyrifos, malathion, phoxim, and acephate are recommended for the control of green plant bugs in Henan cotton-growing regions.

Key words cotton, *Apolygus lucorum*, insecticide, resistance monitoring

绿盲蝽 *Apolygus lucorum*（Meyer-Dür）属半翅目（Hemiptera）盲蝽科（Miridae）后丽盲蝽属（*Apolygus*），寄主范围广泛，已报道有 50 余科 200 多种，包括棉花、枣、葡萄、樱桃、苹果、茶树等多种重要作物（Lu *et al*.，2010a）。近年来，由于农业产业结构的调整，果树和蔬菜种植面积的大幅度增加，为绿盲蝽提供了丰富的寄主植物和适宜的越冬场所，同时由于转 Bt 基因棉的大量种植，防治棉铃虫的杀虫药剂的使用量减少，导致刺吸性害虫数量急剧上升，而长期

* 资助项目 Supported projects：公益性行业（农业）科研专项（201103012-7）；河南省科技重点攻关项目（122102110058）；国家自然科学基金项目（11171199）

**第一作者 First author，E-mail：Liguoping1976@163.com

***通讯作者 Corresponding author，E-mail：feng_hq@163.com

收稿日期 Received：2015-03-19，接受日期 Accepted：2015-03-25

以来一直处于次要地位的绿盲蝽已成为棉田的主要害虫（Wu *et al.*，2008；Lu *et al.*，2010b）。

目前，喷施化学杀虫剂仍是控制绿盲蝽种群数量的主要手段，国内学者在杀虫剂的筛选和替代方面展开了很多工作，筛选出了多种有效防治盲蝽的药剂（李耀发等，2007；李国平等，2009；Zhang *et al.*，2009；门兴元等，2010）。但由于成虫和若虫均有躲在棉花苞叶中刺吸为害的习性以及成虫转移扩散的能力，导致害虫接触药剂不均一，增加了对其有效治理的难度。因此密切监测绿盲蝽对杀虫剂的敏感度变化是当务之急，以便在其抗性产生之前，调整用药的种类和施药次数来延缓其抗性的发展。Guo 等（2010）测定了山东 5 个地区绿盲蝽种群对杀虫剂的敏感性，随后他们在此基础上继续监测了山东地区对绿盲蝽的敏感性变化，发现山东棉区绿盲蝽对毒死蜱、马拉硫磷、联苯菊酯、丁硫克百威等敏感度没有降低，仍是防治绿盲蝽的有效药剂（张小兵等，2013）。谭瑶等（2012）于 2009—2011 对河南郑州和新乡局部进行重点抽样，监测结果显示：各地绿盲蝽对毒死蜱、灭多威和吡虫啉均处于敏感阶段，而对三氟氯氰菊酯和硫丹大多处于低抗水平。

为了全面系统地了解河南地区绿盲蝽对常用杀虫剂的敏感性变化，我们于 2010—2013 年连续 4 年监测了河南豫北（新乡）、豫东（周口）、豫西南（南阳）3 个棉区绿盲蝽对有机磷杀虫剂毒死蜱、马拉硫磷、辛硫磷和乙酰甲胺磷的敏感性变化，旨在为后续连续监测建立参考指标，更为合理科学轮换用药提供技术指导。

1 材料与方法

1.1 供试虫源

室内相对敏感绿盲蝽种群采于 2007 年河南省淮阳县安岭镇观音村田间杂草上， 最初参考陆宴辉等（2008）应用四季豆饲养，待人工饲料技术成熟后，转为应用人工饲料饲养，配方见文献（宋国晶等，2010；Feng *et al.*，2012；金银利等，2013），期间未接触任何药剂。

2010—2013 年秋季（9 月底—10 月初）于河南新乡七里营镇、周口淮阳安岭镇、南阳宛城区红泥湾镇 3 个地区采集绿盲蝽成虫，进行室内饲养。室内饲养条件: 温度 25～28℃，相对湿度 60%～70%，光周期 14L∶10D。选择第 2 代绿盲蝽 3～5 日龄成虫供试。

1.2 供试药剂

95.3% 毒死蜱（Chlorpyrifos）原药由山东省德州恒东农药化工有限公司生产，90%马拉硫磷（Malathion）原药， 91%辛硫磷（Phoxim）原药，99%乙酰甲安磷原药（Acephate）均由河南省农药检定所提供。

1.3 毒力测定方法

采用瓶膜法。参照 Snodgrass（1996）和李国平等（2009）的方法。将原药用丙酮稀释，每个农药配置成 6～9 个浓度梯度，将 0.5 mL 稀释液加入到 20 mL 闪烁瓶内，闪烁瓶放在热狗机上迅速旋转，使药液均匀涂在瓶内壁，待丙酮完全挥发后，形成一层均匀的药膜。选取 2 头 3～5 日龄的绿盲蝽成虫放入闪烁瓶内，同时放大约 3 mm 的新鲜四季豆作为食物，试管口用棉塞塞住，设丙酮为对照，每浓度 3 次重复，每个重复 10 头成虫。所有处理放在（25±1）℃，光照 14L∶10D，湿度 60%～70%的光照培养箱内饲养，24 h 后检查死虫数。死亡标准为成虫不能正常爬动。对照组死亡率小于 10%的试验为有效试验。利用 PoloPlus 软件计算各药剂的 LC_{50} 及其置信区间（Confidence interval, CI）。相对抗性指数（Resistance ratio, RR）为每个种群的 LC_{50} 除以相对敏感品系的 LC_{50}。

2 结果与分析

2.1 绿盲蝽对 4 种杀虫剂的相对敏感基线

以 4 种有机磷杀虫剂对绿盲蝽敏感品系的 LC_{50} 值作为各杀虫剂的敏感基线，结果见表 1。从表 1 可以看出，毒死蜱、马拉硫磷和辛硫磷 3 种药剂 LC_{50} 值差异不显著（各药剂 95%置信限

都有重叠)，此 3 种药剂 LC_{50} 值显著低于乙酰甲胺磷的 LC_{50} 值。对绿盲蝽成虫的毒力从高到低为毒死蜱、马拉硫磷、辛硫磷和乙酰甲胺磷。

2.2　绿盲蝽对毒死蜱的敏感性

在 2010—2013 年间，新乡绿盲蝽种群对毒死蜱敏感性一致，相对毒力比值均小于 2，敏感性均未下降；周口种群相对毒力比值从 2010 年较高的 3.03 倍，下降到 2 倍之内，表现为敏感性增强；南阳种群的相对毒力比值从 2010 年较高的 4 倍降到 2013 年的 2 倍内，表现为敏感性增强（表 2)。

2.3　绿盲蝽对马拉硫磷的敏感性

与室内敏感基线相比，新乡和南阳绿盲蝽种群对马拉硫磷的敏感性 2010—2013 年没有变化，相对毒力比值均小于 2；周口种群对马拉硫磷的敏感性在 2011—2012 年表现为增强，2013 年相对毒力比值最大为 2.78（表 3)。

2.4　绿盲蝽对辛硫磷的敏感性

新乡和周口绿盲蝽种群在各监测年份对辛硫磷敏感性变化不大，相对毒力比值小于 4；南阳地区绿盲蝽种群在 2010—2012 年份相对毒力比值均大于 4，到 2013 年小于 4，说明对其敏感性没有显著变化（表 4）。

2.5　绿盲蝽对乙酰甲胺磷的敏感性

在 2010—2013 年间，新乡地区绿盲蝽种群对乙酰甲胺磷的敏感性一致，相对毒力比值均小

表 1　4 种有机磷杀虫剂对绿盲蝽成虫的相对敏感基线

Table 1　The sensitivity baseline of 4 insecticides against *Apolygus lucorum* adults

杀虫剂 Insecticides	供试虫数 Total number of adults	斜率±标准误 Slope±SE	LC_{50} ($\mu g \cdot mL^{-1}$)	95%置信区间 95% CI
毒死蜱 Chlorpyrifos	210	2.06±0.31	1.42	0.96-1.93
马拉硫磷 Malathion	210	1.90±0.22	1.53	1.18-2.00
辛硫磷 Phoxim	210	1.50±0.31	2.66	1.26-4.25
乙酰甲胺磷 Acephate	210	1.71±0.21	8.68	6.33-11.53

表 2　不同种群绿盲蝽成虫对毒死蜱的敏感性

Table 2　Susceptibility of *Apolygus lucorum* adults from different populations to chlorpyrifos

种群 Population	年份 Year	供试虫数 Total number of adults	斜率±标准误 Slope±SE	LC_{50} ($\mu g \cdot mL^{-1}$)	95%置信区间 95% CI	相对毒力比值 RR
新乡 Xinxiang	2010	180	1.99±0.28	1.38	1.02-1.79	0.97
	2011	180	2.19±0.28	2.42	1.90-3.17	1.70
	2012	180	2.36±0.31	1.70	1.32-2.15	1.20
	2013	180	2.45±0.32	1.78	1.40-2.25	1.25
周口 Zhoukou	2010	210	3.84±0.53	4.30	3.56-5.20	3.03
	2011	180	3.46±0.51	3.46	2.86-4.28	2.44
	2012	210	2.10±0.25	1.49	1.16-1.90	1.05
	2013	180	2.25±0.29	1.83	1.42-2.33	1.29
南阳 Nanyang	2010	210	2.62±0.33	5.67	4.53-7.20	3.99
	2011	210	2.85±0.36	5.98	4.82-7.52	4.21
	2012	210	3.51±0.46	5.0	4.12-6.14	3.52
	2013	180	2.26±0.29	2.02	1.57-2.57	1.42

于 2，表现为敏感性增强；周口和南阳两地区绿盲蝽种群在各监测年份对乙酰甲胺磷相对毒力比值从最初的 3 倍左右下降到 1 倍左右，敏感性有所增强（表 5）。

3 讨论

害虫抗性的发展实质上是杀虫剂对种群中具有抗性基因的个体作定向选择的过程，这个过程是一个渐进的过程，随着药剂的选择，抗性基因频率逐渐增加，当抗性个体数量比较少时，群体 LC_{50}（LD_{50}）值不会有明显变化，而当抗性个体多时，群体 LC_{50}（LD_{50}）值才会有明显的变化。通常用群体的 LC_{50} 除以相对敏感种群 LC_{50} 值计算抗性倍数。将绿盲蝽抗性水平划分如

表 3 不同种群绿盲蝽成虫对马拉硫磷的敏感性

Table 3 Susceptibility of *Apolygus lucorum* adults from different populations to malathion

种群 Population	年份 Year	供试虫数 Total number of adults	斜率±标准误 Slope±SE	LC_{50} ($\mu g \cdot mL^{-1}$)	95%置信区间 95% CI	相对毒力比值 RR
新乡 Xinxiang	2010	210	1.54±0.17	2.44	1.83-3.32	1.59
	2011	210	3.43±0.45	2.67	2.21-3.23	1.75
	2012	210	1.87±0.22	2.40	1.85-3.15	1.57
	2013	210	1.73±0.20	2.11	1.46-3.06	1.38
周口 Zhoukou	2010	210	3.72±0.50	3.89	3.22-4.73	2.54
	2011	210	4.16±0.60	2.89	2.43-3.47	1.89
	2012	210	3.30±0.42	2.78	2.29-3.41	1.82
	2013	180	4.20±0.65	4.26	3.56-5.20	2.78
南阳 Nanyang	2010	210	2.21±0.25	1.78	1.40-2.27	1.16
	2011	210	2.39±0.28	1.78	1.42-2.25	1.16
	2012	210	2.81±0.35	1.61	1.26-2.11	1.05
	2013	180	3.97±0.57	2.05	1.72-2.46	1.34

表 4 不同种群绿盲蝽成虫对辛硫磷的敏感性

Table 4 Susceptibility of *Apolygus lucorum* adults from different populations to phoxim

种群 Population	年份 Year	供试虫数 Total number of adults	斜率±标准误 Slope±SE	LC_{50} ($\mu g \cdot mL^{-1}$)	95%置信区间 95% CI	相对毒力比值 RR
新乡 Xinxiang	2010	180	2.47±0.35	7.10	5.70-8.67	2.67
	2011	180	4.81±0.70	4.26	3.17-5.33	1.60
	2012	180	2.92±0.40	8.02	6.68-9.70	3.02
	2013	180	3.71±0.50	8.99	7.71-10.49	3.38
周口 Zhoukou	2010	180	2.80±0.42	4.76	3.70-5.78	1.79
	2011	180	4.45±0.63	6.85	5.61-8.28	2.58
	2012	180	2.54±0.40	4.24	3.13-5.27	1.59
	2013	180	3.70±0.50	8.42	7.21-9.81	3.17
南阳 Nanyang	2010	180	2.20±0.32	13.10	10.53-16.90	4.92
	2011	180	2.62±0.35	11.01	9.09-13.51	4.14
	2012	180	2.31±0.33	12.97	10.51-16.51	4.88
	2013	180	3.67±0.50	8.54	7.31-9.97	3.21

表 5　不同种群绿盲蝽成虫对乙酰甲胺磷的敏感性

Table 5　Susceptibility of *Apolygus lucorum* adults from different populations to phoxim

种群 Population	年份 Year	供试虫数 Total number of adults	斜率±标准误 Slope±SE	LC_{50} ($\mu g \cdot mL^{-1}$)	95%置信区间 95% CI	相对毒力比值 RR
新乡 Xinxiang	2010	180	3.42±0.61	7.29	5.62-8.90	0.84
	2011	180	2.09±0.28	15.03	10.25-20.83	1.73
	2012	180	3.08±0.54	7.17	5.34-8.9	0.83
	2013	180	2.78±0.48	7.39	5.36-9.32	0.85
周口 Zhoukou	2010	180	3.36±0.44	26.95	22.22-32.96	3.10
	2011	180	1.42±0.21	21.55	14.96-30.09	2.48
	2012	180	4.41±0.65	14.27	12.05-16.86	1.64
	2013	180	2.74±0.45	8.24	6.13-10.36	0.95
南阳 Nanyang	2010	180	1.60±0.22	26.75	19.49-36.50	3.08
	2011	180	1.61±0.22	28.24	20.72-38.49	3.25
	2012	180	1.91±0.24	23.90	18.13-31.35	2.75
	2013	180	2.72±0.45	7.80	5.70-9.85	0.90

下：小于 5 倍为敏感；5～10 倍为低水平抗性；10～40 倍为中等抗性；40～160 倍为高水平抗性，大于 160 倍为极高水平抗性。

本研究结果显示新乡和周口种群对毒死蜱 4 年间处于敏感阶段，南阳地区 2010—2012 对毒死蜱处于敏感阶段，2013 年表现敏感性增加。对马拉硫磷的敏感性 3 个种群均没有明显变化。新乡种群在 2010—2011 年对辛硫磷处于敏感阶段，2012—2013 年，敏感性下降；周口种群在 2010—2012 年对辛硫磷处于敏感，2013 年敏感度有所下降；南阳种群对辛硫磷敏感度没有变化。同时 3 地种群对乙酰甲胺磷表现为敏感度增加。监测结果表明，河南地区绿盲蝽对有机磷杀虫剂的的抗性发展速度缓慢，对毒死蜱、马拉硫磷、辛硫磷、乙酰甲胺磷均表现为敏感。但值得注意的是辛硫磷在南阳地区的敏感度低于其他地区，这可能与不同田间种群对药剂敏感度的差异有关。

绿盲蝽的寄主植物范围非常广泛，其中农田周围的多种杂草是绿盲蝽的越冬场所和虫源地（Lu *et al.*，2010a）。绿盲蝽春季由越冬寄主或早春寄主田间周围杂草大量迁入棉田（宋国晶等，2012a），8 月中、下旬后，棉花枯衰，大量成虫又迁移到仍处花期的律草，艾蒿、加拿大蓬、野苋等野生寄主上（宋国晶等，2012b）。在这些野生寄主上可以繁殖 1～2 代，产卵越冬后，来年春天在棉花开花之前，在这些杂草上又繁殖 1～2 代。这使得绿盲蝽只在 6—8 月份内接触到杀虫剂，即使在棉田已经演化成抗性的个体，在转移到其他野生寄主上，由于没有选择压，抗性个体的存活、繁殖和发育可能会受到影响，这也可能是导致绿盲蝽抗性发展缓慢的原因。

近年来，由于多种因素导致农民种棉积极性不高，棉花种植面积在河南省逐渐下降，例如南阳地区的棉田面积已由 2003 年的 14.47 万 hm^2 下降到 2013 年的 6.67 万 hm^2 左右（陈培育等，2014）。随着棉花种植面积的减少，其他适宜寄主植物种植面积的增加，这种作物种植结构的调整，也为绿盲蝽提供了大量的庇护场所，这也可能是其抗性发展缓慢的原因之一。同时在试虫采样的过程中，我们也了解到，农民除了喷施此几种常用的有机磷杀虫剂以外，菊酯类杀虫剂中的联苯菊酯、三氟氯氰菊酯、新烟碱类杀虫剂中的吡虫啉、啶虫脒等也是经常被用来防治绿盲蝽的药剂。这几种不同类型药剂的轮用和混用，也可能是绿盲蝽对这几种有机磷杀虫剂抗性发展缓慢的原因。

我们监测结果表明：绿盲蝽对毒死蜱、马拉硫磷、辛硫磷、乙酰甲胺磷 4 种药剂处于敏感阶段，仍可作为河南棉区防治绿盲蝽有机磷类的有效药剂，同时应注意与其他菊酯类和新烟碱类杀虫剂轮用以延缓抗性的发展。化学防治仍是目前控制绿盲蝽的最为简便的措施，因各地农民用药的种类、施药次数和施药量的不同，而导致绿盲蝽对不同药剂的敏感度不断发生变化，因此在未来几年内，继续监测绿盲蝽对不同类型的杀虫剂的抗药性变化仍是一项重要的工作。

参考文献 (References)

Chen PY, Qiang XJ, Zhou XX, Niu YT, Yu XJ, Shi BQ, 2014. Occurrence and analysis of population succession of *Apolygus lucorum* Meyer-Dür (Hemiptera: Miridae) in Nanyang area. *China Cotton*, 41(7): 38. [陈培育, 强学杰, 周晓静, 牛银亭, 余行简, 石炳谦, 2014. 河南省南阳地区棉盲蝽种群更替的原因及发生规律. 中国棉花, 41(7): 38.]

Feng HQ, Jin YL, Li GP, Feng HY, 2012. Establishment of an artificial diet for successive rearing of *Apolygus lucorum* (Hemiptera: Miridae). *Journal of Economic Entomology*, 105(6): 1921–1928.

Guo TE，Zhang ZQ，Zhou C，Liu F, Mu W, 2010. Susceptibilities of *Lygus lucorum* Meyer-Dür (Hemiptera: Miridae) from five cotton growing regions in Shandong China to selected insecticides. *Acta Entomologica Sinica*, 53(9): 993–1000.

Jin YL, Li GP, Feng HQ, Tian CH, Qiu F, 2013. Optimization of the artificial diet for *Apolygus lucorum*. *Plant Protection*, 39(1): 109–112. [金银利, 李国平, 封洪强, 田彩红, 邱峰, 2013. 绿盲蝽人工饲料配方的优化. 植物保护, 39(1): 109–112.]

Li GP, Feng HQ, Yang SM, Li XJ, Qiu F, 2009. Method for testing the toxicity of insecticides and indoor toxicity of 9 insecticides to *Adelphocoris suturalis*. *Plant Protection*, 39(1): 109–112. [李国平, 封洪强, 杨士敏, 李秀杰, 邱峰, 2009. 杀虫剂对中黑苜蓿盲蝽的毒力测定方法及 9 种杀虫剂的室内毒力. 植物保护, 35(1): 132–135.]

Li YF, Gao ZL, Dang ZH, Wang JQ, Yang JK, Pan WL, 2008. Evaluation on the toxicity and control effect of different kinds insecticides to *Lygocoris lucorum* M. *Journal of Hebei Agricultural Sciences*, 12(1): 49–50. [李耀发, 高占林, 党志红, 王吉强, 杨继坤, 潘文亮, 2008. 不同类型杀虫剂对绿盲蝽室内毒力及田间药效评价. 河北农业科学, 12(1): 49–50.]

Lu YH, Wu KM, Cai XM, Liu YQ. 2008. A rearing method for mirids using the green bean, *Phaseolus vulgaris* in the laboratory. *Acta Phytophylacica Sinica*, 35(3): 215–219. [陆宴辉, 吴孔明, 蔡晓明, 刘仰青, 2008. 利用四季豆饲养盲蝽的方法. 植物保护学报, 35(3): 215–219.]

Lu YH, Wu KM, Wyckhuys KAG, Guo YY, 2010a. Overwintering hosts of *Apolygus lucorum* (Hemiptera: Miridae) in northern China. *Crop Protection*, 29(9): 1026–1033.

Lu YH, Wu KM, Jiang YY, Xia B, Li P, Feng HQ, Wyckhuys KAG, Guo YY, 2010b. Mirid bug outbreaks in multiple crops correlated with wide-scale adoption of Bt cotton in China. *Science*, 328(5982): 1151–1154.

Men XY, Yu Y, Zhang AS, Li LL，Zhang SC, Liu TJ, 2011. Toxicity of 10 insecticides to the nymphs of *Apolygus lucorum*, assayed by residual films. *Plant Protection*, 37(4): 154–157. [门兴元, 于毅, 张安盛, 李丽莉, 张思葱, 刘同金, 2011. 试管药膜法测定 10 种杀虫剂对绿后丽盲蝽若虫的室内毒力. 植物保护, 37(4): 154–157.]

Snodgrass GL, 1996. Glass-vial bioassay to estimate insecticide resistance in adult tarnished plant bugs (Heteroptera: Miridae). *Journal of Economic Entomology*, 89(5): 1053–1059.

Song GJ, Feng HQ, Li GP, Zhang LX, Qiu F, Li HP, 2012a. Using the Rb marking technique to track the spring migration of *Apolygus lucorum* and *Adelphocoris suturalis* in Henan. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 49(3): 620–625. [宋国晶, 封洪强, 李国平, 张丽霞, 邱峰, 李海平, 2012a. 河南省绿盲蝽和中黑盲蝽春季迁移能力的铷标记研究. 应用昆虫学报, 49(3): 620–625.]

Song GJ, Feng HQ, Li GP, Zhang LX, Qiu F, Li HP, 2012b. Autumn migration of *Apolygus lucorum* in Henan Province revealed by the Rb marking technique. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 49(3): 626–630. [宋国晶, 封洪强, 李国平, 张丽霞, 邱峰, 李海平, 2012b. 河南省绿盲蝽秋季迁移的铷标记研究. 应用昆虫学报, 49(3): 626–630.]

Song GJ, Li GP, Feng HQ, Li HP, Qiu F, 2010. Optimization of artificial diet composition for *Apolygus lucorum* nymphs by orthogonal design. *Plant Protection*, 36(6): 96–99. [宋国晶, 李国平, 封洪强, 李海平, 邱峰, 2010. 用正交试验法优选绿盲蝽若虫人工饲料配方. 植物保护, 36(6): 96–99.]

Tan Y, Zhang S, Gao XW, 2012. Monitoring the insecticide resistance of the cotton bugs *Apolygus lucorum* and *Adelphocoris suturalis*. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 49(2): 348–358. [谭瑶, 张帅, 高希武, 2012. 两种盲蝽的抗药性监测. 应用昆虫学报, 49(2): 348–358.]

Wu KM, Lu YH, Feng HQ, Jiang YY, Zhao JZ, 2008. Suppression of cotton bollworm in multiple crops in China in areas with Bt toxin containing cotton. *Science*, 321(5896): 1676–1678.

Zhang XB, Wang K, Wang M, Mu W, 2013. Monitoring the susceptibilities of mirid bug *Apolygus lucorum* field populations in Shandong Province to six kinds of insecticides. *Acta Phytophylacica Sinica,* 30(6): 564–568. [张小兵, 王凯, 王猛, 慕卫, 2013. 山东省绿盲蝽田间种群对六种杀虫剂的敏感性监测. 植物保护学报, 30(6): 564–568.]

Zhang ZQ, Guo TE, Wang W, Liu F, Mu W, 2009. Assessment of relative toxicity of insecticides to green plant bug, *Lygus lucorum* Meyer-Dür (Hemiptera: Miridae) by two different bioassay methods. *Acta Entomologica Sinica*, 52(9): 967–973.