应用昆虫学报 *Chinese Journal of Applied Entomology* 2016, 53(4): 752−758. DOI: 10.7679/j.issn.2095−1353.2016.094

性诱剂、赤眼蜂和化学药剂协同防治大豆食心虫的研究*

程 媛[1**] 韩岚岚[1] 于洪春[1] 王 红[1] 杨 啸[1]
王克勤[2] 张文霖[1] 赵奎军[1***]

（1. 东北农业大学农学院，哈尔滨 150030；2. 黑龙江省农业科学院植物保护研究所，哈尔滨 150086）

摘 要 **【目的】** 本文为优化大豆食心虫 *Leguminirora glycinioorella* (Mats.) Obraztsov 生物防治策略，探究不同防治策略的最佳防治时期和最佳使用量，最终达到提高防治效率及保护环境的目的。**【方法】** 选取哈尔滨和黑河两个地区进行试验，通过比较不同措施防治大豆食心虫的防治效果，以及在大豆食心虫不同发生期单独使用性诱剂和性诱剂-赤眼蜂协同防治的防治效果，寻找最佳防治方法及最佳防治时期。通过比较在不同配比下性诱剂与化学药剂（敌敌畏）协同防治效果，寻找最适配比。**【结果】** 结果表明：(1) 性诱剂-赤眼蜂协同防治效果为 60.89%，明显优于单独使用性诱剂或赤眼蜂单独防治大豆食心虫。(2) 性诱剂单独使用和性诱剂赤眼蜂协同防治大豆食心虫最佳防治时期都为其盛发期前 5 d，防治效果最高可达 62.42%和 66.08%，其次是盛发期防治，盛发期后 5 d 防治效果最差。(3) 性诱剂-化学药剂协同防治研究发现，从防治效果、经济效益、生态保护等多方面考虑，放每 667 m^2 放 1 个诱捕器和 3/4 药量的敌敌畏熏蒸剂效果更佳，与使用化学药剂防治效果差差异不显著，并能减少农药使用量。**【结论】** 研究结果表明，最佳生物防治策略为在大豆食心虫盛发期前 5 d 利用性诱剂-赤眼蜂协同防治大豆食心虫，每 667 m^2 放 1 个诱捕器和 3/4 药量的敌敌畏熏蒸剂，可作为从化学防治向生物防治过渡的防治方法。

关键词 大豆食心虫，性诱剂，赤眼蜂，化学药剂，防治效果

Using sex pheromones in combination with *Trichogramma* spp. and a chemical insecticide to control the soybean pod borer, *Leguminivora, glycinivorella* (Mats.) Obraztsov

CHENG Yuan[1**] HAN Lan-Lan[1] YU Hong-Chun[1] WANG Hong[1]
YANG Xiao[1] WANG Ke-Qin[2] ZHANG Wen-Lin[1] ZHAO Kui-Jun[1***]

(1. College of Agriculture, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China;
2. Institute of Plant Protection, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China)

Abstract **[Objectives]** To optimize the biological control of the soybean pod borer, *Leguminirora glycinioorella* (Mats.) Obraztsov. **[Methods]** The effectiveness of different control methods for the soybean pod borer were compared to find the best method. The optimum application time was found by comparing the effectiveness of using sex pheromone alone, with that of using a combination of *Trichogramma* spp. and sex pheromones at different times of the year in Harbin and Heihe. A comparison of the effectiveness of using a combination of sex pheromone and different proportions of pesticide was conducted to determine the best ratio. **[Results]** The results showed that: (1) the effectiveness of a combination of *Trichogramma* spp. and sex pheromone was 60.89%, much better than that of using sex pheromone alone. (2) The two methods had the same optimum application time, which was five days before the peak of adult abundance. This achieved the best results for both

*资助项目 Supported projects：现代农业产业技术体系建设专项资金(CARS-04)；公益性行业(农业)专项基金(201103002)
**第一作者 First author，E-mail：chengyuan720@126.com
***通讯作者 Corresponding author，E-mail：kjzhao@163.com
收稿日期 Received：2016-04-18，接受日期 Accepted：2016-06-29

methods of 62.42% and 66.08%, respectively, followed by application at the peak of adult abundance. Application five days after the peak of adult abundance produced the worst results. (3) Using traps and fumigants with 3/4 chemicals per 667 m^2 was better from multiple viewpoints, such as control effectiveness, cost effectiveness, and environmental friendliness. Although there was no significant difference in effectiveness compared to chemical pesticides, the new method can reduce pesticide use. **[Conclusion]** The best biological control method for the soybean pod borer is a combination of sex pheromone trapping and *Trichogramma* spp. deployed five days before the peak of adult abundance. A trap and fumigant with 3/4 chemicals per 667 m^2 can reduce the use of pesticides, and serve as a transition from chemical to biological control.

Key words　*Leguminirora glycinioorella*, sex pheromone, *Trichogramma*, chemicals, control effect

大豆食心虫 *Leguminirora glycinioorella*（Mats.）Obraztsov，别名大豆蛀荚蛾，属鳞翅目卷蛾科，是大豆产区的主要害虫之一。一般年份虫食率约 5%~10%，严重年份虫食率可达 30%~60%，其以幼虫蛀入豆荚为害豆粒，使被害豆粒残缺不全，严重影响大豆产量和品质（高月波，2005；刘洋等，2005）。目前，大豆食心虫的防治方法主要以化学防治为主，严重威胁了人类、天敌及环境的安全，单一药剂长期多次使用还容易使害虫产生抗药性。生物防治虽然见效缓慢，但持效期长，受环境因素影响小，对天敌昆虫安全，因而正在逐步替代化学药剂，也是未来大豆食心虫防治的目标和方向（张武等，2014）。现已有报道，对大豆食心虫防治有较好防治效果的生物防治方法有白僵菌、性信息素、寄生性天敌（赤眼蜂）等（裘文泽，1991；王克勤，1995）。

其中性诱剂已成为国内外监测和防控食心虫的重要措施（焦晓国等，2006；陆鹏飞等，2010；薛艳花等，2010），这主要是缘于其具有高效、无毒、无污染和不伤天敌等优点（孟宪佐等，1987；Il'ichev *et al.*，2006；周洪旭等，2011；Ahn JJ *et al.*，2012；杜鹃等，2013；王凤等，2013，胡代花，2014）。大豆食心虫性诱剂通过诱杀雄蛾减少大豆食心虫的交尾机会来降低产卵量来达到防治的目的，但是无法直接控制雌成虫和幼虫的危害，因此要持续的控制危害必须采取综合防治措施（王克勤，2009）。目前防治大豆食心虫的生物防治方法还比较单一，还不能达到有机结合，另外性诱剂、赤眼蜂防治等措施防治成本较高，不易被农民接受，在一定程度上限制了生物防治效果和推广。

本研究选取黑龙江省两个大豆主产区，采用对大豆食心虫防治效果较好的水盆型诱捕器和螟黄赤眼蜂 *Trichogramma chilonis* 以及普遍使用的农药敌敌畏，比较了不同防治方法相互配合的防治效果，以探究大豆食心虫最佳防治策略，不同策略的最佳防治期以及不同防治方法配合使用的最佳配比，以期为生物防治大豆食心虫提供试验依据。

1　材料与方法

1.1　试验地点

试验地选取两个地点，分别设在黑龙江省农科院民主实验基地（哈尔滨）（45°36′N，127°47′E）、黑河分院实验基地（50°22′N，127°55′E），6.67 hm^2 大豆田，大豆长势均匀良好，前期不进行化学防治。

1.2　试验材料

大豆品种东农 46；大豆食心虫性信息素诱芯（橡胶塞型诱芯），由中国科学院动物研究所提供（性诱剂的基本成分为反-8，反-10-十二碳二烯醇醋酸（B）和反-10-十二碳烯醇醋酸酯（A）（王翠英，1992）；水盆为绿色硬质再生塑料盆内口径 22 cm，深 7.5 cm；螟黄赤眼蜂，吉林省农科院提供；80%敌敌畏乳油，由河南省普朗克生化工业有限公司生产；75%酒精；珍珠岩，由哈尔滨天缘珍珠岩厂生产。

1.3　试验方法

诱芯和诱捕器设置方法：将诱芯用细铁丝固

定，置于水面上方 1 cm。将水盆注入清水至八成满，水中加 5 g 洗衣粉（约 3%），放在三脚架上。诱捕器高出大豆植株 10~20 cm。整个试验期间不换诱芯（王克勤，2013）。

1.3.1 性诱剂防治与性诱剂赤眼蜂协同防治最佳防治期研究 黑龙江省农科院民主实验基地（哈尔滨），黑河分院实验基地。共 5 个处理：处理 1，在大豆食心虫盛发期 5 d 前安放性诱捕器；处理 2，在大豆食心虫盛发期安放性诱捕器；处理 3，在大豆食心虫盛发期 5 d 后安放性诱捕器；处理 4，在大豆食心虫盛发期 5 d 前安放诱捕器，同时放置螟黄赤眼蜂蜂卡（2 万头）；处理 5，在大豆食心虫盛发期安放诱捕器，同时放置螟黄赤眼蜂蜂卡（2 万头）。每个处理面积为 667 m^2，均匀放 4 个诱捕器，每个处理 5 个重复。对照设在上风口 30 m 以外的大豆地块，为相同大豆品种大豆田，不进行任何防治，面积 667 m^2，并做 5 个重复。试验时期根据当地气候条件以及历年大豆食心虫发生规律进行确定（冯玉石，2011）。

1.3.2 不同防治方法比较 试验地点：黑龙江省农科院民主实验基地（哈尔滨）。

共 4 个处理：处理 1 用性诱剂（每 667 m^2 4 个诱捕器）防治（王克勤，2009）；处理 2 放置螟黄赤眼蜂蜂卡（4 万头）；处理 3 用性诱剂（每 667 m^2 4 个诱捕器），同时放置螟黄赤眼蜂蜂卡（2 头）（王克勤，1994）；处理 4 化学农药敌敌畏熏蒸剂防治。每个处理面积为 667 m^2，共 5 个重复。4 个处理均在大豆食心虫盛发期进行。大豆食心虫熏蒸剂：80%敌敌畏乳油稀释 5 倍，按 1∶1 比例浸泡珍珠岩，药剂每 667 m^2 用量 75 g，每 667 m^2 设 20 点。对照设在上风口 30 m 以外的大豆地块，为相同大豆品种大豆田，不进行任何防治，面积 667 m^2，并做 5 个重复。

1.3.3 性诱剂和化学药剂协同防治大豆食心虫

试验地点：黑龙江省农科院民主实验基地（哈尔滨）。

共 5 个处理，采用大豆食心虫熏蒸剂和水盆诱捕器，分别为：每 667 m^2 4 个诱捕器和 0/4 药量熏蒸剂、每 667 m^2 3 个诱捕器和 1/4 药量的熏蒸剂、每 667 m^2 2 个诱捕器和 2/4 药量的熏蒸剂、每 667 m^2 1 个诱捕器和 3/4 药量的熏蒸剂、每 667 m^2 0 个诱捕器和 4/4 药量的熏蒸剂 5 个处理，每个处理面积为 667 m^2，每个处理 5 个重复，试验时期均为大豆食心虫盛发期。对照设在上风口 30 m 以外的大豆地块，为相同大豆品种，不进行任何防治，面积 667 m^2，5 个重复。

1.4 调查方法

大豆成熟期，每个处理每亩随机调查 5 个点，每个点面积 1 m^2，随机选取 1 m^2 内的 10 株大豆调查大豆单株粒数、单株虫粒数，计算虫食率（%）和防治效果（%）（通过虫食率计算所得）（杨文郁等，1997）。

$$\text{虫食率（\%）}=(\text{单株虫粒数}/\text{单株总豆粒数})\times 100,$$

$$\text{防治效果（\%）}=\frac{\text{对照区虫食率}-\text{处理区虫食率}}{\text{对照区虫食率}}\times 100。$$

1.5 数据处理与分析

试验数据采用 Excel 和 SPSS 17.0 等软件进行 Duncan's 新复极差法分析。

2 结果与分析

2.1 性诱剂防治与性诱剂-赤眼蜂协同防治最佳防治期分析

对比单独使用性诱剂防治大豆食心虫在不同时期防治的虫食率和防治效果，黑河地区食心虫盛发期前 5 d 虫食率（0.734%）最高，其次盛发期（0.908%），盛发期后 5 d 虫食率（1.002%）最低。通过虫食率计算的防治效果也呈现这样的规律，即盛发期前 5 d 防治效果最高，盛发期后 5 d 防治效果最低，且 3 个处理虫食率和防治效果差异均达到极显著水平（$P<0.01$）。通过对比哈尔滨地区 3 个时期性诱剂单独防治效果，同样是盛发期前 5 d（52.48%）最高，其次是盛发期（45.67%）且 3 个处理间差异达到极显著水平（$P<0.01$）。此结果与黑河地区一致。说明利用性诱剂防治大豆食心虫在盛发期前 5 d 防治效果好于盛发期进行防治，盛发期后 5 d 的进行防治效果最

差，即最佳防治时期为大豆食心虫盛发期前 5 d。

对比性诱剂-赤眼蜂协同防治大豆食心虫在不同时期防治的虫食率和防治效果，黑河地区盛发期前 5 d 防治虫食率（0.663%）明显低于盛发期防治虫食率（0.766%），防治效果也是盛发期前 5 d 防治效果（66.08%）明显高于盛发期防治效果（60.79%），差异均达到极显著水平（P＜0.01）。哈尔滨地区盛发期前 5 d 防治虫食率（1.480%）显著低于盛发期防治虫食率（2.008%），防治效果也是盛发期前 5 d 防治效果（60.89%）显著高于盛发期防治效果（46.93%）（P＜0.05）。此结果同样与黑河地区一致。说明性诱剂-赤眼蜂协同防治在盛发期前 5 d 进行防治效果好于盛发期进行防治，即最佳防治时期为大豆食心虫盛发期前 5 d。

2.2　不同防治方法防治效果比较

对比黑河和哈尔滨两个地区同一时期两种防治方法的防治效果见表 1。

在大豆食心虫盛发期前 5 d 进行防治，黑河地区性诱剂-赤眼蜂协同防治虫食率比性诱剂单独使用虫食率低 0.071%，防治效果也显著高于单独使用性诱剂防治的虫食率（P＜0.05）。哈尔滨地区同样是协同防治的虫食率低于单独使用性诱剂防治的虫食率，防治效果高于性诱剂防治效果，且均达到差异显著水平（P＜0.05）。此结果同样与黑河地区一致。说明在大豆食心虫盛发期前 5 d 进行防治，协同防治效果比单独使用性诱剂效果好。

在大豆食心虫盛发期进行防治，黑河地区性诱剂-赤眼蜂协同防治虫食率比性诱剂单独使用虫食率低 0.142%，防治效果显著高于性诱剂单独使用的防治效果（P＜0.05）。说明在大豆食心虫盛发期进行防治，性诱剂-赤眼蜂协同防治效果比单独使用性诱剂效果好。

分析表明黑河和哈尔滨地区 5 个处理的虫食率均低于对照组，差异均极显著（P＜0.01），说明性诱剂单独使用和性诱剂-赤眼蜂协同防治在大豆食心虫发生的不同时期均有效果，但性诱剂赤眼蜂协同防治效果比单独使用性诱剂防治效果好。（由表 1）

表 **1**　黑河和哈尔滨地区不同防治措施在不同时期防治大豆食心虫的虫荚率和防治效果

Table 1　The moth-eaten ratio and control effect of different methods to prevent soybean pod borer at different occurrence period in Heihe and Harbin

处理 Treatments	虫食率（%）Moth-eaten ratio		防治效果（%）Control effect	
	黑河 Heihe	哈尔滨 Harbin	黑河 Heihe	哈尔滨 Harbin
A	0.734±0.019dDE	1.798±0.100cCD	62.42±0.95bAB	52.48±2.65bB
B	0.908±0.019cC	2.056±0.028cC	53.53±0.96cC	45.67±0.74cC
C	1.002±0.032bB	2.474±0.068bB	48.72±1.66dD	34.62±1.79dD
D	0.663±0.012eE	1.480±0.037dD	66.08±0.62aA	60.89±0.98aA
E	0.766±0.014dD	2.008±0.039cC	60.79±0.71bB	46.93±1.01cBC
F	1.954±0.035aA	3.784±0.204aA	-	-

A. 大豆食心虫盛发期前 5 d 安放诱捕器；B. 大豆食心虫盛发期安放诱捕器；C. 大豆食心虫盛发期后 5 d 的安放诱捕器；D.大豆食心虫盛发期前 5 d 安放诱捕器同时放置螟黄赤眼蜂蜂卡；E. 大豆食心虫盛发期安放诱捕器同时释放螟黄赤眼蜂蜂卡；F. 对照组。表中用于描述防治效果虫食率的数据为相应的平均数±标准误，表中平均值后不同小写字母表示差异显著，不同大写字母表示差异极显著。下表同。

A. Sex pheromone trap is set up at five days before the full occurrence period of soybean pod borer; B. Sex pheromone trap is set up at the full occurrence period of soybean pod borer; C. Sex pheromone trap is set up at five days after the full occurrence period of soybean pod borer; D. Sex pheromone trap is set up and *Trichogramma* is released at five days before the full occurrence period of soybean pod borer; E. Sex pheromone trap is set up and *Trichogramma* is released at the full occurrence period of soybean pod borer; F. The control group.

The data in the table used to describe the control effect and the moth-eaten ratio is the corresponding the average ± standard error, and followed by the different small letters indicate significant difference, while different capital letters indicate extremely significant difference. The same below.

表 2 不同防治方法防治大豆食心虫防治效果
Table 2 The control effects of different control methods to prevent soybean pod borer

处理 Treatments	防治效果 Control effect (%)					平均 Mean (%)
性诱剂 Sex pheromone	47.64	55.83	49.32	50.86	58.76	52.48±2.08cB
螟黄赤眼蜂 *Trichogramma chilonis*	54.02	43.64	53.42	57.43	52.12	54.13±2.30cB
性诱剂+螟黄赤眼蜂 Sex pheromone+*Trichogramma chilonis*	57.37	71.43	52.12	56.92	66.62	60.89±3.53bB
敌敌畏熏蒸剂 Fumigants	91.65	88.17	88.8	87.63	90.30	89.31±0.74aA

由表 2 可以看出，比较 4 种防治方法防治效果可知，敌敌畏熏蒸剂防治效果最好可达 89.31%，与生物防治效果差异达到显著水平（$P<0.05$）。生物防治中性诱剂赤眼蜂协同防治效果（60.89%）显著高于赤眼蜂防治效果（54.13%）和性诱剂防治效果（52.48%）（$P<0.05$）。通过对 3 种生物防治方法比较，性诱剂-赤眼蜂协同防治效果好于单独使用一种方法的防治效果。

综合以上，化学防治效果最好，而生物防治中，性诱剂-赤眼蜂协同防治效果比性诱剂和赤眼蜂单独使用效果好，而且不论是大豆食心虫盛发期前 5 d 还是盛发期进行防治，均为二者协同防治效果更好。

2.3 性诱剂和化学药剂协同防治效果评价

由表 3 可知，从 5 种防治方法防治效果来看，化学农药防治效果好于性诱剂化学药剂协同防治，顺序依次为Ⅴ＞Ⅳ＞Ⅲ＞Ⅰ＞Ⅱ。经方差分析防治效果，Ⅴ与Ⅲ、Ⅱ、Ⅰ之间差异极显著，Ⅴ和Ⅳ差异不显著，防治效果分别为 91.61%和 82.9%。分析表明：大豆食心虫性诱剂和化学药剂可以共同使用，相互补充，随着化学药剂用量的增大，防治效果也相应提高，虽然处理Ⅳ用每 667 m^2 一个诱捕器加 3/4 药量的防治效果比处理Ⅴ化学药剂防治效果略低，但差异不显著，同时节省农药用量 1/4。

3 讨论

结果表明：性诱剂-赤眼蜂协同防治大豆食心虫效果比单独使用性诱剂或赤眼蜂效果好，虽然防治效果比化学防治低，但对于环境保护和生物防治的推广具有重要的意义，而且化学农药具有污染环境，易产生抗药性，对人畜剧毒，易杀伤天敌，不符合农业可持续发展的要求，未来必定会被其它更安全的防治方法取代。无论是单独

表 3 不同比例性诱剂和化学药剂防治效果
Table 3 The control effects of the different proportions of sex pheromone and chemical

处理 Treatments	防治效果 Control effect (%)					平均 Mean (%)
Ⅰ	64.37	64.96	58.71	70.18	70.21	65.69±2.14cB
Ⅱ	55.06	56.46	69.70	66.93	78.60	65.35±4.37cB
Ⅲ	55.67	54.83	86.73	76.79	79.12	70.63±6.49bcB
Ⅳ	87.04	73.81	93.80	90.81	69.02	82.90±4.87abAB
Ⅴ	91.30	84.05	94.51	93.61	94.58	91.61±1.98aA

Ⅰ：每 667 m^2 4 个诱捕器和 0/4 药量的熏蒸剂；Ⅱ：每 667 m^2 3 个诱捕器和 1/4 药量的熏蒸剂；Ⅲ：每 667 m^2 2 个诱捕器和 2/4 药量的熏蒸剂；Ⅳ：每 667 m^2 1 个诱捕器和 3/4 药量的熏蒸剂；Ⅴ：每 667 m^2 0 个诱捕器和 4/4 药量的熏蒸剂。

Ⅰ: Four trap and 0/4 fumigant；Ⅱ: Three trap and 1/4 fumigant；Ⅲ: Two trap and 2/4 fumigant；Ⅳ: One trap and 3/4 fumigant；Ⅴ: Zero traps and 4/4 fumigant.

使用性诱剂还是性诱剂赤眼蜂协同使用，最佳防治期都是盛发期前 5 d，其次是盛发期，可能由于大豆食心虫的羽化出土时间不集中，在盛发期安放诱捕器和蜂卡，使前期羽化的大豆食心虫无法得到及时防治，以及赤眼蜂蜂卡放置到田间需要一定的时间才能完全出蜂，出蜂日期与大豆食心虫卵盛蜂期吻合才能达到更好的防效，所以在当年前期虫情预测不准确时可提前安放诱捕器和放置赤眼蜂蜂卡，能达到更好的防治效果。在大豆食心虫盛发期后 5 d 将诱捕器布置于田间同样可以起到防治大豆食心虫成虫的目的，但防治效果较差，且前期大豆食心虫造成的损失无法弥补。对比黑河和哈尔滨地区性诱剂单独防治及性诱剂-赤眼蜂协同防治，哈尔滨地区防治效果较黑河地区偏低，推测由于大豆食心虫迁飞性较差导致长期地理隔离，造成不同地理种群存在一定的遗传变异，因此同一种性诱剂防治不同地理种群的大豆食心虫有不同的效果（王红，2014）。

本试验比较分析了不同配比性诱剂和化学农药配合防治效果，研究结果表明，每 667 m^2 个诱捕器和 3/4 剂量的敌敌畏熏蒸剂防治效果与单独使用化学农药防治效果差异不显著，但减少了化学农药的使用量，同时对生态保护具有重要的意义，可作为化学防治向生物防治过渡的中间方法。

参考文献 (References)

Ahn JJ, Yang CY, Jung C, 2012. Model of *Grapholita molests* spring emergence in pear orchards based on statistical criteria. *Journal of Asia-Pack Entomology*, 15(2): 589–593.

Du J, Liu YF, Tan SQ, 2013. Based oriental fruit moth control index sex pheromone monitoring. *Journal of Plant Protection*, 40(2): 140–144. [杜娟, 刘彦飞, 谭树乾, 2013. 基于性诱剂监测的梨小食心虫防治指标. 植物保护学报, 40(2): 140–144.]

Feng YS, 2011. Northeast China soybean pod borer regulation and control measures. *Friends of Farmers to Get Rich*, 21(1): 42. [冯玉石, 2011. 东北地区大豆食心虫发生规律及防治措施. 农民致富之友, 21(1): 42.]

Gao YB, 2005. Soybean pod borer research and application forecasts predict. *Jilin Agricultural Sciences*, 30(3): 18–20. [高月波, 2005. 大豆食心虫预测预报的研究与应用. 吉林农业科学, 30(3): 18–20.]

Hu DH, Yang XW, Feng JT, 2014. Research and application of soybean pod borer sex pheromone. *Pesticide Technology*, 16(3): 293–299. [胡代花, 杨晓伟, 冯俊涛, 2014. 大豆食心虫性信息素的研究及应用进展. 农药学报, 16(3): 235–244.]

Il'ichev AL, Stelinski LL, Williams DG, Gut LJ, 2006. Sprayable microencapsulateci sex pheromone formulation for mating disruption of riental fruit moth (Lepidoptera: Tortlicidae) in Australian peach and pear orchards. *Econ. Entomol.*, 99(6): 2048–2054.

Jiao XG, Xuan WJ, Sheng CF, 2006. Application of sex pheromones in pest forecasting advances. *Plant Protection*, 32(6): 9–13. [焦晓国, 宣维健, 盛承发, 2006. 性信息素在害虫测报中的应用研究进展.植物保护, 32(6): 9–13.]

Lu PF, Huang LQ, Wang SZ, 2010. Pear borer chemical substance information communication. *Acta Entomologica Sinica*, 53(12): 1390–1403. [陆鹏飞, 黄玲巧, 王深柱, 2010. 梨小食心虫化学通信中的信息物质. 昆虫学报, 53(12): 1390–1403.]

Liu Y, Wang JA, Zhao KJ, 2005. Soybean genetic studies borer. *Northeast Agricultural University*, 36(2): 138–141. [刘洋, 王继安, 赵奎军, 2005. 大豆抗食心虫性遗传研究. 东北农业大学学报, 36(2): 138–141.]

Meng XZ, Hu JH, Li PS, 1987. With cis–8-dodecenyl acetate trapping field trials and lap pear borer moth.. *Acta Entomologica Sinica*, 21(1): 7–12. [孟宪佐, 胡菊华, 李平淑, 1987. 用顺-8-十二碳烯醋酸酯诱捕梨小食心虫和棉卷蛾的田间试验. 昆虫学报, 21(1): 7–12.]

Qiu WZ, Wu YQ, Song MQ, 1991. Trichogramma use of soybean borer. *Prevention of Jilin Agricultural Sciences*, (3): 33–35. [裘文泽, 吴玉秋, 宋木权, 1991. 利用螟黄赤眼蜂防治大豆食心虫的研究. 吉林农业科学, (3): 33–35.]

Wang CY, Liu J, Song FR, 1992. The chemical structure, EAG and field trapping effect of soybean pod borer sex pheromone. *Acta Phytophylacica Sinica*, 19(4): 331–335. [王翠英, 刘建, 宋凤瑞, 1992. 大豆食心虫性信息素的化学结构触角电位及田间诱蛾效果. 植物保护学报, 19(4): 331–335.]

Wang F, Zhu Y, Cai DQ, 2013. Sex pheromone and chemical control of pear moth effect. *Chinese Forest Pest*, 32(4): 24–26. [王凤, 朱烨, 蔡丹群, 2013. 性信息素与化学药剂防治梨小食心虫效果比较. 中国森林病虫, 32(4): 24–26.]

Wang H, Xu ZX, Han LL, Wang KQ, Zhao KJ, 2014 .Based on mitochondrial COI gene sequence of the soybean genetic diversity borer geography of Northeast China. *Acta Entomologica Sinica*, 57(9): 1051–1060. [王红, 徐忠新, 韩岚岚, 王克勤, 赵奎军, 2014. 基于线粒体 COI 基因序列的大豆食心虫中国东北地理种群遗传多样性分析. 昆虫学报, 57(9): 1051–1060.]

Wang KQ, Li XM, Liu CL, 2009. Control of soybean pod borer

Leguminivora glycinivorella (Mats) with synthetic sex pheromone. *Chin. Agri. Sci. Bull.*, 25(15): 190–193. [王克勤, 李新民, 刘春来, 2009. 利用昆虫性诱剂防治大豆食心虫. 中国农学通报, 25(15): 190–193.]

Wang KQ, 1995. Trichogramma prevention of soybean borer. *Plant Protection*, 22 (3): 8–10. [王克勤, 1995. 应用赤眼蜂防治大豆食心虫的研究. 植物保护, 22(3): 8–10.]

Wang KQ, Mei XR, Liu XL, 2013. Two of soybean pod borer lure and trap the effect of sex pheromone. *Heilongjiang Agricultural Science*, (5): 34–36. [王克勤, 梅相如, 刘兴龙, 2013. 大豆食心虫两种性诱芯和诱捕器田间诱蛾效果. 黑龙江农业科学, (5): 34–36.]

Xue YH, Ma SY, Li XW, Li L, Li J, 2010. Research and application carposina sex pheromone of Chinese medicine. *Journal of Biocontrol*, 26(2): 211–216. [薛艳花, 马瑞燕, 李先伟, 李亮, 李捷, 2010. 桃小食心虫性信息素的研究与应用. 中国生物防治, 26(2): 211–216.]

Yang WY, You DM, Qu SH, 1997. Discussion soybean pod borer herbivory rate and yield calculation method. *Inner Mongolia Agricultural Science and Technology*, (6): 27–28. [杨文郁, 由冬梅, 曲沈海, 1997. 大豆食心虫虫食率及对产量影响计算方法探讨. 内蒙古农业科技, (6): 27–28.]

Zhang W, Hong F, Wu JY, 2014. Heihe soybean borer occurrence and prevention. *China Plant Protection*, 10(2): 38–40. [张武, 洪峰, 吴俊, 2014. 黑河地区大豆食心虫发生规律及其防治. 中国植保导刊, 10(2): 38–40.]

Zhou HX, Li LL, Yu Y, 2011. Pheromone fans to law-scale prevention pear moth. *Plant Protection*, 38(5): 385–389. [周洪旭, 李丽莉,于毅, 2011. 信息素迷向法规模化防治梨小食心虫. 植物保护学报, 38(5): 385–389.]