

绿盲蝽越冬卵在灵武长枣枝条的分布特征研究

王 辉¹, 朱 琴¹, 张永飞², 王新谱^{1,*}

(¹宁夏大学农学院, 银川 750021; ²宁夏银湖农林牧开发有限公司, 宁夏灵武 751400)

摘 要: 针对宁夏灵武地区枣园绿盲蝽越冬卵在枣枝的分布特征不明等问题, 于 2018 年 3 月初采用“Z”字形取样法调查了两块枣园样地绿盲蝽越冬卵在枣枝上的产卵位置, 并分析了修剪口处越冬卵的数量及形态特征。结果表明, 当年休眠期修剪口处的平均卵量显著高于枣股及其翘皮, 且 2 年生枝与多年生枝修剪口卵量显著高于 1 年生枝修剪口; 修剪口周皮部的平均卵量显著小于髓心部, 但带卵率显著大于髓心部; 修剪口周皮部的越冬卵长度、饱满度均显著大于髓心部, 修剪口周皮部与髓心部的越冬卵宽度、瘪卵数均差异不显著。在管理精细无杂草的纯枣园中, 休眠期修剪口处的周皮部与髓心部是绿盲蝽产卵越冬的主要场所。据此提出封闭修剪口与早春整枝修剪是防治绿盲蝽危害的关键措施。

关键词: 枣; 绿盲蝽; 越冬卵; 分布; 修剪口; 周皮部; 髓心部

中图分类号: S 665.1

文献标志码: A

文章编号: 0513-353X (2020) 10-1991-08

Distribution of the Overwintering Eggs of *Apolygus lucorum* on the Branches of ‘Lingwu’ Jujube Orchard

WANG Hui¹, ZHU Qin¹, ZHANG Yongfei², and WANG Xinpu^{1,*}

(¹School of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan 750021, China; ²Ningxia Yinhu Agriculture, Forestry and Animal Husbandry Development Co., Ltd., Lingwu, Ningxia 751400, China)

Abstract: It was largely unknown about the distribution of overwintering eggs of *Apolygus lucorum* (Meyer-Dür) on the branches of ‘Lingwu’ jujube orchard in Ningxia region. An investigation on the location of the overwintering eggs of *A. lucorum* in the two-jujube orchard were carried on by using the method of “Z” type in March 2018, and their number and morphological traits in the pruning wounded position were analyzed. The results showed that the average number of eggs on the current-year branch was significantly greater in the pruning wounded position than in the both mother spur and cracks of old barks; there was significantly higher values in two-year-old and perennial pruning wounded positions than the one-year-old ones; there was significantly lower values located in periderm than in pith, whereas there was significantly higher egg-carrying rate located in the periderm than in pith. The length and plumpness of the overwintering eggs were significantly higher in periderm than in pith, whereas there was no significant difference in width and number of shriveled eggs between the two locations. It was suggested that the overwintering eggs of *A. lucorum* were mainly located at the dormancy pruning wounded positions, and it was projected observed in the periderm and the pith for their oviposition under

收稿日期: 2020-04-03; 修回日期: 2020-07-02

基金项目: 宁夏大学建设西部一流大学理工农科类重大创新项目 (ZKZD2017008)

* 通信作者 Author for correspondence (E-mail: wangxinpu@nxu.edu.cn)

well-management jujube orchard. It was concluded that both the closed pruning wounds and early spring pruning residues were the key measures to control the damage of *A. lucorum* in terms of their distribution.

Keywords: jujube; *Apolygus lucorum*; overwintering egg; distribution; pruning wound; periderm; pith

绿盲蝽 [*Apolygus lucorum* (Meyer-Dür)]，属于半翅目 (Hemiptera) 盲蝽科 (Miridae)，为害寄主广泛，包括大田作物、林木、果树和杂草等 38 科 147 种 (陆宴辉和吴孔明, 2008; Lu et al., 2012)。绿盲蝽在宁夏灵武枣园每年发生 4 ~ 5 代 (李占文 等, 2016)，第 1、2 代为发生为害高峰 (李林懋 等, 2013; 张晓凤 等, 2019)。灵武长枣作为宁夏地方特色优良鲜食品种，果实大、果肉酥嫩多汁，但自 2016 年开始备受绿盲蝽危害 (李占文 等, 2016)。绿盲蝽越冬卵孵化的第 1 代若虫为重要的危害代，其以刺吸式口器吸食枣枝的幼芽、嫩叶与花蕾 (姜玉英 等, 2015; 王丽丽 等, 2017; 王辉 等, 2019)，常常造成嫩芽畸形和“破叶疯”等症状 (李林懋 等, 2013)，严重影响了幼叶的展开和花芽分化，损害了枣果实最终的品质与产量。因此，研究绿盲蝽越冬卵的田间分布特征对于控制绿盲蝽越冬代春季爆发，降低全年虫口基数有重要意义。

有关枣园中绿盲蝽越冬卵田间分布的研究结果有较大分歧。有研究认为绿盲蝽越冬卵多产在多年生枣股芽鳞内 (张秀梅 等, 2005, 2006)、枣头残留处 (高梅秀 等, 2009)、农作物残留物与枣树皮缝隙中 (王仁怀 等, 2008)；也有研究认为越冬卵多产在枣园树下一些蒿类、葎草等杂草中 (张秀梅 等, 2005; Lu et al., 2012)，且越冬场所也随寄主植物季节的变化而改变 (Lu et al., 2010; Pan et al., 2015)。近年来枣园精细化管理，尤其是中耕锄草、整枝修剪等措施导致绿盲蝽产卵的杂草环境被破坏，被迫转移至枣枝。目前已有大量研究表明绿盲蝽将越冬卵产于枣枝的剪口、枣股的翘皮与抹芽摘心处，且修剪口的卵量占绝对优势 (王振亮 等, 2011; 金银利 等, 2015; 张锋, 2017; 张晓凤 等, 2019)，但是关于越冬卵在修剪口分布的具体位置、数量规律及形态特征，并没有更细致深入的研究报道。

本研究中通过调查绿盲蝽越冬卵在枣枝上的田间分布，明确修剪口作为绿盲蝽越冬卵的主要集中部位，并且分析剪口周皮部与髓心部越冬卵分布的数量及形态特征规律，旨在为控制越冬代若虫的爆发危害，降低春季田间虫口基数，早春田间科学管理提供决策依据。

1 材料与方法

1.1 试验样地

试验地分别位于宁夏回族自治区灵武市南约 27 km 处的银湖公司林场 (37°54' ~ 37°55'N, 106°23' ~ 106°25'E)和灵武市南 211 国道 65 km 处的大泉林场 (37°58' ~ 37°59'N, 106°19' ~ 106°20'E)，海拔 1 250 m，典型的中温带大陆季风性气候，年均气温 ≥ 10 °C，降水量 206 ~ 255 mm，无霜期 157 d，砂质壤土，引黄灌溉，是枣果类作物生长的典型区域。

两试验地相距约 10 km，均为灵武市沿山长枣产业带的关键种植区，枣园总面积分别为 50 hm² 和 42 hm²，树高 2.0 ~ 2.5 m，树龄 8 ~ 10 年，株行距 2 m × 3 m。在两试验地分别选取约 1.5 hm² 的代表性样地作为取样区域。两区域土壤质地、杂草类型、水肥管理、农药使用等措施基本一致，整枝修剪仅在春季 4 月进行 1 次，即休眠期修剪。调查时正值枣树休眠期，在调查前未进行其他任何枝条修剪、松土保墒、杂草清除等冬春清园工作，也未使用任何药剂防治。

1.2 试验方法

供试枣树品种为‘灵武长枣’。2018年3月在两试验样地分别采用“Z”字形取样法,各选取20株树冠大小一致的枣树,按照东、西、南、北、中5个方位,每个方位依次按高度2.0 m、1.5 m和1.0 m各取1条标准枝或修剪口。“标准枝”定义为长约20 cm,包含枣股、剪口的枣头枝或二次枝;修剪口长约5 cm,包括1年生枝、2年生枝、多年生枝剪口。每个样地取150个标准枝(带修剪口)和150个单独的修剪口(每个剪口或标准枝为1个重复)。

使用体视显微镜(型号: Motic SMZ-161)对每个标准枝与剪口处的越冬卵仔细观察并统计数量。标准枝的调查包括修剪口(包括1、2、多年生枝剪口),枣股和枣股翘皮处;修剪口的调查包括剪口中心(髓心部),即髓心与木质部、形成层;剪口周边的表皮下(周皮部),即表皮与韧皮部的夹缝。分别对剪口髓心部与周皮部越冬卵的长度与宽度(体视显微镜拍照测量)、卵饱满度(3级,无干瘪卵>2级,半干瘪卵>1级,全干瘪)、瘪卵数(空卵或不育卵)进行测量统计,每组20个剪口(20个重复),共计调查80个修剪口。

应用 Excel 2016 和 SAS 8.2 软件进行数据分析与绘图,单因素方差分析(非参数 One-way ANOVA) Tukey 法进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 绿盲蝽越冬卵分布位置

绿盲蝽越冬卵在枣树枝条上的分布调查结果(表1)表明,其集中分布在当年休眠期修剪留下的枝剪口处,且多层排列,整齐一致(图1, A, B);枣股及其翘皮处(图1, C, D)也有分布。两块样地的平均带卵率均表明修剪口的平均带卵率显著高于枣股和翘皮,且修剪口年份之间差异不显著;修剪口的平均卵量也显著高于枣股和翘皮,2年生枝与多年生枝剪口显著高于1年生枝剪口,从占总卵量比例来看,剪口的比例也明显多于枣股与翘皮。

表1 绿盲蝽越冬卵在枣枝上的分布部位
 Table 1 Distribution of overwintering eggs of *Apolygus lucorum* on jujube

越冬部位 Overwintering position	大泉林场 Forest farm of Daquan		银湖林场 Forest farm of Yinhu		平均带卵率/% Average egg-carrying rate	平均卵量 Average number of eggs	占总卵量比例/% Proportion in total
	调查数 Number of investigation	带卵数/个 Egg-carrying	调查数 Number of investigation	带卵数/个 Egg-carrying			
1年生枝剪口 One-year-old pruning wound	95	56	136	93	63.67 ± 6.67 a	3.87 ± 0.84 b	23.93
2年生枝剪口 Two-year-old pruning wound	99	69	77	51	67.97 ± 2.45 a	5.53 ± 0.66 a	34.20
多年生枝剪口 Perennial pruning wound	104	62	89	63	65.21 ± 7.89 a	5.47 ± 0.33 a	33.83
枣股 Mother spur of jujube	50	9	50	6	15.00 ± 4.24 b	1.00 ± 0.28 c	6.18
翘皮 Crack of old bark	50	2	50	1	3.00 ± 1.41 b	0.30 ± 0.14 c	1.86

注: 单因素方差分析使用 Tukey 方法进行多重比较, 同列不同小写字母表示差异显著。

Note: Means (± standard error) with different letters in each variable indicate significant differences among different positions according to the Tukey test.



图 1 绿盲蝽越冬卵在枣树上的分布部位

Fig. 1 Distribution of overwintering eggs of *Apolygus lucorum* on jujube

2.2 绿盲蝽越冬卵在剪口周皮与髓心部的数量差异

对修剪口处绿盲蝽越冬卵分布的具体位置进一步分析发现，越冬卵不仅分布在修剪口中心（髓心部，图 1，A），在修剪口周边的表皮下（周皮部，图 1，B）也有分布，且两者分布的数量存在显著差异（图 2）。

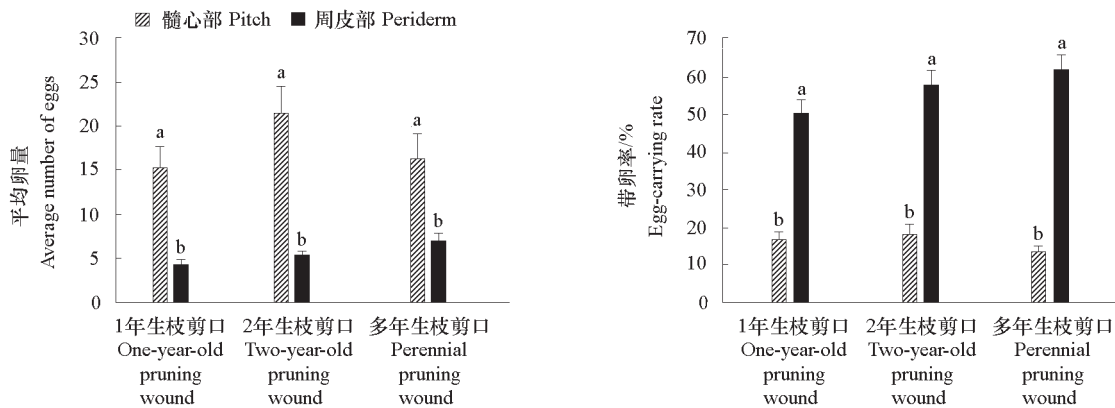


图 2 剪口周皮部与髓心部越冬卵的数量分布

不同小写字母分别表示不同年份剪口之间差异显著。

Fig. 2 Quantitative feature of overwintering eggs in periderm and pith of pruning wounds

Means (\pm standard error) with different lowercase letters in each variable indicate significant differences among different years pruning wounds according to the Tukey test.

无论 1 年生枝、2 年生枝或多年生枝剪口, 周皮部的平均卵量均显著小于髓心部, 但带卵率显著大于髓心部, 周皮部与髓心部不同年份剪口之间差异不显著。这表明, 剪口的周皮更适宜绿盲蝽产卵, 大多数绿盲蝽会将卵产于周皮部, 但产卵量 (最高达 22 粒) 并不多, 而腐烂松软的髓心部, 一旦产卵, 卵量则会较多 (最高达 58 粒)。

2.3 剪口周皮与髓心部绿盲蝽越冬卵的形态差异

由图 3 可知, 银湖林场与大泉林场两样地中, 枣枝修剪口周皮部的绿盲蝽越冬卵长度显著大于髓心部, 宽度差异不显著。周皮部越冬卵的饱满度也显著大于髓心部, 且两样地髓心部之间差异不显著。另外, 两样地的周皮部与髓心部越冬卵的瘪卵数均差异不显著。因此, 推测枣枝剪口的质地结构与空隙大小显著影响了绿盲蝽越冬卵的形态大小和饱满度。

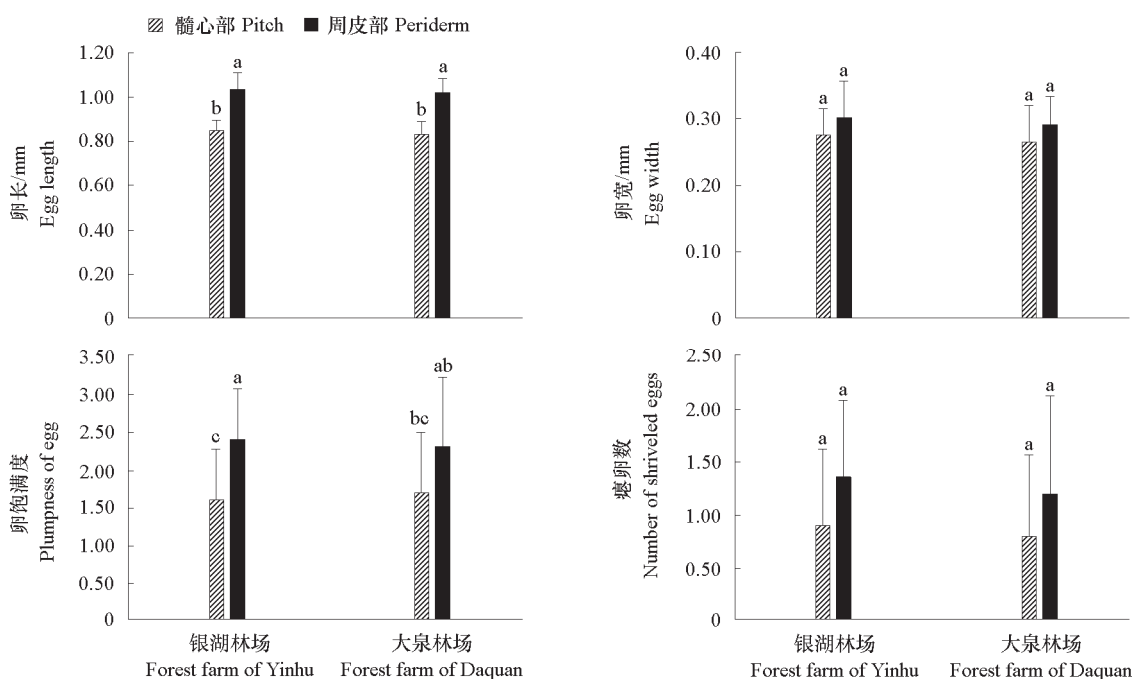


图 3 枣枝修剪口周皮部与髓心部绿盲蝽越冬卵的特征差异

不同小写字母依次表示剪口周皮部与髓心部差异显著; $n = 20$ 。

Fig. 3 Characteristic of overwintering eggs in periderm and pith of pruning wounds on jujube

Means (\pm standard deviation) with different lowercase letters in each variable indicate significant differences between periderm and pith of pruning wounds according to the Tukey test.

3 讨论

本次调查结果表明, 枣枝修剪口的带卵率和卵量均显著高于其他部位, 与前人的结果 (张秀梅等, 2005; 王仁怀等, 2008) 不同, 这可能与枣树品种 (吴静, 2008) 及枣园的管理程度 (张晓凤等, 2019) 不同有关, 不同枣园生态区, 绿盲蝽越冬卵的越冬场所也不一致 (高梅秀等, 2009; 张未仲等, 2018)。灵武长枣园绿盲蝽越冬卵主要集中在剪口处, 笔者认为有以下 3 点原因: 第一, 随着枣园大面积精细化管理导致部分绿盲蝽栖息地的杂草环境被破坏, 被迫转移到枣枝中危害或产

卵。有研究表明绿盲蝽存在转主寄主的危害特点,其发生危害随着枣果的生长,在枣树与树下杂草或其他作物间相互转移,具有趋嫩性(王振亮等,2012;曹盼盼等,2016;李耀发等,2016)。第二,剪口导致枣树修剪茬口处的表皮翘裂,髓心、木质部和形成层直接暴露,随着风雨的侵袭逐渐软化、腐化、营养化,为绿盲蝽产卵提供了良好的场所。王振亮等(2011)的研究也表明在管理精细的纯枣园中,夏剪口是绿盲蝽越冬卵的主要场所。第三,相对于剪口,枣股和翘皮质地过于坚硬,长期暴露在外,且空隙较大,保水性差,不利于产卵也不利于卵的发育。另外,本次调查还发现1年生枝剪口带卵率与卵量均最低,这与王振亮等(2010)的研究结果相同。与1年生枝剪口相比,2年生与多年生枝剪口本身内径较大,木质部较厚,为产卵和卵孵化提供了适宜的条件。

进一步调查表明,绿盲蝽越冬卵主要分布在剪口中心(髓心部:髓心与木质部、形成层)与剪口周边的表皮下(周皮部:表皮与韧皮部的夹缝中)。周皮部的平均卵量显著小于髓心部,但带卵率却显著大于髓心部,这表明周皮部比髓心更适合产卵,在修剪后,周皮最先也最易裂开,成为绿盲蝽主要的产卵场所,但由于周皮空间的限制导致其产卵量并不多。而剪口处的髓心、木质部及形成层虽然由于本身的木质结构具有较大的紧实度(朱广龙和魏学智,2016;张晓凤等,2019),不适宜绿盲蝽产卵,但在自然因素的影响下,随着风雨、微生物的侵袭或浸染逐渐软化,紧实度降低,含水量增加,逐渐成为绿盲蝽主要的产卵部位,且由于髓心部木质部深厚(王振亮等,2010),空间适宜,一旦产卵,其卵量便会较多。

此外,比较剪口周皮部与髓心部卵的形态特征发现,周皮部的卵粒大而饱满,而髓心部的卵粒小而瘪瘦,其原因可能与周皮部与髓心部的不同质地和空隙大小有关(张晓凤等,2019),髓心部周边的木质部及形成层本身紧密的木质结构挤压了卵的发育空间(朱广龙和魏学智,2016),进而导致卵大多瘪瘦,而周皮部修剪导致表皮翘裂,加之风雨的侵袭更加疏松、软化成为了越冬卵最佳的繁殖发育场所。

针对枣树修剪口绿盲蝽越冬卵集中分布的特点,提出3点防治建议:一是在修剪时需注意剪口的整齐性,防止枣皮撕裂;二是在剪后可使用油漆或灭菌的泥巴等封闭剪口,防止虫卵寄生;三是加强早春的整枝修剪,尤其是剪除病虫枝,清理往年的剪口、摘心的留桩和老翘皮等,及时带出果园,安全处理。

References

- Cao Pan-pan, Lu Chang-kuan, Wang Xiao-qin. 2016. Field trapping assessment and population dynamics of *Apolygus lucorum* in vineyards. *Journal of Plant Protection*, 43 (3): 523 - 524. (in Chinese)
- 曹盼盼, 路常宽, 王晓勤. 2016. 绿盲蝽性诱剂在葡萄园诱捕效果及种群动态监测. *植物保护学报*, 43 (3): 523 - 524.
- Gao Mei-xiu, Tian Xiao-wei, Liu Tao, Li Yue-hong, Fan Hui-xian. 2009. Distribution and influencing factors of *Lygus lucorum* Meyer-Dür's over winter eggs in jujube trees. *China Fruits*, (3): 17 - 20. (in Chinese)
- 高梅秀, 田小卫, 刘涛, 李跃红, 范会鲜. 2009. 绿盲蝽越冬卵在枣园的分布及影响因素研究. *中国果树*, (3): 17 - 20.
- Jiang Yu-ying, Lu Yan-hui, Zeng Juan. 2015. Partition monitoring and governance of Miridae. Beijing: China Agriculture Press: 19 - 26. (in Chinese)
- 姜玉英, 陆宴辉, 曾娟. 2015. 盲蝽分区监测与治理. 北京: 中国农业出版社: 19 - 26.
- Jin Yin-li, Feng Hong-qiang, Zhang Yan-fang, Lü Zhong-wei, Wang Qi, Qiu Feng, Hou You-ming. 2015. Seasonal population dynamics of *Apolygus lucorum* on winter jujube and grape tree in Henan Province. *Plant Protection*, 41 (2): 149 - 153. (in Chinese)
- 金银利, 封洪强, 张言芳, 吕中伟, 王琦, 邱峰, 侯有明. 2015. 河南冬枣和葡萄上绿盲蝽种群的季节性发生规律. *植物保护*, 41 (2): 149 - 153.

- Li Lin-mao, Men Xing-yuan, Ye Bao-hua, Yu Yi, Zhang An-sheng. 2013. Damage of mirid bug *Apolygus lucorum* to winter jujube at different growth stages. *Journal of Plant Protection*, 40 (6): 545 - 550. (in Chinese)
- 李林懋, 门兴元, 叶保华, 于 毅, 张安盛. 2013. 绿盲蝽对冬枣不同生长期的为害. *植物保护学报*, 40 (6): 545 - 550.
- Li Yao-fa, Dang Zhi-hong, An Jing-jie, Gao Zhan-lin, Yuan Zi-ye, Liu Chun-hong, Yuan Wen-long, Pan Wen-liang. 2016. Egg dyeing method and oviposition site in cotton and alfalfa of adult female *Apolygus lucorum*. *Journal of Hebei Agricultural Sciences*, 20 (6): 62 - 65. (in Chinese)
- 李耀发, 党志红, 安静杰, 高占林, 苑子夜, 柳春红, 袁文龙, 潘文亮. 2016. 绿盲蝽卵的染色方法及其在棉花和苜蓿上的分布. *河北农业科学*, 20 (6): 62 - 65.
- Li Zhan-wen, Li Pan, Chen Zhen-tong, Wang Dong-ju. 2016. Analysis of *Apolygus lucorum* (Meyer-Dür.) causes and integrated prevention and control technology in Ningxia Lingwu jujube region. *Ningxia Journal of Agriculture and Forest*, 57 (6): 25 - 27. (in Chinese)
- 李占文, 李 攀, 陈祯通, 王东菊. 2016. 绿盲蝽在宁夏灵武枣区爆发成灾原因分析及防控技术集成应用. *宁夏农林科技*, 57 (6): 25 - 27.
- Lu Y H, Jiao Z B, Wu K M. 2012. Early season host plants of *Apolygus lucorum* (Heteroptera: Miridae) in northern China. *Journal of Economic Entomology*, 105 (5): 1603 - 1611.
- Lu Y H, Wu K M, Wyckhuys K A G, Guo Y Y. 2010. Overwintering hosts of *Apolygus lucorum* (Hemiptera: Miridae) in northern China. *Crop Protection*, 29 (9): 1026 - 1033.
- Lu Yan-hui, Wu Kong-ming. 2008. The cotton mirids and its control. Beijing: Golden Shield Press: 29 - 31. (in Chinese)
- 陆宴辉, 吴孔明. 2008. 棉花盲蝽象及其防治. 北京: 金盾出版社: 29 - 31.
- Pan H S, Liu B, Lu Y H, Wyckhuys K A G. 2015. Seasonal alterations in host range and fidelity in the polyphagous mirid bug, *Apolygus lucorum* (Heteroptera: Miridae). *PLoS ONE*, 10 (2): e0117153.
- Wang Hui, Fang Tong-hui, Xue Hong-gui, Wang Xin-pu. 2019. Trapping effects of the different color sticky cards and sex pheromone traps on *Apolygus lucorum* in jujube yards. *Journal of Fruit Science*, 36 (5): 647 - 654. (in Chinese)
- 王 辉, 方彤晖, 薛宏贵, 王新谱. 2019. 不同颜色粘虫板及性诱捕器对枣园绿盲蝽的诱集效果. *果树学报*, 36 (5): 647 - 654.
- Wang Li-li, Luan Bing-hui, Yue Lin-xu, Wang Ying-zi. 2017. The resistance of different grape varieties to green mirid bug *Apolygus lucorum*. *Journal of Plant Protection*, 44 (4): 595 - 600. (in Chinese)
- 王丽丽, 栾炳辉, 岳林旭, 王英姿. 2017. 不同葡萄品种对越冬代绿盲蝽的抗性分析. *植物保护学报*, 44 (4): 595 - 600.
- Wang Ren-huai, Xiao Jia-liang, Shan Shu-ping, Yuan Jin-xiang. 2008. The occurring regulation and prevention and control of *Lygus lucorum* in *Ziziphus jujuba*. *Hebei Fruits*, (1): 53 - 54. (in Chinese)
- 王仁怀, 肖家良, 单淑平, 袁金香. 2008. 绿盲蝽在枣树上的发生规律及防治方法. *河北果树*, (1): 53 - 54.
- Wang Zhen-liang, Han Hui-zhi, Liu Meng-jun, Shao Xue-hong, Liu Ping, Zhang Xiu-hong. 2010. Spatial distribution of *Lygus lucorum* in tree crown and the damage regularity of its first-generation nymph on the mother spur of jujube. *Forest Pest and Disease*, 29 (3): 15 - 17. (in Chinese)
- 王振亮, 韩会智, 刘孟军, 邵学红, 刘 平, 张秀红. 2010. 绿盲蝽在树冠内的空间分布及第1代若虫对枣股的危害规律. *中国森林病虫*, 29 (3): 15 - 17.
- Wang Zhen-liang, Han Hui-zhi, Liu Meng-jun, Shao Xue-hong, Zhang Xiu-hong. 2011. Distribution and hatching of overwintering eggs of *Lygus lucorum* Meyer-Dür (Hemiptera: Miridae). *Journal of Northwest A & F University (Natural Science Edition)*, 39 (6): 148 - 158. (in Chinese)
- 王振亮, 韩会智, 刘孟军, 邵学红, 张秀红. 2011. 枣园绿盲蝽越冬卵的分布及其孵化规律研究. *西北农林科技大学学报(自然科学版)*, 39 (6): 148 - 158.
- Wang Zhen-liang, Han Hui-zhi, Liu Meng-jun, Zhang Xiu-hong, Jiang Kui-nian. 2012. Bionomics of *Apolygus lucorum* in jujube orchards. *Forest Pest and Disease*, 31 (1): 12 - 14. (in Chinese)
- 王振亮, 韩会智, 刘孟军, 张秀红, 姜奎年. 2012. 枣园绿盲蝽生物学特性研究. *中国森林病虫*, 31 (1): 12 - 14.

- Wu Jing. 2008. Studies on the occurrence of *Lygus lucorum* Meyer-Dür and its chemical control in winter jujube orchard[M. D. Dissertation]. Tai'an: Shandong Agricultural University. (in Chinese)
- 吴 静. 2008. 冬枣园绿盲蝽发生消长规律及药剂防治研究[硕士论文]. 泰安: 山东农业大学.
- Zhang Feng. 2017. Spatial distribution pattern and sampling technique of *Lygus lucorum* on winter jujube//Sustainable development of green ecology and plant protection—Academic annual Conference of Botanical China Society of Plant Protection in 2017. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press: 156 - 162. (in Chinese)
- 张 锋. 2017. 冬枣园绿盲蝽空间分布格局及抽样技术//绿色生态可持续发展与植物保护——中国植物保护学会 2017 学术年会论文集. 北京: 中国农业科学技术出版社: 156 - 162.
- Zhang Wei-zhong, Li Jie, Zhou Xu-ling, Li Qing-liang, Hu Zeng-li, Zhao Long-long, Liu Chao-hong, Han Feng. 2018. Research progress on *Apolygus lucorum* (Meyer-Dür). *Journal of Agriculture*, 8 (10): 18 - 23. (in Chinese)
- 张未仲, 李 捷, 周旭凌, 李庆亮, 胡增丽, 赵龙龙, 刘朝红, 韩 凤. 2018. 绿盲蝽研究进展. *农学学报*, 8 (10): 18 - 23.
- Zhang Xiao-feng, Chen Xin, Yan Xi-zhong, Deng Cai-ping. 2019. Distribution of overwintering eggs and effect stick trap on oviposition of *Apolygus lucorum* adults in autumn in jujube orchard. *Plant Protection*, 45 (2): 182 - 187. (in Chinese)
- 张晓凤, 陈 欣, 闫喜中, 邓彩萍. 2019. 枣园绿盲蝽越冬卵的分布及粘虫板对其秋季成虫落卵量的影响. *植物保护*, 45 (2): 182 - 187.
- Zhang Xiu-mei, Liu Xiao-jing, Yang Yan-min, Duan De-yu. 2005. Occurrence of *Lygus lucorum* in the *Bt* cotton and jujube field. *Entomological Journal of East China*, 14 (1): 28 - 32. (in Chinese)
- 张秀梅, 刘小京, 杨艳敏, 段德玉. 2005. 绿盲蝽在 *Bt* 转基因棉及枣树上的发生规律. *华东昆虫学报*, 14 (1): 28 - 32.
- Zhang Xiu-mei, Liu Xiao-jing, Yang Zhen-jiang. 2006. Studies on the spacial distribution pattern of *Lygus lucorum* Meyer-Dür's over winter eggs in jujube trees. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 14 (3): 157 - 159. (in Chinese)
- 张秀梅, 刘小京, 杨振江. 2006. 绿盲蝽越冬卵在枣树上的空间分布型研究. *中国生态农业学报*, 14 (3): 157-159.
- Zhu Guang-long, Wei Xue-zhi. 2016. Leaf morphological plasticity of *Ziziphus jujuba* var. *spinosa* in response to natural drought gradient ecotopes. *Acta Ecologica Sinica*, 36 (19): 6178 - 6187. (in Chinese)
- 朱广龙, 魏学智. 2016. 酸枣叶片结构可塑性对自然梯度干旱生境的适应特征. *生态学报*, 36 (19): 6178 - 6187.