

酿酒葡萄园区绿盲蝽种群动态与监测技术*

高素红^{1,2**} 路常宽^{1***} 赵春明¹ 王 硕¹ 周雅茹¹

(1. 河北科技师范学院 生命科技学院, 昌黎 066600;

2. 河北农业大学 林学院, 保定 071000)

摘 要 【目的】绿盲蝽 *Apolygus lucorum* (Meyer-Dür) 上升为酿酒葡萄园区的主要害虫, 并呈现出逐年加重的态势, 发展绿盲蝽无公害监测和综合管理技术成为构建品质优良、食用安全的葡萄酒产业中的重要环节。【方法】就此本文系统调查了河北昌黎华夏长城酿酒葡萄种植园区绿盲蝽全年种群发生动态, 并对其主害代及监测预警技术进行了探讨; 进一步分析了葡萄园内优势天敌的发生规律, 以及其对绿盲蝽的跟随趋势及控制作用。【结果】结果表明: 绿盲蝽在酿酒葡萄园区全年仅出现两个发生高峰期, 分别为葡萄生长前期和后期, 其越冬代为主害代, 抓好越冬代的防治工作是降低酒葡萄受害的关键; 对田间主要天敌种群动态进行分析, 发现捕食性天敌对绿盲蝽的跟随现象虽不明显, 但仍有一定的控制作用; 采用物候监测法、温度指标监测法、粘虫板诱集监测法等对酒葡萄园区绿盲蝽越冬代和第3代成虫发生期进行监测, 效果均较可靠。【结论】综合分析认为, 酿酒葡萄园区绿盲蝽的发生规律与其他大田作物明显不同, 因此, 在其综合管理措施的制定上也应体现差别: 建议4月下旬—5月下旬对越冬代卵、成若虫进行重点监测和综合防治; 8月下旬于田间设置粘虫板诱集成虫, 可显著减轻绿盲蝽对酿酒葡萄的危害。

关键词 酿酒葡萄, 绿盲蝽, 种群动态, 监测技术, 综合防治

The population dynamics and monitoring of *Apolygus lucorum* in vineyards

GAO Su-Hong^{1,2**} LU Chang-Kuang^{1***} ZHAO Chun-Ming¹ WANG Shuo¹ ZHOU Ya-Ru¹

(1. College of Life Science, Hebei Normal University of Science & Technology, Changli 066600, China;

2. Agricultural University of Hebei, Baoding 071000, China)

Abstract [Objectives] *Apolygus lucorum* (Meyer-Dür) has become one of the main vineyards pests and its abundance is trending upwards year by yearly. Developing pollution-free, monitoring and comprehensive management techniques for this species is essential to developing high quality wines that are safe for human consumption. [Methods] The annual population dynamics of *A. lucorum* were systematic investigated at the Chinese Great Wall wine vineyards at Changli, and its main infesting generation and early monitoring technologies are discussed. Factors affecting the occurrence of the dominant natural enemies, and the population trends and control, of *A. lucorum* were analyzed. [Results] The results show that there were two peak periods of *A. lucorum* infestations in Chinese Great Wall vineyards each year, affecting early and late grape crops, respectively. The overwintering generation caused the most crop damage and should be the focus of control efforts. Prevention and control of the overwintering generation is the key to decreasing crop damage. There was no obvious relationship between the population trends of predators and *A. lucorum*. However, a degree of biological control was still observed. No exclusive parasitoids were found. With regard to monitoring, the phenological, temperature indicator and trap-plate monitoring methods were used to monitor the overwintering and the third generation of adults. All three methods achieved credible results. [Conclusion] Comprehensive analysis implies that the factors influencing the occurrence of *A. lucorum* in vineyards differ significantly from those in other crops. Therefore, the integrated management measures of *A. lucorum* in vineyards should also

* 资助项目 Supported projects: 中央财政林业科技推广项目(冀 TG[2014]007 号); 河北省教育厅项目[QN2015178]

**第一作者 First author, E-mail: susumaster2000@163.com

***通讯作者 Corresponding author, E-mail: luchk888@163.com

收稿日期 Received: 2015-01-30, 接受日期 Accepted: 2015-03-29

differ from those employed elsewhere. Late April to late May is the key period for monitoring, prevention and control of overwintering generation eggs, larvae and adults. In late August, yellow trap plates or deploying *A. lucorum* sex hormones in the field, can significantly reduce damage to wine grapes.

Key words wine grapes, *Apolygus lucorum*, population dynamics, monitoring technology, integrated control

近十年来,盲蝽在我国由次要害虫上升为了主要害虫,在棉花、枣、葡萄和茶等多种作物生产上造成了严重危害(陆宴辉和吴孔明,2008;陆宴辉等,2010;Lu *et al.*, 2010a; Lu and Wu, 2011a),急需发展我国盲蝽的预测预报与综合防治技术(陆宴辉等,2012)。随着昌黎地区葡萄酒产业的发展,原次要、杂食性害虫绿盲蝽 *Apolygus lucorum* (Meyer-Dür) 上升为酿酒葡萄园的主要害虫,并呈现出逐年加重的态势。据报道,昌黎酒葡萄种植区被害园率达100%,被害株率达30%~91%,严重影响酒葡萄的产量和品质,造成很大的经济损失。目前,对绿盲蝽的防治主要依赖化学药剂,虽暂时达到一定防治效果(Zhang *et al.*, 2009),但已出现农药残留、葡萄酒品质变差、害虫抗药性增强、果农和企业负担加重、污染环境等一系列严重问题,限制了葡萄酒产业的发展,对当地的经济产生巨大影响。因此,发展绿盲蝽无公害监测和综合管理技术成为构建品质优良、食用安全的葡萄酒产业中的重要环节。本文作者连续两年系统调查了河北省昌黎县华夏长城酒葡萄种植园区绿盲蝽全年种群发生动态,并对其主害代及监测预警技术进行了探讨。同时通过调查酒葡萄园中主要天敌的发生数量和动态,观测其对绿盲蝽的控制作用,以期找出对绿盲蝽跟随效应明显的天敌种类或类群,为绿盲蝽开展生物防治和物理防治提供理论和实践依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

河北省昌黎县中粮华夏长城葡萄酒有限公司酿酒葡萄种植基地。供试酒葡萄品种为赤霞珠,22~23年生,生长状况良好。单臂水平龙干架,南北行,架高180 cm,架面间距230 cm,株距100 cm。园区管理精细,定期进行除草、

灌水、修剪等。每年春季于葡萄开墩前施用1次羊粪作为基肥,园区内每隔2周喷洒1次波尔多液预防病害发生。试验期间于5月中旬喷洒1次“京绿”即0.38%苦参碱可溶性液剂(北京亚戈农生物药业有限公司生产)防治越冬害虫。此外,园区内不再施用任何其他类型的农药与肥料。

1.2 调查方法

1.2.1 直接观测法 2010年5月5日至10月18日,2011年4月20日至10月25日于试验基地,每7 d调查1次(如遇雨天则顺延)。在设定的标准地中采用等距行宽法选取10行葡萄架,每行选10个样株,每样株调查全部叶片(芽),定时定点观察记载其上绿盲蝽越冬代卵及各代若虫、成虫的数量。同时计数该时期葡萄园内优势天敌的发生种类和数量,并记录当时的日均温和相对湿度及酒葡萄和周边植物的物候期。

1.2.2 粘虫板监测法 于2011年5月7日至10月25日在另一标准地中,采用棋盘式设置自制粘虫板(黄色;规格40 cm×20 cm),板面呈东西朝向,距地面高1.2 m(Landis and Fox, 1972),共9块,每7 d调查1次(如遇雨天则顺延)。为保证自制粘虫板的黏着性,每隔14 d重新刷1次粘虫胶。监测绿盲蝽成虫的发生期及发生量。

2 结果与分析

2.1 绿盲蝽种群周年消长动态

从图1中可以看出,绿盲蝽在酿酒葡萄园内全年出现了2个高峰期。第一次高峰期为4月下旬—6月上旬,此时期正处于葡萄展叶、开花盛期,绿盲蝽若虫和成虫集中危害嫩芽、幼叶、花蕾和果穗,影响叶片的光合作用和花蕾的正常开放、结实,幼果受害后,呈现黑褐色的渍水斑点,变成畸形或僵果脱落,对葡萄产量和品质影响较大。6月中旬以后,葡萄园区绿盲蝽偶见。至8

月下旬, 园区内绿盲蝽成虫数量逐渐增加, 9 月下旬—10 月上旬绿盲蝽成虫发生数量达到峰值, 此时接近葡萄成熟后期或收获期, 对当年葡萄产量无明显影响, 仅取食秋梢, 补充营养, 产卵越冬。10 月中下旬, 葡萄收获完毕, 园中绿盲蝽成虫数量下降 (图 1)。图 1 表明, 绿盲蝽对葡萄的危害主要在其生长前期, 结合实际调查, 绿盲蝽对葡萄主害代为越冬代。之后, 由于大田各种作物、杂草等植物生长旺盛, 绿盲蝽大多迁出酒葡萄园区, 转移至其上为害。至 8 月下旬, 绿盲蝽第 3 代成虫陆续迁回酒葡萄园区, 将卵主要产在葡萄芽眼内越冬。因此, 酿酒葡萄园区对绿盲蝽的监测和防治工作应重点放在葡萄生长前期, 即越冬代。同时注意监测绿盲蝽返迁回葡萄园区的时期, 做好防治工作, 减少成虫产卵, 也可降低其越冬卵基数, 减轻翌年对葡萄的危害。

从图 1 还可看出, 不同年份绿盲蝽发生高峰期和发生量不尽相同, 这可能与当年的气候及其他环境条件有关。因此, 准确及时地监测绿盲蝽的种群动态有利于为开展具体的预测预报、防治等工作提供指导和依据。

2.2 主要天敌类群消长动态

调查发现, 华夏长城酒葡萄基地内优势天敌类群主要为蜘蛛、草蛉和瓢虫类。2010 年田间调查结果显示 (图 2), 蜘蛛在整个发生期, 种群动态比较平稳。葡萄生长初期, 园内以微蛛类的草间小黑蛛 *Erigonidium graminicolum* (Sundevall) 食虫瘤胸蛛 *Oedothorax insecticeps* Boes. et str. 占优势, 中后期以八斑球腹蛛 *Theridion*

octomaculatum Boes. et Str.、拟水狼蛛 *Pirata subpiraticus* Boes. et Str. 和管巢蛛为优势种。整体看, 葡萄园内蜘蛛数量偏少, 可能是由于受中耕除草、绑枝蔓、剪除新梢等人为因素影响, 对其栖息场所有一定的破坏作用所致; 草蛉在酒葡萄园间的发生量相对较高, 其数量在 6 月下旬逐步升高, 至 7 月上旬达到高峰, 一直持续至 8 月下旬, 之后数量逐渐减少, 10 月 18 日左右酒葡萄园内草蛉消失。这与园内绿盲蝽种群发生规律不同。结合实际调查发现, 草蛉对酒葡萄园区内蚜虫的跟随现象更为明显; 瓢虫在葡萄生长初期发生量为零, 随着田间蚜虫的出现, 其数量逐渐增多, 7 月中旬达到高峰期, 此时期田间绿盲蝽偶见, 9 月上中旬园中绿盲蝽数量急剧升高时, 瓢虫在葡萄园内逐渐消失。从实际调查看, 瓢虫类与绿盲蝽的跟随现象也不明显。

2011 年酿酒葡萄园区天敌类群发生动态与 2010 年趋势基本一致 (图 2)。但在上年调查基础上, 针对田间农事操作进行了调整, 有目的地加强了对蜘蛛、草蛉等天敌的保护, 中后期各种天敌数量均有明显提高。

2.3 绿盲蝽田间监测技术

2.3.1 物候监测法 一种害虫或其某一虫态的出现要有一定的自然条件, 而在这一自然条件下, 受到影响的还有其他动植物。利用二者之间的相关性进行测报, 简单有效 (金杏宝等, 1976; Zheng et al., 2006)。采用物候法对酿酒葡萄园区绿盲蝽发生期进行监测, 选择葡萄及当地常见植物的不同发育阶段作为指标物, 观察其与绿盲

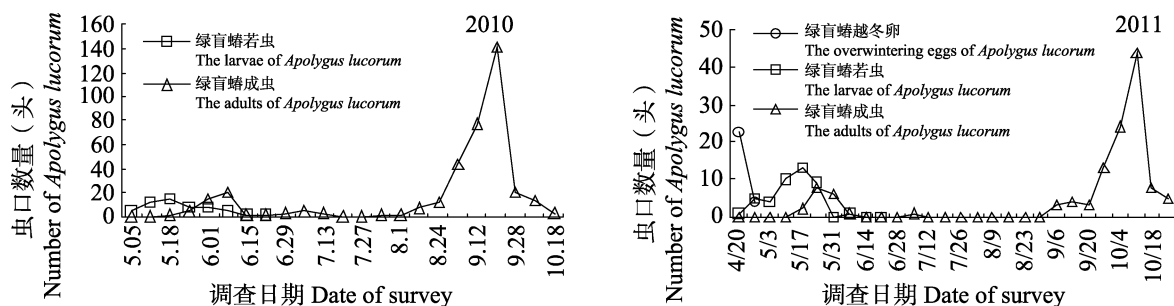


图 1 华夏长城酒葡萄园区绿盲蝽越冬代卵及各代若虫、成虫发生动态

Fig. 1 Dynamic of *Apolygus lucorum* overwintering eggs, larvae and adults in the Chinese Great Wall wine vineyards in Changli

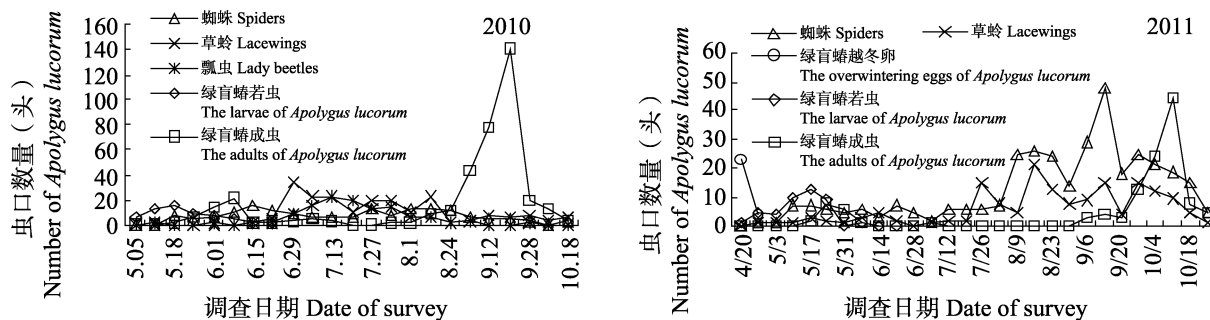


图 2 华夏长城酒葡萄园区绿盲蝽与天敌种群动态
Fig. 2 Population dynamics of *Apolygus lucorum* and natural enemy in the Chinese Great Wall wine vineyards in Changli

蝽发生发展的相关性，结果见表 1。

从表 1 可以看出，2010 年和 2011 年绿盲蝽越冬代和第 3 代成虫发生日期明显不同，而利用物候法监测则更为可靠。其越冬卵孵化高峰期正值金银木开花、杏树初果期，做好此期防治工作可显著减轻绿盲蝽对酒葡萄的危害；绿盲蝽越冬代成、若虫危害高峰期为葡萄花蕾及开花期，严重影响葡萄坐果率及品质，此期做好监测与防治工作尤为重要；葡萄落花及幼果初见期越冬代成虫陆续迁出葡萄园，转移至其他寄主植物上危

害，酒葡萄园区偶见；紫薇开花期绿盲蝽第 3 代成虫陆续回迁，至葡萄成熟后期及采收期达到高峰，此时结合葡萄采收，做好防治工作，减少成虫产卵，降低其越冬卵基数，也可减轻翌年对酒葡萄的危害。冬枣成熟期葡萄园内绿盲蝽成虫逐渐消失。结合表 1，利用物候监测法对绿盲蝽全年发生情况进行测报能起到较好的指导效果，并且简单易行。

2.3.2 温湿度指标监测法 绿盲蝽的发生与温湿度因子密切相关。从图 3 可以看出，华夏长城酒

表 1 绿盲蝽发育阶段与物候的关系（2010，2011）
Table 1 The relationship between *Apolygus lucorum* developmental stage and phenology (2010, 2011)

世代 Generation	越冬代卵期 Overwintering generation eggs period					越冬代成若虫期 Overwintering generation larvae and adults period					第 3 代成虫期 The third generation emigrated period				
	初见 期	始盛 期	高峰 期	盛末 期	终见 期	初见 期	始盛 期	高峰 期	盛末 期	终见 期	初见 期	始盛 期	高峰 期	盛末 期	终见 期
发生期 Emergence period	4 月下旬	5 月上旬	5 月中旬	5 月中旬	5 月中旬	5 月上旬	5 月中旬	6 月上旬	6 月中旬	6 月下旬	8 月中旬	9 月上旬	9 月下旬	10 月中旬	10 月下旬
时间 Time	2010 年	4 月下旬	5 月上旬	5 月中旬	5 月中旬	5 月上旬	5 月中旬	6 月上旬	6 月中旬	6 月下旬	8 月中旬	9 月上旬	9 月下旬	10 月中旬	10 月下旬
	2011 年	4 月中旬	4 月下旬	4 月下旬	5 月上旬	5 月上旬	4 月下旬	5 月上旬	5 月中旬	6 月上旬	6 月中旬	8 月下旬	9 月中旬	10 月上旬	10 月中旬
物候 Phenology	葡萄 萌芽 期； 玉兰 盛花 期	芍药 初花 期； 刺槐 开花 期	金银 木开 花； 杏树 初果 期	葡萄 展叶 期； 迎春 花始 盛期	葡萄 展叶 期； 刺槐 开花 盛期	芍药 开花 期； 小麦 抽穗 期	葡萄 花蕾 期； 小麦 初期	葡萄 开花 期； 枣树 开花 初期	葡萄 开花 盛期	葡萄 落花 期及 初果 期； 小麦 成熟 期	紫薇 开花 期； 苹果 成熟 期	葡萄 成熟 期； 及采 收期； 梨树 收获 期； 花生 收获 期	葡萄 成熟 期； 夏玉 米收 获期	冬枣 成熟 期； 夏玉 米收 获期	柿子 成熟 期

葡萄园区绿盲蝽种群发生动态与当地日均温相关性较强。4 月中下旬园区日均温达 10°C 左右时, 酒葡萄芽萌动, 绿盲蝽越冬卵开始孵化, 之后成、若虫发生量随气温升高逐渐增多, 在 $17\sim 19^{\circ}\text{C}$ 时达到高峰 (5 月中下旬)。6 月中下旬至 8 月下旬, 酒葡萄园区日均温为 $23\sim 30^{\circ}\text{C}$, 此时园内偶见绿盲蝽, 其大部迁移至园外其他植物上危害; 9 月上旬以后, 气温逐渐下降至 $22\sim 8^{\circ}\text{C}$, 绿盲蝽回迁, 于 10 月上旬达到高峰, 此时园区日均温为 $16\sim 18^{\circ}\text{C}$ 。图 3 表明, 酿酒葡萄园区日均温 $10\sim 22^{\circ}\text{C}$ 为绿盲蝽危害期, 日均温 $16\sim 19^{\circ}\text{C}$ 时为绿盲蝽高发期, 据此可进行重点监测和防治。湿度对酒葡萄园区绿盲蝽发生动态的影响未表现出明显规律性 (图 3)。

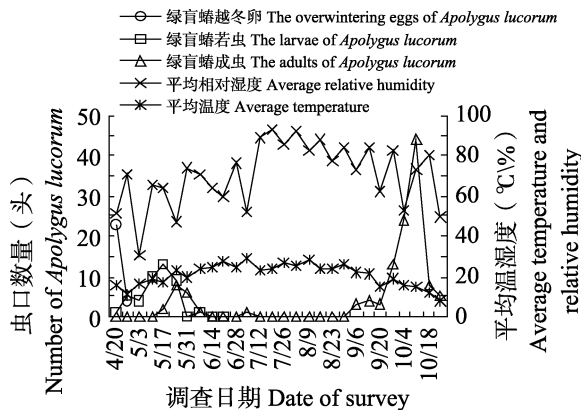


图 3 华夏长城酒葡萄园区绿盲蝽发生动态与温湿度因子关系图 (2011 年)

Fig. 3 The relationship between *Apolygus lucorum* dynamic and temperature and humidity factors in the Chinese Great Wall wine vineyards in Changli (2011)

2.3.3 粘虫板诱集监测法 图 4 表明, 采用粘虫板诱集监测绿盲蝽成虫发生动态与直接调查法结果趋于一致, 且效果显著好于直接调查。绿盲蝽成虫盛发期更为明显, 这可能与绿盲蝽的活动习性和昼夜节律有关。同时, 利用粘虫板监测绿盲蝽还可起到非常明显的防治效果 (图 1, 图 2, 图 4)。

3 讨论

昆虫种群在时间上的数量变动是种群生态学的核心内容, 也是预测预报的基础。绿盲蝽原

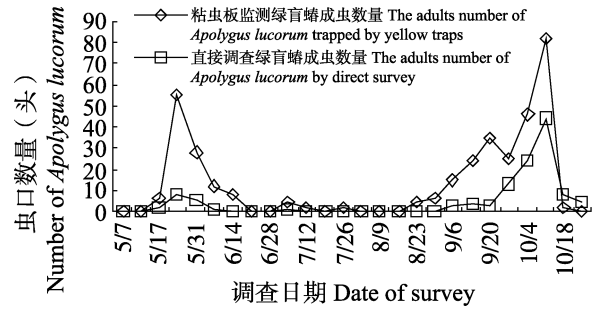


图 4 粘虫板监测法和直接调查法监测结果比较 (2011)

Fig. 4 The comparison with adult number of *Apolygus lucorum* trapped by yellow traps and direct survey results (2011)

为棉花、牧草等农作物上常发害虫, 随着农业结构的调整, 其对果树等经济作物的危害逐年加重 (Lu *et al.*, 2010a; Lu and Wu, 2011a)。本文作者通过两年对绿盲蝽种群动态监测发现, 酿酒葡萄园区绿盲蝽的发生规律明显与其他大田作物不同 (陆宴辉等, 2010; Lu *et al.*, 2010c), 其在昌黎华夏长城酒葡萄园区年仅出现 2 次高峰, 分别为酒葡萄生长前期和后期, 其中第 2 次高峰期为绿盲蝽回迁葡萄园产卵越冬期。综合分析认为, 对绿盲蝽的监测和防治工作应重点放在葡萄生长前期, 即越冬代监测。同时该虫越冬代发生较整齐 (4 月下旬—5 月下旬), 也是防控的最佳时期。如能将园内绿盲蝽越冬代的虫口密度控制在较低水平, 可明显减轻当年其对葡萄的危害, 同时还将降低周边大田作物中绿盲蝽的虫口密度。因此, 抓好越冬代的防治工作是防止酒葡萄园区绿盲蝽发生严重危害的基础。此外, 还应注意监测绿盲蝽第 3 代成虫返迁回葡萄园的时期 (8 月下旬—9 月上旬), 做好防治工作, 于田间设置粘虫板或释放性激素诱集, 减少成虫产卵, 降低其越冬卵基数, 也可减轻翌年对葡萄的危害。

由于绿盲蝽生长发育受到气温、食料、降雨、管理措施、天敌等环境因素的综合影响, 故常造成发生期的提早和延迟 (Lu *et al.*, 2009, 2010b; Lu and Wu, 2011b; 陆宴辉和吴孔明, 2012), 因此, 及时准确地对绿盲蝽种群动态变化进行监测预警, 可使其防控效果大大加强, 使果农和企

业减少损失、减轻负担。本文对绿盲蝽发生期的监测预警技术进行了探讨。由于绿盲蝽各代在酒葡萄园中发生并不连续,因此使发育进度预测法、期距预测法等的应用受到限制。本试验利用物候监测法、粘虫板诱集监测法和温度指标监测法对华夏长城酒葡萄园区绿盲蝽的发生期进行监测,结果趋于一致,均较可靠。

研究发现,绿盲蝽多集中于清晨和傍晚在芽、嫩叶及幼果上刺吸为害,昼伏夜出,而直接调查法容易受调查的时间段、绿盲蝽的活动习性等的影响而降低准确性。依据粘虫板监测结果开展预测预报、指导防治更为可靠(Butler, 1972; Blackmer *et al.*, 2008; 陈瀚等, 2012)。同时,粘虫板诱集监测技术除对绿盲蝽成虫发生动态进行监测预警效果较好外,还可作为物理防治方法,高峰期应用可有效减少绿盲蝽的虫口数量,且绿色环保、易操作,并可兼治多种害虫(Moffitt, 1964; Kirk, 1984; Blackmer *et al.*, 2004, 2006),应进一步研究和发展该项技术在绿盲蝽综合防治中的应用,如考虑与绿盲蝽性激素的联合使用。以上研究结果均有待于在实践中进一步验证提高。此外,还应对绿盲蝽越冬代发生期的监测预警技术作进一步研究探讨,如考虑报警素、利它素等前瞻性监测方法的运用。

据报道,葡萄园间绿盲蝽天敌种类和数量较多,主要分为寄生性和捕食性天敌两大类型。寄生性天敌主要是卵寄生蜂,包括红颈常室茧蜂 *Peristenus spretus* Chen et van Achterberg、遗常室茧蜂 *Peristenus relictus* Ruthe、柄翅缨小蜂属 *Gonatocerus* Nees 等;捕食性天敌有草蛉、瓢虫、花蝽、蜘蛛、姬蝽、猎蝽等。捕食性和寄生性天敌是控制绿盲蝽田间种群数量的重要因子(范广华等, 2008)。本试验在调查过程中发现,华夏酒葡萄园区发生量较大的优势天敌类群为蜘蛛、草蛉和瓢虫类,其种群动态与绿盲蝽种群的跟随现象虽不明显,但 2011 年绿盲蝽第 2 次高峰期发生量较 2010 年为低,蜘蛛等天敌数量的增长也有可能起到了一定的抑制作用。建议在田管措施上注意保护天敌类群。同时加快室内饲养试验进程,观测捕食性天敌对绿盲蝽的捕食作用及利

用价值和前景;进一步推进绿盲蝽专一寄生性天敌的研究工作,探索绿盲蝽的田间生物防治方法。

参考文献 (References)

- Blackmer JL, Byers JA, Rodriguez-Saona C, 2008. Evaluation of color traps for monitoring *Lygus* spp.: design, placement, height, time of day, and non-target effects. *Crop Prot.*, 27(2): 171–181.
- Blackmer JL, Hagler JR, Simmons GS, 2004. Comparative dispersal of *Homalodisca coagulata* and *Homalodisca liturata* (Homoptera: Cicadellidae). *Environ. Entomol.*, 33(1): 88–99.
- Blackmer JL, Hagler JR, Simmons GS, 2006. Dispersal of *Homalodisca vitripennis* (Homoptera: Cicadellidae) from a point release site in citrus. *Environ. Entomol.*, 35(6): 1617–1625.
- Butler Jr, 1972. Flight times of *Lygus hesperus*. *Econ. Entomol.*, 65(5): 1299–1300.
- Chen H, Mao H, Chu YN, Liu XX, Zhang QW, 2012. The study of color traps for capturing cotton mirids. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 49(2): 454–458. [陈瀚, 毛红, 褚艳娜, 刘小侠, 张青文, 2012. 利用色板诱集棉盲蝽的效果研究. 应用昆虫学报, 49(2): 454–458.]
- Fan GH, Li DG, Li ZS, 2008. Study on the occurrence dynamic of *Lygus lucorum* Meyer-Dür and natural enemies in different ecological conditions. *Entomological Journal of East China*, 17(1): 44–50. [范广华, 李冬刚, 李子双, 2008. 绿盲蝽及其天敌在不同生态条件下的发生动态研究. 华东昆虫学报, 17(1): 44–50.]
- Jin XB, Wang ZM, Yang SY, 1976. Introduction to phenology and pests forecasting. *Entomological Knowledge*, 5(2): 40–41. [金杏宝, 王志明, 杨淑云, 1976. 浅谈物候学与害虫的预测预报. 昆虫知识, 5(2): 40–41.]
- Kirk WD, 1984. Ecological selective colored traps. *J. Ecol. Entomol.*, 9(1): 35–41.
- Landis BJ, Fox L, 1972. *Lygus* bugs in eastern Washington: color preference and winter activity. *J. Environ. Entomol.*, 1(4): 464–465.
- Lu YH, Wu KM, 2008. Cotton Mirid Bugs and Its Prevention. Beijing: JinDun Publishing House. 1–151. [陆宴辉, 吴孔明, 2008. 棉花盲椿象及其防治. 北京: 金盾出版社. 1–151.]
- Lu YH, Wu KM, 2011a. Mirid bug in China: pest status and management strategies. *Outlooks on Pest Management*, 22(6): 248–252.
- Lu YH, Wu KM, 2011b. Effect of relative humidity on population growth of *Apolygus lucorum* (Hemiptera: Miridae). *Appl. Entomol. Zool.*, 46(3): 421–427.
- Lu YH, Wu KM, 2012. Advances in research on cotton mired bugs in China. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 49(3): 578–584. [陆宴辉, 吴孔明, 2012. 我国棉花盲椿生物学特性

- 的研究进展. 应用昆虫学报, 49(3): 578–584.]
- Lu YH, Wu KM, Jiang YY, Xia B, 2010. Occurrence trend and control strategy of cotton mirids in China. *Plant Protection*, 36(2): 150–153. [陆宴辉, 吴孔明, 姜玉英, 夏冰, 2010. 棉花盲蝽的发生趋势与防控对策. 植物保护, 36(2): 150–153.]
- Lu YH, Wu KM, Jiang YY, Xia B, Li P, Feng HQ, Wyckhuys KAG, Gao YY, 2010a. Mirid bug outbreaks in multiple crops correlated with wide-scale adoption of Bt cotton in China. *Science*, 328(5982): 1151–1154.
- Lu YH, Wu KM, Wyckhuys KAG, Gao YY, 2009. Comparative study of temperature-dependent life histories of three economically important *Adelphocoris* spp. *Physiol. Entomol.*, 34(4): 318–324.
- Lu YH, Wu KM, Wyckhuys KAG, Gao YY, 2010b. Temperature-dependent life history of the green plant bug, *Apolygus lucorum* (Meyer-Dür) (Hemiptera: Miridae). *Appl. Entomol. Zool.*, 45(34): 387–393.
- Lu YH, Wu KM, Wyckhuys KAG, Gao YY, 2010c. Overwintering hosts of *Apolygus lucorum* (Hemiptera: Miridae) in northern China. *Crop Prot.*, 29(9): 1026–1033.
- Moffitt HR, 1964. A color preference of the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. *J. Econ. Entomol.*, 57(4): 604–605.
- Zhang ZQ, Guo TE, Wang W, Liu F, Mu W, 2009. Assessment of relative toxicity of insecticides to the green plant bug, *Lygus lucorum* Meyer-Dür (Hemiptera: Miridae), by two different bioassay methods. *Acta Entomologica Sinica*, 52(9): 967–973.
- Zheng JY, Ge QS, Hao ZX, Wang WC, 2006. Spring phenophases in recent decades over eastern China and its possible link to climate changes. *Climatic Change*, 77 (3): 449–462.