

案例九 绿盲蝽发生规律及综合防治技术

高素红

【案例用途】:

本案例适用于资源利用与植物保护领域硕士学位研究生。了解和掌握植物有害生物的发生规律和综防技术，是资源利用与植物保护领域硕士研究生应该掌握的专业知识和基本技能。如何通过案例教学使学生通过 1 种或 1 类有害生物的综合防治学习，而对其它同类病虫害学习产生融会贯通的作用，将有利于学生对植保专业知识的灵活运用。本案例选择目前对葡萄生产和葡萄酒产业发展影响巨大的关键制约因素之一——害虫绿盲蝽的综合防治技术进行教学。通过背景介绍、相关专业知识的导入，介绍了该种害虫的形态识别、生物学特性以及其综合防治技术，并结合相关专业文献阅读以期给读者带来深入的了解与思考。

【教学内容】:

- (1) 植物有害生物的综合防治技术原理。
- (2) 介绍绿盲蝽的形态识别特征、生活习性和发生规律。
- (3) 介绍葡萄园绿盲蝽的综合管理实践。

重点：植物有害生物的监测和综合防治技术。

难点：植物有害生物发生与防治间的关系和实践及效果评价。

【教学目标】:

知识目标：了解和掌握植物有害生物的发生规律和综防技术。

能力目标：通过学习本案例，从中得到启示，指导今后开展植物有害生物监测和治理相关实践工作；培养学生独立思考问题、解决问题的能力；培养学生语言表达能力、沟通能力、团结协作能力；掌握实践教学法的教学过程与方法。

情感目标：增加学生的专业学习兴趣，提高学习效果，培养创新思维。

【教学环境】:

多媒体教室。

【教学对象】:

资源利用与植物保护领域专业研究生一年级学生。

【教学计划】

- (1) 授课案例通过邮件于开课一周发给学生，提示学生课前阅读相关材料；
- (2) 课时分配（时间安排）：按照 2 节课 100 分钟的时间安排课程进程。

课堂内容讲解 40-50 分钟；各小组案例讨论及答疑共 30-40 分钟，总结 10 到 20 分钟。

【教学过程】:

主要分为：背景介绍——案例引入——问题设置——分组讨论——课堂讨论总结——课后作业布置——考核——教学效果评价，共 8 个步骤。

1 背景介绍

绿盲蝽 (*Apolygus lucorum* Meyer-dür) 属半翅目盲蝽科后丽盲蝽属，刺吸式口器，以取食寄主植物汁液为食，由于食性杂，寄主达 100 多种，主要对棉花、葡萄、枣、苹果等多种农林作物和杂草造成危害。随着农业产业种植结构的调整，绿盲蝽种群数量不断增加，已由原次要害虫上升为农林主要害虫，为害区域主要集中在长江及黄河流域的江苏、河北、河南和山东等地。同时随着果树种植面积的扩大，各类果树成为绿盲蝽主要的越冬场所和食物来源。在葡萄上，近二十年来绿盲蝽为害逐年加重，成为葡萄主要虫害之一。其主要以若虫和成虫吸食葡萄幼芽、嫩叶、花果汁液，不仅危害葡萄的生长，还严重影响果实的食用价值和商品价值，造成巨大经济损失。2010 年以来，本课题组针对绿盲蝽在葡萄园的发生规律、监测及防治技术进行了深入研究，开展了多项防治绿盲蝽的研究工作，取得了一些技术成果。同时结合兄弟单位相关研究成果，总结提出了绿盲蝽的发生危害规律及综合防治技术案例。

2 引入案例

2.1 绿盲蝽识别特征

绿盲蝽是不完全变态昆虫，一生经历卵、若虫、成虫三个阶段。绿盲蝽成虫体长 5.0mm、宽 2.2mm、绿色、密被短毛。头部三角形，黄绿色，复眼黑色突出，无单眼，触角 4 节丝状，较短，约为体长 2/3，第 2 节长等于 3、4 节之和，向端部颜色渐深，1 节黄绿色，4 节黑褐色。前胸背板深绿色，布许多小黑点，前缘宽，初孵时绿色，复眼桃红色。2 龄黄褐色，3 龄出现翅芽，4 龄超过第一腹节，2、3、4 龄触角端和足端黑褐色，5 龄后全体鲜绿色，密被黑细毛，触角淡黄色，端部色渐深，眼灰色（表 1，见附录）。

2.2 绿盲蝽生物学特性

在冀东地区葡萄园里，绿盲蝽以滞育卵形式主要在葡萄冬芽鳞片上越冬[□] 错误：未找到引用源。，极少量出现在枯枝、树皮和剪切口。越冬卵一般在 2 月上中旬解除滞育，进入发育期；4 月上中旬越冬卵孵化，孵化出的 1 代若虫开始为害葡萄园，出现第一次为害高峰，5 月上中旬羽化为成虫；6 月上旬，出现第二次为害高峰期，主要为 1 代成虫及二代若虫为害；之后 2 代成虫迁移到附近作物或杂草上，繁殖 3、4 代；到 8 月下旬，葡萄园种群数量开始逐渐增加，直至 9 月中、下旬出现第三次高峰期；之后 4、5 代成虫在葡萄园产卵越冬，11 月份成虫开始陆续死亡。绿盲蝽在葡萄园为害期内存在世代重叠现象，若虫期 40~60d，成虫寿命一般 20~30d，最长可达 45d，产卵期可持续 20~30d。若虫避光喜阴，昼伏夜出，多在早晨和黄昏爬到嫩叶、芽和花果上取食，阴雨天可全天取食，行动隐蔽；成虫飞行力强且善跳跃，活动敏捷，取食后潜伏在梢端叶片，稍受惊动则迅速逃匿隐藏，不易

被发现，给防治带来很大困难^[2] 错误!未找到引用源。。

2.3 危害方式

2.3.1 绿盲蝽的取食方式

绿盲蝽的取食与其它刺吸式口器害虫（蚜虫、叶蝉等）的不同，不是简单的将口器刺入寄主导管、筛管吸取营养汁液，而是以“搓碎吸入”的方式来取食。它先用端部齿状结构将寄主细胞搓碎，同时口针分泌唾液注入寄主细胞，其唾液中含有消化酶，对寄主组织进行一定程度的消化后将其吸入。绿盲蝽的这种取食方式会造成被害植株取食处植物组织的坏死，从而形成刺点^[3] 错误!未找到引用源。。（图 1，见附录）。

2.3.2 绿盲蝽对葡萄不同部位的为害症状

绿盲蝽对葡萄的为害主要以若虫和成虫取食其未展开的芽、嫩梢、嫩叶和花芽、花序、花蕾甚至幼果等营养器官和繁殖器官，葡萄不同组织受害后的症状表现也各不相同。幼叶受害后，最初形成针头大小的红褐色斑点，之后随着叶片的生长，以小点为中心形成不规则的孔洞，大小不等，严重时叶片上聚集许多刺伤孔，致使叶片皱缩、畸形甚至呈撕裂状，俗称“破叶疯”（图 1，见附录）。同时，受害叶片生理指标也发生明显变化^[3] 错误!未找到引用源。。这些使得受害叶片生长受阻，光合作用受到极大影响，自身养分制造受到限制不能供给植株生长足够的养分，植株生长和花芽分化受到不同程度影响。葡萄幼果受害后，果粒布满黑点或全部变黑，随着果粒的增大，果面形成疮痂逐渐离落，并形成不规则的黄褐色斑痕，严重时出现裂果、畸形果。新梢被害后，梢顶嫩组织略呈水渍状并有黄褐色斑点，以后随着叶片生长形成不规则的穿孔，严重影响了果树的生长发育，降低果实品质和产量。

2.3.3 绿盲蝽对葡萄为害特点

绿盲蝽对葡萄的危害程度因葡萄品种、植株部位、栽植模式和管理水平的不同而存在差异。其中酿酒葡萄受害重于鲜食葡萄，不同葡萄品种受绿盲蝽的危害不同，同一品种老树重于幼树，旺树重于弱树（相对而言）。杨丽丽等^[4] 错误!未找到引用源。在石家庄调查了绿盲蝽对 5 个葡萄品种新梢、叶片及整株的危害情况，结果表明：美夏 40、红地球、无核白鸡心的受害程度远远高于巨峰和峰后，推断欧美杂交种葡萄受害程度要比欧亚种轻，即欧美种对绿盲蝽抗性更强。2016 年郑州果树所新乡基地田间调查绿盲蝽为害情况表明：不同品种间绿盲蝽危害程度不同，其中阳光玫瑰受害明显高于夏黑（种植一年）。从植株不同部位的新梢受害情况看，上部新梢受害最轻，中部次之，下部新梢受害最重，这可能与绿盲蝽的生活习性有关。绿盲蝽适宜生活在气温 20℃左右，相对湿度 80%左右的环境中，因此，葡萄园 1m 以下环境条件可能更适宜其取食。根据最近研究结果显示^[5] 错误!未找到引用源。，绿盲蝽越冬卵在酿酒葡萄园区的空间分布格局为聚集分布，且越冬卵密度越高，分布越聚集。聚集分布的原因可能受葡萄藤生长势、葡萄冬芽鳞片疏密、种群密度等环境因素影响。精细管理的园子比

粗放管理园子危害轻，研究表明：精细管理葡萄园不同品种的有卵芽率、越冬卵孵化率、若虫发生及危害率均低于粗放管理的园子；另外栽培架势、密度、栽植行向、修剪水平等对绿盲蝽的繁殖和生长发育都有影响。

2.4 葡萄园绿盲蝽综合防治实践

2.4.1 防治时期

根据绿盲蝽在葡萄上的发生规律，绿盲蝽防治的3个主要时期是越冬期、早春越冬卵孵化期和秋季绿盲蝽成虫回迁果园期。其中，9月中旬秋季绿盲蝽回迁果园期和越冬期的防治能够有效的压低越冬虫源^{错误!未找到引用源。}；早春越冬代若虫是为害葡萄最为严重的时期，4月份雨后，往往越冬代若虫集中孵化，因此雨后第2天是防治的最佳时机。

2.4.2 具体防治措施

2.4.2.1 农业预防措施

园地和品种选择：建园时园内不间作寄主果树、苗木和蔬菜；选用抗虫品种；经常清除园内外杂草，消灭越冬虫卵。

发芽前喷3~5波美度石硫合剂，包括地面杂草都要喷到，消灭绿盲蝽越冬卵。

提高栽植管理水平，在葡萄早期受到绿盲蝽为害后，要及时打药并补充速效肥（复合肥、叶面肥等），提高植株生长势。

2.4.2.2 物理防治

在葡萄生长季里，悬挂粘虫板对绿盲蝽进行色板诱集物理防治。不同粘虫板捕杀是根据绿盲蝽对颜色的趋向性原理设计的。课题组于2013年通过比较研究10种不同色板对酿酒葡萄和鲜食葡萄园中绿盲蝽的诱集效果认为：米黄、黄色诱捕绿盲蝽效果最好，深绿、绿色、白色、土黄、红色居中，深蓝其次，最差的是黑色和天蓝色，且差异显著^{错误!未找到引用源。}。王丽丽等对酿酒葡萄园不同颜色粘虫板对绿盲蝽的诱集效果研究表明：绿色、青色粘虫板的诱集效果最好，蓝色、黄色次之，白色粘虫板效果最差。全年中9月份粘虫板诱虫数量最多，葡萄园中间位置诱集的绿盲蝽少于边缘的数量，葡萄园绿盲蝽趋向绿色、青色，不同时间、不同地点粘虫板对绿盲蝽的诱虫效果不同^{错误!未找到引用源。}。

中国农业科学院潘洪生、陆宴辉、吴孔明等研究得出绿盲蝽成虫对340-700nm间23个波长的趋性行为数据，其中波长410-525nm对绿盲蝽成虫具有较好的吸引效果，可用于绿盲蝽的综合防治领域。即利用波长为410-525nm的可见光开发出诱虫灯或色板，诱捕绿盲蝽成虫^{错误!未找到引用源。}。

2.4.2.3 生物防治

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。寄生性天敌主要是卵寄生蜂，包括红颈常室茧蜂、遗常室茧蜂、柄翅缨小蜂属等；捕食性天敌有草蛉、瓢虫、花蝽、

蜘蛛、姬蝽、猎蝽等。本课题组通过调查酿酒葡萄园绿盲蝽主要天敌种群动态发现：蜘蛛类在绿盲蝽整个发生期种群动态比较平稳，但不同种变化不同；草蛉发生规律与绿盲蝽不同，未见明显跟随显现，而对蚜虫跟随明显；瓢虫类的发生对绿盲蝽也未见明显的跟随现象，这可能和天敌的取食偏好有关^{错误!未找到引用源。}。

红颈常室茧蜂是我国特有的盲蝽寄生蜂，在我国长江流域和黄河流域都有分布。并且该寄生蜂在适宜的条件下，单头雌蜂平均每天可寄生 37.5 头绿盲蝽若虫，一生的产卵量可高达 671 粒，对绿盲蝽表现出很高的寄生能力，具有良好的生物防治应用前景。中国农业科学院植保所^{错误!未找到引用源。}目前已掌握了利用红颈常室茧蜂防治绿盲蝽的最佳释放时期和适当的释放密度。通过掌握绿盲蝽的生长发育进度，适时释放适当比例和形态的红颈常室茧蜂，既可充分发挥天敌对害虫的控制作用，也可节约天敌饲养成本，从而经济有效地控制绿盲蝽的发生与为害。

目前在葡萄上，关于利用天敌来防治绿盲蝽的报道还很少，需待进一步研究。而利用盲蝽对寄主的偏好性，对其进行诱集捕杀防治的研究国内外已有不少，例如：利用绿豆、苜蓿诱集防治棉花、莴苣和草莓等。李国平等^{错误!未找到引用源。}在葡萄上的研究表明：留种胡萝卜花可以作为葡萄园防治绿盲蝽很好的诱饵，从而可集中诱杀。但在利用诱集植物防治葡萄绿盲蝽时必须谨慎，因为诱集植物的利用还可能导致绿盲蝽的大量发生和危害，必须在充分研究和实验的基础上才能应用推广。

此外，本课题组还进行了绿盲蝽交配干扰剂微囊的开发和研制。干扰交配主要是利用雄性分泌的性信息素干扰其他雄性昆虫对某雌虫的化学通讯定位，起到迷向作用，通过减少昆虫的交配机会而达到减少二代害虫的数量。目前微囊技术已发展到各个领域，将其与性信息素结合用于害虫综合治理的方法逐步受到重视。国内外已有多项性信息素微囊的研究报道。人工合成的性信息素微囊具有保护有效成分、稳定释放速率、延长持效期及减轻环境压力等特点。目前，国内已成功制备了小菜蛾性信息素(Z11-16:Ac)微囊，提高了性信息素的利用率，延长了其释放时间。2011 年张涛博士^{错误!未找到引用源。}研究表明，丁酸己酯是一种反性信息素，具有干扰绿盲蝽交配、抑制性诱剂引诱效果的作用。2015 年路常宽教授^{错误!未找到引用源。}以乙基纤维素为壁材、丁酸己酯为芯材、乙酸乙酯为溶剂，采用相分离法制备了绿盲蝽交配干扰剂丁酸己酯微囊（图 2，见附录）。通过正交试验研究了乳化剂 700#、聚乙烯醇、乙酸乙酯及控释剂正十二烷 4 个因素对丁酸己酯微囊形成的影响，得到了最佳制备工艺条件。并利用生物显微镜对微囊的形态进行了观察，同时测定了在最优条件下制备的丁酸己酯微囊的载药量、包封率和释放速率等指标，并进行了田间释放试验。结果分析表明：丁酸己酯微囊对绿盲蝽交配具有干扰作用，可明显减少绿盲蝽繁殖的数量。

2.4.2.4 化学防治

化学药剂仍是当下最常用且有效的防治方法。以往主要利用毒性较强的有机磷类化学药剂（如 50%敌敌畏乳油 1500 倍液、氧化乐果等）防治绿盲蝽。这类药剂的使用往往造成果品农药残留超标、

害虫抗药性增强、生态环境破坏、天敌昆虫种类减少等一系列问题，而且对人畜容易产生毒害，已为国家禁用药剂。目前主要使用低残留、易生物降解、低毒害的抗生素类（如阿维菌素）、拟除虫菊酯类（氟氯氰菊酯、高效氯氰菊酯、联苯菊酯等菊酯类杀虫剂）和植物源类生物农药（烟碱类的吡虫啉、啉虫脒等）替代，在葡萄无公害生产上推广应用。关于筛选葡萄园绿盲蝽防治药剂的研究报道已有不少，例如王丽丽^{错误!未找到引用源。}等通过田间试验，对比了阿维菌素、氟氯氰菊酯、高效氯氰菊酯、吡虫啉和啉虫脒 5 种药剂对葡萄园绿盲蝽的防治效果，以 2%阿维菌素的总体防效最好；张珣等^{错误!未找到引用源。}探究 0.5%藜芦碱、0.6%氧苦·内酯水剂、5%天然除虫菊素、复合楝素杀虫剂、鱼藤酮杀虫剂和复合烟碱 6 种植物源杀虫剂对不同地区葡萄绿盲蝽的防治效果，结果表明：不同植物源杀虫剂对绿盲蝽的防治效果不同，0.5%藜芦碱和复合烟碱杀虫剂的防治效果明显、防效稳定，建议生产上用 0.5%藜芦碱乳油 1000 倍液或复合烟碱杀虫剂乳油 700 倍液与化学药剂啉虫脒交替使用来防治。此外由于害虫抗性等原因，长期使用单一药剂容易使害虫产生抗药性，因此在使用药剂时要合理轮换用药，在绿盲蝽发生期的早晨或黄昏时喷雾进行防治，间隔 10d 左右喷 1 次药，连喷 2 次，严重时可喷 3 次。

综上所述，近年绿盲蝽已成为葡萄主要虫害之一，由于其生活习性及其为害特点，使得其发生早期难以被发现，在生产实践中一定要引起重视，在掌握其发生规律基础上，抓住关键时期，采取有效措施进行综合防治。

3 问题设置

针对本案例可以提出以下问题（参考）：

- （1）绿盲蝽成虫的主要形态特征是什么？
- （2）绿盲蝽在葡萄上的发生与危害特点？如何根据这些特点进行综合防治？
- （3）绿盲蝽的防治方法有哪些？进展如何？

4 分组讨论

3~4 人一组进行讨论。讨论时每组要针对以上 3 个问题均进行讨论。尤其要就害虫发生规律与防治措施之间的关系问题展开多学科、多视角的讨论。教师要深入到每一组倾听学生的看法，鼓励引导所有学生参与讨论。讨论结束后，每组要针对每一个问题有具体的方案。

学有余力的小组可以课前讨论，选取一种有害生物进行深入了解，为后面制定该种害虫的综合防治积累素材。并形成一套综合防治技术方案，进行课堂展示讨论。

5 课堂讨论总结

教师在每小组答疑后，针对案例中的关键点、讨论中存在的长处、不足进行总结。对不足之处可以设置课后作业，引导学生在这些方面作更多思考和探讨。

6 布置课后作业（知识迁移）

结合绿盲蝽综合防控具体案例，应用到其他农林业上重要作物的病虫害综合管理上，设计出切实可行的某种有害生物综合防治的具体方案。

7 考核方式

以组为单位，由小组中的一位成员通过 PPT 方式阐述，小组全体成员参加方案的答疑，每小组时间控制在 10 分钟以内，讨论修改后以组为单位提交该种有害生物综合防治方案。

【效果评价】:

通过问卷调查，针对本案例的运用教学效果、对学生能力培养、教学目标达成度等方面进行评价。

1. 您对本次案例教学知识目标达成度的评价

- A. 完全实现
- B. 较好实现
- C. 基本实现
- D. 较差
- E. 很差

2. 您对本次案例教学能力目标达成度的评价

- A. 完全实现
- B. 较好实现
- C. 基本实现
- D. 较差
- E. 很差

3. 您对本次案例教学情感目标达成度的评价

- A. 完全实现
- B. 较好实现
- C. 基本实现
- D. 较差
- E. 很差

4. 您对本次案例教学内容选择适宜度的评价

- A. 非常适宜
- B. 较适宜
- C. 一般
- D. 较差

E. 很差

5. 对本次案例教学课后作业与考核方式的评价

A. 非常合适

B. 较适宜

C. 一般

D. 较差

E. 很差

6. 您课前做了哪些预习?

A. 查阅参考文献

B. 查阅相关图书

C. 观看视频资料

D. 其它途径

7. 您认为以下哪种教学方式更适合研究生授课?

A. 传统课堂教学

B. 课堂案例教学

C. 实验或实践教学

D. 观看与教学内容相关的视频

8. 您对本教学案例的评价

A. 非常满意

B. 满意

C. 一般

D. 较差

E. 很差

9. 您对本案例及本次案例教学的建议:

附录:

表 1 绿盲蝽各虫态和若虫各龄期的形态特征

绿盲蝽各虫态和若虫各龄期	形态特征
成虫	体长 5.0~5.5mm, 全体绿色。触角比身体短, 端部两节带褐色。前胸背板有许多刻点。前翅膜质部暗灰色, 其余绿色
卵	长 1mm, 长口袋形; 卵盖长椭圆形, 乳黄色, 前后端高起, 中央稍凹, 无附属丝。初产时乳白色, 后变淡草绿色; 孵化前色加深, 出现鲜红眼点, 下部出现淡黄色至橘红色斑块
一龄若虫	体长 1mm, 初孵时乳白透明, 后变淡绿色。复眼红色
二龄若虫	体长 1.3mm, 体色黄绿。复眼黄褐色。翅芽不明显
三龄若虫	体长 1.7mm, 体色黄绿, 翅芽出现, 达腹部第一节
四龄若虫	体长 2.5mm, 体色淡绿, 翅芽伸达腹部第三节
五龄若虫	体长 3.2mm, 鲜绿色, 有黑色细毛。复眼灰色。触角淡黄色, 末端色渐浓。前翅芽尖端黑褐色, 伸达腹部第五节

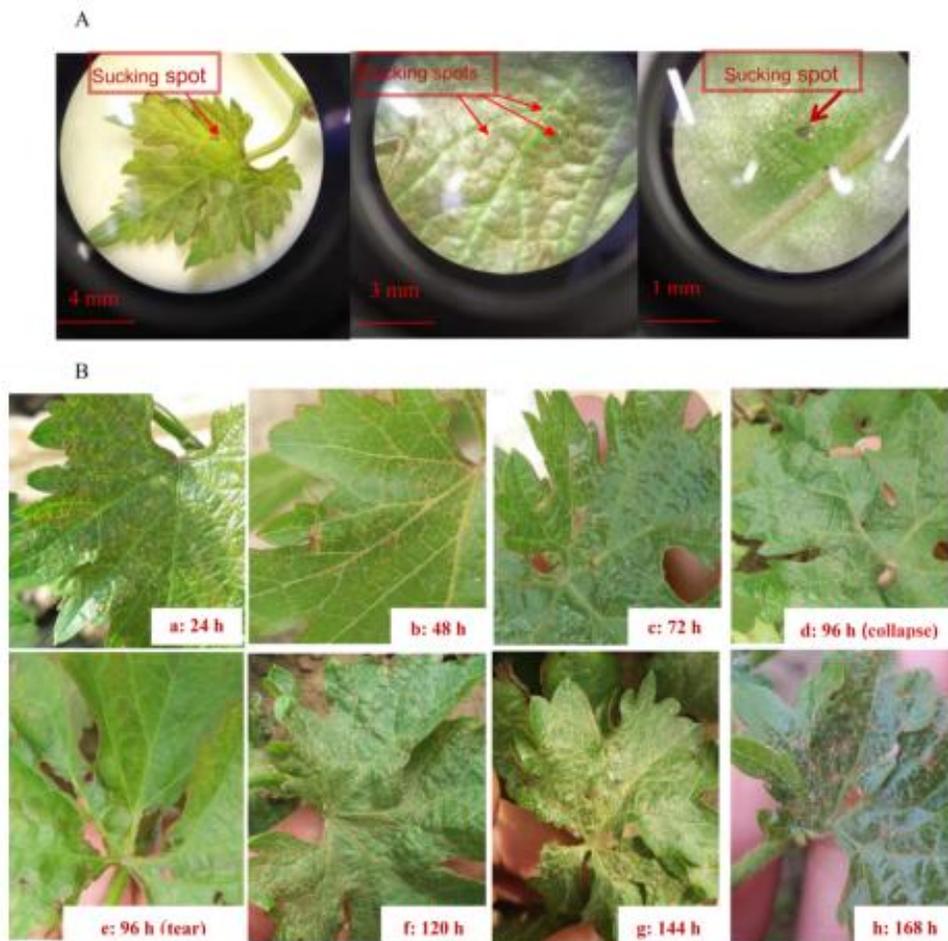
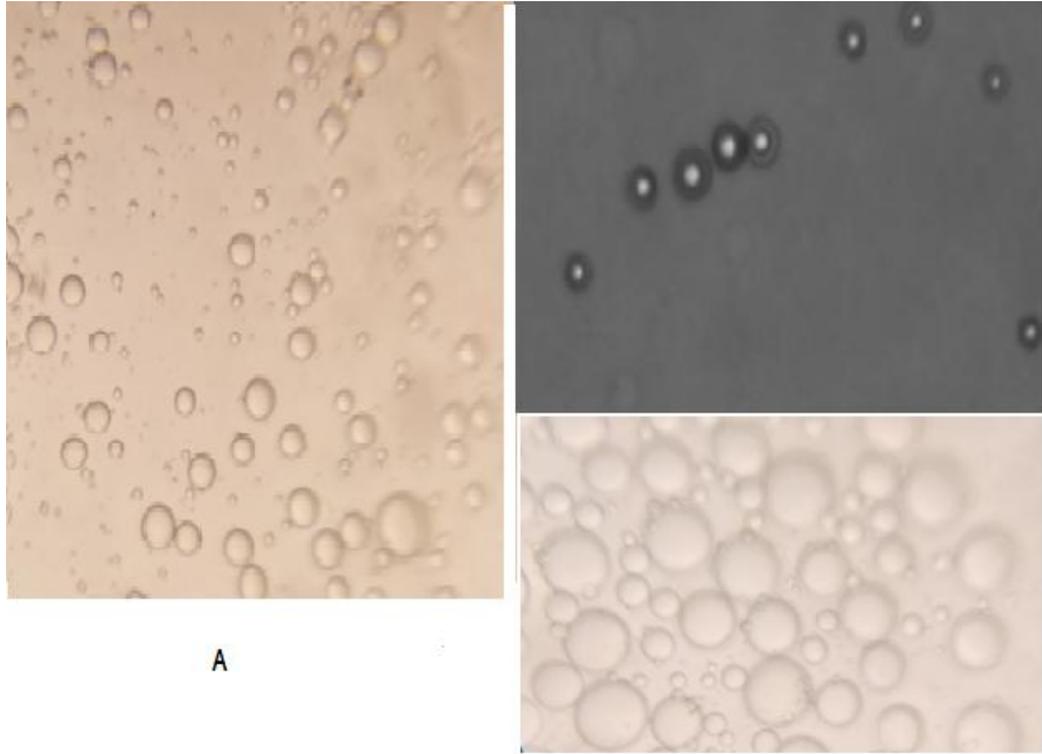


图 1 Phenotypic changes in Cabernet Sauvignon leaves after *Apolygus lucorum* infestation. (A) Appearance of sucking spots caused by *A. lucorum* infestation. (B) Damage caused by continuous infestation of *A. lucorum* (A to H: 24 h to 168 h) after 15 days.



A



B

图2 丁酸乙酯微囊制备工艺 (A) 丁酸乙酯微囊显微镜图; (B) 丁酸乙酯微囊的制备过程

参考文献

- [1] 高素红,武海燕,温晓蕾,等.绿盲蝽越冬卵在葡萄园中的空间分布型和抽样技术研究[J].中国农业科技导报,2020,22(8):116-122.
- [2] 高素红,路常宽,赵春明,等.酿酒葡萄园区绿盲蝽种群动态与监测技术[J].应用昆虫学报,2015,52(5):1167-1173.
- [3] GAO Suhong,*et al.* *Apolygus lucorum*-induced resistance in *Vitis vinifera* L. elicits changes at the phenotypic , physiological, and biochemical levels[J].SCIENTIA HORTICULTURAE,2022,1-15.
- [4] 杨丽丽,褚凤杰,王忠跃,等.绿盲蝽在葡萄上的危害特点及综合防治[J].中外葡萄与葡萄酒,2010(3):44-45.
- [5] 余金咏,赵春明,周金花.10 种色板对酿酒葡萄 3 种主要害虫的诱捕效果[J].中国植保导刊,2013,33(04):24-27.
- [6] 余金咏,赵春明,周金花.10 色板对鲜食葡萄 3 种主要害虫的诱捕效果[J].天津农业科学,2013,19(02):38-41.
- [7] 潘洪生,陆宴辉,吴孔明.绿盲蝽成虫的防治方法.中国:CN201310700772.1[P].2014-04-23.
- [8] 罗淑萍,吴孔明,张峰,等.冬枣园利用红颈常室茧蜂生物防治绿盲蝽的方法.中国:CN201410060421.3[P].2014-05-07.
- [9] 李国平, 河南省有害盲蝽区域灾变机理与防控技术的研究和应用. 河南省,河南省农业科学院植物保护研究所,2019-12-01.
- [10] 张涛. 绿盲蝽 (*Apolygus lucorum*) 性信息素的提取鉴定及应用研究[D].中国农业科学院,2011.
- [11] 曹盼盼,路常宽.绿盲蝽交配干扰剂丁酸己酯微囊的制备及田间防治效果[J].农药学报,2015,17((4):492-496.
- [12] 张珣,周莹莹,李燕,付学池,刘钰燕,陈展,陈建,赵荣华,刘启山,张怡,高灵旺,王琦.植物源杀虫剂对葡萄绿盲蝽和斑叶蝉的防治效果(英文)[J].Agricultural Science & Technology,2015,16(05):958-961.
DOI:10.16175/j.cnki.1009-4229.2015.05.023.