

案例二十七 害虫诱剂及诱捕器具研发原理与实践

——绿盲蝽成虫食诱剂的制备及应用

高素红 路常宽

【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。使用食诱剂诱杀有害昆虫，减少化学农药的使用和残留，提高农产品安全 and 环境质量，是当前重点推广的一种有害生物绿色防控技术。本案例介绍了一种绿盲蝽成虫的植物源引诱剂组合物，其制备和应用方法简单，具有廉价、无公害诱杀的优越效果。通过本案例教学，使学生深入并直观的了解害虫食诱剂的研发原理和过程，关注害虫食诱剂等绿色防控手段在中国的发展和实施现状，思考其发展瓶颈、原因和解决办法，并指导其开展相关实践研究和推广工作。

【教学内容】

- (1) 害虫食诱剂的研发原理和方法。
- (2) 害虫食诱剂的与可持续植保的关系。
- (3) 害虫食诱剂的筛选和效果评价方法。
- (4) 绿盲蝽成虫食诱剂的研发实践及应用。

重点：害虫食诱剂的研发原理和方法。

难点：害虫食诱剂的开发与应用效果评价。

【教学目标】

知识目标：了解和掌握害虫食诱剂的研发原理、方法与应用效果评价方法。

能力目标：能够从本案例中得到启示，汲取到害虫食诱剂研发的思路，指导今后开展相关实践工作；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：激发学生的专业学习兴趣，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前发给同学，提示同学课前阅读相关材料；

(2) 课时分配（时间安排）：按照一大节 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 10~20 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

同一昆虫对不同食物具有不同的嗜好与趋性，其选择行为与挥发性物质密切相关。植物挥发物在植食性昆虫的寄主选择过程中发挥着重要的作用。植食性昆虫可以利用寄主植物所释放的挥发物来指导其寄主定位行为，从而准确地找到其寄主植物。如夜来香 *Cestrum nocturnum* L. 所产生的挥发物对粉纹夜蛾 *Trichoplusia ni* (Hübner) 有着明显的引诱作用。胡萝卜花的气味对 1-2 日龄棉铃虫成虫有明显的取食引诱作用。植物挥发物也可引诱抱卵雌蛾在寄主植物上着落，如棉花、番茄等散发出的一些挥发性物质，可以吸引已交配的美洲棉铃虫 *Helicoverpa zea* (Boddie) 雌蛾产生寄主定向行为，

并刺激雌蛾在这些寄主上产卵^[1,2]。利用昆虫对不同挥发物的行为反应，寻找对其具有引诱作用的食物，诱杀有害生物，降低其种群密度，减轻农作物受害，环境相容性好。根据不同昆虫的行为特点设计不同的田间或室内研究方案，按照虫体的个体大小和其他特征，有针对性地确定参数、条件等，充分体现出昆虫对于不同挥发物的趋性差别，对于开发出好的食物引诱剂以及食物引诱剂的使用条件都是非常重要的。

近年来，刺吸害虫绿盲蝽 *Apolygus lucorum* (Meyer-Dür) 种群不仅在转 Bt 基因棉田中暴发，造成严重的产量损失，并波及枣树、葡萄、苹果、桃、梨、板栗等果树以及向日葵等农作物，成为当前影响我国多种农作物安全生产的重大问题^[3]。绿盲蝽的若虫和成虫均能为害寄主植物，主要通过口针刺吸寄主植物的幼嫩部位和繁殖器官，从而造成叶片破损、落蕾、落花、果实畸形和棉铃形成僵瓣等。目前在生产应用中仍以化学防治为主，易造成环境污染、农残超标等问题^[4-5]。本案例通过研究绿盲蝽对相关信息化学物质的嗅觉反应，利用植物源食诱剂诱杀技术服务于绿盲蝽生态防治，具有十分重要的意义。通过本案例的教学期望能给同学们带来启发和思考。

2、案例引入

2.1 对绿盲蝽具有显著招引作用的寄主

潘洪生等研究发现，绿盲蝽偏好花期植物，会跟随田间植物开花顺序而有序地季节性寄主转换。如河南安阳地区，5 月份绿盲蝽成虫开始向开花的豌豆和马铃薯等植物迁移；6 月转向开花的草木樨等植物；7 月份大麻、葎草等进入花期，成为绿盲蝽的为害寄主；8 月份则趋向于向日葵、蓖麻、大麻和葎草等植物；9、10 月份荞麦、艾蒿、白蒿及一些其他菊科植物进入花期，成为绿盲蝽的集中场所^[6,7]。

2.2 对绿盲蝽具有招引作用的挥发性物质筛选

目前已知植物花期挥发物组分中的 4 种芳香类化合物，间二甲苯、丙烯酸丁酯、丙酸丁酯和丁酸丁酯对绿盲蝽成虫均具有一定的诱捕效果^[8]。本案例在田间多年应用不同类型的诱捕方式，对比评价了它们对绿盲蝽成虫的诱捕效果。

2010-2012 年，应用粘板研究 4 种芳香类化合物（间二甲苯、丙烯酸丁酯、丙酸丁酯和丁酸丁酯）对绿盲蝽成虫的田间诱捕效果。首先将 2.5 m 长的竹竿插入土中并保持垂直，然后将白色粘板（18×25 cm，河南佳多科工贸有限公司）用订书器钉在 25×25 cm 的塑料卡板上，用铁丝将塑料卡板固定在竹竿上，使其底部与作物顶端平齐。相邻的竹竿两两之间的距离为 15 m，且粘板有粘胶面朝南。粘板中心挂有 1ml 被琼脂稀释的植物挥发物（100 μg/μl）或对照，3 d 后对粘板上诱捕到的绿盲蝽进行鉴定和统计。每个植物挥发物组分重复 16 次。结果如图 1 所示（数据为平均数±标准误；不同字母显示不同活性物质间差异显著， $P<0.05$ ）。

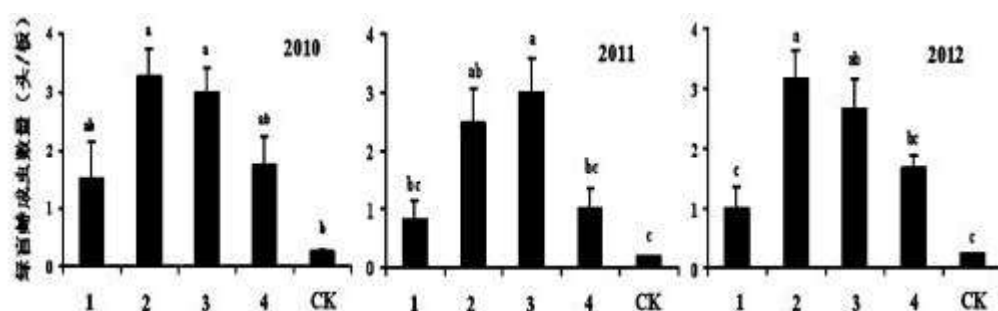


图 1 粘板上 4 种芳香类化合物对绿盲蝽的田间诱捕效果

注：1 为间二甲苯，2 为丙烯酸丁酯，3 为丙酸丁酯，4 为丁酸丁酯，CK 为琼脂。

连续 3 年的试验结果显示，丙烯酸丁酯和丙酸丁酯对绿盲蝽成虫的诱捕效果与对照相比均差异显著，效果良好。丁酸丁酯对绿盲蝽成虫的诱捕效果好于间二甲苯。

2.3 不同类型的诱捕方式对绿盲蝽成虫诱捕效果

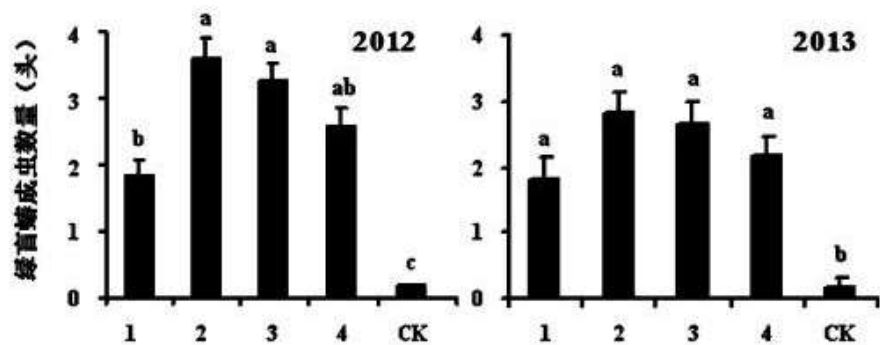


图2 桶型诱捕器内4种芳香类化合物对绿盲蝽的田间诱捕效果

注：1为间二甲苯，2为丙烯酸丁酯，3为丙酸丁酯，4为丁酸丁酯，CK为琼脂。

2012-2013年，使用桶型诱捕器（漳州市英格尔农业科技有限公司）研究4种芳香类化合物对绿盲蝽成虫的田间诱捕效果，田间实验方法及活性物质浓度同上。3 d后对桶型诱捕器内诱捕到的绿盲蝽进行鉴定和统计。每个植物挥发物组分重复16次。结果如图2所示（数据为平均数±标准误；不同字母显示不同活性物质间差异显著， $P<0.05$ ）。

2012年田间粘板和桶型诱捕器试验结果表明，与4种芳香类化合物在粘板上对绿盲蝽的诱捕效果相比，在桶型诱捕器内这4种芳香类化合物对绿盲蝽的诱捕效果较好。两种诱捕方式对比研究表明，桶型诱捕器更加适用于绿盲蝽的田间诱捕。

2.4 绿盲蝽成虫食诱剂的制备及效果评价

2013年，使用桶型诱捕器对4种芳香类化合物，按不同比例两两混配后对绿盲蝽成虫的诱捕效果进行了系统评价（表1）。共设置5个比例，依次为质量比1:0、3:1、1:1、1:3和0:1，田间实验方法同上。3 d后对桶型诱捕器内诱捕到的绿盲蝽进行鉴定和统计。每个处理重复6次。结果如表1所示（数据为平均数±标准误；不同字母显示不同活性物质间差异显著， $P<0.05$ ）。

表1 4种芳香类化合物不同比例混配后对绿盲蝽成虫的诱捕效果

组合	比例	绿盲蝽成虫数量（头）
1+2	1:0	1.00±0.41ab
	3:1	1.75±0.48ab
	1:1	2.00±0.41ab
	1:3	2.50±0.65ab
	0:1	2.75±0.63ab
1+3	1:0	0.75±0.48ab
	3:1	1.00±0.41ab
	1:1	2.00±0.91ab
	1:3	2.50±0.65ab
	0:1	2.50±0.29ab
1+4	1:0	1.00±0.41ab
	3:1	1.75±0.48ab
	1:1	2.00±0.41ab
	1:3	2.00±0.91ab

	0:1	2.50±0.65ab
2+3	1:0	2.75±0.48ab
	3:1	3.00±0.41a
	1:1	2.75±0.63ab
	1:3	2.50±0.65ab
	0:1	2.25±0.63ab
2+4	1:0	2.75±0.48ab
	3:1	2.75±0.63ab
	1:1	3.00±0.41a
	1:3	2.25±0.48ab
	0:1	2.00±0.41ab
3+4	1:0	2.25±0.48ab
	3:1	2.00±0.41ab
	1:1	2.25±0.48ab
	1:3	2.00±0.41ab
	0:1	2.00±0.41ab
CK		0.17±0.17b

注：1 为间二甲苯，2 为丙烯酸丁酯，3 为丙酸丁酯，4 为丁酸丁酯，CK 为琼脂。

研究表明，4 种芳香类化合物按不同比例两两混配后对绿盲蝽成虫均有较好的诱捕效果，尤其丙烯酸丁酯和丙酸丁酯按质量比 3:1，或丙烯酸丁酯和丁酸丁酯按质量比 1:1，混配后对绿盲蝽的诱捕效果显著高于对照和其他组合。因此，这 2 种配方可以作为绿盲蝽的植物源引诱剂用于绿盲蝽的综合防治。

2.5 绿盲蝽成虫食诱剂田间应用方式

总结以上研究成果：将绿盲蝽成虫的植物源引诱剂组合物混配好后（质量比为 3:1 的丙烯酸丁酯和丙酸丁酯和质量比为 1:1 的丙烯酸丁酯和丁酸丁酯混配后对绿盲蝽成虫的诱捕效果明显好于其他组合），加入到琼脂中，制备总浓度为 100 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$ 诱芯，并将诱芯放在桶型诱捕器内，然后将它们悬挂在底部与作物顶端平齐的位置，用于诱捕绿盲蝽成虫。此法制备和应用简便，具有廉价、无公害诱杀的优越效果。

3 问题设置

本案例设立问题时，主要考虑以下因素：①紧扣教学的目的。提出的问题要符合案例的主体，能够揭示案例所要的本质内容，符合案例的目的性和针对性；②提出的问题能引起学生的讨论兴趣，符合学生认知水平，问题应有问有答，给人思考和启发；③问题要具体，便于学生有言可发、切中要害；④变化提问的角度，训练学生的发散思维。

针对本案例可以提出以下问题（参考）：

- （1）害虫食诱剂的研发需要做哪些准备工作？
- （2）害虫食诱剂的筛选、效果评价方案如何设计？
- （3）试思考害虫食诱剂的研发应注意哪些环节？

如释放速率？对雌雄虫的诱集效果有无差异？哪种诱剂器具最好？其最优悬挂技术是怎样的？诱捕器悬挂高度、密度对害虫诱杀效果的影响，添加农药对食诱剂效果的影响等。

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。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答案。

学有余力的小组可以课前研讨,并形成一种害虫的食诱剂研发或应用方案,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)

查阅文献或专利,设计某一害虫的食诱剂研发或应用方案。

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害虫的食诱剂研发或应用方案。

【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:

参考文献:

- [1] 潘洪生.绿盲蝽与秋季蒿类寄主的化学通讯机制[D].北京:中国农业科学院,2013.
- [2] 蔡晓明,李兆群,潘洪生,等.植食性害虫食诱剂的研究与应用[J].中国生物防治学报,2018,34(1):8-35.
- [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] 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.
- [5] 高素红,路常宽,赵春明,王硕,周雅茹.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.
- [6] 王春义,李春花,雒琚瑜,等.棉田绿盲蝽诱集植物的筛选和作用效果比较[J].中国棉花,2010,37(05):15-16.
- [7] 潘洪生,修春丽,陆宴辉. 植物花有助于绿盲蝽种群适合度的提高[C]//.绿色植保与乡村振兴——中国植物保护学会 2018 年学术年会论文集.,2018:113.
- [8] 潘洪生,修春丽. 植物挥发物调节多食性绿盲蝽的季节性种群动态[C]//.中国植物保护学会 2019 年学术年会论文集.,2019:168.

附录:



图3 绿盲蝽食诱剂制备工艺流程、活性检测与田间应用