

王大伟, 泽桑梓, 季梅, 等. 薇甘菊颈盲蝽化学成分分析及其引诱化合物的研究[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(12): 148-152.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2014.12.049

# 薇甘菊颈盲蝽化学成分分析及其引诱化合物的研究

王大伟<sup>2</sup>, 泽桑梓<sup>1,3</sup>, 季梅<sup>3</sup>, 杨斌<sup>2</sup>, 朱家颖<sup>2</sup>, 赵宁<sup>2</sup>

(1. 云南林业职业技术学院, 云南昆明 650224; 2. 西南林业大学生命科学学院, 云南昆明 650224; 3. 云南省林业科学院, 云南昆明 650201)

**摘要:**薇甘菊颈盲蝽大量取食外来入侵植物薇甘菊, 是防控薇甘菊的重要天敌昆虫。为了研究薇甘菊颈盲蝽的化学信息物质, 对薇甘菊颈盲蝽不同部位用正己烷浸提, 以气相色谱-质谱联用仪分析头、胸腹、后肠部位的化学成分; 使用 Y 型嗅觉仪分别验证了雌成虫、雄成虫对 6 种化合物的行为反应, 并结合野外诱捕试验验证了 6 种化合物对薇甘菊颈盲蝽的引诱效果。从薇甘菊颈盲蝽虫体各部位共检测出 36 种化合物, 嗅觉行为测试结果显示, 十六烷酸和豆甾醇在浓度为  $10^{-5}$  g/mL 时对雄成虫有最佳的引诱作用, 正趋向率分别为  $(78.00 \pm 8.37)\%$  和  $(65.00 \pm 5.70)\%$ 。野外诱捕试验进一步证明, 十六烷酸在浓度为  $10^{-5}$  g/mL 时对薇甘菊颈盲蝽雄成虫有最佳的引诱效果。

**关键词:**薇甘菊颈盲蝽; 化学成分; 昆虫信息素; 生物防控

**中图分类号:** S433.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)12-0148-04

薇甘菊 (*Mikania micrantha* H. B. K.) 是菊科假泽兰属攀缘草本植物, 原产于中美洲和南美洲, 目前作为一种外来入侵物种在我国南方的广东、广西、福建、海南、云南等省(区)已经大面积分布, 是国家重大林业检疫性有害植物<sup>[1-5]</sup>。在云南省, 薇甘菊在南部多个地州发生面积已接近 3.33 万  $\text{hm}^2$ , 且正在迅速向周边地区蔓延, 对当地林业生态安全构成了严重威胁<sup>[6-7]</sup>。笔者所在课题组在薇甘菊天敌资源调查过程中首次发现半翅目盲蝽科昆虫薇甘菊颈盲蝽 (*Pachypeltis* sp.) 能够大量取食薇甘菊, 是薇甘菊的重要天敌资源<sup>[8]</sup>。野外调查发现, 薇甘菊颈盲蝽成虫、若虫均可吸食薇甘菊汁液, 可以抑制薇甘菊顶梢的生长发育, 导致其花序不能正常分化, 影响薇甘菊开花、结实, 严重时可造成植株枯萎死亡。该发现为开发利用薇甘菊颈盲蝽对薇甘菊进行生物防治提供了新的方向。

我国本土昆虫很少取食薇甘菊, 研究发现薇甘菊挥发油和提取物对多种昆虫有驱避作用, 张茂新等使用 GC-MS 分析了薇甘菊挥发油的化学成分, 并通过试验证明挥发油对小菜蛾、黄曲条跳甲和猿叶虫有显著的产卵驱避作用, 对萝卜蚜有一定的触杀毒力<sup>[9]</sup>。探索薇甘菊的生物防治方法是一个长期的过程, 国内报道的第一个薇甘菊天敌昆虫是小蓑蛾 (*Acanthopsyche* sp.), 小蓑蛾是鳞翅目昆虫, 能够取食薇甘菊叶片并在叶片上造成孔洞<sup>[10]</sup>。但是, 目前能够有效抑制薇甘菊生长和扩散的天敌昆虫还有待于进一步研究, 首先天敌昆虫需要在种群数量上有一定的规模, 其次是能够人工控制天敌昆虫的迁徙、繁殖, 从而实现人工可控。

在云南省薇甘菊危害严重的地区, 薇甘菊颈盲蝽能专性

寄生薇甘菊, 不会对其他本地植物造成危害, 因此在控制薇甘菊蔓延方面比其他取食薇甘菊的昆虫具有优势。为了深入了解薇甘菊颈盲蝽的生态学行为, 研究了该虫不同部位的化学成分, 以便找到影响种群中个体行为的化学信息物质。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试虫源

薇甘菊颈盲蝽于 2012 年 11 月 20 日至 12 月 31 日采自薇甘菊植株上, 采回实验室以薇甘菊叶饲养, 实验室温度  $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ 。试验地位于云南省德宏州瑞丽市帕色林地  $(97^\circ 21' 20.6''\text{E}, 24^\circ 2' 13.8''\text{N})$ , 海拔 502 m。薇甘菊颈盲蝽雌成虫、雄成虫可根据腹部的产卵器快速鉴别, 仅雌成虫腹部有产卵器。

### 1.2 仪器与试剂

仪器: HP6890GC/5973MS 气相色谱-质谱联用仪(美国 Agilent Technologies 公司), Y 型嗅觉仪(自制), 微量注射器  $(10 \mu\text{L})$ 。试剂: 正己烷(色谱纯, Fisher Chemicals U. S. A.), 二氯甲烷(分析纯, 国药集团), 无水硫酸钠(分析纯, 国药集团); 十六碳烯酸、十六烷酸、二十八烷、三十烷、三十二烷、豆甾醇均购自百灵威科技有限公司, 且均为化学纯。

### 1.3 薇甘菊颈盲蝽不同部位化学成分测定

随机选取 100 头健康的薇甘菊颈盲蝽成虫, 雄虫、雌虫各 50 头, 在显微镜下用刀片切下试虫的头, 然后用镊子去掉翅, 用刀片剖开试虫腹部, 用镊子将后肠整体小心取出, 再分别将头、后肠、虫体剩余部分(胸+腹部)用镊子放入装有正己烷(色谱纯)的样品瓶中<sup>[11]</sup>。用正己烷浸泡 48 h 后, 过滤得提取液, 用无水  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  干燥, 置于  $-10^\circ\text{C}$  冰箱内保存, 用于气相色谱-质谱联用仪分析化学成分。

气相色谱条件: 色谱柱为 HP-5MS 石英毛细管柱  $(30 \text{ m} \times 0.25 \text{ mm} \times 0.25 \mu\text{m})$ ; 柱温: 起始温度  $40^\circ\text{C}$ , 程序升温  $3^\circ\text{C}/\text{min}$  至  $80^\circ\text{C}$ , 再程序升温  $5^\circ\text{C}/\text{min}$  至  $260^\circ\text{C}$ ; 柱流量为  $1.0 \text{ mL}/\text{min}$ ; 进样口温度  $250^\circ\text{C}$ ; 柱前压  $100 \text{ kPa}$ ; 进样量  $1.0 \mu\text{L}$ ; 分流比  $10:1$ ; 载气为高纯氮气。

收稿日期: 2014-02-24

基金项目: 公益性行业(林业)科研专项(编号: 201204518); 国家自然科学基金(编号: 31360154); 云南省政府专项(编号: 云财农[2008]240号); 云南林业职业技术学院基金。

作者简介: 王大伟(1982—), 男, 山东日照人, 硕士, 研究实习员, 研究方向为化学生态学。E-mail: wdweichem@163.com。

通信作者: 泽桑梓, 硕士, 助理研究员, 研究方向为生物多样性保护与有害生物控制。E-mail: zesangzi@163.com。

质谱条件:电离方式 EI;电子能量 70 eV;传输线温度 250 ℃;离子源温度 230 ℃;四极杆温度 150 ℃;质量范围 35~500 amu;化合物采用 wiley7n.1 标准谱库检索定性。

#### 1.4 薇甘菊颈盲蝽对虫体挥发性成分的嗅觉反应

将十六碳烯酸、十六烷酸、二十八烷、三十烷、三十二烷、豆甾醇试剂以二氯甲烷作为溶剂,每种化合物均配成浓度梯度为  $10^{-1}$ 、 $10^{-2}$ 、 $10^{-3}$ 、 $10^{-4}$ 、 $10^{-5}$ 、 $10^{-6}$ 、 $10^{-7}$  g/mL 的溶液,作为气味源溶液。

参照 Bertschy 等的方法<sup>[12-13]</sup>自制 Y 型嗅觉仪。Y 型嗅觉仪两臂夹角 75°,两臂长 25 cm,柄长 25 cm,内径 4 cm。空气经活性炭净化,再进入装有蒸馏水的多孔滤瓶润湿,润湿后的空气由三通管分为 2 股气流分别进入味源管及对照管,通过流量计后,由抽气机排出嗅觉仪。

用微量注射器吸取 10 μL 一定浓度的气味源溶液,滴加到滤纸条上(1 cm×0.5 cm),迅速放进嗅觉仪的味源管内,同时吸取 10 μL 溶剂二氯甲烷滴加到大小相同的滤纸条上,放进嗅觉仪的另一个味源管内,作为对照。试验装置以黑布遮光。打开抽气机,用玻璃转子流量计调节空气流速为 100 L/h。每次试验时从基管口放入 10 头健康有活力的颈盲蝽成虫(雌虫和雄虫分别进行试验),以 20 min 内试虫爬至嗅觉仪任何一臂超过 5 cm 并停留 1 min 以上记为选择该侧气味,分别记录选择嗅觉仪两臂气味的虫数。每次试验完成,用乙醇冲洗嗅觉仪,再用蒸馏水冲洗,100 ℃烘干。调换味源瓶及对照瓶的位置进行下一组试验,每种浓度的气味源溶液重复测试 10 次,计算试虫的趋向率。每日测定时间为 10:00—16:00,实验室温度(22±2) ℃。

#### 1.5 野外诱捕试验

野外诱捕试验于 2012 年 12 月 1 日至 2012 年 12 月 31 日在云南省瑞丽市帕色林地进行,试验期间平均温度为(20±2) ℃。试验以十六碳烯酸、十六烷酸、二十八烷、三十烷、三十二烷、豆甾醇 6 种化合物为引诱剂,以二氯甲烷为溶剂,将引诱剂分别稀释为  $10^{-1}$ 、 $10^{-2}$ 、 $10^{-3}$ 、 $10^{-4}$ 、 $10^{-5}$ 、 $10^{-6}$ 、 $10^{-7}$  g/mL 的浓度梯度。将稀释好的引诱剂滴入缓释胶管固定在涂有粘虫胶的红色聚乙烯塑料板(30 cm×40 cm)上制成诱捕器,将诱捕器交叉悬挂于距薇甘菊顶梢 1 m 的竹质支撑架上,且任意 2 个诱捕器间距不小于 10 m。

根据不同引诱剂试验设 7 个处理组,每个处理组 7 种浓度,每个处理浓度设置 5 个重复。以不加载引诱剂的诱捕器为对照,记录每个诱捕器诱捕到的薇甘菊颈盲蝽成虫数。

#### 1.6 数据统计

使用 SPSS 13.0 软件计算 Y 型嗅觉仪所得数据的趋向率( $\bar{x} \pm s$ )<sup>[14-15]</sup>,进行单因素方差分析,并用 LSD 多重比较分析不同混交比例之间的差异。

趋向率 = 处理臂内总虫数/测试总虫数 × 100%。

## 2 结果与分析

### 2.1 薇甘菊颈盲蝽不同部位的化学成分

利用气相色谱-质谱联用仪从薇甘菊颈盲蝽的头、胸部、腹部、后肠的正己烷(色谱纯)提取物中共检测出 36 种化合物,各种化合物在薇甘菊颈盲蝽不同部位的含量见表 1。

从表 1 可以看到,薇甘菊颈盲蝽雄虫和雌虫虫体含量最

高的化合物是十八碳二烯酸、十八碳烯酸和十八烷酸。但这 3 种化合物在虫体不同部位的相对含量有很大的差别,如十八碳二烯酸在雄虫、雌虫头部的相对含量分别为 37.74%、30.29%,在雄虫、雌虫后肠的相对含量高达 52.79%、50.01%,但在雄虫和雌虫的胸、腹部均未检测到十八碳二烯酸(表 1,序号 14)。十八碳烯酸仅在雄虫和雌虫的胸、腹部被检出,相对含量分别为 39.57%、24.44%,头部和后肠未检出该物质(表 1,序号 15)。十八烷酸在雄虫和雌虫的胸、腹部的相对含量分别为 35.36% 和 41.49%,在雄虫和雌虫的后肠部位也有检出,但在头部未发现该物质(表 1,序号 17)。

另外,在薇甘菊颈盲蝽虫体中检出相对含量较高的化合物还有十六碳烯酸、十六烷酸、十八碳二烯酸乙酯、三十二烷、豆甾醇等物质。其中十六碳烯酸、十六烷酸、三十二烷和豆甾醇在虫体的各部位均被检出,十八碳二烯酸乙酯仅存在于雄虫和雌虫的头部。

检出化合物中还有 3 种未知结构的物质,且这 3 种物质在薇甘菊颈盲蝽的不同部位都存在(表 1,序号 27、33、34)。

### 2.2 薇甘菊颈盲蝽对单组分化合物的嗅觉反应

以十六碳烯酸、十六烷酸、二十八烷、三十烷、三十二烷、豆甾醇 6 种化合物为气味源,每种化合物以二氯甲烷为溶剂配成  $10^{-1}$ 、 $10^{-2}$ 、 $10^{-3}$ 、 $10^{-4}$ 、 $10^{-5}$ 、 $10^{-6}$ 、 $10^{-7}$  g/mL 的浓度梯度,测试薇甘菊颈盲蝽雄成虫对气味源的嗅觉反应,结果见表 2。由表 2 可以看出,十六烷酸显示出最好的引诱效果,在  $10^{-4}$  g/mL 的浓度下趋向率为(62.00±13.04)%;在  $10^{-5}$  g/mL 的浓度下十六烷酸表现出了对颈盲蝽雄虫的最高引诱作用,趋向率为(78.00±8.37)%;但是当浓度为  $10^{-6}$  g/mL 时趋向率却突然降低到(7.00±1.22)%。引诱效果(趋向率)总体表现出先升高后降低的趋势。

豆甾醇对薇甘菊颈盲蝽雄成虫也显示出较好的引诱作用,引诱效果(趋向率)也表现出先升高后降低的趋势。由表 2 可以看出,浓度为  $10^{-4}$  g/mL 时趋向率为(59.00±4.00)% ,浓度为  $10^{-5}$  g/mL 时趋向率为(65.00±5.70)% ,当浓度为  $10^{-6}$  g/mL 时趋向率迅速降为(4.00±1.00)%。十六碳烯酸、二十八烷、三十烷、三十二烷 4 种化合物在 7 种浓度下均没有对薇甘菊颈盲蝽表现出明显的引诱作用。

以十六碳烯酸、十六烷酸、二十八烷、三十烷、三十二烷、豆甾醇 6 种化合物为气味源,对薇甘菊颈盲蝽雌成虫进行嗅觉选择性试验,试验结果(表 3)表明,6 种化合物基本不引诱雌成虫,各个处理对薇甘菊颈盲蝽雌成虫的正趋向率多为(0.00±0.00)%。在相同浓度下,薇甘菊颈盲蝽雌成虫对 6 种化合物的正趋向率差异不显著;同种化合物在不同浓度下的引诱效果也差异不显著。

### 2.3 单组分化合物野外诱捕试验

不同浓度梯度下十六碳烯酸、十六烷酸、二十八烷、三十烷、三十二烷、豆甾醇 6 种化合物在野外对薇甘菊颈盲蝽的引诱效果见表 4。

经过人工统计,发现野外诱捕试验中诱捕到的均为薇甘菊颈盲蝽雄成虫,未诱捕到雌成虫。从表 4 可以看出,以十六烷酸作为诱芯,在浓度为  $10^{-3}$ 、 $10^{-4}$ 、 $10^{-5}$ 、 $10^{-6}$  g/mL 时,诱捕到的薇甘菊颈盲蝽雄成虫数都多于空白对照,且差异显著。特别是当浓度为  $10^{-5}$  g/mL 时,引诱到的雄成虫数为(7.60±

表1 薇甘菊颈盲蝽各部位主要化学成分

序号	化合物	分子式	保留时间 (min)	相对含量(%)					
				雄虫头	雌虫头	雄虫胸+腹	雌虫胸+腹	雄虫后肠	雌虫后肠
1	3-甲基-3-戊醇	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> O	3.858	0.13	0.15	0.04	0.02	0.05	0.05
2	1-甲基环戊醇	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O	4.654	0.45	0.50	0.14	0.07	0.17	0.16
3	3-己醇	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> O	4.772	0.08	0.10	0.02	0.01	0.03	0.03
4	2-己醇	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> O	4.894	0.09	0.10	0.02	0.01	0.04	0.03
5	月桂烯	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	11.615	0.04	0.05	0.01	0.01	0.02	0.02
6	3-萜烯	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	12.379	0.04	0.06	0.01	0.01	0.02	0.02
7	柠檬烯	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	13.207	0.16	0.22	0.05	0.03	0.08	0.06
8	4-癸烯酸乙酯	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>2</sub>	25.435	0.11	0.10	0.20	0.09	—	—
9	金合欢醇	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	33.251	0.05	0.03	0.11	0.06	—	—
10	十四烷酸	C <sub>14</sub> H <sub>28</sub> O <sub>2</sub>	34.442	—	—	0.02	0.04	0.18	0.09
11	十六碳烯酸	C <sub>16</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub>	35.313	2.36	3.04	9.77	13.58	6.77	9.75
12	十六烷酸	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	38.839	3.84	3.68	4.88	4.23	6.41	4.49
13	十六烷酸乙酯	C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub>	39.005	1.09	0.51	1.87	1.79	—	—
14	十八碳二烯酸	C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	40.561	37.74	30.29	—	—	52.79	50.01
15	十八碳烯酸	C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>	41.239	—	—	39.57	24.44	—	—
16	十八碳二烯酸乙酯	C <sub>20</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub>	42.548	13.74	16.61	—	—	—	—
17	十八烷酸	C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub>	42.703	—	—	35.36	41.49	11.14	10.39
18	十八烷酸乙酯	C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O <sub>2</sub>	42.750	9.38	8.13	0.73	1.09	—	—
19	单(11-十八碳烯酸)甘油酯	C <sub>21</sub> H <sub>40</sub> O <sub>4</sub>	46.783	—	—	0.17	0.37	—	—
20	二十五烷	C <sub>25</sub> H <sub>52</sub>	47.146	0.21	0.49	0.05	0.27	0.27	0.29
21	癸酸金合欢酯	C <sub>25</sub> H <sub>44</sub> O <sub>2</sub>	49.267	3.75	3.77	1.15	0.63	1.95	0.80
22	十二烷酸金合欢酯	C <sub>27</sub> H <sub>48</sub> O <sub>2</sub>	52.632	1.12	2.60	0.25	0.29	0.53	0.29
23	角鲨烯	C <sub>30</sub> H <sub>50</sub>	53.461	0.08	—	—	—	0.08	0.04
24	三十烷	C <sub>30</sub> H <sub>62</sub>	56.880	0.15	0.16	0.04	0.05	0.11	0.12
25	十四烷酸金合欢酯	C <sub>29</sub> H <sub>52</sub> O <sub>2</sub>	58.028	0.16	0.65	0.07	0.11	0.09	0.16
26	三十一烷	C <sub>31</sub> H <sub>64</sub>	60.133	0.26	0.28	0.08	0.04	0.22	0.21
27	未知物质1	—	63.237	0.43	0.68	0.14	0.30	0.34	0.39
28	三十二烷	C <sub>32</sub> H <sub>66</sub>	64.621	5.85	5.88	1.74	1.55	4.93	5.66
29	菜油甾醇	C <sub>28</sub> H <sub>48</sub> O	67.265	0.90	—	—	—	0.35	—
30	豆甾醇	C <sub>29</sub> H <sub>48</sub> O	68.873	2.10	1.74	0.25	0.41	1.99	0.81
31	三十三烷	C <sub>33</sub> H <sub>68</sub>	70.054	1.38	1.70	0.50	0.40	0.99	0.67
32	γ-谷甾醇	C <sub>29</sub> H <sub>50</sub> O	72.100	1.64	0.86	0.04	0.33	1.17	1.01
33	未知物质2	—	73.489	1.33	1.40	0.47	0.45	0.89	0.55
34	未知物质3	—	73.558	0.66	0.77	0.29	0.20	0.52	0.31
35	三十四烷	C <sub>34</sub> H <sub>70</sub>	76.406	—	0.51	—	0.10	—	0.63
36	十八烷酸金合欢酯	C <sub>33</sub> H <sub>60</sub> O <sub>2</sub>	77.950	—	0.43	0.06	0.17	—	—

表2 薇甘菊颈盲蝽雄成虫对单组分化合物的趋向反应

化合物	正趋向率(%)						
	10 <sup>-1</sup> g/mL	10 <sup>-2</sup> g/mL	10 <sup>-3</sup> g/mL	10 <sup>-4</sup> g/mL	10 <sup>-5</sup> g/mL	10 <sup>-6</sup> g/mL	10 <sup>-7</sup> g/mL
十六碳烯酸	8.00±2.55ab(ab)	5.00±1.58b(ab)	7.00±2.55b(ab)	11.00±1.87bc(a)	9.00±4.18c(ab)	8.00±9.08ab(ab)	3.00±2.74a(b)
十六烷酸	9.00±1.87a(d)	12.00±2.55a(cd)	21.00±6.40a(c)	62.00±13.04a(b)	78.00±8.37a(a)	7.00±1.22abc(d)	4.00±1.87a(d)
二十八烷	4.00±1.87ab(b)	4.00±1.00b(b)	11.00±1.87b(a)	16.00±1.87b(a)	12.00±2.54c(a)	11.00±2.92a(a)	4.00±1.00a(b)
三十烷	5.00±2.23ab(bc)	5.00±1.58b(bc)	13.00±3.39ab(a)	9.00±1.87bc(abc)	10.00±2.24c(ab)	4.00±2.92bc(bc)	3.00±1.22a(c)
三十二烷	5.00±2.23ab(ab)	3.00±1.22b(ab)	4.00±1.87b(ab)	3.00±2.00c(ab)	6.00±1.87c(a)	1.00±1.00c(b)	2.00±1.22a(ab)
豆甾醇	3.00±1.22b(c)	7.00±1.22b(bc)	13.00±2.55ab(b)	59.00±4.00a(a)	65.00±5.70b(a)	4.00±1.00bc(c)	3.00±1.22a(c)

注:表中数据为 $\bar{x} \pm s$ ,数据后括号外不同小写字母表示相同浓度不同化合物之间差异显著( $P < 0.05$ ),括号内不同小写字母表示相同化合物在不同浓度下差异显著( $P < 0.05$ )。

0.92)头/板,明显多于其他各种诱芯的引诱效果,且与其他几种浓度的十六烷酸的引诱效果差异显著。以豆甾醇为诱芯,在浓度为 $10^{-4}$ 、 $10^{-5}$  g/mL时诱捕到的薇甘菊颈盲蝽雄成虫数与空白对照差异显著,且在浓度为 $10^{-5}$  g/mL时诱捕到

的雄成虫数最多,为 $(4.40 \pm 0.68)$ 头/板,与豆甾醇其他处理浓度的引诱效果差异显著。

在野外诱捕试验中,以十六碳烯酸、二十八烷、三十烷、三十二烷为诱芯,在各种浓度下均没有良好的引诱效果,与相应

表3 薇甘菊颈盲蝽雌成虫对单组分化合物的趋向反应

化合物	正趋向率(%)						
	10 <sup>-1</sup> g/mL	10 <sup>-2</sup> g/mL	10 <sup>-3</sup> g/mL	10 <sup>-4</sup> g/mL	10 <sup>-5</sup> g/mL	10 <sup>-6</sup> g/mL	10 <sup>-7</sup> g/mL
十六碳烯酸	0.00 ± 0.00a(a)						
十六烷酸	0.00 ± 0.00a(a)	0.00 ± 0.00a(a)	0.00 ± 0.00a(a)	2.00 ± 2.00a(a)	2.00 ± 1.22a(a)	0.00 ± 0.00a(a)	0.00 ± 0.00a(a)
二十八烷	0.00 ± 0.00a(a)	0.00 ± 0.00a(a)	1.00 ± 1.00a(a)	0.00 ± 0.00a(a)	0.00 ± 0.00a(a)	0.00 ± 0.00a(a)	0.00 ± 0.00a(a)
三十烷	0.00 ± 0.00a(a)						
三十二烷	0.00 ± 0.00a(a)						
豆甾醇	0.00 ± 0.00a(a)						

注同表2。

表4 单组分化合物对薇甘菊颈盲蝽雄成虫的野外诱捕结果

诱芯物质	诱捕到的雄成虫数(头/板)						
	10 <sup>-1</sup> g/mL	10 <sup>-2</sup> g/mL	10 <sup>-3</sup> g/mL	10 <sup>-4</sup> g/mL	10 <sup>-5</sup> g/mL	10 <sup>-6</sup> g/mL	10 <sup>-7</sup> g/mL
十六碳烯酸	0.40 ± 0.24a(ab)	0.00 ± 0.00b(b)	1.00 ± 0.32b(a)	0.40 ± 0.24c(ab)	0.60 ± 0.24c(ab)	0.40 ± 0.24b(ab)	0.20 ± 0.20a(b)
十六烷酸	1.40 ± 0.51a(bc)	1.80 ± 0.49a(bc)	2.60 ± 0.67a(b)	2.80 ± 0.58a(b)	7.60 ± 0.92a(a)	1.80 ± 0.37a(bc)	0.60 ± 0.24a(c)
二十八烷	0.80 ± 0.37a(ab)	0.00 ± 0.00b(b)	0.40 ± 0.24b(ab)	1.20 ± 0.70bc(ab)	1.40 ± 0.68c(a)	0.40 ± 0.24b(ab)	0.40 ± 0.24a(b)
三十烷	0.40 ± 0.40a(b)	0.80 ± 0.49ab(ab)	1.00 ± 0.32b(ab)	1.40 ± 0.60abc(ab)	2.00 ± 0.55c(a)	0.40 ± 0.24b(b)	0.4 ± 0.24a(b)
三十二烷	0.00 ± 0.00a(a)	0.60 ± 0.40ab(a)	0.20 ± 0.20b(a)	0.00 ± 0.00c(a)	0.40 ± 0.24c(a)	0.00 ± 0.00b(a)	0.20 ± 0.20a(a)
豆甾醇	0.40 ± 0.24a(c)	0.80 ± 0.37ab(c)	1.20 ± 0.37b(bc)	2.40 ± 0.51ab(b)	4.40 ± 0.68b(a)	1.00 ± 0.45ab(c)	0.20 ± 0.48a(c)
CK	0.80 ± 0.37a(a)	0.80 ± 0.37ab(a)	0.60 ± 0.40b(a)	0.40 ± 0.24c(a)	1.00 ± 0.31c(a)	0.20 ± 0.20b(a)	0.40 ± 0.24a(a)

注同表2。

浓度下的空白对照差异不显著。

### 3 讨论

利用气相色谱-质谱联用仪分析样品的化学成分,是分析植物和昆虫挥发性化学成分的有效方法<sup>[11,16]</sup>。本研究通过对薇甘菊颈盲蝽虫体不同部位的正己烷浸提物化学成分进行分析,检测出了36种含量较多的化合物,其中包括醇类、烯炔、烷炔、脂肪酸等物质。薇甘菊颈盲蝽雄虫和雌虫虫体含量较高的化合物有十六碳烯酸、十六烷酸、十八碳烯酸、十八碳二烯酸、十八碳二烯酸乙酯、十八烷酸、十八烷酸乙酯、三十二烷、豆甾醇等。但这些化合物在虫体不同部位的相对含量有很大的差别,在雄虫和雌虫中的相对含量也有所不同。

室内嗅觉选择性试验选用市场上容易购买到的十六碳烯酸、十六烷酸、二十八烷、三十烷、三十二烷、豆甾醇6种化合物为气味源。根据试验结果有2个重要的发现,首先,发现十六烷酸和豆甾醇对薇甘菊颈盲蝽成虫有引诱作用,且仅对雄成虫有引诱作用。以薇甘菊颈盲蝽雌虫为试虫时,6种化合物基本不起引诱作用。其次,味源化合物的浓度对引诱效果有明显的影响,十六烷酸和豆甾醇均是在10<sup>-5</sup> g/mL时对薇甘菊颈盲蝽雄虫的引诱效果最好。这种浓度效应在其他昆虫的嗅觉试验中也有报道,化学物质通常存在一个最佳的引诱(或驱避)浓度,并不是浓度越大引诱的效果就越好。例如,盲蝽科的绿盲蝽对4种寄主植物挥发性物质——反-2-己烯醛、顺-3-己烯醇、苯乙酮和苯乙醛的嗅觉行为试验也显示出明显的浓度效应,而且仅对绿盲蝽雌成虫有引诱作用<sup>[17]</sup>。在野外诱捕试验中十六烷酸和豆甾醇同样表现出较好的引诱效果,粘虫板上诱捕到的薇甘菊颈盲蝽均为雄成虫,这与室内嗅觉试验的结果相吻合。

室内和野外试验都显示十六烷酸在浓度为10<sup>-5</sup> g/mL时对薇甘菊颈盲蝽雄成虫具有良好的引诱效果。冯桑梓等曾利用活体薇甘菊颈盲蝽作为诱芯在野外进行诱捕试验,结果显

示雌成虫、雄成虫均不能引诱到薇甘菊颈盲蝽雌成虫,但雌成虫作为诱芯时可以引诱到较多的雄成虫<sup>[18]</sup>。十六烷酸是薇甘菊颈盲蝽虫体中相对含量较多的一种化合物,而且在雌成虫的提取物中含量略高于雄成虫。十六烷酸这种只引诱雄虫的作用具有类似昆虫性信息素的作用。昆虫信息素类化合物种类繁多,通常昆虫的种类不同,信息素的种类也一般不同<sup>[19]</sup>,但是也存在几种昆虫的信息素是同一种化合物的情况,而且某些种类的昆虫以几种化合物不同比例的混合物作为信息素<sup>[20]</sup>。

由于没有购买到薇甘菊颈盲蝽虫体检出相对含量最多的十八碳烯酸、十八碳二烯酸和十八烷酸,本研究工作未能验证这些化合物对薇甘菊颈盲蝽的引诱效果,在后续试验中将通过人工合成这些化合物的方法,继续完成相关试验。

本研究为利用化学信息物质诱集薇甘菊颈盲蝽,开展天敌昆虫的人工助迁、聚集,并最终实现对薇甘菊的生物防控进行了基础性的探索。

致谢:感谢南开大学刘国卿教授对薇甘菊颈盲蝽种的鉴定,感谢中国科学院昆明植物研究所提供GC-MS分析及化合物定性检索。

### 参考文献:

- [1] 王志远. 入侵杂草薇甘菊在云南的发生与防治[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(1): 116-119.
- [2] 宋玉双. 十九种林业检疫性有害生物简介(I)[J]. 中国森林病虫害, 2005, 24(1): 30-35.
- [3] 王志远, 莫南, 田先娇. 外来植物薇甘菊的开发利用前景[J]. 杂草科学, 2013, 31(3): 8-11.
- [4] 邓雄. 外来农业杂草薇甘菊研究进展[J]. 广东农业科学, 2010, 37(9): 196-198.
- [5] 李正洪, 谷芸, 郭芯瑜, 等. 外来杂草薇甘菊在云南德宏州的危害及防控措施[J]. 杂草科学, 2013, 31(1): 69-70.

吴祥,陈宏州,杨敬辉,等. 噻呋酰胺、氟环唑及其混配剂对水稻纹枯病的室内抑菌活性与田间防效[J]. 江苏农业科学,2014,42(12):152-154  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2014.12.050

# 噻呋酰胺、氟环唑及其混配剂对水稻纹枯病的室内抑菌活性与田间防效

吴祥<sup>1</sup>, 陈宏州<sup>1</sup>, 杨敬辉<sup>1</sup>, 李萨利<sup>2</sup>, 于海燕<sup>2</sup>, 朱成刚<sup>1</sup>, 王健<sup>1</sup>, 吉沐祥<sup>1</sup>

(1. 江苏丘陵地区镇江农业科学研究所, 江苏句容 212400; 2. 江苏省宿迁市宿城区农技推广中心, 江苏宿迁 223800)

**摘要:**为筛选出对水稻纹枯病(*Rhizoctonia solani*)高效的新配方药剂,延缓噻呋酰胺抗药性的产生,以噻呋酰胺与氟环唑两者混配进行室内抑菌活性测定,结果表明,氟环唑对水稻纹枯病病菌的室内生物活性高于噻呋酰胺。供试的8种混配组合对水稻纹枯病病菌的联合作用均表现为增效或相加作用,其中噻呋酰胺与氟环唑按3:1,2:1的比例混配表现为明显增效作用,增效系数分别为1.77、2.02。二者混配防治水稻纹枯病可行,其中噻呋酰胺与氟环唑以2:1混配效果较好。

**关键词:**水稻纹枯病;噻呋酰胺;氟环唑;抑菌活性

**中图分类号:** S435.111.4<sup>+</sup>2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)12-0152-03

水稻纹枯病(*Rhizoctonia solani*)已成为当前水稻生产中发生最普遍、危害最严重、损失最大的病害之一,在世界稻产区均有分布。水稻纹枯病主要在水稻分蘖期至抽穗期发生<sup>[1]</sup>。抽穗期前后为发病盛期,主要危害叶鞘、叶片,严重时侵入茎秆并蔓延至穗部,造成秕谷增加,粒质量下降,并可造成水稻倒伏或整株枯死。近年来由于水稻栽培模式多样化,以及栽培管理水平、施肥量的提高,水稻纹枯病发生日趋严重。目前生产上常用的防治水稻纹枯病药剂包括井冈霉素、三唑酮、苯甲·丙环唑、己唑醇等<sup>[2]</sup>。噻呋酰胺是孟山都

公司研制开发的噻唑酰胺类杀菌剂,具有强内吸传导性、长持效性。该药剂对丝核菌属、柄锈菌属、黑粉菌属、腥黑粉菌属、伏革菌属、核腔菌属等致病真菌均有活性,尤其对担子菌纲真菌引起的病害如纹枯病、立枯病等有特效<sup>[3]</sup>。氟环唑是由巴斯夫公司于1985年开发的新型、广谱、持效期长的三唑类含氟杀菌剂,与多数三唑类杀菌剂一样,其作用机制主要是抑制病原菌甾醇生物合成,兼具保护、治疗作用,对丝核菌属的病原真菌具有很高的生物活性<sup>[4-6]</sup>。为了延缓噻呋酰胺、氟环唑单独使用时抗药性的产生,江苏丘陵地区镇江农业科学研究所(以下简称本所)科研人员以噻呋酰胺与氟环唑两者混配进行室内抑菌活性测定,并研制开发出30%噻呋·氟环唑悬浮剂,在田间进行了药效试验。

收稿日期:2014-06-26

基金项目:江苏省科技基础设施建设计划(编号:BM2013462)。

作者简介:吴祥(1983—),男,江苏泗洪人,硕士,助理研究员,从事植保农药研究与开发。Tel:(0511)87265391;E-mail:wuxiangh@126.com。

通信作者:吉沐祥,研究员,从事农作物病害研究与植保农药开发工作。Tel:(0511)87276940;E-mail:jilvdun2800@163.com。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验药剂

95%噻呋酰胺(trifluzamide)原药(北京华戎凯威植保生

[6]莫南. 云南省德宏州薇甘菊蔓延成灾原因及防控措施[J]. 中国植保导刊,2009,29(2):35-37.

[7]杜凡,杨宇明,李俊清,等. 云南假泽兰属植物及薇甘菊的危害[J]. 云南植物研究,2006,28(5):505-508.

[8]泽桑梓,苏尔广,闫争亮. 薇甘菊颈盲蝽对薇甘菊的控制作用[J]. 西部林业科学,2013,42(1):46-52.

[9]张茂新,凌冰,孔垂华,等. 薇甘菊挥发油的化学成分及其对昆虫的生物活性[J]. 应用生态学报,2003,14(1):93-96.

[10]邵华,彭少麟,刘运笑,等. 薇甘菊的生物防治及其天敌在中国的新发现[J]. 生态科学,2002,21(1):33-36.

[11]苏建伟,陈展册,张广珠,等. 绿盲蝽雌虫的浸提物分析[J]. 昆虫知识,2010,47(6):1113-1117.

[12]Bertschy C, Turlings T C, Bellotti A C, et al. Chemically-mediated attraction of three parasitoid species to mealybug-infested cassava leaves[J]. Florida Entomologist, 1997, 80(3):383-395.

[13]曹兵,李治中,姬学龙,等. 臭椿提取物对光肩星天牛的驱避作

用[J]. 南京林业大学学报:自然科学版,2004,28(1):47-49.

[14]丁红建,郭予元,吴才宏. 用于昆虫嗅觉行为研究的四臂嗅觉仪的设计、制作和应用[J]. 昆虫知识,1996,33(4):241-243.

[15]严善春,孙江华,迟德富,等. 植物挥发性物质对落叶松球果花蝇的驱避效果[J]. 生态学报,2003,23(2):314-319.

[16]阮小云,付廷雄,卢金清. 华中碎米荠挥发油化学成分GC-MS分析[J]. 南京中医药大学学报,2013,29(4):379-381.

[17]张尚卿,高占林,党志红,等. 绿盲蝽对四种挥发性物质的触角电位和行为反应[J]. 华北农学报,2011,26(3):189-194.

[18]泽桑梓,季梅,闫争亮,等. 薇甘菊颈盲蝽性信息素的初步验证及后肠挥发物的鉴定[J]. 动物学研究,2011,32(增):147-153.

[19]孟宪佐. 我国昆虫信息素研究与应用的进展[J]. 昆虫知识,2000,37(2):75-84.

[20]杨毅,梁潇予,杨春平,等. 象甲科昆虫信息素研究概况[J]. 浙江农林大学学报,2012,29(1):125-129.