

不同绿盲蝽抗性茶树品种新梢挥发物组成比较

杨 春,陈正武,郭 燕,乔大河,李 帅,孟泽洪\*  
(贵州省农业科学院 茶叶研究所,贵州 贵阳 550006)

**摘要:**为明确茶树新梢挥发物与茶树品种对绿盲蝽抗性的关联,通过田间调查确定不同茶树品种的绿盲蝽抗性,利用顶空固相微萃取-气质联用(HS-SPME-GC/MS)方法分析茶树新梢挥发物组成,然后分析茶树新梢挥发物与绿盲蝽抗性的相关性。结果发现,同一茶园同一时间调查,4个茶树品种绿盲蝽危害指数存在极显著差异,苔选0310表现出抗绿盲蝽特性,黄金芽表现为易感绿盲蝽;绿盲蝽危害程度不同的茶树品种新梢挥发物组成亦不同,受害程度最轻的苔选0310新梢挥发物主要为芳樟醇及其氧化物、香叶醇和水杨酸甲酯等,且较之其余3个品种新梢内萜烯烃类挥发物数量和相对含量明显更丰富,受害最严重的黄金芽新梢中含有较高的己醛、青叶醛和己醇等挥发物。茶树品种挥发物相对含量与绿盲蝽危害指数间的关联分析发现,萜烯醇类含量与茶树抗绿盲蝽间呈一定正相关,己醇含量与茶树感绿盲蝽间呈一定正相关。

**关键词:**绿盲蝽;茶树品种;苔选0310;挥发性物质

**中图分类号:**S435.711      **文献标志码:**A      **文章编号:**1004-3268(2018)07-0095-05

Comparison of *Apolygus lucorum* Resistance and Volatile  
Constituents in Different Tea Cultivars

YANG Chun, CHEN Zhengwu, GUO Yan, QIAO Dahe, LI Shuai, MENG Zehong\*  
(Tea Research Institute, Guizhou Academy of Agricultural Sciences, Guiyang 550006, China)

**Abstract:** Field investigation and laboratory detection (HS-SPME-GC/MS) were made to ascertain the correlation of volatile constituents of tea shoots and tea resistance to *Apolygus lucorum* (Meyer-Dür.). Result showed that *A. lucorum* damage indexes on four tea cultivars in the same tea garden were extremely significantly different, Taixuan 0310 showed resistance, and Huangjinya was susceptible. The compositions of volatile components in tea shoots of different tea cultivars were also different. The main volatile substances in Taixuan 0310 were linalool and its oxides, geraniol, methyl salicylate. Furthermore, more terpene hydrocarbons were detected in the shoots of Taixuan 0310 compared to the other three cultivars. The shoots of Huangjinya contained more hexanal, Z-3-hexenal and hexanol. Correlation analysis between the relative content of volatiles and the damage index of *A. lucorum* on tea trees showed that the content of terpenic alcohols was positively correlated with the tea tree resistance to *A. lucorum*, while the hexanol played the opposite role.

**Key words:** *Apolygus lucorum*; Tea cultivars; Taixuan 0310; Volatile constituents

绿盲蝽 [*Apolygus lucorum* (Meyer-Dür.)] 属半翅目 (Hemiptera) 盲蝽科 (Miridae)<sup>[1]</sup>, 为杂食性昆虫, 宿主广泛, 包括棉花、葡萄、枣树、茶树等<sup>[2-5]</sup>。绿盲蝽危害后茶叶质量下降如茶汤浑浊、苦涩不鲜

收稿日期:2018-03-15  
基金项目:国家现代农业(茶叶)产业技术体系建设专项资金项目(CARS-19);贵州省科技计划项目(黔科合NY[2015]2011-2号,黔科合平台人才[2017]5717号);贵阳市与贵州省农业科学院农业科技合作项目(院地农科合字[2014]8号);贵州省农业科学院自主创新科研专项(黔农科院自主创新科研专项字[2014]009号)  
作者简介:杨 春(1988-),女,湖南益阳人,助理研究员,硕士,主要从事茶树育种工作。E-mail:610681998@qq.com  
\* 通讯作者:孟泽洪(1982-),男,四川彭州人,副研究员,博士,主要从事昆虫系统学和茶树病虫害防控研究。  
E-mail:mengzehong@163.com

爽<sup>[6]</sup>,茶树上绿盲蝽的危害特点为:幼虫期开始频繁刺吸茶芽或嫩叶,一夜刺吸可达上百次,取食后形成独特“红点”症状,明显有别于茶树其他刺吸类害虫如茶蚜、茶黑刺粉虱和小绿叶蝉,受害茶芽或嫩叶后期变为褐色,随芽叶伸展而形成“破叶疯”<sup>[7]</sup>。目前有关茶树上绿盲蝽的研究主要集中在各地绿盲蝽发生情况调查、危害程度及防治方式等方面<sup>[7-9]</sup>,关于茶树新梢挥发物组成对绿盲蝽选择性取食的影响尚未见报道。

近年来,茶树上绿盲蝽的危害在贵州茶区出现并逐渐加重成为春茶时期贵州茶园中的主要虫害,严重影响春茶品质和产量,绿盲蝽大面积暴发时造成重大经济损失。本试验基于田间调查,选择绿盲蝽危害程度不同的 4 个茶树品种未受损鲜叶为材料,研究绿盲蝽不同危害程度茶树品种的鲜叶挥发物组成,探讨茶树挥发物差异与绿盲蝽危害程度的关联,为茶树上绿盲蝽的生物防治提供研究依据。

1 材料和方法

1.1 仪器与材料

Agilent 5975C/6890 GC/MS 气相色谱-质谱联用仪:美国安捷伦公司生产;手动固相微萃取装置:美国 Supelco 公司生产;萃取纤维头:2 cm-50/30 μm DVB/CAR/PDM StableFlex,美国 Supelco 公司生产。

供试茶树品种 4 个:苔选 0310、浙农 139、白叶 1 号、黄金芽。

于 2017 年 4 月 20 日,在贵阳茶树资源圃内调查绿盲蝽危害情况。采用 5 点取样法,每个品种随机采集 20 棵茶树嫩梢 1 芽 2 叶,分别调查第 2 叶、第 1 叶与芽头被刺吸面积,以危害指数作为绿盲蝽危害程度的判断标准,重复 3 遍。公式为:危害指数 = Σ(危害级别 × 相应叶片数量)/(最大危害级别值 × 叶片总数)。依据果树叶片受害分级方法<sup>[10]</sup>,将茶树叶片受害级别分为 5 级:0 级,叶片完整未受害;1 级,受害面积占叶片总面积 1% ~ 20%;2 级,受害面积占叶片总面积 21% ~ 40%;3 级,受害面积占叶片总面积 41% ~ 60%;4 级,受害面积占叶片总面积 61% ~ 80%;5 级,受害面积占叶片总面积 81% ~ 100%。

2017 年 4 月 20 日采集未被绿盲蝽取食茶树的新梢 1 芽 2 叶放入冰盒,之后转入 -54 ℃ 超低温冷冻冰箱保存。

1.2 方法

1.2.1 茶叶挥发性物质的提取 采用顶空固相微萃取(HS-SPME)技术提取。取鲜叶样品 1 g 置于

25 mL 固相微萃取采样瓶中,于 60 ℃ 加热板上加热,插入装有 2 cm-50/30 μm DVB/CAR/PDM StableFlex 纤维头的手动进样器,40 min 后移出萃取头并立即插入气相色谱仪进样口(温度 250 ℃)中,热解析 3 min 进样。

1.2.2 挥发性物质的 GC-MS 检测条件 色谱柱为 ZB-5MSI 5% Phenyl-95% DiMethylpolysiloxane (30 m × 0.25 mm × 0.25 μm)弹性石英毛细管柱,柱温 40 ℃(保留 2 min),以 5 ℃/min 升温至 255 ℃,运行时间 45 min;汽化室温度 250 ℃;载气为高纯 He (99.999%);柱前压 7.62 psi,载气流量 1.0 mL/min;不分流进样;溶剂延迟时间 1 min。离子源为 EI 源;离子源温度 230 ℃;四极杆温度 150 ℃;电子能量 70 eV;发射电流 34.6 μA;倍增器电压 1 529 V;接口温度 280 ℃;质量范围 29 ~ 500 amu。

1.2.3 挥发性物质的定性定量分析 根据得到的总离子流图中各色谱峰的质谱信息,质谱计算机数据系统检索及核对 Nist 2005 和 Wiley 275 标准质谱图,确定各色谱峰对应的物质结构。按面积归一化法计算各组分含量,即各色谱峰的面积与总峰面积之比为各香气组分的相对含量。

1.3 数据分析

数据统计和线性相关性分析采用 Excel 2007 软件,采用 SPSS 17.0 软件进行单因素方差分析和多重比较(Duncan's multiple range test)。

2 结果与分析

2.1 不同茶树品种绿盲蝽危害情况

绿盲蝽对同一茶园不同茶树品种取食存在明显偏好,不同品种新梢危害指数间存在极显著差异(表 1),其中黄金芽的危害指数极显著高于白叶 1 号、浙农 139 和苔选 0310。苔选 0310 危害指数最低,但与浙农 139 的危害指数差异不显著。绿盲蝽对茶树新梢危害指数越高,说明该品种越感绿盲蝽,因此,不同茶树对绿盲蝽的抗性为苔选 0310 > 浙农 139 > 白叶 1 号 > 黄金芽。

表 1 不同茶树品种绿盲蝽危害情况	
品种	危害指数
苔选 0310	0.057 ± 0.001C
浙农 139	0.062 ± 0.003C
白叶 1 号	0.074 ± 0.002B
黄金芽	0.124 ± 0.004A

注:同列不同大写字母表示差异极显著(P < 0.01)。

2.2 4 个茶树品种健康新梢挥发物组成

由图 1 可知,绿盲蝽危害程度不同的 4 个茶树品

种新梢挥发物组成不同。危害程度最轻的苔选 0310 挥发物构成主要为:芳樟醇(54.33%)、香叶醇(19.31%)、水杨酸甲酯(11.36%)、反式-氧化芳樟醇(4.96%)、青叶醛(1.86%)、顺式-氧化芳樟醇(1.32%)、橙花醇(1.03%)等;危害程度较轻的浙农 139 挥发物构成主要为:芳樟醇(35.81%)、反式-氧化芳樟醇(17.17%)、水杨酸甲酯(15.55%)、青叶醛(9.92%)、顺式-氧化芳樟醇(7.38%)、己醛(4.82%)、

香叶醇(2.92%)等;危害程度中等的白叶 1 号挥发物构成主要为:己醛(22.83%)、芳樟醇(21.43%)、香叶醇(20.57%)、青叶醛(15.49%)、反式-氧化芳樟醇(7.81%)、水杨酸甲酯(5.05%)、顺式-氧化芳樟醇(2.72%)等;危害最为严重的黄金芽挥发物构成主要为:芳樟醇(39.64%)、水杨酸甲酯(19.22%)、己醛(14.30%)、青叶醛(13.82%)、反式-氧化芳樟醇(3.69%)、香叶醇(2.52%)、己醇(2.21%)等。

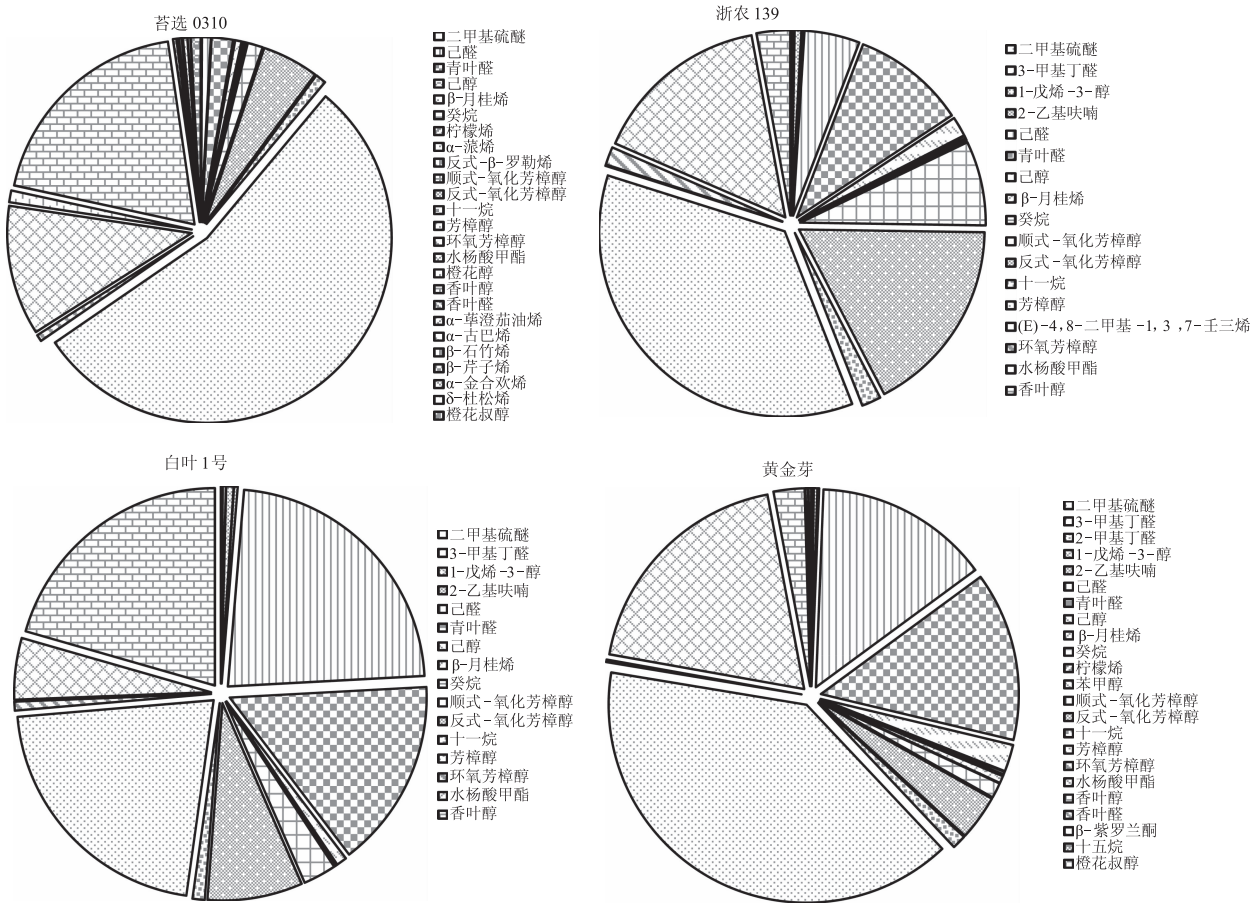


图 1 4 个茶树品种健康新梢挥发物组成

苔选 0310 是 4 个茶树品种中绿盲蝽危害程度最轻的,较之其余 3 个茶树品种,苔选 0310 新梢中检测到多个特有萜烯类挥发物:柠檬烯、反式- $\beta$ -罗勒烯、 $\alpha$ -蒎烯、 $\alpha$ -萜荜油烯、 $\alpha$ -古巴烯、 $\beta$ -石竹烯、 $\beta$ -芹子烯、 $\alpha$ -金合欢烯、 $\delta$ -杜松烯和橙花醇。黄金芽是 4 个茶树品种中绿盲蝽危害程度最严重的,其新梢中检测到特有的  $\beta$ -紫罗兰酮和苯甲醇。苔选 0310 新梢中特有的萜烯类物质是否对绿盲蝽具有趋避作用和黄金芽新梢中的  $\beta$ -紫罗兰酮和苯甲醇是否对绿盲蝽具有引诱作用,是后续研究中值得关注的重点。

植物通过释放挥发性有机化合物向周围环境发出自己的信息,植物释放的挥发物因品种、生长

环境等不同而异,对不同的昆虫产生或引诱或趋避的生态功能,其中发挥作用的挥发物主要包括绿叶挥发物、萜类化合物、苯丙素类和苯类化合物等<sup>[11-12]</sup>。己醛、己醇、青叶醛是茶树新梢中检测到的 3 种绿叶挥发物,在 4 个品种新梢内绿叶挥发物含量差异很大,苔选 0310 新梢内 4 种绿叶挥发物总相对含量为 2.75%,浙农 139 为 16.47%,白叶 1 号为 39.18%,黄金芽为 30.33%。茶树新梢中检测到的萜类化合物主要包括萜烯醇类和萜烯烃类两大类,以芳樟醇及其氧化物为代表的萜烯醇类物质是茶树新梢中的主要挥发物,萜烯醇类物质在 4 个茶树品种新梢中的百分含量分别是苔选0310 80.48%、浙农 139 64.87%、白叶 1 号

53.23%、黄金芽 47.30%。(E)-4,8-二甲基-1,3,7-壬三烯、 $\beta$ -月桂烯、柠檬烯等是检测到的主要萜烯烃类挥发物,4 个茶树品种新梢中萜烯烃类物质数量和相对含量差异较大,其中受害程度最轻的苔选 0310 健康新梢内检测到 10 种萜烯烃类物质,总相对含量为 2.15%,浙农 139 健康新梢内萜烯烃类物质 2 种,相对含量 0.30%,白叶 1 号 1 种,相对含量 0.07%,黄金芽 2 种,相对含量 0.27%。茶树新梢中的苯丙素类和苯类化合物种类较少,相对单一,黄金芽中检测到水杨酸甲酯和苯甲醇 2 种,其余 3 个品种仅检测到水杨酸甲酯 1 种。

2.3 茶树新梢挥发物与绿盲蝽抗性关联分析

己醛、己醇、芳樟醇、水杨酸甲酯和香叶醇等 13 种挥发物在 4 个茶树品种新梢中都能检测到,对 4 种茶树新梢的共有挥发物以及绿叶挥发物、萜烯醇类、萜烯烃类、苯丙素类和苯类化合物的相对含量与 4 种茶树受害绿盲蝽危害指数进行线性相关分析,结果见表 2。由表 2 可知,茶树新梢中的己醇含量与绿盲蝽危害指数存在一定的正相关,相关系数达 0.72,萜烯醇类物质与绿盲蝽危害指数呈一定负相关性,相关系数为 -0.80,从一定程度上说明,新梢挥发物中己醇占比高的茶树品种易感绿盲蝽,萜烯醇类含量丰富的茶树品种表现出抗绿盲蝽特性。

表 2 茶树新梢挥发物含量与绿盲蝽危害指数的相关系数

茶树品种	危害指数	挥发性物质含量/%								
		二甲基硫醚	己醛	青叶醛	己醇	$\beta$ -月桂烯	癸烷	顺式-氧化芳樟醇	反式-氧化芳樟醇	十一烷
苔选 0310	0.057	0.07	0.78	1.86	0.11	0.56	0.06	1.32	4.96	0.94
浙农 139	0.062	0.18	4.82	9.92	1.73	0.23	0.17	7.38	17.17	1.68
白叶 1 号	0.074	0.15	22.83	15.49	0.86	0.07	0.13	2.72	7.81	1.00
黄金芽	0.124	0.08	14.30	13.82	2.21	0.22	0.07	1.25	3.69	1.14
相关系数( <i>r</i> )		-0.41	0.46	0.58	0.72	-0.37	-0.35	-0.43	-0.50	-0.13

茶树品种	危害指数	挥发性物质含量/%							
		芳樟醇	环氧芳樟醇	水杨酸甲酯	香叶醇	绿叶挥发物	萜烯醇类	萜烯烃类	苯丙素类和苯类化合物
苔选 0310	0.057	54.33	0.58	11.36	19.31	2.75	80.48	2.15	11.36
浙农 139	0.062	35.81	1.57	15.55	2.92	16.47	64.87	0.30	15.55
白叶 1 号	0.074	21.43	0.73	5.05	20.57	39.18	53.23	0.07	5.05
黄金芽	0.124	39.64	0.20	19.22	2.52	30.33	47.30	0.27	19.82
相关系数( <i>r</i> )		-0.13	-0.66	0.56	-0.52	0.55	-0.80	-0.46	0.59

3 结论与讨论

绿盲蝽取食茶树品种存在一定偏好,同一时间、同一茶园中黄金芽嫩梢受害最重,黔茶新品种苔选 0310 受害最轻,说明苔选 0310 可作为抗绿盲蝽茶树品种在贵州茶区推广种植。通过分析不同茶树品种健康新梢挥发物相对含量与绿盲蝽危害指数的相关性发现,茶树新梢中的己醇含量与绿盲蝽危害指数存在一定的正相关,萜烯醇类物质与绿盲蝽危害指数呈一定负相关性,从一定程度上说明,新梢挥发物中己醇占比高的茶树品种易感绿盲蝽,萜烯醇类含量丰富的茶树品种表现出抗绿盲蝽特性。

寄主植物释放的挥发物是植食性昆虫寻找食物的关键信息,茶树叶片中的挥发性物质是连接茶树-害虫-天敌间的化学通讯物<sup>[13]</sup>,大量研究表明,部分植物可释放某些具有“身份”象征、不能被其他植物释放的物质,特定吸引某一昆虫进行取食,例如,苯甲醇、(Z)-3-己酸叶醇酯、(Z)-3-乙烯醛对茶尺蠖成虫具有引诱活性<sup>[14]</sup>,苯甲醇对茶蚜具引诱

活性<sup>[15]</sup>,芳樟醇对小绿叶蝉具极强引诱活性<sup>[16]</sup>。部分研究中提到,绿叶挥发物起到信息素的作用,如诱导蚜虫取食马铃薯叶片<sup>[17]</sup>和诱导茶丽纹象甲成虫取食茶树嫩梢<sup>[18]</sup>。本研究发现,茶树嫩梢中绿叶挥发物相对含量与绿盲蝽危害程度呈一定正相关,其中,己醇含量与绿盲蝽危害的相关性更明显。同时还有研究表明,植物可通过释放特定挥发物对某些取食昆虫展开趋避,如萜类物质对植食性昆虫具有驱避、毒杀或拒食功能<sup>[19-21]</sup>。在针对不同茶树害虫的挥发物研究中,水杨酸甲酯表现出不同的生态功能,对茶蚜具有较强的引诱活性<sup>[22]</sup>,同时又是小绿叶蝉天敌微小裂骨缨小蜂的诱集物质<sup>[23]</sup>,茶树新梢中的水杨酸甲酯对绿盲蝽及其天敌的生态作用是后续研究的重点。另外,可通过绿盲蝽对茶叶挥发物的触角电位反应等进一步研究、筛选引诱或趋避绿盲蝽的化学信息素,这是实现对绿盲蝽生态防控的重点。

参考文献:

[1] 郑乐怡. 中国动物志. 昆虫纲(第三十三卷):半翅目盲

- 蝽科盲蝽亚科[M].北京:科学出版社,2004.
- [2] 马兴莉,宋宏伟,封洪强,等.河南枣区绿盲蝽春秋季节迁移能力及寄主转移规律[J].河南农业科学,2016,45(9):73-77.
- [3] 张秀梅,刘小京,杨艳敏,等.绿盲蝽在 *Bt* 转基因棉及枣树上的发生规律[J].华东昆虫学报,2005,14(1):28-32.
- [4] 高勇,门兴元,于毅,等.绿盲蝽危害后枣、桃、樱桃、葡萄叶片生理代谢指标的变化[J].中国农业科学,2012,45(22):4627-4634.
- [5] 魏书艳,肖留斌,谭永安,等.不同寄主受绿盲蝽危害后生理代谢指标的变化[J].植物保护学报,2010,37(4):359-364.
- [6] Lu X L, Duan F M, Tan X M, *et al.* Nutritional characteristics of normal, *Apolygus lucorum*-damaged, and mechanically damaged tender shoots of tea (*Camellia sinensis*) [J]. Journal of Nutrition & Food Sciences, 2017, 7(3):1-5.
- [7] 韩宝瑜.绿盲蝽刺害的春茶芽及芽上刺害点空间格局和抽样技术研究[J].茶业通报,1996(2):36-38.
- [8] 门兴元,李丽莉,丁楠,等.北方茶区绿盲蝽的发生与绿色防控技术[J].山东农业科学,2015,47(6):109-112.
- [9] 段永春,郑海涛,董书强,等.北方茶园绿盲蝽年种群动态规律研究[J].山东农业大学学报(自然科学版),2017,48(1):24-27.
- [10] 高勇,门兴元,于毅,等.绿盲蝽危害后枣、桃、樱桃、葡萄叶片生理代谢指标的变化[J].中国农业科学,2012,45(22):4627-4634.
- [11] 蔡晓明,孙晓玲,董文霞,等.虫害诱导植物挥发物(HIPVs):从诱导到生态功能[J].生态学报,2008,28(8):3969-3980.
- [12] Arimura G, Ozawa R, Shimoda T, *et al.* Herbivory-induced volatiles elicit defence genes in lima bean leaves [J]. Nature, 2000, 406(6795):512-515.
- [13] 陈宗懋,许宁,韩宝瑜,等.茶树-害虫-天敌间的化学信息联系[J].茶叶科学,2003,23(z1):38-45.
- [14] Sun X L, Wang G C, Gao Y, *et al.* Volatiles emitted from tea plants infested by *Ectopis obliqua*, larvae are attractive to conspecific moths [J]. Journal of Chemical Ecology, 2014, 40(10):1080-1089.
- [15] 韩宝瑜.茶树-茶蚜-捕食、寄生性天敌间定位、取食的物理、化学通讯机制[D].北京:中国农业科学院,1999.
- [16] 赵冬香.茶树-假眼小绿叶蝉-蜘蛛间化学、物理通讯机制的研究[D].杭州:浙江大学,2001.
- [17] Vancanneyt G, Sanz C, Farmaki T, *et al.* Hydroperoxide lyase depletion in transgenic potato plants leads to an increase in aphid performance [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2001, 98(14):8139-8144.
- [18] Sun X L, Wang G C, Cai X M, *et al.* The tea weevil, *Mylocerinus aurolineatus*, is attracted to volatiles induced by conspecifics [J]. Journal of Chemical Ecology, 2010, 36(4):388-395.
- [19] De Moraes C M, Mescher M C, Tumlinson J H. Caterpillar-induced nocturnal plant volatiles repel conspecific females [J]. Nature, 2001, 410(29):577-580.
- [20] Knight A L, Light D M, Trimble R M. Identifying (E)-4,8-dimethyl-1,3,7-nonatriene plus acetic acid as a new lure for male and female codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) [J]. Environmental Entomology, 2011, 40(2):420-430.
- [21] Senananyake P D, Mohotti K M, Paranagama P A. Volatile constituents of tea stems (*Camellia sinensis* L. O. Kuntze) as semiochemicals to attract low country live wood termite (*Glyptotermes dilatatus* Bugnion & Popoff), in Sri Lanka [J]. Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka, 2016, 44(1):33.
- [22] 韩宝瑜,韩宝红.无翅茶蚜对茶树挥发物的触角电生理和行为反应[J].生态学报,2007,27(11):4485-4490.
- [23] 韩善捷,潘铖,韩宝瑜.假眼小绿叶蝉为害致茶梢挥发物变化及其引诱微小裂骨缨小蜂效应[J].中国生物防治学报,2016,32(2):142-148.