

袁盛勇,孔 琼,刘晓飞,等. 香茅精油对番石榴实蝇成虫和幼虫的抑制作用[J]. 江苏农业科学,2017,45(2):100-102.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.02.027

香茅精油对番石榴实蝇成虫和幼虫的抑制作用

袁盛勇¹,孔 琼¹,刘晓飞²,叶 辉²,何 超¹,沈登荣¹

(1. 红河学院生命科学与技术学院,云南蒙自 661100;2. 云南大学农学院,云南昆明 650091)

摘要:研究香茅(*Cymbopogon nardus*)精油对番石榴实蝇(*Bactrocera correcta* Bezzi)成虫的产卵驱避作用和对幼虫生长发育的抑制作用。结果表明,香茅精油对番石榴实蝇产卵具有很好的驱避作用,不同浓度香茅精油处理番石榴上的产卵均显著低于对照。在24 h下1 000 $\mu\text{g/mL}$ 浓度时番石榴实蝇雌虫的选择产卵驱避率为 $(5.26 \pm 2.38)\%$,10 000 $\mu\text{g/mL}$ 浓度时雌虫的选择产卵驱避率为 $(85.73 \pm 10.45)\%$ 。经24 h后,1 000 $\mu\text{g/mL}$ 浓度时番石榴实蝇的非选择产卵驱避率为 $(49.88 \pm 3.57)\%$,10 000 $\mu\text{g/mL}$ 浓度时的非选择产卵驱避率为 $(90.29 \pm 9.54)\%$ 。香茅精油对番石榴实蝇2龄幼虫在浓度为1 000 $\mu\text{g/mL}$ 时24 h后拒食率为 $(37.82 \pm 5.27)\%$,48 h后拒食率为 $(53.15 \pm 4.76)\%$;浓度为10 000 $\mu\text{g/mL}$ 时24 h后拒食率为 $(86.25 \pm 12.79)\%$,48 h后拒食率为 $(91.05 \pm 9.51)\%$ 。香茅精油对番石榴实蝇2龄幼虫化蛹的影响为在浓度1 000 $\mu\text{g/mL}$ 时,12 h番石榴实蝇幼虫的化蛹率为 $(79.44 \pm 13.58)\%$,24 h的化蛹率为 $(70.52 \pm 8.23)\%$,48 h的化蛹率为 $(42.22 \pm 7.93)\%$,72 h的化蛹率为 $(27.67 \pm 5.93)\%$;浓度为10 000 $\mu\text{g/mL}$ 时,12 h番石榴实蝇幼虫的化蛹率为 $(6.77 \pm 2.49)\%$,24 h的化蛹率为 $(6.53 \pm 1.23)\%$,48 h的化蛹率为 $(4.33 \pm 1.85)\%$,72 h的化蛹率为0。

关键词:香茅精油;番石榴实蝇;驱避作用;生长发育;趋避率

中图分类号:S482.3⁺9 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2017)02-0100-03

昆虫的取食和产卵行为受多种因素影响,植物表面挥发性和非挥发性物质直接影响昆虫取食和对产卵场所的选择及其产卵量^[1]。研究对昆虫取食和产卵有抑制效果的植物次生化学物质,并研制成昆虫行为调控剂,对环境安全,且作用方式多样,害虫不易产生抗性,是新一代害虫控制策略的发展方向^[2]。植物精油(essential oil)是植物体内的次生代谢物质,现已发现不少植物精油对害虫有熏蒸、触杀、驱避等活性,

是一类对环境友好的天然杀虫活性物质^[3]。李红艳等利用香茅(*Cymbopogon nardus*)精油对丝光绿蝇(*Lucilia sericata*)的熏蒸毒力进行研究^[4]。王玉赞等利用香茅精油对橘小实蝇(*Bactrocera dorsalis* Hendel)的产卵抑制性进行了研究,并取得一定效果^[5]。郭素芬等利用辣椒(*Capsicum annuum*)等非寄主植物粗提物对小菜蛾(*Plutella xylostella*)幼虫的驱避作用进行研究^[6]。钟平生等用山姜(*Alpinia japonica*)等植物精油对长头谷盗(*Latheticus oryzae* (Waterhouse))的趋避作用进行研究,并具有良好的效果^[7]。

番石榴实蝇(*Bactrocera correcta* Bezzi)属于双翅目(Diptera)实蝇科(Tephritidae)^[8],是多种热带、亚热带水果和蔬菜的重要害虫,主要危害番石榴(*Psidium guajava* Linn.)、芒果(*Mangifera indica* L.)、莲雾[*Syzygium samarangense* (Bl.) Merr. et Perry]、枣(*Ziziphus jujuba* Mill)、蒲桃[*Syzygium jam-*

收稿日期:2015-11-20

基金项目:国家自然科学基金(编号:41401065);红河学院植物保护硕士授权点建设项目。

作者简介:袁盛勇(1975—),男,云南宣威人,硕士,副教授,从事农业昆虫与害虫防治研究。E-mail:ysy9069@163.com。

通信作者:叶 辉,博士,教授,从事有害昆虫入侵生态及预警监测及昆虫种群迁移及其适应进化研究。E-mail:yehui@ynu.edu.cn。

of fruits[J]. Annual Review of Phytopathology, 2002, 40(1): 411-441.

[8]黄 蓉. 防治草莓灰霉病酵母菌株筛选及防病机制研究[D]. 武汉:华中农业大学,2011.

[9]张红印,蒋益虹,郑晓冬,等. 酵母菌对果蔬采后病害防治的研究进展[J]. 农业工程学报,2003,19(4):23-27.

[10]余 慧. 柑橘采后黑腐病菌的分离、鉴定及其拮抗酵母菌研究[D]. 武汉:华中农业大学,2009.

[11]El Ghaouth A, Wilson C L, Wisniewski M. Control of postharvest decay of apple fruit with *Candida saitoana* and induction of defense responses[J]. Phytopathology, 2003, 93(3):344-348.

[12]Pimenta R S, Silva J F M, Coelho C M, et al. Integrated control of *Penicillium digitatum* by the predacious yeast *Saccharomycopsis crataegensis* and sodium bicarbonate on oranges[J]. Brazilian Journal

of Microbiology, 2010, 41(2):404-410.

[13]范 青. 果实采后病害生物防治及其机理研究[D]. 北京:中国科学院植物研究所,2001.

[14]贺立红,汪跃华,兰 霞,等. 拮抗酵母菌对指状青霉菌的抑菌作用[J]. 仲恺农业工程学院学报,2010,23(4):61-67.

[15]耿 鹏,张彦博,胡美英,等. 柑橘采后绿霉病生防酵母菌的筛选鉴定及其生防效果研究[J]. 西北农林科技大学学报,2011,39(6):191-196.

[16]王一非. 海洋拮抗酵母 *Rhodospiridium paludigenum* 对果实采后病害生物防治的研究[D]. 杭州:浙江大学,2008.

[17]汪志浩,单春会,王 坚,等. 拮抗酵母添加方式对哈密瓜保鲜效果的研究[J]. 农产品加工,2013(3):34-36.

[18]罗 杨. 膜醌毕赤酵母对柑橘采后青绿霉病害的生物防治及机理研究[D]. 重庆:西南大学,2011.

bos (L.) Alston]、人心果 [*Manikara zapota* (Linn.) van Royen] 等 30 个科 60 余种瓜果, 主要分布在泰国、印度、斯里兰卡和巴基斯坦, 仅在我国台湾和云南的元江县有发生^[9]。番石榴实蝇被列为我国进境植物检疫性害虫, 也被很多国家列为检疫性对象。随着我国和东盟自由贸易区的建立, 我国从东盟进口水果数量在逐年增加, 进口水果携带番石榴实蝇入境的风险越来越高, 云南省河口口岸从越南进口大量热带水果, 并截获过大量番石榴实蝇疫情^[10-11]。本研究利用香茅精油对番石榴实蝇的成虫产卵忌避作用和幼虫拒食作用等进行研究, 以期对番石榴实蝇的无公害防治和香茅精油的综合利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 供试虫源 番石榴实蝇采自云南省元江县腐烂的芒果和建水县番石榴的烂果, 经室内人工饲养建立实验种群。

1.1.2 仪器及试剂 养虫箱 (50 cm × 50 cm × 50 cm)、85% 丙酮、指形管、RXZ-300B 型人工气候箱 (浙江宁波东南仪器有限公司)。

1.1.3 供试精油 香茅精油购自江西省吉安市中香天然植物提取有限公司, 纯度为 85%。

1.2 方法

1.2.1 香茅精油对番石榴实蝇产卵的影响 用丙酮把香茅精油稀释至 1 000、2 000、4 000、8 000、10 000 μg/mL 5 个不同浓度。将表面健康的番石榴块洗净晾干后浸入上述不同质量浓度的香茅精油溶液中浸泡 10 s 后取出, 晾干备用。

1.2.1.1 雌虫选择性产卵试验 将 1 块经过浓度为 1 000 μg/mL 香茅精油处理过的番石榴块和 1 块用蒸馏水浸泡 10 s 晾干后的番石榴块, 同时放入养虫箱内, 将 20 对产卵高峰期的成虫移入养虫箱中, 并供应人工饲料和水。2 000、4 000、8 000、10 000 μg/mL 浓度作同样处理, 每个处理浓度重复 3 次, 24 h 后检查番石榴上的产卵量。

1.2.1.2 雌虫非选择性产卵试验 将番石榴块用 1 000、2 000、4 000、8 000、10 000 μg/mL 浓度香茅精油处理后, 放入装有 20 对处于产卵高峰期的成虫养虫箱内, 并以蒸馏水处理过的番石榴作对照, 24 h 后检查番石榴上的产卵量, 每个处理重复 3 次。

1.2.3 香茅精油对番石榴实蝇幼虫拒食作用 番石榴块分别浸入 1 000、2 000、4 000、8 000、10 000 μg/mL 5 个不同浓度的香茅精油溶液中。10 s 后取出晾干备用, 然后在每个培养皿各放入 1 块番石榴, 并接入饥饿 4 h 的番石榴实蝇 2 龄幼虫 20 头, 每个处理浓度重复 3 次, 用清水处理作对照, 接虫 24、48 h 后根据已知番石榴块质量和取食番石榴块质量, 求拒食率。

1.2.4 香茅精油对番石榴实蝇幼虫化蛹的抑制作用 设置 12、24、48、72 h 4 个时段的试验处理, 采用瓜块含毒的方法^[13]喂养番石榴实蝇 2 龄幼虫, 每个处理取 2 龄幼虫 30 头, 重复 3 次。将已知质量的番石榴块浸泡于不同浓度香茅精油溶液中 10 s, 取出晾干。用清水浸泡处理作对照, 分别喂养试虫 12、24、48、72 h 后, 用正常番石榴块喂养直至化蛹, 记录各处理化蛹数。

1.3 数据统计与分析^[5,9]

选择性产卵驱避率 = $\frac{\text{对照组产卵量} - \text{处理组产卵量}}{\text{对照组产卵量} + \text{处理组产卵量}} \times 100\%$;

非选择性产卵驱避率 = $\frac{\text{对照组产卵量} - \text{处理组产卵量}}{\text{对照组产卵量}} \times 100\%$;

拒食率 = $\frac{\text{对照组取食量} - \text{处理组取食量}}{\text{对照组取食量}} \times 100\%$;

化蛹率 = $\frac{\text{化蛹虫数}}{\text{供试幼虫数}} \times 100\%$ 。

2 结果与分析

2.1 香茅精油对番石榴实蝇产卵的影响

2.1.1 香茅精油对番石榴实蝇选择性产卵的影响 由表 1 可知, 番石榴实蝇雌虫经不同浓度香茅精油处理后, 雌虫的产卵量明显低于对照组产卵量, 说明香茅精油对番石榴实蝇具有明显的产卵驱避性, 且随着浓度的不断升高, 雌虫产卵量逐渐减少, 差异越显著。当浓度为 1 000 μg/mL 时, 产卵驱避率最低, 为 (5.26 ± 2.38)%; 当浓度为 10 000 μg/mL 时产卵驱避率最高, 为 (85.73 ± 10.45)%。

表 1 香茅精油对番石榴实蝇选择性产卵的影响

浓度 (μg/mL)	产卵量 (粒)		产卵驱避率 (%)
	处理组	对照组	
1 000	153.42 ± 12.17a	170.63 ± 4.35a	5.26 ± 2.38a
2 000	84.79 ± 8.15b	141.21 ± 10.21b	25.49 ± 4.72b
4 000	65.58 ± 9.53c	138.48 ± 9.58b	32.14 ± 2.56b
8 000	28.81 ± 4.56d	156.71 ± 12.05a	69.38 ± 7.17c
10 000	13.67 ± 3.39e	174.65 ± 7.87a	85.73 ± 10.45d

注: 表中数值为平均值 ± 标准误, 同列不同小写字母间表示差异显著 ($P < 0.05$, Duncan's 多重比较)。下表同。

2.1.2 香茅精油对番石榴实蝇非选择性产卵的影响 由表 2 可知, 随着精油浓度的升高, 雌虫产卵量逐渐减少, 产卵驱避性不断增强。当精油浓度为 1 000 μg/mL 时, 产卵驱避率最低, 为 (49.88 ± 3.57)%; 当精油浓度为 10 000 μg/mL 时, 产卵驱避率最高, 可达 (90.29 ± 9.54)%。

表 2 香茅精油对番石榴实蝇非选择性产卵的影响

浓度 (μg/mL)	产卵量 (粒)		产卵驱避率 (%)
	处理组	对照组	
1 000	75.82 ± 13.25a	167.69 ± 5.24a	49.88 ± 3.57a
2 000	61.49 ± 4.17b	159.85 ± 7.13a	61.06 ± 8.66b
4 000	41.85 ± 9.59c	164.27 ± 10.96a	74.53 ± 5.29c
8 000	29.63 ± 3.26d	170.38 ± 8.44a	81.63 ± 10.17d
10 000	15.68 ± 2.34e	172.49 ± 11.61a	90.29 ± 9.54e

2.2 香茅精油对番石榴实蝇幼虫的拒食作用

由表 3 可知, 经不同浓度香茅精油处理的番石榴块喂食后, 2 龄幼虫出现不同程度的拒食反应, 浓度为 1 000 μg/mL 时, 24 h 时的拒食率最低, 为 (37.82 ± 5.27)%, 48 h 时拒食率为 (53.15 ± 4.76)%; 当浓度为 10 000 μg/mL 时, 24 h 的拒食率为 (86.25 ± 12.79)%, 48 h 的拒食率为 (91.05 ± 9.51)%。说明香茅精油对番石榴实蝇 2 龄幼虫拒食率随着浓度的升高逐渐增加。

2.3 香茅精油对番石榴实蝇幼虫化蛹率的影响

不同浓度香茅精油对番石榴实蝇 2 龄幼虫生长抑制作用

表 3 香茅精油对番石榴实蝇 2 龄幼虫的拒食率

浓度 ($\mu\text{g/mL}$)	2 龄幼虫的拒食率(%)	
	24 h	48 h
1 000	37.82 \pm 5.27a	53.15 \pm 4.76a
2 000	52.76 \pm 7.58b	61.92 \pm 7.25ab
4 000	62.93 \pm 4.56c	69.48 \pm 10.15b
8 000	66.73 \pm 9.39c	83.74 \pm 12.63c
10 000	86.25 \pm 12.79d	91.05 \pm 9.51d
对照组	0.0 \pm 0.0e	0.0 \pm 0.0e

试验结果(表 4)表明,在处理时间为 12 h 时,精油浓度为

表 4 香茅精油对番石榴实蝇 2 龄幼虫的化蛹率的影响

浓度 ($\mu\text{g/mL}$)	2 龄幼虫的化蛹率(%)			
	12 h	24 h	48 h	72 h
1 000	79.44 \pm 13.58a	70.52 \pm 8.23a	42.22 \pm 7.93a	27.67 \pm 5.93a
2 000	55.74 \pm 7.29b	52.83 \pm 6.35b	28.89 \pm 4.22b	21.33 \pm 4.37a
4 000	45.66 \pm 9.53bc	39.84 \pm 7.82c	19.74 \pm 3.75c	12.61 \pm 2.48b
8 000	31.11 \pm 6.75d	29.04 \pm 4.05d	15.62 \pm 2.91c	4.76 \pm 2.25c
10 000	6.77 \pm 2.49e	6.53 \pm 1.23e	4.33 \pm 1.85d	0.00 \pm 0.00c
对照组	93.33 \pm 8.49f	86.67 \pm 10.31f	86.67 \pm 12.69e	83.37 \pm 15.36d

3 结论与讨论

开发利用非寄主植物次生代谢产物作为农业害虫防治药剂已成为当今杀虫剂研究的热点。本研究结果表明,香茅精油在高浓度时均对番石榴实蝇成虫和幼虫表现出明显的驱避活性,随着浓度的降低,驱避作用减弱。当浓度为 10 000 $\mu\text{g/mL}$ 时,香茅精油对番石榴实蝇雌虫的选择性产卵驱避率最高,为(85.73 \pm 10.45)%;雌虫非选择性产卵驱避性产卵驱避率最高可达(90.29 \pm 9.54)%;当浓度为 10 000 $\mu\text{g/mL}$ 时,香茅精油对番石榴实蝇 2 龄幼虫 24 h 处理的拒食率是(86.25 \pm 12.79)%,48 h 的拒食率为(91.05 \pm 9.51)%。当浓度为 10 000 $\mu\text{g/mL}$ 、处理时间为 12 h 时,幼虫的化蛹率为(6.77 \pm 2.49)%,24 h 时幼虫的化蛹率为(6.53 \pm 1.23)%,48 h 时幼虫的化蛹率为(4.33 \pm 1.85)%,72 h 时幼虫化蛹率最低,为 0,化蛹率随着时间的推移逐渐降低,远低于对照组的幼虫化蛹率。总之,番石榴实蝇雌虫经不同浓度香茅精油处理后,随着香茅精油浓度的升高,雌虫的产卵量明显降低,且低于对照组产卵量。随着香茅精油浓度升高,番石榴实蝇 2 龄幼虫拒食率也逐渐增加,幼虫的化蛹率逐渐降低。植物精油在农业害虫综合防治中有巨大的潜力,通过对植物精油和昆虫化学生态学和毒理学的研究,有利于形成农业害虫综合防治的新模式。植物精油同时具有作用缓慢、稳定性差、易受环境因素影响等缺点,田间应用借助合适的助剂加工成某种制剂或与某类化学农药混用不失为植物精油作为驱避剂使用的一种好方法。

1 000 $\mu\text{g/mL}$ 幼虫化蛹率最高,为(79.44 \pm 13.58)%,当浓度为 10 000 $\mu\text{g/mL}$ 时幼虫化蛹率为(6.77 \pm 2.49)%。在相同的处理浓度下,随着处理时间的不断延长,幼虫的化蛹率逐渐降低;在相同的处理时间下,随着处理浓度的升高,幼虫的化蛹率逐渐下降。处理浓度为 10 000 $\mu\text{g/mL}$ 时,12 h 时的幼虫化蛹率最高,为(6.77 \pm 2.49)%,24 h 时的幼虫化蛹率为(6.53 \pm 1.23)%,48 h 时的幼虫化蛹率为(4.33 \pm 1.85)%,处理时间为 72 h 时幼虫化蛹率最低,为 0。在不同时段和不同浓度处理下,幼虫的化蛹率均低于对照组的化蛹率,说明香茅油对幼虫化蛹具有一定抑制作用。

参考文献:

[1] 钦俊德,王琛柱. 论昆虫与植物的相互作用和进化的关系[J]. 昆虫学报,2001,44(3):360-365.
[2] 孔垂华. 21 世纪植物化学生态学前沿领域[J]. 应用生态学报,2002,13(3):349-353.
[3] 徐汉虹. 杀虫植物与植物性杀虫剂[M]. 北京:中国农业出版社,2001.
[4] 李红艳,顾松,沈立荣,等. 7 种植物精油对腌肉、咸鲞害虫丝光绿蝇的熏蒸毒力测定[J]. 浙江农业科学,2007(1):106-108.
[5] 王玉赞,凌冰,陆永跃,等. 几种植物精油对橘小实蝇的产卵忌避作用[J]. 华南农业大学学报,2010,31(2):22-27.
[6] 郭素芬,兰阿峰,李丽霞. 非寄主植物粗提物对小菜蛾幼虫的驱避作用[J]. 江苏农业科学,2015,43(4):164-167.
[7] 钟平生,梁广文,曾玲. 非嗜食植物乙醇提取物对褐飞虱产卵的驱避作用[J]. 植物保护,2010,36(4):85-89.
[8] 蔡俊,杨红霞,吴启松,等. 南瓜实蝇触角超微结构观察及其与桔小实蝇触角形态的比较[J]. 环境昆虫学报,2014,36(3):359-364.
[9] 梁广勤,杨国海,梁帆,等. 亚太地区寡毛实蝇[M]. 广州:广东科技出版社,1996.
[10] 陈乃中. 2002 年度进口水果截获害虫统计分析[J]. 植物检疫,2003,17(6):354-356.
[11] 韦昌华,曾玲,陆永跃. 番石榴实蝇对不同寄主产卵趋性和选择性的研究[J]. 中国南方果树,2011,40(4):67-69.