11 种植物精油对茶橙瘿螨的触杀和驱避作用研究

李红莉， 崔宏春， 黄海涛， 毛宇骁， 郑旭霞， 余继忠*

（杭州市农业科学研究院，杭州 310024）

摘要 分别采用喷雾法和半叶法测定了 11 种植物精油对茶橙瘿螨的触杀和驱避活性。结果表明，浓度为 1%、0.5%、0.25%、0.125%(*V*/*V*)的 11 种植物精油对茶橙瘿螨都表现出了不同程度的触杀活性。随着作用时间的延长和精油浓度的增加，其校正死亡率均有不同程度的升高。总体来看，肉桂精油触杀效果最好，在不同试验浓度和处理时间条件下校正死亡率均高于其他精油。所试精油对茶橙瘿螨都有一定的驱避作用，其中百里香等 8 种精油的驱避率达 80%以上。以上结果将为筛选对茶橙瘿螨具有较好防效的新型低毒高效植物源农药提供重要依据。

关键词 植物精油； 茶橙瘿螨； 杀螨活性

中图分类号： S 482.5 **文献标识码：** A **DOI：** 10.16688/j.zwbh.2018391

Contact and repellent activity of 11 kinds of plant essential oils against *Acaphylla theae*

LI Hongli， CUI Hongchun， HUANG Haitao， MAO Yuxiao， ZHENG Xuxia， YU Jizhong

（*Hangzhou Academy of Agricultural Sciences*, *Hangzhou* 310024, *China*）

Abstract Contact and repellent activities of 11 kinds of plant essential oils against *Acaphylla theae* were investigated using spray method and half-leaf method, respectively. The results showed that the 11 candidates showed various degrees of contact activity at all the experimental concentrations, including 1%, 0.5%, 0.25%, and 0.125% (*V*/*V*). Particularly, the corrected mortality of each treatment gradually increased accompanying with the prolongation of treatment duration and the increase of essential oil concentration. Overall, cinnamon essential oil had the best contact-killing effect, and the corrective mortality at each concentration and time point was also higher than that of other essential oils. Moreover, all the selected plant essential oils showed certain levels of repellency activity to *A. theae*. Particularly, 8 kinds of essential oils including thyme essential oil have repellency activity with the efficacy of over 80%. All the results provide valuable evidences for the screening of new green pesticides with high effect and low toxicity in tea production in future.

Key words plant essential oil； *Acaphylla theae*； acaricidal toxicity

茶橙瘿螨 *Acaphylla theae*（Watt）又名斯氏尖叶瘿螨，以成螨和若螨刺吸茶树叶片汁液，使叶片失绿无光泽。该螨发生严重时茶树叶叶背出现褐色锈斑，芽叶萎缩、干枯，状如火烧，叶片大量脱落，茶叶产量、品质和树势均受到严重影响。茶橙瘿螨在浙江省一年发生 25 代左右，世代重叠，虫态混杂，为害时间长，特别是随着近年来采摘和管理方式的变化，使其成为当前茶园为害较重的害虫之一[1]。长期以来，化学防治一直是茶橙瘿螨防治中最为迅速有效的方法。但由于螨类个体小、繁殖快、适应性强，再加上农药的长期过量使用，使其对化学杀螨剂很快产生了抗药性。并且化学杀螨剂杀伤了天敌，破坏了生态平衡，造成害螨的再猖獗。一些防效好的杀螨剂如三氯杀螨醇、炔螨特等因危害到环境和人体健康已经禁用。当前在茶树上登记的杀螨剂非常有限。鉴于此，生物源杀螨剂，特别是植物源和微生物源杀螨剂的研发成为当前农药研究领域的一个热点。

植物精油(essential oil)是一类分子量较小的植物源次生代谢物质，其对害虫的作用方式主要有驱避[2]、拒食[3]、引诱、触杀、熏蒸、抑制害虫生长发育、

收稿日期： 2018-09-07 **修订日期：** 2018-11-21
基金项目： 杭州市农业科学研究院创新基金(2018HNCX-07)；国家茶叶产业技术体系建设专项(CARS-23)
* 通信作者 E-mail：hchyu@126.com

干扰虫体水分代谢并导致不育等[4]。以色列、美国等国家均有植物精油类农药投入市场，主要用于温室作物、苗圃和园林花卉的病虫害防治[5]。从已有报道可知，一些植物精油对螨类具有良好的触杀和熏蒸活性。Tunc 等研究发现用超低浓度的牛至精油、茴香精油和孜然芹精油处理二斑叶螨 *T. urticae* Koch 96 h 后，其死亡率达 100%[6]。马新耀等研究了艾蒿精油对朱砂叶螨 *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval)的生物活性及几种保护酶活性的影响，发现经 2%(*V*/*V*)的艾蒿精油处理后，雌成螨 72 h 的死亡率为 77.78%，其对卵的熏蒸作用较对雌成螨更强[7]。陈晓娟研究发现橘皮挥发油对朱砂叶螨有良好的触杀活性[8]。目前关于植物精油对茶橙瘿螨的驱避、触杀等生物活性研究尚未见报道。基于此，本试验测定了 11 种常见植物精油对茶橙瘿螨的触杀和驱避作用，以期筛选出具有较高触杀和驱避活性的植物精油，为植物源杀螨剂的研制提供参考。

1 材料与方法

1.1 供试螨

茶橙瘿螨采自杭州市农业科学研究院茶叶研究所大清谷基地茶园。

1.2 供试植物精油

11 种植物精油为肉桂精油、薰衣草精油、薄荷油、艾叶油、冬青油、香茅油、百里香油、橘皮油、丁香油、八角油、蓖麻油，所用植物精油购自吉安市国光香料厂，所购植物精油均由水蒸气蒸馏法制得。

1.3 精油对茶橙瘿螨的触杀活性测定

试验于 2018 年 5 月进行，从茶园采集茶橙瘿螨螨口数量适中的芽下第二张叶片，将其剪成边长为 1.5 cm 的正方形，用体视显微镜观察计数叶片上的成、若螨数量，取成螨数大于 30 头的叶片用于试验。将精油用乙醇和吐温-80 制成母液后，用蒸馏水稀释成 1%、0.5%、0.25%、0.125%(*V*/*V*)4 个浓度，每处理重复 5 次，并设置对照。用小喷壶将处理液和对照液分别均匀喷洒到叶片上，待叶片阴凉风干后置于皿底铺有滤纸的培养皿中，每天用滴管加水使滤纸保持湿润，并防茶橙瘿螨逃逸。于处理后 24、48、72、96 h 在体视显微镜下用 0 号毛笔轻触螨体，计数各处理和对照叶片的活螨数量，用以下公式进行计算：

死亡率＝死亡螨数/总螨数×100%；

校正死亡率＝(处理组死亡率－对照组死亡率)/(1－对照组死亡率)×100%。

1.4 精油对茶橙瘿螨驱避效果的测定

从茶园采集芽下第二张未受茶橙瘿螨为害的叶片，先在体视镜下进行检查，确定无螨后将叶片放入铺有湿润滤纸的培养皿内，以叶片中脉为界，用棉签分别涂上供试精油和对照，中脉不做任何处理。待叶片阴凉风干后在每张叶片中线处接 20 头成螨，每个处理重复 3 次。叶片边缘用湿棉条围住，防止茶橙瘿螨逃逸。24 h 后在体视显微镜下观察精油处理区和对照区的螨量，驱避作用的计算公式如下：

驱避率＝(对照区螨数－处理区螨数)/对照区螨数×100%。

1.5 数据分析

用 SPSS 17.0 软件进行统计分析，采用 Duncan 氏新复极差法进行差异显著性分析。使用 Cluster 软件对 11 种植物精油在不同浓度和不同处理时间下的校正死亡率进行聚类分析，TreeView 软件进行热图绘制。

2 结果与分析

2.1 植物精油对茶橙瘿螨的触杀活性

用不同浓度的 11 种植物精油处理茶橙瘿螨 24 h 后，都表现出了不同程度的触杀活性(表 1)。当浓度为 0.125%时，对茶橙瘿螨的校正死亡率以肉桂精油处理最高，达 97.82%，显著高于其他处理，其次为八角、薰衣草和薄荷精油处理，其校正死亡率显著高于其他精油。随着精油浓度的增加，茶橙瘿螨的死亡率均有升高，当浓度为 0.5%时，肉桂、丁香和八角的触杀死亡率均可达到 100%，艾蒿、冬青和蓖麻均小于 65%，显著低于其他精油处理。当浓度升高到 1%时，11 种植物精油对茶橙瘿螨的校正死亡率均在 92%以上。

在处理 48 h 后，11 种植物精油对茶橙瘿螨的触杀死亡率均有升高，浓度为 0.25%时，肉桂、丁香和八角对茶橙瘿螨的校正死亡率在 98%以上，显著高于其他精油。冬青精油效果最差，死亡率低于 60%(表 1)。在处理 72 h 和 96 h 后，随着处理时间的延长，11 种植物精油对茶橙瘿螨的校正死亡率均有升高，浓度为 0.125%的精油处理 96 h 后，除百里香和蓖麻油外，均高于 90%。当浓度升高到 1%时，除冬青精油外校正死亡率均达 100%(表 1)。

表 1　11 种精油不同浓度对茶橙瘿螨喷雾触杀活性[1)]

Table 1　Contact toxicity of 11 plant essential oils against *Acaphylla theae* at different concentrations

精油 Essential oil	处理时间/h Treatment duration	校正死亡率/% Corrected mortality			
		1%	0.5%	0.25%	0.125%
肉桂油 Cinnamon oil	24	(100.00±0.00)aA	(100.00±0.00)aA	(100.00±0.00)aA	(97.82±2.72)aA
	48	(100.00±0.00)aA	(100.00±0.00)aA	(100.00±0.00)aA	(99.26±1.06)aA
	72	(100.00±0.00)aA	(100.00±0.00)aA	(100.00±0.00)aA	(100.00±0.00)aA
	96	(100.00±0.00)aA	(100.00±0.00)aA	(100.00±0.00)aA	(100.00±0.00)aA
薰衣草油 Lavender oil	24	(100.00±0.00)aA	(91.18±3.46)aA	(72.81±3.54)bB	(60.42±6.09)bcBC
	48	(100.00±0.00)aA	(94.46±0.64)bAB	(83.85±4.88)bB	(73.64±3.10)bcB
	72	(100.00±0.00)aA	(97.84±2.08)bA	(95.64±3.69)abcAB	(85.82±4.54)bcABC
	96	(100.00±0.00)aA	(99.35±1.45)aA	(100.00±0.00)aA	(98.77±2.74)bA
薄荷油 Mint oil	24	(94.03±9.17)abcA	(80.33±5.54)bB	(55.94±10.40)cC	(60.94±6.17)bcBC
	48	(97.31±3.95)abAB	(92.72±3.02)bB	(69.05±7.14)cdCD	(77.66±1.77)bB
	72	(100.00±0.00)aA	(100.00±0.00)aA	(84.39±6.15)dC	(81.79±4.78)cdBC
	96	(100.00±0.00)aA	(100.00±0.00)aA	(91.65±7.25)cC	(92.26±7.20)abcAB
艾蒿油 Wormwood oil	24	(98.25±1.62)abA	(56.08±15.73)cC	(50.99±3.51)cdCD	(44.77±5.82)dDE
	48	(99.47±1.19)aAB	(80.16±5.35)cdCD	(73.27±10.52)cC	(64.11±2.77)defBC
	72	(100.00±0.00)aA	(89.66±2.48)cC	(84.30±6.44)dC	(86.75±2.38)bcABC
	96	(100.00±0.00)aA	(95.71±4.06)bB	(99.42±1.30)aAB	(95.93±6.15)abAB
冬青油 Holly oil	24	(92.00±6.22)cA	(58.70±5.37)cC	(34.99±6.35)eE	(22.55±6.40)fF
	48	(96.17±2.58)bAB	(76.17±4.36)eD	(57.69±6.02)eE	(49.51±9.66)gD
	72	(97.35±1.72)bB	(90.54±3.26)cBC	(83.31±6.72)dC	(79.67±4.17)cdBC
	96	(97.64±2.24)bB	(98.99±1.40)aA	(96.03±4.32)abcABC	(92.68±5.86)abcAB
香茅油 Citronella oil	24	(100.00±0.00)aA	(98.18±1.79)aA	(45.01±9.47)dD	(31.59±1.36)efEF
	48	(100.00±0.00)aA	(98.84±1.06)aA	(63.44±4.46)deDE	(55.91±2.92)fgCD
	72	(100.00±0.00)aA	(100.00±0.00)aA	(92.86±6.02)abcABC	(90.33±11.08)abcAB
	96	(100.00±0.00)aA	(100.00±0.00)aA	(96.86±2.87)abABC	(91.61±10.45)abcAB
百里香油 Thyme oil	24	(100.00±0.00)aA	(99.59±0.56)aA	(50.40±6.46)cdCD	(41.28±13.68)deDE
	48	(100.00±0.00)aA	(99.57±0.59)aA	(76.55±5.35)cBC	(59.30±17.59)efgCD
	72	(100.00±0.00)aA	(100.00±0.00)aA	(91.29±4.95)bcdABC	(71.87±16.62)dC
	96	(100.00±0.00)aA	(100.00±0.00)aA	(95.17±2.73)abcABC	(84.69±6.68)cB
橘子油 Orange oil	24	(95.08±7.50)abcA	(77.43±7.28)bB	(67.50±4.60)bB	(47.50±8.82)dCD
	48	(97.22±3.63)abAB	(83.64±1.53)cC	(73.04±4.60)cC	(73.55±4.08)bcB
	72	(98.94±2.36)aAB	(90.74±3.41)cBC	(84.88±9.75)dC	(94.25±4.36)abAB
	96	(100.00±0.00)aA	(95.85±2.07)bB	(93.52±4.54)bcABC	(96.42±2.46)abA
丁香油 Clove oil	24	(100.00±0.00)aA	(100.00±0.00)aA	(98.11±1.38)aA	(30.51±14.96)efEF
	48	(100.00±0.00)aA	(100.00±0.00)aA	(98.76±1.25)aA	(48.98±4.30)gD
	72	(100.00±0.00)aA	(100.00±0.00)aA	(98.69±1.32)abAB	(88.54±9.97)bcAB
	96	(100.00±0.00)aA	(100.00±0.00)aA	(100.00±0.00)aA	(93.85±7.02)abAB
八角油 Aniseed oil	24	(100.00±0.00)aA	(100.00±0.00)aA	(98.82±2.64)aA	(66.63±7.69)bB
	48	(100.00±0.00)aA	(100.00±0.00)aA	(98.77±2.75)aA	(75.38±11.03)bB
	72	(100.00±0.00)aA	(100.00±0.00)aA	(100.00±0.00)aA	(83.97±11.82)bcBC
	96	(100.00±0.00)aA	(100.00±0.00)aA	(100.00±0.00)aA	(91.71±6.20)abcAB
蓖麻油 Castor oil	24	(92.96±4.75)bcA	(62.04±6.58)cC	(65.94±2.62)bB	(50.48±4.11)cdCD
	48	(95.92±2.65)bB	(78.71±6.04)deCD	(73.52±2.96)cC	(67.11±5.42)bcdBC
	72	(98.39±2.26)abAB	(95.21±7.13)abAB	(88.28±7.47)cdBC	(83.14±4.87)bcdBC
	96	(100.00±0.00)aA	(97.85±1.96)abAB	(93.11±4.42)bcBC	(89.15±3.49)bcAB

1) 1%、0.5%、0.25%、0.125%为精油浓度。表中数据为平均值±标准误,同列中不同小写字母和大写字母分别表示表示差异显著($P<0.05$)和极显著($P<0.01$)。

1%, 0.5%, 0.25%, 0.125% are concentration of essential oils. All data in the table were expressed as mean±standard error. Different small letters and capital letters in the same column indicate significant difference at 0.05 and 0.01 levels, respectively.

为更直观区分不同精油在试验处理下的触杀活性差异,我们对不同浓度和不同处理时间条件下的各个精油喷雾触杀活性进行了聚类分析(图 1)。从图中可以看出随着处理时间的延长,各浓度精油的触杀作用均有不同程度的提升。而随着精油浓度的升高,11 种植物精油对茶橙瘿螨的喷雾触杀死亡率

在不同处理时间均有增加。聚类结果显示肉桂油和八角油、丁香油被聚为同一分支，该分支所包含的 3 种植物精油对茶橙瘿螨的杀灭效果最好，一定浓度下较短时间内即可起到较好的防治效果，特别是肉桂精油在很低浓度下仍有很好的触杀效果。薰衣草精油、百里香精油、香茅精油、薄荷精油被聚为另一分支，该分支包含的精油在浓度低、处理时间短的情况下较上一分支触杀效果明显减弱。冬青精油、蓖麻精油、艾叶精油和橘子精油则被聚为第三分支。相比前两个分支，该分支所包含精油的触杀效果最差。

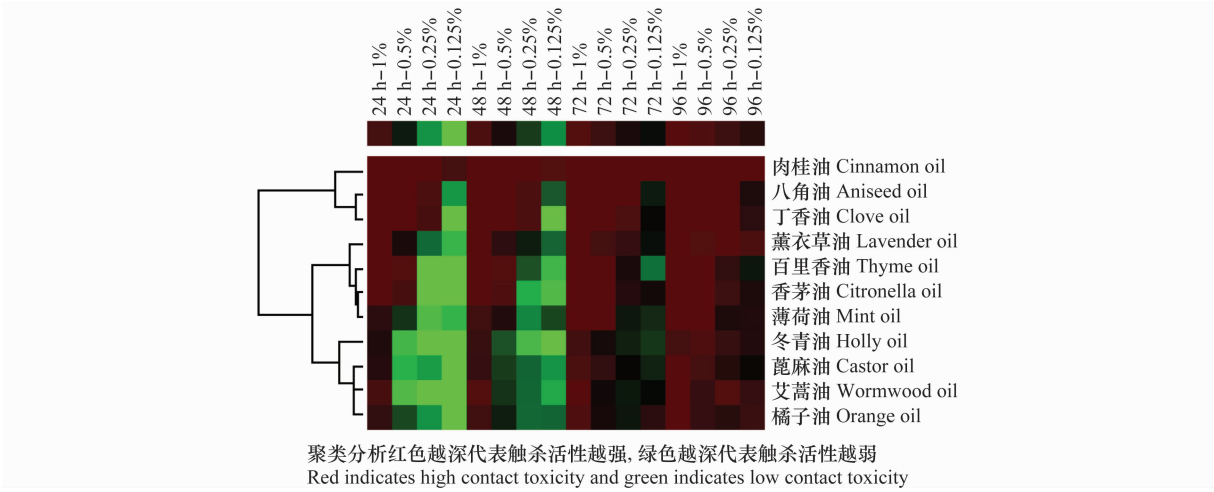


图 1　11 种供试精油在不同浓度和不同处理时间条件下的喷雾触杀活性

Fig. 1　Clustering analysis of the contact toxicities of 11 plant essential oils at different concentrations and treatment durations

2.2　植物精油对茶橙瘿螨的驱避活性

通过研究 11 种植物精油对茶橙瘿螨的驱避活性发现，处理 24 h 后，大部分所试精油对茶橙瘿螨具有较好的驱避效果，百里香、橘子油、肉桂油等 8 种精油的驱避率达 80%以上，其中百里香精油的驱避活性最高，达 96.49%。蓖麻油的驱避效果最差，为 66.27%(表 2)。

表 2　11 种植物精油对茶橙瘿螨的驱避活性

Table 2　Repellency activity of 11 plant essential oils against *Acaphylla theae*

精油 Essential oil	供试螨数/头 Number of the tested mites	驱避率/% Repellent rate
肉桂油 Cinnamon oil	20	(88.66±6.2)abcAB
薰衣草油 Lavender oil	20	(77.45±4.25)cdBCD
薄荷油 Mint oil	20	(82.08±6.95)bcABC
艾蒿油 Wormwood oil	20	(69.44±4.81)deCD
冬青油 Holly oil	20	(82.08±6.95)bcABC
香茅油 Citronella oil	20	(86.71±3.77)abcAB
百里香油 Thyme oil	20	(96.49±3.04)aA
橘子油 Orange oil	20	(92.36±9.06)abAB
丁香油 Clove oil	20	(90.84±3.38)abAB
八角油 Aniseed oil	20	(88.66±6.20)abcAB
蓖麻油 Castor oil	20	(66.27±8.94)eD

3　讨论

许多植物提取物对害虫表现出较好的触杀、熏蒸和驱避活性，其化学成分复杂，作用机理多种多样。Sampson 等研究了 23 种植物精油对萝卜蚜 *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach)的触杀活性，发现含酚类等成分的精油在很低的浓度下就可致其死亡[9]。Masatashi 等通过试验得出迷迭香油对葱蚜 *Neotoxoptera formosana* (Takahashi)有很强的驱避作用，具有驱避活性的主要成分是 1,8-桉叶素[10]。萧湘黔等发现蓖麻油和肉桂油对截形叶螨 *Tetranychus truncatus* Ehara 成螨的毒杀作用较强，且不同精油混配对害螨具有增效作用[11]。本研究采用喷雾法测试了 11 种植物精油 4 个供试浓度下 4 个时间点对茶橙瘿螨的触杀活性。试验结果表明，供试精油对茶橙瘿螨都表现出了一定的触杀活性。随着作用时间的延长，各浓度精油处理的校正死亡率均有所升高，表明其作用效果具有时间依赖性。这与马新耀等试验得出随着处理时间的延长，艾蒿精油对朱砂叶螨 *T. cinnabarinus* 的处理活性逐步增强的结果相类似[7]。本试验测试的 11 种植物精油中有 8 种在处理 24 h 后对茶橙瘿螨的驱避

率达 80%以上,说明这些精油的组成成分中含有对茶橙瘿螨具有驱避作用的活性成分。但各种精油起驱避作用的有效浓度及作用的持久性,起驱避作用的有效成分等还有待深入研究。

植物精油的组成成分和各组分间的相互作用十分复杂,其成分对昆虫和螨类的作用靶标也不同,Enan 研究发现某些精油组分可作用于昆虫体内的章鱼胺神经系统,是章鱼胺受体的拮抗剂[12]。由于哺乳动物不存在章鱼胺受体,大多数植物精油对人及哺乳动物安全无毒,易降解,残留低,有利于环境保护和食品安全,在农业害虫防治上具有广阔的应用前景。通过本次试验得出肉桂精油对茶橙瘿螨具有较好的触杀活性。目前有关肉桂精油的研究主要集中在抑菌活性上,其对辣椒疫霉菌 *Phytophthora capsici* Leonian、芒果胶孢炭疽菌 *Colletotrichum gloeosporioides* Penz.、番茄灰霉病菌 *Botrytis cinerea* Pers. *ex* Fr. 等均有很好的抑制效果[13-16]。在害虫防治方面,刘静用肉桂精油处理赤拟谷盗 *Tribolium castaneum*(Herbst),4 d 后其触杀和熏蒸作用的死亡率分别达 73.33%和 95%[17],其对螨类的作用效果研究很少。从不同部位提取的肉桂精油的产量和主要成分也有很大差别,花蕾提取油含乙酸肉桂酯,果实提取油中含有萜萜、芳樟醇[18]。本试验所用肉桂精油的主要成分为桂皮醛(85%),但该成分对茶橙瘿螨的作用机理还不清楚,其他化学成分对其是否有增效或拮抗作用还有待研究。下一步拟通过活性成分分离和活性追踪相结合的方法明确肉桂精油中起杀螨作用的活性组分,提高其对茶橙瘿螨的触杀效果,降低使用成本,为植物源杀螨剂的研发提供依据。

参考文献

[1] 陈宗懋,孙晓玲. 茶树主要病虫害简明识别手册[M]. 北京:中国农业出版社,2013:203-205.

[2] 陈哲. 植物精油对蓝莓果蝇的驱避及毒杀效果研究[D]. 贵阳:贵州大学,2017.

[3] 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.

[4] 杨念婉,李艾莲. 植物精油应用于害虫防治研究进展[J]. 植物保护,2007,33(6):16-21.

[5] 江志利. 植物精油杀虫作用及制剂研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2013.

[6] TUNC I, SAHINKAYA S. Sensitivity of two greenhouse pests to vapours of essential oils [J]. Entomologia Experimentalis et Applicata, 1998 86(2): 183-187.

[7] 马新耀,刘耀华,程作慧,等. 艾蒿精油对朱砂叶螨的生物活性及几种保护酶活性的影响[J]. 中国生物防治学报,2017,33(2):289-296.

[8] 陈晓娟. 植物挥发油的杀虫活性研究及乳油的初配[J]. 重庆工贸职业技术学院学报,2011,7(1):51-57.

[9] SAMPSON B J, TABANCA N, KIRIMER N, et al. Insecticidal activity of 23 essential oils and their major compounds against adult *Lipaphis pseudobrassicae* (Davis) (Aphididae: Homoptera) [J]. Pest Management Science, 2005, 61(11): 1122-1128.

[10] MASATASHI H, HIROAKI K. Repellency of rosemary oil and its components against the onion aphid, *Neotoxoptera formosana* (Takahashi) (Homoptera, Aphididae) [J]. Applied Entomology & Zoology, 1997, 32(2): 303-310.

[11] 肖湘黔. 植物精油对害螨的生物活性及其与杀螨剂的混配研究[D]. 南宁:广西大学, 2006.

[12] ENAN E E. Molecular and pharmacological analysis of an octopamine receptor from American cockroach and fruit fly in response to plant essential oils [J]. Archives of Insect Biochemistry and Physiology, 2005, 59(3): 161-171.

[13] 王海娇,王轶楠,高飞,等. 肉桂精油对辣椒疫霉菌的生物活性[J]. 中国生物防治学报,2018,34(3):461-468.

[14] 李秀竹,陈婷婷,刘佳怡,等. 肉桂精油主要活性成分对芒果胶孢炭疽菌的抑制[J]. 热带生物学报,2018,9(1):81-89.

[15] 林树花,王伟,张菊华,等. 10 种植物精油对蓝莓病原菌的体外抑菌活性初筛[J]. 湖南农业科学,2018(2):73-75.

[16] 董红平,赵特,孙淑君,等. 肉桂精油对 4 种重要果蔬病原真菌的生物活性研究[J]. 中国生物防治学报,2014,30(2):282-286.

[17] 刘静,陈丽,张春红,等. 3 种植物精油对赤拟谷盗的控制作用[J]. 粮油加工,2007(5):94-97.

[18] KAUL P N, BHATTACHARYA A K, RAO B R R, Volatile constituents of essential oils isolated from different parts of cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum* Blume)[J]. Journal of the Science of Food & Agriculture, 2003, 83(1): 53-55.

(责任编辑:杨明丽)