

荔枝蛀蒂虫对寄主植物挥发油的行为反应

冼继东, 王晓磊, 梁广文

(华南农业大学 资源环境学院, 广东 广州 510642)

摘要:在室内利用 Y 形嗅觉仪测定了荔枝蛀蒂虫 *Conopomorpha sinensis* Bradley 对寄主植物不同组织挥发油的行为反应,结果表明:荔枝果肉挥发油和龙眼果肉挥发油对交配前荔枝蛀蒂虫的雌成虫引诱率最大,分别为 76% 和 68%,而荔枝叶挥发油和龙眼叶挥发油对该虫的引诱率最低,分别为 32% 和 40%。雌成虫交配后,荔枝果皮挥发油和龙眼果皮挥发油对其引诱最大,引诱率分别为 72% 和 60%,雄成虫交配后,寄主不同组织挥发油对其引诱率均低于 32%。可见,荔枝蛀蒂虫雌、雄成虫对寄主植物的不同组织挥发油的行为反应存在差异性,交配前和交配后的雌、雄成虫对寄主植物挥发油的选择也存在差异性。荔枝蛀蒂虫在交配前对寄主植物的果肉挥发油有明显的趋向反应,而交配后对寄主植物的果皮挥发油有明显的选择性。

关键词:荔枝蛀蒂虫; 挥发油; 趋性反应
中图分类号:S482.38 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-411X(2013)01-0041-04

Behavioral Response of *Conopomorpha sinensis* to Volatiles of Host Plants

XIAN Jidong, WANG Xiaolei, LIANG Guangwen

(College of Natural Resources and Environment, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: The olfactory response of adult *Conopomorpha sinensis* Bradley to volatiles extracted from different tissues of host plant was evaluated by Y-shaped olfactometer under laboratory conditions. The results showed that the attractive rates of volatile from pulp of litchi and longan to unmated females reached 76% and 68% respectively, while the attractive rates of volatiles from leaves of two hosts were only 32% and 40% respectively. The attractive rates of volatile from pericarp of litchi and longan to the mated females were 72% and 60% respectively. For mated males, the attractive rates of volatiles from host plant tissue were less than 32%. The results indicated that the taxis of *C. sinensis* to host volatiles varied according to sex, mated status and plant tissues extractive. *C. sinensis* tended to be attracted to volatiles from the pulp of the host plants before mating, but to volatiles from the pericarp after mating.

Key words: *Conopomorpha sinensis*; volatiles; olfactory response

荔枝蛀蒂虫 *Conopomorpha sinensis* Bradley, 也称蒂蛀虫, 属于鳞翅目 Lepidoptera 细蛾科 Gracillariidae, 是为害荔枝和龙眼的重要害虫。危害严重的年份常造成十果九蛀, 被害果实失去商品价值, 荔枝蛀蒂虫的为害已成为发展荔枝生产的一大障碍。由于该虫为钻蛀性害虫, 使得其在防治上有一定的难度, 目前对该虫的防治主要以化学防治为主^[1-2]。化学杀虫剂的广泛使用, 会杀伤害虫的天敌, 导致害虫产生抗药性而使得害虫越防越烈, 农药的残留大大超过了允许范围, 从而影响了荔枝的内销和出口, 给荔枝的生产造成巨大的经济损失^[3-4]。因此, 研究安全、有效地控制荔枝蛀蒂虫的防治方法已成为荔枝生产中亟待

解决的关键问题.

利用害虫对寄主植物的选择进行害虫行为的化学调控是防治害虫的一条新途径. 荔枝蛀蒂虫的寄主范围很窄, 据报道只为害荔枝和龙眼^[5]. 前期的研究结果显示, 荔枝蛀蒂虫的产卵行为受到非嗜食性植物提取物的干扰^[6-7]; 荔枝蛀蒂虫对寄主植物提取物产生明显的趋向反应^[8-9]. 表明荔枝蛀蒂虫与寄主植物之间必然存在着某种特定的化学信息联系. 有学者认为, 植物的气味物质(主要为挥发性次生物质)传递着有关昆虫取食、产卵及其他活动的信息, 对昆虫的行为反应起着关键的作用, 所以对昆虫嗅觉行为的研究可以揭示害虫与寄主植物间的信息化学联系^[10]. 近年来, 一些学者通过研究害虫与寄主之间的化学联系来获得对该害虫的测报和防治技术^[11-13]. 本研究利用 Y 型嗅觉仪测定了荔枝蛀蒂虫对寄主植物不同组织挥发油的嗅觉反应, 旨在明确寄主植物挥发油对荔枝蛀蒂虫的引诱作用, 以探明荔枝蛀蒂虫与寄主植物之间的化学

信息联系, 为荔枝蛀蒂虫害虫行为的化学调控及防治研究提供重要参考.

1 材料与方法

1.1 供试材料

荔枝蛀蒂虫 *Conopomorpha sinensis* Bradley. 从广东省农业科学院果树研究所荔科技园采集落地果, 于室内饲养至荔枝蛀蒂虫化蛹, 待羽化后收集同一天羽化的成虫作为供试虫源.

荔枝 *Litchi chinensis* 和龙眼 *Dimocarpus longan* 的果皮、果肉和嫩梢的挥发油. 荔枝、龙眼各组织挥发性提取物的制备采用同时蒸馏萃取仪提取得到. 将采自于果园的新鲜荔枝和龙眼的果皮、果肉和嫩梢分别剪碎, 置于同时蒸馏萃取仪中用乙醚萃取, 得到的萃取液用无水硫酸钠除去水分, 然后过滤, 再采用旋转蒸发仪 45 ℃ 浓缩后, 得到挥发性样品, 并用样品瓶盛装, 置于冰箱 4 ℃ 下保存备用. 挥发性提取物的制备流程如图 1 所示.

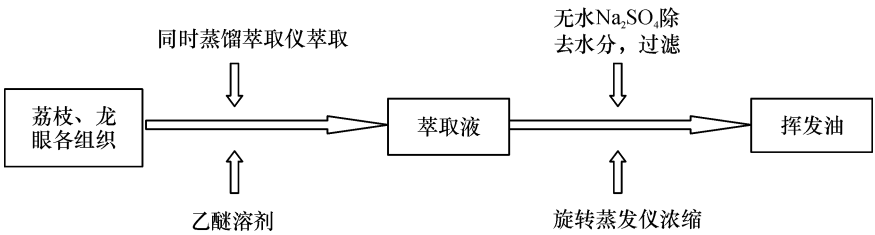


图 1 挥发性提取物的制备流程图

Fig. 1 Flow chat for preparation of volatile extract

1.2 荔枝蛀蒂虫的嗅觉反应测定

采用华南农业大学昆虫生态研究室根据 Vet^[14] 描述制作并改进的 Y 型嗅觉仪进行荔枝蛀蒂虫对寄主挥发油的行为反应测定. 根据荔枝蒂蛀虫成虫虫体的大小而设计的 Y 形嗅觉仪两侧臂长 16 cm, 内径 1.5 cm; 直臂长 20 cm, 内径 1.5 cm; 接虫口内径 1.5 cm, 两臂夹角 75°. 各装置间用无味硅胶管连接.

测试时, Y 形管一侧管壁的样品瓶中放寄主植物挥发物, 分别为荔枝嫩梢挥发物、荔枝果肉挥发物、荔枝果皮挥发物、龙眼嫩梢挥发物、龙眼果肉挥发物和龙眼果皮挥发物, 另一侧的样品瓶中为空白对照. 两侧臂气流控制在 200 mL/min, 保持室内空气流通, 排除光线带来的影响, 保证两侧臂的试验条件基本一致. 用指形瓶将试虫小心地接进 Y 形管直臂的进口处, 从试虫进入管口开始计时, 反应时间为 3 min, 当试虫进入侧臂基部 1/3 处, 记录为试虫对该臂气味源作出选择; 如果试虫进入直臂 5 min 后, 仍不作出选择, 就结束对该试虫的行为观察, 不记录结果. 每测定 5 头虫后, 调换两侧臂的位置, 以消除几

何位置对试虫行为产生的影响; 每测定 10 头虫后, 用 φ 为 100% 乙醇清洗 Y 形管并吹干待用, 同时更换另一支干净的 Y 形管. 每次只测试 1 头虫, 每头虫只用 1 次, 供测试虫数为 50 头.

1.3 数据处理与分析

Y 形嗅觉仪测定荔枝蛀蒂虫成虫交配前后对寄主不同部分挥发油的行为反应进行卡平方适合性检验; 所有数据均采用 SPSS 12.0 软件分析.

寄主植物挥发油对荔枝蛀蒂虫的引诱率公式^[15]为:

引诱率 = (处理引诱数量 - 对照引诱数量) / 虫体总数 × 100%.

2 结果与分析

2.1 交配前的荔枝蛀蒂虫成虫对寄主植物的行为反应

用 Y 形嗅觉仪测定了交配前荔枝蛀蒂虫雌成虫对寄主植物挥发油的选择性, 结果见表 1. 由表 1 可见, 荔枝果肉的挥发油对交配前荔枝蛀蒂虫雌成虫

最大引诱率为76%,这6种挥发油对交配前荔枝蛀蒂虫雌成虫的引诱作用从大到小为:荔枝果肉>龙眼果肉>荔枝果皮>龙眼果皮>龙眼叶>荔枝叶,其中,荔枝果肉挥发油的差异最显著, χ^2 值为28.88;其次是龙眼果肉挥发油, χ^2 值为23.12.

表1 交配前荔枝蛀蒂虫雌成虫对寄主植物挥发物的嗅觉反应
Tab.1 The olfactory response of unmated females adult of *Conopomorpha sinensis* to the volatiles extract from different tissues of host plants

不同组织的挥发物	测试虫数/头	选择虫数/头		引诱率/%	χ^2 值 ¹⁾
		处理	对照		
荔枝叶	50	33	17	32	5.12 [*]
荔枝果皮	50	37	13	48	11.52 ^{**}
荔枝果肉	50	44	6	76	28.88 ^{**}
龙眼叶	50	35	15	40	8.00 ^{**}
龙眼果皮	50	36	14	44	9.68 ^{**}
龙眼果肉	50	42	8	68	23.12 ^{**}

1) **表示对照与处理差异极显著($P<0.01$),*表示差异显著($P<0.05$).

用Y形嗅觉仪测定了交配前荔枝蛀蒂虫雄成虫对寄主植物挥发油的选择性,结果见表2.由表2可知,荔枝果肉挥发油对交配前的荔枝蛀蒂虫雄虫的引诱作用最大,其引诱率为64%.这6种挥发油对交配前荔枝蛀蒂虫雄成虫的引诱作用从大到小为:荔枝果肉>龙眼果肉>荔枝果皮>龙眼果皮=龙眼叶;其中,荔枝叶对交配后荔枝蛀蒂虫雄虫没有引诱作用.这6种挥发油中荔枝果肉挥发油的差异最显著, χ^2 值为20.48,其次是龙眼果肉挥发油, χ^2 值为18.00.

表2 交配前荔枝蛀蒂虫雄虫对寄主植物挥发物的嗅觉反应
Tab.2 The olfactory response of unmated males adult of *Conopomorpha sinensis* to the volatiles extract from different tissues of host plants

不同组织的挥发物	测试虫数/头	选择虫数/头		引诱率/%	χ^2 值 ¹⁾
		处理	对照		
荔枝叶	50	25	25	0	0.00 ^{ns}
荔枝果皮	50	35	15	40	8.00 ^{**}
荔枝果肉	50	41	9	64	20.48 ^{**}
龙眼叶	50	30	20	20	2.00 ^{ns}
龙眼果皮	50	30	20	20	2.00 ^{ns}
龙眼果肉	50	40	10	60	18.00 ^{**}

1) **表示对照与处理差异极显著($P<0.01$),*表示差异显著($P<0.05$),ns表示对照与处理差异不显著($P>0.05$).

2.2 交配后的荔枝蛀蒂虫成虫对寄主植物的行为反应

用Y形嗅觉仪测定了交配后荔枝蛀蒂虫雌成虫

对寄主植物挥发油的选择性,结果见表3.由表3可知,荔枝果皮挥发油对交配后荔枝蛀蒂虫雌虫的最大引诱率为72%.这6种挥发油对交配后荔枝蛀蒂虫雌成虫的引诱作用从大到小为:荔枝果皮>龙眼果皮>龙眼叶>荔枝叶>龙眼果肉>荔枝果肉;其中,荔枝果皮挥发油的差异最显著, χ^2 值为25.92;其次是龙眼果皮挥发油, χ^2 值为18.00;对荔枝果肉的选择性与空白对照相比差异不显著.

表3 交配后荔枝蛀蒂虫雌虫对寄主植物挥发物的嗅觉反应
Tab.3 The olfactory response of mated females adult of *Conopomorpha sinensis* to the volatiles extract from different tissues of host plants

不同组织的挥发物	测试虫数/头	选择虫数/头		引诱率/%	χ^2 值 ¹⁾
		处理	对照		
荔枝叶	50	36	14	44	9.68 ^{**}
荔枝果皮	50	43	7	72	25.92 ^{**}
荔枝果肉	50	30	20	20	2.00 ^{ns}
龙眼叶	50	37	13	48	11.52 ^{**}
龙眼果皮	50	40	10	60	18.00 ^{**}
龙眼果肉	50	33	17	32	5.12 [*]

1) **表示对照与处理差异极显著($P<0.01$),*表示差异显著($P<0.05$),ns表示差异不显著($P>0.05$).

用Y形嗅觉仪测定了交配后荔枝蛀蒂虫雄成虫对寄主植物挥发油的选择性,结果见表4.由表4可知,荔枝果肉挥发油对交配后荔枝蛀蒂虫雄虫的最大引诱率为32%.这6种挥发油对交配后荔枝蛀蒂虫雄虫的引诱作用从大到小为:荔枝果肉>龙眼果肉>龙眼叶>龙眼果皮;其中,荔枝叶挥发油对交配后荔枝蛀蒂虫雄虫没有引诱作用,而荔枝果皮对交配后荔枝蛀蒂虫雄虫有负趋性,引诱率为-4%;荔枝果肉对交配后荔枝蛀蒂虫雄虫差异最显著, χ^2 值为5.12;其余5种挥发油对交配后的荔枝蛀蒂虫雄虫选择性与空白对照差异不显著.

表4 交配后荔枝蛀蒂虫雄虫对寄主植物挥发物的嗅觉反应
Tab.4 The olfactory response of mated males adult of *Conopomorpha sinensis* to the volatiles extract from different tissues of host plants

不同组织的挥发物	测试虫数/头	选择虫数/头		引诱率/%	χ^2 值 ¹⁾
		处理	对照		
荔枝叶	50	25	25	0	0.00 ^{ns}
荔枝果皮	50	24	26	-4	0.08 ^{ns}
荔枝果肉	50	33	17	32	5.12 [*]
龙眼叶	50	29	21	16	1.28 ^{ns}
龙眼果皮	50	28	22	12	0.72 ^{ns}
龙眼果肉	50	31	19	24	2.88 ^{ns}

1) *表示差异显著($P<0.05$),ns表示差异不显著($P>0.05$).

3 讨论与结论

在自然界中昆虫选择食料的行为活动一般分为2部分:一是依靠昆虫的视觉和嗅觉在环境中寻找适宜的植物;二是选择一定的植物进行试探取食和产卵,确定这种植物是否满足自身的需要^[16]。昆虫在寻找寄主植物的过程中,来自植物的气味在整个识别过程中起着关键的作用,为其传递着有关取食、产卵及其他活动的可行性信息^[17]。本研究采用Y形嗅觉仪测定了荔枝蛀蒂虫雌、雄成虫对其寄主植物挥发油的嗅觉行为测定,发现荔枝蛀蒂虫对寄主植物各组织挥发油的选择性存在差异,在交配前荔枝蛀蒂虫的雌、雄成虫对荔枝果肉挥发油和龙眼果肉挥发油的选择性均差异显著,交配后荔枝蛀蒂虫的雌虫对荔枝果皮挥发油和龙眼果皮挥发油的选择性差异显著,交配后的荔枝蛀蒂虫雄虫活性明显降低,仅对荔枝果肉挥发油的选择存在差异性。荔枝蛀蒂虫雌、雄成虫在交配前需要补充营养,对养分充足的果肉具有强烈的正趋性,交配后荔枝蛀蒂虫雌成虫需要选择适宜产卵的场所,所以对适宜产卵的果皮正趋性更大,而交配后雄虫逐渐进入死亡阶段,其活性也明显降低。彭海辉等^[8]报道荔枝蛀蒂虫在交配后具有很明显的选择性,对荔枝果皮挥发油的电生理反应明显增大,这表明荔枝蛀蒂虫在交配后对果皮的挥发性物质反应明显,这与本研究结果一致。本试验结果表明,寄主植物的挥发性物质中确实存在某种或某些成分,其在引诱荔枝蛀蒂虫产卵方面起着重要作用。王少山等^[18]测定了新鲜荔枝果肉中存在有25种挥发物,其在荔枝蛀蒂虫对寄主植物的选择行为中发挥着重要作用。本研究结果证实了荔枝和龙眼的果肉中存在着某种或某些特殊的挥发性化合物,对荔枝蛀蒂虫成虫的产卵行为起着重要的作用。因此,下一步的研究将对寄主植物这部分组织的挥发油的化学组分进行分离和成分分析以及生物测定,以明确或找到吸引荔枝蛀蒂虫产卵的挥发性化合物,从而揭示荔枝蛀蒂虫寄主选择行为的化学机制。相关研究将有待进一步开展。

参考文献:

- [1] 李康. 荔枝蒂蛀虫的发生及防治[J]. 广西农业科学, 2002(5):249-250.
- [2] 冯莉,李敦松,张宝鑫,等. 荔枝蒂蛀虫综合防治技术

[J]. 中国植保导刊,2004,24(4):24-26.

- [3] 李绍华. 世界果树生产状况及提高我国果品市场竞争对策[J]. 中国农业大学学报,2003,36(1):7-13.
- [4] 何等平. 广东荔枝害虫综防研究综述[J]. 中国南方果树, 2001, 27(5):23-26.
- [5] 姚振威,刘秀琼. 为害荔枝和龙眼的两种细蛾科昆虫[J]. 昆虫学报, 1990,33(2):207-212.
- [6] 洗继东,庞雄飞,梁广文,等. 非嗜食植物次生化合物对荔枝蒂蛀虫的控制作用[J]. 华南农业大学学报, 2002, 23(4):11-14.
- [7] 洗继东,詹根祥,梁广文,等. 植物乙醇提取物对荔枝蒂蛀虫的防治研究[J]. 热带作物学报, 2001,22(3):45-50.
- [8] 彭海辉,洗继东,曾玲,等. 荔枝蒂蛀虫对寄主植物提取物的触角电位反应[J]. 华南农业大学学报,2006,27(2):25-27.
- [9] 洗继东,王晓磊,刘少兰,等. 荔枝蛀蒂虫对不同寄主植物组织的行为反应[J]. 环境昆虫学报,2011,33(4):456-460.
- [10] 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.
- [11] JANG E D, LIGHT M. Behavioral responses of female oriental fruit flies to the odor of papayas at three ripeness stages in a laboratory flight tunnel (Diptera: Tephritidae) [J]. J Insect Behav,1991,4(4):751-762.
- [12] BJOSRAN L B, HIBBARD B E. 6-methoxy-2-benzoxazolinone: Asemiochemical for host location by western corn root worm larvae [J]. J Chem Ecol,1992,18(7):931-944.
- [13] WARTHEN D. Volatile potential attractants from ripe coffee fruit for female Mediterranean fruit fly[J]. J Chem Ecol, 1997,23(7):1891-1900.
- [14] VET L E M. From chemical to population ecology: Infochemical used in an evolutionary context [J]. J Chem Ecol, 1999, 25(1):31-49.
- [15] 王波,季清娥,杨健全,等. 橘小实蝇蛋白饵剂的生物测定[J]. 云南农业大学学报, 2010, 25(4):483-486.
- [16] 钦俊德. 诠释植食性昆虫是怎样选择食料植物的[J]. 2003,38(6):1-3.
- [17] 杜永均,严福顺. 植物挥发性物质在植食性昆虫、寄主植物和昆虫天敌中的作用机理[J]. 昆虫学报, 1994, 37(2):233-250.
- [18] 王少山,梁广文,曾玲,等. 新鲜荔枝果挥发性成分检测分析[J]. 新疆农业科学,2010,47(2):237-240.

【责任编辑 周志红】