

花椒窄吉丁（鞘翅目：吉丁甲科）嗅觉研究进展

刘欣玉 白妍妍 戚煜 赵盈盈 刘保志 谢寿安*

（西北农林科技大学林学院，杨凌 71210）

摘 要：花椒是我国林业特色产业之一，随着全国花椒种植面积的不断扩大，花椒病虫害也呈逐年加重的态势。尤以花椒窄吉丁（*Agrilus zanthoxylumi*）的危害最为严重，该虫是我国花椒林中最主要的毁灭性蛀干害虫，危害后会导致树皮流胶、腐烂、干枯、龟裂，最后脱落至整株死亡。因此花椒窄吉丁的防治已成为花椒林害虫防控研究的重中之重。花椒窄吉丁的早期研究主要集中于虫情调查、种群动态、发生规律、生物学特性及化学防治等方面，而近期研究则主要集中于嗅觉系统方面的研究，包括成虫触角超微结构观察、对寄主挥发物的触角电位及行为反应和嗅觉蛋白的鉴定与表达等。自然界中，昆虫通过其灵敏和复杂的嗅觉系统识别生境中的各种化学气味分子，从而进行觅食、交配、产卵和躲避天敌等生命活动。为明确花椒窄吉丁的嗅觉形成机制，首先通过扫描电镜观察到花椒窄吉丁成虫触角有 6 类 17 种感受器，且雌、雄虫触角感受器的类型、数量和分布位置存在性二型现象，根据其触角感器分布模式的差异推测这可能与其行为密切相关。其次，利用 GC-MS-EAG 技术，结合“Y”型昆虫嗅觉仪，研究了花椒窄吉丁对寄主植物挥发物的行为响应。结果表明：花椒窄吉丁入侵后，叶片挥发物的种类和相对含量发生改变，其中月桂烯、(1R)-(+)-柠檬烯和乙酸芳樟酯的相对含量明显升高， β -石竹烯、乙酸香叶酯的相对含量明显降低，并有新物质 α -水芹烯等生成。此外， $0.1 \mu\text{g}/\mu\text{L}$ α -水芹烯、 $10\sim 100 \mu\text{g}/\mu\text{L}$ 月桂烯、 $0.1\sim 1 \mu\text{g}/\mu\text{L}$ (1R)-(+)-柠檬烯、 $0.1\sim 10 \mu\text{g}/\mu\text{L}$ 乙酸芳樟酯对花椒窄吉丁具有引诱作用， $1\sim 100 \mu\text{g}/\mu\text{L}$ (1R)-(+)- α -蒎烯、 $0.1 \mu\text{g}/\mu\text{L}$ β -蒎烯、 $10 \mu\text{g}/\mu\text{L}$ β -石竹烯对花椒窄吉丁具有驱避作用。与此同时，随着高通量测序的快速发展，已成功建立了花椒窄吉丁成虫触角转录组数据库，并挖掘出在其嗅觉系统中发挥重要作用的嗅觉蛋白，如：花椒窄吉丁气味结合蛋白（*AzOBP3*, *AzOBP4*, *AzOBP5*, *AzOBP7*）和化学感受蛋白（*AzCSP3Az*, *AzCSP4*, *AzCSP7*）基因陆续被鉴定出来，且对各基因的结构特征与分类、表达定位、三维结构、系统发育、生理功能等方面也进行了研究。与寄主挥发物的分子对接实验表明 *AzOBPs* 和 *AzCSPs* 能与寄主植物花椒的多种挥发性物质结合，证明该嗅觉蛋白在花椒窄吉丁搜寻寄主与取食行为中发挥着重要作用。最后选择对花椒窄吉丁具有引诱作用的化合物进行复配，制成诱芯，置于诱集装置中在花椒林间进行诱捕，该类型的诱捕技术已经逐渐成为蛀干害虫较为成熟的防治方法，虽然此方法具有环保、高效和灵敏度高等优点，但应用时容易受到环境干扰，后续在进行植物源引诱剂开发时还应充分考虑林间错综复杂的环境因子。

关键词：花椒窄吉丁；蛀干害虫；嗅觉蛋白；化学通讯；害虫综合防治