

美国白蛾识别 β -罗勒烯的嗅觉分子机制及应用

马维超¹, 严善春¹

(1. 东北林业大学林学院 哈尔滨 150040)

摘要:【目的】解析并应用美国白蛾识别其幼虫取食桑树诱导桑树释放的虫害诱导挥发物 β -罗勒烯的嗅觉分子机制, 为监测美国白蛾幼虫的早期发生提供新的策略。【方法】通过“Y”管行为选择、单感器记录技术测试美国白蛾对 β -罗勒烯的电验证生理、行为选择响应。利用转基因果蝇异源表达系统、荧光定量 PCR 等技术筛选美国白蛾识别 β -罗勒烯的气味受体。利用同源建模、分子对接、生物传感器技术制备监测 β -罗勒烯的气味受体衍生肽传感器。【结果】10 μg 的 β -罗勒烯对美国白蛾雌、雄虫有显著的引诱作用 ($P < 0.01$), 雌虫对低剂量的 β -罗勒烯更敏感。美国白蛾雌虫主要通过短毛形感器识别 β -罗勒烯, 雌成虫可以对剂量低至 10 ng 的 β -罗勒烯产生单感器响应。通过进化树分析了美国白蛾气味受体基因, 根据受体蛋白相似则配体相似的原理筛选出美国白蛾识别 β -罗勒烯的候选目的气味受体基因 *HcunOR31*。通过荧光定量 PCR 技术分析了目的基因在美国白蛾成虫触角、头、足、翅、胸、腹 6 个组织中的相对表达量, *HcunOR31* 主要在成虫触角中表达。通过果蝇空神经元异源表达系统结合单感器记录技术验证了 *HcunOR31* 的功能, *HcunOR31* 特异性识别 β -罗勒烯并可以识别剂量低至 1 μg 的 β -罗勒烯。利用同源建模、分子对接技术预测出 *HcunOR31* 识别 β -罗勒烯的配体结合位点为 Ala79、Ile82、Ile83、Ala209、Ile310、Ile313、Ala314、Phe317。根据结合位点设计了 3 段包含结合位点的多肽片段 (odorant receptor-derived peptide, ORP) 并合成。将气味受体衍生肽作为敏感物质制备气味受体衍生肽传感器即 ORP-sensor, 成功制备出 2 个可以识别气态 β -罗勒烯的 ORP-sensor, ORP3-sensor 可以感受浓度低至 1 ppb 的气态 β -罗勒烯, 并具有良好的特异性。同时 ORP3-sensor 可以识别出低至一头 3 龄美国白蛾幼虫取食桑树时桑树释放的 β -罗勒烯。【结论】美国白蛾可以敏感地识别 β -罗勒烯, *HcunOR31* 是美国白蛾识别 β -罗勒烯的特异性普通气味受体, 所开发的气味受体衍生肽传感器可以实时、敏感地监测到美国白蛾幼虫取食桑树, 本研究为监测美国白蛾幼虫的早期发生提供了新的策略。

关键词: 美国白蛾; 虫害诱导挥发物; β -罗勒烯; 气味受体; 气味受体衍生肽传感器