

美国白蛾多食性扰乱技术的构建与应用

姜敬, 严善春

(东北林业大学林学院 哈尔滨 150040)

摘要:【目的】强大的多寄主适应能力是保证美国白蛾能入侵成功和爆发致灾的重要原因。然而,美国白蛾为什么能适应这么多的寄主植物?如何扰乱美国白蛾的多寄主适应能力?还尚缺乏系统性的研究。【方法】本研究以美国白蛾对寄主植物的适应性差异为基础,围绕解毒酶 P450 深入探究美国白蛾多寄主适应性形成的生理和分子机制,并以此机制为基础构建扰乱美国白蛾多寄主适应性的 dsRNA 生物农药。此外,本研究鉴定了美国白蛾幼虫低喜食性寄主植物山槐的关键抗虫物质,并以此为核心成分构建具有防治美国白蛾潜力的微胶囊杀虫剂。【结果】美国白蛾对不同寄主植物的适应依赖解毒酶 P450 对寄主植物种类的特异性响应。这种响应在基因水平表现为强烈的转录可塑性。其中, HcCYP6AE178 基因在中、低喜食性寄主植物组中的表达量相较于高喜食性寄主植物组上调最显著。沉默 HcCYP6AE178 显著降低了美国白蛾对寄主植物的适应能力,表现为幼虫体重的显著降低以及在中、低喜食性寄主植物组幼虫的累积死亡率显著提高。HcCYP6AE178 的沉默引起的幼虫能量代谢调控基因表达降低和生长调控基因表达紊乱可能是导致幼虫体重降低和死亡率升高的重要原因。同时, HcCYP6AE178 在黑腹果蝇和 Sf9 细胞中的表达显著降低了植物防御性化合物金雀花碱和香豆素对果蝇和 Sf9 细胞的毒性效应。以 CS 纳米材料和 dsHcCYP6AE178 为材料构建的 CS-dsHcCYP6AE178 生物农药具有良好的稳定性和靶基因干扰效率。CS-dsHcCYP6AE178 可显著扰乱美国白蛾的多寄主适应能力,并显著提高美国白蛾幼虫对香豆素的敏感性。秦皮乙素被鉴定为山槐防御美国白蛾的关键抗虫物质,对美国白蛾表现出显著的毒性效应,涉及幼虫体重降低、死亡率升高、生长调控基因表达紊乱。秦皮乙素处理降低了幼虫营养物质含量,以及抑制了三羧酸循环、糖酵解途径关键基因表达。秦皮乙素处理下美国白蛾幼虫激活了解毒代谢和抗氧化防御系统,但无法缓解秦皮乙素处理造成的氧化损伤。利用单凝聚法构建的秦皮乙素微胶囊具有优良的缓释性能、热重稳定性和抗光解能力。秦皮乙素微胶囊在室内和野外验证试验中均对美国白蛾幼虫生长和存活具有显著的毒性效应,甚至高于秦皮乙素原药对美国白蛾幼虫的毒性。秦皮乙素微胶囊属于低毒农药,对斑马鱼和蠋螬的毒性效应较弱。【结论】HcCYP6AE178 被认定为是参与美国白蛾多寄主适应性形成的关键解毒基因。CS-dsHcCYP6AE178 具有被应用于美国白蛾防治的重大潜力。以秦皮乙素为有效成分的微胶囊杀虫剂可用于美国白蛾的高效、安全、绿色防控。

关键词: 美国白蛾; P450; 山槐树