

枫香刺小蠹对两种寄主植物的选择偏好及其作用机制

高磊¹, 赵洁^{1,2}, 孙雪婷¹, 张妍¹, 李猷³, 鞠瑞亭²

(1 上海市园林科学规划研究院, 城市困难立地生态园林国家林草局重点实验室, 上海, 200232; 2 复旦大学生命科学学院, 生物多样性和生态工程教育部重点实验室, 上海, 200438; 3 福建农林大学植物保护学院, 福州, 350002)

摘要: 枫香刺小蠹 *Acanthotomicus suncei* 是近年来新发现的一种蛀干性害虫, 该虫在本土的原始寄主为枫香树 *Liquidambar formosana*, 随着外来树种北美枫香 *L. styraciflua* 的大规模引进种植, 该虫的种群呈现爆发式增加, 已经在上海及周边地区导致至少 3 万株枫香死亡, 对枫香类植物的健康生长构成严重威胁。【目的】明确枫香刺小蠹对两种寄主植物的选择性和适应性差异, 分析发生这种现象的作用机制。【方法】利用两种寄主植物的离体木段及其挥发性有机化合物进行偏好性检测, 分别测试两种寄主植物的挥发性和非挥发性代谢化合物, 并分析这些化合物在枫香刺小蠹寄主选择和生长发育中的作用。【结果】枫香刺小蠹成虫对北美枫香表现出更强的选择性 ($t_{32}=5.16, P<0.01$; $t_{28}=5.73, P<0.01$); 在枫香刺小蠹母代成虫及其子代适合度特征上, 成虫单雌产卵量、卵孵化率、幼虫化蛹率、雌成虫翅长、雄成虫翅长、雌成虫体长、雄成虫体长和成虫平均体重等方面不存在显著差异, 但是用北美枫香饲养的枫香刺小蠹蛹羽化率极显著高于枫香树饲养的种群 ($t_{24}=2.88, P<0.01$), 饲养在北美枫香上的枫香刺小蠹种群世代平均发育历期显著短于饲养在枫香树的种群 ($t_{10}=2.98, P<0.05$); 两种枫香的韧皮部样本中共检测出 188 种挥发性代谢化合物, 北美枫香韧皮部组织高表达的挥发性化合物包括丁醇、四聚体乙醛、戊酸、壬酸、2-甲基丁醛、3-甲基丁醛等 6 类物质; 而在中国枫香中高表达的挥发物包括 1-辛烯-3-酮、石竹烯、4-乙酰基-1-甲基环己烯等 4 类物质。鉴于 1-辛烯-3-酮和石竹烯等对植食昆虫的间接防御和趋避作用, 而醇类、醛类和烯类等化合物对植食性昆虫具有一定的引诱作用, 因此推测北美枫香是通过丁醇、四聚体乙醛、戊酸、壬酸、2-甲基丁醛、3-甲基丁醛等挥发性物质对枫香刺小蠹形成了诱集效应。代谢组分析发现, 两种枫香韧皮组织的非挥发性次级代谢物组成有显著差异, 其中, 6-羟甲基脱肠草素 (苯丙素类)、金圣草黄素 o-乙酰基己糖苷 (黄酮类)、柴胡皂苷 d (萜类)、2-羟基-4-甲基戊酸 (有机酸及衍生物)、二氢茉莉酮、蛔蒿素等 6 类化合物在中国枫香中的表达量显著高于北美枫香, 由于 6-羟甲基脱肠草素、2-羟基-4-甲基戊酸和二氢茉莉酮物质对植食性昆虫具有拒食或消化抑制作用, 特别是 2-羟基-4-甲基戊酸对昆虫而言是有毒化合物, 而 6-羟甲基脱肠草素和二氢茉莉酮能明显影响成虫和幼虫的发育, 推测这 3 类在中国枫香中表达量高的化学物质增强了其对枫香刺小蠹的抗性。【结论】相对于其原始寄主枫香树, 枫香刺小蠹更偏好于选择外来植物北美枫香, 且取食北美枫香后种群适合度更高。枫香刺小蠹在两种枫香上出现选择性与适应性的差异, 是由于北美枫香的挥发性有机化合物比枫香树更能吸引枫香刺小蠹成虫, 同时, 北美枫香对小蠹取食的抵抗能力较弱, 且能为小蠹的生长发育提供更好的营养资源, 以上原因共同促进了枫香刺小蠹在北美枫香引种后出现种群暴发。

关键词: 枫香刺小蠹, 次生代谢, 适合度, 选择偏好, 植物引种