

温度对采后桃果实内酯类香气生物合成的调控

席万鹏, 张 波, 梁 莉, 申济源, 徐昌杰, 陈昆松*

(浙江大学果实品质生物学实验室, 农业部园艺植物生长发育与品质改良重点开放实验室, 杭州 310058)

香气是果实品质的重要指标, 能客观反映果实风味特点和成熟阶段, 近年来逐渐引起了人们的关注。已有研究显示, 果实香气物质的生物合成受温度等环境因素影响。内酯是一类具有桃果实特征香味的挥发性香气物质, 推测脂肪酸 β -氧化是其生物合成的主要途径, 然而目前尚未鉴别出参与内酯类香气物质生物合成的酶和基因。

选用软溶质的白桃(‘湖景蜜露’)和黄桃(‘锦绣’)为材料, 将采后桃果实置于 20、5、0 °C 和程序降温(8 °C 锻炼 3 d 后转至 5 °C 贮藏)4 种不同温度, 利用顶空固相微萃取(head space solid phase microextraction, SPME)结合气相色谱测定果实内酯类香气含量; 测定果实硬度、褐变指数和乙烯释放速率的变化; 分析了 β -氧化起始酶乙酰辅酶 A 氧化酶(acyl-CoA oxidase, ACX)的活性; 进行基于表达序列标签(expressed sequence tags, EST)库的基因家族成员克隆, 并利用实时定量 PCR 分析了基因的表达模式。试验包括 2009 年和 2010 年的年度重复。

桃果实 在 20 °C 成熟衰老进程中的内酯类香气物质含量随着乙烯跃变趋于快速积累, 置于冷害诱导温度(5 °C)处理的果实在货架期间具有最低含量的内酯, 而 0 °C 和程序降温处理则通过有效延缓冷害发生维持了较高含量的内酯。长链酰基辅酶 A 为底物的 ACX 酶活性在 20 °C 成熟衰老进程中随着内酯含量积累而增加, 而以中链和短链酰基辅酶 A 为底物的酶活性则维持基本稳定。进一步分析显示, 长链酰基辅酶 A 为底物的 ACX 酶活性与内酯含量呈现显著正相关关系($R^2 = 0.80 \sim 0.96$)。基于桃 EST 库, 克隆获得了 4 个 ACX 基因家族成员, 序列分析显示 *PpACX1* 具有中长链活性, *PpACX2* 具有长链活性, *PpACX3* 和 *PpACX4* 具有短链和中链活性, 它们分别与拟南芥 *AtACX1*、*AtACX2*、*AtACX3* 和 *AtACX4* 具有较高的序列同源性。基因表达结果显示, *PpACX1* 的表达模式与长链 ACX 酶活性相似, 其表达水平的增加伴随有内酯含量的积累。*PpACX2* 的表达模式与 *PpACX1* 相似, 但表达水平的变化幅度较低。采后贮藏期间桃果实的 *PpACX3* 表达水平维持稳定, 而 *PpACX4* 除了采后 1 d 出现转录本含量明显积累外其他阶段均维持稳定水平。主成分分析(principal component analysis, PCA)结果表明, 桃果实采后内酯含量与 ACX 长链酶活性和 *PpACX1* 表达水平具有相似的变化模式, 它们在一个族内聚集; 不同温度处理的桃果实在 PCA 模型中具有不同的分布, 如冷害果实可以显著区别于非冷害果实。上述研究结果显示, 长链 ACX 酶活性和 *PpACX1* 表达参与了采后温度处理对桃果实内酯类香气物质生物合成的调控。

关键词: 桃; 果实; 采后; 温度; 乙酰辅酶 A 氧化酶; 内酯

中图分类号: S 662.1

文献标识码: A

文章编号: 0513-353X (2011) S-2473-01

收稿日期: 2011-09-14

基金项目: 国家自然科学基金项目(31171937, 30800739); 浙江省自然科学基金项目(Y113140); 浙江省创新团队项目(2009R50036); 宁波市科技局项目(2010C10038)

* 通信作者 (E-mail: akun@zju.edu.cn; Tel: 0571-88982937)