

毛竹有性生殖变异率及诱变育种研究

楚天奎¹, 叶雅琴¹, 白一苇¹, 马艳军¹, 常艳婷¹, 江泽慧^{1*}, 胡 陶^{1*}

(1.国际竹藤中心/国家林业和草原管理局重点实验室/北京市共建竹藤科学与技术重点实验室, 北京 100102)

摘 要:【目的】通过全基因组重测序来探索毛竹 (*Phyllostachys edulis*) 有性生殖变异率, 并初步探讨常温常压等离子 (ARTP) 和甲基磺酸乙酯 (EMS) 对毛竹的诱变效果, 为加快毛竹新品种培育提供理论支持与育种新思路。【方法】通过对同一株毛竹不同年份组织、同一片竹林中开花毛竹和未开花毛竹组织以及开花毛竹子代实生苗组织进行全基因组重测序分析, 可得出毛竹无性繁殖株之间的遗传差异, 判断出母本与周边毛竹的群体结构, 并计算出毛竹在有性生殖过程中的变异率。将毛竹种子通过 ARTP 和 EMS 分别进行诱变处理, 统计不同诱变强度下幼苗的成活率及表型特征, 以探索适用于毛竹诱变的实验条件与材料状态, 并对 ARTP 诱变处理后的子代进行全基因组重测序, 以期判断 ARTP 诱变技术对毛竹基因组的实际诱变效果。【结果】在毛竹无性繁殖过程中, 单核苷酸差异频率平均达到了 6.01×10^{-4} /bp, 但突变的积累较慢, 而开花毛竹与周边未开花毛竹之间的遗传差异较低, 可判断出开花毛竹群体为无性繁殖系。在毛竹有性生殖过程中, 单核苷酸变异的频率显著高于其它模式植物, 范围从 4.54×10^{-4} 到 1.15×10^{-3} /bp, 与玉米和小麦相近。在将筛选出的高频突变基因映射到染色体层面时, 发现不同样本在同一个染色体上的总突变率呈现出明显的双峰分布模式, 这暗示了毛竹后代中的遗传多样性可能主要来源于异花授粉事件的高频性, 并且通过解剖毛竹花器官进一步佐证了这一观点。毛竹种子经 ARTP 诱变处理后, 发芽率有所降低, 幼苗可能出现畸形, 对其根系发育与叶片颜色亦有影响, 又经全基因组重测序分析表明, ARTP 诱变处理可明显增加单核苷酸多态性 (SNP)、插入/缺失 (indel) 和结构变异 (SV) 的数量, 尤其是 SV 变异数量较多。而 EMS 诱变处理对毛竹种子发芽率的影响更大, 并在明确毛竹种子 EMS 诱变的半致死浓度后建立突变体库, 为进一步突变体的筛选打下基础。【结论】毛竹每代之间的变异率相对其余物种来说较高, 但却表现出品种单一的窘境, 而且每经过一次有性生殖会显著降低其杂合程度。推测毛竹在每年的无性繁殖过程中产生了大量的体细胞突变, 虽然积累的速度较慢, 但毛竹的生殖周期极其漫长, 最终会通过有性生殖的方法来降低其体细胞突变带来的影响, 在保证其群体遗传物质稳定性的同时保留有益突变。此外, 本实验同样验证了 ARTP 和 EMS 诱变技术在增强毛竹遗传多样性和促进新变异产生方面的有效性, 为毛竹以及其他竹类植物的育种提供了新的理论依据和实践方法。

关键词: 毛竹; 全基因组测序; 自发突变率; 诱变育种; ARTP; EMS