

转 *Cry1Ac* 107 杨预期与非预期效应研究

张子杰

(河北农业大学)

林木转基因安全性是世界范围内一个重要的生态问题,对转基因安全性的担忧是阻碍转基因植物深入研究和大规模推广的原因之一。随着我国杨树栽种面积的不断扩大,病虫害问题日趋严重,利用转基因技术创制抗虫杨树,能够有效解决杨树虫害问题。杨树是多年生木本植物,其世代周期远高于农作物,对其进行田间抗虫效果评价、生长及材性分析、生态安全监测以及非预期效应调查尤为必要。本研究以转 *Cry1Ac* 基因 107 杨株系及野生型 107 杨对比试验林为对象,进行抗虫性分析、生长性状差异比较和非预期效应等调查。结果发现:

(1) 连续 7 年的动态监测结果表明,转基因株系对鳞翅目昆虫具有长期稳定的抗虫效果,尤其是灯蛾科昆虫。然而,外源基因的插入也对转基因株系产生了消极影响。主响应曲线 (PRC) 表明,转基因对群落差异的影响远小于年份因子 (分别为 7% 和 60%), 非靶标节肢动物可能对年际变化更为敏感。非靶标节肢动物的蚜虫科和蛛科对 PRC 曲线响应剧烈,但这些差异只表现在某些年份或品系上。

(2) 转基因株系间平均树高、胸径、材积无显著差异,但均显著低于未转基因对照,3 个地区试验林转基因株系平均树高、胸径、材积分别为未转基因对照的 79.1%、77.6%、62.4%。多点联合方差分析表明,各株系树高、胸径、材积受株系与地点之间互作影响达到极显著。转基因株系与未转基因株系树高、胸径、材积的速生期、年平均最大生长量等时期相近。转基因株系在不同地点生长量表现不同,枣强试验林与盐山、深州试验林在生长量方面均存在显著差异,盐山试验林表现最好,枣强试验林生长最差,枣强试验林平均树高、胸径、材积仅为盐山的 86.5%、84.8%、65.1%,为深州试验林的 86.9%、88.4%、78.7%。

(3) 转基因株系与野生型根系,各径级根长密度、表面积密度、体积密度以及生物量密度,均随土层深度的增加而显著降低,在 0~30 cm 土层中根长密度、根表面积密度、根体积密度及生物量密度均达到最大值且显著高于其它土层。在水平方向 0~150cm 范围内,转基因株系与野生型的总根表面积密度、总生物量密度,随着远离树干水平距离的增加呈现出先减小后增大的趋势;不同径级根系表面积密度、根长密度在距树干 0~30cm 处达到最大值。转基因株系总根长密度、根表面积密度、根体积密度和生物量密度均显著小于野生型,而 2 个转基因株系间无显著性差异。转基因株系细根径级的根长密度、根表面积密度表现为野生型大于转基因株系且存在显著性差异,而中根与粗根根长密度、根表面积密度无显著性差异。

(4) 转基因株系半纤维素和木质素含量高于野生型,但差异不显著,而纤维素、灰分、苯醇抽出物以

及 1%NaOH 抽出物含量则低于野生型，且差异显著。转基因株系的平均体积、弦向、径向气干及全干干缩率均与野生型存在显著性差异，与野生型相比分别小 5.95~7.96% 及 3.63~6.87%。转基因株系气干、全干和基本密度比野生型分别提高了 3.10%、3.09%、2.63%，而转基因株系间无显著性差异。为转基因对照冲击韧性、抗弯强度、抗弯弹性模量和顺纹抗压强度均低于 2 个转基因株系。转基因株系的纤维长平均为 1033.41 μm ，为野生型的 88.62%，差异显著；而纤维宽度平均为 21.68 μm ，与未转基因对照不存在显著性差异，转基因株系间均无明显差异。

(5) 转 *Bt* 基因 107 杨田间植株存在新梢嫩叶变红的非预期效应，新梢叶色变红是由于花青素的过量积累导致。利用花青素靶向代谢组学在转基因新梢叶片中检测到 45 种花青素类成分和 11 种黄酮类化合物，其中矢车菊素、飞燕草素、芍药花素、锦葵色素、天竺葵素、矮牵牛素在转基因新梢叶片中均显著升高，且锦葵色素和矮牵牛素为转基因嫩叶中特有差异成分，未在不同发育时期叶片中表现出差异。在转基因嫩叶中未发现黄酮类代谢物成分差异。在花青素生物合成途径中，转 *Bt* 基因 107 杨新梢叶片中仅催化 4-香豆酸 CoA 连接酶 (4CL)、查尔酮合成酶 (CHS) 和类黄酮-3-O-糖基转移酶 (UFGT) 的三类基因表达量出现差异，其中催化 UFGT 途径的基因表达量最高。