

转不同 *rol* 基因 741 杨株系相关性状比较分析

王连荣^{1,2}, 缪丽萍¹, 张晓军¹, 杨敏生¹

(¹河北农业大学林学院, 保定 071000; ²河北北方学院园艺系, 张家口 075131)

摘要: 对已转入 *rolB*、*rolC* 基因 741 杨株系进行分子检测, 并对其根系生长状况、苗高、叶绿素 a 和 b、叶绿素荧光以及内源激素等指标进行测定。结果表明, 转 *rolB*、*rolC* 基因 741 杨各株系发根率、发根量均高于未转基因对照。转 *rolB* 基因 741 杨株系苗高与对照无显著差异, 叶绿素 a、b 含量上升, Fv/Fm、PI 值下降, IAA、ZT 含量上升, ABA 含量下降。转 *rolC* 基因 741 杨各株系顶端优势减弱, 植株矮化, 叶绿素 a、b 含量降低, Fv/Fm、PI 值下降, IAA、ZT、ABA 含量上升。总体比较, 转 *rolB* 基因 741 杨株系生根率, 叶绿素 a、b 含量, PI 值、ZT 和 IAA 含量均高于转 *rolC* 基因 741 杨株系。

关键词: *rol* 基因; 741 杨; 生长状况; 叶绿素; 叶绿素荧光; 内源激素

Comparison of Related Traits among the Transgenic Poplar 741 with Different *rol* Gene

WANG Lian-rong^{1,2}, MIAO Li-ping¹, ZHANG Xiao-jun¹, YANG Min-sheng¹

(¹ Forestry College, Agricultural University of Hebei, Baoding 071001; ² Horticulture College, Hebei North University, Zhangjiakou 075131)

Abstract: In this study, the transgenic poplar 741 with *rolB* and *rolC* were detected for molecule and their root growth variation, height, chlorophyll a, b, chlorophyll fluorescence characteristics, as well as endogenous hormones were determined. The results showed that the root number and rooting rate of transgenic poplar 741 with *rolB* and *rolC* were higher than the control. The transgenic poplar 741 with *rolB* height with no significant difference between the control, chlorophyll a, b content increased, Fv/Fm, PI values decreased, IAA, ZT content increased, ABA content decreased. The transgenic poplar 741 with *rolB* and *rolC*: the top edge of the weakened, dwarf plants, chlorophyll a, b content was reduced, Fv/Fm, PI values decrease, IAA, ZT, ABA content increased. Overall comparison, the transgenic poplar 741 with *rolB* rooting rate, chlorophyll a, b content, PI value, ZT and IAA levels were higher than the transgenic poplar 741 with *rolC*.

Key words: *rol* gene; Poplar 741; Grow variation; Chlorophyll; Chlorophyll fluorescence; Endogenous hormone

741 杨是于 1974 年开始采用有性杂交获得杂种, 经过选育获得的白杨杂种无性系, 杂交组合为 [银白杨 (*P. alba*) × [山杨 (*P. davidiana*) + 小叶杨 (*P. simonni*)] × 毛白杨 (*P. tomentosa*), 速生, 适应范围广, 稳定性强, 具有优良的木材物理力学性质^[1]。由于其扦插生根能力弱, 不易成活, 其快速繁殖和大面积推广应用受到了严重制约。然而 20 世纪 80 年代以来, 国内外学者对发根农杆菌 Ri 质粒及其 *rol* 基因进行了

广泛深入的研究^[2-4]。Ri 质粒上携带的诱根基因的表达不仅能导致植物被感染部位形成大量的毛根, 而且由毛根容易获得再生的转化植株, 这些植株可表现出许多能稳定遗传的表型变异^[5]。所以通过转化 *rol* 基因, 可以改善 741 杨生根能力, 提高其生根率, 但是转 *rol* 基因植株也常伴有顶端优势减弱、植株矮化、节间长度缩短、叶片皱缩等不良性状^[6-8]。因此如何做到有选择地控制 *rol* 基因的表达, 促进根的形成与生

收稿日期: 2009-09-30

修回日期: 2010-04-06

基金项目: 国家“863”计划项目资助 (2009AA10Z107); 教育部博士点基金资助项目 (20070086004)

作者简介: 王连荣, 在读博士, 林木遗传育种专业。E-mail: xyzh77@yahoo.com.cn

通讯作者: 杨敏生, 教授, 博士生导师。E-mail: deu100@yahoo.com.cn

长,抑制不良效应,保留其有利的性状,是有效地将 *rol* 基因用于 741 杨生根性状改良中需解决的问题。本研究将对已转入 *rolB*、*rolC* 基因 741 杨株系进行分子检测,并对其根系生长状况、苗高、叶绿素含量、叶绿素荧光特性,以及内源激素等性状的表达进行了对比分析,从中选出优良的转 *rol* 基因 741 杨株系,为育种工作提供优良的种质资源。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以转 *rolB* 基因 741 杨的无菌组培苗 7 个株系、转 *rolC* 基因 741 杨的无菌组培苗 18 个株系为材料,并以未转基因 741 杨的无菌组培苗作对照,均取自河北农业大学林学院林业生物技术实验室。

1.2 试验方法

1.2.1 转基因 741 杨的分子检测 参照陈大明等^[9] CTAB 法提取转基因 741 杨株系及对照叶片的 DNA,以携带 *rolB*、*rolC* 基因的质粒 DNA 为阳性对照。分别用外源基因 *rolB*、*rolC* 的专一引物(表 1)进行 PCR 分析。

表 1 引物序列

Table 1 The code of primer

基因 Gene	引物序列 Primer sequence	退火温度(℃) T _m	扩增片段 长度(bp) Size
<i>rolB</i>	5'TGGCGACAACGATTCAACCATATC3'	62	255
	5'GTGCCGCAAGCTACAACATCATAG3'		
<i>rolC</i>	5'TCCCATGGAGTCAAAGATTCAAAT3'	62	1500
	5'TAGGCTACTTTCCTTTCGCTTATT3'		

1.2.2 转基因 741 杨根系和苗高的测定 取生长一致的转基因 741 杨株系及对照组培苗的茎段(长 1~2cm),在无菌条件下接种于 MS0 培养基上,附加头孢噻钠酐(CTX) 300mg/L,每瓶接种 3 株,每个处理 5 瓶,在组培室条件下培养,温度(25±3)℃,光照

强度 1500~2000 lx,光照时间为 14 h/d。于接种 25d 后调查各株系的发根状况和苗高生长情况。

1.2.3 叶绿素含量测定 组培苗生长 25d 后,采用分光光度计法测叶绿素 a、叶绿素 b 含量,每个株系取 3 株。

1.2.4 叶绿素荧光测定 组培苗生长 25 d 后,采用便携式 Handy-PEA 植物荧光效率仪,测定组培瓶内组培苗的 PS II 最大光化学效率(F_v/F_m)和叶片性能指数(PI)等荧光参数。每个株系选取 3~5 株,叶片测定 5~8 个重复,测定时间为上午 10:00。

1.2.5 内源激素含量测定 组培苗生长 28d 后,每个株系取 3 株,将其真空冷冻干燥,研磨成干粉过筛,准确称取 40mg 备用。内源激素提取方法:40mg 样品→加入 1.6ml 80% 甲醇水含 1% 冰乙酸的提取液→4℃ 条件下浸提 10~12 h→4℃,10000rpm 离心 10min→取 1000μl 浸提液与 7ml 含 1% 冰乙酸的双蒸水混匀,此时甲醇含量为 10%→过经预处理的 C18 柱→用含 1% 冰乙酸的 10% 甲醇清洗杂质→加入 1000μl 含 1% 冰乙酸的 80% 甲醇洗脱液→将收集洗脱液在 1.5ml 离心管中。流动相:甲醇/双蒸水(含 0.5 % 冰乙酸)=45:55;流速:0.7ml/min;柱温:30℃;色谱柱:岛津生产的 Shim-pack VP-ODS 柱(250×4.6,粒径 4.6μm);检测波长:254nm。数据采集和处理由 Class-vp 色谱工作站自动完成。

2 结果与分析

2.1 转 *rol* 基因 741 杨的 PCR 检测

将转 *rolB*、*rolC* 基因 741 杨的无菌组培苗株系,移栽后用特异性引物做 PCR 检测。结果显示各转基因株系都扩增出特异条带,与阳性对照一致,而阴性对照没有扩增出相应的条带(图 1),表明外源基因 *rolC*、*rolB* 已经整合到 741 基因组中。

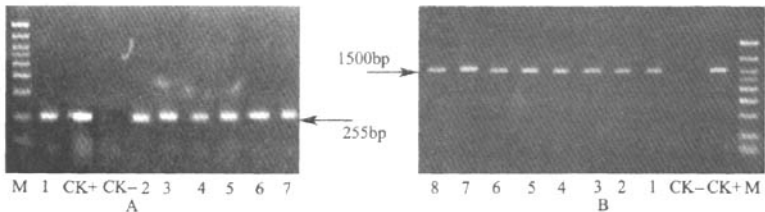


图 1 转 *rol* 基因 741 杨的 PCR 产物电泳检测

Fig.1 The electrophoresis test results of PCR product from transgenic poplar 741

M:Marker DI3000;

CK -:未转基因 741 杨;CK+:质粒阳性对照;A 中 1~7:转 *rolB* 基因 741 杨;B 中 1~8:部分转 *rolC* 基因 741 杨

2.2 转 *rol* 基因 741 杨组培苗生长状况的观测

将转 *rolB*、*rolC* 基因 741 杨各株系试管苗与 CK 的幼嫩茎段培养在 MS0 培养基中,结果表明(表 2),转 *rolB*、*rolC* 基因 741 杨植株不同株系间生根率存在较大差异。培养 25d 时,转 *rolB* 基因各株系生根率均高于 CK,其中 B-9、B-11、B-14、B-15 株系生

根率均达到 100%,其余株系生根率在 75% ~ 97.28% 之间。而转 *rolC* 基因的株系中 C-4、C-9、C-10 生根率较低,而 C-7、C-8 株系生根率达 100%,其余各株系生根率在 66% ~ 98.7% 之间。总体比较,转 *rolB* 基因 741 杨株系生根率大于转 *rolC* 基因 741 杨株系。

表 2 转不同基因 741 杨组苗培在 MS0 培养基上各株系生长状况的观测
Table 2 Growing observation of transgenic poplar 741 with different *rol* Gene

无性系 lines		发根率(%) Root rating	主根条数(个) Number of fibrous	主根长度(cm) Length of fibrous	须根条数(个) Number of fibrous roots	须根长度(cm) Length of fibrous roots	苗高(cm) Hight
<i>rolC</i>	C-1	83.28	3.20 ± 0.68abcd	2.15 ± 0.15gf	20.30 ± 8.50gh	2.49 ± 0.32a	2.45 ± 0.12bc
	C-2	85.71	2.50 ± 0.39bcd	2.10 ± 0.15gf	33.22 ± 13.31bcde	1.45 ± 0.45cde	1.44 ± 0.29gh
	C-3	66.34	3.20 ± 0.35abcd	5.43 ± 0.44bc	23.50 ± 3.06efgh	1.56 ± 0.21bcde	2.16 ± 0.10de
	C-4	54.45	2.45 ± 0.58bcd	4.74 ± 0.31bcde	17.53 ± 4.73h	1.22 ± 0.10de	2.54 ± 0.24bc
	C-5	76.67	2.67 ± 1.15bcd	5.83 ± 0.76abc	22.19 ± 3.61fgh	1.21 ± 0.50de	2.08 ± 0.08ef
	C-6	75.00	2.20 ± 0.58bcd	6.78 ± 1.05bc	34.43 ± 9.02bcde	1.67 ± 0.15bcde	1.25 ± 0.15h
	C-7	100	2.00 ± 1.00cd	5.93 ± 0.82abc	19.92 ± 9.54gh	1.36 ± 0.32def	2.00 ± 0.09ef
	C-8	100	3.75 ± 1.15ab	7.44 ± 2.93a	17.67 ± 2.52h	1.45 ± 0.40cde	2.65 ± 0.14b
	C-9	54.45	2.33 ± 1.15bcd	4.56 ± 1.50cdef	27.54 ± 6.43cdefgh	1.23 ± 0.35de	2.70 ± 0.26b
	C-10	54.45	2.83 ± 1.00bcd	3.11 ± 0.40efg	32.67 ± 7.64bcdef	1.57 ± 0.51bcde	1.92 ± 0.10f
	C-11	75.00	2.89 ± 1.00bcd	3.28 ± 0.38defg	41.83 ± 8.50ab	2.12 ± 0.26abc	2.33 ± 0.24bcde
	C-12	75.00	3.80 ± 1.15ab	2.74 ± 0.65gf	36.33 ± 6.56abcd	1.50 ± 0.50cde	2.63 ± 0.33bc
	C-13	90.91	3.67 ± 1.15ab	4.96 ± 2.00de	25.15 ± 2.52defgh	1.73 ± 0.20abcde	2.45 ± 0.16bc
	C-14	83.33	3.46 ± 1.53abc	5.15 ± 1.46bcd	16.55 ± 2.52h	1.02 ± 0.26def	2.37 ± 0.10c
	C-15	76.67	3.11 ± 1.53abc	6.74 ± 0.96abc	45.67 ± 8.08a	1.73 ± 0.71abcde	2.45 ± 0.24bcd
	C-16	69.88	2.34 ± 0.58bcd	5.43 ± 0.51abc	36.45 ± 7.23abc	2.21 ± 0.26abc	1.72 ± 0.10fg
	C-17	92.31	1.50 ± 0.58d	6.07 ± 2.43abc	30.89 ± 4.51bcdefg	1.84 ± 0.26abcd	2.68 ± 0.09b
	C-18	98.75	4.67 ± 0.58a	5.12 ± 0.40bcde	25.76 ± 4.51cdefgh	2.34 ± 0.30ab	1.56 ± 0.28fgh
	平均	78.46 ± 14.91b	2.92 ± 0.77b	4.86 ± 1.60a	28.2 ± 8.68a	1.65 ± 0.41a	2.19 ± 0.45b
<i>rolB</i>	B-2	97.28	7.50 ± 0.58abc	7.09 ± 0.89a	19.25 ± 3.61de	0.54 ± 0.21de	3.33 ± 0.26b
	B-6	87.28	5.76 ± 1.15bcd	6.34 ± 1.10ab	21.22 ± 3.21cde	0.90 ± 0.40bcd	2.54 ± 0.18d
	B-9	100	5.82 ± 1.73bcd	4.11 ± 0.28c	17.89 ± 8.18e	1.24 ± 0.23ab	2.92 ± 0.09c
	B-11	100	8.25 ± 3.21ab	6.84 ± 2.61a	32.66 ± 3.51a	1.17 ± 0.15abc	4.40 ± 0.26a
	B-13	75.00	4.83 ± 1.53cd	5.97 ± 1.26abc	29.32 ± 1.00ab	0.51 ± 0.10de	2.79 ± 0.16cd
	B-14	100	5.00 ± 1.00cd	5.67 ± 0.30ab	24.67 ± 2.52bcd	1.52 ± 0.21a	2.56 ± 0.27cd
	B-15	100	10.56 ± 2.52a	4.52 ± 0.40bc	26.67 ± 3.06abc	0.83 ± 0.23cd	2.67 ± 0.24cd
	平均	94.22 ± 9.66a	6.82 ± 2.08a	5.79 ± 1.12a	24.53 ± 5.42a	0.96 ± 0.37b	3.03 ± 0.66ab
CK	741	54.98	3.01 ± 0.68bcd	5.11 ± 0.93bcd	3.89 ± 0.58i	0.38 ± 0.04g	2.84 ± 0.195a

不同小写字母代表 5% 差异水平 Small letter represents the significant difference at 5% level

由表 2 可见,转 *rolB* 基因 741 杨各株系主根条数均高于 CK,且 B-2、B-11 和 B-15 株系与 CK 有显著差异。转 *rolC* 基因 741 杨各株系中 C-18 主根条数与 CK 有显著差异,其余各株系与 CK 均无显著差异,且 C-18 主根条数最多。总体比较,转 *rolB* 基因 741 杨株系主根条数大于转 *rolC* 基因 741 杨株系。转 *rolC* 基因 741 杨株系 C-8 主根长度显著高

于 CK, C-1、C-2 和 C-12 主根长度显著低于 CK,而其余各株系与 CK 无显著差异。转 *rolB*、*rolC* 基因 741 杨各株系须根平均条数和平均长度均显著高于 CK,转 *rolC* 基因 741 杨各株系须根平均长度高于转 *rolB* 基因 741 杨各株系。

转 *rolB*、*rolC* 基因 741 杨各株系在 MS0 培养基培养 25d 后,各株系苗高生长量不同。转 *rolC* 基因

741 杨各株系均低于 CK,转 *rolB* 基因 741 杨各株系除 B-11 和 B-2 高于 CK 外,其余株系均与 CK 无显著差异。说明转 *rolB* 基因 741 杨各株系苗高生长受外源基因影响较小,而转 *rolC* 基因 741 杨株系顶端优势受到抑制。

2.3 转 *rol* 基因 741 杨组培苗叶绿素含量分析

转 *rol* 基因 741 杨组培苗叶绿素含量变化如图 2

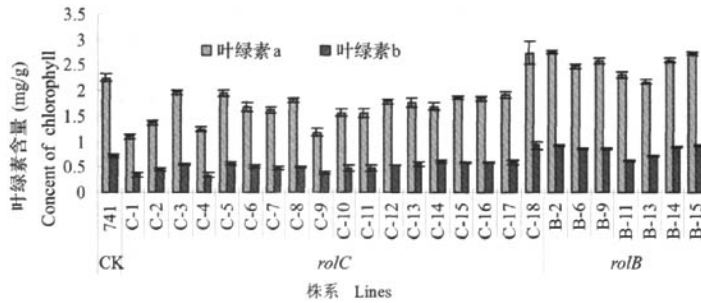


图 2 转 *rol* 基因 741 杨的叶绿素含量

Fig. 2 The chlorophyll content of the transgenic poplar 741 with *rolB* and *rolC*

2.4 转 *rol* 基因 741 杨组培苗叶绿素荧光特性分析

从图 3-A 可见,转 *rolB*、*rolC* 基因 741 杨各株系 F_v/F_m (最大光化学效率) 值均低于 CK。转 *rolB* 基因 741 杨各株系变异范围较小,在 0.74 ~ 0.76 之间,其中 B-11 F_v/F_m 值较大为 0.76, B-6 F_v/F_m 值较小为 0.74。转 *rolC* 基因各株系变异范围较大,在 0.70 ~ 0.76 之间,其中 C-9 和 C-18 F_v/F_m 值较大均为 0.76, C-2、C-8 和 C-14 F_v/F_m 值较小,分别为 0.72、0.72 和 0.70,其余株系 F_v/F_m 值居中。CK F_v/F_m 值为 0.77。

从图 3-B 可见,转 *rolC* 基因 741 杨各株系 PI 值范围在 0.85 ~ 1.26 之间,其中 C-18 PI 值高于 CK,为 1.61,其余各株系 PI 值均低于 CK,且以 C-2 PI 值最小为 0.85。转 *rolB* 基因 741 杨各株系 PI 值范围在 1.14 ~ 1.43 之间,其中 B-15 和 B-11 PI 值均高于 CK,其余各株系 PI 值均低于 CK,且以 B-6 PI 值最小为 1.14。CK PI 值为 1.42。总体比较,转 *rolB* 基因 741 杨各株系 PI 平均值高于转 *rolC* 基因 741 杨各株系。

2.5 转 *rol* 基因 741 杨组培苗激素含量分析

从图 4 可见,转 *rolB* 基因 741 杨各株系内源激素 ABA 的含量均低于 CK,范围在 56.56 ~ 108.5 ng/g,而转 *rolC* 基因 741 杨株系 ABA 含量的平均含量略高

所示,转 *rolC* 基因 741 杨各株系除 C-18 叶绿素 a、b 含量高于 CK 外,其余各株系均低于 CK。转 *rolB* 基因 741 杨 B-11、B-13 叶绿素 a、b 含量低于 CK,其余各株系均高于 CK。总体比较,转 *rolB* 基因 741 杨各株系叶绿素 a、b 含量均高于转 *rolC* 基因 741 杨各株系。

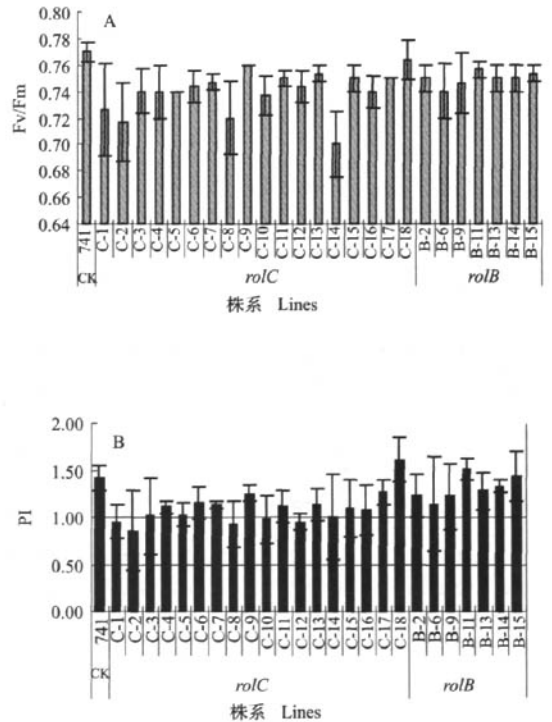


图 3 转 *rol* 基因 741 杨的荧光特性

Fig. 3 The fluorescence character of the transgenic poplar 741 with *rolB* and *rolC*

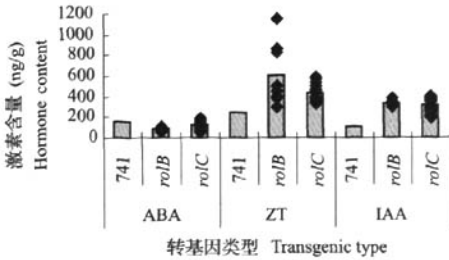


图 4 转 *rol* 基因 741 基因杨的内源激素分析
Fig. 4 Analysis for endogenous hormone of the transgenic poplar 741 with *rolB* and *rolC*

于 CK,但变异范围较大,在 51.08 ~ 185.58ng/g 之间,CK 内源激素 ABA 含量为 112.28ng/g。转 *rolB*、

rolC 基因 741 杨各株系 ZT、IAA 的含量均高于 CK,且转 *rolB* 基因 741 杨各株系 ZT、IAA 的平均含量高于转 *rolC* 基因 741 杨各株系平均含量,其中转 *rolB* 基因 741 杨各株系 ZT 含量的变异范围最大,在 378.76 ~ 1140.86ng/g 之间。

从图 5 可以看出,转 *rol* 基因 741 杨各株系的 IAA/ZT、IAA/ABA 的平均比值均高于 CK。转 *rolB* 基因 741 杨株系的 IAA/ZT 平均比值低于转 *rolC* 基因 741 杨株系(图 5-A),而转 *rolB* 基因 741 杨株系的 IAA/ABA 平均比值高于转 *rolC* 基因 741 杨株系(图 5-B),其中转 *rolB* 基因 741 杨株系 IAA/ABA 的平均比值是 CK 的 6.2 倍,转 *rolC* 基因 741 杨株系 IAA/ABA 的平均比值是 CK 的 4.2 倍。

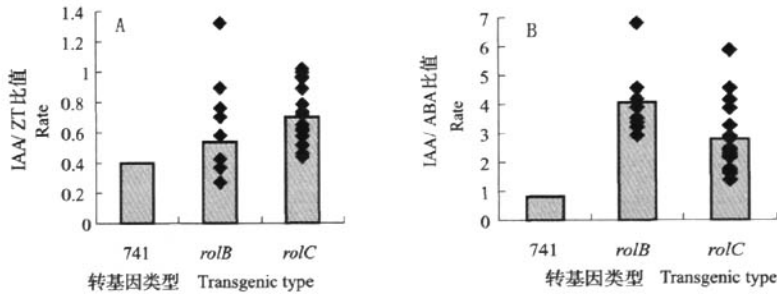


图 5 转 *rol* 基因 741 杨 IAA/ZT (A)、IAA/ABA (B) 比值
Fig. 5 Rate of endogenous hormone IAA/ZT (A), IAA/ABA (B) in transgenic poplar 741 with *rolB* and *rolC*

3 讨论

通过对转 *rol* 基因 741 杨株系生长状况的观测,发现转 *rol* 基因 741 杨株系具有生根率高、侧根发达的特点。但转 *rolB* 基因 741 杨株系生根率、根系生长量均高于转 *rolC* 基因 741 杨株系,并且 *rolB* 基因多拷贝株系生根率高于 *rolC* 基因多拷贝株系^[10],这可能与 *rolB* 基因是诱导毛根形成并控制其形态的主要决定因素、*rolC* 基因主要是影响毛根的生长速度与形态^[11-12]有关。*rolB* 基因表达不仅能明显增加不定根数量,而且能改变叶和花的形态,甚至引起转基因植株幼嫩叶片出现枯斑,但较少影响植株高度的生长^[13]。*rolC* 基因表达对烟草植株表型的影响主要表现在植株顶端优势减弱,分枝增多,节间缩短,植株变矮,叶型改变,叶片长宽比率增加,叶片色素含量减少以及提早开花,花朵变小,花粉量下降等^[12]。本研究结果表明,转 *rolB* 基因 741 杨各株系苗高生长与 CK 无显著差异,而转 *rolC* 基因 741 杨各株系均低于对照,顶端优势减弱,这与前人研究结

果相一致。
通过对转 *rol* 基因 741 杨株系叶绿素含量的测定结果表明,转 *rolC* 基因 741 杨株系叶绿素 a、b 含量均低于 CK,其原因可能是 *rolC* 基因的表达干扰了 741 杨叶片组织中叶绿素的正常合成,从而降低了叶绿素含量。而转 *rolB* 基因 741 杨 87.5% 的株系叶绿素 a、b 含量高于 CK,说明 *rolB* 基因对叶绿素的合成起到了促进作用。Fv/Fm 值是 PS II 的最大光化学量子产量,或者称为开放的 PS II 反应中心捕获激发能的效率,是个稳定的研究植物胁迫反应常用的参数。Fv/Fm 值降低表示胁迫使 PS II 受到伤害,降低了 PS II 原初光能转化效率,使 PS II 潜在活性中心受损,光合作用原初反应过程受到抑制^[14]。因此,叶绿素荧光参数 Fv/Fm 的变化可作为光合机构损坏程度的诊断指标^[15-16]。本研究结果表明,转 *rolB*、*rolC* 基因 741 杨各株系 Fv/Fm 值均低于 CK,出现明显的光抑制,这说明外源 *rol* 基因的导入,影响了 741 杨叶片的光合效率,其机理有待于进一步的研究。

植物激素在植物生长发育中起着重要的调控作用,它作为信号分子在时间和空间上调控植物发育的许多过程。本研究结果表明,转 *rol* 基因 741 杨株系 ZT 和 IAA 的含量均高于 CK,说明 *rol* 基因促进了 ZT 和 IAA 类物质的合成。有研究表明,胡杨不定根形成的过程中,内源激素 IAA 和 ABA 可能作为诱导根原基发生的重要信号分子^[17],同时 IAA/ABA 在一定程度上可反应一种植物扦插生根的难易,例如 IAA/ABA 的比值与白皮松生根率呈正相关关系^[18]。转 *rol* 基因 741 杨株系,IAA/ABA 的比值均高于 CK,转 *rolB* 基因株系 IAA/ABA 值高于转 *rolC* 基因株系,这与转 *rol* 基因 741 杨株系生根能力的提高,以及转 *rolB* 基因 741 杨株系生根率高于转 *rolC* 基因 741 杨株系相一致。IAA/ZT 值能很好地反映植物地上部和地下部交错生长关系。比值低时营养芽趋向分化生长,此时根系生长受抑制;相反,比值高时,根系生长趋旺盛,地上部生长则变缓^[19]。本研究中 IAA/ZT 比值:转 *rolC* 基因 741 杨株系 > 转 *rolB* 基因株系 > CK (图 5-A),进一步解释了转 *rolC* 基因 741 杨株系顶端优势受到抑制,而转 *rolB* 基因 741 杨各株系苗高生长影响较小的原因。以上结果可以说明 *rol* 基因转入植物体后,打破转基因植株体内正常的激素平衡,进而促进了毛发根的形成,顶端优势受到不同程度的抑制。

本研究同时发现转 *rol* 基因 741 杨株系间,同一性状存在较高的株间变异性,例如在生根率方面,转 *rolC* 基因 741 杨株系生根率在 54.45% ~ 100% 之间,这与在转化时,由于 *rol* 基因插入植物基因组是随机的,因而可能与产生具有不同基因型的重组细胞有直接的关系。因此,有可能从中选出优良的变异株系,为林木育种提供了大量的的种质资源。本研究结果表明,在植株生根率和生长方面,转 *rolB* 基因 741 杨株系均高于转 *rolC* 基因 741 杨株系,说明 *rolB* 基因在改善植株生根和影响生长方面更有潜力。


参考文献

- [1] 姜惠明,杨敏生,吴秀云. 新育优良无性系 741 杨特性分析[J]. 林业科学,1991,27(6):589-594
- [2] 刘琴,吴震,翁忙玲,等. 发根农杆菌 Ri 质粒及其在植物科学中的应用[J]. 生物技术通报,2002(5):21-25
- [3] Christey M C. Use of Ri-mediated transformation for production of transgenic plants[J]. Cell Dev Biol Plant,2001,37(6):687-700
- [4] 向太和,王利琳,庞基良,等. 发根农杆菌 K599 对大豆、黄瓜和凤仙花活体感染生根的研究[J]. 遗传,2005,27(5):783-786
- [5] 梁机,陈晓阳,林善枝,等. 发根农杆菌 Ri 质粒 *rol* 基因研究进展及在林木改良上的应用[J]. 植物学通报,2002,19(6):650-658
- [6] 胡春华,邓子牛,Gentile A,等. 转 *rol* 基因枳橙分子鉴定及部分生物学的观测[J]. 园艺学报,2006,33(1):130-133
- [7] 刘兴菊. Ri 质粒转化三倍体毛白杨及外源基因表达的研究[D]. 保定:河北农业大学,2005
- [8] Bell R L, Scorza R, Srinivasan C, et al. Transformation of 'Beurre Bosc' pear with the *rolC* genes[J]. J Amer Soc Hort Sci,1999,124(6):570-574
- [9] 陈大明,张上隆,金勇丰. 一种木本果树基因组 DNA 提取方法研究[J]. 浙江农业大学学报,1997,23(6):621-624
- [10] 郝宇. 多拷贝 *rol* 基因在杨树中表达差异分析[D]. 保定:河北农业大学,2009
- [11] Capone J, Cardarell M, Trovato M, et al. Upstream non-coding region which confers polar expression to Ri plasmid root inducing gene *rolB* [J]. Mol Gen Genet,1989,216:239-244
- [12] Schmülling T, Schell J, Spena A. Single genes from *Agrobacterium rhizogenes* influence plant development [J]. EMBO J,1988,7(9):2621-2629
- [13] 万小荣,李玲. 发根农杆菌 Ri 质粒 *rolB* 基因研究进展[J]. 亚热带植物科学,2001,30(3):63-68
- [14] 时翔,谭烨辉,黄良民,等. 磷酸盐胁迫对造礁石珊瑚共生虫黄藻光合作用的影响[J]. 生态学报,2008,28(6):2581-2586
- [15] He J, Chee C W, Goh C J. 'Photoinhibition' of *Heliconia* under natural tropical conditions; the importance of leaf orientation for light interception and leaf temperature [J]. Plant Cell and Environment,1996,19(11):1238-1248
- [16] Valladares F, Pearcy R W. Interactions between water stress, sun-shade acclimation, heat tolerance and photoinhibition in the sclerophyll *Heteromeles arbutifolia* [J]. Plant Cell and Environment,1997,20(1):25-36
- [17] 周燕,高述民,李凤兰. 胡杨不定根原基发生的分生细胞结构特征及内源激素变化分析[J]. 西北植物学报,2009,29(7):1342-1350
- [18] 郭素娟,凌宏勤,李凤兰. 白皮松扦插生根的生理生化基础研究[J]. 北京林业大学学报,2004,26(2):43-47
- [19] 粟本文,黄亚辉,郑宏发,等. 茶树年生育过程内源激素含量变化研究[J]. 福建茶叶,2003(4):2-3

转不同rol基因741杨株系相关性状比较分析

作者: [王连荣](#), [缪丽萍](#), [张晓军](#), [杨敏生](#), [WANG Lian-rong](#), [MIAO Li-ping](#), [ZHANG Xiao-jun](#), [YANG Min-sheng](#)

作者单位: [王连荣, WANG Lian-rong\(河北农业大学林学院, 保定, 071000; 河北北方学院园艺系, 张家口, 075131\)](#), [缪丽萍, 张晓军, 杨敏生, MIAO Li-ping, ZHANG Xiao-jun, YANG Min-sheng\(河北农业大学林学院, 保定, 071000\)](#)

刊名: [植物遗传资源学报](#) 

英文刊名: [JOURNAL OF PLANT GENETIC RESOURCES](#)

年, 卷(期): 2010, 11(4)

参考文献(19条)

1. [He J; Chee C W; Goh C J](#) [Photoinhibition' of Heliconia under natural tropical conditions: the importance of leaf orientation for light interception and leaf temperature](#) [外文期刊] 1996(11)
2. [时翔; 谭烨辉; 黄良民](#) [磷酸盐胁迫对造礁石珊瑚共生虫黄藻光合作用的影响](#) [期刊论文] - [生态学报](#) 2008(06)
3. [万小荣; 李玲](#) [发根农杆菌Ri质粒rolB基因研究进展](#) [期刊论文] - [亚热带植物科学](#) 2001(03)
4. [陈大明; 张上隆; 金勇丰](#) [一种木本果树基因组DNA提取方法研究](#) [期刊论文] - [浙江农业大学学报](#) 1997(06)
5. [Bell R L; Scorza R; Srinivasan C](#) [Transformarlsn of' Beurre Bosc' pear with the rolC genes](#) [外文期刊] 1999(06)
6. [刘兴菊](#) [Ri质粒转化三倍体毛白杨及外源基因表达的研究](#) 2005
7. [胡春华; 邓子牛; Gentile A](#) [转rol基因桔橙分子鉴定及部分生物学的观测](#) [期刊论文] - [园艺学报](#) 2006(01)
8. [梁机; 陈晓阳; 林善枝](#) [发根农杆菌Ri质粒rol基因研究进展及在林木改良上的应用](#) [期刊论文] - [植物学通报](#) 2002(06)
9. [向太和; 王利琳; 庞基良](#) [发根农杆菌K599对大豆、黄瓜和风仙花活体感染生根的研究](#) [期刊论文] - [遗传](#) 2005(05)
10. [Christey M C](#) [Use of Ri-mediated transformation for production of transgenic plants](#) 2001(06)
11. [刘琴; 吴震; 翁忙玲](#) [发根农杆菌Ri质粒及其在植物科学中的应用](#) [期刊论文] - [生物技术通报](#) 2002(05)
12. [粟本文; 黄亚辉; 郑宏发](#) [茶树年生育过程内源激素含量变化研究](#) [期刊论文] - [福建茶叶](#) 2003(04)
13. [郭素娟; 凌宏勤; 李凤兰](#) [白皮松插穗生根的生理生化基础研究](#) [期刊论文] - [北京林业大学学报](#) 2004(02)
14. [周燕; 高述民; 李凤兰](#) [胡杨不定根原基发生的分生细胞结构特征及内源激素变化分析](#) [期刊论文] - [西北植物学报](#) 2009(07)
15. [Valladares F; Pearcy R W](#) [Interactions between water stress, sunshade acclimation, heat tolerance and photoinhibition in the sclerophy II Heteromeles arbutifolia](#) 1997(01)
16. [Schmülling T; Schell J; Spena A](#) [Single genes from Agrobacterium rhizogenes influence plant development](#) 1988(09)
17. [Capone I; Cardarell M; Trovato M](#) [Upstream non-coding region which confers polar expression to Ri plasmid root inducing gene rolB](#) [外文期刊] 1989
18. [郝宇](#) [多拷贝rol基因在杨树中表达差异分析](#) 2009
19. [姜惠明; 杨敏生; 吴秀云](#) [新育优良无性系741杨特性分析](#) 1991(06)