

毛白杨叶片离体再生培养的基因型效应

姚娜 张志毅 安新民 王冬梅 陶凤杰

(北京林业大学林木花卉遗传育种教育部重点实验室)

摘要:以5个毛白杨基因型(TC121、TC152、TC332、TC510和TC970)叶片为外植体,研究毛白杨不同基因型叶片再生能力的差异,通过单因子和正交试验设计,建立并优化毛白杨叶片再生体系.结果表明,毛白杨叶片离体再生能力受基因型的影响,基因型间的叶片再生率差异显著.其中基因型TC152再生率最高,在MS + 6-BA 1.0 mg/L + NAA 0.05 mg/L + 蔗糖 30 g/L + 琼脂 6 g/L培养基上可达到97.0%;基因型TC970在MS + 6-BA 0.5 mg/L + NAA 0.05 mg/L + 蔗糖 30 g/L + 琼脂 6 g/L培养基上再生率可达到94.7%;经培养基优化后,基因型TC332再生率提高至72.3%,而基因型TC510和TC121再生率仍低于50.0%.

关键词:毛白杨, 基因型, 再生, 组织培养

中图分类号:S792.117; S718.46 文献标识码:A 文章编号:1000-1522(2007)05-0038-06

YAO Na; ZHANG Zhi-yi; AN Xin-min; WANG Dong-mei; TAO Feng-jie. **Effects of genotype on *in vitro* regeneration from the leaves of *Populus tomentosa* Carr.** *Journal of Beijing Forestry University* (2007) 29 (5) 38-43 [Ch, 21 ref.] Key Laboratory for Genetics and Breeding in Forest Trees and Ornamental Plants, Ministry of Education, Beijing Forestry University, 100083, P. R. China.

The leaves of five genotypes (TC121, TC152, TC332, TC510 and TC970) in *Populus tomentosa* Carr. were used as explants to study the differences of *in vitro* regeneration competences among genotypes. Single factor and orthogonal experiment designs were used to establish and optimize the leaf regeneration system of *P. tomentosa*. The results showed that the regeneration competences were affected by genotypes, and there were obvious differences among genotypes in regeneration rates. The regeneration rate of TC152 reached 97.0% on the medium of MS + 6-BA 1.0 mg/L + NAA 0.05 mg/L + sucrose 30 g/L + agar 6 g/L. The regeneration rate of TC970 was 94.7% on the medium of MS + 6-BA 0.5 mg/L + NAA 0.05 mg/L + sucrose 30 g/L + agar 6 g/L. After medium optimization, the regeneration rate of TC332 had been improved to 72.3%. However, the regeneration rates of TC510 and TC121 remained below 50.0%.

Key words *Populus tomentosa* Carr., genotype, regeneration, tissue culture

毛白杨(*Populus tomentosa* Carr.)属杨柳科(Salicaceae)杨属(*Populus* L.),是我国特有的珍贵乡土树种.具有生长速度快、抗病虫能力强等优良性状^[1].近年来,随着植物基因工程的发展,毛白杨的遗传转化^[2-3]研究已成为热点.筛选出再生效率较高的毛白杨基因型,建立稳定的遗传转化体系,有利于提高毛白杨的遗传转化效率.

离体再生培养是植物大规模微体繁殖和遗传转化研究的技术保障^[4-5].目前已报道了毛白杨通过叶片^[6]、愈伤组织^[7]、原生质体^[8]等途径再生完整植

株.基因型是影响植物再生体系建立的关键因素之一^[9].近年来,先后报道了基因型对小麦(*Triticum aestivum*)^[10]、水稻(*Oryza sativa*)^[11]、报春(*Primula* spp.)^[12]、美洲黑杨(*Populus deltoides*)^[13]等植物的再生率和离体再生体系建立的影响.张存旭^[14]和Lu^[15]分别报道了不同基因型毛白杨茎段分化能力的差异.然而,关于基因型效应对毛白杨叶片离体再生能力的影响目前尚无报道.本研究以5个优良毛白杨基因型为材料,通过调节再生培养基中植物生长调节剂的种类、组合及浓度,建立不同基因型毛白

收稿日期:2007-02-06

<http://journal.bjfu.edu.cn>

基金项目:“十一五”国家科技支撑计划课题(2006BAD01A15).

第一作者:姚娜,硕士生.主要研究方向:林木生物技术.电话:010-62390757 Email: nanayao215@163.com 地址:100083 北京林业大学 973 信箱.

责任作者:张志毅,教授,博士生导师.主要研究方向:林木遗传育种与生物技术.电话:010-62338502 Email: zhangzy@bjfu.edu.cn 地址:100083 北京林业大学 118 信箱.

杨的叶片离体再生体系,探讨毛白杨叶片再生培养中的基因型效应,为不同基因型毛白杨再生体系的利用和下一步的研究奠定基础.

1 材料与 方法

1.1 材 料

在山东省国营冠县苗圃全国毛白杨基因库中,选取编号分别为 TC121、TC152、TC332、TC510 和 TC970 的 5 个生长旺盛、无病虫害的优良毛白杨基因型,经外植体消毒后建立无菌培养体系.

1.2 方 法

1.2.1 培养基和培养条件

根据前期对基本培养基的筛选,以 MS^[16] 作为基本培养基,附加 30 g/L 蔗糖和 6 g/L 琼脂,pH 值 5.8. 培养室温度 25 ~ 28℃,光照时间 16 h/d,光照强度为 1 500 ~ 2 000 lx.

1.2.2 毛白杨无菌苗的培养

经前期试验筛选,毛白杨的启动培养基为 MS + 6-BA 0.3 mg/L + NAA 0.1 mg/L;增殖培养基为 MS + 6-BA 0.5 mg/L + NAA 0.1 mg/L.待毛白杨茎段腋芽萌发后,切取 1 cm 长的腋芽,接种在生根培养基 1/2 MS + IBA 0.4 mg/L 上.叶片再生不定芽时,选取无菌生根苗顶芽下 2 ~ 3 片叶作为外植体,于无菌条件下用手术刀割伤叶片中脉 2 ~ 3 刀,远轴面向下接种在设计的培养基上.

1.2.3 试验设计与统计方法

设计单因素试验(表 1),讨论毛白杨基因型 TC121、TC152、TC332、TC510 和 TC970 叶片在 MS₁、MS₂ 和 MS₃ 培养基上再生情况;设计正交试验^[17](表 2),优化基因型 TC121、TC332 和 TC510 叶片再生培养基.每个处理接种 30 块外植体,重复 3 次.接种 6 周后统计再生不定芽高于 1 cm 的外植体数,

并计算叶片再生率.再生率 = (再生不定芽的外植体数/接种外植体数) × 100%. 所得百分数结果经反正弦转换($\theta = \arcsin \sqrt{\text{百分率}}$)后,用 SPSS 12.0 分析软件进行方差分析,采用 LSD 法进行 0.05 水平多重比较^[18].

表 1 毛白杨叶片再生培养基

TABLE 1 Media used to regenerate from the leaves of *P. tomentosa*

培养基	6-BA/(mg·L ⁻¹)	NAA/(mg·L ⁻¹)	6-BA:NAA	接种数/片
MS ₁	0.5	0.05	10:1	30
MS ₂	1.0	0.05	20:1	30
MS ₃	1.5	0.05	30:1	30

表 2 TC121、TC332 和 TC510 毛白杨叶片再生培养基优化正交试验因素水平表 L₉ (3⁴)

TABLE 2 Factors and levels of orthogonal design L₉ (3⁴) to optimize the regeneration media for *P. tomentosa* (TC121, TC332 and TC510)

水平	因素种类及浓度/(mg·L ⁻¹)		
	6-BA	NAA	KT
1	1.0	0.0	0.5
2	2.0	0.05	1.0
3	3.0	0.1	1.5

2 结果与分析

2.1 不同基因型毛白杨叶片在相同培养基上再生率的差异

将 5 个基因型叶片分别接种在 MS₁、MS₂、MS₃ 培养基上,接种 14 ~ 18 d 后,基因型 TC152 和 TC970 叶脉切口处出现大量丛生不定芽(图 1);30 ~ 35 d 后,基因型 TC121、TC332 和 TC510 在叶柄和叶基部有单个不定芽再生.毛白杨叶片在相同培养基上再生率(见表 3)存在基因型间的差异.基因型 TC152 和 TC970 在附加 6-BA 和 NAA 的培养基上再生率高于 90.0%,不定芽生长健壮;而在相同条件下,TC121、TC332 和 TC510 再生率均低于 40.0%,不定



图 1 2 个毛白杨基因型(TC152 和 TC970)叶片再生不定芽情况
FIGURE 1 Adventitious buds regenerated from the leaves of two genotypes in *P. tomentosa* (TC152 and TC970)

芽以单芽为主,叶片在培养过程中有褐化或黄化现象.因此,选用 MS₂ 作为 TC152 再生培养基,MS₁ 为 TC970 再生培养基;TC121、TC332 和 TC510 叶片再生培养基有待于进一步筛选.

表 3 5 个毛白杨基因型在相同培养基上再生情况

TABLE 3 Regeneration rates of five *P. tomentosa* genotypes on the same medium

基因型	再生率/%		
	MS ₁	MS ₂	MS ₃
TC121	26.3 c	15.6 c	4.3 d
TC152	34.4 bc	97.0 a	60.1 a
TC332	36.6 b	21.1 c	9.8 c
TC510	21.0 c	20.4 c	5.4 cd
TC970	94.7 a	59.3 b	35.5 b

注:表中同列数字后字母不同表示处理的差异显著($P < 0.05$).表 6 ~ 7 同此.

2.2 TC121、TC332 和 TC510 毛白杨叶片再生培养基的优化

鉴于基因型 TC121、TC332 和 TC510 在附加 6-BA 和 NAA 的培养基上不能高效再生不定芽,改变植物生长调节剂的种类、组合和浓度,设计正交试验(表 2),对以上 3 个基因型再生培养基进行优化.外植体接种 25 ~ 30 d 后,基因型 TC121、TC332 和 TC510 在叶柄和叶基部切口处有不定芽再生(图 2).3 个基因型叶片均为直接再生不定芽,不定芽以单

芽为主.叶片在培养过程中有褐化或黄化现象.统计结果表明(表 4 ~ 6):

1) TC121 叶片在处理 1 上再生率最高,为 27.8%.NAA 对叶片再生率的抑制达到显著水平,NAA 为 0 时再生率显著高于其他水平;6-BA 和 KT 对叶片再生率影响不显著.综合考虑正交试验极差分析结果,选择 6-BA 1.0 mg/L + KT 1.5 mg/L 为最佳不定芽诱导组合.

2) TC332 叶片在处理 4 上再生率最高,为 72.3%.6-BA 和 NAA 浓度显著影响叶片再生率,6-BA 2.0 mg/L、NAA 0 mg/L 时再生率显著高于其他水平.根据正交试验极差分析结果,筛选出诱导叶片再生不定芽的最佳组合为处理 4.

3)在诱导 TC510 叶片再生不定芽的 9 个处理中,处理 1 再生率最高,为 41.1%.3 个因素对再生率的影响依次为 6-BA > KT > NAA;6-BA 对叶片再生率的影响达到显著水平,6-BA 1.0 mg/L 时再生率显著高于其他水平,当 6-BA 浓度升高至 2.0 mg/L 时,叶片再生率降低,说明高浓度 6-BA 抑制 TC510 叶片再生不定芽.根据正交试验极差分析结果,得出诱导不定芽再生的最佳组合为 MS + 6-BA 1.0 mg/L + NAA 0.05 mg/L + KT 1.5 mg/L.

表 4 TC121、TC332 和 TC510 毛白杨叶片再生培养基优化 L₉(3⁴) 正交试验结果

TABLE 4 Results of orthogonal design L₉(3⁴) for regeneration medium optimization of *P. tomentosa* (TC121, TC332 and TC510)

处理	6-BA/(mg·L ⁻¹)			NAA/(mg·L ⁻¹)			KT/(mg·L ⁻¹)			再生率/%		
										TC121	TC332	TC510
1	1.0			0			0.5			27.8	47.7	41.1
2	1.0			0.05			1.0			4.4	12.2	33.3
3	1.0			0.1			1.5			6.6	5.4	35.5
4	2.0			0			1.0			21.1	72.3	4.4
5	2.0			0.05			1.5			4.4	34.4	11.0
6	2.0			0.1			0.5			3.3	4.3	3.3
7	3.0			0			1.5			20.0	40.0	4.4
8	3.0			0.05			0.5			3.3	16.6	4.4
9	3.0			0.1			1.0			5.5	3.3	3.3
K ₁	58.4	76.3	111.6	85.6	137.9	63.7	52.8	79.7	62.2			
K ₂	49.7	106.1	41.6	34.4	79.1	66.4	52.4	87.8	57.7			
K ₃	50.1	70.4	34.4	38.2	35.8	57.5	53.1	85.3	67.7			
R	2.9	11.9	25.8	17.1	34.0	3.0	0.2	2.7	3.3			

注:各因素下的 K₁、K₂、K₃ 和 R 值从左至右依次属于 TC121、TC332 和 TC510.

2.3 不同毛白杨基因型在最佳培养基上再生率的差异

将毛白杨基因型 TC121、TC152、TC332、TC510 和 TC970 叶片接种在其最佳再生培养基上,基因型间再生率存在差异(表 7).TC152 和 TC970 再生率显著高于 TC121、TC332 和 TC510(图 2).TC332 再生率得

到显著提高.而 TC121 和 TC510 再生率仍低于 50.0%;其中,TC121 再生率最低,为 28.6%.由此可见,5 个毛白杨基因型在经过培养基优化后,再生率仍存在显著差异.再生率由高到低依次为:TC152、TC970、TC332、TC510、TC121.

表 5 $L_9(3^4)$ 正交试验方差分析
TABLE 5 Variance analysis of orthogonal design $L_9(3^4)$

变异来源	df	SS			MS			F		
		TC121	TC332	TC510	TC121	TC332	TC510	TC121	TC332	TC510
6-BA	2	47.89	626.02	3 646.21	23.95	313.01	1 823.10	2.78	14.88*	166.30*
NAA	2	1 627.93	5 596.34	41.17	813.96	2 798.17	20.58	94.46*	133.05*	1.88
KT	2	0.265	56.09	50.35	0.13	28.04	25.17	0.02	1.33	2.30
误差	20	172.35	420.64	219.25	8.62	21.03	10.96			
总和	26	10 188.38	28 779.43	15 686.98						

注：* 表示差异显著 ($P < 0.05$)。

表 6 $L_9(3^4)$ 正交试验多重比较表

TABLE 6 Multiple contrasts of orthogonal design $L_9(3^4)$

水平	TC121	TC332		TC510
	NAA	6-BA	NAA	6-BA
1	28.5 a	25.9 b	37.2 a	47.1 a
2	11.5 b	35.4 a	13.9 b	26.8 b
3	12.7 b	24.6 b	11.5 b	11.9 c

表 7 5 个毛白杨基因型在最佳培养基上再生情况

TABLE 7 Regeneration rates of five *P. tomentosa* genotypes on the best regeneration medium

处理	基因型	最佳培养基	再生率/%
1	TC121	MS + 6-BA 1.0 + KT 1.5	28.6 d
2	TC152	MS + 6-BA 1.0 + NAA 0.05	97.0 a
3	TC332	MS + 6-BA 2.0 + KT 1.0	72.3 b
4	TC510	MS + 6-BA 1.0 + NAA 0.05 + KT 1.5	49.8 c
5	TC970	MS + 6-BA 0.5 + NAA 0.05	94.7 a

注：表 7 中所用植物生长调节剂浓度单位均为 mg/L。

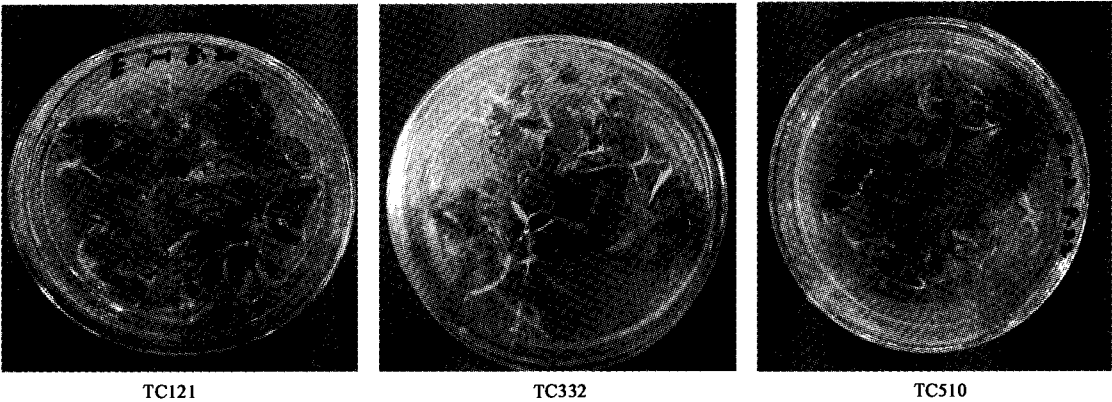


图 2 3 个毛白杨基因型(TC121、TC332 和 TC510)叶片再生不定芽情况

FIGURE 2 Adventitious buds regenerated from the leaves of three genotypes in *P. tomentosa* (TC121, TC332 and TC510)

3 讨 论

3.1 不同基因型毛白杨叶片再生培养基的差异

在叶片离体再生培养过程中,再生培养基中植物生长调节剂的种类及浓度直接关系到叶片再生率和不定芽生长状况.为建立高效离体再生体系,需要很好地协调外植体基因型与再生培养基这二者之间的相互作用.本研究通过对不同毛白杨基因型最佳再生培养基的筛选,发现 5 个毛白杨基因型在相同培养基上叶片再生率差异显著,其最佳叶片再生培养基在植物生长调节剂种类及浓度方面也存在较大差异.这可能是由于不同毛白杨基因型有其自身独特的遗传背景,因而对再生培养基的适应性不同.

已报道的毛白杨叶片再生培养基,在附加植物生长调节剂的种类、组合和浓度方面略有差异.杜宁霞^[6]和郑均宝^[3]发现毛白杨叶片在附加 6-BA 和 NAA 的培养基上再生率最高;而郝贵霞^[4]采用附加

6-BA、ZT 和 IAA 的 MS 培养基为再生培养基;石超^[19]则采用附加 ZT、TDZ 和 IBA 的 MS 培养基作为再生培养基.本研究借鉴成功报道,采取先易后难的原则,首先选用附加不同浓度 6-BA 和 NAA 的培养基作为再生培养基;对于再生率低的基因型,通过增加细胞分裂素的种类,优化再生培养基.结果表明,5 个供试毛白杨基因型最佳再生培养基不同.TC152 和 TC970 在附加 6-BA 和 NAA 的培养基上可以高效再生不定芽.TC121、TC332 和 TC510 对植物生长调节剂种类的需要不同:细胞分裂素对叶片再生是必需的,而 NAA 抑制 TC121、TC332 叶片再生不定芽.由此可见,不同毛白杨基因型叶片离体再生培养基存在差异,很难寻找出一个适用于多个毛白杨基因型叶片再生的培养基.

3.2 不同基因型毛白杨再生能力的差异

Coleman^[13]发现,16 种不同基因型美洲黑杨茎段在相同培养基上,不定芽再生能力存在差异:有 6

种难诱导不定芽,4种再生率达50%以上,其余6种则介于3%~23%。Lu^[15]发现三倍体毛白杨不同基因型茎段分化能力存在差异。本研究发现,无论在相同培养基还是在最佳培养基上,毛白杨基因型TC121、TC152、TC332、TC510和TC970再生能力存在差异。这可能是由于不同毛白杨基因型内源激素水平引起的差异,或不同基因型对植物生长调节剂敏感性引起的差异。

依据在附加6-BA和NAA培养基上再生率的差异,可将5个基因型分为两种类型:①容易高效再生不定芽的基因型,包括TC152和TC970;②较难高效再生不定芽的基因型,包括TC332、TC510和TC121。根据这一现象,在今后有关毛白杨再生培养基筛选的研究中,可将附加6-BA和NAA的培养基作为首轮筛选培养基,期待在多个候选毛白杨基因型中,首先筛选出几个再生率较高的基因型,以提高工作效率、节约研究成本。

Li等^[20]在烟草(*Nicotiana tabacum*)再生体系研究中发现再生率低于80%的烟草基因型,很难通过改变培养基中的添加成分来提高再生率。在本研究中,对毛白杨再生培养基进行优化后发现TC510和TC121再生率未见明显提高。因此,毛白杨叶片离体再生能力可能存在与烟草类似的基因型限制。可以考虑增加供试基因型和培养基种类,扩大研究范围,对毛白杨叶片再生的基因型限制及其产生原因进行更加系统的研究。

3.3 不同基因型毛白杨叶片不定芽生长状况的差异

本研究发现,在毛白杨叶片再生不定芽的过程中,不同基因型叶片不定芽再生起始时间、再生部位和不定芽生长状态不同。TC152培养14 d后可见不定芽从叶片伤口处发生;TC510和TC121在培养25 d后才能再生出不定芽。5个基因型叶柄和中脉均有较强的形态发生能力,这与诸葛强^[21]报道的新疆杨(*Populus alba* var. *pyramidalis*)叶片再生不定芽情况相同。5个基因型再生不定芽的数量与其再生率一致,再生率较高的TC152和TC970不定芽呈丛生状;而TC510和TC121多为单个出芽。

综上所述,毛白杨叶片离体再生能力存在基因型的差异。在今后的毛白杨叶片离体再生培养研究中,除了进行外植体、基本培养基、植物生长调节剂筛选外,选择易于再生和再生率较高的毛白杨基因型也是考虑的重要因素。

参 考 文 献

- [1] 徐纬英. 杨树[M]. 哈尔滨:黑龙江人民出版社,1988:32-33.
XU W Y. *Poplar* [M]. Harbin: Heilongjiang People's Publishing House, 1988: 32-33.
- [2] 郑均宝,梁海永,孙克南,等. 雄性毛白杨离体叶片再生及抗虫基因转化[J]. 河北林学院学报, 1996, 11(2): 97-101.
ZHENG J B, LIANG H Y, SUN K N, et al. Regeneration of explants of Chinese poplar leaves and its transformation with insect-resistant gene[J]. *Journal of Hebei Forestry College*, 1996, 11(2): 97-101.
- [3] 郝贵霞,朱祯,朱之悌. 豇豆蛋白酶抑制剂基因转化毛白杨的研究[J]. 植物学报, 1999, 41(12): 1 276-1 282.
HAO G X, ZHU Z, ZHU Z T. Transformation of *Populus tomentosa* with insecticidal cowpea proteinase inhibitor gene[J]. *Acta Botanica Sinica*, 1999, 41(12): 1 276-1 282.
- [4] 蔡国军,朱红斌,陈晓妮,等. 三倍体毛白杨组培快繁和工厂化育苗技术研究[J]. 西北植物学报, 2003, 23(12): 2 188-2 191.
CAI G J, ZHU H B, CHEN X N, et al. Study on *in vitro* fast-propagation and industrialization breeding techniques of triploid Chinese white poplar[J]. *Acta Bot Boreal -Occident Sin*, 2003, 23(12): 2 188-2 191.
- [5] CHAWLA H S. *Introduction to plant biotechnology* [M]. Beijing: Science Press, 2004: 39-45.
- [6] DU N X, LI Y, YU H W. Establishment of high frequency regeneration system of *Populus tomentosa* [J]. *Forestry Studies in China*, 2002, 4(2): 48-51.
- [7] 沈效东,张新宁,袁世杰,等. 生长调节剂对毛白杨叶愈伤组织诱导和植株再生的影响[J]. 宁夏农林科技, 1996(6): 18-20.
SHEN X D, ZHANG X N, YUAN S J, et al. Effect of growth regulators on induction of leaf callus and regeneration of plants of white poplars[J]. *Journal of Agriculture and Forestry Science and Technology of Ningxia*, 1996 (6): 18-20.
- [8] 王善平,许智宏,卫志明. 毛白杨的叶肉原生质体培养再生植株[J]. 中国科学:B辑, 1990(12): 1 260-1 264.
WANG S P, XU Z H, WEI Z M. Culture and regeneration of poplar mesophyll protoplasts[J]. *Science in China: Series B*, 1990 (12): 1 260-1 264.
- [9] VICTOR M J. Involvement of plant hormones and plant growth regulators on *in vitro* somatic embryogenesis [J]. *Plant Growth Regulation*, 2005, 47(2-3): 91-110.
- [10] MACHII H, MIZUNO H, HIRABAYASHI T, et al. Screening wheat genotypes for high callus induction and regeneration capability from anther and immature embryo cultures[J]. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 1998, 53(1): 67-74.
- [11] HOQUEL M E, MANSFIELD J W. Effect of genotype and explant age on callus induction and subsequent plant regeneration from root-derived callus of Indica rice genotypes[J]. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 2004, 78(3): 217-223.
- [12] GABRIELE S, HANS-GEORG S. Effect of genotype on callus induction, shoot regeneration, and phenotypic stability of regenerated plants in the greenhouse of *Primula* spp. [J]. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 2003, 72(1): 53-61.
- [13] COLEMAN G C, ERNST S G. *In vitro* shoot regeneration of *Populus deltoides*: Effect on cytokinin and genotype[J]. *Plant Cell Report*, 1989, 8: 459-462.

- [14] 张存旭,张瑞娥,赵忠. 不同无性系毛白杨离体植株再生能力比较研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2004, 32(8): 71-80.
- ZHANG C X, ZHANG R E, ZHAO Z. Plantlet regeneration capacity of selected *Populus tomentosa* clones *in vitro* [J]. *Journal of Northwest Science and Technology University of Agriculture and Forestry (Natural Sciences Edition)*, 2004, 32(8): 71-80.
- [15] LU S F, ZHAO H Y, WEI J H. Establishment of *in vitro* regeneration system of triploid Chinese white poplar [J]. *Acta Botanica Sinica*, 2001, 43(4): 435-437.
- [16] MURASHIGE T, SKOOG F. A revised medium growth and bioassays with tobacco tissue cultures[J]. *Physiologia Plantarum*, 1962, 15: 473-479.
- [17] 李艳,王青,李洪艳,等. 正交设计在毛白杨组织培养中的应用[J]. 辽宁师范大学学报(自然科学版), 2004, 27(3): 334-335.
- LI Y, WANG Q, LI H Y, *et al.* Application of orthogonal design in tissue culture of *Populus tomentosa* Carr. [J]. *Journal of Liaoning Normal University (Natural Science Edition)*, 2004, 27(3): 334-335.
- [18] 续九如,黄智慧. 林业试验设计[M]. 北京:中国林业出版社,1995: 8-27.
- XU J R, HUANG Z H. *Experimentation design for forestry* [M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 1995: 8-27.
- [19] 石超,何秀霞,李彦舫. 三倍体毛白杨茎段遗传转化系统的建立[J]. 内蒙古民族大学学报(自然科学版), 2003, 18(3): 232-234.
- SHI C, HE X X, LI Y F. The establishment of transformation system for *Populus tomentosa* [J]. *Journal of Inner Mongolia University for Nationalities (Natural Sciences Edition)*, 2003, 18(3): 232-234.
- [20] LI B, HUANG W, BASS T. Shoot production per responsive leaf explant increases exponentially with explant organogenic potential in *Nicotiana* species[J]. *Plant Cell Report*, 2003, 22: 231-238.
- [21] 诸葛强,王婕琛,黄敏仁,等. 新疆杨植株再生体系的建立[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2003, 27(6): 1-4.
- ZHUGE Q, WANG J C, HUANG M R, *et al.* Establishment of plant regeneration system of *Populus alba* var. *pyramidalis* [J]. *Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition)*, 2003, 27(6): 1-4.

(责任编辑 董晓燕)

北京林业大学林木、花卉遗传育种教育部重点实验室

林木、花卉遗传育种教育部重点实验室于2003年经教育部批准开始建设,实验室以原林业部“树木花卉遗传育种与生物工程开放性重点实验室”为基础,以北京林业大学为依托单位,以国家重点学科——林木遗传育种学科、园林植物与观赏园艺学科及部级重点学科——植物学科、博士点学科——生物化学与分子生物学学科为支撑。经过几年建设,现已成为林业、花卉及生态环境领域科学研究与人才培养中心。

实验室具有一支以陈俊愉、王涛、吴瑞院士等著名科学家为学术指导,以国家千百万工程专家、国家有突出贡献的中青年专家、国家及部级学科带头人为主体的高水平学术创新团队。拥有毛白杨研究所、森林生物中心、花卉实验基地、林木遗传育种研究室、花卉遗传育种研究室等12个特色实验室和开放性实验基地。学校投入“211”和学校重点学科建设经费,用于实验室基本条件建设,购置了包括遗传分析仪、便携式光合分析仪、定量荧光PCR、气相色谱-质谱联用仪等一系列重要仪器设备。主要研究方向:林木花卉细胞工程与良种高效快繁及产业化技术、观赏植物新品种选育、抗逆性植物材料良种选育、商品林与经济林树种遗传改良、基因工程与分子辅助育种等。

近几年来,实验室共承担国家“973”项目、“863”项目、国家自然科学基金重大项目、国家科技攻关、国家科技支撑计划课题等160项科学研究项目;获得国家及省部级科技进步奖11项,出版科技专著36部,发表论文652篇,申请专利10余项;博士后进站17人,已出站14人,博士生入学140余人,已毕业48人,硕士生入学375人,已毕业126人;2005年1名博士获全国百篇优秀博士论文奖。

实验室本着“近期研究目标与长远研究目标相结合,基础研究与应用研究相结合,传统常规育种技术与新技术相结合,良种培育与产业开发相结合”的原则,以解决制约我国林木、花卉育种前瞻性、战略性和关键性的理论及技术问题为主要任务。力争建设国内一流、国际知名、特色鲜明、学科优势明显的高水平、综合性开放实验室和高级人才培养中心。