

杂种鹅掌楸及其亲本花部形态 和花粉活力的遗传变异

徐进, 王章荣

(南京林业大学森林资源与环境学院, 江苏 南京 210037)

摘要: 对鹅掌楸属 (*Liriodendron* L.) 种间杂种 [*L. chinense* (Hemsl.) Sarg. × *L. tulipifera* L.] 及其亲本北美鹅掌楸 (*L. tulipifera* L.) 和鹅掌楸 [*L. chinense* (Hemsl.) Sarg.] 的花朵大小与颜色、雄蕊花药、雌蕊柱头和花粉活力的变异进行了观测, 杂种鹅掌楸花朵较大, 花瓣橙黄色, 色彩艳丽, 观赏价值较高。在固体培养条件下杂种鹅掌楸及其亲本北美鹅掌楸和鹅掌楸的花粉开始萌动大约需 40 min, 而观测花粉发芽率以培养 160 min 为宜。杂种鹅掌楸的花粉发芽率低于鹅掌楸和北美鹅掌楸, 种间差异达显著水平。杂种鹅掌楸花粉活力在株间差异达显著水平, 两亲本花粉活力的株间差异不显著。树冠上层花的花粉活力较高, 与下层花的差异达显著水平。

关键词: 鹅掌楸属; 杂种; 花形态; 花粉活力

中图分类号: S792.21; Q321+.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0978(2001)02-0031-04

Genetic variation of floral character and pollen viability of *Liriodendron* hybrid and its parents XU Jin, WANG Zhang-rong (College of Forest Resources & Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2001, 10(2): 31-34

Abstract: The variation size and colour of flower, anther, stigma and pollen viability of *Liriodendron* hybrid [*L. chinense* (Hemsl.) Sarg. × *L. tulipifera* L.] and its parents were observed. The hybrid has the character of larger flowers and orange-yellow petals with higher horticultural value. Under the condition *in vitro*, 40 min is needed for beginning of pollen germination, 160 min after culture is the best time to measure their rate. The pollen germination rate of hybrid is lower than that of its parents, the variance of pollen germination of interspecies is significant. The variance of pollen viability shows obvious significance among individuals of hybrid but no significant variance among those of its parents. Higher pollen viability occurs at the upper layer of the crown which has significant variance with that occurs at the lower layer.

Key words: *Liriodendron* L.; hybrid; floral character; pollen viability

杂种鹅掌楸 [*Liriodendron chinense* (Hemsl.) Sarg. × *L. tulipifera* L.] 是我国已故著名林木遗传育种学家叶培忠教授于 1963 年人工杂交育成的树种^[1], 其生长特性、适应性及观赏性均表现明显的杂种优势。在开发利用方面受到人们的重视^[2], 关于鹅掌楸生殖生物学的研究有过一些报道^[3-5], 但主要局限在鹅掌楸属的 2 个种, 没有涉及它们的杂种特性。本文就杂种鹅掌楸及两亲本的生殖繁育器官——花及花粉活力的变异作了观察分析, 旨在为鹅掌楸属的杂交育种及杂种利用提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 材 料

随机选取生长在南京林业大学校园的杂种鹅掌

楸及其亲本北美鹅掌楸 (*L. tulipifera* L.) 和鹅掌楸 [*L. chinense* (Hemsl.) Sarg.] 各 5 株, 树龄均在 10 a 以上。

1.2 方 法

1.2.1 花部形态观察 每种 5 株, 每株分别采 10 朵花测量花瓣长、宽, 花瓣上黄带至基部距离, 花瓣上黄带长, 花药及花药管长, 花柱头长。

1.2.2 花粉活力观察 采用固体培养基法进行花粉培养, 培养基由蔗糖、琼脂和硼酸组成, 25℃ 恒温培养箱培养 3~4 h, 在显微镜下测定花粉发芽率, 取

收稿日期: 2000-11-12

基金项目: 江苏省农林厅农业局科技开发项目 (BL2000046)

作者简介: 徐进 (1965-), 女, 安徽黄山人, 硕士, 高级实验师, 主要从事林木遗传育种研究。

4个视野,分别统计花粉总数及发芽数,算出平均发芽率。以10粒花粉管长的4次重复值作为平均花粉管长度^[6,7]。

采用二级因子方差分析模型^[7]进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 花朵形态、大小、色泽的变化

鹅掌楸的花朵较小,颜色黄绿;北美鹅掌楸的花朵较大,颜色淡绿,花瓣上有黄色带纹;而杂种鹅掌楸的花朵较大,颜色橙黄至橙红色。每种5株每株10朵花的形态观测结果见表1。

表1 杂种鹅掌楸与亲本花形态比较¹⁾
Table 1 Comparison of flower character of *Liriodendron* hybrid and its parents¹⁾

种名 Species	花瓣长 Petal length (cm)			花瓣宽 Petal width (cm)			黄带至基部距离 Length of yellow band to base(cm)			黄带长 Yellow band length (cm)			花药+花丝长 Anther + filament length (cm)			花药管长 Anther length (cm)			柱头长 Stigma length (cm)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
P ₁	3.5	2.4-4.4	11.2	1.7	1.2-2.1	14.5	-	-	-	-	-	-	1.4	1.1-1.8	10.3	0.8	0.5-1.3	24.1	2.8	2.0-3.7	18.5
P ₂	5.3	4.6-6.4	8.2	2.9	2.3-3.6	12.4	2.3	1.1-2.9	20.4	0.6	0.4-1.0	25.4	2.5	1.9-3.5	16.4	1.8	1.0-2.0	27.4	3.1	2.5-4.1	8.6
F ₁	4.5	3.8-5.4	8.7	2.5	1.9-3.1	11.8	3.5	3.0-4.3	12.0	2.2	1.5-3.1	16.1	2.0	1.1-3.5	35.6	1.4	0.9-2.2	27.5	3.4	2.6-4.2	11.1

¹⁾P₁: 鹅掌楸 *Liriodendron chinense* (Hemsl.) Sarg., P₂: 北美鹅掌楸 *L. tulipifera* L., F₁: 杂种鹅掌楸 *L. chinense* (Hemsl.) Sarg. × *L. tulipifera* L., 1: 平均 average, 2: 变异幅度 variable range, 3: 变异系数 variable coefficient.

2.2 花粉生活力

2.2.1 最佳固体培养基的选择 6种固体培养基中杂种鹅掌楸及其亲本花粉活力的差异见表2。

从表2可以看出,在E和F类型培养基上杂种鹅掌楸及其亲本的花粉发芽率较高,杂种发芽率大于40%,两亲本发芽率均在90%以上,为较理想的培养基类型,其中F为最佳培养基。

2.2.2 花粉生长发芽过程 杂种鹅掌楸及两亲本的花粉在E类型培养基上25℃培养,各培养阶段的发芽情况见图1,花粉管生长节律见表3。

由图1可知,培养40min左右花粉开始萌动,120min之前发芽率的上升速度较快,两亲本尤为明显,160min之后发芽率趋于平缓。杂种鹅掌楸的发芽率明显低于两亲本,前者为60%~70%,后者在90%左右。

由表3可知,鹅掌楸属两亲本及其杂种,随培养时间的延长,花粉管伸长速度加快,在培养200min时,花粉管伸长速度超过2μm/min,因此在生物光学显微镜下,培养200min以后,花粉管的长度很长,已

从表1可知,杂种鹅掌楸花瓣长、宽的平均值及变异幅度介于两亲本之间,鹅掌楸花瓣无明显的黄带,北美鹅掌楸和杂种鹅掌楸的花瓣黄带明显,但杂种鹅掌楸黄带在花瓣上的位置比北美鹅掌楸高。且杂种鹅掌楸黄带的长度及变异幅度均较大,因而杂种鹅掌楸的花色较艳丽灿烂,观赏价值比其亲本高。杂种鹅掌楸的花药管及花药总长较偏向北美鹅掌楸,只是变异幅度更大,柱头长度也偏向于北美鹅掌楸。这同李周歧等关于杂种鹅掌楸与亲本的花粉粒极轴及赤道轴长表现超亲遗传,花粉、花药等性状表现明显父本(北美鹅掌楸)特征的报道是一致的^[8]。

不易观测,同时,160min后花粉的发芽率亦达到了90%,因此,花粉培养观测的时间以160min且不超过200min为宜。

表2 不同培养基中杂种鹅掌楸及亲本花粉活力
Table 2 Pollen viability of *Liriodendron* hybrid and its parents in different culture media

培养基 ¹⁾ Culture medium ¹⁾	发芽率 ²⁾ Germination rate (%) ²⁾		
	P ₁	P ₂	F ₁
A	59.75	34.73	12.03
B	75.25	86.38	25.26
C	79.25	88.38	41.78
D	57.87	21.23	17.75
E	91.33	92.70	41.98
F	91.75	92.30	49.95

¹⁾ A: 0%蔗糖+100mg/L硼酸+1%琼脂 0% sucrose + 100 mg/L boric acid + 1% agar, B: 5%蔗糖+100mg/L硼酸+1%琼脂 5% sucrose + 100 mg/L boric acid + 1% agar, C: 10%蔗糖+100mg/L硼酸+1%琼脂 10% sucrose + 100 mg/L boric acid + 1% agar, D: 0%蔗糖+50mg/L硼酸+1%琼脂 0% sucrose + 50 mg/L boric acid + 1% agar, E: 5%蔗糖+50mg/L硼酸+1%琼脂 5% sucrose + 50 mg/L boric acid + 1% agar, F: 10%蔗糖+50mg/L硼酸+1%琼脂 10% sucrose + 50 mg/L boric acid + 1% agar.

²⁾ P₁: 鹅掌楸 *Liriodendron chinense* (Hemsl.) Sarg., P₂: 北美鹅掌楸 *L. tulipifera* L., F₁: 杂种鹅掌楸 *L. chinense* (Hemsl.) Sarg. × *L. tulipifera* L.

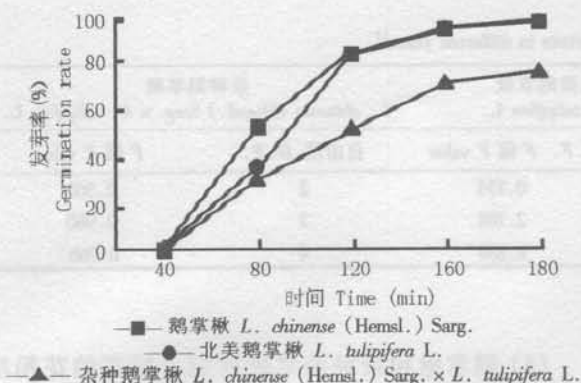


图 1 杂种鹅掌楸及两亲本的花粉各培养阶段的发芽率
Fig. 1 Pollen viability of *Liriodendron* hybrid and its parents in different culture stages

2.2.3 不同种间、株间花粉活力 1999 年对杂种鹅掌楸及两亲本各 5 株树的花粉固体培养结果表明: 杂种鹅掌楸的花粉活力最低, 5 株树最高、最低和平

均发芽率为 70.9%、43.6% 和 59.6%; 鹅掌楸和北美鹅掌楸相近, 前者为 94.1%、84.7% 和 91.3%, 后者为 94.4%、85.7% 和 90.2%。不同株间及种间花粉活力的方差分析见表 4。

表 3 杂种鹅掌楸及两亲本花粉管生长及生长节律¹⁾
Table 3 Pollen tube growth of *Liriodendron* hybrid and its parents¹⁾

时间 Time (min)	鹅掌楸 <i>L. chinense</i> (Hemsl.) Sarg.		北美鹅掌楸 <i>L. tulipifera</i> L.		杂种鹅掌楸 <i>L. chinense</i> (Hemsl.) Sarg. × <i>L. tulipifera</i> L.	
	Pt	S	Pt	S	Pt	S
40	0	0	0	0	0	0
80	105.72	1.321	71.50	0.894	69.46	0.868
120	280.01	2.350	182.38	1.520	183.60	1.530
160	375.80	2.340	314.06	1.960	286.62	1.790
200	437.01	2.186	418.20	2.091	432.07	2.160

¹⁾ Pt: 花粉管长 pollen tube length (μm); S: 速度 speed ($\mu\text{m}/\text{min}$)

表 4 杂种鹅掌楸及其亲本不同株间及种间花粉活力差异的显著性方差分析^{1), 2)}
Table 4 Variance analysis of pollen viability of intertree and interspecies of *Liriodendron* hybrid and its parents^{1), 2)}

变异来源 Source	株间 Intertree			株内 Intratree			种间 Interspecies	种内 Intraspecies
	P ₁	P ₂	F ₁	P ₁	P ₂	F ₁		
自由度 D. F.	4	4	4	10	10	10	2	12
F 值 F value	2.500	2.345	12.539**	0.250	0.240	1.799	65.137**	2.757

¹⁾ P₁: 鹅掌楸 *L. chinense* (Hemsl.) Sarg., P₂: 北美鹅掌楸 *L. tulipifera* L., F₁: 杂种鹅掌楸 *L. chinense* (Hemsl.) Sarg. × *L. tulipifera* L.;

²⁾ *: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$

由表 4 可知, 鹅掌楸属两亲本与杂种鹅掌楸花粉活力的种间差异达极显著水平; 杂种鹅掌楸不同株间的花粉发芽率也存在极显著差异, 鹅掌楸和北美鹅掌楸的花粉发芽率在不同株间差异不显著。北美鹅掌楸可能由于引种种源较为单一, 致使其株间花粉活力差异最小, 因此, 为增加杂种变异的多样性, 便于选取不同功能和作用的杂种, 应适当引进不同种源的鹅掌楸和北美鹅掌楸。3 树种的花粉发芽率在株内的差异均未达到显著水平。

2.2.4 不同树冠部位花粉活力 杂种鹅掌楸和鹅掌楸不同树冠部位的花粉活力, 按上、中、下层分层

取样培养和统计分析的结果表明, 杂种鹅掌楸花粉的发芽率范围和均值, 上层为 63.1% ~ 73.4% 和 67.5%, 中层为 50.3% ~ 57.9% 和 55.5%, 下层 51.1% ~ 65.9% 和 57.9%; 鹅掌楸上层为 72.0% ~ 96.3% 和 83.3%, 中层 79.5% ~ 88.0% 和 82.6%, 下层 13.3% ~ 45.5% 和 34.8%。很显然树冠上层花粉的活力明显大于树冠下层, 这可能与树冠上层的光照较充足有关。

2.2.5 不同年份的花粉活力 杂种鹅掌楸及其两亲本 1997、1999 和 2000 年 3 a 各 5 株树花的花粉活力测定结果见表 5 和表 6。

表 5 不同年份杂种鹅掌楸及其亲本花粉活力 (%)
Table 5 Pollen viability (%) of *Liriodendron* hybrid and its parents in the different years

种名 Species	1997		1999		2000	
	平均 Average	变异幅度 Variable range	平均 Average	变异幅度 Variable range	平均 Average	变异幅度 Variable range
鹅掌楸 <i>Liriodendron chinense</i> (Hemsl.) Sarg.	86.0	69.0 ~ 97.2	92.1	87.7 ~ 97.0	90.4	84.2 ~ 95.4
北美鹅掌楸 <i>L. tulipifera</i> L.	90.0	86.6 ~ 94.0	91.3	88.3 ~ 94.0	90.5	86.7 ~ 92.0
杂种鹅掌楸 <i>L. chinense</i> (Hemsl.) Sarg. × <i>L. tulipifera</i> L.	50.3	44.3 ~ 58.7	62.7	48.7 ~ 72.3	55.9	38.7 ~ 70.6

表6 不同年份杂种鹅掌楸及其亲本花粉活力差异的方差分析¹⁾
Table 6 Variance analysis of pollen viability of *Liriodendron* hybrid and its parents in different years¹⁾

变异来源 Source	鹅掌楸 <i>L. chinense</i> (Hemsl.) Sarg.		北美鹅掌楸 <i>L. tulipifera</i> L.		杂种鹅掌楸 <i>L. chinense</i> (Hemsl.) Sarg. × <i>L. tulipifera</i> L.	
	自由度 D.F.	F值 F value	自由度 D.F.	F值 F value	自由度 D.F.	F值 F value
年份 Year	2	0.751	2	0.754	2	2.960
株间 Intertree	2	1.419	2	2.708	2	2.960
年份 × 株间 Year × intertree	4	70.903**	4	8.839**	4	6.766*

¹⁾ *: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$

由表5和表6可知,杂种鹅掌楸及两亲本不同年份间的花粉发芽率存在一定差异,均未达显著水平,只是年份与株间的交互作用,北美鹅掌楸和鹅掌楸差异达极显著水平,杂种鹅掌楸差异达显著水平。说明3树种花粉活力与不同年份的环境因子有关,其中北美鹅掌楸和鹅掌楸受环境影响要大一些。

3 结论与讨论

(1) 鹅掌楸花朵较小,花瓣为黄绿,色彩不艳;北美鹅掌楸花朵虽大,但花瓣色彩清淡;而杂种鹅掌楸花大,花色丰富、灿烂多彩。因而,杂种鹅掌楸有较大观赏价值,更适于作为园林观赏树种推广栽培。

(2) 鹅掌楸属的两个种均存在自由授粉和人工授粉结实率低的现象^[5]。杂种鹅掌楸及其两亲本离体培养的花粉平均发芽率均较高,说明鹅掌楸属的树木结实率低与花粉的活力无关。也进一步证实有萌发能力的花粉,传粉后不一定能正常结实,即并不是所有可以萌发的花粉都参与受精^[9]。

(3) 杂种鹅掌楸及其亲本的花粉在E和F类型的培养基上较适宜,反映硼酸浓度对花粉发芽的影响较大,以略偏酸为宜,而蔗糖浓度的影响较小。

(4) 在相同的离体培养的条件下,杂种鹅掌楸的花粉活力低于其亲本,杂种及两亲本花粉活力种间差异达极显著水平。杂种鹅掌楸花粉活力的株间差异达到了极显著水平,两亲本花粉活力的株间差异不显著,这表明杂种鹅掌楸株间存在着较大的变异性,不同株间有着丰富的遗传多样性。

(5) 鹅掌楸和杂种鹅掌楸树冠上层花的花粉活力高于下层,差异达显著水平。因此,在进行人工辅助授粉时,应充分采用树冠上部花的花粉,提高鹅掌楸属树木的结实率。

(6) 虽然杂种鹅掌楸及两亲本的花粉活力在不同年份的差异未达到显著水平,但各自与年份的交互作用达到了极显著或显著水平。因此不同年份的气候环境因子对花粉的品质有一定的影响。

参考文献:

- [1] 南京林产工业学院林学系育种组. 亚美杂种鹅掌楸的育成[J]. 林业科技通讯, 1973, (12): 10-11.
- [2] 王章荣. 中国鹅掌楸遗传资源的保存与杂交育种前景[J]. 林业科技通讯, 1997, (9): 8-10.
- [3] 韦仲新, 吴征镒. 鹅掌楸属花粉的超微结构研究及系统学意义[J]. 云南植物研究, 1993, 15(2): 163-166.
- [4] 周坚, 樊汝汶. 鹅掌楸属两种植物花粉品质和花粉管生长的研究[J]. 林业科学, 1994, 30(5): 405-411.
- [5] Guzzo F, Boldan B, Bracco F, et al. Pollen development in *Liriodendron tulipifera*: some unusual feature [J]. Can J Bot, 1994, 72: 352-358.
- [6] 徐进, 陈天华, 王章荣, 等. 不同贮藏方法及光照对马尾松花粉活力的影响[J]. 南京林业大学学报, 1998, 22(3): 71-74.
- [7] 廖桂宗, 彭世揆. 试验设计与抽样技术[M]. 北京: 中国林业出版社, 1993. 78-92.
- [8] 李周歧, 王章荣. 鹅掌楸属间杂种 F_1 与亲本花果数量性状的遗传变异分析[J]. 林业科学研究, 2000, 13(3): 290-294.
- [9] 胡适宜. 被子植物胚胎学 第一版[M]. 北京: 高等教育出版社, 1982. 52-58

(责任编辑: 宗世贤)