

黑松、马尾松及其杂种的核型比较

陈天华 徐进 赖焕林

(南京林业大学, 南京 210037)

汪企明

(江苏省林业科学研究所, 南京 211153)

摘要 分析了黑松、马尾松及其杂种的核型。其核型公式: 黑松为 $K(2n)=24=20m(6_{SAT})+4sm$; 杂种为 $K(2n)=24=23m+1sm$; 马尾松为 $K(2n)=24=24m(4_{SAT})$ 。相对长度和臂比方差分析表明, 两亲本和杂种差异显著。杂种在相对长度、全组染色体总长、最长与最短染色体比、臂比平均值以及染色体类型上均处于双亲之间。这些研究结果为进一步研究该天然杂种提供必要的细胞学资料。

关键词 黑松; 马尾松; 杂种; 染色体; 核型

A comparison of karyotypes of *Pinus thunbergii* Parl. and *P. massoniana* Lamb. and their hybrid Chen Tian-Hua, Xu Jin, Lai Huan-Lin (Nanjing Forestry University, Nanjing 210037), Wang Qi-Ming (Forest Research Institute of Jiangsu, Nanjing 211153), *J. Plant Resour. & Environ.* 1994, 3(1): 9~14

The karyotype analyses of *Pinus thunbergii* Parl., *P. massoniana* Lamb. and their hybrid indicated that their karyotypic formulas were $K(2n)=24=20m(6_{SAT})+4sm$, $K(2n)=24=24m(4_{SAT})$ and $K(2n)=24=23m+1sm$ separately. The results of variance analysis showed that the differences of karyotypes among three species were significant. The relative length, mean arm ratios, total length of the genome, largest/smallest and chromosomes types in the hybrid were two parents intermediary. These results will provide cytological data to the study of *Pinus*.

Key words *Pinus thunbergii* Parl.; *Pinus massoniana* Lamb.; hybrid; chromosome; karyotype

我国苏皖等省黑松(*Pinus thunbergii* Parl.)和马尾松(*P. massoniana* Lamb.)天然混生,而且两种花期一致,常常发生天然杂交^[1]。其天然杂种具有明显的生长量的优势^[1]。日本古越隆信等1984年^[8]进行了这两个种的人工杂交,对其杂种的形态性状、抗性、适应性、生长及材性等进行描述,也证明具有优势。我们进一步做了核型分析。为研究该天然杂种提供必要的细胞学资料,对研究其渐渗杂交有一定参考价值。

一、材料与方 法

1991年4月17~23日,以江宁的黑松为母本,马尾松为父本,进行人工控制授粉,隔天1次,连续3次,1992年11月收球果,同时收集双亲球果。1993年4月在温室砂床播种育苗,取30天小苗各10株的根尖洗净,放入蒸馏水中,0~5℃低温处理48h,卡诺氏液固定,常规压片,地衣红染液染色,同源染色体配对后制成图1;测量数据取平均值制成表1。并绘成核型模式

收稿日期 1993-09-13

* 国家自然科学基金课题的一部分内容。陈晔老师和马有基先生协助拍照,表示感谢!

图2。

表1 黑松、马尾松及杂种染色体长度、臂比和类型

Tab 1 The length, ratio of arms and types of chromosome in *Pinus thbunergii*, *P. massoniana* and their hybrid

编号 No	绝对长度(μm)			相对长度(%)			长臂 Long arm			短臂 Short arm			臂比 Ratio of arm			着丝点指数 Index of centromere			类型 Type		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
	1	24.00	16.00	10.67	13.26	11.65	9.51	12.00	8.00	5.66	12.00	8.00	5.00	1.00	1.00	1.13	50.00	50.00	46.88	m*	m
2	24.00	13.34	10.34	13.26	9.71	9.21	12.00	6.67	6.67	12.00	6.67	4.67	1.00	1.00	1.21	50.00	50.00	45.16	m	m	m*
3	19.33	13.34	10.34	10.68	9.71	9.21	10.00	7.33	5.67	9.33	6.00	4.67	1.07	1.22	1.21	48.28	45.00	45.16	m*	m	m
4	16.67	12.00	10.00	9.21	8.74	8.91	10.00	6.00	5.33	6.67	6.00	4.67	1.50	1.00	1.14	40.00	50.00	46.67	m	m	m
5	16.00	12.00	9.87	8.84	8.74	8.79	10.67	6.67	5.20	5.33	5.33	4.67	2.00	1.25	1.11	33.33	44.44	47.34	sm	m	m
6	14.67	11.66	9.67	8.10	8.50	8.62	8.00	6.33	5.00	6.67	5.33	4.67	1.20	1.19	1.07	45.45	45.71	48.28	m*	m	m
7	14.00	11.33	9.66	7.735	8.25	8.62	9.33	6.00	5.33	4.67	5.33	4.33	2.00	1.13	1.23	33.33	47.06	44.83	sm	m	m
8	12.00	11.00	9.34	6.63	8.01	8.32	6.67	5.67	4.67	5.33	5.33	4.67	1.25	1.06	1.00	44.44	48.48	50.00	m	m	m
9	11.34	10.67	9.33	6.26	7.77	8.32	6.67	5.33	5.00	4.67	5.33	4.33	1.43	1.00	1.15	41.18	50.00	46.43	m	m	m
10	10.66	10.67	8.67	5.89	7.77	7.73	6.33	6.67	4.67	4.33	5.00	4.00	1.46	1.13	1.17	40.63	46.88	46.56	m	m	m
11	10.00	9.00	7.66	5.53	6.55	6.83	6.00	5.00	4.33	4.00	4.00	3.33	1.50	1.25	1.30	40.00	44.44	43.48	m	m	m
12	8.34	6.33	6.67	4.60	4.61	5.94	4.67	4.00	4.00	3.67	2.33	2.67	1.27	1.71	1.50	44.00	36.84	40.00	m	sm	m

* 具随体染色体 SAT.-chromosomes A: 黑松 (*Pinus thbunergii*) B: 黑松×马尾松 (*P. thbunergii* × *P. massoniana*) C: 马尾松 (*P. massoniana*)

为了研究二亲本与杂种核型的差异性,分别以染色体的相对长度和臂比为主因素进行方差分析,采用有重复二因素混合效应模型^[9]。

$$i = 1, 2 \dots a (a = 3)$$

$$X_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk} \quad j = 1, 2 \dots c (c = 12)$$

$$k = 1, 2 \dots n (n = 5)$$

式中 X_{ijk} = 第 i 种第 j 对染色体第 k 次重复的观测值;

μ = 总体均值;

τ = 第 i 个种的效应, 独立地遵循 $N(0, \sigma^2)$, 且与 $(\tau\beta)_{ij}$ 无关;

β_j = 第 j 个染色体的效应 $\sum_{j=1}^c \beta_j = 0$

$(\tau\beta)_{ij}$ = 第 j 个种对染色体的交互效应, 且与 τ_i 及 $(\tau\beta)_{ij}$ 无关

ϵ_{ijk} = 独立随机误差, 遵循 $N(0, \sigma^2)$, 且与 τ_i 及 $(\tau\beta)_{ij}$ 无关。

二、结 果

1. 观察结果

染色体计数根据全国植物染色体学术讨论会通过的标准^[6], 黑松、马尾松及其杂种的核型分析以5个染色体分散良好的分裂图象进行比较, 测量绝对长度、相对长度、短臂、长臂、臂比、着丝点指数和次缢痕, 并按 Levan 等^[6]的染色体分类标准进行分类。两亲本和杂种比较列于表1。由表1可以确定:

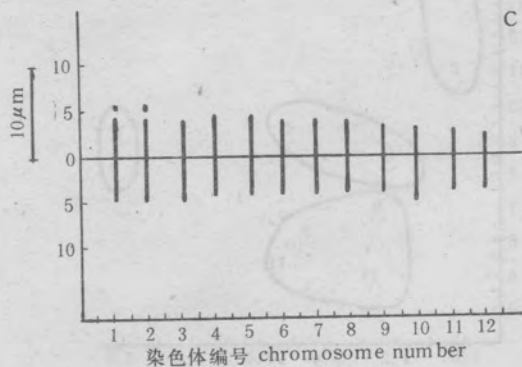
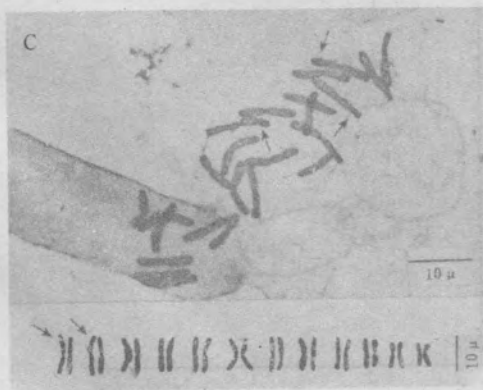
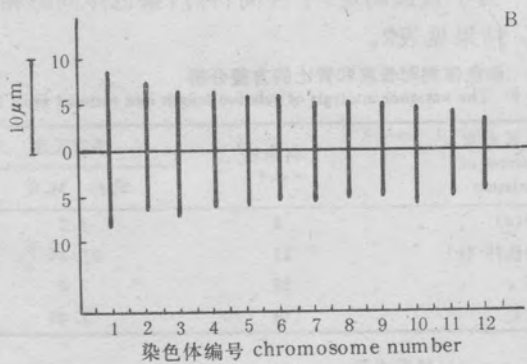
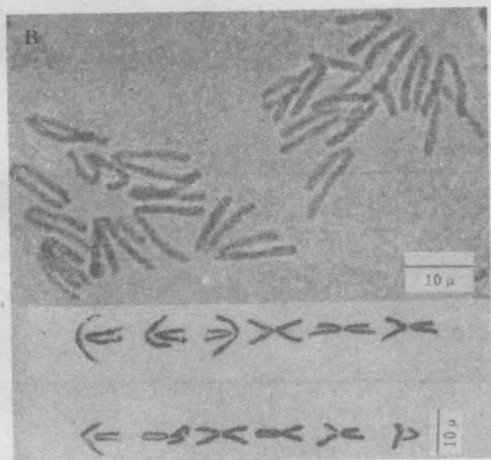
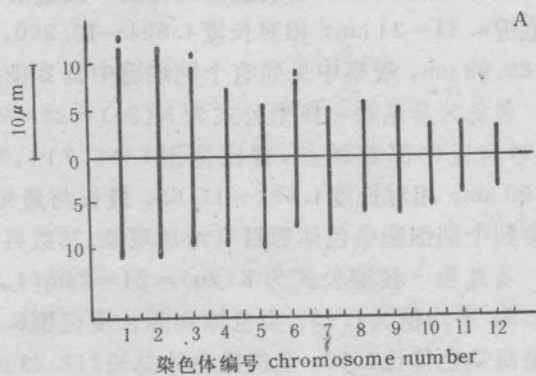


图1 黑松(A)、马尾松(C)及其杂种(B)的核型

Fig 1 Karyotypes of *Pinus thunbergii* (A); *P. massoniana* (C); *P. thunbergii* × *P. massoniana* (B)

图2 黑松(A)、马尾松(C)及其杂种(B)的核型模式图

Fig 2 Idiogram of *Pinus thunbergii* (A); *P. massoniana* (C); *P. thunbergii* × *P. massoniana* (B)

黑松。核型公式 $K(2n)=24=20m(6_{SAT})+4sm$, 12对染色体中10对具中部着丝点, 2对具近中部着丝点, 1,3,6号染色体短臂具一次缢痕, 臂比范围1~2, 平均值1.33, 染色体实际长度范围8.34~24 μm , 相对长度4.604~13.260, 最长与最短染色体比为2.88, 全组染色体总长180.98 μm , 观察中见到有个别细胞中具B染色体。

黑松×马尾松 核型公式为 $K(2n)=24=23m+1sm$, 1~11对染色体具中部着丝点, 第12对为近中部着丝点, 臂比范围1~1.714, 平均值1.245, 染色体实际长度范围6.33~16.00 μm , 相对长度4.612~11.65, 最长与最短染色体比2.52, 全组染色体总长114.43 μm , 观察到个别细胞染色体数目有增加现象。其数目有36或48(在同一材料同一片上)。

马尾松 核型公式为 $K(2n)=24=24m(4_{SAT})$, 全部染色体都具中部着丝点, 臂比范围1~1.5, 平均值为1.13, 染色体实际长度范围6.67~0.67 μm , 相对长度5.942~9.507, 最长与最短染色体比1.59, 全组染色体总长112.22 μm , 未发现非整倍性变异和多倍体现象, 也未见到B染色体, 和前人所做的基本一致, 只是在次缢痕的位置上有变化。

2. 方差分析

为了直接测定3个种间、种内染色体间的相对长度和臂比性状的变异程度, 进行了方差分析, 结果见表2。

表2 染色体相对长度和臂比的方差分析

Tab 2 The variance analysis of relative length and ratio of arms in chromosome

变异来源 Sources of variation	自由度 d. f	相对长度 Relative Length		臂比 Ratio of arms			
		均方	M. S	F 值	均方	M. S	F 值
种(a)	2	4.3		2.95**	0.194		0.23
染色体(c)	11	97.35		66.67**	2.476		2.9**
a×c	22	7.8		1.917*	1.800		2.16**
误差	144	1.46		0.83			

** 1%显著水平



图3 黑松染色体相对长度与臂比分布点图

Fig 3 Distributed figure of relative length and ratio of arms of chromosome in *Pinus thunbergii*

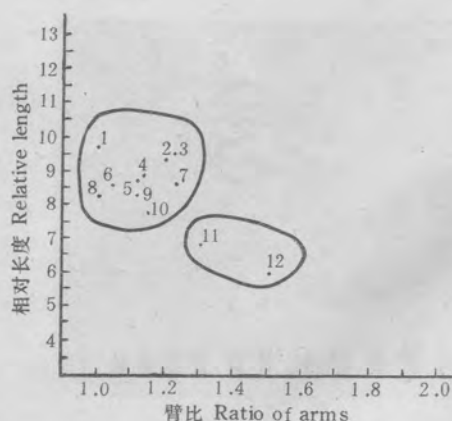


图4 马尾松染色体相对长度与臂比分布点图

Fig 4 Distributed figure of relative length and ratio of arms of chromosome in *P. massoniana*

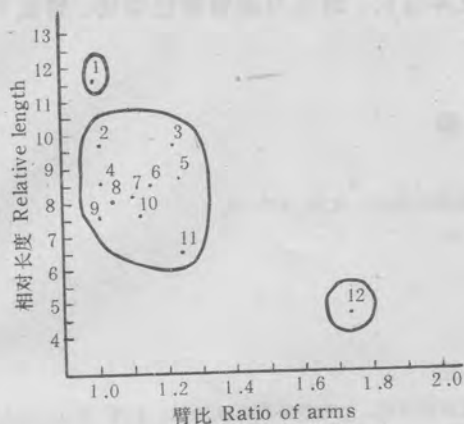


图5 黑松×马尾松染色体相对长度与臂比分布点图
Fig 5 Distributed figure of relative length and ratio of arms of chromosome in *Pinus thunbergii* × *P. massoniana*

第1对为一类,第2~11对为第二类,第12对为第三类。

马尾松 12对染色体可分二类。和以往分类基本一致^[2,3],即第1~10为第一类;第11,12为第二类。

由表2可以看出3个种间染色体相对长度的差异达显著水平,而臂比差异没有到显著水平;而同种内12对染色体间的差异则达到了极显著水平;同时,种与染色体在相对长度和臂比性状上的交互作用亦达到显著水平。

3. 相对长度和臂比分布点图

由于同种内12对染色体间形态有显著差异,因此,分别采用相对长度与臂比分布点图(图3~5)对核型进行比较和分析。

从相对长度与臂比分布点图可以看出:

黑松 12对染色体可分为四类。第1~3对划为一类;第4,6对划为第二类;第5,7对划为三类(臂比值大于2);第8~12对为第四类。

黑松×马尾松 12对染色体可分为三类。

三、讨 论

1. 由图1可见,亲本和杂种染色体上出现凹缢和染色体明暗相间的条纹,在同源染色体的识别上有相当指示意义,这种情况是否与早期报道^[9]的低温处理诱发染色体出现与异染色质有关的明暗条纹,即所谓分节,异染周期性区域(alloccyclic region)或H-segment等现象类似,有待进一步研究。

2. 黑松细胞染色体的观察中发现少数具有超数的一条小染色体(B染色体)频率不高,在马尾松和杂种中尚未见到,这说明B染色体的起源和遗传行为值得进一步研究。杂种出现染色体数目增加,特别是在10株小苗中的一株,观察到染色体增加的比率较高,这和Stebbins^[7]指出的杂种苗易产生染色体数增加是相符的,也表明两亲本染色体组之间有相当多的对应染色体片段,但也有足够的染色体片段彼此不同。

3. 在核型分析时,次缢痕和随体分布常常是研究的重要内容之一。有人认为,次缢痕和随体的出现是有规律的,稳定的^[12]。但更多的研究结果表明,次缢痕是一种不可靠的性状,不能作为种内差异的依据^[2,5,10,11,13]。本试验的观察结果也支持了这种观点。

四、结 论

1. 黑松、马尾松及其杂种体细胞染色体数均为 $2n=24$ 。
2. 黑松、马尾松及其杂种染色体的相对长度和臂比方差分析表明三种间差异显著。

3. 黑松×马尾松染色体的相对长度、全组染色体总长、最长与最短染色体比、臂比平均以及染色体类型均处于黑松和马尾松之间。

参 考 文 献

- 1 南京林学院树木育种组. 1972: 林木良种选育资料选编, 中国林业出版社, 北京. 53~62.
- 2 陈天华, 叶志宏, 葛 颀. 1985: 南京林学院院报 (3): 132~138.
- 3 龙光生, 黎麦秋. 1987: 中南林学院学报 (2): 155~158.
- 4 解继能. 1985: 亚林科技 (1): 26~31.
- 5 方永鑫, 刘季宏, 陈 琴. 1983: 林业科学 19(2): 212~216.
- 6 洪德元编著. 1990: 植物细胞分类学, 科学出版社, 北京. 12~20.
- 7 G. T. 史旦宾斯著, 复旦大学遗传学研究所译. 1963: 植物的变异和进化, 上海科学技术出版社, 上海. 211~224.
- 8 古越隆信, 佐佐木研. 1984: 关东林木育种场年报16号别刷, 211~224.
- 9 De Robertis E D P, W W Nowinski, F A Saez. 1954: General cytology, W. P. Saunders company, London. 237~241.
- 10 Salazar R. 1983: *Silvae Genetica* 32(5~6): 184~188.
- 11 Saylor L C. 1961: *Silvae Genetica* 10(3): 77~84.
- 12 Saylor L. 1972: *Silvae Genetica* 21(5): 155~163.
- 13 *Terasmae T.* 1971: *Silvae Genetica* 20(5~6): 179~182.

(责任编辑: 盛国英)

“浙江植物资源调查研究 及《浙江植物志》编著”课题通过鉴定

1993年12月27日在杭州举行“浙江省植物资源调查研究及《浙江植物志》编著”课题鉴定会。浙江省政府、省人大、省科委、省科协、省新闻出版社、杭州大学等领导同志出席了会议。鉴定委员会由全国15位著名专家组成, 包括5位中国科学院学部委员, 他们是吴征镒(鉴定委员会主任)、洪德元(副主任)、王伏雄、沈允钢、吴中伦。

《浙江植物志》的编写历时10年, 共8卷500多万字, 调查中积累了20万份标本, 公开发表学术论文107篇, 其中获奖的有35篇, 参加工作的主要人员来自大学、研究所等19个单位共54位专业人员。是一项浩大的工程。鉴定委员会认为《浙江植物志》是一部编撰得很好的地方植物志, 有以下特点:

1. 种类多。共收集231科1372属3897种30亚种529变种和126变型。尤其难得的是在前人调查的基础上又发现新种、新分类群、新记录共达500余个, 改正了过去误定种99个。

2. 8卷中的总论卷专论植物资源的合理开发和利用问题, 重点阐述88种主要资源植物的产地、分布、栽培与加工技术等。这是目前植物志中的一大特点。

3. 这部志书在“种”处理上既综合各家之说, 又有自己的见解。在大种、小种的处理上全书比较均衡一致。

4. 雅俗共赏是这部志书的另一特点。它既有严谨的科学性, 又避免大量经典分类学的文献引证, 是一部便于使用的工具书。

5. 出版质量较高, 插图约占总种数的95%, 并有相当数量印刷精致的彩色图片, 利于查对识别。

《浙江植物志》被认为是我国已出版的地方植物志中最优秀者, 它的出版是浙江植物学史上的一个里程碑, 也是我国植物学界的一件大事, 鉴定组认为其成果在国际上也是同类工作中的优秀者, 建议申报省科技壹等奖和相应的国家科技奖。

(编辑部)