

五种云杉的核型分析

刘玉红

李懋学

(中国科学院自然资源综合考察委员会)

(北京大学生物系)

提 要

作者分析了我国产的5种云杉的核型,结果如下:红皮云杉, $2n = 24 = 20m(4sc) + 4sm$; 白扦 $2n = 24 = 22m(6sc) + 2sm + 2B$; 青扦, $2n = 24 = 16m(6sc) + 8sm + 2B$; 雪岭杉 $2n = 24 = 20m(6sc) + 4sm$; 鱼鳞云杉, $2n = 24 = 22m(4sc) + 2sm + 1B$ 。

关键词: 云杉属, 核型

松科的云杉属(*Picea* Dietr.)约40种,我国产16种和9个变种^[1],主要分布于我国东北、西北和华北地区,为重要的经济用材树种。

有关该属的染色体研究,国外已有一些报道^[2,3,6],我国产的云杉则尚缺研究。本文对我国分布较广的5种云杉(其中白扦和青扦为特有种)的核型进行了分析,供分类和育种实践参考,现将结果报道如下。

材料和方法

研究材料包括以下5种:红皮云杉(*P. koraiensis* Nakai.); 雪岭杉(*P. schrenkiana* Fisch et Mey.); 白扦(*P. meyeri* Rehd. et Wils.); 青扦(*P. wilsonii* Mast.)和鱼鳞云杉(*P. jezonensis* Carr. var. *microsperma* (Lindl.) Cheng et L. K. Fu.)。其中红皮云杉和鱼鳞云杉由东北林学院供种,雪岭杉由新疆生物土壤沙漠研究所供种,白扦和青扦则系作者在北京采种。凭证标本均存于中国科学院自然资源综合考察委员会植物标本室。

染色体制片:种子用约50℃温水浸种过夜,用蛭石培养,在25℃温箱中萌发,待根长约1厘米时,切取根尖用对二氯苯饱和水溶液于室温下处理4-5小时,水洗后用酒精-冰乙酸(3:1)固定液固定24小时。材料经水洗后用1N盐酸于60℃水解10~15分钟。用卡宝品红染色液染色并压片,冰冻脱盖片,晾干,冷杉胶封片。此外,对一株不育的白扦,取用茎尖为材料,处理方法同上。

核型分析中的染色体长度,臂比和类型按Levan^[4]的报道计算和命名,染色体序号按长短顺序排列,每种取5~7个细胞计算平均值。

表1 5种云杉的染色体长度,臂比和类型

Tab.1 The Length, Arm Ratio and Types of Chromosome of 5 Species of Genus *Picea*

红皮云杉 <i>P. koraiensis</i>					雪岭杉 <i>P. schrenkiana</i>			
编号 No.	染色体长度(微米) Chromosome length (μ)	相对长度 Relative length	臂比 Arm ratio	类型 Type	染色体长度(微米) Chromosome length (μ)	相对长度 Relative Length	臂比 Arm ratio	类型 Type
1	8.02+5.73=13.75	9.69	1.40	m	*2.11+5.28+6.34=13.73	11.23	1.17	m
2	7.44+6.30=13.70	9.66	1.18	m	6.86+5.81=12.67	10.36	1.18	m
3	*6.87+4.01+2.63=13.51	9.52	1.03	m	*2.24+4.10+5.49=11.83	9.68	1.15	m
4	6.79+6.35=13.14	9.26	1.07	m	5.70+4.86=10.56	8.64	1.17	m
5	7.83+4.81=12.64	8.91	1.63	m	*2.08+3.80+4.54=10.42	8.52	1.30	m
6	6.78+5.73=12.51	8.82	1.18	m	5.49+4.90=10.39	8.50	1.12	m
7	6.54+5.75=12.29	8.66	1.14	m	5.91+3.80=9.71	7.94	1.56	m
8	6.34+5.15=11.49	8.10	1.23	m	4.96+4.54=9.50	7.77	1.09	m
9	7.10+3.89=10.99	7.75	1.83	sm	6.02+3.27=9.29	7.60	1.84	sm
10	*6.18+2.80+1.32=10.30	7.26	1.50	m	4.97+3.48=8.45	6.91	1.43	m
11	5.84+3.66=9.50	6.70	1.60	m	4.85+3.37=8.22	6.72	1.44	m
12	5.53+2.49=8.02	5.65	2.22	sm	5.08+2.40=7.48	6.12	2.11	sm
白杆 <i>P. meyeri</i>					青杆 <i>P. wilsonii</i>			
1	*8.21+6.19+1.37=15.74	10.93	1.09	m	*7.40+5.53+1.48=14.41	10.22	1.06	m
2	8.48+6.84=15.32	9.99	1.24	m	7.90+6.42=14.32	10.16	1.23	m
3	7.93+6.91=14.84	9.65	1.15	m	*7.51+4.74+1.78=14.03	9.96	1.15	m
4	*8.34+4.79+1.40=14.53	9.44	1.35	m	8.19+4.64=12.83	9.10	1.77	sm
5	*8.19+4.47+1.35=14.01	9.11	1.41	m	7.43+5.34=12.77	9.06	1.39	m
6	7.82+5.47=13.29	8.64	1.43	m	6.39+6.22=12.61	8.95	1.03	m
7	6.43+6.02=12.45	8.09	1.07	m	*5.92+3.95+0.98=10.85	7.70	1.20	m
8	6.90+5.48=12.38	8.05	1.26	m	5.43+5.23=10.66	7.56	1.04	m
9	6.81+4.65=11.46	7.45	1.46	m	6.32+3.75=10.07	7.50	1.81	sm
10	5.46+4.99=10.45	6.79	1.09	m	6.32+3.65=9.97	7.07	1.73	sm
11	5.93+3.94=9.87	6.42	1.51	m	5.58+3.76=9.34	6.63	1.48	m
12	6.58+2.93=9.51	6.18	2.25	sm	5.81+2.76=8.57	6.08	2.11	sm
B	1.87+1.87=3.74		1.00	M	2.47+1.48=3.95		1.67	m
鱼鳞云杉 <i>P. jezonensis</i> var. <i>microsperma</i>								
1	7.40+6.79=14.19	11.51	1.09	m	*具次缢痕染色体; with secondary constriction			
2	6.42+6.05=12.47	10.11	1.06	m				
3	*6.17+3.09+1.85=11.11	9.01	1.25	m				
4	6.74+4.32=11.06	8.97	1.56	m				
5	6.54+4.07=10.61	8.61	1.57	m				
6	5.55+4.94=10.49	8.51	1.12	m				
7	5.43+4.57=10.00	8.11	1.19	m				
8	5.18+4.89=9.87	8.00	1.10	m				
9	*4.86+2.10+1.83=8.79	7.13	1.24	m				
10	5.03+3.59=8.62	6.99	1.40	m				
11	5.01+3.26=8.27	6.71	1.54	m				
12	5.23+2.59=7.82	6.34	2.02	sm				
B	1.85+1.85=3.70		1.00	M				

表 2 5种云杉核型组成的比较

Tab. 2 A Comparison on the Karyotype Constitution of 5 Species of Genus *Picea*

种 名 Species	平均总长度 (微米) Sum average length(μm)	相对长度(%) Relative length				最长染色体 Longest		核型公式 Karyotype formula
		< 7.0	7.0—8.0	8.0—9.0	> 9.0	最短 染色体 shortest		
红皮云杉 <i>P. koraiensis</i>	141.84	2	2	4	4	1.72		$2n = 24 = 20m(4sc) + 4sm$
雪岭杉 <i>P. schrenkiana</i>	122.25	3	3	3	3	1.38		$2n = 24 = 20m(6sc) + 4sm$
白 杉 <i>P. meyeri</i>	153.85	3	1	3	5	1.36		$2n = 24 = 22m(6sc) + 2sm + 2B$
青 杉 <i>P. wilsonii</i>	140.93	2	4	1	5	1.42		$2n = 24 = 16m(6sc) + 8sm + 2B$
鱼鳞云杉 <i>P. je. var. microsperma</i>	123.30	3	1	5	3	1.82		$2n = 24 = 22m(4sc) + 2sm + 1B$

结果和讨论

5种云杉的染色体数目均为 $2n = 24$, 其形态和核型如图版 I、II 所示, 核型模式图见图1~5。核型的各项测定数值列于表1。根据表1而将各个种的核型主要特点综合为表2。

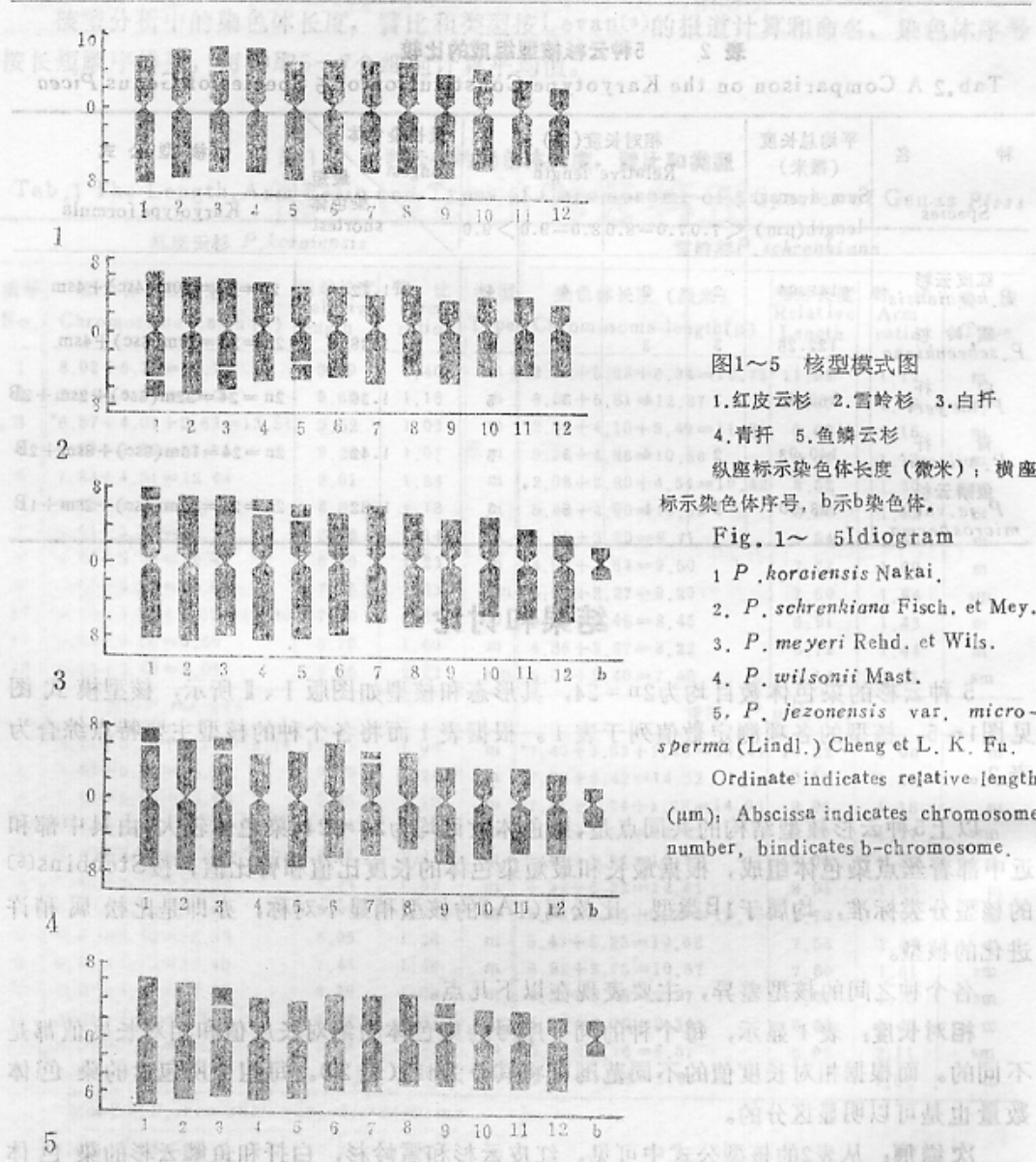
以上5种云杉核型结构的共同点是, 染色体数目均为 $2n = 24$, 染色体较大, 由具中部和近中部着丝点染色体组成, 根据最长和最短染色体的长度比值和臂比值, 按Stebbins^[5]的核型分类标准, 均属于1B类型, 比松属(1A)的核型稍显不对称, 亦即是比松属稍许进化的核型。

各个种之间的核型差异, 主要表现在以下几点。

相对长度: 表1显示, 每个种的同一序号的染色体的绝对长度值和相对长度值都是不同的。而根据相对长度值的不同范围可将其分为4组(表2)。每组中所包含的染色体数量也是可以明显区分的。

次缢痕: 从表2的核型公式中可见, 红皮云杉和雪岭杉, 白杉和鱼鳞云杉的染色体类型各自相同, 但次缢痕的数目是不等的。即使数目相等, 如红皮云杉和鱼鳞云杉, 但分布位置也不同, 前者是在第3和第10对染色体上, 后者是在第3和第9对染色体上(图1和5), 其它3个种亦然。值得特别指出的是雪岭杉, 它的3对次缢痕均位于染色体的长臂上, 为区别于其它4个种的最显著特征。

B染色体: 已知云杉属有两个种报道有B染色体^[3], 即北美云杉(*P. sitchensis*, $2n = 24 + 2B$)和西伯利亚云杉(*P. obovata*, $2n = 24 + 3B$)。我们所观察的5个种中有3个种含B染色体, 其中白杉的B染色体, 是从栽培于北京大学校园的一棵不育植株茎尖压片中发现的(图版 II-5), 照片显示的是一个由于经预处理液作用而使常染色体和B染色体都已加倍的细胞, 共含4个染色体。该植株经3年的连续观察, 发现其雄花完全败



育, 雌球果虽能发育到正常大小, 但种子是空秕的。而相邻约10米距离的另一株不含B染色体的同龄白栎(作过减数分裂的观察), 则发育正常。这表明, B染色体的存在对白栎的育性已产生了严重的影响。这种现象在许多被子植物中已有报道^[3]。青杉的B染色体是从种子萌发的根尖细胞中发现的, 它可能是由含1B的可育植株累积的。这种含2B的种子后代是否可育, 还有待观察。我们同时观察到3个种含有B染色体, 每个种仅只观察30~50粒种子的根尖, 这显然有一定的偶然性, 但它也可能表明, 我国云杉属植物含B染色体的频率可能是相当高的, 它与地理分布和生态环境是否有一定的联系, 尚需进行广泛的观察研究。

综上所述, 5个种的核型差异, 显示了种间遗传上的分化, 提供了种间的细胞学鉴

别特征。但从核型分析中仍看不出种间演化的规律性联系。

参 考 文 献

- [1] 傅书遐等, 1983: 中国植物志, 第7卷, 裸子植物门, 127-166, 科学出版社。
- [2] 日誌雅博·田中隆庄, 1979: 裸子植物の染色体, 遺伝, 33(6): 31-37。
- [3] Jones, R. N., 1975: B-chromosome systems in flowering plants and animal species. *Int. Rev. Cytol.* 40:1-100。
- [4] Levan, A. et al., 1964: Nomenclature for centromere position in chromosomes. *Hereditas*, 52:201-220。
- [5] Stebbins, G. L., 1971: *Chromosomal Evolution in Higher Plants*. Edwold Arnold Ltd., London, 87-89。
- [6] Terasmaa, T., 1971: Karyotype analysis of Norway Spruce *Picea abies*(L.) Karst. *Silvae Genet.*, 20:179-182。

KARYOTYPE ANALYSIS OF 5 SPECIES OF GENUS PICEA

Liu Yuhong

(Commission for Integrated Survery of Natural Resources, Academia Sinica, Beijing)

Li Maoxue

(Department of Biology, Beijing University)

Abstract

The present paper deals with a study of the karyotype analysis of 5 species of genus *Picea*. The chromosome count and karyotypes of 4 species are reported for the first time, the numbers of chromosome of root tip cell have been found to be 24. 3 species with B-chromosomes. The karyotype formula are as follows:

P. koraiensis, $2n = 24 = 20m(4sc) + 4sm$

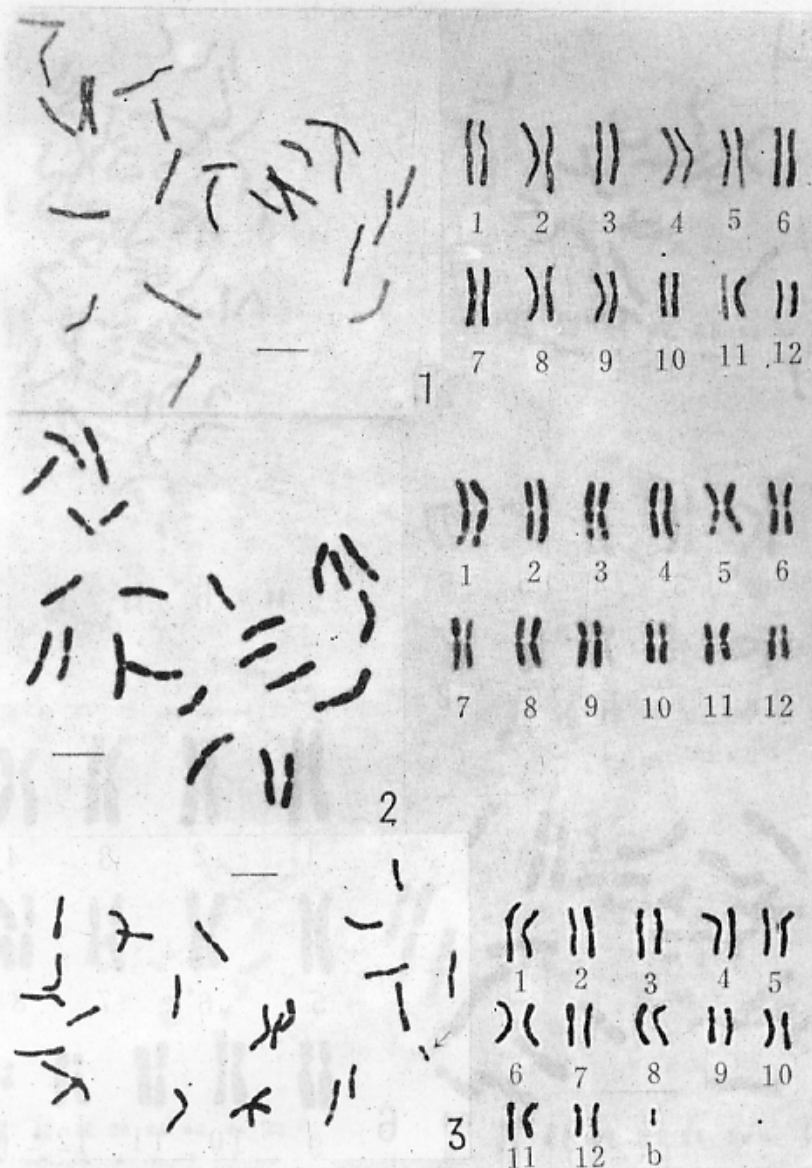
P. meyeri, $2n = 24 = 22m(6sc) + 2sm + 2B$

P. wilsonii, $2n = 24 = 16m(6sc) + 8sm + 2B$

P. schrenkiana, $2n = 24 = 20m(6sc) + 4sm$

P. jezonensis var. *microsperma*, $2n = 24 = 22m(4sc) + 2sm + 1B$.

Key words: *Picea*; Karyotype



五种云杉的体细胞染色体形态及模型，图中箭头示B染色体，标尺示10微米。

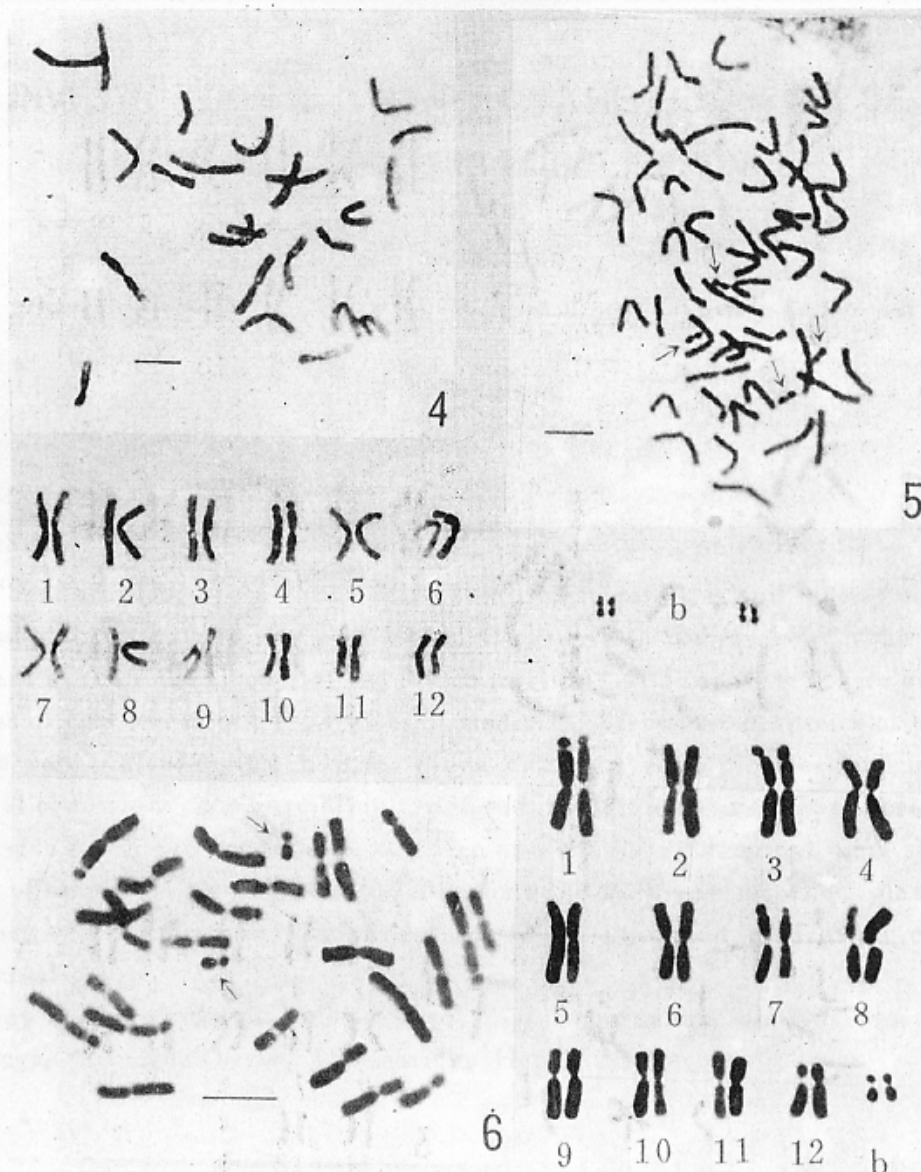
1. 红皮云杉 2. 雪岭杉 3. 鱼鳞云杉 (含1B)

The morphology of somatic chromosomes and karyotypes of 5 species of genus *Picea*. Arrows indicate B-chromosome. Bar=10μm

1. *Picea koraiensis* Nakai.

2. *P. schrenkiana* Fisch. et Mey.

3. *P. jezonensis* Carr. var. *microsperma* (Lindl.) Cheng et L.K.Fu. (with 1 B)



4. 白杆, 示正常的核型 (根尖细胞)

5. 白杆, 示常染色体和B染色体均已加倍了的1个茎尖细胞($2B+2B=4B$)

6. 青杆 (含2B)

4. *P. meyeri* Rehd. et Wils. Showing the normal karyotype (root tip cell)

5. *P. meyeri* Rehd. et Wils. Showing the autosomes and B-chromosomes doubled ($2B+2B=4B$), which from shoot apex cell.

6. *P. wilsonii* Mast. (with 2B)