

四种云杉的核型分析

李林初¹, 王 刚¹, 苏 苏¹, 徐阿生²

(1. 复旦大学北京师范大学生物多样性与生态工程教育部重点实验室, 上海 200433;

2. 西藏高原生态研究所, 八一 860000)

摘 要: 首次报道了中国珍稀濒危保护植物长叶云杉(*P. smithiana* (Wall.) Boiss.) 和康定云杉(*P. likiangensis* (Franch.) Pritz. var. *montigena* (Mast.) Cheng ex Chen) 及我国特产的青海云杉(*P. crassifolia* Kom.) 和林芝云杉(*P. likiangensis* (Franch.) Pritz. var. *linzhiensis* Cheng et L. K. Fu) 的核型。它们的核型公式都是 $K(2n)=24=22m+2sm$ (林芝云杉有 1 条 B 染色体), 染色体相对长度组成分别为 $2n=14M2+8M1+2S$, $2L+12M2+6M1+4S$, $2L+10M2+10M1+2S$, 和 $2L+12M2+6M1+4S$ 。均为 2A (除青海云杉 1A 外) 核型类型。

关键词: 核型; 长叶云杉; 康定云杉; 青海云杉; 林芝云杉

中图分类号: Q944.59 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2001)01-0043-04

Karyotype analysis of four species in *Picea* (Pinaceae)

LI Lin-chu¹, WANG Gang¹, SU Su¹, XU A-sheng²

(1. Ministry of Education Key Laboratory for Biodiversity Science and Ecological Engineering,

Fudan University & Beijing Normal University, Shanghai 200433, China;

2. Xizang Institute of Plateau Ecology, Baiyi 860000, China)

Abstract: The present paper deals with the karyotype analysis of four species in *Picea* (Pinaceae): *P. smithiana* (Wall.) Boiss., *P. likiangensis* (Franch.) Pritz. var. *montigena* (Mast.) Cheng ex Chen, *P. crassifolia* Kom. and *P. likiangensis* (Franch.) Pritz. var. *linzhiensis* Cheng et L. K. Fu. The karyotype formulas of the species all are $K(2n)=24=22m+2sm$ (*P. likiangensis* var. *linzhiensis* with one B-chromosome). Their chromosome complements are $2n=24=14M2+8M1+2S$, $2L+12M2+6M1+4S$, $2L+10M2+10M1+2S$ and $2L+12M2+6M1+4S$ respectively according to the standard defined by Kuo et al. (1972) based on relative length. They belong to 2A (excepting *P. crassifolia*, 1A) type of Stebbins' karyotypic asymmetry. The karyotypes of the four species are reported for the first time.

Key words: Karyotype; *P. smithiana*; *P. likiangensis*, var. *montigena*; *P. crassifolia*; *P. likiangensis* var. *linzhiensis*

收稿日期: 1999-09-24

作者简介: 李林初(1942-), 男, 教授, 从事生物多样性与生态工程研究。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(39070080)

云杉属(*Picea* Dietr),全世界约40种,分布于北半球,我国产16种9变种,主要分布于东北、华北、西北、西南等地区,为重要的经济用材树种^[1]。该属的胞核学资料已有一些报道^[1-2,5,8,11]。本文首次对中国珍稀濒危保护植物长叶云杉(*P. smithiana*, (Wall.) Boiss.)和康定云杉(*P. likiangensis* (Franch.) Pritz. var. *montigena*, (Mast.) Cheng ex Chen)及我国特产的青海云杉(*P. crassifolia* Kom.)和林芝云杉(*P. likiangensis* (Franch.) Pritz. var. *linzhiensis* Cheng et L. K. Fu)作了核型分析,旨在对该属的细胞分类和系

统演化研究及育种实践进一步提供必要的资料。现将结果报道如下。

1 材料和方法

试验用种子青海云杉由西北高原生物研究所黄荣福研究员采自祁连县冰沟大板,长叶云杉和林芝云杉由西藏高原生态研究所徐阿生分别采自西藏吉隆和米林岗嘎,康定云杉种子由上海植物园刘刚先生交换自匈牙利科学院生态和植物研究所植物园。凭证标本存复旦大学生命科学学院植物标本室。

表1 四种云杉的染色体长度、臂比和类型

Table 1 Chromosome length, arm ratio and type of four species in *Picea*

| 种名 Species | 序号 No. | 相对长度(%) | | | 相对长度系数 Relative length | 臂比 Arm ratio | 类型 Classification | 种名 Species | 序号 No. | 相对长度(%) | | | 相对长度系数 Relative length | 臂比 Arm ratio | 类型 Classification |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------------|-----------------|----------------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------------|-----------------|----------------------|
| | | 短臂 (S) | 长臂 (L) | 全长 (T) | | | | | | 短臂 (S) | 长臂 (L) | 全长 (T) | | | |
| 长叶云杉 <i>P. smithiana</i> | 1 | 4.85 | 5.28 | 10.13 | 1.22(M2) | 1.09 | m | 青海云杉 <i>P. crassifolia</i> | 1 | 4.99 | 5.77 | 10.76 | 1.29(L) | 1.16 | m |
| | 2 | 4.68 | 5.03 | 9.71 | 1.17(M2) | 1.07 | m | | 2 | 4.79 | 5.37 | 10.16 | 1.22(M2) | 1.12 | m |
| | 3 | 4.46 | 4.95 | 9.41 | 1.13(M2) | 1.11 | m | | 3 | 4.65 | 5.01 | 9.66 | 1.16(M2) | 1.08 | m |
| | 4 | 4.31 | 4.48 | 8.79 | 1.06(M2) | 1.04 | m | | 4 | 4.61 | 4.79 | 9.40 | 1.13(M2) | 1.04 | m |
| | 5 | 3.94 | 4.77 | 8.71 | 1.05(M2) | 1.21 | m | | 5 | 4.22 | 4.57 | 8.79 | 1.06(M2) | 1.09 | m |
| | 6 | 4.31 | 4.38 | 8.69 | 1.04(M2) | 1.01 | m | | 6 | 4.23 | 4.45 | 8.68 | 1.04(M2) | 1.05 | m |
| | 7 | 4.07 | 4.34 | 8.41 | 1.11(M2) | 1.07 | m | | 7 | 3.84 | 4.45 | 8.29 | 1.00(M1) | 1.16 | m |
| | 8 | 4.11 | 4.23 | 8.34 | 1.00(M1) | 1.03 | m | | 8 | 3.79 | 4.06 | 7.85 | 0.94(M1) | 1.07 | m |
| | 9 | 3.39 | 4.31 | 7.70 | 0.92(M1) | 1.27 | m | | 9 | 3.03 | 4.04 | 7.07 | 0.85(M1) | 1.33 | m |
| | 10 | 2.84 | 4.62 | 7.46 | 0.91(M1) | 1.63 | m | | 10 | 2.84 | 3.92 | 6.76 | 0.81(M1) | 1.38 | m |
| | 11 | 3.08 | 3.49 | 6.57 | 0.79(M1) | 1.13 | m | | 11 | 2.14 | 4.26 | 6.40 | 0.77(M1) | 1.35 | m |
| | 12 | 1.95 | 4.11 | 6.06 | 0.73(S) | 2.11 | sm | | 12 | 2.13 | 4.05 | 6.18 | 0.74(S) | 1.93 | sm |
| 康定云杉 <i>P. likiangensis</i> var. <i>montigena</i> | 1 | 4.98 | 5.59 | 10.57 | 1.27(L) | 1.13 | m | 林芝云杉 <i>P. likiangensis</i> var. <i>linzhiensis</i> | 1 | 5.05 | 5.59 | 10.64 | 1.28(L) | 1.11 | m |
| | 2 | 4.85 | 5.16 | 9.91 | 1.20(M2) | 1.09 | m | | 2 | 4.68 | 5.17 | 9.85 | 1.17(M2) | 1.09 | m |
| | 3 | 4.51 | 5.10 | 9.61 | 1.16(M2) | 1.13 | m | | 3 | 4.33 | 5.01 | 9.34 | 1.13(M2) | 1.18 | m |
| | 4 | 4.07 | 5.03 | 9.10 | 1.12(M2) | 1.24 | m | | 4 | 4.44 | 4.74 | 9.18 | 1.10(M2) | 1.07 | m |
| | 5 | 4.19 | 4.75 | 8.94 | 1.07(M2) | 1.14 | m | | 5 | 4.27 | 4.67 | 8.94 | 1.07(M2) | 1.09 | m |
| | 6 | 3.43 | 5.06 | 8.49 | 1.04(M2) | 1.49 | m | | 6 | 4.11 | 4.53 | 8.64 | 1.04(M2) | 1.10 | m |
| | 7 | 3.98 | 4.44 | 8.42 | 1.01(M2) | 1.12 | m | | 7 | 3.38 | 5.04 | 8.42 | 1.01(M2) | 1.55 | m |
| | 8 | 3.85 | 4.35 | 8.20 | 0.97(M1) | 1.10 | m | | 8 | 3.65 | 4.30 | 7.95 | 0.96(M1) | 1.19 | m |
| | 9 | 3.13 | 4.35 | 7.48 | 0.90(M1) | 1.45 | m | | 9 | 3.25 | 4.28 | 7.53 | 0.90(M1) | 1.37 | m |
| | 10 | 2.85 | 4.30 | 7.15 | 0.86(M1) | 1.53 | m | | 10 | 3.20 | 4.01 | 7.21 | 0.87(M1) | 1.26 | m |
| | 11 | 2.57 | 3.59 | 6.16 | 0.74(S) | 1.42 | m | | 11 | 2.63 | 3.66 | 6.29 | 0.75(S) | 1.39 | m |
| | 12 | 1.84 | 4.14 | 5.98 | 0.72(S) | 2.27 | sm | | 12 | 1.83 | 4.18 | 6.01 | 0.72(S) | 2.29 | sm |

种子经60℃温水浸泡后25℃保湿培养,取0.5~1cm长的种子根尖经0.002mol/L的8-羟基喹啉液预处理8~9h后用卡诺氏液固定24h,在1mol/LHCl中60℃解离2min后常规制片,改良的苯酚品红液染色。核型分析按李懋学、陈瑞阳^[6]建议的方法,染色体测量数据取5个细胞的

平均值。染色体相对长度组成、核型不对称系数As, K%的计算及核型类型划分按前文^[1]。

2 结果和讨论

从50个细胞分裂相确定长叶云杉、康定云杉、青海云杉和林芝云杉的体细胞染色体均为2n

=24, 未见非整倍性变异和多倍现象。除林芝云杉外未见 B 染色体。4 种材料的染色体参数见表 1, 染色体形态和核型及模式图分别见图 1, 图版 I、II。

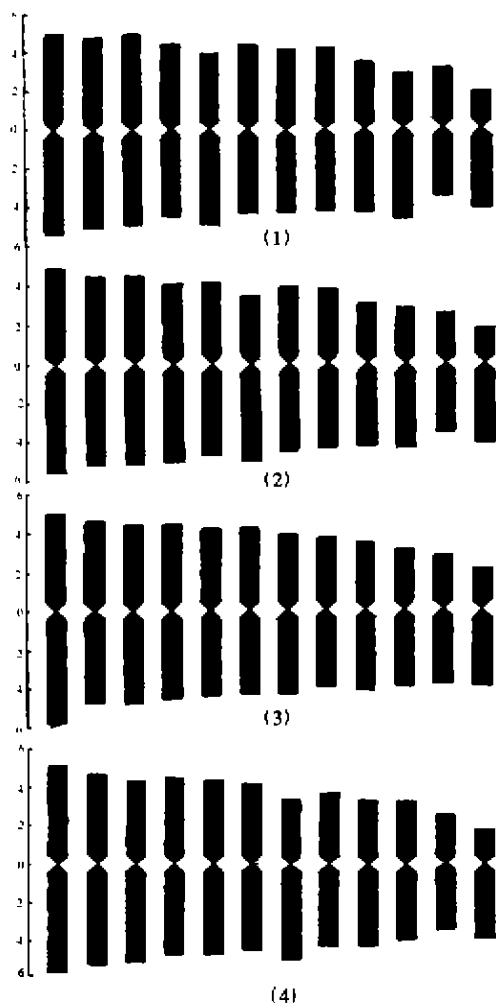


图 1 四种云杉的核型模式图

Fig. 1 Idiograms of four species in *Picea*
(1)-*P. smithiana* (长叶云杉); (2)-*P. likiangensis* var.
montigena (康定云杉); (3)-*P. crassifolia* (青海云杉);
(4)-*P. likiangensis* var. *linzhiensis* (林芝云杉)。

2.1 长叶云杉 (*P. smithiana* (Wall.) Boiss.)

表 1, 图版 I-(1), 图 1-(1)。

国家珍稀濒危三级重点保护植物^[9], 分布于西藏南部吉隆等地, 海拔 2 400~3 200 m, 自尼泊尔向西至阿富汗海拔 2 300~3 600 m 地带也有分布。

核型公式为 $K(2n) = 24 = 22m + 2sm$, 1~11 号为中部着丝粒染色体, 12 号具近中着丝粒, 染

色体臂比的变异幅为 1.01~2.11, 有 1 对臂比大于 2 的染色体, 平均臂比值 1.23, 最长与最短染色体之比 1.77, 属 2A 核型。染色体相对长度组成为 $2n = 24 = 14M2 + 8M1 + 2S$, As. K% = 54.00。

2.2 康定云杉 (*P. likiangensis* (Franch.)

Pritz. var. *montigena* (Mast.) Cheng ex Chen)

表 1, 图版 I-(2), 图 1-(2)。

国家珍稀濒危二级重点保护植物^[9], 特产四川康定海拔 3 300 m 以上地带。核型公式为 $K(2n) = 24 = 22m + 2sm$, 1~11 号为中部着丝粒染色体, 12 号具近中着丝粒, 染色体臂比的变异幅为 1.09~2.27, 有 1 对臂比大于 2 的染色体, 平均臂比值 1.31, 最长与最短染色体之比 1.77, 属 2A 核型。染色体相对长度组成为 $2n = 24 = 2L + 12M2 + 6M1 + 4S$, As. K% = 56.03。

2.3 青海云杉 (*P. crassifolia* Kom.)

表 1, 图版 II-(3), 图 1-(3)。

我国特有树种, 产青海、甘肃、宁夏、内蒙等省区海拔 1 600~3 800 m 地带。核型公式 $K(2n) = 24 = 22m + 2sm$, 1~11 号为中部着丝粒染色体, 12 号具近中部着丝粒, 染色体臂比的变异幅为 1.04~1.93, 没有臂比大于 2 的染色体, 平均臂比值 1.23, 最长与最短染色体之比 1.75, 属 1A 核型。染色体相对长度组成为 $2n = 24 = 2L + 10M2 + 10M1 + 2S$, As. K% = 54.74。

2.4 林芝云杉 (*P. likiangensis* (Franch.)

Pritz. var. *linzhiensis* Cheng et L. K. Fu)

表 1, 图版 II-(4), 图 1-(4)。

特产我国藏东南、滇西北、川西南海拔 2 900~3 700 m 地带。核型公式 $K(2n) = 24 = 22m + 2sm + 1B$, 除 11 号染色体具近中部着丝粒外其余 11 对均为中部着丝粒染色体, 另有 1 条 B 染色体(图版 II-(4)箭头所示)。染色体臂比的变异幅为 1.07~2.29, 有 1 对臂比大于 2 的染色体, 平均臂比值 1.31, 最长与最短染色体之比 1.77, 属 2A 核型。染色体相对长度组成为 $2n = 24 = 2L + 12M2 + 6M1 + 4S$, As. K% = 55.18。

迄今已见^[1,10]云杉属中的北美云杉 *P. sitchensis* (2B)、西伯利亚云杉 *P. obovata* (3B)、白

扞 *P. meyeri* (2B)、青扞 *P. wilsonii* (1-2B) 和鱼鳞云杉 *P. jezoensis* var. *microsperma* (1B) 5 种连同本文的林芝云杉共 6 种植物发现有 1~3 条不等的 B 染色体, 表明该属植物含 B 染色体的频率可能是相当高的。刘玉红等^[3]报道白扞的 B 染色体的存在对其育性产生了严重影响, 至于林芝云杉的 B 染色体是否影响其育性, 抑或与它的高寒生境条件相关, 尚有待于进一步的观察和研究。

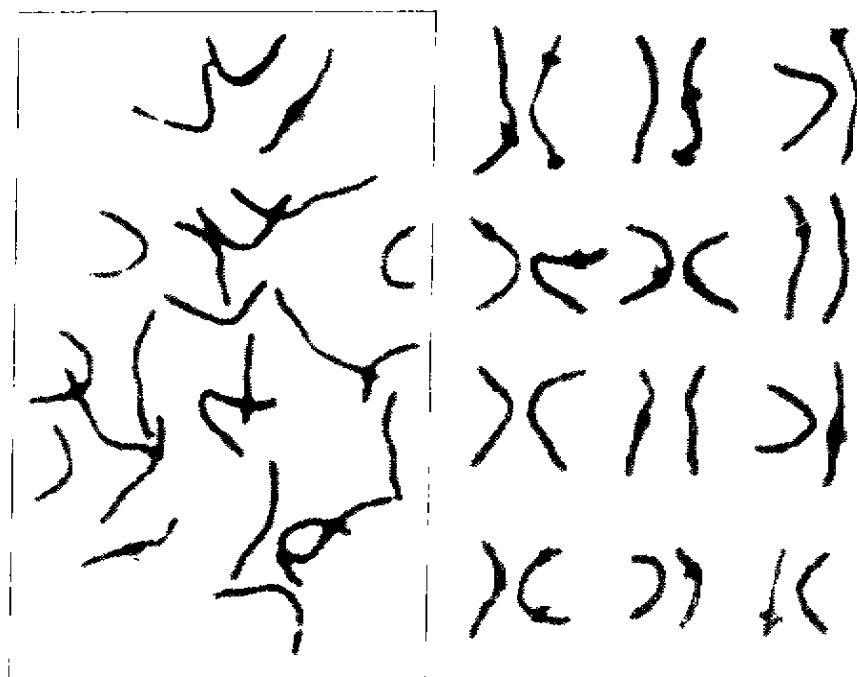
致谢 承西北高原生物研究所黄荣福研究员采集青海云杉种子, 上海植物园刘刚先生协助种子交换获得康定云杉种子。

参考文献:

- [1] 石大兴, 王米力. 中国西部六种特有松科植物核型及细胞地理学研究[J]. 四川农业大学学报, 1994a, 12(1): 84~91
- [2] 石大兴, 王米力. 六种云杉的核型分析[J]. 云南植物研究, 1994b, 16(2): 157~164
- [3] 刘玉红, 李懋学. 五种云杉的核型分析[J]. 武汉植物学研究, 1985, 3(3): 203~207
- [4] 李林初. 秃杉的细胞学研究[J]. 植物分类学报, 1986, 24(5): 376~381
- [5] 李林初. 云杉核型的研究兼论云杉的进化地位[J]. 云南植物研究, 1992, 14(4): 347~352
- [6] 李懋学, 陈瑞阳. 关于植物核型分析的标准化问题[J]. 武汉植物学研究, 1985, 3(4): 403~408
- [7] 郑万均, 傅立国. 中国植物志(第七卷)[M]. 北京: 科学出版社, 1987
- [8] 国家环境保护局, 中国科学院植物研究所. 中国珍稀濒危保护植物名录(第一册)[M]. 北京: 科学出版社, 1987
- [9] Hizume M. Karyomorphological studies in the family Pinaceae[J]. *Mem. Fac. Educ. Ehime Univ. Nat. Sci.*, 1988, 8: 1~108
- [10] Jones R N. B-chromosome systems in flowering plants and animal species [J]. *Int. Rev. Cytol.* 1975, 40: 1~100
- [11] Kuo S R, et al. Karyotype analysis of some formosan gymnosperms[J]. *Taiwania*, 1972, 17(1): 66~80

李林初等：四种云杉的核型分析
LI Lin chu, *et al.*: Karyotype analysis of four species in *pinus* (pinaceae)

图版 I
Plate I



(1)

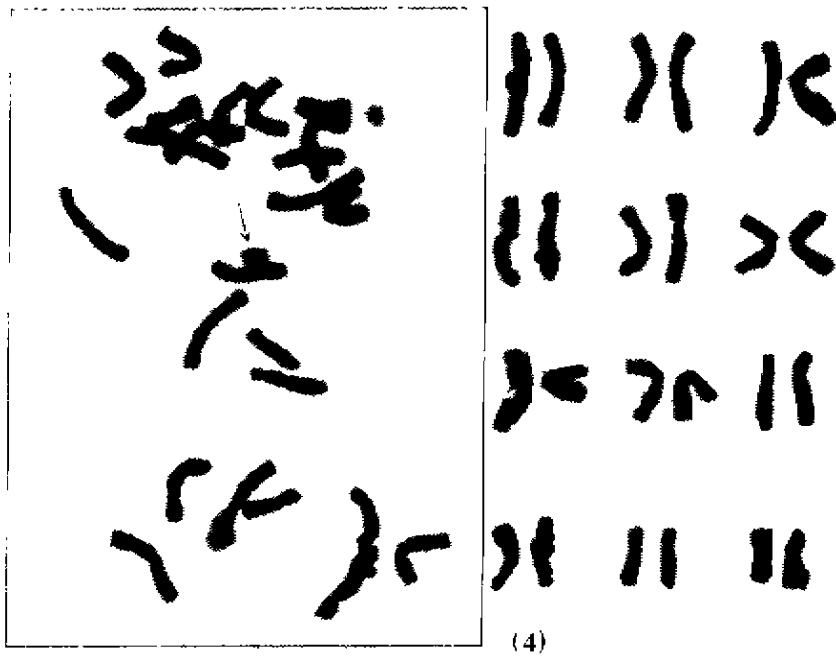
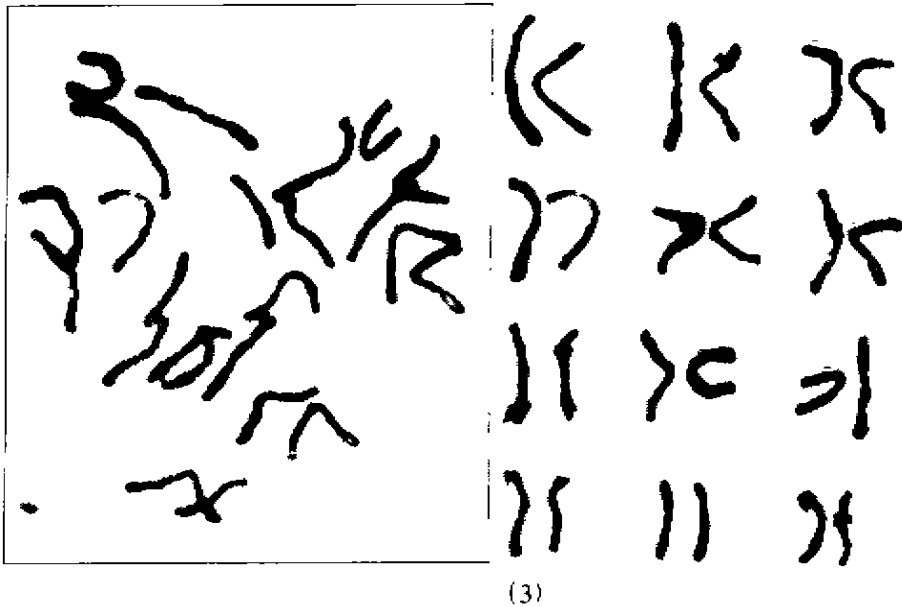


(2)

(1)-长叶云杉 (*P. smithiana*); (2)-康定云杉 (*P. likiangensis* var. *montigena*)。

李林初等：
LI Lin-chu, et al. :

图版 II
Plate I



(3)-青海云杉 (*P. crassifolia*); (4)-林芝云杉 (*P. likiangensis* var. *linziensis*)。
(图中箭头示 B 染色体 Arrow; B chromosome)