

# 15种榛子种质的染色体核型分析

郭媛媛, 邢世岩\*, 马颖敏, 唐海霞, 韩克杰

(山东农业大学林学院, 山东泰安 271018)

**摘要:** 采用普通压片法, 以榛子叶芽为试材对其 15 个种质资源的核型进行了研究, 结果表明榛子各种质染色体均为二倍体; 核型可分为 3 种类型:  $2n = 2x = 22 = 22m$ 、 $2n = 2x = 22 = 20m + 2sm$  和  $2n = 2x = 22 = 16m + 6sm$ ; 没有发现随体; 所有种质染色体绝对长度平均值为  $1.50 \mu m$ , 属小染色体; 除欧榛和 7<sup>#</sup> 为 1A 型, B-23 为 2B 型外, 其余种质皆为 1B 型。种质间核型具有很大的相似性。

**关键词:** 榛子; 种质; 染色体; 二倍体; 核型

中图分类号: S 664.4 文献标识码: A 文章编号: 0513-353X (2009) 01-0027-06

## Analysis of Karyotype on Fifteen Hazelnut Gemp lasm s

GUO Yuan-yuan, XNG Shi-yan\*, MA Ying-min, TANG Hai-xia, and HAN Ke-jie  
(Forestry College, Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong 271018, China)

**Abstract:** The karyotype of fifteen hazelnut gemp lasm s was studied by method of squash with the young leaves. The results showed that all the chromosomes were diploid; The karyotypes were divided into three types, i e  $2n = 2x = 22 = 22m$  type,  $2n = 2x = 22 = 20m + 2sm$  type and  $2n = 2x = 22 = 16m + 6sm$  type. There was no satellites found in the morphological observation of chromosomes; The average of chromosome absolute length on fifteen hazelnut gemp lasm s was  $1.50 \mu m$ , so it was small in size; The karyotype of the fifteen hazelnut gemp lasm s all belonged to 1B type except that of *Corylus avellana* L. and 7<sup>#</sup> which were 1A type and B-23 which was 2B type, respectively. There was great similarity of karyotype among the gemp lasm s.

**Key words:** hazelnut; gemp lasm; chromosome; diploid; karyotype

榛子为桦木科 (Betulaceae) 榛属 (*Corylus* L.) 植物 (郑万钧, 1998), 其代表种主要有欧榛 (*C. avellana* L.) 和平榛 (*C. heterophylla* Fisch.)。榛子具有重要的营养价值、药用价值和生态价值, 综合效益很高。

1929年 Woodworth 报道榛属的各种和种间杂种染色体数为 28 条。Jaretsky (1930) 认为除了个别异常形态外, 所有的榛属树种染色体均为 22 条。陈瑞阳 (1993) 利用去壁低渗法对平榛进行了染色体的核型分析, 确认其染色体数为 22 条, 给出核型公式, 同时发现一对大随体。平欧杂种榛在中国育成 (梁维坚和董德芬, 2002) 后, 杨青珍 (2004) 曾从形态学、孢粉学和同工酶等方面研究了杂交榛的亲缘关系, 冯斌等 (2007) 进行了榛子种质资源遗传多样性的 RAPD 分析。目前在国内外尚没有开展欧榛、平榛、种间杂种榛及平榛半同胞家系细胞学的研究。

作者以平榛、欧榛及 13 个种间杂种榛为试材, 研究了不同种质的染色体形态、倍性、数目、核型特性, 以期为进一步杂交育种亲本的选择及杂种后代的预选提供理论依据。

收稿日期: 2008 - 07 - 26; 修回日期: 2008 - 11 - 03

基金项目: 山东省教委基金项目 (J05K03); 山东农业大学博士基金项目 (ND200208)

\* 通讯作者 Author for correspondence (E-mail: xingsy@sdau.edu.cn)

## 1 材料与方法

材料取自山东农业大学榛子种质资源库, 共计 15 个种质 (表 1)。

表 1 15 种榛子种质的来源

Table 1 Sources on fifteen hazelnut germplasm s

种质名称 Germplasm s	来源地 Source	种质名称 Germplasm s	来源地 Source
欧榛 <i>C. avellana</i> L.	泰安 Tai'an	85-41	大连 Dalian
平榛 <i>C. heterophylla</i> Fisch	泰安 Tai'an	7 <sup>#</sup>	泰安 Tai'an
81-23	大连 Dalian	H <sub>2</sub>	泰安 Tai'an
82-11	大连 Dalian	H <sub>4</sub>	泰安 Tai'an
84-226	大连 Dalian	B-21	大连 Dalian
84-254	大连 Dalian	B-23	大连 Dalian
84-263	大连 Dalian	B-3	大连 Dalian
84-545	大连 Dalian		

注: 除欧榛和平榛外, 其它种质均为平榛 × 欧榛杂交种。

Note: Except *C. avellana* L. and *C. heterophylla* Fisch, the others are hybrids between *C. heterophylla* Fisch and *C. avellana* L.

自 2007 年 3 月, 榛子叶芽膨大但尚未展叶时, 采集嫩叶置于饱和对二氯苯溶液预处理 2 h, 卡诺固定液固定 4~24 h 后于 1 mol·L<sup>-1</sup> HCl 解离 10 min, 改良卡宝品红染色, Nikon E200 光学显微镜 10 ×40、10 ×100 倍数下观察染色体分裂中期状况, 每个材料至少观察 30 个细胞, 选择染色体分散较好的照相。每个种质以 5 个细胞的各项指标数得出核型的数值。核型分析采用 Levan 等 (1964) 两点四区系统法, 核型分类依据 Stebbins (1971) 的对称性标准, 同时参照李懋学和陈瑞阳 (1985) 的核型分析标准。

通过主成分分析, 并采用  $D_{ij}^2 = \text{Epk} = \sum_{k=1}^p (G_{ik} - G_{jk})^2$  公式计算种质间遗传距离。式中  $G_{ik}$  和  $G_{jk}$  分别表示种质  $i$  和  $j$  第  $k$  个性状的标准化基因型值。对  $D_{ij}^2$  采用 SAS 程序进行 Q 型聚类。

## 2 结果与分析

### 2.1 染色体数及倍性观察

经观察发现, 平榛、欧榛及 13 个种间杂种榛的染色体没有非整倍及加倍现象 (图 1), 染色体数为  $2n = 2x = 22$ , 核型公式如表 2 所示。

### 2.2 核型分析

15 种榛子的核型比较如表 2 所示。15 个种质染色体平均长度为 1.50 μm, 变异系数 (CV) 为 28.61%。81-23 为最短染色体, 长度为 0.79 μm; B-23 最长, 为 3.76 μm。同一种质间染色体长度差异亦不大, 除 B-23 为 2.26 μm 外, 其余集中在 0.96~1.27 μm 之间。根据 Lima-Dei-Farra 的“染色体场” (Chromosome field) 理论 (岳爱琴等, 2001), 榛子染色体属小染色体。

15 个种质中, B-21 的染色体相对长度最短, 为 5.70%, B-23 最长, 为 15.18%, CV 为 23.02%。相对长度的变化以 B-23 为最大; 除种质欧榛与 7<sup>#</sup> 的染色体最长/最短小于 2 之外, 其余种质的染色体最长/最短均在 2~3 之间。但各种质 11 对染色体中除 B-23 的第 8 对和第 10 对染色体臂比大于 2.0 外, 其余各种质各对染色体臂比均小于 2.0。

在所有种质中, 84-226 为具 3 对近中部着丝粒染色体, H<sub>4</sub> 与 B-21 为具 1 对近中部着丝粒染色体外, 其余的皆为中部着丝点染色体。15 个种质核型不对称系数比较集中, 分布在 56.08%~61.47% 之间。按照 Stebbins (1971) 的核型分类标准, 15 个种质的核型可以分为 3 类:  $2n = 2x = 22 = 22m$ 、 $2n = 2x = 22 = 20m + 2sm$  和  $2n = 2x = 22 = 16m + 6sm$ , 具体如表 2 所示。同时可知 E、7<sup>#</sup> 为 1A 型, B-23 为 2B 型, 其余全为 1B 型 (表 2)。

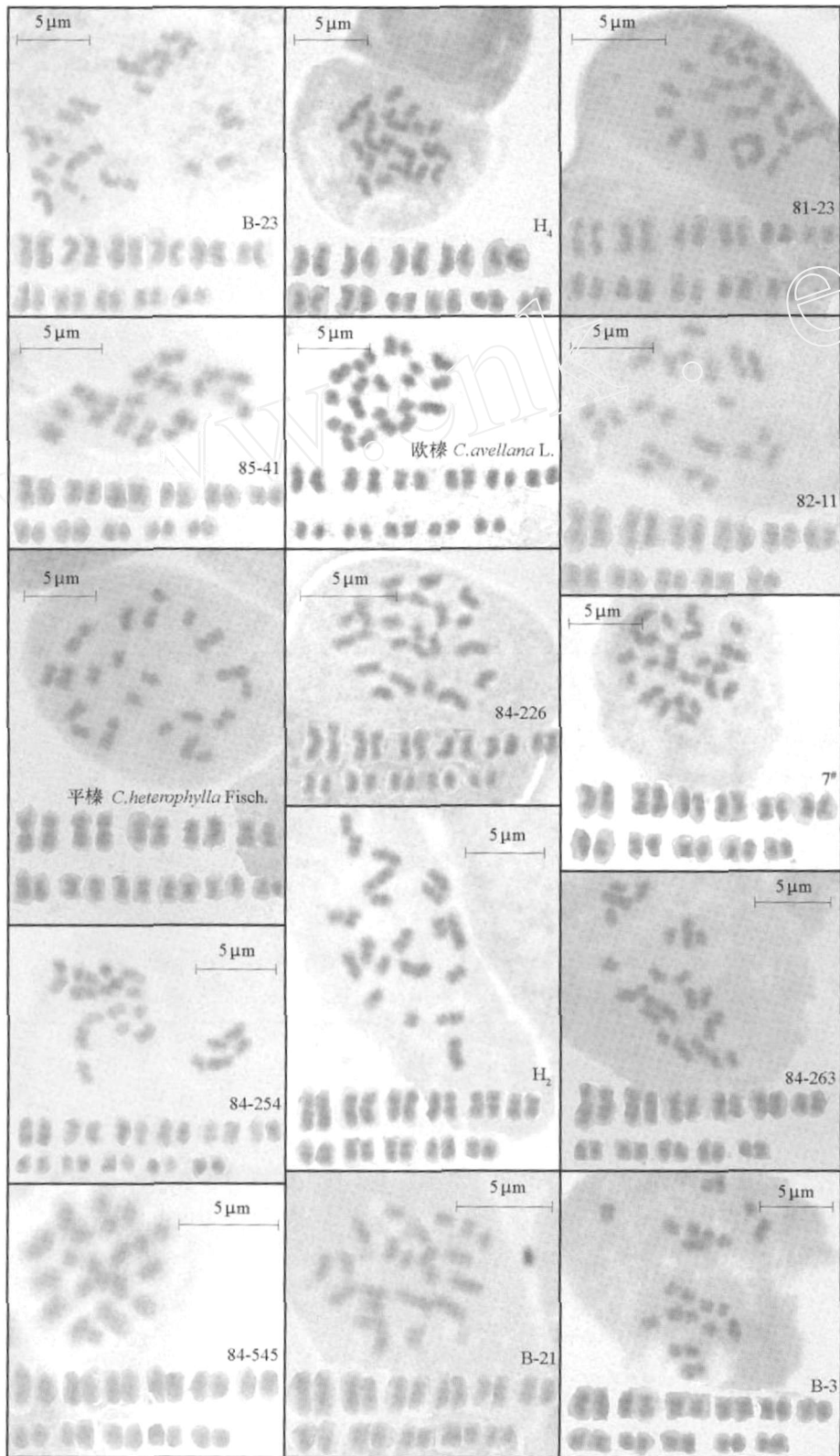


图1 15种榛子种质核型图

Fig. 1 The photo of karyotypes and karyograms of fifteen *Corylus L.* germplasms

表 2 15种榛子种质核型比较

Table 2 Comparison of karyotypes in fifteen Hazelnut gemplasm s

种质 Gemplasm s	核型公式 Formula of karyotypes	相对长度变幅 / % Range of relative length	最长染色体 / $\mu\text{m}$ Longest chromosome	最短染色体 / $\mu\text{m}$ Shortest chromosome	最长 /最短 L/S	核型分类 Classification of karyotypes
欧榛 <i>C. avellana</i> L.	$2n = 2x = 22 = 22m$	6.43 ~ 12.56	2.01	1.03	1.96	1A
平榛 <i>C. heterophylla</i> Fisch	$2n = 2x = 22 = 22m$	6.16 ~ 13.54	2.29	1.04	2.21	1B
81-23	$2n = 2x = 22 = 22m$	6.12 ~ 14.14	1.83	0.79	2.29	1B
82-11	$2n = 2x = 22 = 22m$	6.26 ~ 13.35	2.40	1.13	2.13	1B
84-226	$2n = 2x = 22 = 16m + 6sm$	6.26 ~ 13.72	2.08	0.95	2.19	1B
84-254	$2n = 2x = 22 = 22m$	6.26 ~ 13.76	1.95	0.89	2.20	1B
84-263	$2n = 2x = 22 = 22m$	6.37 ~ 13.42	2.72	1.08	2.10	1B
84-545	$2n = 2x = 22 = 22m$	6.04 ~ 12.99	2.07	0.96	2.18	1B
85-41	$2n = 2x = 22 = 22m$	6.30 ~ 12.95	1.90	0.92	2.06	1B
7 <sup>#</sup>	$2n = 2x = 22 = 22m$	6.83 ~ 12.79	2.05	1.10	1.87	1A
H <sub>2</sub>	$2n = 2x = 22 = 22m$	6.27 ~ 12.85	2.17	1.06	2.06	1B
H <sub>4</sub>	$2n = 2x = 22 = 20m + 2sm$	6.32 ~ 12.73	1.96	0.98	2.05	1B
B-21	$2n = 2x = 22 = 20m + 2sm$	5.70 ~ 13.46	2.49	1.05	2.35	1B
B-23	$2n = 2x = 22 = 16m + 6sm$	6.06 ~ 15.18	3.76	1.50	2.52	2B
B-3	$2n = 2x = 22 = 22m$	6.10 ~ 13.78	2.03	0.90	2.25	1B

### 2.3 核型指标的邓肯氏检验

对榛子各种质的 15个细胞核型指标进行邓肯氏检验，结果如表 3所示。

84-226核型不对称系数和臂比分别为 60.33%和 1.536，而平榛分别为 56.00%和 1.28，其余各品种差异不大；B-23最长与最短的比值为 2.52，而 7<sup>#</sup>仅为 1.87；B-23绝对长度平均值为 1.85  $\mu\text{m}$ ，81-23为 1.17  $\mu\text{m}$ ；其余品种差别不大。

表 3 15种榛子种质核型指标邓肯氏检验

Table 3 The Duncan's test of karyotypes in fifteen hazelnut gemplasm s

种质 Gemplasm s	核型不对称系数 / % As. K. C	臂比 AR	最长 /最短 L/S	绝对长度 / $\mu\text{m}$ AL
平榛 <i>C. heterophylla</i> Fisch	56.00C	1.28 C	2.21 ABC	1.53 ABCD
欧榛 <i>C. avellana</i> L.	57.55 ABC	1.34 BC	1.96 BC	1.45 BCDE
81-23	56.24 BC	1.32 BC	2.29 ABC	1.17 E
82-11	59.36 AB	1.46 AB	2.13 ABC	1.63 ABC
84-226	60.33 A	1.53 A	2.19 ABC	1.38 BCDE
84-254	56.80 BC	1.31 BC	2.20 ABC	1.28 DE
84-263	59.40 AB	1.46 AB	2.10 ABC	1.53 ABCD
84-545	57.50 ABC	1.37 ABC	2.18 ABC	1.44 BCDE
85-41	57.00 BC	1.33 BC	2.06 ABC	1.33 CDE
7 <sup>#</sup>	57.50 ABC	1.36 ABC	1.87 C	1.45 BCDE
H <sub>2</sub>	57.40 ABC	1.34 BC	2.06 ABC	1.53 ABCD
H <sub>4</sub>	58.00 ABC	1.40 ABC	2.05 BC	1.4 BCDE
B-21	57.50 ABC	1.34 BC	2.35 AB	1.67 AB
B-23	58.61 ABC	1.42 ABC	2.52 A	1.85 A
B-3	58.80 ABC	1.42 ABC	2.25 ABC	1.34 CDE

## 2.4 聚类分析结果

利用 SAS 软件对 15 个榛子种质核型不对称系数、臂比、最长/最短和绝对长度等 4 个指标进行聚类分析, 结果 (图 2) 表明, 当阈值取 1.0 时, 可将 15 个种质分为 3 类: 第 I 类包括 82-11、84-263、84-226, 第 II 类只有 B-23, 其余种质划为第 III 类。划为同一类的种质染色体的形态特征相似性大。

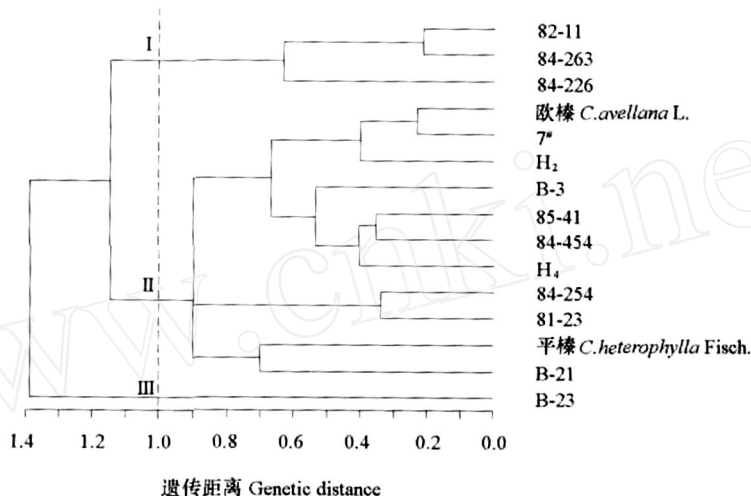


图 2 15 种榛子种质聚类分析结果

Fig. 2 The results of Q-cluster analysis in fifth hazelnut germplasm s

由聚类结果 (表 4) 可知, 第 I 类 82-11、84-263、84-226 的 As、K、C 值和 AR 值最大。第 II 类的 B-23 这一品种的 L/S 值和 AL 值分别为 2.5240 和 1.8540  $\mu\text{m}$ 。第 III 类种质 As、K、C 值为 57.4227%, AR 值为 1.3545。

表 4 榛子种质距离聚类分析

Table 4 The results of Q-cluster in hazelnut germplasm s

种类 Class	品种数 Number of cultivars	核型不对称系数 / % As K C	臂比 AR	最长/最短 L/S	绝对长度 / $\mu\text{m}$ AL
I	3	59.7000 (0.92809)	1.4873 (2.2560)	2.1430 (2.1670)	1.5160 (8.3945)
II	11	57.4227 (1.4551)	1.3545 (3.2722)	2.1486 (6.6938)	1.4397 (9.6481)
III	1	58.6180	1.4280	2.5240	1.8540

注: 括号内数值为变异系数 (%)。

Note: CV (%) in brackets

## 3 讨论

榛子染色体均为二倍体, 目前还没有发现多倍体与非整倍体现象。孟爱平等 (2004) 认为桦木科染色体基数有两种: 其一为  $x=14$ , 有桤木属 (*Alnus* Mill)、桦木属 (*Betula* L.)、榛属 (*Corylus* L.); 鹅耳枥属、铁木属、虎榛子属 (*Ostryopsis* Decne) 为  $x=8$ 。本试验中欧榛、平榛及各种间杂种榛染色体均为 22 条, 这与陈瑞阳 (1993) 报道的平榛数一致。这样看来, 桦木科染色体基数应有 3 种。

本研究中得出平榛核型为  $2n=2x=22m$ , 并未发现大随体, 这与陈瑞阳 (1993) 报道的平榛核型公式  $2n=2x=22=2M+18m+2sm$  (2SAT) 不符, 有待于进一步探讨。

榛子染色体属于小染色体。这类染色体已具有正常的着丝点和端粒, 不过由于两者相距太近, 其

基因调动的自由度非常小, 相邻基因有着很强的相互影响, 其染色体场是严格的, 由此决定了其遗传性状的稳定性。壳斗科各属种间种质亦是小染色体, 种质间核型差异很小 (王妍, 2003)。本试验所用的试材为平榛与欧榛的杂交品种, 核型同样具有相似性, 但是差异也是明显存在的。种质核型间的相似性充分说明了榛子种质遗传性状的稳定性。

## References

- Chen Rui-yang 1993. Chromosome atlas of major economic plants genome in China. I Chromosome atlas of fruit trees and its wild closely related plants in China. Beijing: Intemational Academic Publishers: 341 - 342. (in Chinese)
- 陈瑞阳. 1993. 中国主要经济植物染色体图谱. 第一册: 中国果树及其野生近缘植物染色体图谱. 北京: 万国学术出版社: 341 - 342.
- Danielsson B. 1946. Polyploid types of hazel. Sveriges Pom. Foren. Arsskrift, 46: 116 - 122. (in Swedish)
- Feng Bin, Zhang Xi-chuo, Xie Ming, Zhang Kai-chu 2007. Analysis of genetic diversity in *Corylus* by RAPD markers. Journal of Liaoning Normal University: Natural Science Edition, 30 (2): 216 - 219. (in Chinese)
- 冯斌, 张希蹕, 解明, 张开春. 2007. 榛子种质资源遗传多样性的 RAPD 分析. 辽宁师范大学学报: 自然科学版, 30 (2): 216 - 219.
- Jaretzky R. 1930. On the cytology of the Fagales. Planta, 10 (1): 120 - 137. (in German)
- Kuo S R, Wang T T, Huang T C. 1972. Karyotype analysis of some formosan gymnosperms. Taivania, 17 (1): 66 - 80.
- Levan A, Fredgak, Sandberg A A. 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. Hereditas, 52: 201 - 220.
- Liang Wei-jian, Dong De-fen 2002. Breeding and cultivation of the big fruits hazel. Beijing: Chinese Forestry Press. (in Chinese)
- 梁维坚, 董德芬. 2002. 大果榛子育种与栽培. 北京: 中国林业出版社.
- Li Mao-xue, Chen Rui-yang 1985. A suggestion on the standardization of karyotype analysis in plants. Journal of Wuhan Botanical Research, 3 (4): 297 - 302. (in Chinese)
- 李懋学, 陈瑞阳. 1985. 关于植物核型分析的标准化问题. 武汉植物学研究, 3 (4): 297 - 302.
- Meng Ai-ping, He Zi-can, Li Jian-qiang, Xu Liming 2004. Chromosome numbers of two threatened species of Betulaceae. Journal of Wuhan Botanical Research, 22 (2): 171 - 173. (in Chinese)
- 孟爱平, 何子灿, 李建强, 徐立铭. 2004. 桦木科两种濒危植物的染色体数目. 武汉植物学研究, 22 (2): 171 - 173.
- Stebbins G L. 1971. Chromosomal evolution in higher plants. London: Edward Arnold Ltd: 87 - 123.
- Wang Yan 2003. Analysising karyotype and inter-relationship of Fagaceae in Fujian [M.D. Dissertation]. Fuzhou: Fujian Agriculture and Forestry University. (in Chinese)
- 王妍. 2003. 福建壳斗科植物核型及亲缘关系分析 [硕士论文]. 福州: 福建农林大学.
- Xing Shi-yan, Gao Jin-hong, Jiang Yue-zhong, Li Shi-mei, Li Bao-jin, Wang Li 2007. Karyotype evolution trend in *Ginkgo biloba* special gem-plasms. Scientia Silvae Sinicae, 43 (1): 21 - 27. (in Chinese)
- 邢世岩, 高进红, 姜岳忠, 李士美, 李保进, 王利. 2007. 银杏特异种质核型进化趋势. 林业科学, 43 (1): 21 - 27.
- Yang Qing-zhen 2004. The genetic polymorphisms and genetic relationship analysis of *Corylus heterophylla* Fisch., *Corylus avellana* L. and interspecific hybrid cultivars or lines [M.D. Dissertation]. Taiyuan: Shanxi Agricultural University: 7 - 34. (in Chinese)
- 杨青珍. 2004. 平榛、欧榛及种间杂种榛品种 (系) 的遗传多态性及亲缘关系分析 [硕士论文]. 太原: 山西农业大学: 7 - 34.
- Yue Ai-qin, Li Gui-quan, Du Wei-jun, Kong Zhao-sheng 2001. Study on the karyotype analysis method of three chromosome types in *Leguminous plants*. Journal of Shanxi Agricultural University, 21 (2): 118 - 121. (in Chinese)
- 岳爱琴, 李贵全, 杜维俊, 孔照胜. 2001. 豆类植物三种类型染色体核型分析方法研究. 山西农业大学学报, 21 (2): 118 - 121.
- Zheng Wan-jun 1998. Records of Chinese trees. Beijing: Chinese Forestry Press. (in Chinese)
- 郑万钧. 1998. 中国树木志. 北京: 中国林业出版社.