



# 陕西石蒜染色体核型分析

张鹏翀<sup>1</sup>, 鲍淳松<sup>1</sup>, 吴恩南<sup>2</sup>, 高淑莹<sup>3</sup>

(1. 杭州植物园, 浙江 杭州 310013; 2. 浙江西城工程设计有限公司, 浙江 杭州 310000; 3. 杭州西湖风景名胜区钱江管理处, 浙江 杭州 310013)

**摘要:**为推断陕西石蒜的杂交起源和石蒜属种间及系统进化的关系, 本文对野外采集的 3 个居群陕西石蒜的染色体核型进行了研究。结果表明: 陕西石蒜的染色体核型为  $2n=30=3m+5st+22t$ , 其中包含了 3 个中间着丝点染色体、5 个近端着丝点染色体和 22 个末端着丝点染色体, 这与江苏石蒜和香石蒜的染色体核型类似, 表明陕西石蒜也为一个杂交起源种。根据染色体核型和野生群体分布种类的情况, 推测陕西石蒜可能是中国石蒜与未减数分裂或四倍体石蒜的杂交后代。

**关键词:** 石蒜属; 陕西石蒜; 染色体核型

石蒜属(*Lycoris* Herb.) 隶属于石蒜科(Amaryllidaceae), 全世界共包含 20 种左右, 其中 15 种为中国特有种; 分布于从中国至日本和韩国的温带和亚热带地区, 少数种类可以分布至印度北部和尼泊尔<sup>[1]</sup>。众所周知, 石蒜属所有的种类都是先花后叶型的<sup>[2]</sup>, 而且在自然状态下很容易相互杂交, 目前分类学上确定的一些种为杂交起源种。

从 20 世纪 20 年代起, 为了研究石蒜属植物染色体核型的进化趋势和系统发育学, 绝大多数种的染色体核型已被研究并报道。换锦花(*L. sprengeri*) 的染色体核型为  $2n=22A=22^{[3-4]}$ , 红蓝石蒜(*L. haywardii*) 的染色体核型为  $2n=22A=22^{[4-5]}$ , 鹿葱(*L. quamigera*) 的染色体核型为  $2n=6M+10T+11A=27^{[3-4]}$ , 香石蒜(*L. incarnata*) 的染色体核型为  $2n=4M+3T+$

$22A+1m=30^{[3]}$ , 安徽石蒜(*L. anhuiensis*) 的染色体核型为  $2n=6M+10T=16^{[6]}$ , 长筒石蒜(*L. longituba*) 的染色体核型为  $2n=6M+10T=16^{[4]}$ , 短蕊石蒜(*L. caldwellii*) 的染色体核型为  $2n=6M+10T+11A=27^{[4,7]}$ , 中国石蒜(*L. chinensis*) 的染色体核型为  $2n=6M+10T=16^{[4,8-9]}$ ,  $3n=9M+11t+4T=24^{[10]}$ , 忽地笑(*L. aurea*) 的染色体核型为  $2n=10M+2T=12^{[11]}$ ,  $2n=9M+4T=13^{[12]}$ ,  $2n=8M+6T=14^{[4]}$ ,  $2n=7M+8T=15^{[12]}$ ,  $2n=7M+1A+7T=15^{[3]}$  和  $2n=6M+10T=16^{[4]}$ , 乳白石蒜(*L. albiflora*) 的染色体核型为  $2n=5M+1T+11A=17^{[3,8]}$  和  $2n=5M+1T+11A+1m=18^{[3]}$ , 江苏石蒜(*L. houdyshelii*) 的染色体核型为  $2n=3M+6T+21A=30^{[7]}$  和  $2n=3M+5T+22A=30^{[3]}$ , 石蒜(*L. radiata*) 的染色体核型为  $2n=22A=22^{[3,4,13-18]}$ ,  $2n=33A=33^{[3,4,12,14-16,19-24]}$ ,  $2n=1M+31A+1m=33^{[3,25]}$  和  $2n=31A+1M'=32^{[3]}$ , 玫瑰石蒜(*L. rosea*) 的染色体核型为  $2n=22A=22^{[4,26]}$ 。时至今日, 一些石蒜属植物的染色体核型由于模式标本和野生个体的缺失仍然未见报道, 尤其是陕西石蒜和广西石蒜。

收稿日期: 2018-09-20

基金项目: 杭州市科技发展计划项目(20152231E02); 杭州西湖风景名胜区(市园文局)科技发展计划项目(2014-002)。

第一作者简介: 张鹏翀(1982-), 男, 硕士, 高级工程师, 从事石蒜属植物种质资源收集和育种、栽培等研究工作。E-mail: zhang-pengchong@163.com.

**Abstract:** The leaf stems of *Dicrocaulon ramulosum* (L. Bolus) Ihlenf were used as explants to compare the effects of different sterilization methods, as well as the effects of different hormone concentrations on the induction of shoots and roots. The results showed that the tissue culture did not pass through the callus stage. The optimal medium for shoot induction, bud subculture and root induction was MS+6-BA 8.325 mg·L<sup>-1</sup>+NAA 16.65 mg·L<sup>-1</sup>, MS+6-BA 2.4 mg·L<sup>-1</sup>+NAA 9.6 mg·L<sup>-1</sup>, and 1/2 MS+6-BA 1.2 mg·L<sup>-1</sup>+NAA 4.8 mg·L<sup>-1</sup>, respectively. The in vitro rapid propagation system of *Dicrocaulon ramulosum* (L. Bolus) Ihlenf was expected to be used in the tissue culture of other plants within the Aizoaceae family.

**Keywords:** *Dicrocaulon ramulosum* (L. Bolus) Ihlenf; tissue culture; stem; bud induction; root induction

根据《中国植物志》英文版(Flora of China)<sup>[27]</sup>的记载,陕西石蒜分布于陕西和四川,早春出叶,叶片线性;花被裂片白色,花被筒长约2 cm,顶端反卷,腹面散生一些淡红色条纹,背面具红色中肋,边缘略褶皱;花丝略短于花被裂片,花丝淡紫色;花期8-9月。

最近几年,陕西石蒜的一些居群在陕西省内被发现,我们有幸采集了3个居群的100余株个体,并对其染色体核型进行了研究和首次报道,为推断陕西石蒜的杂交起源以及石蒜属种间关系和系统进化提供了依据和参考。

### 1 材料与方法

#### 1.1 材料

采集自陕西省3个居群的30个陕西石蒜种球用来研究其染色体核型。依据野外居群分布的特点,每个居群的采集地点保持足够的距离来防止无性繁殖种球的影响。凭证标本存放于杭州植物园标本馆内。

#### 1.2 方法

种球栽种于沙土中进行发根,待根长至3~5 cm时,取根尖1~2 cm用于染色体的制备。将取好的根尖浸入4℃0.002 mol·L<sup>-1</sup>的秋水仙碱中6 h,然后在4℃的卡诺固定液(冰乙酸:无水乙醇1:3)中固定24 h,用清水漂洗后,放入1 mol·L<sup>-1</sup>的盐酸中60℃水浴15 min,随后用改良的苯酚品红溶液染色12 h,最后用45%的乙酸清洗。

每个居群至少利用5个清晰的、处于有丝分裂中期的细胞进行染色体核型的分析,依据每条染色体的形态学特征来确定染色体核型公式,而染色体形态学特征根据着丝点的位置来判断<sup>[28]</sup>(表1)。

表1 依据着丝点位置的染色体核型分类  
Table 1 The karyotype classification of chromosomes on centromere site

分类	臂长比	着丝点位置
Classification	Arm ratio	Centromere location
M	1.0	中心点
m	1.0~1.7	中心区域
sm	1.7~3.0	近中心区域
st	3.0~7.0	近端区域
t	7.0~∞	末端区域
T	∞	端端点

### 2 结果与分析

典型的陕西石蒜染色体核型如图1、图2和图3所示,染色体核型公式为2n=30=3m+5st+22t,其中包含了3个中间着丝点染色体(m),总臂长在21.74~27.34 μm,臂长比在

1.06~1.16;5个近端着丝点染色体(st),总臂长在8.62~10.61 μm,臂长比在6.63~6.92;22个末端着丝点染色体(t),总臂长在8.09~13.29 μm,臂长比在7.48~27.85。具体每条染色体的数量性状详见表2。



图1 陕西石蒜有丝分裂中期染色体显微形态

Fig.1 Microphotographs of mitotic metaphase chromosomes of *L. shaanxiensis*

表2 陕西石蒜典型染色体核型数量性状  
Table 2 Measurements of somatic chromosomes in a representative karyotype of *L. shaanxiensis*

序号 No.	相对长度 Relative length			臂长比 Arm ratio	类型 Type
	长臂长 LL	短臂长 SL	总臂长 TL		
1	14.05	13.29	27.34	1.06	m
2	12.81	11.80	24.61	1.09	m
3	11.69	10.05	21.74	1.16	m
4	12.51	0.78	13.29	16.04	t
5	11.13	1.05	12.18	10.60	t
6	11.42	0.41	11.83	27.85	t
7	10.69	0.83	11.52	12.88	t
8	10.03	1.19	11.22	8.43	t
9	10.24	0.89	11.13	11.51	t
10	10.31	0.55	10.86	18.74	t
11	9.80	0.89	10.69	11.01	t
12	9.22	1.39	10.61	6.63	st
13	9.09	1.12	10.21	8.11	t
14	8.81	0.86	9.67	10.24	t
15	8.77	0.85	9.62	10.32	t
16	8.55	0.93	9.48	9.19	t
17	8.17	1.18	9.35	6.92	st
18	8.41	0.93	9.34	9.04	t
19	8.09	1.21	9.30	6.69	st
20	8.15	1.09	9.24	7.48	t
21	8.40	0.83	9.23	10.12	t
22	8.31	0.86	9.17	9.66	t
23	8.03	1.07	9.10	7.50	t
24	7.84	1.16	9.00	6.76	st
25	7.98	0.93	8.91	8.58	t
26	7.49	1.13	8.62	6.63	st
27	7.34	0.96	8.3	7.65	t
28	7.52	0.73	8.25	10.3	t
29	7.30	0.83	8.13	8.80	t
30	7.24	0.85	8.09	8.52	t

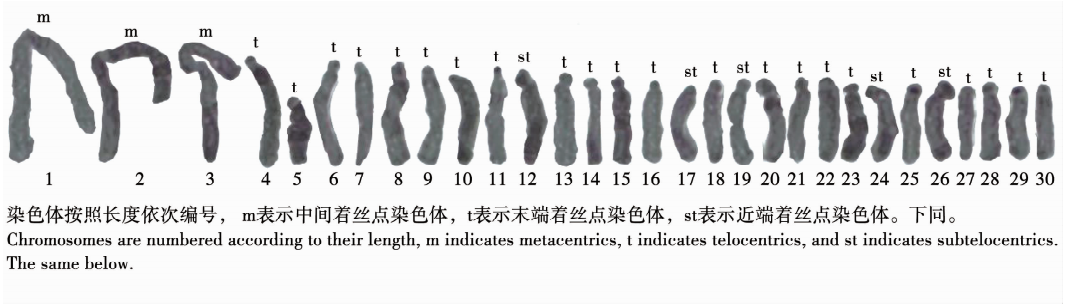


图 2 陕西石蒜染色体核型 (2n=30)

Fig. 2 The chromosome karyotype of *L. shaanxiensis*(2n=30)

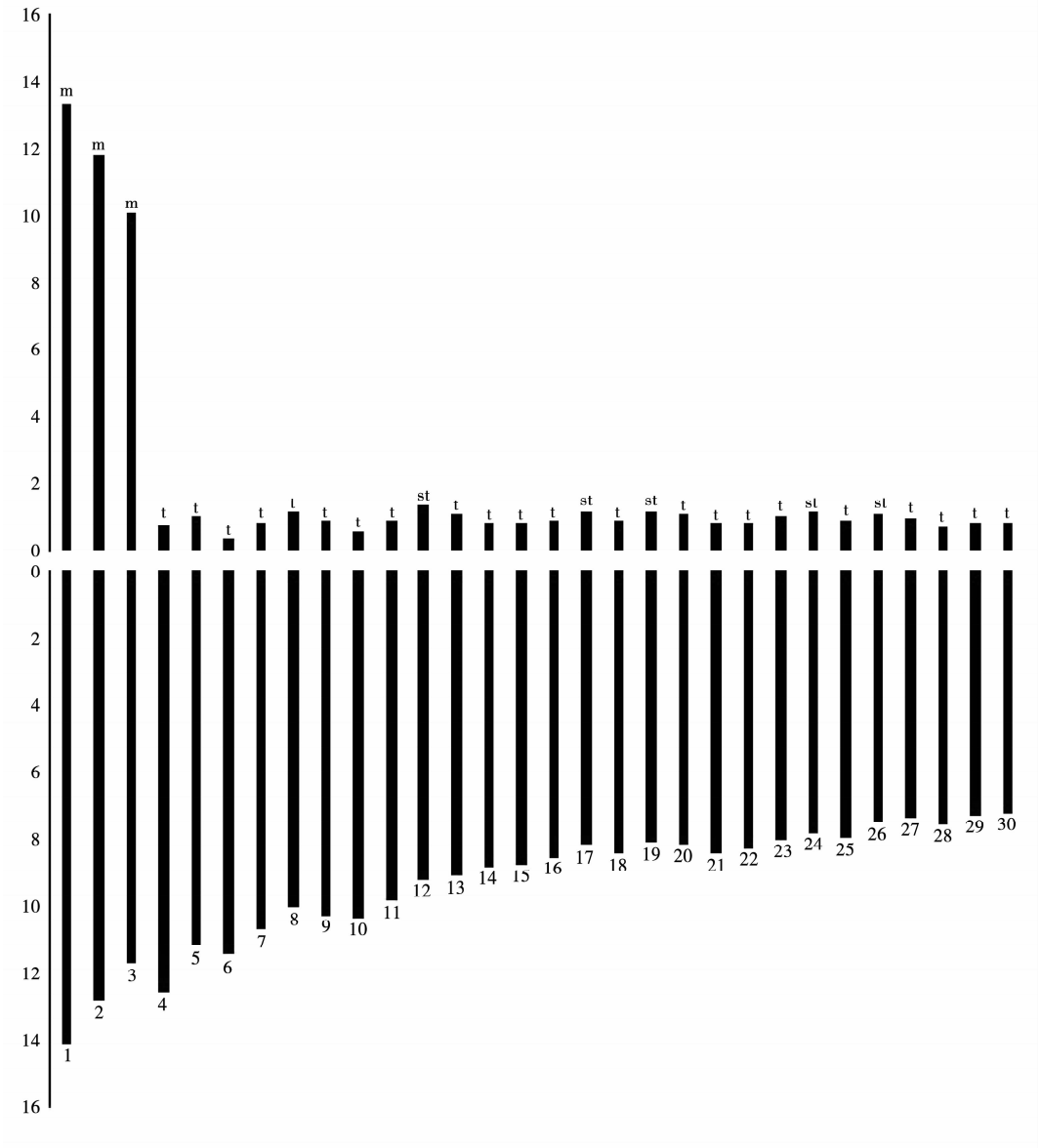


图 3 陕西石蒜染色体核型示意图

Fig. 3 Chromosome karyotype diagram of *L. shaanxiensis*

### 3 结论与讨论

至今石蒜属绝大多数种类的细胞生物学研究已得到深入地开展,但陕西石蒜和广西石蒜由于模式标本和野生个体的缺失而一直未见报道。近年来,陕西石蒜的一些野生居群在陕西省被发现,我们幸运地采集了其中 3 个居群的一些种球,开展了染色体核型的研究并进行了首次的报道。

研究得到的绝大多数陕西石蒜的染色体核型为  $2n=30$ ,与江苏石蒜和香石蒜的染色体核型类似,说明陕西石蒜也是一个杂交起源种。同时,我们也采集了陕西省分布的中国石蒜的种球,其染色体核型为  $2n=16=6m+10t$ (未发表)。A 型染色体包含了近端着丝点染色体(st)和末端着丝点染色体(t)两个种类,在动植物体内从 T 或 T' 型染色体转变为 A 型染色体的现象十分普遍,Imai and Maruyama<sup>[29]</sup>提出染色体的臂间倒位在统计学上是定向性的。石蒜属中的二倍体种类相互之间很容易杂交,无论其是否存在形态学或生态学上的显著差异,且杂交后代的可育性较高<sup>[30]</sup>。杂交后代的形态学特性可以利用无性繁殖得以保留。此外,在陕西省有野生分布的另外一种石蒜属植物是石蒜,因此,推测陕西石蒜为中国石蒜和石蒜的杂交种,分别来自于中国石蒜一个正常的配子和石蒜一个未减数分裂的配子,或者一个正常减数分裂的四倍体石蒜配子。四倍体石蒜在安徽省内曾有发现<sup>[31]</sup>。

通过近年来的观测,发现陕西石蒜的形态学特征与《中国植物志》的记载和描述有些差异。依据我们在杭州地区的观测,陕西石蒜的形态学特征如下:鳞茎近球形,直径约 5 cm(成熟开花种球);早春出叶(1-2 月),线性,长约 50 cm,宽 1.5 cm(原为 1.8 cm),中间淡色带不明显,顶端圆钝;花葶高约 50 cm,伞形花序有花 5~6 朵;佛焰状总苞 2 枚,披针形至阔披针形,长 4.5~5.5 cm(原为 5.0~7.0 cm),宽 1.5 cm(原为 1.2 cm);花白色;花被筒长约 1.5 cm(原为 2 cm);花被裂片倒披针形,顶端略反卷,长约 6.0~7.0 cm,宽 1.0~1.5 cm,腹面散生淡红色

条纹,背面具红色中肋;边缘中度褶皱;花丝长 5.5~6.5 cm,略短于花被片;柱头淡紫色,花柱长 7.5~8.5 cm,略长于花被片,顶端深紫色;花期 7 月中旬至 8 月初(原为 8-9 月)。

本文仅对陕西石蒜染色体核型进行了初步的研究,并对其种的来源进行了推断,需要利用更多野生居群开展有关杂交试验、分子生物学等试验,来进一步明确陕西石蒜的种的起源和系统发育的地位。此外,四倍体石蒜是否在陕西省内有野生分布也有待进一步的调查和研究。

#### 参考文献:

- [1] Hsu B S, Kurita S, Yu Z Z, et al. Synopsis of the genus *Lycoris* (Amaryllidaceae)[J]. SIDA, 1994, 16: 301-331.
- [2] Kurita S. Variation and evolution on the karyotype of *Lycoris*, Amaryllidaceae I. General karyomorphological characteristics of the genus[J]. Cytologia, 1986, 51: 803-815.
- [3] Kurita S. Variation and evolution on the karyotype of *Lycoris*, Amaryllidaceae II. Karyotype analyses of ten taxa among which seven are native to China[J]. Cytologia, 1987, 52: 19-40.
- [4] Liu Y, Hsu P S. A study on karyotype of the genus *Lycoris*[J]. Acta Phytotaxonomica Sinica. 1989, 27: 257-264.
- [5] Hsu P S, Huang S F, Lin J Z, et al. Karyotype analyses in *Lycoris haywardii* and *L. sprengeri*[J]. Bulletin of Nanjing Botanical Garden Memory Sun Yat Sen, 1981: 15-19.
- [6] Hsu P S, Liu Y. A study on the mechanism of karyotype evolution in the genus *Lycoris*[M]//Hong D Y. Plant chromosome research, 1987: 11-15.
- [7] Bose S. Cytological investigation in *Lycoris* I. The somatic chromosomes of *L. caldwellii*, *L. haywardii* and *L. houdy-shelii*[J]. Plant Life, 1957, 13: 34-39.
- [8] Bose S. Cytological investigation in the genus *Lycoris* IV. Chromosome number and karyotypes in *L. aurea*, *L. "spergy"*, *L. albiflora* and *L. elisiae*[J]. Plant Life. 1960, 16: 79-83.
- [9] Chen Y H, Li M X. Karyotype analyses of four species(varieties) of *Lycoris* Herb[J]. Acta Horticulturae Sinica, 1985, 12: 57-60.
- [10] Liu K, Zhou S B, Huang Y J. Chromosomal variation and evolution in *Lycoris* (Amaryllidaceae) I. Intraspecific variation in the karyotype of *Lycoris chinensis*[J]. Plant Systematics and Evolution, 2012, 298: 1493-1502.

- [11] Bose S. Cytological investigation on *Lycoris* II. Cytological similarity between *L. aurea* and *L. traubii*[J]. Plant Life, 1958, 14: 33-37.
- [12] Bose S, Flory W S. A study of phylogeny and of karyotype evolution in *Lycoris*[J]. Nucleus, 1963, 6: 141-156.
- [13] Hsu P S, Huang S F, Zhao Z F, et al. Karyotype analyses in *Lycoris radiata* (L' Hér.) Herb. and var. *Pumila*[J]. Bulletin of Botanical Research, 1984, 4: 112-117.
- [14] Inariyama S. Cytological studies in the genus *Lycoris*(D)[J]. Science Report T. B. D. Section B, 1951, 6: 74-100.
- [15] Koyama M. Somatic chromosome in the genus *Lycoris*[J]. Annual Report Doshisha Women's College, 1962, 12: 1-8.
- [16] Nishikawa K, Y Furúta, H Endo. Consideration of the chromosome evolution on the basis of nuclear DNA content and total chromosome length in *Lycoris*[J]. The Japanese Journal of Genetics, 1979, 54: 387-396.
- [17] Takemura E. Morphological and cytological studies on artificial hybrids in the genus *Lycoris* II. Artificial hybrids among the different species having only rod-shaped chromosomes[J]. Botanical Magazine Tokyo, 1962, 75: 72-79.
- [18] Yoshida M. Karyotype studies on the genus *Lycoris* L. Sand-Dune Research, 1972, 18: 20-36.
- [19] Bose S. Phylogeny and karyotype evolution in *Lycoris*[J]. Proceeding IX International Botanical Congress, 1959, 2: 41.
- [20] Fukuda I H, Kawafuchi Y, Kunai, et al. Chromosome analysis and ethnobotanical consideration of *Lycoris radiata* in Nepal[J]. Science Report Tokyo Woman's Christian University, 1980, 48-52: 617-621.
- [21] Inariyama S. Cytological studies in the genus *Lycoris*(Prel. Notes) [J]. Botanical Magazine Tokyo, 1931, 45: 11-26.
- [22] Inariyama S. Natsuzusen ni okeru senshekutai-guo no Anarisu[J]. Reports Japan Science Congress, 1933, 8: 39-41. (In Japanese)
- [23] Inariyama S. Karyotype studies in Amaryllidaceae I[J]. Science Report T. B. D. Section B, 1937, 3: 95-113.
- [24] Nishiyama I. Reduction division in *Lycoris*[J]. Botanical Magazine Tokyo, 1928, 42: 509-513.
- [25] Bose S. A new chromosome number and karyotype in *L. radiata*[J]. Nature, 1963, 197: 1229-1230.
- [26] Hsu PS, SF Huang. Karyotype analyses in *Lycoris rosea* Traub & Moldenke [J]. Acta Phytotaxonomica Sinica, 1984, 22: 46-48.
- [27] Flora of China[M]. Beijing: Science Press, 2000: 268.
- [28] Levan L, Fredag K, Sandberg A A. Nomenclature for centromeric position on chromosomes[J]. Hereditas, 1964, 52: 201-220.
- [29] Imai H T, Maruyama T. Karyotype evolution by pericentric inversion as a stochastic process[J]. Journal of Theoretical Biology, 1978, 70: 253-261.
- [30] Lin J Z, Yu Z Z, Xu B S. Hybridization and breeding of *Lycoris*[M]//He S A. et al. Proceeding International symposium of Botanical Garden, 1990: 557-568.
- [31] Zhou S B, Yu B Q, Luo Q. Karyotypes of six populations of *Lycoris radiata* and discovery of the tetraploid[J]. Acta Phytotaxonomica Sinica, 2007, 45(4): 513-522.

## Karyotype Analysis in *Lycoris shaanxiensis*

ZHANG Peng-chong<sup>1</sup>, BAO Chun-song<sup>1</sup>, WU En-nan<sup>2</sup>, GAO Shu-ying<sup>3</sup>

(1. Hangzhou Botanical Garden, Hangzhou 310013, China; 2. Zhejiang Xicheng Engineering Design Limited Comporg, Hangzhou 310000, China; 3. Qianjiang Administrative Office of Hangzhou West Lake Scenic Area, Hangzhou 310013, China)

**Abstract:** To date, the karyotype of almost species of genus *Lycoris* have been demonstrated except *L. shaanxiensis* and *L. guangxiensis* because of the absence of type specimens in herbarium and wild plants since published. The karyotype of *L. shaanxiensis* form three populations in wild was reported for the first time in this paper providing evidence for the origin of *L. shaanxiensis* and phylogenetic relationships in this Genus. The results showed that the karyotype formulae was  $2n=30=3m+5st+22t$ , consisting of three metacentrics, five subtelocentrics and twenty-two telocentrics, which resembles *L. houdyshelii* and *L. incarnata* indicating *L. shaanxiensis* was a hybrid species as well. It is inferred that *L. shaanxiensis* is derived from a normal gamete of *L. chinensis* and an unreduced gamete of diploid *L. radiata* or a normal gamete of tetraploid *L. radiata*.

**Keywords:** genus *Lycoris*; *L. shaanxiensis*; karyotype