

文章编号: 1000-4025-(2001)03-0526-06

## 雅江点地梅(报春花科)3个居群的核型和倍性变化\*

黄荣福

(中国科学院西北高原生物研究所, 西宁 810001)

**摘要:** 首次报道了雅江点地梅(*Androsace yargongensis*) 3个居群的染色体数目和核型, 对倍性也进行研究。3个居群的染色体数目( $2n$ ), 核型公式(KF), 染色体相对长度组成(C. RL), 核型不对称系数( $A_s K\%$ )和核型类型(KT)分别为: 野牛沟居群  $2n=40$ ; KF=  $36m(1SA_T)+2SM+2ST+2b$ , C. RL =  $2L+14M_2+22M_1+2S+2bS$ ,  $A_s K=54.75\%$ , KT= 2A; 巴颜喀拉山居群  $2n=40$ , KF=  $36m+2sm+2st+1b$ , C. RL =  $4L+16M_2+18M_1+2S+1bS$ ,  $A_s K=56.31\%$ , KT= 2B; 达坂山居群  $2n=60$ , KF=  $40m+14sm+6st$ , C. RL =  $4L+24M_2+26M_1+6S$ ,  $A_s K=59.56\%$ , KT= 2B。根据3个居群的染色体和核型不对称性与居群所在地的地理位置, 认为雅江点地梅核型和倍性的演化与高海拔生态环境和寒冷、干旱的气候加剧有密切关系。

**关键词:** 点地梅; 核型; 染色体; 倍性

中图分类号: Q 949.9      文献标识码: A

## Variation of karyotype and ploidy of *Androsace yargongensis* (Primulaceae) in three population in Q-Z Plateau

HUANG Rong-fu

(Northwest Plateau Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining 810001, China)

**Abstract:** The karyotype and ploidy of *Androsace yargongensis* in three populations distributed on Q-Z Plateau have been analysed and studied. The chromosome number and karyotype are reported here for the first time. Their chromosome number ( $2n$ ), karyotype formula (KF), chromosome component in relative length (C. RL), the index

\* 收稿日期: 2000-04-10; 修改稿收到日期: 2000-08-14

基金项目: 中国科学院生物分类区系特别支持费资助项目; 中国科学院重点支持项目的子课题: 高山植物适应与进化研究

作者简介: 黄荣福(1940-), 男(汉族), 大学本科, 研究员。

of karyotype asymmetry (As K%) and karyotype type (KT) are each presented as follows: Yeniuquo population  $2n=40$ ,  $KF=36m(1SAT)+2sm+2st+2b$ ,  $C.RL=2L+14M_2+22M_1+2S+2bS$ ,  $As\ K\%=54.75$ , KT belongs to 2A; Bayanharshan population  $2n=40$ ,  $KF=36m+2sm+2st+1b$ ,  $C.RL=4L+16M_2+18M_1+2S+1bS$ ,  $As\ K\%=56.31$ , KT belongs to 2B; Dabanshan population  $2n=60$ ,  $KF=40m+14sm+6st$ ,  $C.RL=4L+24M_2+26M_1+6S$ ,  $As\ K\%=59.69$ , KT belongs to 2B. On the bases of relationship between karyotype asymmetry with geographical locality in three populations of *Androsace yargongensis*, may consider that the evolution of karyotype and ploidy are close relative with ecological environment of high altitude and cold and dry climate to be intensified.

**Key words:** *Androsace*; karyotype; chromosome; ploidy

雅江点地梅(*Androsace yargongensis* Petitm.) 是青藏高原特有的垫状植物(Cushion plant), 它分布于横断山脉西北部至祁连山脉南部(四川西北部、甘肃南部和青海), 海拔 3600~4800 m 的高山冰缘砂砾地、湖盆、宽谷、河滩和山顶平缓草甸, 是点地梅属从其原始分布区——横断山脉以东, 中、低海拔的湿润森林地带向西迁移, 并随青藏高原隆升而演化出来的适应于高寒、半干旱生境的新类群(胡启明, 杨永晶 1986)<sup>[1]</sup>。点地梅属约 100 种, 中国有 73 种, 7 变种。有关点地梅属植物的染色体和核型研究报道国外仅见对北方组(Sect. *Androsace*) 的北点地梅(*A. septentrionalis* L.), 东北点地梅(*A. filiformis* Retz.) 以及点地梅(*A. umbellata* (Lour.) Merr.) 等 3 个种有过染色体数目报道<sup>[2,3]</sup>, 前 2 种  $2n=20$ , 后 1 种  $2n=18$ 。国内仅见杨永平(1996)<sup>[4]</sup>对青海可可西里的高原点地梅(*A. zambalensis*) 做过核型分析, 本文首次对青藏高原分布较广的雅江点地梅的 3 个居群植物的核型进行分析, 并作比较, 为点地梅属的进化研究提供细胞学证据。

## 1 材料和方法

试验材料采自巴颜喀拉山北坡及山下野牛沟和祁连山南部的达坂山, 3 个居群的地理位置和生境见表 1。凭证标本存于中国科学院西北高原生物研究所植物标本馆(Herb. NW P B)。野外挖取幼嫩根尖置于 0.05% 秋水仙素和 0.002 mL/L 8-羟基喹啉 1:1 的混合液中预处理 3~4 h, 水洗数次后用卡诺液(纯乙醇+冰醋酸 3:1)固定 24 h 以上。并从野外移栽一些植株到中国科学院西北高原生物研究所内园中, 15 d 后挖取新生根尖, 同前处理。压片前从卡诺液中取出根尖, 水洗后在 1 mol/L 盐酸中 60 °C 解离 6 min, 水洗后用改良的苯酚品红液染色, 压片, 镜检, 计数染色体, 并选片拍照, 放大。核型分析参照 Levan 等(1964)<sup>[5]</sup>的标准并按李懋学、陈瑞阳(1985)建议的方法<sup>[6]</sup>。核型类型依据 Stebbins 的分类方法划分<sup>[7]</sup>、染色体相对长度系数(I.R.L.)和相对长度组成(C.RL)按 Kuo 等的方法<sup>[8]</sup>。核型不对称系数(As K%)按 Arano 的方法计算<sup>[9]</sup>。

表1 雅江点地梅试验材料来源

Table 1 The origin of experiment materials of *Androsace yargongensis*

产地 Locality	纬度 Latitude (N)	海拔 Altitude (m)	生境 Habitat	凭证标本 Voucher specimen
玛多县巴颜喀拉山 Madoi Xian Bayanharashan	34 08	4800	砾质缓坡草甸 Gravelly glaci- s meadow	刘健全 Liu Jianquan 523
玛多县野牛沟 Madoi Xian Yeniuguo	34 22	4600	砾质河谷草甸 Gravelly val- ley meadow	刘健全 Liu Jianquan 521
大通县达坂山 Datong Xian Dabanshan	37 20 8	3850~ 3900	砾质山坡 Gravel slope	刘健全 Liu Jianquan 442
大通县达坂山 Datong Xian Dabanshan	37 20 8	3900	砾质山坡 Gravel slope	黄荣福 Huang 2351a

## 2 结果

3个居群根尖细胞有丝分裂中期染色体形态和核型照片见图版I。染色体参数见表2和表3。

表2 雅江点地梅2个居群的染色体参数和类型

Table 2 The parameter and types of chromosomes in two populations of *Androsace yargongensis*

染色体 Chromo- some No.	野牛沟居群 Population of the Yeniugou					巴颜喀拉山居群 Population of the Bayanharashan				
	Relative length (%)			A m retio	类型 Type	Relative length (%)			A m retio	类型 Type
	L	S	T			L	S	T		
1	3.62	3.10	6.72	1.17	m	3.35	3.35	6.17	1.00	m
2	3.54	2.66	6.20	1.33	m	3.57	3.09	6.65	1.10	m
3	3.33	2.87	6.20	1.16	m	3.22	2.65	5.90	1.20	m
4	2.96	2.91	5.87	1.02	m	2.95	2.90	5.85	1.02	m
5	3.02	2.71	5.72	1.11	m	3.01	2.66	5.67	1.13	m
6	2.91	2.69	5.60	1.08	m	3.06	2.56	5.58	1.12	m
7	2.77	2.58	5.35	1.07	m	2.95	2.31	5.26	1.28	m
8	2.54	2.54	5.08	1.00	m	2.68	2.55	5.23	1.05	m
9	2.50	2.39	4.89	1.05	m	2.95	2.25	5.21	1.31	m
10	2.73	2.10	4.83	1.30	m	3.49	1.69	5.18	2.07	sm
11	2.54	2.09	4.83	1.11	m	2.95	1.99	4.94	1.48	m
12	2.58	2.08	4.66	1.24	m	2.52	2.20	4.72	1.15	m
13	2.58	2.08	4.66	1.24	m	2.84	1.74	4.59	1.63	m
14	2.29	2.21	4.50	1.04	m*	2.31	2.20	4.51	1.05	m
15	2.37	2.00	4.37	1.19	m	2.52	1.88	4.40	1.34	m
16	3.33	0.98	4.31	3.40	st	2.28	2.01	4.29	1.13	m
17	2.83	1.46	4.29	1.94	sm	2.58	1.61	4.19	1.60	m
18	2.14	2.14	4.28	1.00	m	3.22	0.86	4.08	3.74	st
19	2.12	1.83	3.96	1.16	m	2.04	1.96	4.00	1.04	m
20	2.04	1.62	3.66	1.26	m	1.83	1.23	3.06	1.49	m
					2b					1b
	2n= 40+ 2b= 36m (ISA T)+ 2sm+ 2st+ 2b					2n= 40= 36m+ 2sm+ 2st+ 1b				

\* Indicating SAT-chromosome

表 3 达坂山居群染色体参数和类型

Table 3 The parameter and types of chromosomes in population of Dabanshan

染色体 编号 Chromo- some No	相对长度 Relative length (%)			A m retio	类型 Type	染色体 编号 Chromo- some No	相对长度 Relative length (%)			A m retio	类型 Type
	L	S	T				L	S	T		
1	2.49	2.00	4.49	1.25	m	16	1.78	1.56	3.34	1.14	m
2	2.46	1.93	4.39	1.28	m	17	1.80	1.50	3.30	1.20	m
3	2.20	1.91	4.11	1.15	m	18	1.72	1.54	3.26	1.15	m
4	2.09	1.87	3.96	1.12	m	19	2.20	1.03	3.23	2.14	sm
5	1.98	1.98	3.96	1.00	m	20	1.58	1.58	3.16	1.00	m
6	2.09	1.76	3.85	1.19	m	21	1.67	1.41	3.08	1.18	m
7	1.92	1.82	3.74	1.06	m	22	2.42	0.62	3.04	3.90	st
8	2.03	1.69	3.72	1.20	m	23	1.96	1.03	2.99	1.90	sm
9	2.11	1.58	3.69	1.34	m	24	2.09	0.88	2.97	2.38	sm
10	2.13	1.54	3.67	1.38	m	25	2.20	0.75	2.95	2.93	sm
11	2.26	1.39	3.65	1.63	m	26	1.93	0.75	2.88	2.57	sm
12	2.15	1.45	3.60	1.48	m	27	1.89	0.88	2.77	2.50	sm
13	1.87	1.56	3.43	1.20	m	28	1.70	0.59	2.37	3.02	st
14	2.09	1.30	3.39	1.60	m	29	1.80	0.53	2.33	3.40	st
15	1.87	1.50	3.37	1.25	m	30	0.99	0.53	1.52	1.87	sm

$$2n = 60 = 40m + 14sm + 6st$$

## 2.1 野牛沟居群

根尖细胞染色体数  $2n = 40$ , 核型公式  $KF(2n) = 36m(1SA T) + 2sm + 2st + 2b$ , 有丝分裂中期染色体形态和核型图见图版 I, 1 和 1a, 第 14 对染色体的 1 条短臂上具随体, 染色体组的相对长度组成  $C. RL = 2L + 14M_2 + 22M_1 + 2S + 2bS$ , 最长与最短染色体的长度比  $L/S = 1.84$ , 臂比值  $AR > 2$  的染色体 1 对, 占 5%, 平均臂比  $MAR = 1.21$ 。核型属 2A 型, 核型不对称系数  $As K\% = 54.75$ 。

## 2.2 巴颜喀拉山居群

根尖细胞染色体数  $2n = 40$ , 核型公式  $KF(2n) = 36m + 2sm + 2st + 1b$ , 有丝分裂中期染色体形态和核型照片见图版 I, 2 和 2a。染色体组相对长度组成  $C. RL = 4L + 16M_2 + 18M_1 + 2S + 1bS$ 。最长与最短染色体的长度比  $L/S = 2.19$ , 臂比值  $AR > 2$  的染色体 2 对, 占 10%, 平均臂比  $MAR = 1.40$ 。核型属于 2B 型, 核型不对称系数  $As K\% = 56.31$ 。

## 2.3 达坂山居群

根尖细胞染色体数  $2n = 60$ , 核型公式  $KF(2n) = 40m + 14sm + 6st$ 。有丝分裂中期染色体形态和核型照片见图版 I, 3 和 3a。染色体组相对长度组成  $C. RL = 4L + 24M_2 + 26M_1 + 6S$ , 最长与最短染色体长度比  $L/S = 2.95$ , 臂比值  $AR > 2$  的染色体有 8 对, 占 26.67%, 平均臂比  $MAR = 1.47$ 。核型属 2B 型, 核型不对称系数  $As K\% = 59.96$ 。达坂山居群中也有  $2n = 40$  的个体, 制片的染色体形态不佳, 未做核型分析。

## 3 讨论

点地梅属 (*Androsace*) 约 100 种, 广布于北温带, 我国有 73 种 7 变种, 主要分布在西

南山地和青藏高原。有关该属植物染色体的报道已见到的有北点地梅(*A. septentrionalis*)  $2n = 20$ , 东北点地梅(*A. filiformis*)  $2n = 20$ , 大苞点地梅(*A. maxima*)  $2n = 40, 60$ (《内蒙古植物志》第2版, 1992)和东亚至东南亚广布种点地梅(*A. umbellata*)  $2n = 18$ 。1996年杨永平报道了高原点地梅(*A. zenbalensis*)  $2n = 20, 40$ 。从已报道的染色体数目可以推断, 点地梅属的染色体基数为  $x = 9 \cdot 10^{[7, 10, 11]}$ 。分布于北方寒温、湿润林缘、草地中的北点地梅, 东北点地梅都为二倍体。而分布于北方干旱地区(草原或荒漠草原)的大苞点地梅和高原点地梅则有二倍体和四倍体同时同地存在。高原上广布的雅江点地梅全为多倍体。在高原中部巴颜喀拉山地区为四倍体。但是, 在分布区北缘, 祁连山地的达坂山居群出现六倍体( $2n = 60$ ), 表明该种在进入青藏高原以后, 继续向北扩展的过程中, 染色体的数目有随纬度的增加和寒、旱化程度加剧而增加的趋势<sup>[10, 13]</sup>。同时, 不论从染色体长度比(L/S)或染色体组的平均臂比(MAR)所反映出的核型不对称性, 或核型类型以及核型不对称系数(AsK%)所显示的核型不对称性, 都可以看出雅江点地梅的核型不对称性或进化程度与居群所处的海拔高度和纬度有一定关系(表1、表4)。

表4 雅江点地梅3个居群的核型和不对称性比较

Table 4 The comparison of karyotype and asymmetry in 3 populations of *Androsace yargongensis*

Population locality	2n	Chromosome formula	Mean arm ratio	L/S*	Percentage of chromosome with AR > 2	Type	AsK%
野牛沟 Yeniuguo	40	36m (1SAT) + 2sm + 2st + 2b	1.21	1.84	5	2A	54.75
巴颜喀拉山 Bayanharashan	40	36m + 2sm + 2st + 1b	1.40	2.19	10	2B	56.31
达坂山 Dabanshan	60	40m + 14sm + 6st	1.47	2.95	26.67	2B	59.56

L/S\*: Ratio of the longest chromosome to the shortest

野牛沟居群与巴颜喀拉山居群的地理位置相近(N 34 附近), 海拔相差约 200 m, 两居群的染色体数目和倍性相同( $2n = 4x = 40$ ), 染色体组型也基本相同, 均为  $36m + 2sm + 2st + b$ , 仅随体和超数的 b 染色体上略有差别(随体和 b 染色体在进化中意义不大)<sup>[11]</sup>。但是, 两居群的核型类型和不对称性却显示出明显的差别。野牛沟居群的核型为 2A 型, 巴颜喀拉山居群为 2B 型。可以显示核型不对称性程度的平均臂比值 MAR 和核型不对称系数 AsK% 也都表明, 海拔较高的巴颜喀拉山居群的核型不对称性程度高于野牛沟居群(表4)。在该种分布区北缘(N 37 以上)的达坂山居群, 不仅倍性更高( $2n = 6x = 60$ ), 而且显示核型不对称性的各种指标均高于纬度较低的 2 个居群(表4)。因此, 高海拔或高纬度寒冷、干旱生境因素的加剧是点地梅核型变异和进化的重要原因。

## 参考文献

- [1] 胡启明, 杨永昌. 中国点地梅属修订[J]. 植物分类学报, 1986, 24(2): 108-220
- [2] 马毓泉, 赵一之, 陈山, 等. 内蒙古植物志(第二版第四卷)[M]. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1993: 38-47.

- [3] HSU C C. Preliminary chromosome studies on the vascular plants of Taiwan (II) [J]. *Taiwan ia*, 1968, 14: 11-27.
- [4] 杨永平, 武素功. 植物的细胞学研究[A]. 武素功, 冯祚建. 青海可可西里地区生物与人体高山生理[C]. 北京: 科学出版社, 1996: 6-16
- [5] LEVAN A. Nomenclature for centromeric position on chromosomes[J]. *Heditas*, 1964, 52: 201-220
- [6] 李懋学, 陈瑞阳. 关于核型分析的标准化问题[J]. 武汉植物学研究, 1985, 3(4): 297-320
- [7] STEBBINS G L. Chromosome evolution in higher plants[M]. London: Edward Arnold Ltd, 1971.
- [8] KUO S R. Karyotype analysis of some forms of *Gymnospermis* [J]. *Taiwan ia*, 1972, 17(1): 66-80
- [9] ARANO H. Cytological studies in subfamily *Carduoides* (*Compositae*) of Japan [J]. *Bot Mag (Tokyo)*, 1963, 76: 32-39.
- [10] EHRENDORFER F. 多倍性和地理分布[A]; LEWIS W H. 植物群体中的多倍性[A]; GOLDBLATT P, LEWIS W H. 被子植物中的多倍性[A]. 路易斯 W H 主编. 多倍性在植物和动物中的地位[C]. 鲍文奎, 李显文, 孙勇等译校. 贵阳: 贵州人民出版社, 1984: 33-44; 76-96; 105-106; 163-209.
- [11] 史旦宾斯 G L. 植物的变异和进化[M]. 复旦大学遗传研究所译. 上海: 上海科学技术出版社, 1963
- [12] 黄荣福, 沈颂东, 卢学锋. 马先蒿属 6 个种的核型与进化研究[J]. 西北植物学报, 1996, 16(1): 73-80
- [13] 黄荣福, 沈颂东, 卢学峰. 青藏高原东北部植物染色体数目和多倍性研究[J]. 西北植物学报, 1996, 16(3): 310-318
- [14] LOWE A, LOWE D. The significance of differences in the distribution of diploids and polyploids [J]. *Hereditas*, 1943, 29: 145-163

## 图版说明:

图版 I 雅江点地梅 3 个居群的植物有丝分裂中期染色体和核型照片。1, 1a 野牛沟居群; 2, 2a 巴颜喀拉山居群; 3, 3a 达坂山居群

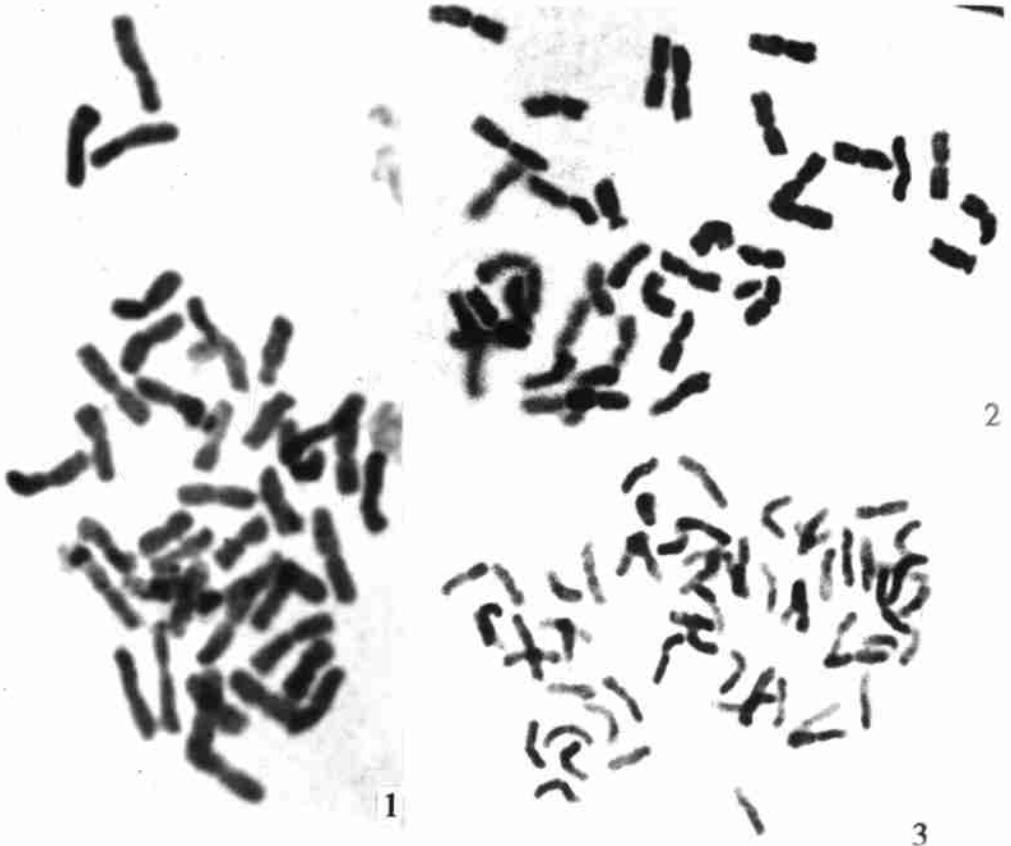
## Explanation of plate

**Plate I** Photomicrographs of somatic chromosomes and karyotypes at mitotic metaphase in 3 populations of *Androsace yargongensis* Fig. 1, 1a The Yeniugou population Fig. 2, 2a The Bayanharashan population Fig. 3, 3a The Dabanshan population

黄荣福:雅江点地梅(报春花科)3个居群的核型和倍性变化

图版 I

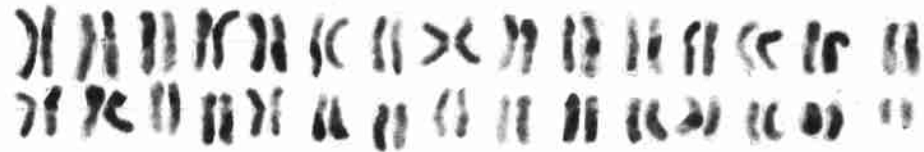
HUANG Rong-fu: Variation of karyotype and ploidy of *Androsace yargongensis* (Primulaceae) in three population in Q-Z Plateau Plate I



1a



2a



3a

See explanation at the end of text