



3 种香薷属植物染色体数目与核型分析

巴罗菊¹, 李志敏², 陈光富², 邓洪平^{1*}

(1 西南大学 生命科学学院, 三峡库区生态学环境教育部重点实验室, 重庆 400715; 2 云南师范大学 生命科学学院, 云南呈贡 650500)

摘 要: 参照植物根尖细胞学研究的方法标准, 对香薷属 3 种(5 个居群)植物进行核形态学分析。结果表明: (1) 从染色体数目看, 密花香薷 2 居群染色体数目 $2n=16$; 野苏子 2 居群染色体数目 $2n=20$, 染色体数目和倍性与前人报道的一致; 毛穗香薷染色体数目 $2n=10$ 为首次报道。(2) 聚类分析结果显示, 3 种(5 居群)植物中野苏子和密花香薷亲缘关系较近; 结合现有报道数据分析表明, 该属植物仅有 2 种倍性(二倍体和四倍体), 且二倍体占主导地位。(3) 核型参数分析表明: 密花香薷的稻城无名山居群 1 核型公式为 $2n=2x=16=14m+2sm$, 居群 2 为 $2n=2x=16=16m$, 着丝粒指数(CI)分别为 39.57 和 42.32, 不对称系数 AI 值分别为 2.75 和 2.87, 核型不对称性都为 1A 型; 毛穗香薷的核型公式为 $2n=2x=10=10m$, 着丝粒指数(CI)为 41.76, 不对称系数 AI 值为 5.25, 核型不对称性为 1B 型; 野苏子的昆明西山居群核型公式为 $2n=2x=20=14m+6sm$, 聂拉木樟木沟居群为 $2n=2x=20=16m+4sm$, 着丝粒指数(CI)分别为 38.49 和 40.97, 不对称系数 AI 值为 4.20 和 4.30, 核型不对称性为 1B 型和 2B 型。

关键词: 香薷属; 核型; 染色体数目; 聚类分析; AI 值

中图分类号: Q343.2⁺2

文献标志码: A

Karyotype and Chromosome Numbers of Three Species from *Elsholtzia*

BA Luoju¹, LI Zhimin², CHEN Guangfu², DENG Hongping^{1*}

(1 School of Life Science, Key Laboratory of Eco-environments in Three Gorges Reservoir Region, Southwest University, Chongqing 400715, China; 2 Life Science School, Yunnan Normal University, Chengong, Yunnan 650500, China)

Abstract: Standard plant root tip cytology research methods were used to study the chromosome number and karyotype of 5 populations of 3 *Elsholtzia* species. The result showed that: (1) the chromosome number of *E. densa* was $2n=16$, and the chromosome number of *E. flava* was $2n=20$, which were consistent with previous reports. Chromosome number of *E. eriostachya* was $2n=10$, which is first reported here. (2) Cluster analysis results showed that *E. flava* has close relationship with *E. densa*. Only diploid and tetraploid were found in this genus and dominated by diploid. (3) Three conclusions were drawn by analysis of karyotype parameters: the karyotypic formulae of *E. densa* Daocheng Wumingshan population 1 was $2n=2x=16=14m+2sm$, and population 2 was $2n=2x=16=16m$. CI of population 1 and population 2 were 39.57 and 42.32, AI were 2.75 and 2.87, respectively. The two populations have the same type of karyotype: 1A. The karyotypic formulae of *E. eriostachya* was $2n=2x=10=10m$, CI was 41.76, AI was 5.25 and the type of karyotype was 1B. The karyotypic formulae of *E. flava* was $2n=2x=20=14m+6sm$ (Kunming population) or $2n=2x=20=16m+4sm$ (Nielamu population). CI of Kunming population and Nielamu population were 38.49 and 40.97, AI were 4.20 and 4.30, respectively. The karyotype types of Kunming population and Nielamu population were 1B and 2B.

Key words: *Elsholtzia*; karyotype; chromosome number; cluster analysis; AI

收稿日期: 2016-03-11; 修改稿收到日期: 2016-05-17

基金项目: 科技部国家科技基础平台国家标本平台——教学标本子平台运行服务项目(2005DKA21403-JK)

作者简介: 巴罗菊(1990—), 女, 在读硕士研究生, 主要从事植物系统进化与保护生物学研究。E-mail: luojug63@163.com。

* 通信作者: 邓洪平, 教授, 主要从事植物系统进化与保护生物学研究。E-mail: denghp@swu.edu.cn。

香薷属(*Elsholtzia*)在分类上隶属唇形科(Lamiaceae)野芝麻亚科下的刺蕊草族,全属约 40 种,是以中国为主要分布区的类群,中国有 33 种、15 变种和 3 变型^[1]。香薷属植物为重要的中药植物,开发前景十分广阔^[2-3]。此外,在园艺、食用等方面也有重要的价值^[4],少部分香薷属植物还是良好的蜜源植物^[5]。

关于香薷属植物的研究在植物化学与药理学、植物分类学、生理学和功能生态学上有相关报道^[6-8]。就该属植物的分类学研究,多集中于形态分类方面。植物染色体核型作为植物分类中的细胞学数据,对植物区系起源及进化具有重要意义^[9],也是分类和鉴别的重要依据^[10],且 Inceer 等在 2004 年提出,以核型数据为基础的聚类分析能更好地考察物种间的亲缘关系^[11]。目前已有部分香薷属类群染色体数据的报道(表 1),香薷 [*E. ciliata* (Thunb.) Hyland.]、海州香薷 (*E. splendens* Nakai)等 4 种香薷属植物也有染色体长度范围记录^[15],但就本属染色体核型参数并未进行分析比较。本实验从核型数据和聚类分析 2 个方面分别对野苏子 [*E. flava* (Benth.) Benth.]、毛穗香薷 (*E. eriostachya* Benth.)和密花香薷 (*E. densa* Benth.) 3 种(5 居群) 香薷属植物进行了研究,且核型数据均为首次报道。这为研究香薷属植物系统演化提供了重要的细胞学数据,并为该属植物物种鉴定、引种栽培、杂交和药理成分分析等方面奠定了基础。

1 材料和方法

1.1 材 料

实验材料为野生种,均采自高海拔地区(表 2),

分布于云贵及川藏高原,具有明显的横断山脉植物地理区系特征^[21]。采样地海拔梯度及纬度差异明显,具一定代表性。其中,密花香薷居群 1、居群 2 与毛穗香薷由中国科学院昆明植物研究所孙航研究员采集及鉴定、野苏子昆明居群由云南师范大学陈光富老师采集及鉴定、野苏子樟木沟居群由昆明植物研究所周卓老师采集及鉴定,在此感谢几位老师对本实验的帮助。凭证标本保存于中国科学院昆明植物研究所标本馆(KUN)。

1.2 方 法

常规实验方法包括种子发芽、取材,预处理、固定、解离、染色、镜检,拍照。针对本实验材料的特征,对实验处理进行了一定改良,具体如下:种子在 25~30 ℃ 条件下培养萌发,切取生长旺盛的植物根尖,长度一般为 0.5~1.5 cm,常温下用 0.002~0.003 mol/L 8-羟基喹啉混合液避光处理 1~2 h,用卡诺液(冰乙酸:无水乙醇=1:3)在 4 ℃ 冰箱中固定 18~24 h。在 60 ℃ 恒温水浴锅中用 1 mol/L HCl 解离 13~16 min,卡宝品红染色液染色 24 h 以上,但染色时间不宜过长,否则达不到预期效果。常规染色体压片法压片,在显微镜下观察并拍下较好的间期、前期、中期细胞图片。

依据 Tanaka 的标准,判断细胞间期核与前期核的类型^[22-23]。统计 45 个以上中期细胞,85% 以上的细胞具有相同染色体数目,从而确定染色体数目^[24]。至少取 5 个分散较好的细胞进行测量,染色体类型按 Levan 等的方法分析^[25],核型不对称性参照 Stebbins 及 Paszko 提出的较为精确的 AI 值^[26-27],分析参照李懋学等的方法^[24]。对核型数据

表 1 已有报道的香薷属植物染色体数目和数据来源文献

分类群 Taxon	染色体数目 Chromosome number	参考文献 Reference
长毛香薷 <i>Elsholtzia pilosa</i> (Benth.) Benth.	2n=2x=16	[12]
臭藿香 <i>E. cristata</i> Willd.	2n=2x=16	[12]
毛穗香薷 <i>E. eriostachya</i> (Benth.) Benth.	2n=2x=16	[13]
野苏子 <i>E. flava</i> (Benth.) Benth.	2n=2x=20	[13]
鸡骨柴 <i>E. polystachya</i> Benth.	2n=2x=16	[13]
球穗香薷 <i>E. strobilifera</i> (Benth.) Benth.	2n=2x=16	[13]
香薷 <i>Elsholtzia ciliata</i> (Thunb.) Hyl.	2n=2x=16、18,2n=4x=32	[14-17]
密花香薷 <i>E. densa</i> Benth.	2n=2x=16	[15]
密花香薷细穗变种 <i>E. densa</i> var. <i>ianthina</i> (Maxim. ex Kanitz) C. Y. Wu & S. C. Huang	2n=4x=32	[15]
海州香薷 <i>E. splendens</i> Nakai ex F. Maekawa	2n=2x=18	[15],[18]
多枝香薷 <i>E. pseudo-cristata</i> H. Lév. & Vaniot	2n=2x=16	[19]
华北香薷 <i>E. stauntonii</i> Benth.	2n=2x=16	[20]

表 2 材料采集信息
Table 2 Samples and their locality information

分类群 Taxon	采集地 Locality	经纬度 Position	海拔 Altitude/m	凭证标本 Voucher
密花香薷居群 1 <i>E. densa</i> population 1	四川省稻城县无名山 Wumingshan, Daocheng, Sichuan	99°57'52"E,29°8'23"N	3 740	SunH-07zx-3341
密花香薷居群 2 <i>E. densa</i> population 2	四川省稻城县无名山 Wumingshan, Daocheng, Sichuan	100°5'22"E,29°8'56"N	4 324	SunH-07zx-3560
毛穗香薷 <i>E. eriostachya</i>	四川省稻城县三堆 Sandui, Daocheng, Sichuan	100°5'22"E,29°8'56"N	4 324	SunH-07zx-3561
野苏子居群 1 <i>E. flava</i> population 1	云南省昆明市西山 Xishan, Kunming, Yunnan	102°37'18"E,25°3'45"N	1 950	Chen-002
野苏子居群 2 <i>E. flava</i> population 2	西藏自治区拉木樟木沟 Zhangmugou, Nyalam, Tibet	114°4'16"E,22°54'31"N	2 230	Zh. Zhou&G. F. Chen-001

处理参考 Hamideh 等提出的常规统计分析方法^[28],而亲缘关系分析采用 Inceer 等的方法对 11 个核型参数进行聚类分析^[11]:倍性水平、随体染色体数目、染色体相对长度(RL)、染色体绝对长臂(LA)、染色体绝对短臂(SA)、染色体绝对长度(CL)、染色体组长(TCL)、臂比值(AR)、染色体内不对称系数(A1)、染色体间不对称系数(A2)、着丝粒指数(CI),以上分析均使用 SPSS 17.0 软件包。

2 结果与分析

图 1,A、B 所示为间期核和前期核,根据 Tanaka 标准^[25],间期核中有一些着色较深的染色体,得到该物种间期核为复杂染色体,有丝分裂前期染色体为中间型。

中期染色体形态如图 1,C~G 所示,中期染色体核型模式图如图 1 所示,对 3 种(5 居群)植物分别挑选 5 个染色体分散较好的中期细胞进行核型分析。得到的核型参数如表 4 所示,结果表明:3 种香薷属植物染色体属于 sm 或 m 型,核型不对称性有 1A、1B 和 2B 等 3 种类型。染色体长度比在 1.67~2.67 之间变化;染色体平均长度(CL)值在 1.65~2.75 之间变化,以野苏子昆明西山居群为最短,毛穗香薷为最长。着丝粒指数(CI)值在 38.49~42.32 之间变化,不对称系数 AI 值在 2.75~5.25 之间变化,以毛穗香薷为最高,密花香薷为最低。本研究中,同一物种具有相同的染色体倍性和染色体数目,但不同居群间核型参数存在差异;首次发现香薷属植物中存在染色体数目 2n=10;3 种植物的核型数据均为首次报道,且在香薷属中首次使用 AI 值进行种间系统学分析。

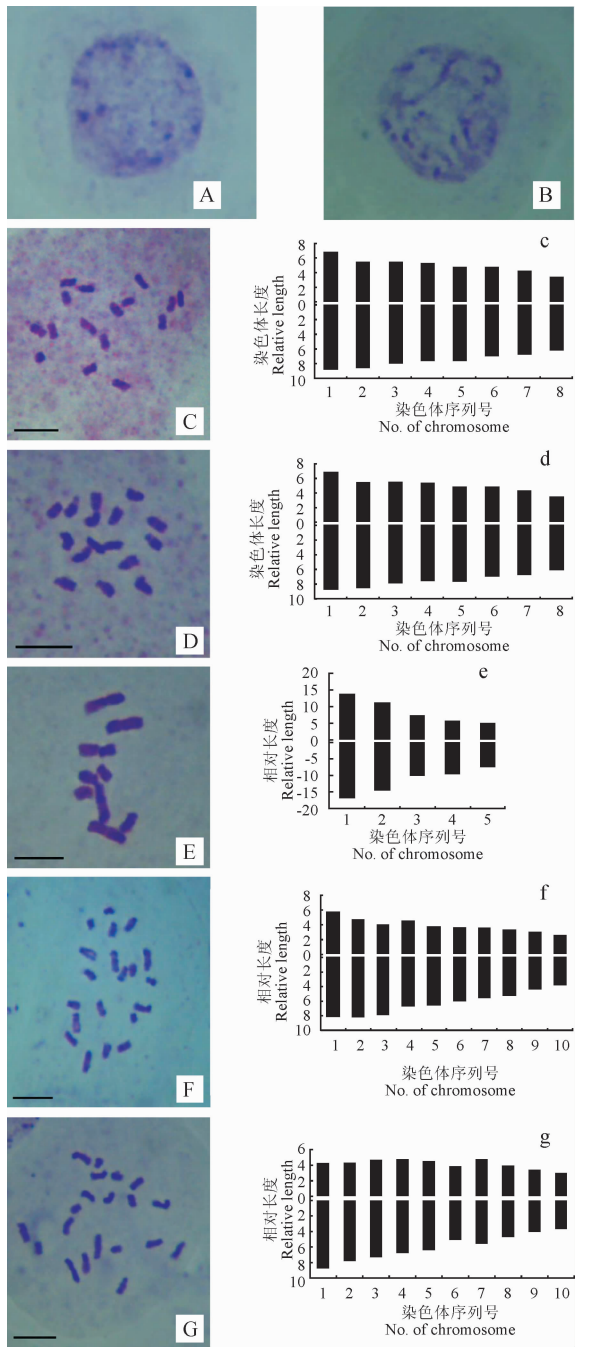
2.1 密花香薷(居群 1 和居群 2)

密花香薷为直立草本,花、果期 7~10 月,生于

林缘、高山草甸、林下、河边及山坡荒地。密花香薷稻城无名山居群 1 和居群 2 的植物体细胞染色体数目都为 2n=16,但核型参数和核型特征存在差异(表 3、表 4)。其中,居群 1 核型公式 2n=2x=14 m+2 sm,体细胞中期染色体由 14 条中部(m)和 2 条近中部(sm)染色体组成,从相对长度组成 2n=8M₂+8M₁ 来看,密花香薷居群 1 由中长染色体(M₂)和中短染色体(M₁)2 种染色体组成,这 8 组染色体相对长度范围为 9.53%~15.41%、臂比范围为 1.30~1.79、染色体长度比为 1.78、染色体平均长度为 1.81、着丝粒指数为 39.57、不对称系数 AI 值为 2.75、核型为 1A 型;居群 2 核型公式 2n=2x=16 m,体细胞中期染色体由 16 条中部(m)染色体组成,相对长度组成与居群 1 相同,相对长度范围为 10.12%~15.29%、臂比范围为 1.21~1.59、染色体长度比为 1.67、染色体平均长度为 1.74、着丝粒指数为 42.32、不对称系数 AI 值为 2.87、核型与居群 1 相同为 1A 型。

2.2 毛穗香薷

毛穗香薷为一年生草本,简单或自基部向上在节处均具短分枝,分枝能育,花、果期 7~9 月,中国产甘肃、四川、西藏、云南,生于高海拔地区的山坡草地。毛穗香薷四川稻城三堆居群植物体细胞染色体数目为 2n=10,核型公式为 2n=2x=10m,核型参数与核型特征见表 3 和表 4。从核型公式看出,体细胞中期染色体全部由 10 条中部(m)染色体组成,从相对长度组成 2n=2L+1M₁+2S 来看,毛穗香薷由长染色体(L)、中短染色体(M₁)和短染色体(S)3 种染色体组成,5 组染色体相对长度范围为 12.26%~30.20%、臂比范围为 1.22~1.67、染色体长度比为 2.67、染色体平均长度为 2.75、着丝粒指数为 41.76、不对称系数 AI 值为 5.25、核型为 1B 型。



A. 前期核;B. 有丝分裂前期染色体;C~G. 中期染色体;[C. 密花香薷群 1,D. 密花香薷居群 2,E. 毛穗香薷,F. 野苏子居群 1,G. 野苏子居群 2;] c~g. 染色体核型模式图;[c. 密花香薷居群 1,d. 密花香薷居群 2,e. 毛穗香薷,f. 野苏子居群 1,g. 野苏子居群 2.] 标尺=5 μ m

图 1 香薷属的前期核、有丝分裂前期染色体和中期染色体形态及核型模式图

A. Mitotic interphase nuclei; B. Mitotic prophase; C~G were somatic metaphase: [C. *Elsholtzia densa* (population 1), D. *E. densa* (population 2), E. *E. eriostachya*; F. *E. flava* (population 1), G. *E. flava* (population 2);] c-g were chromosome ideogram: [c. *E. densa* (population 1), d. *E. densa* (population 2), e. *E. eriostachya*, f. *E. flava* (population 2), g. *E. flava* (population 2).] Scale bar=5 μ m

Fig. 1 Cytological features and chromosome ideograms of *Elsholtzia*

2.3 野苏子(居群 1 和居群 2)

野苏子为直立半灌木,茎分枝,密被灰白色短柔毛,花期 7~10 月、果期 9~11 月,生于开阔耕地、路边、沟谷旁、灌丛中或林缘。野苏子昆明西山居群 1 和聂拉木樟木沟居群 2 的植物体细胞染色体数目都为 $2n=20$,但核型参数和核型特征也存在差异(表 3、表 4)。其中,居群 1 核型公式为 $2n=2x=14m+6sm$,体细胞中期染色体由 14 条中部和 6 条近中部染色体组成,染色体相对长度范围为 6.18%~14.01%、臂比范围为 1.46~1.99、染色体长度比为 2.47、染色体平均长度为 1.65、着丝粒指数为 38.49、不对称系数 AI 值为 4.20、核型为 1B 型;居群 2 核型公式为 $2n=2x=16m+4sm$,体细胞中期染色体由 16 条中部和 4 条近中部染色体组成,相对长度范围为 6.52%~12.79%、臂比范围为 1.19~2.10、染色体长度比为 2.37、染色体平均长度为 2.04、着丝粒指数为 40.97、不对称系数值 AI 为 4.30、核型为 2B。从相对长度组成来看,野苏子居群 1 为 $2n=4L+6M_2+6M_1+4S$ 、居群 2 为 $2n=2L+10M_2+4M_1+4S$,两居群染色体长度组成相同,都是由长染色体、中长染色体(M_2)、中短染色体和短染色体 4 种染色体组成。

2.4 3 种(5 居群)香薷属植物聚类分析

对 5 居群植物进行聚类分析,讨论 5 居群间的进化关系,分析结果(图 2)表明:阈值取 20 时聚为两支,野苏子和密花香薷的 4 个居群聚为一支,且密花香薷居群 1 与野苏子有更进一步的亲缘关系,毛穗香薷单独为一支。

3 讨论

香薷属已有染色体数目报道的物种染色体数目有: $2n=2x=16,18,20,32,2n=4x=32$,基数为 $x=8,9,10,16$,可见香薷属中,有二倍体和四倍体存在,

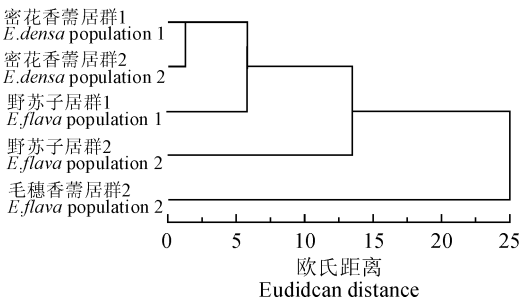


图 2 香薷属 3 种(5 居群)染色体形态特征聚类分析图

Fig. 2 Cluster analysis dendrogram of three *Elsholtzia* species five populations investigated

表 3 3 种(5 居群)香薷属植物的染色体参数
Table 3 Chromosome parameters of three *Elsholtzia* species five populations

分类群 Taxon	染色体序号 Chromosome number	相对长度 Relative lengths/%	臂比 Arm ratio	类型 Form	相对长度指数 Relative length index(<i>I. R. L</i>)
密花香薷居群 1 <i>E. densa</i> population 1	1	15.41	1.30	m	1.23 (M ₂)
	2	13.88	1.59	m	1.11 (M ₂)
	3	13.30	1.46	m	1.06 (M ₂)
	4	12.87	1.44	m	1.03 (M ₂)
	5	12.37	1.62	m	0.99 (M ₁)
	6	11.70	1.47	m	0.94 (M ₁)
	7	10.94	1.59	m	0.88 (M ₁)
	8	9.53	1.79	sm	0.76 (M ₁)
密花香薷居群 2 <i>E. densa</i> population 2	1	15.29	1.31	m	1.22 (M ₂)
	2	14.25	1.43	m	1.14 (M ₂)
	3	13.44	1.59	m	1.08 (M ₂)
	4	12.65	1.30	m	1.01 (M ₂)
	5	12.15	1.42	m	0.97 (M ₁)
	6	11.45	1.30	m	0.92 (M ₁)
	7	10.64	1.29	m	0.85 (M ₁)
	8	10.12	1.21	m	0.81 (M ₁)
毛穗香薷 <i>E. eriostachya</i>	1	30.20	1.22	m	1.51 (L)
	2	25.49	1.28	m	1.27 (L)
	3	17.05	1.41	m	0.85 (M ₁)
	4	15.01	1.67	m	0.75 (S)
	5	12.26	1.46	m	0.61 (S)
野苏子居群 1 <i>E. flava</i> population 1	1	14.01	1.47	m	1.40 (L)
	2	12.71	1.73	sm	1.27 (L)
	3	11.76	1.99	sm	1.18 (M ₂)
	4	11.05	1.47	m	1.10 (M ₂)
	5	10.22	1.76	sm	1.02 (M ₂)
	6	9.52	1.68	m	0.95 (M ₁)
	7	9.04	1.53	m	0.90 (M ₁)
	8	8.38	1.58	m	0.84 (M ₁)
	9	7.22	1.46	m	0.72 (S)
	10	6.18	1.47	m	0.62 (S)
野苏子居群 2 <i>E. flava</i> population 2	1	12.79	2.10	sm	1.28 (L)
	2	11.89	1.90	sm	1.19 (M ₂)
	3	11.85	1.70	m	1.19 (M ₂)
	4	11.41	1.50	m	1.14 (M ₂)
	5	10.77	1.47	m	1.08 (M ₂)
	6	8.82	1.35	m	0.88 (M ₁)
	7	10.14	1.19	m	1.01 (M ₂)
	8	8.50	1.23	m	0.85 (M ₁)
	9	7.24	1.23	m	0.72 (S)
	10	6.52	1.26	m	0.65 (S)

表 4 香薷属 3 种(5 居群)植物的核型参数

Table 4 Cytological characteristics of three *Elsholtzia* species five populations in this study

分类群 Taxon	核型公式 Karyotypic formula	染色体 长度范围 Range SC-LC /um	染色体 长度比 Ratio LC/SC	平均短臂 S Mean /um (± SD)	平均长臂 L Mean /um (± SD)	染色体平均长度 CL Mean (± SD)	着丝粒指数 CI Mean (± SD)	不对称 系数 AI	核型 KS
密花香薷居群 1 <i>E. densa</i> population 1	2n=2x=16=14m+2sm	2.31~1.29	1.78	0.71 (± 0.17)	1.09 (± 0.21)	1.81 (± 0.31)	39.57(± 6.39)	2.75	1A
密花香薷居群 2 <i>E. densa</i> population 2	2n=2x=16=16m	2.19~1.31	1.67	0.73(± 0.17)	1.00 (± 0.25)	1.74 (± 0.36)	42.32(± 5.92)	2.87	1A
毛穗香薷 <i>E. eriostachya</i>	2n=2x=10=10m	4.33~1.62	2.67	1.17 (± 0.50)	1.58 (± 0.53)	2.75 (± 0.99)	41.76 (±6.11)	5.25	1B
野苏子居群 1 <i>E. flava</i> population 1	2n=2x=20=14m+6sm	2.36~0.95	2.47	0.63 (± 0.17)	1.02 (± 0.31)	1.65 (± 0.45)	38.49 (± 5.97)	4.20	1B
野苏子居群 2 <i>E. flava</i> population 2	2n=2x=20=16m+4sm	2.97~1.25	2.37	0.83 (± 0.26)	1.21 (± 0.31)	2.04 (± 0.60)	40.97 (± 6.01)	4.30	2B

且二倍体类群占据主导地位。而本属中的香薷有 2n=2x=16,18,2n=4x=32 的报道,染色体数目及倍性水平具不稳定性。Lewis 等指出染色体可以通过重排、易位等发生进化^[29],这与海拔、经纬度有着密切的关联。本研究中野苏子 2 居群染色体均为 2n=20 与 Saggoo 等所报道的一致,密花香薷 2 居群染色体均为 2n=16 与 Zhang 等报道的一致,而毛穗香薷 2n=10 和 Saggoo 等所报道的 2n=16 存在差异^[13,15],说明毛穗香薷种内染色体数据存在不稳定性。

研究结果表明,野苏子和密花香薷各居群植物体细胞染色体数目均一致,但其染色体类型与相对长度组成却存在一定差异,密花香薷无名山居群 1、居群 2 核型公式分别为 2n=2x=16=14m+2sm 和 2n=2x=16=16m,野苏子昆明西山居群和聂拉木樟木沟居群分别为 2n=2x=20=14m+6sm 和 2n=2x=20=16m+4sm;从各居群所处环境看,居群间海拔梯度差异较大,生境也存在明显差异,染色体类型组成上的差异可能是由此生境差异所造成;此外,Paszko^[27]提出了更为精确的不对称性量化参数 AI 值,该参数综合考虑了染色体长短及着丝粒位置的变异情况,认为 AI 值越高,不对称性越强,植物居群越趋于进化。本实验采用 AI 值来表述该属植物的染色体不对称性,得出密花香薷海拔 3 740 m 居群 AI=2.75,海拔 4 324 m 居群 AI=2.87;野苏子中昆明居群 1 950 m AI=4.20,樟木沟居群 2 230 m

AI=4.30,也不难看出类似的结果。这似乎表明海拔较高的居群具有较进化的特征,可能是环境(高海拔)恶劣所造成的。

3 种植物核型不对称类型有密花香薷 1A 型、毛穗香薷 1B 型、野苏子 1B 型和 2B 型,早有学者提出“核型对称——原始,核型不对称——更进化”的观点^[9,27,30]。因此核型类型为 1A 的密花香薷较其余 2 种更原始。对该属已有染色体数目报道的植物进行染色体资料统计发现,共有 12 种香薷属植物有染色体数目报道,从中不难发现该属仅存在二倍体和四倍体 2 种倍性,且多倍体所占比例较小(16.6%)。由于多倍体具有更高的基因杂合度,故在适应更广的生态幅时较有利^[31],这可能是该属植物仅在中国广布的原因之一。当然,关于香薷属的研究还需结合分子生物学、植物地理学和古生物学等方面的手段进行深入研究。

此外,根据聚类分析可以看出,香薷属 3 种植物中,密花香薷和野苏子的亲缘关系相对较近,密花香薷 2 居群和野苏子 2 居群在种内也存在一定差异。由于缺乏国产香薷属植物其它种类的核型资料,而无法在分类和进化上作更进一步分析比较。但对 3 种(5 居群)香薷属植物群染色体数目和核型分析的研究,可为香薷属植物细胞分类学研究积累资料及填补空缺,也为研究中国香薷属植物群落分布与地理位置差异的关系提供理论基础。

参考文献:

[1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志(66 卷)[M]. 北京: 科学出版社, 1977.

[2] 龚慕辛. 香薷的药理研究概况[J]. 北京中医,1997,16(6): 46-48.

[3] 石进丽, 朱甘培. 中国香薷属植物的药用及开发前景[J]. 中GONG M X. Overview of pharmacological research of *Elsholtzia*[J]. *Beijing Journal of Traditional Chinese Medicine*, 1997, 16(6): 46-48.

[3] 石进丽, 朱甘培. 中国香薷属植物的药用及开发前景[J]. 中

- 药材, 1994, **17**(12): 10-13.
- SHI J L, ZHU G P. Medicinal Utilization and Developing Promise of Genus *Elsholtzia* in China[J]. *Journal of Chinese Medicinal Materials*, 1994, **17**(12): 10-13.
- [4] 李保印, 周秀梅, 郝峰鸽, 等. 我国香蒿属植物研究进展[J]. 河南科技学院学报, 2012, **40**(1): 37-44.
- LI B Y, ZHOU X M, HAO F G, *et al.* Advances and perspectives in studies on *Elsholtzia* genus[J]. *Journal of Henan Institute of Science and Technology*, 2012, **40**(1): 37-44.
- [5] 瞿 纯, 董 霞. 香蒿属蜜源植物的研究与利用[J]. 蜜蜂杂志, 2009, (8): 41-42.
- [6] 赵 勇, 赵 焱, 陈业高. 云南产香蒿属植物挥发油的研究进展[J]. 云南师范大学学报(自然科学版), 2004, **25**(1): 31-33.
- ZHAO Y, ZHAO Y, CHEN Y G. Research progress on essential oils of *Elsholtzia* in Yunnan Province[J]. *Journal of Yunnan Normal University* (Natural Sciences Edition), 2004, **25**(1): 31-33.
- [7] 胡珊梅, 范崔生. 四种香蒿的花粉和果实形态扫描电镜比较观察[J]. 武汉植物学研究, 1995, **13**(1): 95-96.
- HU S M, FAN C S. The scanning electron microscope of pollen and fruit of four species "Xiangru"[J]. *Journal of Wuhan Botanical Research*, 1995, **13**(1): 95-96.
- [8] 曹素珍. 青藏高原两种香蒿的适应性表型可塑性研究[D]. 兰州: 兰州大学, 2008.
- [9] 洪德元. 植物分类学[M]. 北京: 科学出版社, 1990: 1-11.
- [10] 张雪婷, 杨文雄, 杨芳萍, 等. 6 个紫花苜蓿材料的核型及其亲缘关系分析[J]. 西北植物学报, 2011, **31**(4): 671-676.
- ZHANG X T, YANG W X, YANG F P, *et al.* Karyotype and cluster analysis of 6 alfalfa materials[J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2011, **31**(4): 671-676.
- [11] INCEER H, BEYAZOGLU O. Karyological studies in *Tripleurospermum* (Asteraceae, Anthemideae) from north-east Anatolia[J]. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 2004, 146: 427-438.
- [12] GILL L S. The incidence of polyploidy in the West-Himalayan Labiatae [J]. *Revue de Cytologie et de Biologie Végétales, le Botaniste*, 1984, 7: 5-16.
- [13] SAGGOO M I, BIR S S. Meiotic studies on some east Himalayan members of family Labiatae[J]. *Journal of the Indian Botanical Society*, 1986, 56: 304-309.
- [14] PROBATOVA. Chromosome numbers of vascular plants from nature reserves of the Primorsky Territory and the Amur River basin[J]. *Botaničeskij Žhurnal (Moscow & Leningrad)*, 2006, **91**(7): 1 117-1 134.
- [15] 张义贤, 上官铁梁, 平俊爱, 等. 山西产 9 种野生植物的染色体观察[J]. 广西植物, 1993, 13(2): 159-163.
- ZHANG Y X, SHANGGUAN T L, PING J A, *et al.* Chromosome observation of 9 wild plant species from ShanXi[J]. *Guihaia*, 1993, **13**(2): 159-163.
- [16] NISHIKAWA T. Chromosome counts of flowering plants of Hokkaido[J]. *Journal of Hokkaido University of Education*, 1985, 36: 25-40.
- [17] ADAMKIEWICZ E, BIJOK K. Karyological investigations of *Elsholtziapatrini* (Lep.) Garche[J]. *Zeszyty Naukowe Wydziału Biologii Nauko Ziemi Biologia*, 1980, 2: 77-80.
- [18] 马兴华, 覃若林, 邢文斌. 新疆 20 种药用植物的染色体观察[J]. 西北植物学报, 1985, 5(2): 149-154.
- MA X H, QIN R L, XING W B. Chromosome observation of twenty species of drug plants in Xingjiang[J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 1985, **5**(2): 149-154
- [19] RUDYKA E G. Chromosome numbers of vascular plants from the various regions of the USSR [J]. *Botaničeskij Žhurnal*, 1990, 75: 1 783-1 786.
- [20] GILL B S, BIR S S, BEDI Y S. Cytological studies on woody Euphorbiaceae from North and Central India[J]. *New Botanist*, 1981, 8: 35-44.
- [21] 李锡文, 李 捷. 横断山脉地区种子植物区系的初步研究[J]. 云南植物研究, 1993, **15**(3): 217-231.
- LI X W, LI J. A preliminary floristic study on the seed plants from the region of Hengduan Mountain[J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 1993, **15**(3): 217-231.
- [22] TANAKA R. Types of resting nuclei in Orchidaceae[J]. *Botanical Magazine Tokyo*, 1971, 84: 118-122.
- [23] TANAKA R. The karyotype theory and wide crossing as an example in Orchidaceae[M]//: HONG DY. Plant chromosome research, 1989. Hiroshima: Proceedings of the Sino-Japanese Symposium on Plant Chromosomes, 1987: 1-10.
- [24] 李懋学, 陈瑞阳. 关于植物核型的标准化问题[J]. 武汉植物学研究, 1985, **3**(4): 297-302.
- LI M X, CHEN R Y. A Suggestion on the Standardization of Karyotype Analysis in Plants[J]. *Journal of Wuhan Botanical Research*, 1985, **3**(4): 297-302.
- [25] LEVAN A, FEDGA K, *et al.* Nomenclature for centromeric position on chromosomes[J]. *Hereditas*, 1964, 52: 201-220.
- [26] STEBBINS GL. Chromosomal Evolution in Higher Plants [M]. Chromosomal Evolution in Higher Plants, 1971: 72-123.
- [27] PASZKO B. A critical review and a new proposal of karyotype asymmetry indices[J]. *Plant Systematics and Evolution*, 2006, 258: 39-48.
- [28] HAMIDEH J, HESAMZADEH SM, BABAYEV MS. Karyotypic studies of three *Thymus* (Lamiaceae) species and populations in Iran[J]. *Caryologia International Journal of Cytology Cytosystematics & Cytogenetics*, 2009, 62: 316-325.
- [29] LEWIS K R, JOHN B. Chromosome Marker[M]. London: Churchill, 1963.
- [30] STEBBINS GL. Longevity, habitat and release of genetic variability in the higher plants [J]. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, 1958, 23: 365-378.
- [31] ŠPANIEL S, MARHOLD K, *et al.* Diploid and tetraploid cytotypes of *Centaureastoebe* (Asteraceae) in Central Europe: Morphological differentiation and cytotype distribution patterns[J]. *Folia Geobotanica*, 2008, 43: 131-158.

(编辑: 宋亚珍)