

中国姜花属十九个分类群的细胞学研究

胡秀¹, 吴福川², 刘念^{1*}

(1. 仲恺农业工程学院, 广州 520225; 2. 中国科学院西双版纳植物园, 云南 勐腊 666303)

摘要: 采用压片法对中国姜花属十八个分类群进行了体细胞染色体计数, 对白姜花减数分裂终变期 I 的染色体数目和形态进行了观察。结果显示: 包括白姜花在内的十九个分类群中有六个二倍体, 一个三倍体, 十二个四倍体, 其中十二个分类群的体染色体数目为首次报道, 显示中国姜花属植物具有较高比例的多倍体类型; 姜花属的染色体基数为 $n=17$, 染色体组可能是多倍体起源的。

关键词: 姜花属; 染色体计数; 染色体基数; 多倍体

中图分类号: Q942 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2011)02-0175-06

Cytological studies on the 19 taxa of *Hedychium* in China

HU Xiu¹, WU Fu-Chuan², LIU Nian^{1*}

(1. Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou 520225, China; 2. Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Mengla 666303, China)

Abstract: The somatic chromosome numbers of 18 taxa in *Hedychium* and the numbers and morphology of diakinesis I of *H. coronarium* were observed by crush method. The results show that: among the 19 taxa studied, there are six diploid ($2n=2x=34$), one triploid ($2n=3x=51$), and twelve tetraploid ($2n=4x=68$), thus indicating the high percentage of polyploidy of *Hedychium* in China. The chromosome numbers of twelve taxa were reported for the first time; the genome number of *Hedychium* is 17 and it is probably of polyploidy origin.

Key words: *Hedychium*; chromosome count; genome number; polyploid

姜科姜花属 (*Hedychium*) 植物, 全球约 50 种, 中国产 32 种 (胡秀等, 2009), 主要分布于热带和亚热带地区, 我国主要分布于西南部和南部。姜花属植物株型优雅, 花色艳丽、香气浓郁, 是热带和亚热带植物群落林下的重要组成部分, 适合用作园林配置, 部分种类适宜作为香型切花。姜花属植物种间观赏性状形态差异较大, 为杂交育种花卉新品种的培育提供了良好的基础, 但由于兼有不同倍性的种类, 使得染色体计数在亲本选配中显得十分必要。

目前, 有关姜花属植物的细胞学研究较少, 极大地制约了姜花属花卉的育种进程 (表 1)。不仅如此, 对一些种的体染色体数目有争议, 如白姜花的染色体

数分别为 34 (Ramachandran, 1969; 陈忠毅, 1984)、54 (Raghavan & Venkatasubban, 1943)、51 (陈瑞阳, 2009), 其染色体基数分别是 16、17、18, 对姜花属其他种类的染色体计数中也存在类似的情形 (表 1)。我们在研究的初期也发现, 即使是制片良好的图像, 也总是有几条染色体相互贴近, 难于进行准确的计数。植物孢母细胞远较体细胞大、壁薄, 更适合用于染色体研究, 本研究拟通过对白姜花小孢子母细胞减数分裂中期的染色体形态和数目的观察, 提高整个姜花属的染色体计数的精确性。最终, 可为姜花属植物的分类学研究积累细胞学研究资料, 为杂交育种的亲本选配中染色体数目的平衡提供参考依据。

收稿日期: 2010-07-02 修回日期: 2010-11-16

基金项目: 广东省农业厅项目 (B3094531) [Supported by Department of Agriculture Project of Guangdong (B3094531)]

作者简介: 胡秀 (1976-), 女, 四川省西昌人, 博士, 主要研究方向为姜科植物花卉育种, (E-mail) 554311889@qq.com。

* 通讯作者: 刘念, 教授, 主要研究方向为姜科和苏铁植物分类, (E-mail) liunian678@163.com。

表 1 姜花属体细胞染色体计数研究概况

Table 1 Summarize of study of somatic chromosome numbers in *Hedychium*

种类 Taxa	染色体数目 Chromosome numbers	文献出处 Source
白姜花 <i>Hedychium coronarium</i>	2n=2x=34	Ramachandran,1969;陈忠毅,1984
	2n=3x=54	Raghavan & Venkatasubban,1943
	Diploid	Hamidou,2002
	2n=3x=51	陈瑞阳,2009
黄姜花 <i>H. flavum</i>	2n=52	Raghavan & Venkatasubban,1943
	Tetraploid	Sakhanokho & Pounders,2005
毛姜花 <i>H. villosum</i>	2n=4x=68	高江云,2008
小毛姜花 <i>H. villosum</i> var. <i>tenuiflorum</i>	2n=2x=34	高江云,2008
峨眉姜花 <i>H. flavescens</i>	2n=2x=34	Raghavan,1943;Wu,2000
	2n=50	Eksomtramage & Boontum,1995
草果药 <i>H. spicatum</i>	2n=2x=34	Wu & Larsen,2000
红丝姜花 <i>H. gardnerianum</i>	2n=3x=54	Raghavan & Venkatasubban,1943
<i>H. gracile</i>	2n=66	Raghavan & Venkatasubban,1943
<i>H. greenii</i>	2n=2x=36	Raghavan & Venkatasubban,1943
红姜花 <i>H. coccineum</i>	2n=4x=68	Ramachandran,1969;陈忠毅,1984
	Diploid	Sakhanokho & Pounders,2005

注: Sakhanokho & Pounders(2005)的研究结果是采用细胞流体技术研究获得。

Note: the results of Sakhanokho & Pounders(2005) were done by flow cytometric analysis.

表 2 中国姜花属十九个分类群的体细胞染色体数目

Table 2 The somatic chromosome number of 19 taxa of *Hedychium* in China

种类 Taxa	来源地 Source	染色体数 Chromosome number	染色体图片 Photos	凭证标本 Voucher
白姜花 <i>Hedychium coronarium</i>	广东中山	34	图 1:A,B	HU200 (IBSC)
勐海姜花 <i>H. menghaiense</i>	云南勐海	34	图 2:A	HU158 (IBSC)
长瓣裂姜花 <i>H. longipetalum</i>	云南普洱	68	图 2:B	HU010 (IBSC)
盈江姜花 <i>H. yungjiangense</i>	云南盈江	34	图 2:C	HU101 (IBSC)
黄姜花 <i>H. flavum</i>	四川峨眉山	68	图 2:D	HU064 (IBSC)
思茅姜花 <i>H. simaoense</i>	云南普洱	68	图 2:E	HU018 (IBSC)
碧江姜花 <i>H. bijiangense</i>	云南福贡	68	图 2:F	HU201 (IBSC)
普洱姜花 <i>H. stenopetalum</i> var. <i>puerense</i>	云南普洱	68	图 4:E	HU016 (IBSC)
滇姜花 <i>H. yunnanense</i>	云南腾冲	68	图 4:F	HU095 (IBSC)
圆瓣姜花 <i>H. forrestii</i>	云南昆明	34	图 3:A	HU065 (IBSC)
矮姜花 <i>H. brevicaule</i>	广西那坡	68	图 3:B	HU049 (IBSC)
小毛姜花 <i>H. villosum</i> var. <i>tenuiflorum</i>	云南勐腊	34	图 3:C	HU031 (IBSC)
未定名 <i>H. sp. 1</i>	云南屏边	68	图 3:D	HU127 (IBSC)
峨眉姜花 <i>H. flavescens</i>	四川峨眉山	51	图 3:E	HU044 (IBSC)
草果药 <i>H. spicatum</i>	云南六库	68	图 3:F	HU074 (IBSC)
红丝姜花 <i>H. gardnerianum</i>	云南六库	68	图 4:A	HU090 (IBSC)
无丝姜花 <i>H. wardii</i>	云南六库	68	图 4:B	HU085 (IBSC)
密花姜花 <i>H. densiflorum</i>	云南六库	34	图 4:C	HU082 (IBSC)
红姜花 <i>H. coccineum</i>	云南思茅	68	图 4:D	HU015 (IBSC)

注: 白姜花的体细胞染色体数通过减数分裂观察而得。

Note: the somatic chromosome number of *H. coronarium* are obtained by the observation of meiosis.

1 材料和方法

1.1 白姜花减数分裂观察

取白姜花(*Hedychium coronarium*)幼嫩花序,剥取大小不同的新鲜花药,卡诺 II 固定液冰水固定

2 h,卡宝品红染色 2~3 min,拇指压片,Leica DM 2500 显微镜下拍照。凭证标本见表 2。

1.2 体细胞染色体计数

以根尖或处于减数分裂前的幼嫩花药为材料,采用常规压片法(李懋学等,1996)制片,Leica DM 2500 显微镜下拍照,图 4:D 采用了多焦面合并软件

将各对焦面上的成像叠加在一起, 增加图像的清晰程度。凭证标本见表 2。

2 结果

2.1 白姜花减数分裂时期及与花药外部形态的关系

观察到白姜花的减数分裂时期如图 1: A-H 分别是白姜花减数分裂的终变期 I(A、B), 中期 I(C), 中期 II(D), 前期 II(E), 后期 II(F), 四分体时期(G), 单核靠边期(H)。

白姜花的花药白色、长 4~5 mm 时处于减数分裂时期, 此时花药与子房顶部紧贴, 花柱并未伸长。

2.2 十九个分类群的体细胞染色体数目

体细胞染色体计数结果见表 2 和图 2, 图 3 和图 4。结果显示, 在白姜花、黄姜花、小毛姜花、红姜花上的研究结果分别与 Ramachandran(1969)和陈忠毅(1984)、Sakhanokho & Pounders(2005)、高江云(2008)、Ramachandran(1969)和陈忠毅(1984)的

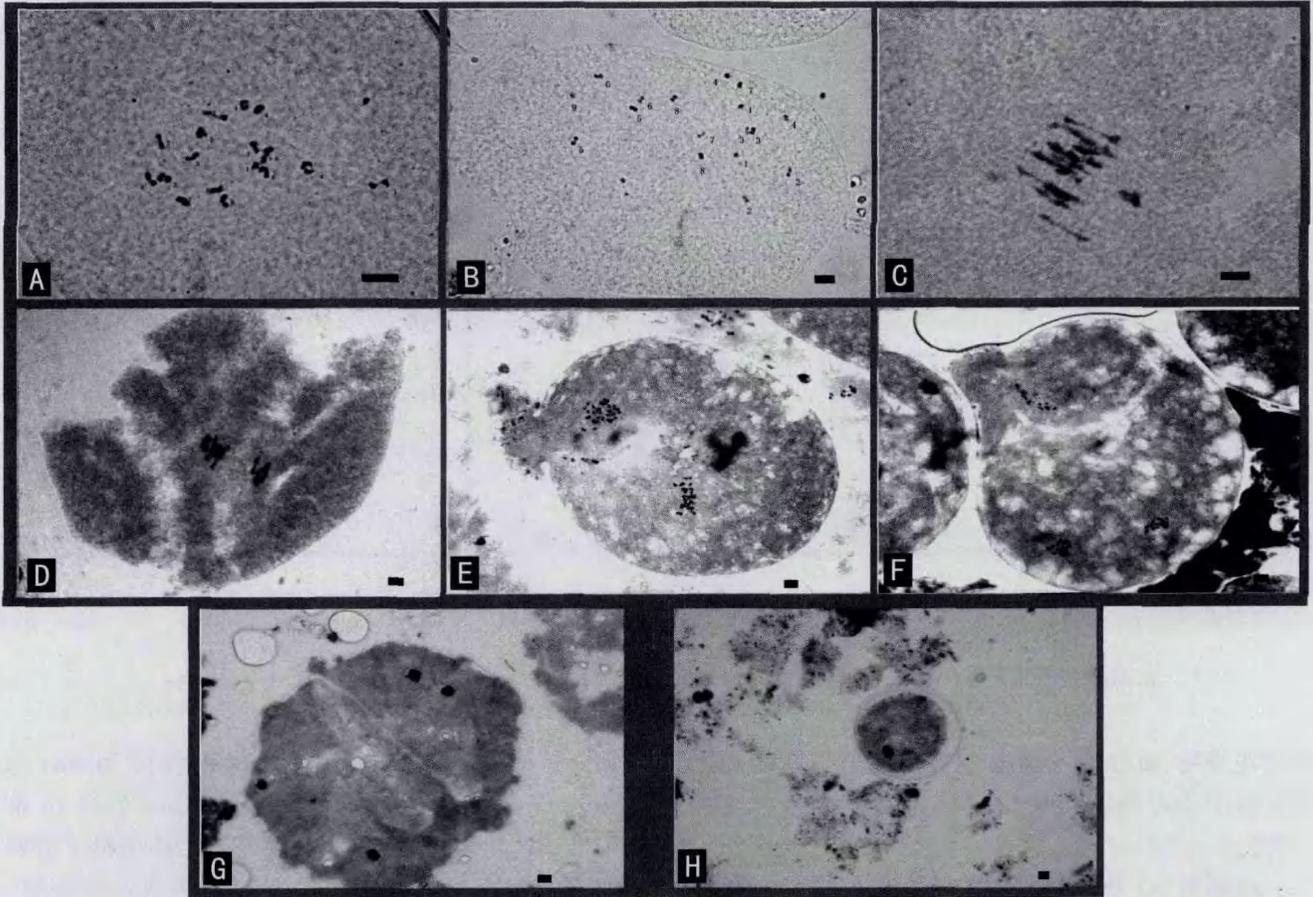


图 1 白姜花减数分裂观察

Fig. 1 Observation of meiosis of *Hedychium coronarium*

A、B. 终变期 I; C. 中期 I; D. 中期 II; E. 前期 II; F. 后期 II; G. 四分体时期; H. 单核靠边期。图中标尺均为 10 μm 。

研究结果相一致。

3 讨论

3.1 姜花属植物的染色体基数

被子植物中许多木本的属和某些木本的科的染色体基数颇高, $x=12$ 至 $x=21$ 。这些基数的起源问题引起了广泛的讨论, 常常认为他们可能起源于

多倍化, 并认为被子植物的原始基数在 $x=7\sim 9$ 范围之内(Grant, 1981; Ehrendorfer, 1964)。

从图 1: A、B 可以清楚地看到, 在白姜花减数分裂终变期 I, 同源染色体配对, 共有 17 对, 支持陈忠毅(1984)关于染色体基数的研究。其中这 17 对中的 16 对根据染色体形态、大小以及终变期 I 的构型可以进一步配对为 8 对, 在形态上看是彼此同源的, 也即是白姜花 $n=17$ 这个染色体组可能是多倍起源

的,其原始基数可能是 $x=9$, 并经历染色体跌落(染色体在多倍体水平上的非整倍性减少)(Darlington, 1956)后的产物。陈瑞阳(2009)研究认为白姜花的体细胞染色体数为 48, Naik 等(1961)认为白姜花体细胞染色体数为 $2n=54$, 染色体基数分别为 16 和 18, 本研究认为姜花属的染色体基数应为 17。

3.2 中国姜花属植物的属内多倍性

与 Mukherjee(1970)的研究结果相似, 本研究

认为中国姜花属植物具有较高的多倍体比例, 在本研究检测的 19 个分类群中, 多倍体的百分比为 68.42%。中国姜花属植物的属内多倍性除与其异花授粉、有性繁殖兼根茎繁殖的繁育系统和多年生的生长习性有关外, 还与我国处于姜科植物起源和分化的边缘地带相一致(吴德邻, 1994)。异花授粉使得多倍体产生的频率提高, 而根茎繁殖和多年生习性为多倍体的生存提供了良好的条件, 因此通常

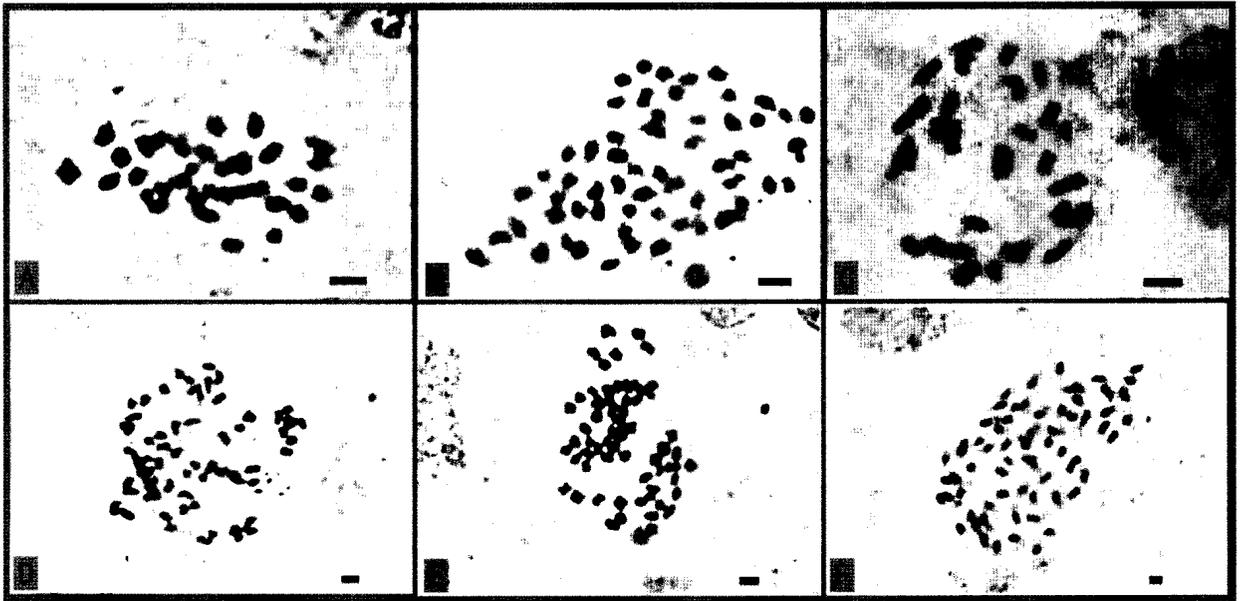


图 2 中国姜花属部分分类群体细胞染色体数目

Fig. 2 Somatic chromosome number of several taxa of *Hedychium* in China

A. 勐海姜花, $2n=2x=34$; B. 长瓣裂姜花, $2n=4x=68$; C. 盈江姜花, $2n=2x=34$; D. 黄姜花, $2n=4x=68$;
E. 思茅姜花, $2n=4x=68$; F. 碧江姜花, $2n=4x=68$ 。图中标尺均为 $1\ \mu\text{m}$ 。

在异花授粉、有性繁殖兼根茎繁殖的繁育系统和多年生的生长习性的植物中多倍体发生的频率较高(洪德元, 1990)。

高丽霞(2008)以峨嵋姜花为亲本的杂交育种中, 正反交均未得到杂交后代, 本研究表明其体细胞染色体数为 $2n=3x=51$, 确证其杂交不育主要由于三倍体育性降低所致。迄今为止, 峨嵋姜花是中国姜花属中唯一的三倍体种。

3.3 姜花属植物的种内多倍性及其分类学意义

高江云(2008)认为毛姜花原变种是其小毛姜花变种的同源四倍体, 姜花属植物存在种内多倍体现象。从形态上看, 在姜花属中一些分布较广的种类中常具有形态完全一样但植株体型、花的大小差异较大的不同居群, 如草果药、红姜花(胡秀等, 2009)。从染色体的倍性来看, 本研究结果显示草果药

(*Hedychium spicatum*) 体细胞染色体为 68, 与 eflora(Wu & Larsen, 2000)记载的 $2n=2x=34$ 不一致。可能的原因是这个种既有二倍体居群又有四倍体居群, 由于材料来源的不同而造成这种差异。同样, 本研究结果与 Ramachandran(1969)均认为红姜花的体细胞染色体数是 $2n=4x=68$, 而 Sakhanokho & Pounders(2005)则认为这是一个二倍体种。因此, 在采用野生种作为杂交亲本的时候, 应注意对特定居群染色体数目进行鉴定。

根据对中国姜花属植物分布的调查(胡秀等, 2009), 从 19 个分类群的染色体数目来看, 并没有证据显示姜花属种的染色体倍性随海拔的升高而增加。在分布上二倍体种与多倍体种也没有明显的界限, 相反却存在种内多倍体的现象, 如毛姜花原变种和小毛姜花变种。因此, 在进行姜花属种的划分时,

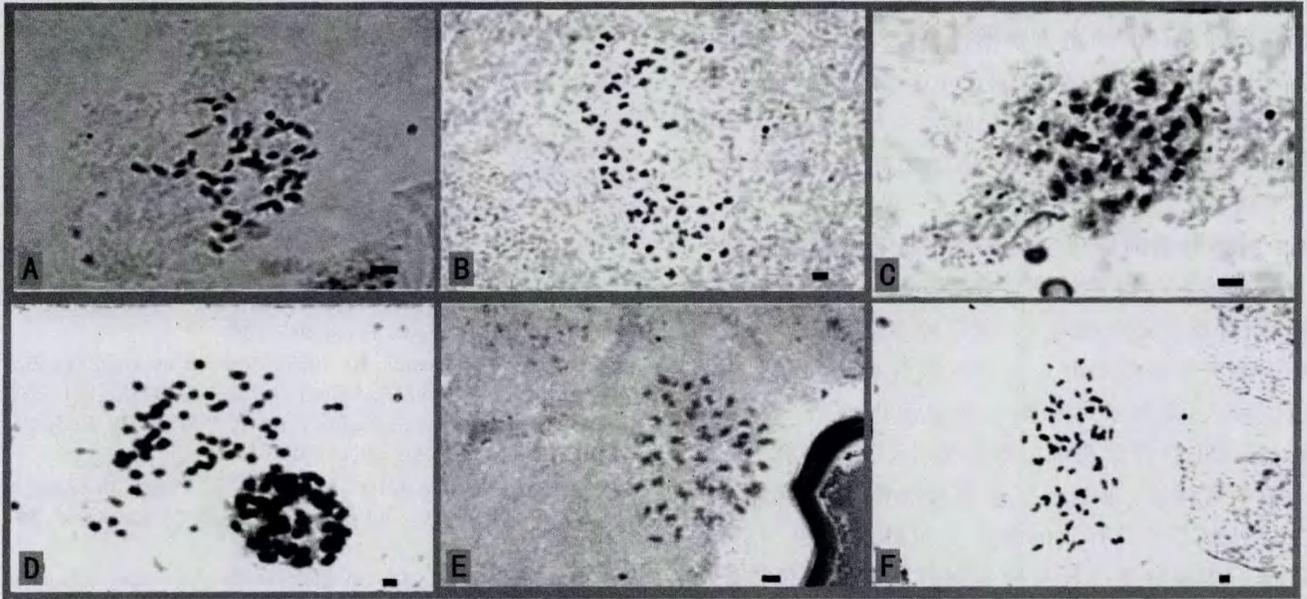


图 3 中国姜花属部分分类群体细胞染色体数目

Fig. 3 Somatic chromosome number of several taxa of *Hedychium* in China

A. 圆瓣姜花, $2n=2x=34$; B. 矮姜花, $2n=4x=68$; C. 小毛姜花, $2n=2x=34$; D. 未定名, $2n=4x=68$;
E. 峨眉姜花, $2n=3x=51$; F. 草果药, $2n=4x=68$ 。图中标尺均为 $1 \mu\text{m}$ 。

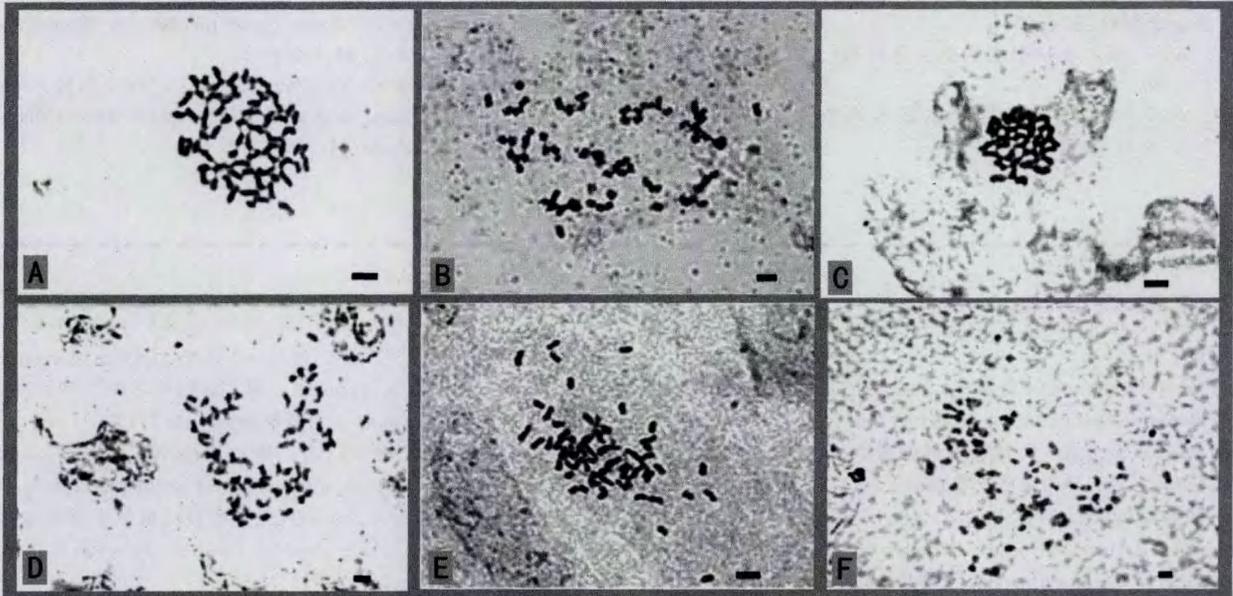


图 4 中国姜花属部分分类群体细胞染色体数目

Fig. 4 Somatic chromosome number of several taxa of *Hedychium* in China

A. 红丝姜花, $2n=2x=68$; B. 无丝姜花, $2n=4x=68$; C. 密花姜花, $2n=2x=34$; D. 红姜花, $2n=4x=68$;
E. 普洱姜花, $2n=4x=68$; F. 滇姜花, $2n=4x=68$ 。图中标尺均为 $1 \mu\text{m}$ 。

染色体倍性不能单独成为分类依据, 必须与形态特征相结合。从形态上看, 与二倍体种相比较, 姜花属的多倍体种并不表现明显的器官巨大性, 但是在种内的二倍体变种和四倍体变种之间存在明显的器官

巨大性。另外, 根据对 12 个四倍体种的野外观察, 均具有非常高的结实率, 证明这些四倍体种可能是杂交起源的异源四倍体, 而在植株各部分形态上并无差异, 仅是体型大小差异的同种的二倍体变种和

四倍体变种之间则是二倍体与同源四倍体的关系,这在高江云(2008)对姜科植物繁殖生态学的研究中已经被证明。由此可以认为,在姜花属中,经历杂交而起源的多倍体即异源多倍体之间可以划分为不同的种,非杂交起源的同源多倍体之间适宜划分为种下等级。

3.4 减数分裂时期染色体形态和数目观察的意义

在植物的染色体研究中,常会遇到难于计数的情形,特别是染色体较小、数目较多细胞质内含物多难于解离干净的类群。由于减数分裂时期细胞和染色体较大,小孢子母细胞细胞壁薄内含物少易于解离,同源染色体配对而使数目减半、染色体的形态较为清晰等优点,通过观察减数分裂终变期染色体的数目和形态可以有效的辅助染色体的计数,并可通过进一步观察和比较减数分裂时期同源染色体配对的形态研究各种类之间的分类学关系。

参考文献:

吴德邻. 1994. 姜科植物地理[J]. 热带亚热带植物学报, 2(2):1-14
 李懋学, 张赞平. 1996. 作物染色体及其研究技术[M]. 北京: 中国农业出版社:32-37
 陈忠毅. 1984. 国产姜科植物的染色体计数[J]. 广西植物, 4(1):13-18
 陈瑞阳. 2009. 中国主要经济植物基因组染色体图谱(第5卷)[M]. 北京: 科学出版社:749

洪德元. 1990. 植物细胞分类学[M]. 北京: 科学出版社:157-158
 胡秀, 闫建勋, 刘念, 等. 2009. 中国姜花属野生花卉资源的调查与引种研究[J]. 园艺学报, 37(4):643-648
 高江云. 2008. 姜科植物繁殖生态学研究-花寿命的适应意义[D]. 中国科学院研究生院博士学位论文. 中国科学院西双版纳植物园
 高丽霞. 2008. 姜花属种质创新与分子遗传学研究[D]. 中国科学院研究生院博士学位论文. 中国科学院华南植物园.
 Darlington CD. 1956. Chromosome Botany[M]. London: George Allen & Unwin Ltd:126-133
 Ehrendorfer F. 1964. Cytologie, taxonomie and evolution bei Samenpflanzen[J]. *Vistas Bot*, 4:99-186
 Eksomtramage L, Boontum K. 1995. Chromosome counts of Zingiberaceae[J]. *Songklanakarini J Sci Technol*, 17(3):291-297
 Grant V. 1981. Plant Speciation (2nd ed.)[M]. New York: Columbia University Press:298-306
 Sakhanokho HF, Pounders Jr CT. 2005. Ploidy variation in *Hedygium* species and cultivars[J]. *SNA Res Conf*, 50:665-667
 Mukherjee I. 1970. Chromosome studies of some species of *Hedygium*[J]. *Bot Mag Tokyo*, 83:237-241
 Naik VN, Panigrahi G. 1961. Genus *Hedygium* in Eastern India [J]. *Bull Bot Surv Ind*, 3:67-73
 Raghavan TS, Venkatasubban KR. 1943. Cytological studies in the family Zingiberaceae with special reference to chromosome number and cyto-taxonomy[J]. *Proceedings of Indian Academy of Sciences Series B*, 17:118-132
 Ramachandran K. 1969. Chromosome numbers in Zingiberaceae [J]. *Cytologia Tokyo*, 34:213-221
 Wu TL, Larsen K. 2000. Zingiberaceae[M]//Wu ZY, Raven PH (eds). *Flora of China*. Beijing: Science Press; St. Louis; Missouri Botanical Garden Press, 24:370-377

(上接第 207 页 Continue from page 207)

准出版社
 Dai XH(戴小华), Yu SX(余世孝). 2004. Sampling methods of vegetation investigation in a tropical rain forest at Bawangling Nature Reserve (海南霸王岭热带雨林植被取样技术研究)[J]. *J Trop Subtrop Bot*(热带亚热带植物学报), 12(5):405-410
 He LP(和丽萍), Meng GT(孟广涛), Chai Y(柴勇), et al. 2007. Disturbance factors and degraded forest types in the Jinshajiang Watershed of Yunnan Province(云南金沙江流域退化天然林干扰成因及退化类型探讨)[J]. *J Zhejiang Fore Coll*(浙江林学院学报), 24(6):675-680
 He YT(何勇涛), Cao M(曹敏), Tang Y(唐勇), et al. 2000. A comparative study on tree species diversity of evergreen broad-leaved forest, central-Yunnan (滇中地区常绿阔叶林树种多样性比较研究)[J]. *J Mountain Sci*(山地学报), 18(4):222-228
 Huang HK(黄海魁). 2000. The conservation and the distribution fracture Yunnan wild fauna(云南野生动植物地理分布特点和退化原因分析)[J]. *Yunnan Geographic Environ Res*(云南地理环境研究), 12(1):80-87

Jin ZZ(金振洲). 1997. The types and characteristics of evergreen broad-leaf forests in Yunnan(云南常绿阔叶林的类型和特点)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 1(1):91-104
 Li GX(李贵祥), Meng GT(孟广涛), Fang XJ(方向京), et al. 2008. Distribution of major forest vegetation types of Jinshajiang river basin in Yunnan Province(云南金沙江流域主要森林植被类型分布格局)[J]. *Res Environ Yangtze Basin*(长江流域资源与环境), 19(1):146-151
 Li ZM(李志敏), Sun H(孙航). 1998. The architecture of leaves from the dominant and common species of semi-humid evergreen broad-leaved forest occurring in centre Yunnan(滇中半湿润常绿阔叶林主要优势及常见种叶形态结构特征)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 20(1):49-57
 Peng H(彭华), Wu ZY(吴征镒). 2001. The floristic characteristics and its significance in conservation of semi-humid evergreen broad-leaved forests in Mt Wuliang(无量山半湿润常绿阔叶林的区系特征及保护生物学意义)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 23(3):278-286