

富民枳的核型与分类位置探讨

刘利勤^{1,2}, 杨静^{1,2}, 顾志建^{1*}

(1 中国科学院昆明植物研究所, 云南 昆明 650204; 2 中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘要: 报道了富民枳 (*Poncirus polyandra*) 的染色体核型。间期核和有丝分裂前期染色体分别为球状前染色体型和中间型; 体细胞中期染色体数目为 $2n = 18$, 核型公式为 $2n = 2x = 18 = 12m + 6sm$ (2SAT); 核型不对称性类型为 1A。将上述结果与前人报道过的枳和枳橙的核型进行比较。根据富民枳、枳和枳橙之间的核型差异, 并结合富民枳形态学、孢粉学、叶片同工酶和分子系统学等方面的研究成果进行综合分析, 我们认为富民枳能够以种的地位存在于枳属中, 且是较枳更为原始的种类。

关键词: 富民枳; 核型; 分类位置

中图分类号: Q 942

文献标识码: A

文章编号: 0253-2700 (2007) 02-198-03

Karyomorphology and Taxonomic Position of *Poncirus polyandra* (Rutaceae)

LIU Li-Qin^{1,2}, YANG Jing^{1,2}, GU Zhi-Jian^{1*}

(1 Kunming Institute of Botany, Chinese Academic of Sciences, Kunming 650204, China;

2 Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

Abstract: A study on *Poncirus polyandra* was conducted karyologically. The interphase nuclei was observed to be the round prochromosome type, and the prophase chromosome type was the interstitial type. The karyotype of metaphase chromosome in somatic cells is: $2n = 2x = 18 = 12m + 6sm$ (2SAT). The karyotype belonged to Stebbins 1A type. The karyotypes among *P. polyandra*, *P. trifoliata* and *Citrus sinensis* were compared. Based on the evidence from cytology, palynology, morphology, leaf isozymes and molecular systematics, the systematic position of *P. polyandra* was discussed. It is more reasonable to place *P. polyandra* in the genus *Poncirus*, and it probably represents a more primary species in the genus.

Key words: *Poncirus polyandra*; Karyotype; Systematic position

枳属 (*Poncirus* Raf.) 我国特有 两种, 即枳 (*P. trifoliata* Raf.) 和富民枳 (*P. polyandra* S. Q. Ding) 等 (吴征镒等, 2003)。富民枳是丁素琴等 (1984) 在云南富民县柑桔资源调查中, 根据当地群众提供的情况发现的。根据其分类的形态特征与枳存在明显差异, 将富民枳作为枳属的一个新种发表。

自富民枳发表以来, 各学者对其进行了形态学、孢粉学、叶片同工酶和分子系统学等方面的研究, 对于该种分类地位颇有争议。富民枳作为枳属的一个新种得到了叶片同工酶证据 (方德秋, 1993)、孢粉学 (范眸天等, 1998) 和 SSR 标记的高纯合率 (庞晓明等, 2003) 的支持。但郭天池等 (1996) 认为富民枳是一个天然枳

橙 (*P. trifoliata* × *Citrus sinensis*) 类型, 是枳与甜橙的天然杂种。吴兴恩等 (2003) 对枳、富民枳与枳橙进行了 RAPD 分析, 认为富民枳与枳橙的亲缘关系更近, 而与枳的关系较远。

本文报道了富民枳的染色体体数目和核型, 并对枳、枳橙与富民枳的核型进行比较, 同时讨论了富民枳的分类地位。

1 材料与方法

实验材料采自云南省富民县, 并栽培于中国科学院昆明植物园迁地保护园内。

取幼苗根 1 ~ 2 cm, 洗净后用 0.003 mol/L 的 8 - 羟基

* 通讯作者: Author for correspondence

收稿日期: 2006-05-17, 2006-09-17 接受发表

作者简介: 刘利勤 (1975-) 女, 在读博士研究生, 主要从事植物细胞遗传学研究。

喹啉于室温下处理 2 h, 卡诺氏固定液 (冰乙酸 无水乙醇 = 1 3) 固定, 置冰水中至少 0.5 h。用 1 mol/L HCl 在 60 °C 水浴中解离 3 min, 蒸馏水洗后卡宝品红染色。常规压片。在 Zeiss 显微镜下观察, 并用蔡氏公司的 ikaros 软件分析和照相。

2 结果与讨论

富民枳的间期核 (图 1: A), 由一些大小不等呈球形的异染色体颗粒均匀分布在核内, 根据 Tanaka (1971, 1977) 的分类标准, 其构形属于球状前染色体型 (round prochromosome type)。分裂前期染色体 (图 1: B) 的异染色质片段和常染色体片段可以区分, 但分界不明显; 异染色质片段在染色体两臂的近基区、远区和中间区都有分布。根据 Tanaka (1971, 1977) 的分类标准, 这种有丝分裂前期染色体属于中间型 (intersititial type)。体细胞分裂中期染色体数目 $2n = 18$ (图 1: C), 基数 $x = 9$, 核型公式为 $2n = 2x = 18 = 12m + 6sm$ (2SAT) (图 1: D), 第 1、2、11、12、13、14 条染色体为亚中部着丝粒染色体 (sm), 其余为中部着丝粒染色体 (m), 第 1、2 条染色体具有随体。无臂比值大于 2 的染色体, 最长与最短染色体比为 1.57, 核型不对称性类型为 1A 型。染色体参数见表 1。

将富民枳与枳和枳橙的核型 (陈瑞阳等, 2003) 进行比较 (图 2、表 2), 三者的核型在相对长度范围、臂比范围上差别并不大, 染色体数目均为 18, 均为 m 和 sm 型染色体, 无 st 或 t 型染色体; 主要差别在于所具随体的大小、数目和位置, 富民枳的第一对同源染色体的短臂上具有 2 个小随体, 而枳具有随体的染色体是第 9 对, 其位置在长短臂之间为中间随体 (或称居间随体), 枳橙的第 7、第 9 对染色体具有 4 个中间随体。陈全友和梁国鲁 (1989) 认为在枳属核型相似的情况下, 其随体是遗传变异的一个明显特征。随体这一明显变异, 对探讨柑桔属物种的形成及进化具有极其重要的价值 (梁国鲁, 1990)。

枳具有中间随体的这对同源染色体的长度有较明显的差异, 我们认为这是因为具有随体的同源染色体发生了臂内倒位后, 两条同源染色体间在互换过程中又发生了不等位易位而造成。枳和富民枳虽然都具有二个随体, 但它们的位置和来源完全不同, 前者是原生的后者是染色体发生结构变异后形成的。至于枳橙有 4 条染色体具中间随体, 除了枳这一亲本有 2 条染色体具中间随体, 另一亲本橙也有 2 条染色体具随体 (或是中间随体, 或是臂端随体) 导致杂交后代枳橙有 4 条染色体具中间随体, 这仅仅是一般的杂交变异推论。富民枳体细胞染

表 1 富民枳的染色体核型参数

Table 1 The parameters of chromosomes of *Poncirus polyandra*

No.	RL	AR	type	No.	RL	AR	type	No.	RL	AR	type
1*	$4.09 + 2.32 = 6.42$	1.76	sm	7	$3.43 + 2.32 = 5.57$	1.48	m	13	$3.21 + 1.88 = 5.31$	1.71	sm
2*	$4.09 + 2.32 = 6.42$	1.76	sm	8	$3.32 + 2.32 = 5.64$	1.43	m	14	$3.10 + 1.77 = 4.87$	1.75	sm
3	$3.87 + 2.54 = 6.42$	1.52	m	9	$3.21 + 2.32 = 5.53$	1.38	m	15	$3.10 + 1.99 = 5.09$	1.56	m
4	$3.87 + 2.54 = 6.42$	1.52	m	10	$3.21 + 2.32 = 5.53$	1.38	m	16	$3.10 + 1.99 = 5.09$	1.56	m
5	$3.65 + 2.54 = 6.19$	1.43	m	11	$3.43 + 1.99 = 5.42$	1.72	sm	17	$2.54 + 1.99 = 4.54$	1.28	m
6	$3.54 + 2.32 = 5.86$	1.52	m	12	$3.43 + 1.99 = 5.42$	1.72	sm	18	$2.32 + 1.77 = 4.09$	1.31	m

* 染色体随体长度未计算在内 The length of satellite is not included in the chromosome length.

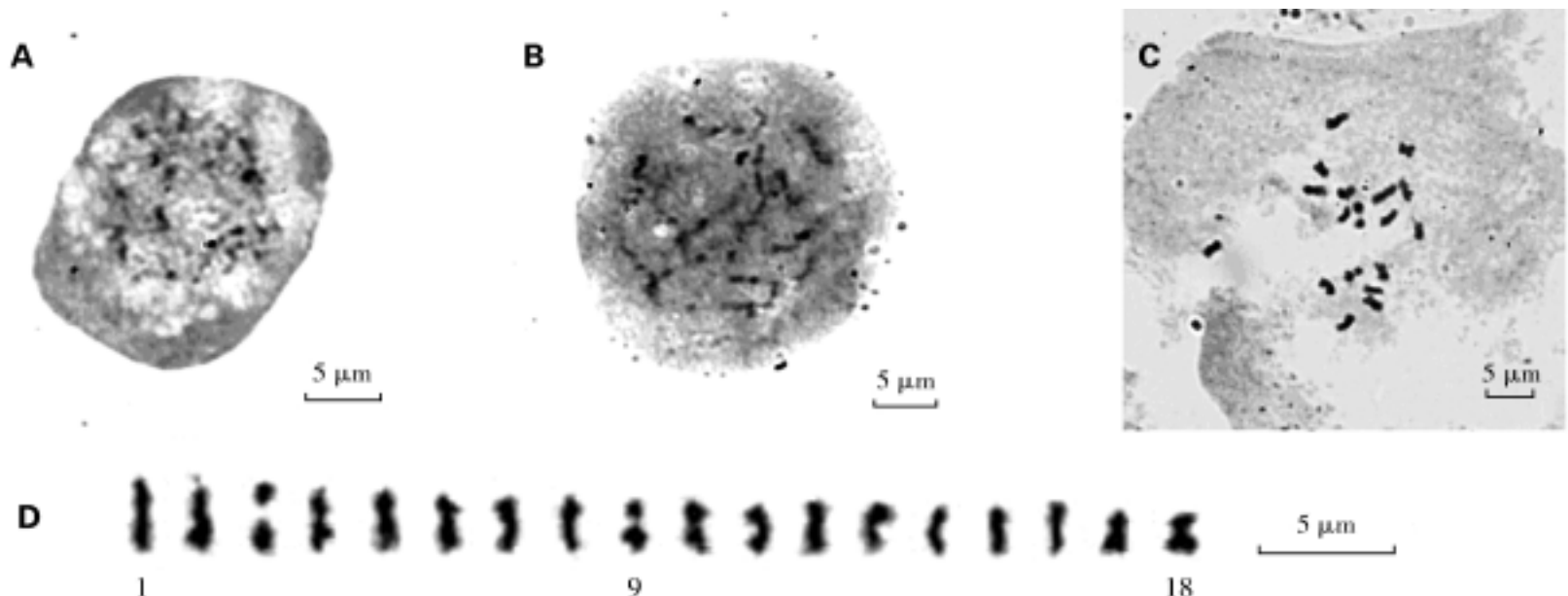


图 1 富民枳的间期核, 前期、中期染色体及核型图 A. 间期核; B. 前期染色体; C. 中期染色体; D. 核型图
Fig. 1 The interphase nuclei (A), prophase chromosomes (B), metaphase chromosomes (C) and karyotype (D) of *P. polyandra*

表2 富民枳、枳和枳橙的核型比较

Table 2 A comparison of karyotypes of *P. polyandra*, *P. trifoliata* and *P. trifoliata* × *C. sinensis*

Species	RL	Longest Shortest	AR	Karyotype formula	Type
富民枳	6.42-4.09	1.57	1.54	$2n = 2x = 18 = 12m + 6sm$ (2SAT)	1A
枳	6.94-3.77	1.80	1.57	$2n = 2x = 18 = 12m + 6sm$ (2SAT)	2A
枳橙	7.48-4.46	1.70	1.64	$2n = 2x = 18 = 12m + 6sm$ (4SAT)	2A

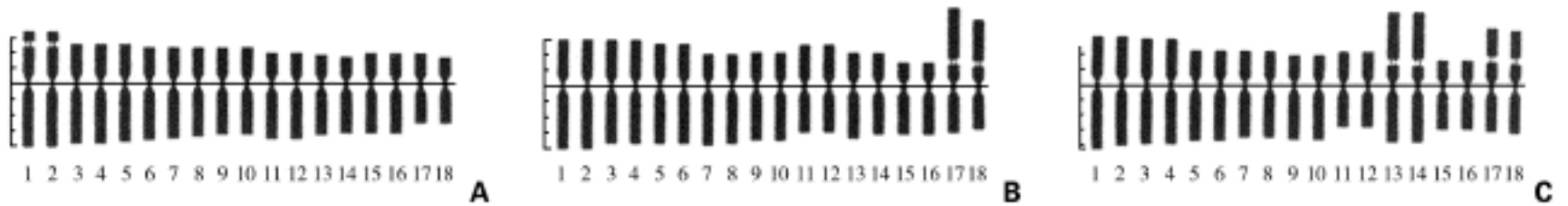


图2 富民枳、枳和枳橙的核型模式图 A. 富民枳; B. 枳; C. 枳橙

Fig. 2 The idiogram of *P. polyandra* (A), *P. trifoliata* (B) and *P. trifoliata* × *C. sinensis* (C)

染色体核型属1A型，而枳为2A型。Stebbins (1971) 认为，在植物界，核型进化的基本趋势是由对称向不对称发展的，1A的核型较2A的核型对称。

从它们的表形的特征性状上富民枳与枳主要区别在于前者常绿，花梗长3~7 mm，花瓣5~9枚，雄蕊35~43枚，子房10室；后者冬季落叶，花几无梗，花瓣5枚，雄蕊8~20枚，子房6~8室（丁素琴等，1984），表明了它们间的性状特征有明显的差异，具备了种的分类特征。而且按照被子植物系统分类的原则雄蕊、子房多数为原始性状，随之递减为进化。叶片同工酶的研究结果也表明富民枳与枳存在明显差异，认为富民枳以种的地位存在于枳属中，而不是天然枳橙（方德秋，1993）。

根据本文对富民枳核型研究的结果，结合前人的研究结果证据，我们认为富民枳不是一个枳与甜橙的天然杂交种，能够以种的地位存在于枳属中，且是较枳更为原始的种类。

〔参 考 文 献〕

叶荫民, 孔炎, 邓向红, 1982. 柑桔花粉形态的研究 [J]. 中国农业科学, (5): 62—65
 吴征镒, 路安民, 汤彦承等, 2003. 中国被子植物科属综论 [M]. 北京: 科学出版社, 735
 陈瑞阳, 李秀兰, 宋文芹等, 2003. 中国主要经济植物基因组染色体图谱 [M]. 北京: 万国学术出版社, 362—473
 郭天池, 陈全友, 叶荫民, 1996. 枳的种质资源 [M]. 中国南方果树, (3): 8—10
 Chen QY (陈全友), Liang GL (梁国鲁), 1989. Study on the karyotype of *Poncirus* [J]. *Acta Bot Yunnan* (云南植物研究), 11

(1): 103—106

Ding SQ (丁素琴), Zhang XN (张显努), Bao ZR (暴卓然), et al, 1984. A new species of *Poncirus* from China [J]. *Acta Bot Yunnan* (云南植物研究), 6 (3): 292—293
 Fang DQ (方德秋), 1993. Intra and intergeneric relationships of *Poncirus polyandra*: investigation by leaf isozymes [J]. *J Wuhan Bot Res* (武汉植物学研究), (1): 36—40
 Fan MT (范眸天), Liang MQ (梁明清), Pu WQ (浦卫琼), 1998. Studies on the pollen morphology and taxonomic position of *P. trifoliata* and *P. polyandra* [J]. *J Yunnan Agric Univ* (云南农业大学学报), (3): 298—300
 Liang GL (梁国鲁), 1990. Studies on the cytogenetics of *Cierus* [J]. *J Wuhan Bot Res* (武汉植物学研究), 8 (1): 1—7
 Pang XM (庞晓明), Hu CG (胡春根), Deng XX (邓秀新), 2003. Phylogenetic relationships among *Citrus* and its relatives as revealed by SSR markers [J]. *Acta Genet Sin* (遗传学报), 30 (1): 81—87
 Stebbins QL, 1971. *Chromosomal Evolution in Higher Plants* [M]. London: Edward Arnold
 Tanaka R, 1971. Types of resting nuclei in Orchidaceae [J]. *Bot Mag*, 84: 118—122
 Tanaka R, 1977. Recent karyotype studies [A]. In: Ogawa K et al. eds. *Plant Cytology* [M]. Tokyo: Asakura Shoten, 293—326
 Wu XE (吴兴恩), Fan MT (范眸天), Gao J (高峻) et al. 2003. Studies on the RAPD analysis and taxonomic relationship of Trifoliolate orange, Fuming Trifoliolate orange and Citrange [J]. *J Yunnan Agric Univ* (云南农业大学学报), 18 (3): 277—280
 Zhong RF (钟瑞芳), Wang SY (王仕玉), Liang MQ (梁明清) et al. 2001. Studies on biological characteristics and application of *Poncirus polyandra* [J]. *J Yunnan Agric Univ* (云南农业大学学报), 16 (3): 244—246