

基于 ITS 序列探讨山茶属金花茶组的系统发育关系

唐绍清¹, 施苏华², 钟杨³, 王燕¹

(1. 广西师范大学生物系, 广西桂林 541004; 2. 中山大学生命科学学院, 广东广州 510275; 3. 复旦大学生物多样性研究所, 上海 200433)

摘要: 测定了分布于我国的 22 个山茶属金花茶组的种或变种的 nrDNA ITS 区序列, 它们的序列长度在 476~496 之间。GC 含量都超过了 70%, 应用 Kimura 2-模型计算了序列间的分化程度, 构建了最大简约树、邻接树和最大似然树, 分析结果表明: (1) 淡黄金花茶、毛籽金花茶、陇瑞金花茶、弄岗金花茶、大样金花茶和凹脉金花茶的关系较近; (2) 小瓣金花茶、小花金花茶、薄叶金花茶、多瓣金花茶、夏石金花茶和龙州金花茶的关系较近。ITS 区序列分析结果与 AFLP 分析结果相近。

关键词: 山茶属; 金花茶组; ITS; 系统关系

中图分类号: Q949.758 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2004)06-0488-05

Phylogenetic relationships of golden camellias (sect. *Chrysantha*, *Camellia*) in China: evidence from ITS sequences of nuclear ribosomal DNA

TANG Shao-qing¹, SHI Su-hua², ZHONG Yang³, WANG Yan¹

(1. Department of Biology, Guangxi Normal University, Guilin 541004, China; 2. School of Life Sciences, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China; 3. Institute of Biodiversity Science, Fudan University, Shanghai 200433, China)

Abstract: Golden camellias, belonging to the genus *Camellia* (Theaceae) and distributed in a narrow region of southern China and northern Vietnam, are very famous ornamental plants and useful genetic resources for commercial cultivation, but their phylogenetic relationships have been controversial during the recent decade. In this paper, the nucleotide sequences of the internal transcribed spacer (ITS) of nuclear ribosomal DNA in 22 taxa of the sect. *Chrysantha* in China and *C. sinensis* of the sect. *Thea* as an outgroup were determined by direct sequencing of PCR-amplified DNA fragments. The total length of the ITS1 and ITS2 regions of the sect. *Chrysantha* in China ranged from 476 to 496 base pairs (bp), and the GC content was over 70% in the 22 taxa. Sequence divergences were estimated using Kimura two-parameter model, and the phylogenetic analysis were performed using the maximum parsimony (MP), the neighbor-joining (NJ), and the maximum likelihood (ML) methods. The ITS data suggest (1) *C. longruiensis*, *C. longgangensis*, *C. ptilosperma*, *C. flavida*, *C. impressinervis* and *C. grandis* are closely related; (2) *C. parvipeta*, *C. multipetala*, *C. chrysanthoides*, *C. micriantha*, *C. xiashiensis*, and *C. longzhouensis* have closed relationship.

Key words: *Camellia*; golden camellia; nrDNA ITS; molecular phylogeny

收稿日期: 2003-12-19 修订日期: 2004-03-22

基金项目: 国家自然科学基金(39860011)

作者简介: 唐绍清(1965-), 男, 广西恭城县人, 博士, 教授, 从事植物学教学和研究工作。E-mail: shaoqing@mailbox.gxnu.cn

金花茶组 (sect. *Chrysantha* Chang) 属山茶科 (Theaceae) 山茶属 (*Camellia*), 金花茶组植物主要分布于我国广西南部及越南北部, 个别种分布于贵州和云南。因为具有黄色的花, 它们在园艺上具有重要的价值。金花茶为一级保护植物, 显脉金花茶 (*C. euphlebia*)、平果金花茶和毛瓣金花茶为二级保护植物。

张宏达 (1979) 建立金花茶组时, 金花茶仅包括黄花茶 (*Camellia flava* (Pitard) Sealy)、五室金花茶 (*C. aurea* Chang)、金花茶、凹脉金花茶、显脉金花茶、薄叶金花茶和东兴金花茶等 7 个种。之后有 20 多个新分类群被发表。新种层出不穷以致达到了难以识别和区分的程度 (闵天禄等, 1993), 张宏达 (1991, 1996)、叶创兴等 (1992) 和闵天禄等 (1993) 对金花茶组植物各自作了全面的订正, 但对一些分类群的处理存在分歧。1998 年山茶科山茶亚科的《中国植物志》出版 (张宏达等, 1998), 它承认的金花茶组植物 18 种, 其中分布于我国的 16 种。但仍有不同意见 (闵天禄等, 2000)。

对金花茶组植物的形态解剖、花粉形态和核型等方面已有许多研究, 梁盛业等 (1993) 出版了金花茶专著, 对这些资料进行了全面的总结。应用 RAPD (唐绍清等, 1998; 施苏华等, 1998) 和 AFLP (唐绍清等, 2004) 的方法对金花茶组植物进行了分析。本研究测定了 22 个金花茶组植物的种或变种 (包括 7 个已归并的种) 的 ITS 区序列并进行分析, 目的在于进一步探讨金花茶植物的系统发育和存在的分类问题, 为金花茶植物种质资源的保护和利用提供科学的依据。

1 材料和方法

1.1 植物材料

贵州金花茶、离蕊金花茶和簇蕊金花茶 3 个种的材料是将叶剪成小片, 放在有变色硅胶的封口袋中干燥后, 带回实验室用于 DNA 提取; 其他种的材料将枝条插于水中, 带回实验室, 取其叶用于 DNA 提取。本研究所用植物材料来源、凭证标本等详见表 1。

1.2 DNA 提取、扩增与测序

采用 CTAB 法 (Doyle 等, 1987) 提取植物总 DNA, 总 DNA 用玻璃珠法进行纯化。nrDNA ITS 区用引物 ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATAT-

AGC-3') 和 ITS5 (5'-GGAAGTAAAAGTCGTA-ACAAGG-3'), 按程序: 94 °C 预变性 3 min; 接以 94 °C 1 min, 50 °C 2 min, 72 °C 2 min, 25 个循环; 最后 72 °C 保温 10 min 进行扩增。PCR 反应产物经 QIAquin 纯化试剂纯化, 用自动测序仪进行测序, 引物是 ITS4 和 N18L18 (5'-AAGTCGTAACAAG-GTTTC-3')。

1.3 DNA 序列分析

序列排列用 Clustal X (Thompson 等, 1997) 初排, 进一步用人工核对排列。用 PAUP 4.0 (Swofford, 1999) 的简约法 (parsimony) 和邻接法 (neighbor-joining) (Saitou 和 Nei, 1987) 构建 ITS 系统树, 进行系统发育分析。在简约分析中, 所有的空位作缺失处理, 在邻接法分析中, 采用 Kimura 2-参数距离 (Kimura, 1980), 构建 ITS 邻接树。最大似然树 (maximum likelihood (ML) tree) 根据 HKY 分子替代模型用 PUZZLE 5.0 计算 (Schmidt 等, 2000; Strimmer 等, 1996; Hasegawa 等, 1985)。都以山茶属茶组 (sect. *Thea*) 的茶作为外类群。

2 结果

测定的金花茶植物的 ITS 区序列长度为 476~496 bp, 其中 ITS1 为 243~261 bp, ITS2 为 228~246 bp。经对位排列后形成一个 562 个位点的参数, 其中 75 个位点是变化的、28 个位点对简约分析是有效的信息位点。GC 含量较高, 都超过了 70%, 相对高的 GC 含量可能是引起金花茶组植物的 ITS 区测序困难的原因。应用 Kimura 2-参数计算样品间的 ITS 序列分化程度, 样品间的遗传距离介于 0.00%~5.02% 之间 (表 2)。最大值存在于中东金花茶与顶生金花茶之间, 最小值存在于弄岗金花茶与陇瑞金花茶、龙州金花茶与夏石金花茶、薄叶金花茶与小瓣金花茶及小花金花茶之间。

图 1 为简约分析得到的严格一致树, 步长 125, 一致性指数 (CI) 0.664, 维持性指数 (RI) 0.641, RC = 0.4256, 树中形成 3 个分支, 但 3 分支的支持率相对较低 (51%、68% 和 71%), 毛瓣金花茶、中东金花茶、簇蕊金花茶、离蕊金花茶和贵州金花茶等 5 个种与这 3 个分支相对独立。邻接树 (图 2) 与最大简约树相似, 毛瓣金花茶等 5 种与 3 个分支相对独立, 但 3 个分支的支持率相对要高 (62%、79% 和 82%)。最大似然树 (图 3) 中毛瓣金花茶独立出来,

表 1 用于本研究的植物材料来源、凭证标本及 GenBank 检索号

Table 1 Origin and vouchers of accessions used for this study and their GenBank accession numbers

分类群 Taxon	凭证标本 Voucher	来源 Origin	GenBank Accession Numbers
中东金花茶 <i>Camellia achrysantha</i>	唐绍清 127	金花茶公园栽培, 广西南宁	AF315496
薄叶金花茶 <i>C. chrysanthoides</i>	唐绍清 108	桂林植物园栽培, 广西桂林	AF315483
族蕊金花茶 <i>C. fascicularis</i>	杨世雄 93527	昆明植物园栽培, 云南昆明	AF315485
淡黄金花茶 <i>C. flavida</i>	唐绍清 129	桂林植物园栽培, 广西桂林	AF315480
大样金花茶 <i>C. grandis</i>	唐绍清 107	桂林植物园栽培, 广西桂林	AF315488
贵州金花茶 <i>C. huana</i>	杨成华 2874	贵州省林业科学研究院栽培	AF315489
凹脉金花茶 <i>C. impressinervis</i>	唐绍清 106	桂林植物园栽培, 广西桂林	AF315486, AF315487
离蕊金花茶 <i>C. libero filamenta</i>	杨成华 1431	贵州省林业科学研究院栽培	AF315490
柠檬黄金花茶 <i>C. limonia</i>	唐绍清 102	桂林植物园栽培, 广西桂林	AF315479
弄岗金花茶 <i>C. longgangensis</i>	唐绍清 104	桂林植物园栽培, 广西桂林	AF315477
陇瑞金花茶 <i>C. longruiensis</i>	唐绍清 130	桂林植物园栽培, 广西桂林	AF315478
龙州金花茶 <i>C. longzhouensis</i>	唐绍清 111	桂林植物园栽培, 广西桂林	AF315494, AF315495
小花金花茶 <i>C. micrantha</i>	唐绍清 128	金花茶公园栽培, 广西南宁	AF315484
多瓣金花茶 <i>C. multipetala</i>	唐绍清 131	金花茶公园栽培, 广西南宁	AF315471
金花茶 <i>C. nitidissima</i>	唐绍清 101	桂林植物园栽培, 广西桂林	AF315470
小瓣金花茶 <i>C. parvipetala</i>	唐绍清 109	桂林植物园栽培, 广西桂林	AF315482
平果金花茶 <i>C. pingguoensis</i>	唐绍清 116	桂林植物园栽培, 广西桂林	AF315475
顶生金花茶 <i>C. pingguoensis</i> var. <i>terminalis</i>	唐绍清 112	桂林植物园栽培, 广西桂林	AF315476
毛籽金花茶 <i>C. ptilosperma</i>	唐绍清 110	桂林植物园栽培, 广西桂林	AF315491
毛瓣金花茶 <i>C. pubipetala</i>	唐绍清 103	桂林植物园栽培, 广西桂林	AF315472, AF315473
东兴金花茶 <i>C. tunghinensis</i>	唐绍清 115	桂林植物园栽培, 广西桂林	AF315474
夏石金花茶 <i>C. xiashiensis</i>	唐绍清 125	金花茶公园栽培, 广西南宁	AF315493
茶 * <i>C. sinensis</i>	唐绍清 132	广西兴安县金石乡	AF315492

* 外类群 Outgroup

表 2 金花茶植物的 Kimura 2-参数遗传距离

Table 2 Kimura two-parameter distances of the golden camellias in China

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
1	—																					
2	0.0435	—																				
3	0.0348	0.0428	—																			
4	0.0330	0.0463	0.0308	—																		
5	0.0330	0.0463	0.0308	0.0000	—																	
6	0.0326	0.0389	0.0304	0.0125	0.0125	—																
7	0.0238	0.0345	0.0238	0.0106	0.0106	0.0147	—															
8	0.0260	0.0369	0.0260	0.0084	0.0084	0.0126	0.0021	—														
9	0.0301	0.0426	0.0299	0.0211	0.0211	0.0210	0.0147	0.0126	—													
10	0.0301	0.0428	0.0320	0.0415	0.0415	0.0410	0.0300	0.0323	0.0294	—												
11	0.0257	0.0388	0.0280	0.0370	0.0370	0.0365	0.0256	0.0278	0.0319	0.0105	—											
12	0.0257	0.0383	0.0276	0.0370	0.0370	0.0365	0.0256	0.0278	0.0315	0.0103	0.0000	—										
13	0.0257	0.0388	0.0280	0.0370	0.0370	0.0365	0.0256	0.0278	0.0319	0.0105	0.0000	0.0000	—									
14	0.0279	0.0411	0.0258	0.0370	0.0370	0.0365	0.0256	0.0278	0.0341	0.0126	0.0021	0.0021	0.0021	—								
15	0.0279	0.0411	0.0258	0.0370	0.0370	0.0365	0.0256	0.0278	0.0341	0.0126	0.0021	0.0021	0.0021	0.0000	—							
16	0.0260	0.0393	0.0284	0.0370	0.0370	0.0370	0.0259	0.0232	0.0323	0.0106	0.0000	0.0000	0.0000	0.0021	0.0021	—						
17	0.0257	0.0388	0.0280	0.0370	0.0370	0.0365	0.0256	0.0278	0.0297	0.0083	0.0062	0.0062	0.0062	0.0084	0.0084	0.0063	—					
18	0.0278	0.0386	0.0302	0.0391	0.0387	0.0277	0.0300	0.0362	0.0147	0.0104	0.0104	0.0104	0.0126	0.0126	0.0106	0.0104	0.0104	—				
19	0.0282	0.0349	0.0373	0.0347	0.0347	0.0304	0.0281	0.0304	0.0280	0.0214	0.0192	0.0192	0.0214	0.0214	0.0192	0.0170	0.0192	0.0192	—			
20	0.0388	0.0502	0.0392	0.0420	0.0420	0.0415	0.0347	0.0371	0.0345	0.0278	0.0256	0.0256	0.0278	0.0278	0.0260	0.0234	0.0256	0.0302	0.0302	—		
21	0.0304	0.0416	0.0328	0.0393	0.0393	0.0393	0.0262	0.0285	0.0324	0.0258	0.0215	0.0215	0.0215	0.0237	0.0237	0.0215	0.0214	0.0193	0.0237	0.0215	—	
22	0.0216	0.0328	0.0307	0.0285	0.0285	0.0241	0.0218	0.0241	0.0261	0.0194	0.0150	0.0150	0.0150	0.0172	0.0172	0.0150	0.0150	0.0172	0.0107	0.0259	0.0172	—

1=*Camellia. pubipetala*; 2=*C. achrysantha*; 3=*C. fascicularis*; 4=*C. longruiensis*; 5=*C. longgangensis*; 6=*C. ptilosperma*; 7=*C. flavida*; 8=*C. grandis*; 9=*C. impressinervis*; 10=*C. nitidissima*; 11=*C. parvipetala*; 12=*C. micrantha*; 13=*C. chrysanthoides*; 14=*C. xiashiensis*; 15=*C. longzhouensis*; 16=*C. multipetala*; 17=*C. tunghinensis*; 18=*C. limonia*; 19=*C. libero filamenta*; 20=*C. pingguoensis* var. *terminalis*; 21=*C. pingguoensis*; 22=*C. huana*.

其它种组成 2 分支,但这两分支的支持率较低(52%、79%),在这两分支中有 4 个支持很高的亚分支,其中 3 亚分支中的种类组成与最大简约树和邻接树的 3 个分支完全一致;另一亚分支由贵州金花茶和离蕊金花茶组成,具有 90%的支持率,这与最大简约树和邻接树有所不同。

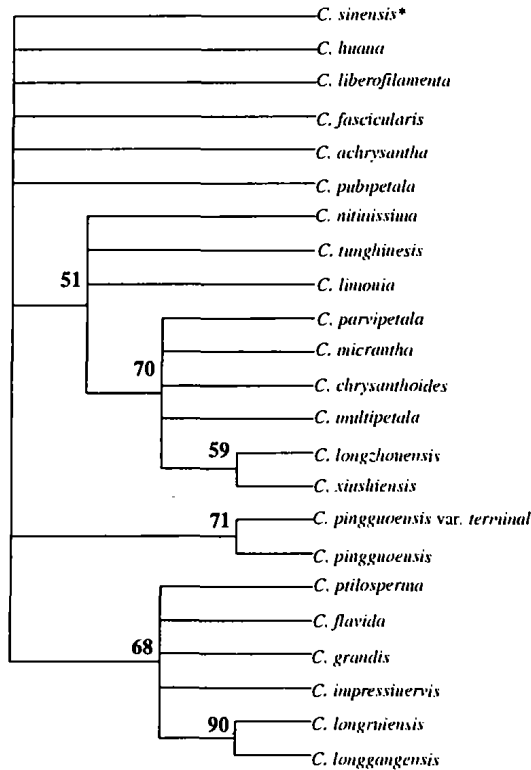


图 1 严格一致树

Fig. 1 The strict consensus tree

最简约分析得到分支上的数字为 Bootstrap 分析(重复 1 000 次)获得的支持强度。

Derived from parsimony analysis with nrDNA ITS sequences. Sterisk (*) indicates the outgroup used to root the trees.

Numbers above branches represent the bootstrap values (%) for the clades based on 1 000 replications.

Tree length=125, CI=0.6640, RI=0.6410.

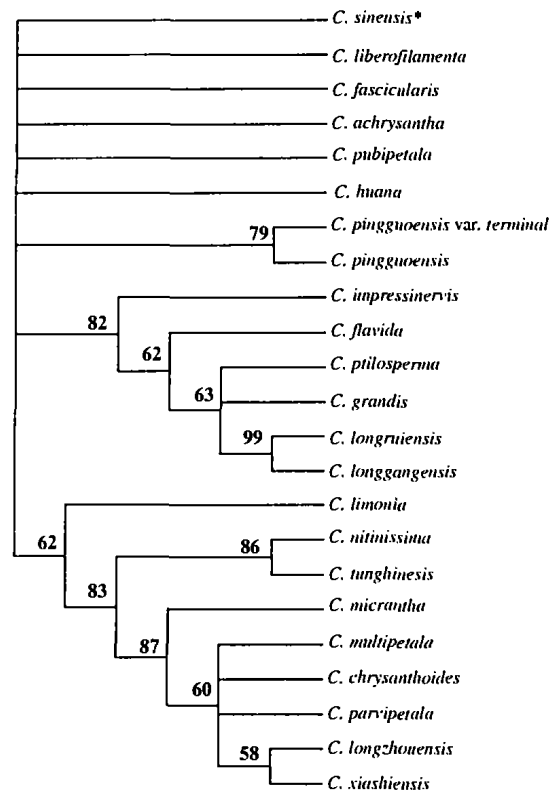


图 2 邻接树

Fig. 2 The neighbor-joining tree

根据 ITS 序列数据用 Kimura 2-参数距离度计算出,分支上的数字为 Bootstrap 分析(重复 1 000 次)获得的支持强度。

Using Kimura two-parameter distances based on the nr DNA ITS sequences. Numbers above branches represent the bootstrap values (%) for the clades in 1 000 replicates.

1 种放在实果茶组(sect. *Stereocarpus*)。对山茶属金花茶组植物的分类处理存在较大分歧。

分析得到的系统树提供了金花茶组植物的系统发育信息。毛瓣金花茶、簇蕊金花茶、中东金花茶、金花茶、东兴金花茶、柠檬黄金花茶和平果金花茶得到中国植物志(张宏达等,1998)承认,这些种也被多数学者承认(叶创兴等,1992;梁业盛等,1993),在聚类分析图上它们与其他类群区分开来。贵州金花茶和离蕊金花茶在地理分布上与金花茶组植物距离较远,分析结果表明它们与其他类群的关系相对较远。顶生金花茶在发表时定为一个种,后作为平果金花茶的一个变种处理,在 3 棵系统树中,它们都聚在一起,并有相对较高的支持率(71%、79%、95%),说明这种处理是正确的。

在 3 棵系统树中,由淡黄金花茶、毛籽金花茶、陇瑞金花茶、弄岗金花茶、大样金花茶和凹脉金花茶组成的分支都具有相对较高的支持率(68%、82%、89%),凹脉金花茶在形态上与其它种差异较大,因此它为各金花茶研究者所认。对其他 5 种的处理有

3 讨论

分布于我国山茶属开黄花的种类除小黄花茶(*Camellia luteo flora*)外都属于金花茶组(张宏达等,1998),但也有不同意见(闵天禄等,1993)。金花茶组包含分布于我国的类群曾达到 30 多个(包括种、变种)(叶创兴等,1992;闵天禄等,1993),梁业盛(1993)承认所有的种,中国植物志(张宏达等,1998)把它们归并成 16 种 2 变种,叶创兴等(1992)归并成 15 种 2 变种,闵天禄等(1993,2000)归并成 12 种 4 变种,其中 11 种放在古茶组(sect. *Archezamellia*)、

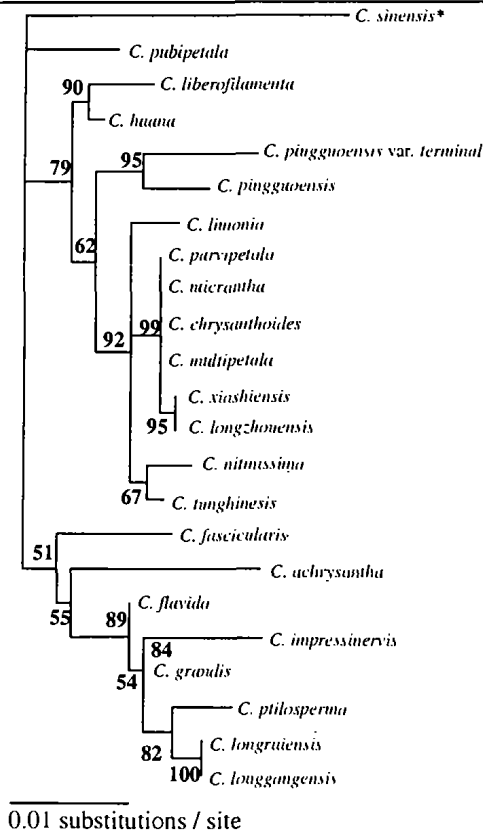


图 3 最大似然树

Fig. 3 The Maximum likelihood tree

分支上面的数字是 1 000 次分析所得的百分比
Based ITS sequences using PUZZLE 5.0 according to HKY
model. Numbers above branches are values (%) of
1 000 quartet puzzling searches. $\log L = -1\ 393.57$.

所不同, 闵天禄等(2000)将它们归并成一种即淡黄金花茶, 叶创兴等(1992)将陇瑞金花茶之外的其他 4 种归并成一种即淡黄金花茶, 中国植物志(张宏达等, 1998)把它们归并成 2 种即淡黄金花茶和大样金花茶。ITS 区序列分析结果表明它们具有相对较近的亲缘关系, 特别是陇瑞金花茶与弄岗金花茶的 ITS 序列完全一致, 这与 AFLP 分析的结果相似(唐绍清等, 2004), 支持将它们归并成一种即淡黄金花茶的分类处理观点。

在分析得到的最大简约树和邻接树中, 由金花茶等 9 种组成一支, 但支持率较低(51%、62%), 其中的由小瓣金花茶、小花金花茶、薄叶金花茶、多瓣金花茶、夏石金花茶和龙州金花茶等 6 种组成的亚分支支持率较高(70%, 87%), 在最大似然树中由这些种组成的分枝的支持率达 99%, 表明它们的亲缘关系相对较近, AFLP 分析的结果也支持这一点(唐绍清等, 2004)。对它们的处理各学者间存在分歧(叶创兴等, 1992; 张宏达等, 1998; 闵天禄等, 2000), 中国植物志承认其中的薄叶金花茶、小瓣金花茶、小花金花茶和龙州金花茶。ITS 序列分析结果表明夏

石金花茶和龙州金花茶没有差异, 它们应是同一种植物, 小瓣金花茶与薄叶金花茶的 ITS 区序列一致, 小花金花茶与以上两个种的 ITS 序差异仅是一段 6 个碱基的重复序列的插入, 这三种植物可能是同一种植物。从序列比较及系统分析结果, 支持将这 6 个种可合并成 1 种即薄叶金花茶或 2 种即薄叶金花茶和龙州金花茶。

ITS 区序列分析的结果与 AFLP 分析结果(唐绍清等, 2004)很相似, 而与 RAPD 分析结果(唐绍清等, 1998; 施苏华等, 1998)有部分差异。ITS 区序列及 AFLP 比 RAPD 分析更适于用于分析亲缘关系较近的种间系统关系研究, 因此 ITS 区序列及 AFLP 分析结果更能反映金花茶组植物种间系统关系。

昆明植物研究所的刀志灵、贵州省林业科学研究院的杨成华、南宁金花茶公园的黄连冬和广西植物研究所的赵瑞锋在研究材料采集上给予了帮助, 在此表示感谢!

参考文献:

- 闵天禄, 顾志建, 张文驹, 等. 2000. 世界山茶属的研究[M]. 昆明: 云南科技出版社, 78-108.
- 张宏达, 任善湘. 1998. 中国植物志(第四十九卷第三分册)[M]. 北京: 科学出版社, 101-112.
- 梁盛业. 1993. 金花茶[M]. 北京: 中国林业出版社, 1-100.
- Chang HT(张宏达). 1979. *Chrysantha*, a section of golden camellias from Cataysian flora(华夏植物区系的金花茶组)[J]. *Acta Sci Nat Univ Sunyatseni*(中山大学学报(自然科学版)), 18(3): 69-74.
- Chang HT(张宏达). 1991. A revision of the sect. *Chrysantha* of *Camellia*(金花茶组植物订正)[J]. *Acta Sci Nat Univ Sunyatseni*(中山大学学报(自然科学版)), 30(2): 76-84.
- Chang HT(张宏达). 1996. Diagnosis on the systematic development of Theaceae. I. A review on the sect. *Chrysantha* and *Archaecamillia* of the genus *Camellia*(山茶科的系统发育论 I. 金花茶组与古茶组的比较研究)[J]. *Acta Sci Nat Univ Sunyatseni*(中山大学学报(自然科学版)), 35(1): 77-83.
- Doyle JJ, Doyle JL. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue[J]. *Phytochemical Bulletin*, 19: 11-15.
- Hasegawa M, Kishino H, Yano T. 1985. Dating of the human-ape splitting by a molecular clock of mitochondrial DNA[J]. *J of Molecular Evolution*, 22: 160-174.
- Kimura M. 1980. A simple method for estimating evolutionary rates of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences[J]. *J of Molecular Evolution*, 16: 111-120.

(下转第 487 页 Continue on page 487)

- 许霖庆. 2001. 动态经济植物学初探[C]. 全国第三届苏铁学术会议论文集, 2.
- 许霖庆. 2002. 论香港经济植物市场与植物园的开发与发展[J]. 中国植物园, (7): 158-165.
- 许霖庆. 2003a. 论动态经济植物学[A]. 中国植物学会. 中国植物学会七十周年年会论文摘要汇编[C]. 北京: 高等教育出版社, 526-527.
- 许霖庆. 2003b. 对园林植物引种及科研工作几点意见[J]. 广东园林, (3): 7-9.
- 许霖庆. 2003c. 春节过后话年花—香港年宵花卉市场分析[J]. 中国花卉园艺, (5): 12-14.
- 陈家瑞. 1994. 中国分类学史[A]. 中国植物学会. 中国植物学史[M]. 北京: 科学出版社, 145-194.
- 靳晓白. 2003. 中国植物园的发展与创新[A]. 中国植物学会. 中国植物学会七十周年年会论文摘要汇编[C]. 北京: 高等教育出版社, 565-572.
- 谢孝福. 1994. 植物引种学[M]. 北京: 科学出版社.
- 颜素珠. 1995. 新经济植物学[M]. 广州: 暨南大学出版社.
- Archer TC. 1853. Popular economic botany[M]. London: Reeve and Co.
- Archer TC. 1865. Profitable Plants[M]. London: Routledge, Warne and Routledge.
- Bougler GS. 1889. The Uses of Plants[M]. London: Roper and Drowley.
- Condolle A. de. 1882. L'origine des plants cultivees[M]. Paris; B Bailliere et Cic.
- Hill AF. 1937. Economic Botany[M]. New York; Mc Graw-Hill.
- Kochhar SL. 1981. Economic Botany in the Tropics[M]. Bombay; Mc Millan India Ltd.
- Prance GT. 2002. A Paradise for Economic Botanist. The E-den Project[J]. *Economic Botany*, 56(3): 226-230.
- Pusseglove JW. 1985, 1987. Tropical crops Monocotyledons [M]. Tropical Crops Dicotyledons, London; Longman (land 2ed).
- Rifkin J. 1998. The Biotech Century[M]. Washington; Jeremy P. tarcher, Jnc.
- Schery RW. 1972. Plant for man 2nd ed[M]. New York; Prentice-Hall, N. J.
- Simpson BB, Conner-Ogorzaly M. 1986, 1995, 2001. Economic Botany[A]. Plants in Our World, 1, 2 and 3rd[M]. New York; Mc. Graw-Hill Book Co.
- Standford EE. 1934. Economic Botany[M]. London; D. Appleton-Century Co. N. Y.
- Wickens GE. 1990. What is Economic Botany? [J]. *Economic Botany*, 44(1): 12-28.
- Wickens GE. 2001. Economic Botany Principles and Practice [M]. London; Kluwer Academic Publishers.

(上接第 492 页 Continue from page 492)

- Ming TL(闵天禄), Zhang WJ(张文驹). 1993. On taxonomic problems of sect. *Archeamellia* Sealy and sect. *Chrysantha* Chang in the genus *Camellia*(山茶属古茶组和金花茶组的分类学问题)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 15(1): 1-15.
- Saitou N, Nei M. 1987. The neighbor-joining method: A new method for reconstructing phylogenetic trees[J]. *Molecular Biol Evolution*, 4: 406-425.
- Schmidt H, Strimmer K, Vingron M, et al. 2000. Tree-Puzzle 5.0.
- Shi SH(施苏华), Tang SQ(唐绍清), Chen YQ(陈月琴), et al. 1998. Phylogenetic relationships among eleven yellow-flowered *Camellia* species based on random amplified polymorphic DNA(11种金花茶植物的 RAPD 分析及其系统学意义)[J]. *Acta Phytotax Sin*(植物分类学报), 36(4): 314-322.
- Strimmer K, von Haeseler A. 1996. Quartet puzzling: a quartet maximum likelihood method for reconstructing tree topologies[J]. *Molecular Biol Evolution*, 13: 964-969.
- Swofford DL. 1999. PAUP * 4.0. Phylogenetic analysis using parsimony (and other methods)[M]. Sinauer Associates, Sunderland, MA.
- Tang SQ(唐绍清), Shi SH(施苏华), Chen YQ(陈月琴), et al. 1998. Phylogenetic relationship of *Camellia nitidissima* Chi and its allied species based on random amplified polymorphic DNA(金花茶与近缘种的 RAPD 分析及分类学意义)[J]. *Acta Sci Nat Univ Sunyatseni*(中山大学学报(自然科学版)), 37(4): 28-32.
- Tang SQ(唐绍清), Du LF(杜林方), Wang Y(王燕). 2004. AFLP analysis of Ser. *Chrysantha* Chang(*Camellia*, sect. *Chrysantha*)(山茶属金花茶组金花茶系)的 AFLP 分析[J]. *J Wuhan Bot Res*(武汉植物学研究), 22(1): 44-48.
- Thompson JD, Gibson TJ, Plewniak F, et al. 1997. The Clustal_X windows interface: flexible strategies for multiple sequence alignment aided by quality analysis tools[J]. *Nucleic Acids Research*, 25(24): 4 876-4 882.
- Ye CX(叶创兴), Xu ZR(许兆然). 1992. A taxonomy of *Camellia* sect. *Chrysantha* Chang(关于金花茶组的研究)[J]. *Acta Sci Nat Univ Sunyatseni*(中山大学学报(自然科学版)), 31(4): 68-77.