

云南蔷薇属部分种质资源的 SSR 遗传多样性研究

唐开学^{1,2}, 邱显钦², 张 颢², 李树发², 王其刚², 蹇洪英², 鄢 波²,
黄兴奇^{1,3*}

(¹ 云南大学生命科学学院, 昆明 650091; ² 云南省农业科学院花卉研究所, 昆明 650205; ³ 云南省农业生物技术重点实验室, 昆明 650223)

摘 要: 利用简单重复序列 SSR 标记技术对蔷薇属 (*Rosa* L.) 13 份野生种、变种、变型及 29 份栽培品种的遗传多样性进行了研究。用筛选出的 18 对 SSR 引物对 42 份材料 DNA 进行 PCR 扩增, 在 18 个位点共检测到 148 个等位基因, 每一位点的等位基因变幅为 6~14 个, 平均 8.2 个。材料间遗传相似系数为 0.282~0.892, 表明在分子水平上具有丰富的遗传多样性。在相似系数为 0.456 时, 基于 SSR 标记的聚类分析将 13 个蔷薇野生种分为 5 个组, 这与植物形态学分类结果大体一致。在遗传相似系数为 0.43 水平上, 聚类分析将 42 份供试材料分为 5 大组群。初步探讨了野生种之间以及野生种与栽培品种之间的亲缘关系。

关键词: 蔷薇属; 遗传多样性; 亲缘关系; SSR

中图分类号: S 685.12 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2008) 08-1227-06

Study on Genetic Diversity of Some *Rosa* Germplasm in Yunnan Based on SSR Markers

TANG Kai-xue^{1,2}, QIU Xian-qin², ZHANG Hao², LI Shu-fa², WANG Qi-gang², JIAN Hong-ying², YAN Bo²,
and HUANG Xing-qi^{1,3*}

(¹ College of Life Sciences, Yunnan University, Kunming 650091, China; ² Flower Research Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650205, China; ³ Yunnan Key Laboratory of Agricultural Biotechnology, Kunming 650223, China)

Abstract: The genetic diversity of 42 *Rosa* germplasm including 13 accessions of wild species (varieties, forms) and 29 rose cultivars in Yunnan was studied by simple sequence repeat (SSR). Eighteen pairs of SSR primers were used in PCR amplification with genomic DNA as template. A total of 148 alleles were detected at 18 loci. The number of alleles per locus ranged from 6 to 14, with an average of 8.2. The genetic similar coefficient ranged from 0.282 to 0.892, which showed that the genetic diversity among 42 rose accessions in Yunnan was abundant based on SSR molecular markers. The 13 *Rosa* species could be divided into five groups obviously based on the UPGMA cluster at the similar coefficient 0.456, which is consensus of botanical morphological classification. All the species and cultivars were divided into five groups at the similar coefficient of 0.43 by UPGMA cluster. Meanwhile genetic relationships between 42 rose accessions were discussed preliminarily.

Key words: *Rosa* L.; genetic diversity; genetic relationship; SSR

蔷薇属 (*Rosa* L.) 植物全世界有 200 个种, 其中中国有 95 种, 云南有 41 种 (中国科学院昆明植物研究所, 2006)。现代月季品种约有 25 000 多个, 几乎均来源于 15 个蔷薇属原始亲本的不断杂交和回交 (陈俊愉, 2001)。在这 15 个种中, 我国原产的有 10 种, 云南分布的 6 种。相对于蔷薇属

收稿日期: 2008-04-02; 修回日期: 2008-07-16

基金项目: 国家自然科学基金项目 (C02021006); 国家高技术研究发展计划项目 (2006AA100109); 云南省科技计划项目 (2006NG14)

* 通讯作者 Author for correspondence (E-mail: xingqih@public.km.yn.cn)

资源而言, 现代月季品种的遗传背景较为狭窄, 资源的利用也不够充分 (刘永刚和刘青林, 2004)。

前人对云南蔷薇属植物资源的研究主要集中在调查、分类鉴定和收集保存等方面 (俞德浚, 1984; 吴征镒, 1991; 徐廷志, 2001), 采用 SSR 分子标记对云南蔷薇属植物资源遗传背景的研究尚未见报道。由于 SSR 标记具有数量丰富、多态性高、呈共显性、程序简单、耗时短、结果重复性好等优点, 已广泛应用于蔷薇属植物品种鉴定及亲缘关系分析等领域 (邱显钦等, 2006)。

本研究中采用 SSR 标记技术对云南的 42 份蔷薇属种质资源进行了分析, 其中, 13 个野生种在云南广泛分布, 为远缘杂交育种的亲本材料; 其余 29 个云南主栽切花品种为杂交育种的亲本材料。本研究在分子水平上初步揭示了云南蔷薇属部分材料的遗传多样性及亲缘关系, 为杂交育种的亲本选配, 分子标记辅助选择育种, 重要性状基因的克隆及定位提供了理论依据。

1 材料与方法

试验所用 42 份材料的嫩叶均采自云南省农业科学院花卉研究所蔷薇种质资源圃 (表 1)。

表 1 蔷薇属 42 份种质
Table 1 The 42 accessions of *Rosa* L.

组类 Section	编号 Code	野生种或栽培品种 Species or cultivars	组类 Section	编号 Code	栽培品种 Cultivars
木香组 Sect. Banksianae	1	木香花 <i>R. banksiae</i> Ait. var. <i>banksiae</i>		22	维瓦尔蒂 <i>Rosa</i> 'Vivaldi'
	10	黄木香花 <i>R. banksiae</i> Ait. f. <i>lutea</i> (Lindl.) Rehd.		23	双色粉 <i>Rosa</i> 'Double Pink'
	9	小果蔷薇 <i>R. cymosa</i> Tratt. var. <i>cymosa</i>		24	奶油味 <i>Rosa</i> 'Naiyouwei'
小叶组 Sect. Microphyllae	6	刺梨 <i>R. roxburghii</i> Tratt.		25	尼可 <i>Rosa</i> 'Nicole'
月季组 Sect. Chinenses	8	月季花 <i>R. chinensis</i> Jacq.		26	夏克拉 <i>Rosa</i> 'Shakira'
	4	大花香水月季 <i>R. odorata</i> Sweet var. <i>gigantea</i>		27	绿宝石 <i>Rosa</i> 'Emeralel'
	5	粉红香水月季 <i>R. odorata</i> Sweet var. <i>erubescens</i>		28	木瓜粉 <i>Rosa</i> 'Muguafen'
桂味组 Sect. Cinnamomeae	2	玫瑰 <i>R. rugosa</i> Thunb.		29	巴比伦 <i>Rosa</i> 'Papillon'
	3	粉蕾木香 <i>R. pseudobanksiae</i> Yü et Ku		30	影星 <i>Rosa</i> 'Movie Star'
	13	多苞蔷薇 <i>R. multibracteata</i> Hemsl. et Wils.		31	蓝奇迹 <i>Rosa</i> 'Blue Curiosa'
合柱组 Sect. Synstylae	7	悬钩子蔷薇 <i>R. rubus</i> Levl. et Vant.		32	维西利亚 <i>Rosa</i> 'Versilia'
	11	野蔷薇 <i>R. multiflora</i> Thunb.		33	雪山 <i>Rosa</i> 'Avalanche'
	12	七姊妹 <i>R. multiflora</i> Thunb. var. <i>carnea</i> Thory		34	俏佳人 <i>Rosa</i> 'Charming Lady'
杂种茶香月季 Hybrid tea rose	14	莎萨九零 <i>Rosa</i> 'Sacha'		35	黑巴克 <i>Rosa</i> 'Black Baccara'
	15	卡罗拉 <i>Rosa</i> 'Carola'		36	云玫 <i>Rosa</i> 'Yunmei'
	17	奥塞娜 <i>Rosa</i> 'Osiana'		37	艾玛 <i>Rosa</i> 'Emma'
	18	红旗 <i>Rosa</i> 'Hongqi'		39	洋基歌 <i>Rosa</i> 'Yankee Doodle'
	19	阳光粉 <i>Rosa</i> 'Sunny Pink'		40	黑魔术 <i>Rosa</i> 'Black Magic'
	20	夏洛特 <i>Rosa</i> 'Charlotte'	壮花月季 <i>Grandiflora</i> rose	41	永恒 <i>Rosa</i> 'Forever'
	21	皇家巴克 <i>Rosa</i> 'Royal Baccarra'	聚花月季 <i>Floribunda</i> rose	42	大丰收 <i>Rosa</i> 'Grand Gala'
				16	镭射 <i>Rosa</i> 'Laser'
				38	漂亮女人 <i>Rosa</i> 'Pretty Woman'

采用 CTAB 法 (Doyle & Doyle, 1990) 提取嫩叶中的基因组 DNA, 所用的 18 对 SSR 引物是从美国 Texas A & M 大学引进的引物中筛选出的多态性好的引物, 由 Invitrogen 公司合成。

PCR 扩增反应体系总体积为 10 μL , 其中包括 0.5 μL (10 $\text{ng} \cdot \mu\text{L}^{-1}$) 模板 DNA、1.0 μL 10 \times Buffer (Mg^{2+} 终浓度为 1.5 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$)、1.0 μL 2.5 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ dNTPs、0.5 μL primerF、0.5 μL primerR、0.2 μL *Taq* DNA 聚合酶和 6.3 μL ddH₂O。94 $^{\circ}\text{C}$ 预处理 5 min, 94 $^{\circ}\text{C}$ 30 s, 退火 55 ~ 67 $^{\circ}\text{C}$ 30 s, 72 $^{\circ}\text{C}$ 30 s, 共 30 个循环, 最后 72 $^{\circ}\text{C}$ 延伸 5 min (Valentina et al., 2006; Zhang et al., 2006)。

取 4 μL 扩增产物用 8% 非变性聚丙烯酰胺凝胶 220 V 电泳分离 1.5 h, 将胶剥离放入 10% 乙醇与 0.5% 乙酸混合液中固定 5 min。用 0.2% AgNO_3 染色 15 min, 水洗 30 s 后加 0.02% Na_2SO_3 30 s 混匀

后，用 1.5% NaOH 与 1% HCHO 显色，用扫描仪扫描后保存图像。每对引物对 42 份材料重复扩增 3 次，将稳定出现的条带的有或无量化为 1 和 0 进行统计，形成 0, 1 矩阵。采用 NTSYS-PC2.0 分析软件计算样品之间的 Nei 氏相似性系数，利用 UPGMA 法进行聚类分析并构建系统树。

2 结果与分析

2.1 SSR 扩增结果

表 2 为 18 对引物对所有材料的扩增结果，图 1 显示了其中一对引物 Rw1717 的 SSR 扩增结果。

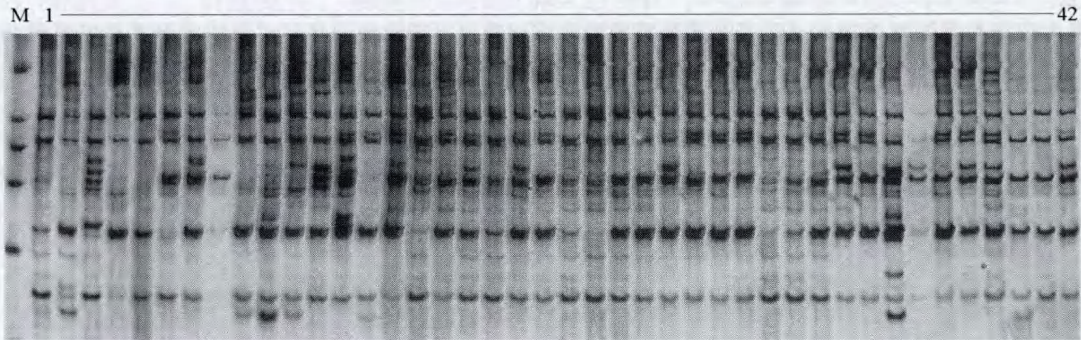


图 1 Rw1717 引物对 42 份蔷薇属种质的 SSR 扩增结果

M: Marker。1~42 份种质编号见表 1。

Fig. 1 The results of PCR amplification with primer Rw1717 in 42 rose accessions

M: Marker. The material code are showed in Table 1.

18 对 SSR 引物在 42 份蔷薇属种质中共检测到 148 个等位基因，每一位点的等位基因 6~14 个，平均 8.2 个，多态性位点率平均达 91.2%，供试材料两两间的相似系数范围为 0.282~0.892，说明供试材料具有丰富的遗传多样性。

2.2 基于 SSR 标记的蔷薇属种质资源的聚类

2.2.1 13 份野生种的聚类 13 个野生种的聚类分析如图 2 所示，以 0.456 的相似系数为阈值，13 份材料被分为 5 大组。

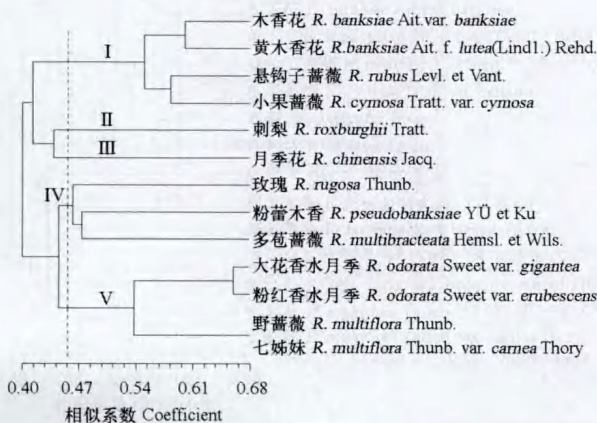


图 2 蔷薇属 13 份野生种的 SSR 聚类图

Fig. 2 The cluster of 13 *Rosa* species based on SSR markers

表 2 18 对 SSR 引物 42 份供试材料的扩增结果

Table 2 The polymorphic sites from PCR of the 18 microsatellite loci in 42 rose accessions

引物 Primer	连锁群* Linkage group	等位基 因数 Alleles	多态性位点 Polymorphic sites	多态性位点率 /% Rate of polymorphic sites
Rw1F9	-	6	5	83.3
Rw22A3	-	7	5	71.4
Rw5D11	-	9	8	88.9
Rh77	5	6	6	100.0
Rw1717	-	14	12	85.7
Rh72	7	7	6	85.7
RhAB9-2	1	7	7	100.0
Rh98	6	5	5	100.0
Rh80	2	7	7	100.0
Rh65	4	8	6	75.0
RhABT12	4	12	12	100.0
Rh59	3	11	10	90.9
Rh93	5	7	6	85.7
Rh10M24	-	7	7	100.0
Rh60	6	8	8	100.0
Rh11E5	-	8	8	100.0
Rh73	7	10	9	90.0
Rw29B1	-	9	8	88.9
合计 Total	148	135		
平均 Mean		8.2	7.5	91.2

* Yan et al., 2005; Zhang et al., 2006.

大多数材料的聚类结果与植物形态学分类(表1)一致,仅有少数例外。

2.2.2 供试42份材料的聚类 如图3所示,以0.43的相似系数为阈值,所有供试材料被分为5组。A组:4份野生材料即木香花、黄木香花、小果蔷薇和悬钩子蔷薇;B组:仅1份野生材料即刺梨;C组:7份野生材料即桂味组的玫瑰、粉蕾木香和多苞蔷薇,月季组的大花香水月季和粉红香水月季,合柱组的野蔷薇和七姊妹;D组:共27份材料,即1份野生材料和26份栽培品种;E组:3份栽培品种即‘镭射’、‘维瓦尔蒂’和‘双色粉’,三者均为粉色高芯剑瓣大花型。

其中D组的27份材料以相似系数0.52为阈值,可进一步分为5个亚组: D₁亚组:野生种月季花自成一组; D₂亚组:共10份栽培品种,有粉色大花型的‘奥塞娜’、‘夏克拉’、‘阳光粉’、‘奶油味’和‘尼可’,红色大花型的‘莎萨九零’、‘卡罗拉’、‘夏洛特’、‘红旗’和‘皇家巴克’; D₃亚组:共10份栽培品种,种质花瓣色彩较为广泛,有白色大花型的‘绿宝石’和‘雪山’,粉色大花型的‘木瓜粉’、‘维西利亚’、‘俏佳人’、‘云玫’、‘艾玛’和‘洋基歌’,粉色中花型的‘漂亮女人’,和黑红色中花型的‘黑巴克’; D₄亚组:深黄色高芯阔瓣大花香型的‘巴比伦’、及深粉色高芯卷边大花型的‘影星’和蓝紫色的‘蓝奇迹’; D₅亚组:深红色高芯大花型的‘黑魔术’和‘大丰收’及粉白色的‘永恒’。

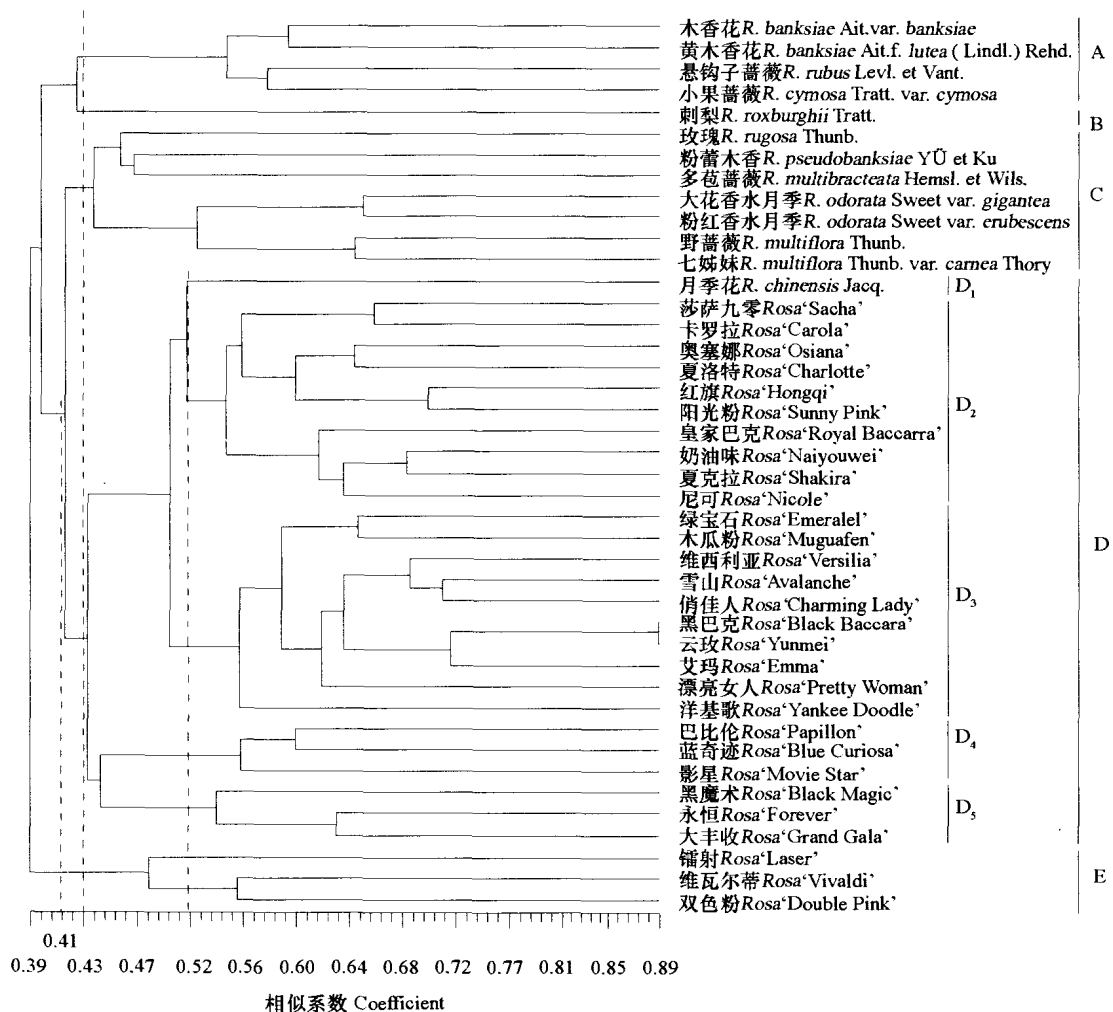


图3 蔷薇属42份材料的SSR聚类图

Fig. 3 The cluster of 42 rose accessions based on SSR markers

2.3 亲缘关系分析

根据本试验的 SSR 结果计算材料之间的相似系数，以此为依据分析材料之间的亲缘关系。13 份野生种材料之间的相似系数范围为 0.2888 ~ 0.6753。其中野蔷薇与七姊妹的相似系数最大，表明二者的亲缘关系最密切；木香花与七姊妹的相似系数为所选野生材料中两两相似系数最小值，表明二者之间的亲缘关系更远。42 份材料之间的相似系数范围为 0.2824 ~ 0.8916。以野生种七姊妹与‘影星’品种的相似系数为最小值，‘黑巴克’与‘云玫’之间的相似系数为最大值。

3 讨论

3.1 蔷薇野生种基于 SSR 标记聚类与植物学分类的异同性

聚类结果表明，木香花与变型黄木香花优先聚类后再与小果蔷薇和悬钩子蔷薇聚为 I 组（图 2）；小叶组的刺梨单独聚为 II 组；月季组的月季花，也单独聚为 III 组；桂味组中宿萼小叶系的粉蕾木香和多苞蔷薇优先聚类后再与宿萼大叶系的玫瑰聚为 IV 组；合柱组的野蔷薇与变种七姊妹优先聚类后再与月季组中的大花香水月季和粉红香水月季聚为 V 组。根据中国植物志（Wu et al., 2003）的分类，大花香水月季和粉红香水月季与月季花属于同一组（表 1），而本研究的聚类结果却是大花香水月季和粉红香水月季与野蔷薇等聚为同一组；中国植物志中悬钩子蔷薇属于合柱组，而本研究的聚类结果却是悬钩子蔷薇与木香花等聚为同一组。总体来看，本研究中聚类结果与植物学分类大体一致，进一步说明了分子标记的多态性与形态表现的多样性基本一致；而在少数种上的差异，反映出不同分类或聚类指标可能会产生不同的结果。而分子标记能反映遗传上的差异，更适合为育种服务。

3.2 蔷薇野生种与月季栽培品种在起源上的相关性

聚类分析的结果说明，大部分现代月季品种与某些蔷薇野生种有较密切的联系。图 3 表明，在 0.43 的相似系数处，所有材料分为 5 大组群，蔷薇野生种与现代月季品种各自成类而并不聚合。在 0.41 的相似系数处，部分蔷薇野生种（组群 C）与大多数栽培品种（组群 D）聚为一组，表明在组群 C 中，桂味组的玫瑰、粉蕾木香和多苞蔷薇，月季组的大花香水月季和粉红香水月季，合柱组的野蔷薇和七姊妹等对组群 D 中的现代月季品种的形成起到了一定的作用，而以上结果与俞德浚（1962）和柳子明（1964）的观点基本一致。本试验的统计结果也表明，玫瑰、大花香水月季和七姊妹等上述提及的与栽培品种关系较密切的野生种作父本的结实率明显高于其它野生种。‘云玫’是‘黑巴克’的芽变品种，是云南省农业科学院花卉研究所去年获得品种权的月季新品种（李树发等，2007），本研究也在 DNA 分子水平上进一步验证了它们之间的亲缘关系，这与王国良等（2001）采用 RAPD 标记技术对月季品种及芽变品种进行鉴别得出的结论一致。在 0.39 的相似系数处，所有供试的野生种和现代月季品种全部聚为一组，表明本研究选用的所有材料在遗传背景上有一定的亲缘关系，这一现象也在分子水平上表明了现代月季品种群的遗传背景非常复杂，为高度杂合体（陈俊愉，2001）。

值得注意的是，在 0.52 的相似系数处，原产中国的月季花直接聚合到现代月季品种中，表明月季花在现代月季品种的形成过程中起到了重要作用（陈俊愉，2001），这也与马燕等（1993）利用数量分析方法对部分月季进行分类研究得出的结论一致。其它蔷薇野生种与月季品种的遗传距离相对较远，但这并不表明它们不适合参与月季品种的选育，相反，它们中的绝大多数具有许多独特的优良性状（抗病、重瓣、芳香、无刺等），可作为创造新的月季品种类型的重要资源。此外，栽培品种中的‘镭射’、‘维瓦尔蒂’和‘双色粉’单独聚为一组，和其它栽培品种及野生种成并列关系，说明这 3 个品种和其它栽培品种的起源差异较大，和供试的野生种之间的亲缘关系也较远，因此可作为远缘杂交育种的亲本材料。

根据上述试验结果，我们选用了遗传关系较近且综合性状较好的品种和野生种进行远缘杂交和品种间正反杂交试验，结果表明：作为母本的‘卡罗拉’、‘木瓜粉’、‘黑巴克’等品种与作为父本的

七姊妹、月季花等野生种进行远缘杂交的结实率较好；亲缘关系较近的品种间（如‘卡罗拉’与‘奥塞娜’，‘奶油味’与‘木瓜粉’）杂交结实率较高（张颢等，2006）。杂交试验的统计结果证明了 SSR 分子标记能为育种的亲本选配提供合理的理论依据。

References

- Chen Jun-yu. 2001. Taxonomy of flower cultivars of China. Beijing: China Forestry Publishing House; 132 – 135. (in Chinese)
- 陈俊愉. 2001. 中国花卉品种分类学. 北京: 中国林业出版社; 132 – 135.
- Doyle J J, Doyle J L. 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus*, 12; 13 – 15.
- Institutum Botanicum Kunmingense Academiae Sinicae Edita. 2006. *Flora Yunnanica* tomus. Volume 12. Beijing: Science Press; 571 – 600. (in Chinese)
- 中国科学院昆明植物研究所编著. 2006. 云南植物志. 第十二卷. 北京: 科学出版社; 571 – 600.
- Li Shu-fa, Zhang Hao, Tang Kai-xue. 2007. New cut rose cultivars ‘Yunmei’ and ‘Yunfen’. *Acta Horticulturae Sinica*, 34 (3): 804. (in Chinese)
- 李树发, 张颢, 唐开学. 2007. 切花月季新品种‘云玫’和‘云粉’. *园艺学报*, 34 (3): 804.
- Liu Yong-gang, Liu Qing-lin. 2004. Evaluation and exploitation of genetic resources in roses. *Journal of Plant Genetic Resources*, 5 (1): 87 – 90. (in Chinese)
- 刘永刚, 刘青林. 2004. 月季遗传资源的评价与利用. *植物遗传资源学报*, 5 (1): 87 – 90.
- Li Zi-ming. 1964. Roses of China and roses of Europe. *Acta Horticulturae Sinica*, 3 (4): 387 – 394. (in Chinese)
- 柳子明. 1964. 中国的蔷薇和世界的蔷薇. *园艺学报*, 3 (4): 387 – 394.
- Ma Yan, Mao Han-shu, Chen Jun-yu. 1993. Studies on numerical classification of rose cultivars. *Acta Bot Boreali-Occidentalia Sinica*, 13 (3): 225 – 231. (in Chinese)
- 马燕, 毛汉书, 陈俊愉. 1993. 部分月季花品种的数量分类研究. *西北植物学报*, 13 (3): 225 – 231.
- Qiu Xian-qin, Yan Bo, Tang Kai-xue, Zhang Hao, Li Shu-fa. 2006. Applications of DNA molecular markers in roses. *Southwest China Journal of Agricultural Science*, 19 (2): 323 – 329. (in Chinese)
- 邱显钦, 鄢波, 唐开学, 张颢, 李树发. 2006. DNA 分子标记在月季中的应用. *西南农业学报*, 19 (2): 323 – 329.
- Valentina S, Aziz A, Roberto B. 2006. Characterization and genetic relationships of wild species and old garden roses based on microsatellite analysis. *Amer Soc Hort Sci*, 131 (1): 66 – 73.
- Wang Guo-liang, Ueda Yoshihiro, Wu Shui-qin. 2001. Study on the discrimination of cut rose varieties and their sports by means of RAPD. *Journal of Jiangsu Forestry Science and Technology*, 28 (1): 1 – 9. (in Chinese)
- 王国良, 上田善弘, 巫水钦. 2001. 切花月季芽变品种的分子标记与鉴别研究. *江苏林业科技*, 28 (1): 1 – 9.
- Wu Zheng-yi, Raven P H, Hong De-yuan. 2003. *Flora of China*. Volume 9. Beijing: Science Press; 339 – 381.
- Wu Zheng-yi. 1991. The distribution and types of seminiferous plant in China. *Acta Botanica Yunnanica*, 4 (Supplement): 1 – 139. (in Chinese)
- 吴征镒. 1991. 中国种子植物属的分布及类型. *云南植物研究*, 4 (增刊): 1 – 139.
- Xu Ting-zhi. 2001. The floristic characteristics and geographical distribution of Rosaceae in Yunnan. *Acta Botanica Yunnanica*, 23 (2): 135 – 142. (in Chinese)
- 徐廷志. 2001. 云南蔷薇科植物的区系特征和地理分布. *云南植物研究*, 23 (2): 135 – 142.
- Yan Z, Denneboom C, Hattendorf A. 2005. Construction of an integrated map of rose with AFLP, SSR, PK, RGA, RFLP, SCAR and morphological markers. *Theor Appl Genet*, 110: 766 – 777.
- Yu De-jun. 1962. Chinese plants contribution to world horticulture. *Acta Horticulturae Sinica*, 1 (2): 99 – 108. (in Chinese)
- 俞德浚. 1962. 中国植物对世界园艺的贡献. *园艺学报*, 1 (2): 99 – 108.
- Yu De-jun. 1984. Origin and evolution of Rosaceae. *Acta Phytotaxonomica Sinica*, 22 (6): 431 – 444. (in Chinese)
- 俞德浚. 1984. 蔷薇科植物起源和进化. *植物分类学报*, 22 (6): 431 – 444.
- Zhang Hao, Tang Kai-xue, Li Shu-fa, Lu Lin, Li Han, Zheng Ling. 2006. Cross fruitfulness of some cut flower cultivars of Chinese rose. *Journal of Southwest Agricultural University*, 28 (3): 442 – 446. (in Chinese)
- 张颢, 唐开学, 李树发, 陆琳, 李函, 郑凌. 2006. 切花月季杂交结实性研究. *西南农业大学学报*, 28 (3): 442 – 446.
- Zhang L H, Byrne D H, Ballard R E. 2006. Microsatellite marker development in rose and its application in tetraploid mapping. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 131 (3): 380 – 387.