

# 我国重要花卉及其野生近缘种的研究开发

张莉俊 戴思兰

(北京林业大学林木花卉遗传育种教育部重点实验室, 国家花卉工程技术研究中心)

**摘要:**近年来随着我国花卉产业的发展,人们对花卉品质的要求越来越高,开发我国丰富的植物资源,尤其是观赏花卉的野生近缘种,对于我国的花卉育种工作和观赏园艺事业的发展具有非常重要的意义.该文从我国重要花卉及其野生近缘种研究与开发的角度来探讨我国花卉业出现的问题、解决方法和发展方向,提出了一些对野生植物资源进行开发、研究和利用的途径,希望能够为观赏园艺的育种工作提供参考.

**关键词:**花卉,野生近缘种,观赏植物,遗传多样性

**中图分类号:**S68 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-1522(2007)06-0190-06

ZHANG Li-jun; DAI Si-lan. **Study and exploration on some flowers and its wild relatives in China.** *Journal of Beijing Forestry University* (2007) 29(6) 190-195 [Ch., 50 ref.] Key Laboratory for Genetics and Breeding in Forest Trees and Ornamental Plants, Ministry of Education, National Floriculture Engineering Research Center, Beijing Forestry University, 100083, P. R. China.

With the development of Chinese flower industry recently, the quality of flowers should be better and better to meet people's needs. Exploring abundant plant resources in China, especially wild relatives of ornamental plants has great significance for flower breeding and ornamental gardening. Investigating the actuality of some flowers and its wild relatives, this paper discusses the problems occurring in flower trade. Meanwhile, the ways of exploration, study and application of wild plant resources were put forward. These could offer references for the breeding of ornamental gardening.

**Key words** flowers, wild relatives, ornamental plants, genetic diversity

中国被称为“世界园林之母”,具有极其丰富的野生植物资源.其中有一些在古代就已经被人们栽培、利用、发展成为今天具有丰富多样品种群的花卉.我国的菊花(*Chrysanthemum × morifolium*)、梅花(*Prunus mume*)、牡丹(*Paeonia suffruticosa*)、山茶(*Camellia japonica*)等传统名花就是我们的祖先经过引种栽培并不断培育而来的.这些优秀的传统名花,以其优异的观赏价值和珍贵的育种价值,对世界园艺做出了巨大的贡献<sup>[1]</sup>.这是先人留给我们的宝贵财产,我们应该很好的继承和发扬.但是到目前为止,仍有大量的野生资源没有得到很好的开发和利用.尤其是传统名花的野生近缘种是进行品种改良、品种发展和走向世界的重要育种材料,它们在观赏植物的进化过程中占有极其重要的地位.

## 1 重要花卉野生近缘种的研究现状

我国花卉种质资源的调查搜集工作始于 20 世纪 80 年代初,但针对传统名花种质资源的研究相对不足.通过对近 20 年来我国 10 种传统名花野生近缘种的文献统计(图 1),结果表明:与野生近缘种相关的文献数量比例相对较小,平均为 34.7%;最多的是山茶,占 69.6%,其次为梅花 47.4%,最少的是月季(*Rosa chinensis*),仅 13.6%.在与观赏植物野生近缘种相关的文献中,资源和育种研究方向的文献较多,分别占 36.3%和 39.7%;其次为表型分类,占 8.8%;然后是种间亲缘关系分析(7.5%)和染色体研究(5.9%);最少的是遗传多样性,仅占 1.7%.从统计结果可以看出我国观赏花卉在野生近缘种的研

收稿日期:2006-09-18

<http://www.bjfujournal.cn>

**第一作者:**张莉俊,博士生.主要研究方向:花卉遗传育种.电话:010-62391527 Email:lijun-zhang2005@sina.com 地址:100083 北京林业大学园林学院.

**责任作者:**戴思兰,教授,博士生导师.主要研究方向:花卉遗传育种及生物技术.电话:010-82376017-604 Email:silandai@sina.com.cn 地址:同上.

究力度上很不平衡。种质资源调查是育种工作的基础,表型、染色体水平和遗传多样性方面的研究也是非常重要的,而我们这方面的工作就比较薄弱,应该加强。另外,在育种工作中,我国采取的技术和手段都比较落后,再加上对品种意识的缺乏,其研究结果大多还不能应用于商业化生产。这些都阻碍了我国传统名花的更新和发展,与国际上如郁金香类(*Tulipa* spp.)、风信子(*Hyacinthus orientalis*)等还存在较大的差距<sup>[2]</sup>。

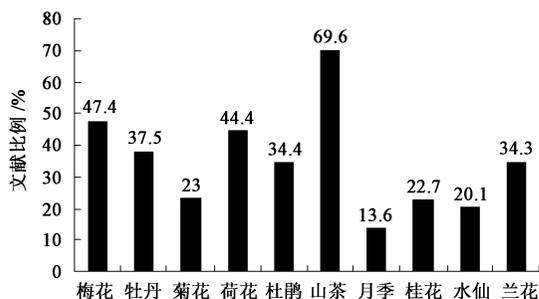


图1 10种花卉野生近缘种文献数量在各自总文献中的比例

FIGURE 1 Percentages of documents of ten flowers' wild relatives to their whole documents

国外利用我国传统名花进行育种的成功经历也表明了我国对野生资源利用的不足。牡丹被西方园林界认识利用约300年左右,并大放光彩,这得益于采用原产我国的牡丹资源进行广泛杂交,极大地丰富了牡丹种质资源,而我国育种仅限于中原牡丹群之间。因此,应充分利用我国丰富的牡丹野生种来进行杂交育种,以选育出抗逆性强、色彩丰富、花香浓郁的优良品种。再如资源极丰富的铁线莲(*Clematis florida*),国外利用引自我国的育种材料大搞杂交育种,并将其培育成欧美最重要的大花藤蔓植物。世界现代月季育种史仅100多年,用15种(原产我国的10种)进行杂交育种,就创造出缤纷的月季品系。这些都警示我们要充分认识我国野生花卉资源的优异特质,如早花种类多、四季开花种类多、芳香种类多、抗逆性强的种类多、特异种质多等,应对这些优异特质的遗传学机理进行深入地研究从而应用到观赏植物的育种工作中<sup>[2]</sup>。

## 2 花卉及野生近缘种的主要研究领域

### 2.1 种质资源的调查研究和利用

从20世纪80年代初期,先后对云南、吉林、辽宁、浙江、河南、新疆、河北、湖北、海南、北京山区、安徽黄山、陕西秦巴及太白山区、神农架及三峡等地区的野生资源做了考察报告,并进行整理,发现了一批珍贵的种质资源,如西藏的杜鹃花(*Rhododendron simsii*)、报春花(*Primula malacoides*),重庆地区的山茶,浙江、海南、云南的兰花(*Cymbidium* spp.),安徽百合科野生观赏种质资源等<sup>[2]</sup>。这些为花卉育种提

供了强有力的物质基础。

在我国的传统名花中,梅已有3000多年的栽培历史,云南是其主要分布中心,其次是在沿鄂南、赣北、皖南、浙西山区一线。荷花(*Nelumbo nucifera*)也具有悠久的历史,据考证黑龙江东部地区可能是中国荷花起源中心之一。近年我国荷花专家王其超在昆明东南250 km丘北彝族自治县发现了2330 hm<sup>2</sup>的大面积荷花,为我国是荷花自然分布与起源中心获得了新的依据<sup>[3]</sup>。牡丹作为药用植物利用,已有2000多年的历史。最近发现云南中甸县海拔3200 m藏民居住村落旁狭窄的沟内有成片分布的黄牡丹(*Paeonia lutea*);在四川雅江县村舍地埂边零星分布有狭叶牡丹(*P. potaninii*);在四川马尔康分布有四川牡丹(*P. decomposita*);在湖北保康县同一生境中分布有3个种:卵叶牡丹(*P. qiui*)、紫斑牡丹(*P. rockii*)和杨山牡丹(*P. ostii*);在山西稷山永济与陕西、四川等地有植株矮小花朵大的矮牡丹;在西藏东南部林芝、米林有植株高大、生长健壮的大花黄牡丹(*P. ludlowii*)<sup>[4]</sup>。菊花是中国最早的栽培植物之一,从原始的野生种类经过引种栽培,杂交选择,精心培育,逐步发展成为当今世界上品种最为丰富的栽培植物。菊属共有30多种,主要分布在中国及日本、朝鲜、俄罗斯,中国约有17种<sup>[5]</sup>,在我国分布广泛。戴思兰<sup>[6]</sup>曾对安徽省天柱山、九华山、黄山,河南省鸡公山、伏牛山,吉林省长白山,山西省五台山,内蒙古阴山,河北省坝上地区以及北京、南京等地实地考察了野生菊属植物的自然生长状况,并进行了引种和栽培,为进行菊花起源的研究奠定基础。

还有其他很多植物,如珙桐(*Davidia involucreta*)、蜡梅(*Chimonanthus praecox*)、丁香属(*Syringa*)、含笑(*Michelia figo*)、杜鹃属、百合属(*Lilium*)、报春属、石蒜(*Lycoris radiata*)等,其野生资源极其丰富,还需要我们进一步的开发、研究和利用。现代园艺对品种的要求越来越高,不但要求花卉具有高产、优质、抗病,也要在花色、花型、株型、花期等方面有系列产品。而这些新目标的实现,首先决定于所掌握的各有关种质资源的数量及质量<sup>[7]</sup>。所以完善我国目前现有的种质资源的调查、搜集和应用工作还是一项长久、艰巨的任务,需要园林各部门长期的努力和协作。

### 2.2 遗传多样性研究

遗传多样性对物种维持繁衍生命、抵抗疾病和适应变化的条件是必需的,也是提高生物生产量和改良生物品种、品质必不可少的基本条件,是物种遗传改良的重要基础<sup>[8]</sup>。对于遗传多样性的研究,从形态学水平的观测到细胞学水平的研究,再到生理生化水平各指标的测定,一直到现在的分子标记技术的发展,其研究方法已经越来越完善深入,得到的

信息越来越丰富准确。目前,很多观赏植物及其野生近缘种的遗传多样性研究已经轰轰烈烈地展开,这些研究不但可以展示观赏植物及其野生近缘种的遗传多样性水平,还可以考察很多观赏植物的物种起源以及亲缘关系,为以后培育新品种打入国际市场提供背景资料和研究方法。

在牡丹的研究中,从20世纪八九十年代以来,科研人员利用比较形态学、孢粉学、细胞学、遗传学以及分子生物学的研究方法,从形态、细胞和分子水平上开展了牡丹组各种间、品种间的研究。袁涛等<sup>[9]</sup>进行了牡丹花粉形态的观察,张赞平等<sup>[10-11]</sup>、于玲等<sup>[12]</sup>先后对国内芍药属植物野生种进行了核型分析,陈道明等<sup>[13]</sup>开展了牡丹品种的酯酶同工酶分析,于玲等<sup>[14]</sup>采用蛋白谱带研究揭示了几种牡丹野生种间的亲缘关系及其遗传多样性。裴颜龙等<sup>[15]</sup>、邹喻苹等<sup>[16]</sup>、孟丽<sup>[17]</sup>运用 RAPD 技术对芍药属牡丹组进行了系统学、品种亲缘关系及遗传多样性方面的研究。这些研究在某种程度上为牡丹的进化及育种工作提供了必要的参考资料。

在菊花的研究工作中,戴思兰<sup>[6]</sup>比较了野生菊属(*Chrysanthemum*)植物和一些人工杂种及栽培菊品种,对其形态演化趋势做了详尽的研究,然后进行了数量分类学研究<sup>[18]</sup>、分支分类学研究<sup>[19]</sup>,揭示出菊属植物的形态学性状的多样性。在细胞学水平上,李懋学等<sup>[20]</sup>、戴思兰<sup>[6]</sup>、陈发棣等<sup>[21]</sup>对菊属植物的核型研究表明,在菊属植物进化和菊花形成过程中,杂交范围的广泛性和复杂性造成目前菊花及其种下变异的多样性。基因组原位杂交结果显示:菊属植物基因组之间有较近的亲缘关系,在进化过程中发生了相互的渗透<sup>[22]</sup>。戴思兰等<sup>[23]</sup>、周春玲等<sup>[24]</sup>、秦贺兰等<sup>[25]</sup>、李辛雷等<sup>[26]</sup>运用 RAPD、AFLP 等分子标记技术对菊花品种分类和亲缘关系进行了研究。以上这些研究揭示出菊花品种的丰富性并有助于解决菊属植物的系统学问题,从而为我国菊花的品种培育工作提供有力的基础研究资料。

陈林姣等<sup>[27]</sup>对中国水仙(*Narcissus tazetta* var. *chinensis*)主要栽培品种进行了遗传多样性检测,指出中国水仙遗传多样性低是其品种稀少的主要原因,提出开发其他野生种质资源的必要性。程中平等<sup>[28]</sup>运用 RAPD 技术对桃(*Prunus persica*)进行了遗传多样性分析,表明原产中国的桃种质资源遗传多样性非常丰富。陈龙清等<sup>[29]</sup>还对蜡梅在自然居群内的变异水平进行了 RAPD 分析,指出蜡梅在居群内的遗传多样性大于居群间,选育其新品种和类型可注重居群内个体的遗传差异。张亚东等<sup>[30]</sup>对湖北保康不同花色的野生紫薇(*Lagerstroemia indica*)进行了 RAPD 分析,揭示出保康野生紫薇丰富的遗传多样性和不同花色之间的亲缘关系,为紫薇的育种提供

理论依据。蔡友铭等<sup>[31]</sup>对中国石竹属(*Dianthus*)的亲缘关系进行了 RAPD 研究,指出石竹属资源具有丰富的遗传多样性,为石竹类的育种提供优良的基础材料。李标<sup>[32]</sup>、何显静等<sup>[33]</sup>对分布于云南境内的紫斑百合(*Lilium nepalense*)从形态、染色体、ISSR 位点展开研究,揭示了紫斑百合丰富的遗传多样性,为开发这一野生资源提供了基础信息。这些研究对野生植物资源的开发和应用都具有重要的意义。

## 2.3 育种研究

在对野生资源进行大规模调查和遗传多样性研究的基础上,还应加强各方面的育种工作,首先对具有较高观赏价值、适应性较强、资源蕴藏量较多的一类野生植物可以通过引种、人工繁殖,有计划、分批地在城市绿化中直接应用。另外,还可通过各种育种手段提高商品花卉的品质,使野生花卉种质资源得到间接利用,因为它们是一些宝贵的抗逆性基因库(抗旱、抗寒、抗盐碱、抗病虫、抗热等)。

### 2.3.1 杂交育种

通过与野生近缘种的杂交育种,我国观赏植物也取得了很大的进展。当今世界丰富多彩的梅花、月季、茶花、杜鹃花、荷花、牡丹、菊花、芍药(*Paeonia lactiflora*)品种都是利用我国的一些野生近缘种杂交后通过优选培育得到的。对梅花进行远缘杂交与抗寒育种研究,获得了抗寒种植株<sup>[2]</sup>。欧洲人在17、18世纪就利用中国的黄牡丹、紫牡丹杂交培育出了金黄色、黑褐色的园艺品种。之后在法国和美国也相继育出了珍贵的黄色牡丹品种。另外,日本还培育出了冬季开花的寒牡丹<sup>[34]</sup>。黄色大花山茶新品种是利用野生金花茶(*Camellia petelotii*)杂交育种获得的<sup>[35]</sup>。目前广泛应用的抗逆性强、低矮密花、五彩缤纷、耐粗放管理的地被菊新品种便是用安徽天柱山的野生毛华菊(*Chrysanthemum vestitum*)以及其他6种野生菊花与早菊远缘杂交育成<sup>[36-37]</sup>。利用抗逆性强、花型小、具香味的菊花栽培种和野生种资源与花型、花色奇特的品种杂交,育成了夏季耐高温高湿的小菊新品种(品系)20多个<sup>[38]</sup>。国外用百合野生种与栽培品种杂交,培育出一系列新品种,其中东方百合×亚洲百合是一个突破<sup>[39]</sup>。上海园林科研所20世纪80年代用中国百合野生资源培育出具有特殊观赏价值的杂种20个,并育成大花多倍体10种,现已推向世界<sup>[2]</sup>。月季育种中,北京林业大学利用报春刺玫(*Rosa primula*)等野生蔷薇种和中国古老品种‘秋水芙蓉’等实行远缘杂交,在培育新品种方面初见成效。

另外,人工杂交可以在短时间内再现历史上的进化过程,这也是研究植物起源的有效手段。陈俊愉<sup>[40]</sup>、吉庆萍<sup>[41]</sup>、戴思兰等<sup>[42]</sup>先后进行了野生菊属植物之间的杂交工作,表明毛华菊、野菊

(*Chrysanthemum indicum*)和紫花野菊(*Ch. zavadskii*)在菊花杂交起源中起了重要作用. 对于牡丹的起源也有很多相关的报道, 裴颜龙<sup>[43]</sup>、成仿云<sup>[44]</sup>、李嘉珏<sup>[45]</sup>等学者虽然对中国栽培牡丹影响较大的野生种方面有不同见解, 但是在起源方式上的观点比较一致, 即除直接引种驯化外, 自然杂交和人工控制杂交具有非常重要的作用.

### 2.3.2 生物技术育种

生物技术的应用对观赏植物种质资源的创新、打破种间杂交障碍、定向选育新品种提供了更为先进的手段<sup>[46]</sup>. 利用生物技术进行种质创新可以从细胞、基因水平定向改造生物, 扩大育种范围, 提高育种效率<sup>[47]</sup>. 目前, 利用各种基因工程手段已获得一批转基因花卉, 如矮牵牛(*Petunia hybrida*)、香石竹(*Dianthus caryophyllus*)、草原龙胆(*Eustoma grandiflorum*)、菊花、百合类(*Lilium spp.*)、蔷薇类(*Rosa spp.*)、郁金香类、非洲菊(*Gerbera jamesonii*)等<sup>[48]</sup>. 其应用重点集中在花色、花形、花卉保鲜、株型、抗性、花期等方面的改良上, 有关花卉作物抗性的基因工程将是今后的重要方向之一. 我国野生花卉资源丰富, 尤其是高山花卉非常具有特色, 但由于适应性或存在某些不符合消费需求的性状的限制, 目前大多尚难于商业化应用. 同时高山花卉具有特异的基因资源(如抗病性、花色等), 通过基因工程手段提高高山花卉的适应性、改良高山花卉或者用高山花卉基因资源改良现代花卉将具有非常重要的意义.

## 2.4 基础研究

野生花卉资源同其他植物一样, 具有各自的生物学、生态学、生理学、遗传学及生物化学等方面的基本特性. 在开发野生资源的过程中, 对这些基本特性的研究是非常有必要的. 尤其对于一些具有发展潜力或者能够在园林中直接应用的野生种, 可能只要克服它们的一两个缺点, 就可以使其在园林中得到充分的应用. 如深入研究野生花卉与环境因子的关系, 选择土壤、气候、水文等生态因子相同或相似的环境进行引种栽培; 或者人工创造“小气候”条件, 通过各种养护措施保护植物, 促进其生长, 并逐渐增强其抗逆性, 使其适应新的环境条件; 对野生植物生长发育规律的研究有助于制定其在应用过程中的具体栽培措施; 对传粉生物学方面的了解, 可以为野生植物在杂交育种方面的工作提供强有力的技术支持.

目前, 我国对观赏植物的基础研究相对落后, 尤其是野生植物资源. 首先, 有些植物生长环境比较特殊, 很难对其进行深入地研究; 其次, 对观赏植物基础研究应该重视, 观赏植物的应用是目的, 但各方面的研究工作是其能否得到合理应用的基础和保证. 所以还需要加强各园艺工作者的重视度, 另一

方面如果能够得到国家或者各种基金的赞助, 相信我们的研究工作一定能够顺利进行, 取得快速的进展<sup>[49]</sup>.

## 3 讨论

从开发利用的角度看, 野生花卉资源具有有限性和栽培无限性. 为了使观赏种质资源和生物多样性研究工作适应育种和生产发展的需求, 适应未来人们对观赏植物的需求, 必须进一步加强野生植物资源的调查、收集、保存、鉴定、评价和利用的研究, 建立重要观赏植物野生近缘种的核心种质. 采用人工杂交、生物技术等手段传制桥梁种质, 为育种者提供有益的“偏才”资源. 从表型性状的评价渗入到基因水平的研究, 进而发掘新的有利的关键基因, 供育种和生物技术研究开发利用<sup>[50]</sup>.

在物质生活及其丰裕的当今社会, 人们对精神生活的质量要求也越来越高, 这将给我国花卉产业的发展提供大好的机遇, 但由于我国观赏园艺基础薄、底子弱, 能否经受得住外来花卉市场的冲击, 还需要我们园艺工作者共同的努力. 我们必需站在较高的起点上, 把握好育种目标的定位. 通过建立完善的育种、繁育、品种审定的体系, 充分发挥我国传统名花的优势, 并进行不断地丰富和发展, 使我国的传统名花能够发扬光大、走向世界.

致谢 感谢董文珂同学在文章撰写过程中给予的帮助.

## 参 考 文 献

- [1] 陈学年. 我国传统名花对世界园林的贡献及启示[J]. 西南园艺, 1999, 27(4): 36-37.  
CHEN X N. The contribution of Chinese famous traditional flower to world landscape and its revelation [J]. *Southwest Horticulture*, 1999, 27(4): 36-37.
- [2] 李惠芬, 李倩中. 我国花卉育种研究进展[J]. 西南园艺, 1999, 27(1): 36-39.  
LI H F, LI Q Z. Research progress in Chinese flower breeding [J]. *Southwest Horticulture*, 1999, 27(1): 36-39.
- [3] 张金政, 孙国锋, 石雷. 中国观赏植物资源现状与展望[J]. 园艺学报, 2002, 29(增刊): 671-678.  
ZHANG J Z, SUN G F, SHI L. The status and prospects of ornamental plants in China [J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 2002, 29(Supp.): 671-678.
- [4] 何丽霞, 李嘉珏. 绚丽多彩亟待保护——野生牡丹觅踪[J]. 植物杂志, 2000(5): 6-7.  
HE L X, LI J J. Flowery and need protected—wild peony tracing [J]. *Plant Journal*, 2000(5): 6-7.
- [5] 林榕, 石铸. 中国植物志, 第76卷第1册[M]. 北京: 科学出版社, 1983: 29-42.  
LIN R, SHI Z. *Flora Reipublicae Popularis Sinicae: Tomus 76(1)* [M]. Beijing: Science Press, 1983: 29-42.
- [6] 戴思兰. 中国栽培菊花起源的研究[D]. 北京: 北京林业大学, 1994.  
DAI S L. *A comprehensive study on the origin of Chinese cultivated Chrysanthemum* [D]. Beijing: Beijing Forestry University, 1994.

- [7] 王艳,任吉军. 我国花卉育种现状与发展战略[J]. 种子, 2002, 21(5): 37-39.  
WANG Y, REN J J. Current status and prospect stratagem of Chinese flower [J]. *Seed*, 2002, 21(5): 37-39.
- [8] 陈灵芝. 中国的生物多样性: 现状及其保护对策[M]. 北京: 科学出版社, 1999.  
CHEN L Z. *Biodiversity of China: Current status and protect countermeasure* [M]. Beijing: Science Press, 1999.
- [9] 袁涛,王莲英. 根据花粉形态探讨中国栽培牡丹的起源[J]. 北京林业大学学报, 2002, 24(1): 5-11.  
YUAN T, WANG L Y. Discussion on the origination of Chinese tree-peony cultivars according to pollen grain morphology [J]. *Journal of Beijing Forestry University*, 2002, 24(1): 5-11.
- [10] 张赞平,侯小改. 杨山牡丹的核型分析[J]. 遗传, 1996, 18(5): 3-6.  
ZHANG Z P, HOU X G. Karyotype analysis of *Paeonia ostii* [J]. *Hereditas*, 1996, 18(5): 3-6.
- [11] 张赞平,李懋学,袁甲正. 牡丹染色体的 Ag-NORs 和 Giemsa C 带研究[J]. 武汉植物学研究, 1990, 8(2): 101-106.  
ZHANG Z P, LI M X, YUAN J Z. A study on Ag-NORs and giemsa C banding of chromosomes in *Paeonia suffruticosa* [J]. *Journal of Wuhan Botanical Research*, 1990, 8(2): 101-106.
- [12] 于玲,何丽霞,李嘉珏. 甘肃紫斑牡丹与中原牡丹类群染色体的比较研究[J]. 园艺学报, 1997, 24(1): 79-83.  
YU L, HE L X, LI J J. Comparative studies on chromosome in varieties of *Paeonia rockii* and *Paeonia suffruticosa* [J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 1997, 24(1): 79-83.
- [13] 陈道明,蒋勤. 牡丹品种酯酶同工酶分析[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 1989, 13(3): 36-42.  
CHEN D M, JIANG Q. Esterase isozyme analysis of peony varieties [J]. *Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition)*, 1989, 13(3): 36-42.
- [14] 于玲,何丽霞,李嘉珏,等. 牡丹野生种间蛋白质谱带的比较研究[J]. 园艺学报, 1998, 25(1): 99-101.  
YU L, HE L X, LI J J, et al. Comparative studies on protein zones of wild tree peony species [J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 1998, 25(1): 99-101.
- [15] 裴颜龙,邹喻苹,尹秦,等. 矮牡丹与紫斑牡丹 RAPD 分析初报[J]. 植物分类学报, 1995, 33(4): 350-356.  
PEI Y L, ZOU Y P, YIN Z, et al. Preliminary report of RAPD analysis in *Paeonia suffruticosa* subsp. *spontanea* and *Paeonia rockii* [J]. *Acta Phytotaxonomica Sinica*, 1995, 33(4): 350-356.
- [16] 邹喻苹,蔡美琳,王子平. 芍药属牡丹组的系统学研究——基于 RAPD 分析[J]. 植物分类学报, 1999, 37(3): 220-227.  
ZOU Y P, CAI M L, WANG Z P. Systematic studies on *Paeonia* Sect. *Moutan* DC. based on RAPD analysis [J]. *Acta Phytotaxonomica Sinica*, 1999, 37(3): 220-227.
- [17] 孟丽. 部分野生、栽培牡丹种质资源的亲缘关系的 RAPD 研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2003.  
MENG L. *Phylogenetic relationship analyzed using RAPD markers among partial germplasm of Paeonia Sect. Moutan* [D]. Taian: Shandong Agricultural University, 2003.
- [18] 戴思兰,钟杨,张晓艳. 中国菊属部分种的数量分类研究[J]. 北京林业大学学报, 1995, 17(4): 9-14.  
DAI S L, ZHONG Y, ZHANG X Y. Study on numerical taxonomy of some Chinese species of *Dendranthema* (DC) Des Moul. [J]. *Journal of Beijing Forestry University*, 1995, 17(4): 9-14.
- [19] 戴思兰,陈俊愉. 中国菊属一些种的分支分类学研究[J]. 武汉植物学研究, 1997, 15(1): 27-34.  
DAI S L, CHEN J Y. A cladistic study on some *Dendranthema* spp. in China [J]. *Journal of Wuhan Botanical Research*, 1997, 15(1): 27-34.
- [20] 李懋学,张敬方,陈俊愉. 我国某些野生和栽培菊花的细胞学研究[J]. 园艺学报, 1983, 10(3): 199-205.  
LI M X, ZHANG X F, CHEN J Y. Cytological studies on some Chinese wild *Dendranthema* species and *Chrysanthemum* cultivars [J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 1983, 10(3): 199-205.
- [21] 陈发棣,陈佩度,李鸿渐. 几种中国野生菊的染色体组分析及亲缘关系初步研究[J]. 园艺学报, 1996, 23(1): 67-72.  
CHEN F D, CHEN P D, LI H J. Genome analysis and their phylogenetic relationships of several wild species of *Dendranthema* in China [J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 1996, 23(1): 67-72.
- [22] 王文奎. 菊花起源的染色体原位杂交研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2000.  
WANG W K. *The in situ hybridization studies on the origin of Chinese Chrysanthemum* [D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2000.
- [23] 戴思兰,陈俊愉,李文彬. 菊花起源的 RAPD 分析[J]. 植物学报, 1998, 40(11): 1 053-1 059.  
DAI S L, CHEN J Y, LI W B. Application of RAPD analysis in the study on the origin of Chinese cultivated *Chrysanthemum* [J]. *Acta Botanica Sinica*, 1998, 40(11): 1 053-1 059.
- [24] 周春玲,戴思兰. 菊属部分植物的 AFLP 分析[J]. 北京林业大学学报, 2002, 24(5/6): 71-75.  
ZHOU C L, DAI S L. AFLP analysis of some *Dendranthema* spp. [J]. *Journal of Beijing Forestry University*, 2002, 24(5/6): 71-75.
- [25] 秦贺兰,游捷,高俊平. 菊花 18 个品种的 RAPD 分析[J]. 园艺学报, 2002, 29(5): 488-490.  
QIN H L, YOU J, GAO J P. RAPD analysis of 18 *Chrysanthemum* cultivars [J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 2002, 29(5): 488-490.
- [26] 李辛雷,陈发棣. 菊属野生种、栽培菊花及种间杂种的 RAPD 分析[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2004, 28(3): 29-33.  
LI X L, CHEN F D. RAPD analysis of wild species, cultivars and interspecific hybrids in *Dendranthema* [J]. *Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition)*, 2004, 28(3): 29-33.
- [27] 陈林姣,缪颖,陈德海,等. 中国水仙种质资源的遗传多样性分析[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 2002, 41(6): 810-814.  
CHEN L J, MIAO Y, CHEN D H, et al. Analysis of germplasm resources of *Narcissus tazetta* L. var. *chinensis* by RAPD [J]. *Journal of Xiamen University (Natural Science)*, 2002, 41(6): 810-814.
- [28] 程中平,黄宏文. 桃不同类群的遗传多样性及其遗传结构的 RAPD 分析[J]. 武汉植物学研究, 2004, 22(1): 27-32.  
CHENG Z P, HUANG H W. Genetic diversity and genetic structure of different groups in *Prunus persica* revealed by RAPD analysis [J]. *Journal of Wuhan Botanical Research*, 2004, 22(1): 27-32.
- [29] 陈龙清,陈俊愉,郑用琿,等. 利用 RAPD 分析蜡梅自然居群的遗传变异[J]. 北京林业大学学报, 1999, 21(2): 86-90.  
CHEN L Q, CHEN J Y, ZHENG Y L, et al. Detection of genetic variation within and between natural populations of *Chimonanthus praecox* (L.) Link using RAPD analysis [J]. *Journal of Beijing Forestry University*, 1999, 21(2): 86-90.

- [30] 张亚东, 杨彦伶. 湖北保康不同花色野生紫薇的 RAPD 分析 [J]. 分子植物育种, 2004, 2(5): 683-688.  
ZHANG Y D, YANG Y L. RAPD analysis in the different color-flowered *Lagerstroemia indica* from Baokang County in Hubei Province [J]. *Molecular Plant Breeding*, 2004, 2(5): 683-688.
- [31] 蔡友铭, 张露, 张博, 等. 利用 RAPD 标记对中国石竹属植物亲缘关系的研究 [J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2002, 26(4): 31-34.  
CAI Y M, ZHANG L, ZHANG B, et al. A study on genetic relationship in the genus *Dianthus* by using RPAD markers [J]. *Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition)*, 2002, 26(4): 31-34.
- [32] 李标. 紫斑百合遗传多样性与进化研究 [D]. 昆明: 云南大学, 2001.  
LI B. *A study on genetic diversity and evolution of *Lilium nepalense* D. Don* [D]. Kunming: Yunnan University, 2001.
- [33] 何显静, 李标, 虞泓. 紫斑百合居群生物学研究 [J]. 云南大学学报(自然科学版), 2003, 25(增刊): 78-83.  
HE X J, LI B, YU H. The population study of *Lilium nepalense* [J]. *Journal of Yunnan University (Natural Science)*, 2003, 25 (Supp.): 78-83.
- [34] 陈俊愉. 中国农业百科全书: 观赏园艺卷 [M]. 北京: 农业出版社, 1996: 301-304, 379-381.  
CHEN J Y. *The ornamental horticultural volume of Chinese agriculture encyclopedia* [M]. Beijing: Agricultural Press, 1996: 301-304, 379-381.
- [35] 程金水, 陈俊愉, 赵世伟, 等. 金花茶杂交育种研究 [J]. 北京林业大学学报, 1994, 16(4): 55-59.  
CHENG J S, CHEN J Y, ZHAO S W, et al. Interspecific cross breeding for new yellow camellias [J]. *Journal of Beijing Forestry University*, 1994, 16(4): 55-59.
- [36] 北林大地被组. 地被菊新品种选育 [J]. 植物杂志, 1990(1): 14-15.  
Group of Ground-cover Plants of Beijing Forestry University. Breeding of new varieties of ground cover chrysanthemum [J]. *Plant Journal*, 1990(1): 14-15.
- [37] 王彭伟, 陈俊愉. 地被菊新品种选育研究 [J]. 园艺学报, 1990, 17(8): 223-228.  
WANG P W, CHEN J Y. Studies on breeding ground-cover chrysanthemum new cultivars [J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 1990, 17(8): 223-228.
- [38] 陈秀兰, 李惠芬. 小花型菊花新品种选育 [J]. 植物资源与环境, 1993, 2(1): 37-40.  
CHEN X L, LI H F. The breeding of new varieties with small inflorescences in chrysanthemum [J]. *Journal of Plant Resources and Environment*, 1993, 2(1): 37-40.
- [39] VAN TUYI J M, VAN DIJKEN A, CHI H S, et al. Breakthroughs in interspecific hybridization of lily [J]. *Acta Hort*, 2000(508): 83-88.
- [40] CHEN J Y. Studies on the origin of Chinese florist's chrysanthemum [J]. *Acta Hort*, 1985(167): 349-361.
- [41] 吉庆萍. 有关中国菊花起源的实验与探讨 [D]. 北京: 北京林业大学, 2000.  
JI Q P. *Experiments and studies on the origin of Chinese florist's chrysanthemum* [D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2000.
- [42] 戴思兰, 陈俊愉. 菊属 7 个种的人工种间杂交试验 [J]. 北京林业大学学报, 1996, 18(4): 16-21.  
DAI S L, CHEN J Y. Artificial interspecific cross among seven species of *Dendranthema* in China [J]. *Journal of Beijing Forestry University*, 1996, 18(4): 16-21.
- [43] 裴颜龙. 牡丹复合体的研究 [D]. 北京: 中国科学院植物研究所, 1993.  
PEI Y L. *Study on *Paeonia suffruticosa* complex* [D]. Beijing: Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, 1993.
- [44] 成仿云. 紫斑牡丹有性生殖过程的研究 [D]. 北京: 北京林业大学, 1996.  
CHENG F Y. *Studies on the sexual reproduction processes of *Paeonia rockii* cultivars* [D]. Beijing: Beijing Forestry University, 1996.
- [45] 李嘉珏. 中国牡丹起源的研究 [J]. 北京林业大学学报, 1998, 20(2): 22-26.  
LI J J. Study on the origin of Chinese Mudan (tree peony) [J]. *Journal of Beijing Forestry University*, 1998, 20(2): 22-26.
- [46] 杨再强. 基因工程技术在观赏花卉育种中的应用 [J]. 四川林业科技, 2005, 26(5): 72-75.  
YANG Z Q. The application of gene engineering technique in breeding of ornamental flowers [J]. *Journal of Sichuan Forestry Science and Technology*, 2005, 26(5): 72-75.
- [47] 李辛雷, 陈发棣. 生物技术在花卉植物遗传育种上的应用 [J]. 广西植物, 2005, 25(2): 134-141.  
LI X L, CHEN F D. Application of biotechnology in genetics and breeding of flower plants [J]. *Guihaia*, 2005, 25(2): 134-141.
- [48] 张石宝, 胡虹, 李树云. 花卉基因工程研究进展 II: 花型、花期、货架期 [J]. 云南植物研究, 2002, 24(1): 94-102.  
ZHANG S B, HU H, LI S Y. Advances in genetic engineering of the flowers and plants II: Flower shape, flowering time and shelf life of flower [J]. *Acta Botanica Yunnanica*, 2002, 24(1): 94-102.
- [49] 张春英, 戴思兰. 我国观赏植物亲缘关系的研究现状 [J]. 北京林业大学学报, 1998, 20(2): 79-84.  
ZHANG C Y, DAI S L. The present situation of studies on biosystematic relationship of ornamental plants in China [J]. *Journal of Beijing Forestry University*, 1998, 20(2): 79-84.
- [50] 侯向阳, 高卫东. 作物野生近缘种的保护与利用 [J]. 生物多样性, 1999, 7(4): 327-331.  
HOU X Y, GAO W D. Conservation and utilization of wild relatives of crops [J]. *Chinese Biodiversity*, 1999, 7(4): 327-331.

(责任编辑 董晓燕)