

Sequel of Chinese Tree Peony

中国牡丹 品种图志 (续志)

中国花卉协会牡丹芍药分会
王莲英 袁涛 等著

中国林业出版社
CHINA FORESTRY PUBLISHING HOUSE



中国牡丹

品种图志
(续志)



中国花卉协会牡丹芍药分会
王莲英 袁涛 等著

中国林业出版社

著 者：王莲英 袁 涛 李清道 赵孝知
主要参加人：王 雁 秦魁杰 刘爱卿 刘政安 冉东亚 钟 原 赵信勇
参 加 人：何丽霞 成仿云 王 福 赵弟行 赵弟占 李韶霞 范崇霞
马晓洁
摄 影：李清道 赵孝知 刘爱卿 李丰刚 王 福 何丽霞 石颜通
张 维 陈富飞 谢晓荣 侯芳梅 王崇章 王会杰 赵信勇
编 务：石颜通 张贵敏 李运成 刘大勇 周宝国

图书在版编目 (CIP) 数据

中国牡丹品种图志：续志 / 王莲英等著. — 北京：中国林业出版社, 2015.3

ISBN 978-7-5038-7915-9

I. ①中… II. ①王… III. ①牡丹—品种志—中国—图集

IV. ①S685.110.292-64

中国版本图书馆CIP数据核字 (2015) 第058759号

责任编辑：贾麦娥 陈英君

出版发行：中国林业出版社

(100009 北京西城区德内大街刘海胡同7号)

网 址：www.lycb.forestry.gov.cn

电 话：(010) 83143562

制 版：北京美光制版有限公司

印 刷：北京卡乐富印刷有限公司

版 次：2015年6月第1版

印 次：2015年6月第1次

开 本：210mm × 285mm

印 张：19

字 数：440千字

定 价：280.00元



中国

牡丹

品种图志

(续志)

前言

Foreword

由中国花卉协会牡丹芍药分会牵头编写的《中国牡丹品种图志》，自1997年问世以来，至今已历时十八个年头，回顾这期间我国牡丹事业的发展，业内同仁们深感欣慰与自豪，当然也有不少遗憾和无奈，但总的发展趋势使牡丹人备受鼓舞和振奋，这是因为：

第一，国有芍药科植物种质资源得到了业内前所未有的重视与保护，学术研究蓬勃向上，十分活跃，许多逾千年遗留下来难以解决的种的起源问题、分类问题、种与品种的亲缘关系问题、遗传多样性问题等，都通过先进的细胞学和分子生物学等手段逐一渐渐澄清，为我国牡丹产业的发展与产品应用奠定了坚实的理论基础和指导方向，特别是芍药科野生种迁地保护机构的建立对世界牡丹的研究和应用具有划时代意义。

第二，中国牡丹新品种培育更上一层楼，取得了骄人成绩，众多拥有自主知识产权的远缘杂交新品种的诞生成为中国牡丹育种史上的里程碑。

第三，牡丹深加工产品的研发宛如初升的太阳。牡丹精油、籽油、保健品、护肤品等产品均已问世，它们为我国的特色产业经济增添了新的活力，特别是油用牡丹（籽油）产业的启动和发展，不仅可以有效缓解我国食用油的供需矛盾、维护国家粮油安全、繁荣农村经济，而且对提高人民健康水平、促进社会和谐发展发挥了多重效益。牡丹深加工产业的发展，使这朵具有盛世文化符号特有感召力的牡丹花，除了承载传统的中医药文化外，更担当了食用和改善民生的新的历史使命，更加创新与丰富了牡丹的文化内涵，使其身价剧增，备受珍视，令全国人民骄傲。

第四，进一步梳理了品种资源，调整了品种结构，规划了品种适生区，更直接服务于生产和应用。品种虽然是产业持续发展的物质基础，但是优良的品质是新品种培育的主要内核，适地适花引种品种是主要的原则。

第五，由于我国在牡丹种质资源和育种等方面的悠久历史和出色工作，2008年我们承担了国际植物新品种保护联盟（UPOV）林木和花卉技术工作组（TWO）“植物新品种一致性、稳定性和特异性测试指南——牡丹”的编制工作，这是我国首次承担有关花卉新品种测试指南的国际性标准，经过5年的反复讨论，2013年由UPOV正式发布。该测试指南的制定，为在世界范围内牡丹新品种测试提供了依据。

十余年来所取得的上述主要成就，即是我们编写《中国牡丹品种图志》（续志）的主要原因。希望通过续志将这些成就更加系统深入地总结与完善，特别是对今后新品种的培育鉴定以及引种栽培起到借鉴与交流的作用，为今后我国牡丹现代化产业的发展增添更强的自信心和力量。

书中疏漏和错误之处，恳望同仁与爱好者指正。

作者

2015.3.16





目录

Contents

总论

第一章 种质资源的保护与研究

| | |
|-------------------|-------|
| 第一节 野生种质资源的保护与研究 | / 002 |
| 一、我国芍药科植物的种质资源 | / 002 |
| 二、野生种原生地的保护与研究 | / 003 |
| 三、野生种迁地保护与研究 | / 004 |
| 四、野生牡丹种子生物学特性研究 | / 008 |
| 五、野生种的细胞学与分子生物学研究 | / 012 |

第二节 栽培品种资源的保护与研究

/ 017

| | |
|------------------|-------|
| 一、品种整理、登录与保护 | / 017 |
| 二、古牡丹的收集与复壮研究 | / 025 |
| 三、秋发牡丹资源的收集整理与研究 | / 027 |
| 四、栽培品种的地域适应性 | / 034 |
| 五、国外引进品种的适应性 | / 053 |
| 六、品种资源圃的建立 | / 059 |

第二章 新品种培育

第一节 我国近现代牡丹育种概述

/ 063

| | |
|------------|-------|
| 一、育种史的简单回顾 | / 063 |
| 二、首批远缘杂种概述 | / 064 |

第二节 远缘杂交育种的实践总结

/ 064

| | |
|---------------|-------|
| 一、育种目标 | / 064 |
| 二、育种方法 | / 065 |
| 三、远缘杂交后代的早期鉴定 | / 066 |
| 四、远缘杂种优良特性综述 | / 069 |

第三章 品种花色与花型演进的探讨

第一节 花色研究进展

/ 071

| | |
|---------------|-------|
| 一、兼顾花色的品种分类系统 | / 071 |
| 二、花色素成分 | / 072 |
| 三、花色创新的探索 | / 075 |

| | | | |
|-----------------------|-------|-------------------------|-------|
| 第二节 花型演进规律的再探讨 | / 078 | 第五章 牡丹的开发利用 | |
| 一、花型的概念 | / 078 | 第一节 油用牡丹产业发展 | / 104 |
| 二、花型与牡丹品种的分类方案 | / 079 | 一、油用牡丹产业概况 | / 104 |
| 三、牡丹花型若干问题的探讨 | / 080 | 二、油用牡丹产业综合效益 | / 105 |
| | | 三、油用牡丹加工 | / 106 |
| 第四章 栽培与生产 | | 第二节 牡丹产品的深加工 | / 107 |
| 第一节 产业结构调整 | / 083 | 一、牡丹的主要药用成分 | / 107 |
| 一、调整产业结构的目的和意义 | / 083 | 二、牡丹的药用栽培及加工 | / 108 |
| 二、种苗生产 | / 084 | 三、牡丹深加工产品在保健方面的应用 | / 113 |
| 三、盆花生产 | / 087 | | |
| 四、鲜切花生产与保鲜 | / 090 | 第六章 牡丹专类园与牡丹插花艺术 | |
| 五、种子生产 | / 092 | 第一节 牡丹专类园 | / 115 |
| 第二节 牡丹的花期调控技术及应用 | / 096 | 一、园址选择 | / 116 |
| 一、花期调控技术 | / 096 | 二、牡丹品种的选择 | / 116 |
| 二、春节用花促成栽培(以春节在2月初为例) | / 097 | 三、牡丹专类园的布置方式 | / 117 |
| 三、国庆节用花抑制栽培 | / 099 | 四、牡丹园的种植设计 | / 117 |
| 四、高海拔抑制栽培技术 | / 100 | 五、牡丹种植的季节 | / 118 |
| 第三节 栽培与生产标准化 | / 102 | 第二节 插花艺术 | / 118 |
| 一、标准化的作用 | / 102 | 一、牡丹插花的历史 | / 118 |
| 二、开展牡丹标准化示范区建设 | / 103 | 二、牡丹插花特点 | / 122 |
| 三、牡丹技术标准工作 | / 103 | 三、作品欣赏 | / 124 |

各 论

| | | | |
|------------------------|-------|--------------|------------|
| 第一章 品种命名原则及记载描述 | | 二、适宜切花栽培的品种 | / 156 |
| 品种记载和描述说明 | / 129 | 三、适宜促成栽培的品种 | / 160 |
| | | 四、适宜容器栽培的品种 | / 162 |
| 第二章 品种介绍 | | 第四节 实生选育的新品种 | / 164 |
| 第一节 牡丹组与芍药组间杂交 | | 一、中原牡丹种群 | / 164 |
| 新品种(伊藤杂种 Itoh) | / 137 | 二、西北种群 | / 268 |
| | | 三、西南种群 | / 279 |
| 第二节 牡丹组革质花盘亚组与肉质 | | 四、江南种群 | / 281 |
| 花盘亚组间杂交新品种 | / 140 | 五、东北种群 | / 283 |
| 一、适宜庭园栽培的品种 | / 140 | | |
| 二、适宜切花栽培的品种 | / 149 | 参考文献 | 286 |
| 三、适宜容器栽培的品种 | / 154 | 品种名索引 | 291 |
| 第三节 品种群间杂交新品种 | / 155 | | |
| 一、适宜庭园栽培的品种 | / 155 | | |

The image features two large, vibrant yellow peonies in full bloom, positioned vertically. Each flower has numerous layers of petals, with a bright orange center. The background is a soft-focus green, suggesting foliage. The title '总论' is centered over the upper flower.

总 论

第一章 种质资源的保护与研究

种质资源是育种工作的物质基础，也是育种成就的重要评价指标。重视种质资源的研究，建立种质资源基因库是世界各国园艺界都极为重视的研究内容之一。

第一节 野生种质资源的保护与研究

一、我国芍药科植物的种质资源

(一) 芍药属的分布

芍药科为单属(芍药属)科植物，总计 32 ~ 33 种，下分 3 个组，即牡丹组 9 种，芍药组 22 种，北美芍药组 2 种。其中牡丹组全部原产我国，芍药组中有 9 种原产我国，两组总计占芍药属总数的 54% 之多，所以我国是世界芍药科植物的起源与分布中心，牡丹组则是我国特有的野生种质资源。

(二) 牡丹组的分布

牡丹组依据花盘质地与形态的不同，又分为两个亚组，即革质花盘亚组和肉质花盘亚组。革质花盘亚组各个种的花盘皆为革质、杯状并几乎全部包住心皮，共有 5 种：矮牡丹(*Paeonia jishanensis*)、卵叶牡丹(*P. qiui*)、杨山牡丹(*P. ostii*)、紫斑牡丹(*P. rockii*)和四川牡丹(*P. decomposita*)。它们主要分布于我国的黄土高原与秦巴山地(包括陕西、山西、甘肃、河南、湖北、安徽等地)；肉质花盘亚组各种的花盘皆为肉质、三角状并仅包心皮的基部，共有 4 种：黄牡丹(*P. lutea*)、紫牡丹(*P. delavayi*)、狭叶牡丹(*P. potaninii*)和大花黄牡丹(*P. ludlowii*) (洪德元等 1998 年的分类处理将前三种合并为滇牡丹)。该亚组主要分布于我国四川西南部、云贵高原北部、青藏高原东部及东南部的亚高山和高山地区。

牡丹组的整体分布由西北沿横断山脉向西南延伸至青藏高原，基本上形成一个 r 形的连续分布带。其中大多数的分布区域较广且有所重叠，少数种的分布区域很狭窄，有明显的界限，如卵叶牡丹仅分布在湖北神农架和保康一带山地，四川牡丹仅分布在四川局部地区，大花黄牡丹仅分布在西藏的局部地区。

二、野生种原生地的保护与研究

如前所述，牡丹组各野生种都分布在我国高山、亚高山森林地的林缘、疏林灌丛草坡溪边以及岩石缝中，立地环境条件较差，交通不便，加之疏于保护，所以遭受破坏比较严重，尤其近些年，由于保护不力，至今没有设立专门的保护机构与专门的原生地保护区，都只是归属于所在地的自然保护区内，难以有更多的关注与保护，因此仍遭受人为的乱采滥伐，牲畜践踏啃食和因修路、筑房、开垦农田等而不当地移挖和开发，致使大多数种群的自然生境恶化，居群缩小，残留植株生长不良。根据著者近 1~2 年野外考察发现，矮牡丹在山西稷山、永济境内原生地中几乎难以再见到它们的踪迹；河南济源猕猴自然保护区内仅见的一片矮牡丹，植株生长势衰退，枝干瘦弱；在西藏林芝地区某处，2006 年以前大花黄牡丹株丛紧密，枝叶繁茂、开花繁盛，是当地一道靓丽的天然美景，而如今该居群缩小得仅为原有群落的 1%~5%，不过数百株，其他居群也有同样的厄运，农民田埂上的原生大花黄牡丹，由于遮挡庄稼光照，致使地上部分年年被砍伐。西藏是大花黄牡丹的唯一原生地，上述种种现象和矛盾如再不及时得到解决，采取有力保护措施，这一稀有珍贵的物种真在这里绝灭，我们将无颜面对祖先和世人。

根据《中国物种红色名录》第一卷（汪松、解焱主编，2004）对全国动植物濒危状况的统计评估结果得知：分布在我国 18 种芍药科植物全部处于不同等级的濒危状态，尤为特产我国的牡丹组全部成为濒危植物，其中进入严重的极危状态的有大花黄牡丹、凤丹和银屏牡丹（洪德元的分类）；进入濒危状态的有矮牡丹、紫牡丹、太白紫牡丹和卵叶牡丹；进入易危状态的有四川牡丹、滇牡丹（即紫牡丹和黄牡丹）。这个评估结果，令人震惊，更令牡丹界人们愧疚、难过。当然，这也是震耳的警钟，唤起了我们空前的觉醒。“亡羊补牢，未为晚也”，首先国家和地方政府对我国牡丹事业的发展给予很多的关注与支持，近几年就得到国家科技资助项目数十项，投入资金数千万元，有力地支持了对牡丹野生种质资源的调查与研究。

特别是对肉质花盘亚组的调查研究成为热点，不少学者到原生地对不同种和同种不同居群进行了生态环境、形态与遗传多样性、种群结构与分布格局以及繁殖生物学特点等多方面调查评估，获得许多第一手资料，为进一步了解各野生种的生物学特性和生育规律、生物多样性提供翔实依据；不少学者先后进行了细胞遗传学和分子学系统研究，对牡丹组内种的分类地位、种间亲缘关系、遗传特性和多样性问题等都有了较深刻的了解，他们通过 RAPD 标记（邹喻苹，1999）、AFLP 技术（于玲，1998；袁涛，1999）、ISSR 标记（杨淑达，2005）、SSR 标记（Hai-Ping Yu etc.，2013；Yuan, etc. 2013）等从不同角度都对牡丹组间、亚组间、种间存在的上述问题进行了合理的澄清、科学的解释，为进一步研究提供有力的理论依据。如袁涛采用 AFLP 技术对牡丹组的 7 个野生种通过 7 对引物组合的扩增试验，获得 507 个条带，其中 485 个为多态位点，每一个野生种都有各自的特异带，有些种还有特异性缺失带……这更证实了牡丹组野生种种质资源的遗传多样性不仅丰富而且明显高于栽培品种，所以保护这些珍贵的野生资源，合理科学地开发，深层次挖掘它们

的遗传潜质是我们迫在眉睫的任务，一定要把我国牡丹资源的绝对优势迅速转变为牡丹产业发展优势。

三、野生种迁地保护与研究

牡丹组野生种在原生地尚未得到有效保护的现状下，对已进入濒危和极危状态的野生种进行迁地保护，无疑是一种积极可行的办法之一。如能建立专门的迁地保护机构和场所，更能增强专业性的研究、管理和开发利用，面对当前我国特产牡丹组野生种现状，实行迁地保护更为现实，更为迫切。

虽然英国邱园早于 20 世纪中后期已对我国牡丹组肉质花盘亚组的各原种和变种进行了引种驯化并建立了迁地保护圃，为这些野生资源的保护与繁衍做出了一定的贡献，但据知目前该圃状况已不甚乐观，有些种已不复存在。国内也有不少学者、花农或科研单位也曾于 20 世纪 80 ~ 90 年代都先后进行过同样的工作，但多因地理位置和立地条件的不适等因而失败。目前全国仅有甘肃榆中和平牡丹园、北京牡丹芍药科技开发有限公司和甘肃省林业科学技术推广总站三家对牡丹组各野生种成功地进行引种驯化，建成了初具规模的迁地保护圃，并利用这些宝贵的野生资源开展了远缘杂交育种工作，取得了可喜的成绩，使我国拥有了首批有自主知识产权的远缘杂种，成为我国牡丹育种史上新的里程碑。当前和平牡丹园有 4 个远缘杂种（因种种原因，原迁地圃被搬迁，育种工作受损失），北京牡丹芍药科技开发有限公司和兰州林业厅种苗站各育成 30 ~ 40 个远缘杂种，正在陆续进行新品种登记。

现以北京牡丹芍药科技开发有限公司牡丹课题组的迁地保护工作为例简述如下：

（一）迁地保护圃的建立

1. 指导思想

综合考虑各野生种生物学特性和生态习性的相似性，基本保证迁地环境能满足各种或大多数种的正常生长发育。

坚持“适地适花”的原则进行收集和引种驯化。

以野生种质资源的保护和杂交育种为主，并为科研、学术交流搭建平台，服务于国内外的牡丹界和园艺爱好人士。

2. 圃址选择

以温度和空气湿度为主导生态因子，可以基本符合多数野生种对生态环境的要求。

选择在同一地区有不同海拔高度的地段建圃。

历史上有过多个野生种自然分布的地区。

3. 迁地圃的建立

历经多年的考察和研究，最终于 2000 年选择河南省豫西山区的栾川县海拔 800m 和 1300m 两地建圃，采取边建圃、边引种和边科研的方式，先后共引进芍药科植物 13 种，其中牡丹组的全部 9 种，芍药组 4 种，还有许多作为亲本的栽培品种。将肉质花盘亚组各

种主要种植在海拔 1300m 处，革质花盘亚组的种主要种植于 800m 处。至 2011 年统计，所引种的野生植株和种子在本圃地播种后的实生后代植株总计 1366 株，圃地面积已扩大至 20 余亩，目前除四川牡丹和白花芍药生长势较弱外，其余各种均生长健壮，正常开花结实，完成了从种子到种子的生育周期，且性状基本稳定，符合引种驯化成功的标准。

实践证明，迁地圃地的选择不仅十分重要，而且也是引种驯化成功的保证。本圃地位于伏牛山区北坡的栾川县境内，伏牛山是我国暖温带（北坡）和北亚热带（南坡）之间的过渡地带，也是历史上部分牡丹芍药野生种的自然分布区，至今附近山区仍有紫斑牡丹、矮牡丹、草芍药（白花）的分布。栾川县属于典型的内陆深山县，境内峰峦叠嶂、沟壑纵横，地貌起伏跌宕，河流贯穿全境，森林覆盖率达 90%，山清水秀，气候宜人，年均温 12℃，年日照时数 2103 小时，年均降水量 872.6mm、无霜期 198 天，得天独厚的自然环境条件是本圃地引种驯化成功的主要因素之一，尤其是圃地背山面水，空气湿润清新，地表涵养水充足，土壤微量元素丰富，pH 值 7.02，为矿质黏土，使得大多数野生牡丹、芍药生长良好，取得了事半功倍的良好效果。

（二）迁地圃野生种的表现

1. 适应性表现

野生牡丹在引种后的表现受引种环境的影响比较明显，但明显表现出对新环境良好的适应性。根据对引种后各野生种十余年的形态、物候、习性等多方面的观察和繁殖实验，证实了野生种在新环境下的适应性逐渐增强。植株均能露地越冬和越夏，基本无死亡。除四川牡丹和白花芍药生长势弱外，其余各种都生长良好、健壮、正常开花结实，遗传性状基本稳定。特别是肉质花盘亚组的各种以及卵叶牡丹（图 1-1）和紫斑牡丹表现更为优异。不仅花大色艳，而且年生长量、着花量、结实量均高于和优于原产地。如大花黄牡丹在原生地种群内幼苗严重不足，老龄个体占多数并以其萌蘖枝自然更新，自播繁衍的幼苗稀少，当年生苗仅着生复叶 1~2 片（与人为破坏不断采幼苗和种子有关），枝长不足 50cm，播种后 7~12 年方能开花。而在本圃地播种苗当年高达 50~60cm，着生复叶 3~5 片，一般年生长量平均为 100cm 左右，有的超过 150cm；部分实生苗 5 年就可开花（图 1-2）。



图 1-1 卵叶牡丹在引种圃开花



图 1-2 大花黄牡丹在引种圃开花

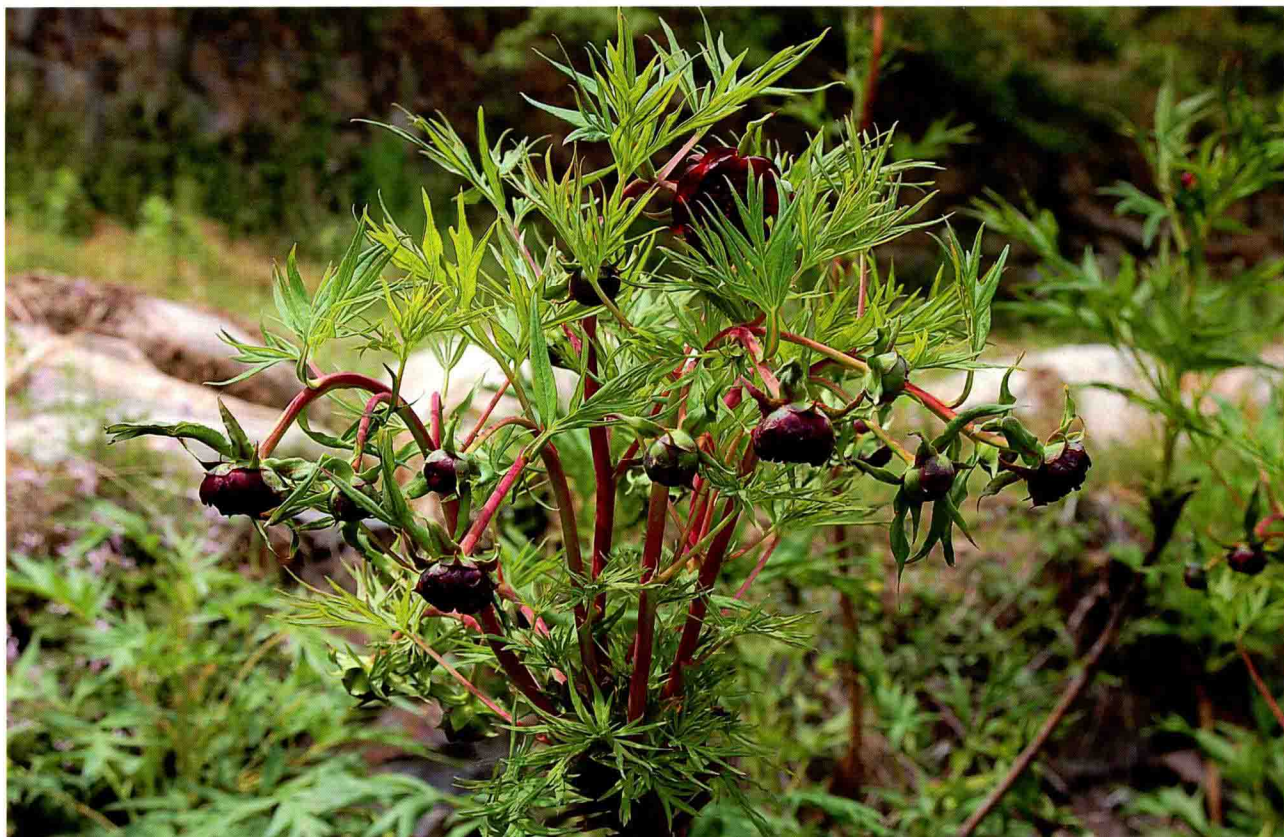


图 1-3 紫牡丹在引种圃的表现

野生紫牡丹引种后亦生长健壮，着花量多（图 1-3），最多一株着花 87 朵，另一株着花 78 朵，一般植株平均着花 20 ~ 30 朵，花径最大 10cm，最小 3cm，结实良好，保持了在野外原生态条件较好、人为少有破坏的种群的优良特性（如中甸），株丛萌蘖性强，每年可萌发脚芽 10 ~ 30 个，年生长量在 80 ~ 140cm。在原生地可萌发脚芽不足 10 个，年生长量大多在 50 ~ 80cm，每株最多着花 10 余朵，少有侧蕾。

所引种 3 个不同区域的黄牡丹亦均生长良好，保持了在各原生地的基本特性，如萌蘖性强，根出茎多。引自西藏和云南苍山的黄牡丹植株较高，5 年生以上老龄枝少，且顶芽易受损和受冻枯死，以脚芽萌发枝进行自然更新；云南中甸的黄牡丹同样表现了与在原生地一样的形态变异的多样性，植株低矮，花朵大小、花色深浅、花瓣基部斑色等都有差异。这与前述细胞学和分子学研究的结论相吻合，表明了它的遗传多样性和很强的杂合性。

引种的卵叶牡丹、紫斑牡丹表现也很好，生势强健，枝叶繁茂，着花量和结实量都很大，特别是卵叶牡丹抗性强且耐移栽。狭叶牡丹亦生长良好，着花量多，花朵依然垂头而藏花。

四川牡丹和白芍药在圃地表现较差，生长势弱，枝细瘦。分析原因，圃地的土壤与四川牡丹原生地水分条件差异大，圃地空气湿度和土壤含水量都高于干燥的原生地，适应性暂时表现较差，还有待进一步调整与观察。白花芍药在原生地生存环境就较恶劣，植株弱小，引种后生长势一直恢复缓慢。

由原生地采来的各野生种种子，播种后，大多数都能出芽，多数发芽率都在 30% ~ 50%，当年生苗高 10 ~ 20cm，着生复叶 3 ~ 4 片，均优于原生地。

2. 物候期表现

通过观察记载各野生种的物候期，种间表现一定的差异，但均比原生地提前，在本圃地自3月下旬至4月上旬，日均温稳定在4℃以上时，各野生种先后开始萌动，4月上旬，日均温达到8℃以上时开始展叶显蕾，4月中旬日均温达12℃左右至4月下旬，植株快速生育、抽枝、展叶和花蕾膨大都很明显，4月底至5月初，气温上升至18℃左右，先后进入初花期，最早开花的为卵叶牡丹（4月21日），最晚开花的为云南苍山的黄牡丹（5月22日至6月上旬），5月中下旬（气温约20~25℃）均进入盛花期，6月中旬进入末花期，群体花期持续1个半月之久，10月下旬进入落叶休眠期。

表 1-1 迁地圃内引种的野生牡丹物候期

| 种类 \ 物候 | 萌动期 | 萌发期 | 展叶显蕾期 | 初花期 | 盛花期 | 末花期 | 落叶休眠期 |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 卵叶牡丹 | 3月8日 | 3月14日 | 4月14日 | 4月27日 | 5月14日 | 5月22日 | 10月27日 |
| 杨山牡丹 | 3月10日 | 3月18日 | 3月28日 | 4月25日 | 5月9日 | 5月19日 | 10月29日 |
| 黄牡丹 | 3月15日 | 3月22日 | 4月6日 | 4月28日 | 5月7日 | 5月24日 | 11月2日 |
| 紫牡丹 | 3月10日 | 3月15日 | 3月29日 | 4月23日 | 5月17日 | 5月25日 | 10月30日 |
| 狭叶牡丹 | 3月15日 | 3月22日 | 4月8日 | 5月6日 | 5月19日 | 5月30日 | 11月2日 |
| 大花黄牡丹 | 3月13日 | 3月17日 | 4月14日 | 5月11日 | 5月22日 | 6月2日 | 11月5日 |

3. 变异性表现

(1) 花色变异。紫牡丹花色由原来的墨紫红色逐渐变浅，出现玫瑰红色、红色和粉红色的花朵，花瓣上也出现线状条纹等。大花黄牡丹的花瓣基部出现不同深浅的紫晕。

(2) 其他花器官变异。云南苍山黄牡丹有花萼瓣化，雌雄蕊退化现象。

(3) 黄牡丹和狭叶牡丹根出茎多而旺盛，每年可出40~50个/株，其中多数枝的顶芽能开花，但花朵小，观赏性不强。

(4) 紫牡丹当年有多次发枝开花的现象，一般情况下可萌发春梢、夏梢和秋梢，皆能开花，通常有如下几种状态：

- 当年萌发的春梢顶芽开花，属正常花期，春梢生长量多在20~35cm，花期5月份；
- 当年萌发的春梢顶芽开花的同时，其下部叶腋萌发生长形成第2个春梢，其顶芽停止生长，待至7月中旬，此顶芽萌动发枝形成夏梢，其顶芽于8月中旬开花；
- 2年生枝的顶芽，春天萌动同时形成5~7个短春梢（长约20~30cm），其中大部分短春梢于4~5月份开花结实，而未开花的短春梢继续生长一段时间封顶，待至7月中旬萌发成夏梢于8月下旬开花；
- 春天由脚芽萌发的春梢，长至120cm时封顶，至7月中旬其顶芽抽生夏梢开花；
- 当年萌发的春梢未开花，待7月初春梢顶芽萌动形成夏梢于8月下旬开花；
- 当年6~7月份时常有脚芽萌发形成夏梢但不开花，继续生长形成秋梢后开花；
- 秋天对植株平茬后，次年春萌发春梢长至80~200cm时都能开花。

紫牡丹在迁地圃出现的上述多种于夏、秋季多次开花现象,其机理尚在研究中,但此现象在原生地尚未发现,这表明迁地圃的新环境条件是诱发其多次开花的原因之一。

(5) 部分大花黄牡丹生育期缩短,从播种至开花仅5年,而在原生地需7~12年,还有部分大花黄牡丹植株生长期较长,当年难以封顶,常至11月顶芽受冻。

由于引入野生种的时间长短不一,对各个种所表现的生物学特性和生态习性还不完全了解,有很多问题值得进一步观察和研究。

四、野生牡丹种子生物学特性研究

种子是牡丹重要的繁殖材料之一,也是野生种质资源长期保存的理想材料。在野外,成熟的种子就地萌发,是其扩大个体数量的重要方式。但众多学者通过对野生牡丹种子的研究发现,种子的生物学特性,特别是休眠特性是导致多数野生牡丹极度濒危的重要原因。

(一) 形态

野生牡丹种子较不规则,由于在果荚中平行排列,故成熟种子有1或2个平截面,种皮坚硬有光泽。其中大花黄牡丹种子最大,千粒重为1500~1700g,长宽厚平均分别为1.5cm、1.2cm、1.1cm,紫牡丹和黄牡丹种子也较大,四川牡丹和卵叶牡丹种子较小,卵叶牡丹千粒重为360~370g。野生牡丹为中粒种子,并无利于传播的附属物,一般只能散播在母株附近,在一定程度上限制了其远距离传播(图1-4)。

野生牡丹种子外种皮被蜡质,里面是由多层厚壁细胞组成的、排列紧密的表皮细胞,再向内为两层柱状细胞,见图1-5。



图1-4 野生牡丹的果实及种子

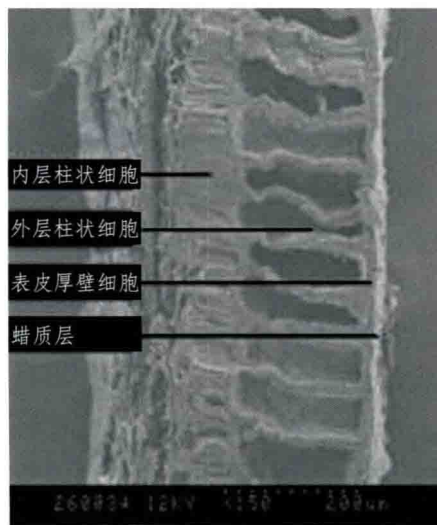


图 1-5 大花黄牡丹外种皮横切面 (×150)

(二) 种子结实率低, 胚珠败育率高, 繁育效率低

罗毅波等人发现, 矮牡丹平均每年开花率为 0.47 朵 / 地上茎, 每年平均蓇葖果数为 0.67 个 / 地上茎, 每年平均种子数为 0.91 粒 / 地上茎。赵一鹏等人发现, 野外矮牡丹只有近 1/4 左右的胚珠能发育成种子, 野外实生苗很少。而裴颜龙和成仿云等人的调查结果为, 野生矮牡丹胚珠败育率高达 90%, 紫斑牡丹中胚珠败育率也高达 50%。2013 年著者对河南栾川的紫斑牡丹、卵叶牡丹进行调查, 胚珠败育率平均为 54.5%, ‘凤丹’ 的胚珠败育率平均为 51.8%, 不仅如此, 矮牡丹、紫斑牡丹, 其天然居群开花个体

较少, 前者仅占 14%, 后者为 30% ~ 50%, 且有隔年开花的特性。李清道等人在湖北调查也发现, 卵叶牡丹也有整个居群当年不结实的现象。

张寿洲和潘开玉等发现矮牡丹的小孢子母细胞发育过程异常, 从而形成较多的无生活力的花粉。开花数量少、花粉生活力低和居群间传粉能力不足导致的低下的繁育效率, 是野生牡丹结实率低的重要原因。

自然气候条件有时也是野生牡丹结实率的制约因子。2005 年张蕾等人在西藏林芝发现晚霜对当地的大花黄牡丹危害严重。大花黄牡丹花期在当地 4 月至 5 月中旬花蕾发育时若与当地晚霜相遇, 花朵往往受害, 而不能正常开花结实, 导致当年秋季几乎颗粒无收。

此外, 在自然状态下, 野生牡丹的种子虫害较严重。野外的牡丹种子往往成为甲虫的食物, 甲虫虽然为紫斑牡丹等传粉, 但同时啃食心皮和胚珠, 金龟甲虫常取食黄牡丹的胚乳, 紫牡丹、狭叶牡丹的种子也受到同样的危害。受害严重的居群, 甚至当年无一粒完好的种子。

(三) 种子安全含水量不同

安全含水量是保持种子生命力的最低水分含量, 它关系到种子的生活力, 也是影响种子萌发的关键因素。实验发现, 当大花黄牡丹种子的含水量降至 11.02% 的时候, 就有种子丧失活力, 当含水量降至 6.38% 时, 参与测试的种子都丧失了活力, 胚严重失水, 由乳白变成淡黄色。龚洵等人通过实验得出: 黄牡丹在含水量为 29.5% 时, 胚的生命力开始下降, 降至 14.1% 时, 所有种子丧失活力。著者等人检测发现, ‘凤丹’ 种子在自然风干第 4 天, 含水量降至 29% 左右时出现丧失活力者, 含水量降至 7% 左右时, 活力完全丧失。紫斑牡丹种子则在含水量降至 4% 左右时, 活力完全丧失。含水量到安全含水量以下的种子, 即使结合温度和激素处理, 萌发率也大大降低。