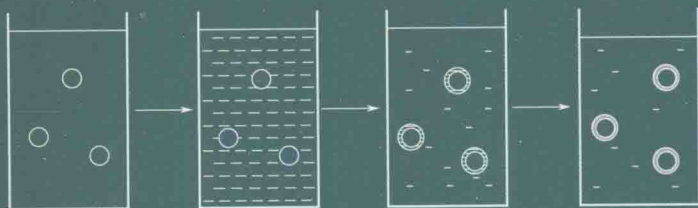


牡丹 深加工技术



段 续 任广跃 主 编
刘丽莉 易军鹏 副主编



化学工业出版社

牡丹 深加工技术

段 续 任广跃 主 编
刘丽莉 易军鹏 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

牡丹是我国特有的木本名贵花卉，花大色艳、雍容华贵、富丽端庄、芳香浓郁，而且品种繁多，素有“国色天香”、“花中之王”的美称。本书主要针对牡丹产业化工程中涉及的深加工技术问题进行深入研究，对近几年牡丹深加工技术成果进行了详尽的总结。主要涵盖了牡丹干花制备技术、牡丹油功能产品的开发、牡丹色素及其活性成分、牡丹及其副产品综合利用等内容。

目前，市场上并没有牡丹产品深加工方面的图书，作者将近年来的最新研究成果汇集于本书。涵盖范围广泛、结构体系新颖、学术思想先进是本书的一大特点。本书可作为牡丹加工企业职工的技术培训教材，可供农林院校相关专业的师生学习、研究使用，还可供从事牡丹产业相关科技人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

牡丹深加工技术/段续，任广跃主编. —北京：化学工业出版社，2014.6

ISBN 978-7-122-20352-6

I. ①牡… II. ①段…②任… III. ①牡丹-加工
IV. ①S685.110.9

中国版本图书馆CIP数据核字（2014）第071578号

责任编辑：赵玉清
责任校对：王素芹

文字编辑：周 侗
装帧设计：尹琳琳

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011）
印 装：大厂聚鑫印刷有限责任公司
710mm×1000mm 1/16 印张17³/₄ 彩插2 字数338千字 2014年8月北京第1版第1次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899
网 址：<http://www.cip.com.cn>
凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：59.00元

版权所有 违者必究



图2.5 不同颜色牡丹压花照片



图2.6 牡丹压花样品



牡丹

深加工技术



图2.21 牡丹花冻干产品



图2.25 白色系牡丹花干花产品（左：冰壶献玉；右：白玉）



牡丹

深加工技术



图2.26 黄色系牡丹花干花产品（上：金阁；下：海黄）



牡丹

深加工技术



胡红



洛阳红



锦袍红



珊瑚台

图2.27 红色系牡丹花干花产品



前言

牡丹是我国特有的木本名贵花卉，花大色艳、雍容华贵、富丽端庄、芳香浓郁，而且品种繁多，素有“国色天香”、“花中之王”的美称，长期以来被人们当做富贵吉祥、繁荣兴旺的象征。牡丹具有很高的观赏和药用价值，自秦汉时以药用植物载入《神农本草经》始，逐渐形成了包括植物学、园艺学、药理学、地理学、文学、艺术、民俗学等多学科在内的牡丹文化学，是中华民族文化和民俗学的一个组成部分。

随着牡丹种植业的发展，牡丹深加工技术在牡丹文化产业中的地位日益突出。如，将牡丹的根加工制成名贵的中草药“丹皮”，将牡丹花经干燥处理后制成“永生花”等。牡丹产业链的发展迫切需要一部对实际生产加工具有实际指导作用的技术图书。

本书实用性很强，辐射面很宽，属于交叉性应用学科；既属于生物科学的范畴，又涉及工程技术领域，同时还与环境工程、食品工业、农业科学等有密切的关系。本书坚持科学研究与推广普及二者有机融合，在内容上充分考虑生产加工的适用性，紧密结合生产实际，在论述牡丹深加工技术的同时，注重陶冶读者的文化情操。

本书由河南科技大学段续、任广跃主编，河南科技大学刘丽莉、易军鹏副主编。全书共分5章，具体分工如下：第1章由河南科技大学陈俊亮编写；第2章由河南科技大学任广跃、段续编写；第3章由河南科技大学刘丽莉、杜琳、易军鹏编写；第4章由河南科技大学陈俊亮、易军鹏、段续编写；第5章由河南科技大学杜琳、段续编写。

本书可作为牡丹加工企业职工的技术培训教材，可供农林院校相关专业的师生学习、研究使用，还可供从事牡丹产业相关科技人员参考。

限于编者水平，书中疏漏之处，欢迎广大读者批评指正。

编 者

2014年4月



目录

第1章 概述 /1

- 1.1 牡丹分类及其分布情况 /2
 - 1.1.1 牡丹的起源 /2
 - 1.1.2 牡丹品种分类演变过程 /2
 - 1.1.3 牡丹的分布情况 /5
- 1.2 牡丹的结构和成分 /6
 - 1.2.1 牡丹的结构 /6
 - 1.2.2 牡丹的成分 /7
- 1.3 牡丹开发的现状和前景 /9
 - 1.3.1 牡丹开发的现状 /9
 - 1.3.2 传统牡丹产品及其创新 /12
 - 1.3.3 牡丹开发的前景 /14
- 参考文献 /16

第2章 牡丹干燥花制作技术 /17

- 2.1 干燥花制作技术的现状及其发展趋势 /18
 - 2.1.1 干燥花制作技术的发展 /18
 - 2.1.2 干燥花制作技术的现状 /21
 - 2.1.3 干燥花消费市场 /23
 - 2.1.4 牡丹花干燥的研究现状 /23
- 2.2 牡丹平面干燥花制作技术 /25
 - 2.2.1 压花花材的选择 /25

2.2.2	牡丹花的力学特性	/26
2.2.3	牡丹压花的护色	/26
2.2.4	牡丹压花制作工艺流程	/27
2.2.5	牡丹压花艺术品的制作	/29
2.2.6	牡丹压花热风干燥技术研究	/30
2.2.7	牡丹压花热风干燥模型研究成果	/32
2.3	牡丹冷冻干燥花制作技术	/36
2.3.1	真空冷冻干燥的基本原理	/37
2.3.2	预处理方法	/38
2.3.3	冷冻干燥方法和过程参数	/45
2.3.4	不同色系牡丹采用超声雾化 喷涂的护色技术	/50
2.3.5	不同色系牡丹采用超声雾化 喷涂后的冷冻干燥特点	/52
2.4	牡丹永生花的软化护形	/56
2.4.1	常用软化护形方法及试剂选择	/56
2.4.2	牡丹花软化护形试验研究	/58
2.4.3	进一步建议	/72
2.5	几种主流干燥花制作方法与冻干法的比较	/72
2.5.1	包埋干燥试验	/72
2.5.2	微波干燥试验	/75
2.5.3	液相替代干燥试验	/76
2.6	牡丹花常压冻干花制作技术	/79
2.6.1	常压冻干技术的发展	/79
2.6.2	常压冻干花制作工作过程	/81
2.7	牡丹花真空后喷涂干燥花制作技术	/81
2.7.1	真空后喷涂系统的基本结构及 工作过程	/81
2.7.2	影响液体真空喷涂质量的因素分析	/85
2.8	开发干燥花产业的几点建议	/86
2.8.1	合理开发我国野生植物资源	/86
2.8.2	提高干花的制作工艺和花艺设计水平	/86

2.8.3	提高产品的包装质量、实施品牌战略	/86
2.8.4	加强宣传, 积极开拓营销渠道	/87
2.8.5	加强信息交流, 参与国际市场竞争	/87
	参考文献	/87

第3章 牡丹籽油产品的开发 /89

3.1	牡丹籽油料的预处理技术	/91
3.1.1	预处理的目的地和意义	/91
3.1.2	油料预处理工艺方案的确定原则和 一般要求	/91
3.1.3	牡丹籽预处理的主要方法	/92
3.2	牡丹籽油的制备技术	/101
3.2.1	常见植物油脂提取法	/101
3.2.2	机械压榨法制备牡丹籽油的技术	/104
3.2.3	溶剂浸出法制备牡丹籽油的技术	/106
3.2.4	超临界CO ₂ 萃取制备牡丹籽油的技术	/112
3.2.5	超声波辅助制备牡丹籽油的技术	/118
3.2.6	微波辅助提取制备牡丹籽油的技术	/120
3.2.7	不同提取方法的比较	/123
3.3	牡丹籽油的精炼与改性技术	/124
3.3.1	概述	/124
3.3.2	牡丹籽油的精炼技术与过程	/126
3.3.3	牡丹籽油精炼过程中的主要理化 特性和脂肪酸的变化分析	/134
3.3.4	牡丹籽油的改性技术	/136
3.3.5	牡丹籽油的微胶囊化生产技术	/140
3.4	牡丹籽油产品的包装及储藏	/143
3.4.1	牡丹籽油的包装器材	/144
3.4.2	牡丹籽油在储藏过程中的劣变	/146
3.4.3	影响牡丹籽油安全储藏的因素	/146
3.4.4	牡丹籽油的安全储藏技术	/148
3.5	牡丹籽油组成成分的测定与分析	/150

3.5.1	植物油脂的简介	/150
3.5.2	牡丹籽中脂肪酸成分的分析	/151
3.5.3	牡丹籽中非油化合物及其活性作用	/155
3.5.4	牡丹籽油的理化指标	/158
3.6	牡丹籽油的毒理学评价与功效分析	/159
3.6.1	牡丹籽油的毒理学评价	/159
3.6.2	牡丹籽油的功效分析	/163
	参考文献	/167

第4章 牡丹色素 /169

4.1	色素概述	/170
4.1.1	植物花色的研究	/170
4.1.2	植物花色表型测定	/170
4.1.3	植物花色苷的研究	/171
4.1.4	植物黄酮的研究	/174
4.1.5	天然色素的特性与应用	/176
4.1.6	牡丹花色与花色素的研究	/178
4.1.7	花色的遗传与改良	/180
4.2	牡丹花色素的提取及性质	/183
4.2.1	牡丹花色素的提取工艺研究	/183
4.2.2	牡丹花黄酮的提取及定量方法	/186
4.2.3	牡丹花红色素理化性质的研究	/190
4.2.4	牡丹色素稳定性研究	/192
4.3	牡丹花色测定及其表型分析	/198
4.3.1	牡丹花色测定	/198
4.3.2	牡丹品种花色的聚类分析	/201
4.3.3	牡丹花色亮度、红度和总花青素含量的关系	/203
4.3.4	花瓣组织结构与花色素分布对花色的影响	/206
4.4	不同品种牡丹花色素的种类与含量	/208

4.4.1	不同色系牡丹花色素含量和组成分析	/208
4.4.2	不同色系中原牡丹黄酮含量分析	/210
4.5	牡丹花色素的抗氧化活性研究	/210
4.5.1	抗氧化的意义	/210
4.5.2	牡丹DPPH·清除活性和还原力研究	/211
4.5.3	牡丹色素对氧自由基的清除作用	/215
4.5.4	牡丹色素对氧化损伤的保护作用	/217
4.5.5	牡丹色素对脂质过氧化的抑制作用	/218
	参考文献	/221

第5章 牡丹及其副产品综合利用 /223

5.1	牡丹的食用价值	/224
5.1.1	鲜花烹饪入馔	/226
5.1.2	牡丹酱及糕点	/230
5.1.3	牡丹花粉	/231
5.2	牡丹的药用价值	/235
5.2.1	丹皮的采收与加工	/235
5.2.2	丹皮的化学成分	/237
5.2.3	丹皮的药理作用	/239
5.2.4	影响丹皮品质的因素	/255
5.2.5	丹皮的应用	/266
5.3	牡丹饮品的开发利用	/268
5.3.1	牡丹花茶	/268
5.3.2	牡丹花汁	/270
5.3.3	牡丹花酒	/271
5.4	牡丹的其他应用	/272
5.4.1	制作染料	/272
5.4.2	在牙膏中的应用	/272
5.4.3	在化妆品中的应用	/273
	参考文献	/273

第1章

概述





1.1 牡丹分类及其分布情况

1.1.1 牡丹的起源

牡丹 (*Paeonia suffruticosa* Andrews) 为我国著名花卉, 花朵硕大、花容端丽, 被称为“万花一品”、“冠绝群芳”的“花王”。又名百两金、木芍药、富贵花、洛阳花等。唐代李正封有“国色朝酣酒, 天香夜染衣”的诗句, 使“国色天香”成为牡丹的雅号。

牡丹、芍药均为芍药科芍药属的植物, 二者花形相似, 但前者为木本, 后者为草本。在秦以前的典籍中, 只有芍药而无牡丹的记载。

人们最早是从药用价值认识了牡丹。在1972年甘肃武威市柏树乡考古发现的东汉早期墓葬医简中, 有用牡丹治疗“血瘀病”的处方, 是迄今已有资料中有关牡丹的最早文字记载。

据《图经》记载: “牡丹生于巴郡及汉中, 今丹、延、青、越、滁、和州山中皆有之, 花有黄、紫、红、白诸色, 此当是山牡丹。牡丹又名木芍药, 近世人多贵重, 圃人欲其花之诡异, 皆秋冬移植, 培以粪土, 至春盛开, 其状百变。故其根性殊失本真, 药中不可用, 其品绝无力也。”由此可知, 牡丹原产地以西北为主, 黄河流域、江淮地区亦宜生长。药用以野生种根部为佳, 栽培种具观赏价值, 而药用则效力较差。

据欧阳修《洛阳牡丹记》记述: “牡丹西出丹州 (今陕西宜川一带)、延州 (今陕西延安一带), 东出青州 (今山东、河北东南、江苏东北地区), 南亦出越州 (今浙江绍兴一带), 而出洛阳者, 今为天下第一。”

李时珍《本草纲目》载: “牡丹惟取红、白单瓣者入药, 其千叶异品 (重瓣者), 皆人巧所毓, 气味不纯, 不可用。”“花谱载丹州、延州以西, 及褒斜道中最多, 与荆棘无异, 土人取以为薪, 其根入药, 尤妙。”

从上述文献资料的考证, 牡丹产地较广, 分布于陕西、云南、甘肃、四川、山东、山西、河南、安徽、浙江等地山中, 至今仍然有牡丹野生种的自然生长, 但以我国西北地区陕西为其野生种的主要原产地。

1.1.2 牡丹品种分类演变过程

牡丹栽培历史悠久, 早在公元二世纪已作为药用植物记载于《神农本草经》



中。宋朝余仁中本《顾虎头列女传》一画中就有对庭院栽植牡丹的描绘。牡丹作为药用植物已有2000多年历史,作为观赏植物的栽培已有1600多年的历史。

牡丹品种的形成始于隋代《隋志海山记》,并开始进入宫苑,这是牡丹观赏栽培的一个重要转折。唐代国都长安牡丹栽培甚盛,已出现重瓣品种,花色也进一步丰富,此时有正式名称的品种已达20多个。唐之后的宋、明、清时期牡丹品种大量出现,宋朝时,品种类型发展到一个顶峰,先后出现品种243个,此时,牡丹专著、专谱大量出现,著名的有欧阳修的《洛阳牡丹谱》(1034),周师厚的《洛阳牡丹记》(1082),陆游的《天彭牡丹谱》(1178)等,分别记载牡丹品种24种、55种及65种。张洵(宋)在《洛阳花谱》中将牡丹分为“多叶”与“千叶”两类。宋之后品种类型并无显著增多,至明朝,王象晋在《群芳谱》中记述了131个品种,并将牡丹分为“单叶”、“千叶”、“千叶平头”、“千叶楼子”等类型。在薛凤翔的《亳州牡丹表》中,把牡丹列为六等,花色、花型也有所增加。此时的栽培中心也由洛阳移到安徽亳州。在清代的《秘传花镜》中也记载了131个品种。自清代以后,山东菏泽(曹州)成为全国牡丹栽培中心。陈侯子在《花镜》中整理出当时的牡丹品种131个,并将之依色系分为正黄色、大红色、桃花色、粉红色、紫色、白色、青色类。可见,古人对牡丹品种的分类多以花色、重瓣型为主要依据,这种分类方法虽能细致而正确地反映花型的外部特征,但对于说明花型的演进及其相互关系尚有未尽之处。

我国学者周家琪(1962)提出了单瓣类、千层类和楼子类等共3类11型的花型分类方案,此分类方案以花型作为牡丹、芍药花型分类的重要标准,且在分类中以品种演化关系作为主轴,兼顾形态和实用,为现代牡丹、芍药品种花型分类奠定了基础。

继20世纪60年代初周家琪研究之后,牡丹品种分类的研究多立足于花型分类及演化的研究。近几十年来取得较大进展,出现了新的分类方案,从不同角度对花型演进的规律进行了分析。秦魁杰(1986)描述了牡丹、芍药品种演化过程中的台阁现象,并根据台阁品种的演化阶段将台阁品种分为4个花型,即初生台阁型、彩瓣台阁型、分层台阁型和球花台阁型。几乎与此同时,王莲英(1986)对周家琪分类方案的解剖学依据作了探讨,从花芽分化的角度论述了牡丹和芍药重瓣品种花型演进过程中的两条途径:一为花瓣的向心式自然增加,导致了千层类花型,其中又形成了依次由荷花型向菊花型、蔷薇型演进趋向;另一为雄蕊的离心式瓣化导致了楼子类花型,其中又形成了依次由托桂型向金环型、皇冠型、绣球型的演进趋向。

在此之后,秦魁杰(1990)根据多年来对牡丹、芍药品种的大量观察记载,并在研究前人成果的基础上,对牡丹、芍药花型演进规律作了进一步的探讨,首次提出建立系、类、型的分类系统。继后,关于牡丹花型分类研究的方案,又有



不断的探讨和整理,其中包括王宗正(1991)从花芽分化的角度,袁涛(1998)从数量分类学和分子生物学角度的研究,至今已形成了日趋一致的牡丹品种花型分类方案:Ⅰ单花类包括①千层亚类(单瓣型、荷花型、菊花型、蔷薇型),②楼子亚类(金蕊型、托桂型、金环型、皇冠型、绣球型);Ⅱ台阁花类包括①千层台阁亚类(荷花台阁型、菊花台阁型、蔷薇台阁型),②楼子台阁亚类(托桂台阁型、金环台阁型、皇冠台阁型、绣球台阁型)。

1998年成仿云根据对花色变化和花型演化等与品种形成有关的现象长期观察,以及对欧美、日本和我国各种分类系统的深入研究,本着“科学性与实用性兼筹并顾”的原则,提出了一个新型的牡丹品种分类系统。该系统包括色、类、型、组和品种共5个分类等级。本系统把花色和花型融为一体,并把花色作为比花型更重要的分类标准提出。

第一级为“色”,可分为白、粉、红、紫、黑、蓝、黄、绿和复色共9种色系。其中“黑”指深紫色或墨紫色,“黄”指淡黄色或浅黄色,“蓝”指粉蓝色或粉紫蓝色。古今中外的牡丹品种分类,或以花型或以花色为分类标准。本系统把二者融为一体,并把花色作为比花型更重要的分类标准提出,主要有两点理由。其一,花色是牡丹最突出、最易判断的识别和观赏特征,不论是经验丰富的专家和园艺师,还是普通观赏者,总是先从颜色开始识别和欣赏牡丹,这是由认识规律决定的。其二,实生苗一旦开花,花色便不再变化,而花型往往很不稳定;同样在正常栽培条件下,同一植株(品种)常有多种花型并存的现象,当环境条件(水、肥等)变化时,对花型形成的影响十分明显,而花色不会有本质变化。

第二级为“类”,可分为单瓣(单叶)类、半重瓣类(复叶)和重瓣(多叶)类。这是仅次于花色标准,既能准确反映品种特点,又易识别掌握的分类标准。牡丹沿着单瓣、半重瓣、重瓣的演化方向,随着花瓣数目的增加,形成了众多的园艺品种。单瓣类最原始,花瓣数目少,雌、雄蕊正常,结实能力强,包括单瓣型一种花型;半重瓣类的花瓣数目已大为增加,雌、雄蕊仍然自然正常或基本正常,包括荷花型和蔷薇型两种花型;重瓣类的花瓣数目极多,雌、雄蕊部分瓣化或完全瓣化,包括托桂型、皇冠型、绣球型和台阁型4种花型。

第三级为“型”,即花型,具体可划分为7种类型。①单瓣型:花瓣1~2轮,雌、雄蕊正常。②荷花型:花瓣3~5轮,雌、雄蕊正常。③蔷薇型:花瓣6轮以上,雌、雄蕊正常或偶有瓣化发生。④托桂型:外瓣正常,内瓣由雄蕊瓣化形成,或狭长直立,或卷曲结綉,与外瓣明显不同。雄蕊从完全瓣化到程度不同的瓣化均有,并常残存正常花药。⑤皇冠型:外瓣宽大平展,内瓣由雄蕊离心瓣化形成,从里向外逐渐变小,可区分为花部中央宽大的“心瓣”和接近外瓣处短小的“腰瓣”。整个花朵高耸,形似皇冠。⑥绣球型:雄蕊瓣化形成的内