

# 芍药组植物的分布和栽培格局及其促成栽培研究现状

沈春宇<sup>1,2</sup>, 田代科<sup>1,3,①</sup>, 曾宋君<sup>1</sup>

(1. 中国科学院华南植物园, 广东 广州 510650; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049;  
3. 上海辰山植物园 中国科学院上海辰山植物科学研究中心, 上海 201602)

**摘要:**通过对芍药属(*Paeonia* L.)芍药组(Sect. *Paeonia* DC.)植物在世界和中国的自然分布状况及栽培区和地理气候因子的综合分析,探讨了影响芍药生长发育的气候因子,并据此划分出芍药的适宜栽培区和可栽培区;在对芍药主栽品种和促成栽培研究现状进行分析的基础上,对中国芍药的研究目标及产业化发展提出了一些建议。分析结果表明:芍药是典型的温带植物,适宜在温带气候条件下生长,但忌湿热;适宜栽培区位于N 30°至N 40°之间;露天栽培需要足够的冬季自然低温积累才能完成春化过程和打破休眠。在中国,华北、华中、华东等大部分地区是芍药的适宜栽培区,但南岭山脉以南则不宜露天栽培。全世界的芍药栽培品种较多,但各国的主栽品种不同。目前芍药的促成栽培研究已有一些进展;影响芍药生长及成花的主要环境因子为温度和光照,除此之外,内源激素水平等因子也对芍药花期有一定影响。受传统文化的影响,中国的芍药产业化发展及研究较为滞后,建议从研究栽培控制因子、改善园艺设施、引进和培育优良品种、适度发展现代栽培技术、开展鲜切花品种筛选及规模化生产以及提高人们对芍药的重视程度6个方面加以改进。

**关键词:**芍药组;分布;气候因子;适宜栽培区;促成栽培;产业化

中图分类号: Q948.15<sup>+</sup>5; S682.1<sup>+</sup>2; S622 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2012)04-0100-08

**Distribution and cultivation patterns and research status of forcing cultivation of Sect. *Paeonia* DC. species** SHEN Chun-yu<sup>1,2</sup>, TIAN Dai-ke<sup>1,3,①</sup>, ZENG Song-jun<sup>1</sup> (1. South China Botanical Garden, the Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China; 2. Graduate University of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 3. Shanghai Chenshan Plant Science Research Center of the Chinese Academy of Sciences, Chenshan Botanical Garden, Shanghai 201602, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2012, **21**(4): 100-107

**Abstract:** By comprehensive analyses on natural distribution status and cultivation region of Sect. *Paeonia* DC. species of *Paeonia* L. in the world and China and geographical-climatic factors, climatic factors influencing growth and development of herbaceous peony were discussed, thereby, suitable and capable cultivation areas for herbaceous peony were divided. And based on analysis of main cultivation cultivars and current status of forcing cultivation research, some suggestions for research aim and industrialization development of herbaceous peony in China were put forward. The analysis results show that herbaceous peony is a typical temperate plant, which is suitable for growing in temperate regions but not tolerant to damp and hot environment, and the suitable cultivation area is among N 30° to N 40°. Enough accumulation of low temperature in winter is necessary for herbaceous peony to complete vernalization process and break dormancy which cultivated in the field. In China, most regions of North China, Central China and East China are suitable cultivation areas of herbaceous peony but the south region of Nanling Mountains is un-suitable for cultivating in the field. There are many herbaceous peony cultivars in the world, but main cultivars in every country are different. At present, a certain achievement has been obtained in researches on forcing cultivation of herbaceous peony. Main environmental factors influencing its growth and flower formation are temperature and light, besides, other factors (e. g. endogenous hormone level) also can affect on its flower period. Due to influence of

收稿日期: 2012-02-13

基金项目: 中国科学院华南植物园留学人才引进启动资金(200903)

作者简介: 沈春宇(1987—),女,内蒙古正蓝旗人,硕士研究生,主要从事芍药南移及促成栽培方面的研究。

①通信作者 E-mail: dktian@sibs.ac.cn

traditional culture, industrialization development and research of herbaceous peony in China are relatively backward. Therefore, it is suggested that these status should be improved in six aspects, such as, research of cultivation control factors, improvement of horticultural measures, introduction and breeding of excellent cultivars, moderate development of modern cultivation technology, screening and large scale production of fresh cutting flower cultivar and enhancing of recognition degree of human to herbaceous peony.

**Key words:** Sect. *Paeonia* DC.; distribution; climatic factor; suitable cultivation area; forcing cultivation; industrialization

芍药属 (*Paeonia* L.) 曾归属于毛茛科 (Ranunculaceae), 后来独立为芍药科 (Paeoniaceae)。芍药属可分为芍药组 (Sect. *Paeonia* DC.)、北美芍药组 (Sect. *Onaepia* DC.) 和牡丹组 (Sect. *Moutan* DC.) 3 个组<sup>[1]</sup>。现普遍认为芍药组约有 22 种, 广泛分布于欧亚大陆温带气候区, 其中, 中国产芍药组植物 7 种 2 亚种<sup>[2]</sup>; 北美芍药组共 2 种, 仅分布于北美洲; 牡丹组有 9 种, 均分布于中国<sup>[1]</sup>。

芍药兼有观赏和药用价值, 在世界各地均具有悠久的栽培历史<sup>[3-5]</sup>。在欧洲, 约在公元 77 年出版的《Nature History》就详细描述了芍药的形态特征并记录其药用功效和使用方法; 公元 8 世纪, 芍药在英国作为食材调味品使用, 直至 14 世纪才作为园林观赏植物; 公元 918 年出版的日本医学专著《本草和名》是日本最早的记载芍药的书籍; 约 17 世纪美国开始栽培芍药, 而 1903 年成立的美国芍药协会 (APS, American Peony Society) 为世界芍药属品种的整理和育种作出了巨大贡献, 并逐渐成为芍药品种的权威注册机构。芍药在中国的栽培历史极其久远, 早在夏商周时期 (公元前 2070 至 1600 年) 就已出现描写芍药的诗句, 此后各朝代的文学作品也多有关于芍药的记载, 如屈原的《离骚》、宋代张翥的《洛阳花谱》等, 至今芍药在中国的栽培和应用仍在不断发展。

目前, 人们已在芍药的促成或抑制栽培及花期调控等方面积累了大量的经验<sup>[6]</sup>。现阶段主要通过光、温调控及施用植物生长素等方法实现芍药的促成栽培<sup>[7]</sup>。相对于温度控制而言, 采用光照控制和使用植物激素等方法进行芍药促成栽培的研究报道甚少, 仍需进一步的深入研究。由于存在芍药品种特性和栽培区气候生态条件的差异, 因而, 应针对不同的芍药品种及栽培条件研究出适宜的栽培和催花方法。

作者通过对芍药组种类的世界分布区及栽培区地理气候特征的系统分析, 讨论影响芍药组植物生长发育的各种环境因子, 以总结出芍药的适宜生长条件

和可栽培区域; 并通过对芍药促成栽培研究现状的分析, 总结出国产芍药今后的研究重点和产业化发展方向, 以期对芍药的相关研究和生产实践提供借鉴。

## 1 芍药组在世界的分布和栽培区域及其地理气候特征

### 1.1 芍药组在世界的分布及栽培区域

芍药组世界分布区的最东边界是东亚地区的日本色丹岛 (E 146°36'), 最西边界是欧洲温带的葡萄牙及北非摩洛哥的温带区域 (W 8°24'), 最南端为中国四川省的宁南 (N 26°50' 至 N 27°18'), 最北端一般延伸至 N 50°区域, 但在俄罗斯的科拉半岛分布区到达 N 66°30', 已进入北极圈<sup>[8]</sup>。

世界芍药组的分布中心主要在东亚以及欧洲地中海地区。在东亚的分布中心主要集中在中国中部, 例如: 草芍药 (*P. obovata* Maxim.) 主要分布于中国、日本、朝鲜及俄罗斯远东地区<sup>[9]</sup>; 新疆芍药 (*P. anomala* L.) 主要分布于中国新疆阿尔泰及天山山区, 在东欧、俄罗斯 (西伯利亚)、中亚及蒙古也有分布; 细叶芍药 (*P. tenuifolia* L.) 产于欧洲西部及高加索区域, 在俄罗斯西伯利亚东南部的库兹涅茨克和新西伯利亚南部的巴尔瑙尔以及哈萨克斯坦等中亚区域均有分布<sup>[9-12]</sup>。在欧洲, 芍药组主要集中分布在地中海地区, 例如: 南欧芍药 (*P. mascula* L.) 主要分布在意大利、土耳其、黑海至中欧等区域; 欧洲芍药 (*P. peregrine* Mill.) 主要分布在保加利亚、意大利、罗马尼亚和哈萨克斯坦等地; 巴利阿里芍药 (*P. cambessedsii* Willk.) 在地中海的巴利阿里群岛和伊维萨岛均有分布<sup>[5, 13]</sup>; 达乌里芍药 (*P. dauric* Andr.) 原产于前南斯拉夫、希腊及高加索区域; *P. rhodia* Stearn. 和 *P. turcica* Davis ex Cullen 在土耳其等地均有分布<sup>[14]</sup>; 除地中海地区外, 欧洲其他地区也有芍药分布, 如大叶

芍药 (*P. macrophylla* Lomak.) 和高加索芍药 (*P. wittmanniana* Hartwiss ex Lindl.) 均分布在高加索山脉<sup>[15-16]</sup>; 芍药 (*P. lactiflora* Pall.) 在俄罗斯的西伯利亚东部及远东地区均有分布<sup>[17]</sup>; 摩洛哥芍药 (*P. coriacea* Boiss.) 和伊比利亚芍药 (*P. broteri* Boiss.) 分别分布于摩洛哥、西班牙和伊比利亚、葡萄牙等地<sup>[15,18]</sup>。

芍药组植物的栽培范围也非常广泛。在园艺方面, 芍药的应用方式多样, 如盆栽、庭院布置、专类园建设等; 在园林景观中, 芍药可以花坛、花境、花带、林植、丛植等多种方式呈现。另外, 芍药在很多国家作切花使用, 其鲜切花产业在日本、荷兰、以色列和新西兰等国家发展良好<sup>[19]</sup>。欧洲早在 12 世纪就已经开始栽培原产南欧的荷兰芍药 (*P. officinalis* subsp. *officinalis*), 并于 15 世纪培育出重瓣芍药品种 ‘Albicans’、‘Rosea’、‘Rubra’ 和 ‘Anemonedlora’, 到 19 世纪在欧美开始盛行芍药栽培<sup>[18]</sup>。目前, 芍药的产业化生产已在美国、日本、法国、荷兰、以色列、新西兰和澳大利亚等多个国家得到迅速发展。

## 1.2 芍药组世界分布区的地理气候特征

在世界范围内, 芍药组植物主要分布于温带地区, 包括温带大陆气候区、温带季风气候区和地中海气候区, 但也有小部分分布区跨入亚寒带和亚热带。如新疆芍药最北分布区到达俄罗斯的科拉半岛 (北纬 66°30'), 已进入北极圈亚寒带气候区, 但科拉半岛三面临海, 受大西洋暖流的影响, 气候相对较温和, 该岛 1 月和 7 月的平均温度分别约为 -10 °C 和 10 °C, 年降水量 300 ~ 750 mm, 因此岛上的气候并非真正的寒带气候。此外, 在印度北部和尼泊尔等热带地区还分布有多花芍药 (*P. emodi* Wallich ex Royle), 该区域地处喜马拉雅山系, 海拔高且冬季平均气温 -2 °C, 该区域的气候也并非真正的气候<sup>[5]</sup>。分析结果表明: 芍药分布区的最冷月平均气温基本在 -5 °C 至 -20 °C 或更低, 有 3 个月或更长的时间月平均气温在 -10 °C 以下, 因此, 芍药组植物属于典型的温带植物。

## 2 芍药组在中国的分布和栽培区域及其地理气候特征

### 2.1 芍药组在中国的分布和栽培区域

《中国植物志》记录国产芍药组植物有 8 种 6 变种<sup>[9]</sup>, 而《Flora of China》<sup>[2]</sup> 对此进行了修订, 通过归

并、重新命名、增加亚种等处理将国产野生芍药组植物定为 7 种 2 亚种, 分别为草芍药原亚种 (*P. obovata* subsp. *obovata* Maxim.) 及亚种拟草芍药 [*P. obovata* subsp. *willmottiae* (Stapf) D. Y. Hong et K. Y. Pan], 美丽芍药 (*P. mairei* H. Lévl.)、多花芍药 (*P. emodi* Wall. ex Royle)、芍药 (*P. lactiflora* Pall.)、白花芍药 (*P. sterniana* H. R. Fletcher)、块根芍药 (*P. intermedia* C. A. Mey.)、新疆芍药原亚种 (*P. anomala* subsp. *anomala* L.) 及亚种川赤芍 [*P. anomala* subsp. *veitchii* (Lynch) D. K. Hong et K. Y. Pan]。

通过查阅《Flora of China》<sup>[2]</sup> 总结出芍药组植物在中国的分布状况 (表 1), 芍药组植物在 21 个省 (自治区) 均有分布。由“中国数字植物标本馆”的数据记录可见: 芍药最北分布至黑龙江漠河县 (N 52°10' 至 N 53°33'), 该县为中国纬度最高县, 分布种为草芍药; 最南分布至四川宁南县 (N 26°50' 至 N 27°18'), 分布种为美丽芍药<sup>[18]</sup>; 最东分布至浙江宁波市镇海区 (E 121°45'), 分布种为芍药; 最西分布至新疆伊宁市 (E 81°19'), 分布种为块根芍药。总体而言, 国产芍药组植物主要集中分布于华北和华中地区, 种类多且品种丰富, 种类最多的省份有 6 种。

表 1 国产芍药组种类分布数量统计

Table 1 Statistics of distribution number of Sect. *Paeonia* DC. species in China

分布地 Distribution location	N <sup>1)</sup>	分布地 Distribution location	N <sup>1)</sup>
黑龙江 Heilongjiang	3	湖北 Hubei	3
辽宁 Liaoning	3	陕西 Shaanxi	6
吉林 Jilin	3	浙江 Zhejiang	2
内蒙古 Inner Mongolia	3	江西 Jiangxi	2
青海 Qinghai	4	湖南 Hu'nan	2
河北 Hebei	3	新疆 Xinjiang	2
宁夏 Ningxia	5	西藏 Tibet	4
安徽 Anhui	2	四川 Sichuan	6
河南 He'nan	3	云南 Yunnan	3
山西 Shanxi	5	贵州 Guizhou	3
甘肃 Gansu	6		

<sup>1)</sup> N: 种及亚种数 Number of species and subspecies.

实际上, 除广东、广西、福建、海南和港澳台地区外, 其余各省级行政区均有野生芍药分布, 其中, 华北和华中地区分布的种类明显居多, 其次是西南地区, 且在西南地区多集中分布于唐古拉山脉和喜马拉雅山脉等区域。

芍药在多个省区都有栽培, 其主要栽培区域在北

京、河南、河北、山东、山西、陕西、甘肃和江苏(扬州)等地。在广东、福建、海南和港澳台等区域,由于气候过于湿热、冬季低温不足,芍药栽培的难度极大,如不采取人工低温处理等技术,很难成花和正常开花;除极少数高山地带(如台湾的阿里山等)外,在这些地区几乎不见露天栽培的芍药。

## 2.2 芍药组中国分布区的地理气候特征

国产芍药组植物的气候类型分别跨越了北温带、中温带、南温带、北亚热带、中亚热带和高原气候区<sup>[12,20]</sup>。其中,分布于北亚热带的有草芍药;分布于中亚热带的有草芍药、美丽芍药和川赤芍。在北亚热带草芍药均分布于海拔较高的区域,如浙江天目山(1 500 m)、安徽九华山(1 250 m)、江西庐山(1 200 m)、湖南石门县(1 600 m)及湖北神农架(2 000 m)等地;草芍药在中亚热带则生长于四川汶川海拔1 940 m处;美丽芍药分布于四川汶川海拔1 800 m以上及云南东北部、贵州西部(毕节)等地海拔1 500~2 700 m的山坡林下;川赤芍则生长于四川海拔2 550~3 700 m的山坡林下、草丛路边,在其他地区则生长于海拔1 800~2 800 m的山坡疏林中,为典型的高海拔分布种<sup>[9]</sup>。

通常情况下,气温随海拔的增加而降低,海拔每上升100 m,一般1月份气温下降0.4℃~0.5℃、7月份则下降0.6℃<sup>[21]</sup>。芍药组在中国中亚热带及北亚热带的分布地都是高海拔地区,但在北方温带分布区海拔则较低,如芍药在内蒙古地区分布的最低海拔为300 m;草芍药在河北省海拔550 m处有分布;芍药在河南省海拔600 m处有分布。因此,尽管芍药组部分种类的分布区在气候带划分上属于北亚热带,但受垂直分布的影响,其生境小气候类型仍属于温带,因此,芍药组植物属于温带分布型。

虽然中国芍药组植物分布区的冬季低温最低达-40℃(黑龙江漠河),冬季低温最高为-3℃左右(四川宁南),尽管差异较大,但均能充分满足芍药发芽分化发育所需的低温积温要求。

## 3 芍药主栽品种及促成栽培研究现状

### 3.1 芍药主栽品种分析

目前,全世界芍药栽培品种众多。1903年美国芍药协会(APS)成立,并开始对世界芍药品种进行整

理,该协会1976年出版的《Peonies》一书共收录了5 000多个牡丹和芍药品种,1986年又新登录品种429个<sup>[5]</sup>;据美国芍药协会网站报道,至2007年该协会共收录牡丹和芍药品种7 995个。

全世界不同国家的芍药主栽品种均不相同,其中,中国栽培的主要芍药品种为‘大富贵’、‘翡翠荷花’、‘杨妃出浴’、‘莲台’、‘桃花飞雪’、‘朝阳红’、‘分金莲’、‘白玉盘’、‘晴雯’、‘玲珑玉’、‘粉玉奴’和‘蝶恋花’等<sup>[22]</sup>;日本栽培的主要芍药品种为‘青野川’、‘玉芙蓉’、‘八黛樱’、‘紫云殿’、‘雪莲’、‘白雁’和‘金帝’等;欧洲栽培的主要芍药品种为‘Coral Sunset’、‘Bowl of Beauty’、‘Buckeye Belle’、‘Coral Charm’、‘Charlies White’和‘Doreen’等;美国和加拿大栽培的主要芍药品种为‘Monsieur Jules Elie’、‘Sarah Bernhardt’、‘Karl Rosenfeld’和‘Lorelei’等。

### 3.2 芍药促成栽培研究现状

近年来,芍药的市场需求量不断扩大,如巴黎每日需芍药鲜切花72 000支<sup>[23]</sup>,然而芍药自然花期具有局限性,不能满足市场的需求。因此,中国、日本、加拿大、以色列、美国和荷兰等许多国家都在开发芍药促成抑制栽培和花期调控新技术,以期芍药的产业化发展提供更多行之有效的方法<sup>[7]</sup>。

Tian等开展了芍药的催花研究,并采用品种选择、低温处理和栽培管理措施优化等综合手段,发明了芍药每年开花3次的技术<sup>[24]</sup>。芍药与牡丹(*P. suffruticosa* Andr.)为同属植物,两者的促成栽培与催花技术也相似,都需要一定的低温期以打破休眠<sup>[25]</sup>。许多学者已对打破牡丹和芍药休眠所需的最适低温和低温持续时间开展了研究,但由于受品种特异性、当地气候特点、营养生长管理以及其他因素的影响,尚不能得出一致的标准和结论。

Cheng等<sup>[26]</sup>的实验结果表明:用4℃低温处理3周,能解除芍药品种‘大富贵’的休眠状态并保证花的正常发育,但用同样温度处理4周或5周,其花枝长度、叶片延展度和花直径等3个方面均有更好的表现;考虑到能耗及时间因素,建议将4℃下处理4周作为芍药品种‘大富贵’的最佳低温处理条件。Tian等<sup>[24]</sup>的研究结果表明:在一定时间范围内,低温处理时间并不影响芍药品种‘大富贵’的现蕾时间,但对该品种的芽萌发、开花时间、花直径以及花枝长度等都有较大影响,对茎和花的数目无影响;当冷处理时间超过6个月则成花率会明显降低。Kamenetsky等<sup>[27]</sup>

的研究结果表明:在不同生长阶段,芍药品种‘Sarah Bernhardt’对温度的需求不同,该品种需要在低温条件下冷藏(2℃下60 d或者6℃下70 d)才能打破休眠;打破休眠后在日温22℃、夜温10℃条件下该品种的茎生长和花发育均最佳;如果温度较高(如日温28℃、夜温22℃)则导致其花芽败育,致使成花率降低。Hall等<sup>[28]</sup>认为:在萌发到现蕾、现蕾到开花2个阶段,将温度提高至25℃后,芍药品种‘Monsieur Jules Elie’、‘Coral Sunset’、‘Sarah Bernhardt’和‘Karl Rosenfeld’植株的发育速率均呈随温度增高而加快的线性关系;但在休眠到萌发阶段,各品种对积温量的需求有显著差异。这些研究结果均表明温度调控对打破芍药的休眠及其促成栽培具有重要作用。

光照对芍药的生长发育也有一定的影响,但由于芍药属于中日照植物,其生长发育受日照时间长短的影响并不明显。光照对芍药生长发育的影响主要体现在光照强度上,不同品种芍药对光照强度的需求不尽相同<sup>[24]</sup>。采用适当的遮阳措施可以有效延长芍药的花期和植株绿期,但过度遮阳会导致芍药花色不够鲜艳,从而降低其观赏价值<sup>[29]</sup>。

Eason等<sup>[30]</sup>的研究结果表明:芍药鲜切花的寿命与采收时花蕾的成熟度密切相关,在花蕾成熟度较低时进行收割,芍药鲜切花的保鲜寿命更长;鲜切花采摘后通过低温保存(0℃~7℃)可减缓花蕾展开的速度并由此延长花期,而并非真正的延长开花时间。史国安等<sup>[31]</sup>的研究结果表明:膜脂过氧化与内源激素平衡失调是导致芍药花自然开放和花瓣衰老的重要原因,激素之间的平衡调节着开花和衰老过程。由此可见:除温度和光照条件外,采收期以及内源激素水平等因素对芍药开花也有一定的影响。

## 4 芍药在中国和世界的栽培区划分

### 4.1 芍药在中国的栽培区划分

中国野生芍药适宜分布区可划分成3级,其中,一级适宜区是降雨量在400 mm左右的温带季风气候区,年日照时数约3 000 h;二级适宜区为年降雨量800~1 000 mm的暖温带季风气候区,年平均气温约14℃;三级适宜区为寒温带季风性湿润气候区或温带季风性干旱气候区,降雨量整体较多<sup>[32]</sup>。结合芍药组植物在中国分布区的地理气候特点,可知适宜芍

药生长的区域为湿润、半湿润、半干旱地区,即年干燥指数小于或等于4.0、降水量大于250 mm气候区域,据此推断出芍药的可生长区为温带半干旱、半湿润、湿润地区<sup>[20]</sup>。芍药在中国的分布区纬度跨度很大(N 52°10′至N 26°50′),既包括长日照植物分布区(如东北),也包括短日照植物分布区(如重庆),由此也可推断出日照时间长短不是限制芍药生长发育的关键因子。

在芍药南移的限制因子方面,作者所在的研究小组已经开展了一些相关实验研究,初步了解到‘大富贵’、‘莲台’及‘杨妃出浴’等芍药品种在广东广州及北回归线附近地区露天栽培通常不能正常生长发育,从北方引种到南方的芍药植株在种植1 a后生长不良甚至不萌发,且在春季易遭受病虫害(另文发表)。

通常,芍药的露天栽培区域应具备以下条件:①有充分的气候条件保证芍药的正常营养生长;②冬季需有足够的低温期完成花芽的春化并打破休眠。另外,芍药多喜燥、恶湿热,需选择土壤排水良好、空气湿度不宜过高的地区栽培种植,但不同品种间也存在一定差异<sup>[33]</sup>。因此,根据芍药生态习性和分布区的气候特点,并结合芍药历史栽培中心、栽培生产现状、促成和抑制栽培研究进展以及作者的初步实验结果,可划分出中国芍药的适宜栽培区、可栽培区以及不适宜栽培区。

广东南岭以南的区域基本属于中国芍药的不可栽培区(包括广东、广西、海南、港澳台地区和福建的绝大部分地区),其主要特征为:没有野生芍药组种类分布;最冷月平均气温为10℃或更高;无芍药栽培历史或芍药的栽培表现不佳;气候湿热,芍药露天栽培难度很大,植株营养生长不良且易感染病虫害。适宜栽培区的主要特征为:常有野生种类分布;冬季有较长的零下低温期,最冷月气温为-10℃至0℃,能满足芍药完成花芽春化作用所需的适宜积温需求;既是传统的芍药栽培中心,也是现代主要栽培种植区和种苗生产基地,如华北、华中的大部分地区,这些地区不仅是野生芍药的分布集中区,自古以来也是中国芍药的栽培中心;该区域几乎适宜所有芍药品种的栽培,且各品种开花表现好,适宜产业化生产。可栽培区的主要特征为:分布局限或没有野生种类分布;芍药可露天栽培生长,但适宜栽培地点有一定限制;冬季低温期不稳定;除少数品种外,大多数芍药品种开花表现通常不佳,这一区域包括云南、贵州、四川和江西等

省。另外,在内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、新疆、青海及西藏等省区虽然可栽培芍药,但由于气候过于寒冷,产业化成本较高且栽培难度大,通常不进行大面积栽培和产业化种植,仅列为芍药的可栽培区。

值得注意的是,在中国南方少数高海拔地区(通常为自然保护区),由于海拔高、冬季气温低,可满足芍药春化作用和花芽发育所需的积温需求,且春季到夏初阶段气温相对温和而不湿热,有利于芍药植株的营养生长、花芽发育和成花开放,适合芍药观赏栽培,因此,这类区域也可划分为芍药的可栽培区(见表2)。但同区域的一些保护区由于各自特殊的原因而不适宜作为芍药的可栽培区。例如:两广北部和湖南交界的南岭山系(即南岭国家级自然保护区)海拔高、

气候凉爽,可进行芍药露天栽培及推广(另文发表);武夷山国家级自然保护区和阿里山森林游乐区的冬季温度低于南岭国家级自然保护区,因此可露天栽培芍药;而广东鼎湖山国家级自然保护区最高海拔达到1 000 m,但高海拔地段均为该保护区的核心区,不宜栽培芍药,如将芍药种植于海拔400 m处,其低温积温不能满足芍药花芽发育和生长的需求(另文发表),因此该保护区不适宜栽培芍药;海南五指山国家级自然保护区的冬季温度较鼎湖山国家级自然保护区更高,因此无法露天栽培芍药。而根据气象资料(气象数据来源于中国气象局、香港天文台和中国气象科学数据共享服务网等网站)也可推断出中国南方高海拔地区是否适宜栽培芍药(表2)。

表2 中国南方高海拔自然保护区的气象数据及芍药栽植评价结果

Table 2 Meteorological data of natural reserves in high-altitude region of South China and evaluation result of cultivation of Sect. *Paeonia* DC. species

保护区 <sup>1)</sup> Reserve <sup>1)</sup>	海拔/m Altitude	1月均温/℃ Mean temperature of January	极端低温/℃ Extreme temperature	年均气温/℃ Annual mean temperature	评价结果 Evaluation result
WY	200-2 158	3.0	-4.0	13.0	适宜栽植 Suitable cultivating
NL	800-1 800	7.5	-3.6	17.7	可以栽植 Capable cultivating
AL	2 000-2 216	6.4	-3.0	10.6	可以栽植 Capable cultivating
DH	12-1 000	12.0	-0.2	21.0	不适宜栽植 Un-suitable cultivating
WZ	250-1 867	17.0	-3.0	22.4	不适宜栽植 Un-suitable cultivating

<sup>1)</sup> WY: 武夷山国家级自然保护区 Wuyishan National Nature Reserve; NL: 南岭国家级自然保护区 Nanling National Nature Reserve; AL: 阿里山森林游乐区 Alishan Forest Recreation Area; DH: 鼎湖山国家级自然保护区 Dinghu Mountain National Nature Reserve; WZ: 五指山国家级自然保护区 Wuzhishan National Nature Reserve.

#### 4.2 芍药在世界的栽培区划分

在世界范围内芍药组种类的野生分布中心分别在东亚和地中海地区。在亚洲,芍药的适宜栽培区基本在N 30°至N 40°之间,在该范围内,1月份平均温度为-10℃至5℃;但高纬度沿海地区则有所不同,如日本最北部的稚内地区,纬度高达N 45°24',但受海洋性气候影响,该地区的冬季气温较高,1月份平均气温为-5.7℃,因此,仍属于芍药的适宜栽培区。地中海沿岸的欧洲国家冬季温暖湿润,最冷月平均温度4℃~10℃,非常适宜芍药生长;而受大西洋暖流的影响,英国、法国和荷兰等国家的气候也非常适宜栽培芍药;芬兰、丹麦、瑞典和挪威等北欧国家的纬度虽然较高,但受海洋性气候影响,冬季气温仍适合芍药的栽培,但因冬季低温期过长,并非理想的栽培区;俄罗斯及哈萨克斯坦北部气候寒冷,可作为芍药可栽培区。在北美洲,南起美国达拉斯、北抵加拿大渥太华的这一区域都属于芍药适宜栽培区,更加偏北的区域

则因冬季气温过低而只能作为芍药可栽培区,但受太平洋暖流的影响,加拿大温哥华及美国西雅图等地冬季温暖湿润,也是较为适宜的芍药栽培区。在南半球,沿海地区气温偏高,如澳大利亚纬度较高的墨尔本冬季月平均温度约10℃、新西兰奥克兰最冷月平均温度12℃,均不适宜露天栽培芍药;但部分地区例外,如新西兰坎特伯雷的最高海拔为3 754 m,最冷月气温为-5℃至10℃,这一地区则有芍药栽培,每年10月底至12月初可见芍药盛开的景象<sup>[34]</sup>。

#### 5 中国芍药的产业化现状及发展建议

芍药产业化生产在全世界发展迅速,作为芍药栽培历史最悠久的国家,中国的芍药产业化生产并不发达,远远滞后于牡丹的产业化发展。其主要原因有以下几个方面:①中国传统文化对芍药的重视程度远低

于牡丹,牡丹被赋予“富贵有余”的美称,一直以来都是吉祥和荣华富贵的象征,并成为中国“国花”的有力竞争者<sup>[35]</sup>;虽然芍药在中国的历史文化也很悠久,但牡丹自古就被称为“花中之王”,而芍药只能称为“相”;尽管两者为同属植物,花期和适宜栽培区也接近,但由于重牡丹轻芍药的传统文致使芍药在中国并未得到充分发展。②园艺设施不够完善,生产规模小且不集中,较为传统的生产方式占主要地位。③芍药鲜切花市场没有得到大力开发,也缺乏在全世界具有较强竞争力的芍药鲜切花新品种和优良品种。④与芍药的促成栽培和催花技术相关的研究尚不深入,导致芍药栽培和催花技术尚不成熟,无法建立大规模产业化生产体系。

根据国内芍药栽培、生产和产业化现状,建议在以下几个方面重点改进:

1)进一步研究温度、湿度和生长素等因子对芍药生长发育、花芽分化和成花开花的影响及其作用机制。通过控制实验,获取芍药主要生产品种在发育各阶段所需的最佳温、湿度和水肥管理数据,掌握生长调节剂的合理施用等栽培和催花技术参数。

2)改善园艺设施,尽量做到温室专用和自动化控制。根据芍药生长各阶段所需的最佳温、湿度及光照、水肥浇灌量和频率进行最优化管理,做到既不浪费资源又能实现效益最大化。

3)大量引进国外优良芍药种源,采用各类育种手段,并通过逆境(湿、热、寒)实验,筛选和培育抗性强、适应性广泛的芍药优良品种,促使芍药在更广范围内栽培推广。

4)适度发展现代化栽培技术,用无土栽培、容器栽培代替传统的大田栽培;发展组织培养和扦插繁殖新技术以替代传统的分株繁殖技术。

5)大力开展芍药鲜切花优良品种的培育筛选和规模化生产,开拓国际市场,扩大出口创汇。

6)提高民众对芍药的认知程度,通过举办芍药花节、花展及栽培新技术展示等活动加强宣传,提高人们对芍药的认识和兴趣。

#### 参考文献:

[1] 郭先锋. 中国芍药分类学研究进展[J]. 北京林业大学学报, 2002, 24(3): 99-102.

[2] WU Z Y, RAVEN P H. Flora of China: Vol. 6[M]. Beijing: Science Press, 2001: 127-132.

[3] 于晓南, 苑庆磊, 宋焕芝. 中西方芍药栽培应用简史及花文化

比较研究[J]. 中国园林, 2011, 27(6): 77-81.

- [4] 小熊亮子. 中日芍药文献的比较研究[D]. 北京: 北京中医药大学基础医学院, 2005.
- [5] 秦魁杰. 芍药[M]. 北京: 中国林业出版社, 2004: 6-14.
- [6] 李清道, 李君, 张巧红. 芍药花期控制技术[J]. 中国花卉园艺, 2008, 18(1): 22.
- [7] 龙芳. 芍药的春节催花技术研究及抑制栽培初探[D]. 北京: 北京林业大学园林学院, 2007: 9-11.
- [8] 潘开玉. 芍药科分布格局及其形成的分析[J]. 植物分类学报, 1995, 33(4): 340-349.
- [9] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志: 第二十七卷[M]. 北京: 科学出版社, 1979: 36-116.
- [10] RED'KINA N N, MULLAGULOV Y R, YANBAEV Y A, et al. Hybrid peony (*Paeonia hybrida* Pall.), a rare endangered plant of Bashkir Trans-Uralian region: autocorrelation analysis of the spatial genotype distribution under different environmental conditions[J]. Contemporary Problems of Ecology, 2008, 1(6): 707-711.
- [11] BORODINA-GRABOVSKAYA A E, GRUBOV V I, MIKHAILOVA M A. Plants of Central Asia-Plant Collection from China and Mongolia: Vol. 12[M]. New Hampshire: Science Publishers, 2007: 35.
- [12] 西北师范学院地理系, 地图出版社. 中国自然地理图集[M]. 北京: 地图出版社, 1984: 60.
- [13] TAKHTAJAN A T. Floristic Regions of the World[M]. Berkeley: University of California Press, 1986: 317-318.
- [14] DAVIS P H, MILL R, TAN K. Flora of Turkey: Vol. 10[M]. Edinburgh: Edinburgh University Press, 1989: 204-219.
- [15] TUTIN T G, HEYWOOD V H, BURGESS N A, et al. Flora Europaea: Vol. 1[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1964: 187.
- [16] HONG D Y, ZHOU S L. *Paeonia* (Paeoniaceae) in the Caucasus [J]. Botanical Journal of the Linnean Society, 2003, 143(2): 135-150.
- [17] MALYSCHEV L. Flora of Siberia: Vol. 6[M]. New York: Science Publishers, 2003: 92-93.
- [18] 李嘉珏. 中国牡丹与芍药[M]. 北京: 中国林业出版社, 1999: 20-48.
- [19] 刘丽霞. 芍药在园林景观设计中的应用[J]. 山东林业科技, 2009, 39(1): 67-68.
- [20] 郑景云, 尹云鹤, 李炳元. 中国气候区划新方案[J]. 地理学报, 2010, 65(1): 3-12.
- [21] 刘南威. 自然地理学[M]. 北京: 科学出版社, 2000: 207.
- [22] 邬正祥. 中国观赏芍药品种的资源调查与促成栽培评价[D]. 北京: 北京林业大学园林学院, 2006: 25-27.
- [23] 江泽慧. 中国芍药[M]. 北京: 中国林业出版社, 2005: 17.
- [24] TIAN D, TILT K M, SIBLEY J L, et al. Effects of low temperature storage treatment on plant development and flowering of herbaceous peony[M]//JAMES B. Proceeding of SNA Research Conference: Fifty-second Annual Report. McMinnville: Southern Nursery Association, Inc., 2007: 574-578.

- [25] 孟凡聪,刘燕. 芍药花期调控研究进展[J]. 华北农学报, 2005(S1): 148-151.
- [26] CHENG F Y, ZHONG Y, LONG F, et al. Chinese herbaceous peonies: cultivar selection for forcing culture and effects of chilling and gibberellin (GA<sub>3</sub>) on plant development[J]. Israel Journal of Plant Sciences, 2009, 57(4): 357-367.
- [27] KAMENETSKY R, BARZILAY A, EREZ A, et al. Temperature requirements for floral development of herbaceous peony cv. 'Sarah Bernhardt' [J]. Scientia Horticulturae, 2003, 97(3/4): 309-320.
- [28] HALL A J, CATLEY J L, WALTON E F. The effect of forcing temperature on peony shoot and flower development[J]. Scientia Horticulturae, 2007, 113(2): 188-195.
- [29] 刘坚,王静,生静雅,等. 芍药栽培品种的花型类别与环境条件影响[J]. 技术与市场: 园林工程, 2006(7): 38-40.
- [30] EASON J, PINKNEY T, HEYES J, et al. Effect of storage temperature and harvest bud maturity on bud opening and vase life of *Paeonia lactiflora* cultivars[J]. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 2002, 30(1): 61-67.
- [31] 史国安,郭香凤,张国海,等. 芍药花开放与衰老过程中生理指标的变化[J]. 西北植物学报, 2008, 29(3): 506-511.
- [32] 吕金嵘,郭兰萍,黄璐琦,等. 我国野生芍药 *Paeonia lactiflora* 适宜生长区的初步探讨[J]. 中国中药杂志, 2009, 34(7): 807-811.
- [33] 王莲英,袁涛. 中国牡丹与芍药[M]. 北京: 金盾出版社, 2006: 25.
- [34] FEARNLEY-WHITTINGSTALL J. Peonies[M]. New York: Harry N. Abrams, 1999: 363.
- [35] 魏巍. 中国牡丹文化的综合研究[D]. 开封: 河南大学生命科学学院, 2009.

(责任编辑: 佟金凤)

## 欢迎订阅 2013 年《植物资源与环境学报》

全国中文核心期刊 中国科技核心期刊  
中国科学引文数据库核心期刊 RCCSE 中国核心学术期刊(A)  
“中国期刊方阵”双效期刊 “江苏期刊方阵”优秀期刊

季刊, 单价 20 元, 邮发代号 28-213, 国内统一连续出版物号 CN32-1339/S

《植物资源与环境学报》系江苏省·中国科学院植物研究所、江苏省植物学会等单位联合主办的学术期刊, 国内外公开发行。本刊为 BA、CA、CAB、Elsevier's、中国生物学文摘、中国环境科学文摘、中国科学引文数据库、万方数据——数字化期刊群、中国学术期刊(光盘版)和中文科技期刊数据库等国内外著名刊库收摘, 并被 Ulrich's 期刊指南等所收录。

本刊围绕植物资源与环境两个中心命题, 报道我国植物资源的考察、开发利用和植物物种多样性保护, 自然保护区与植物园的建设和管理, 植物在保护和美化环境中的作用, 环境对植物的影响以及与植物资源和植物环境有关学科领域的原始研究论文、研究简报和综述等。凡从事植物学、生态学、自然地理学以及农、林、园艺、医药、食品、轻化工和环境保护等领域的科研、教学、技术人员及决策者, 可以从本刊获得相关学科领域的研究进展和信息。

本刊为季刊, 大 16 开本。每期定价 20 元, 全年 80 元, 全国各地邮局均可订阅。若错过征订时间或需补齐 1992 年至 2012 年各期者, 请直接与编辑部联系邮购。1992 年至 1994 年每年 8 元, 1994 年至 2000 年每年 16 元, 2001 年至 2005 年每年 24 元, 2006 年至 2008 年每年 40 元, 2009 年至 2011 年每年 60 元, 2012 年全年 80 元(均含邮资), 如需挂号另付邮挂费。

编辑部地址: 江苏省南京市中山门外 江苏省·中国科学院植物研究所内(邮编 210014); 电话: 025-84347016, 84347014; E-mail: zwzy@mail.cnbg.net, nbgxx@jlonline.com; QQ: 2219161478。本刊网上投稿系统已开通运行, 网址: <http://www.cnbg.net/Tg/Contribute/Login.aspx>, 欢迎使用并提出宝贵意见。

欢迎订阅! 欢迎投稿!