

芍药周年供花技术研究综述*

姜楠南^{1,2,3} 吴晓星¹ 王翠香¹ 孙音¹
卢洁⁴ 王玮⁴ 房义福¹

(1. 山东省林业科学研究院 园林与花卉所, 山东 济南 250014; 2. 北京林业大学 园林学院, 北京 100083; 3. 国家花卉工程技术研究中心, 北京 100083; 4. 山东省林木种苗和花卉站, 山东 济南 250014)

摘要 从温度、光照和植物生长调节剂3个方面综述了芍药(*Paeonia lactiflora*)促成栽培的关键技术、人为控制芍药花期以及实现周年供花的研究进展,从花芽分化、生理机制与遗传机制3个层面分析了芍药花期调控原理,并探讨了该领域今后的研究方向。

关键词 芍药; 周年供花技术; 花期调控原理; 促成栽培

中图分类号: S682.125 文献标识码: A 文章编号: 2096-2053(2017)04-0135-04

A Review on the Annual *Paeonia lactiflora* Supply TechnologyJIANG Nannan^{1,2,3} WU Xiaoxing¹ WANG Cuixiang¹ SUN Yin¹
LU Jie¹ WANG Wei¹ FANG Yifu¹

(1. Landscape and Flower Institute, Shandong Academy of Forestry, Jinan, Shandong 250014, China; 2. College of Landscape and Horticulture, Beijing Forestry University, Beijing, 100083, China; 3. China National Engineering Research Center for Floriculture, Beijing, 100083, China; 4. Seedlings and Flowers Station in Shandong, Jinan, Shandong 250014, China)

Abstract Based on the temperature, photoperiod and plant growth regulator, this paper summarizes the key technologies of forcing *Paeonia lactiflora* cultivation, the progress of artificial control of *P. lactiflora* flowering period, and the realization of annual flower supply. The principle of flowering time regulator was analyzed from three aspects of the flower bud differentiation, physiological mechanism and genetic mechanism, and the future research directions were discussed.

Key words *Paeonia lactiflora*; annual flower supply technology; principles of flowering time regulator; forcing culture

芍药(*Paeonia lactiflora*)花型端庄饱满,花径可达15 cm以上,花色艳丽,寓意吉祥,有“花相”美誉,深受人们喜爱。芍药除露地栽培外,还适于作切花应用。芍药切花耐储藏,蕾期干贮60 d后,仍具有较高的瓶插寿命^[1]。在国际市场上芍药盆花和切花栽培供应量稳步上升,据荷兰花卉拍卖市场统计,传统鲜切花已面临市场

饱和,近年来芍药切花需求量不断上升,已成为世界鲜切花产业的后起之秀。芍药作为新兴切花在我国一线城市的花店崭露头角,菏泽市、洛阳市等地也出现了专业的芍药切花生产合作社,芍药切花每公顷的纯效益可达20万元。

芍药花期短而集中,限制了其推广与利用。在我国菏泽市、洛阳市等芍药主栽区,芍药自然

* 基金项目: 山东省农业良种工程(鲁财预指2017年1号)。

第一作者: 姜楠南(1983—),女,工程师,主要从事园林花卉栽培育种研究, E-mail: abcnnjiang@126.com。

通信作者: 房义福(1963—),男,研究员,主要从事园林植物选育研究, E-mail: fyf7741@163.com。

花期在4月底到5月中旬,群体花期为10~15 d,单株花期7~10 d。本文就芍药周年供花技术和芍药花期调控机理进行综述,以期对芍药周年供花提供理论指导。

1 芍药周年供花技术

1.1 芍药促成栽培技术

1.1.1 温度 芍药须经过一段时间低温打破休眠才能开花。目前生产上芍药促成栽培主要通过2种方式,一是地上生长停止后入0~4℃冷库冷藏,12月底进入温室促成栽培^[2-3],春节前后供花;另一种是在秋季上盆后放置室外自然低温越冬,至1月底或2月初进入温室促成栽培,3月开花^[4]。2种促成栽培方式都提前了花期,增加了收益。芍药促成栽培的温度控制包括低温冷藏和温室栽培2个阶段。

低温冷藏满足了芍药的冷量需求,打破休眠促使萌发。前人对打破芍药休眠所需冷量存在争议。EVANS等^[5]和BYRNE等^[6]发现5.5℃条件下芍药冷藏28 d可以打破植株休眠。当冷藏时间从28 d渐次延长到140 d,芍药植株萌芽至开花所需的时间缩短,植株高度和茎的总数也随之增加,但是冷藏时间过长导致花芽败育。KAMENETSKY等^[7]也发现在2℃下冷藏60 d或6℃下冷藏70 d,芍药休眠的解除状况最好。周逸龄^[2]发现不同芍药品种的需冷量有差异,2℃冷藏7周以上可打破芍药休眠并保证开花品质,冷量积累增加了发枝数和着花数量。

打破休眠入温室后,应逐步升温,切忌骤然升温或降温,否则开花质量不能得到保证^[8]。KAMENETSKY等^[7]发现高温可以促进芍药营养生长,但同时引起花芽败育,并降低切花质量和产量,适当的温度(10~22℃)对茎的萌发和开花有着最佳的效果。BYRNE等^[6]也发现夜温过高(17℃以上)会导致花芽在和叶芽的竞争中代谢不足,从而导致花蕾败育。此外,冷量积累超过芍药品种生长发育所需冷量后,开花所需的热量也降低。周逸龄^[2]发现“大富贵”品种冷藏4周后,从种植到开花需要79 d,需热量为23 715 GDH;冷藏22周,从种植到开花仅需41.3 d,需热量为13 084 GDH。

1.1.2 光照 芍药喜光,也有一定的耐荫性,关于芍药对光周期的要求目前尚无定论。有学者认

为芍药对光周期不敏感^[9]或是日中性植物^[7],但也有研究者认为芍药是长日照植物^[10]。牛立军^[4]发现冷量积累和光强均充足的大田地栽芍药,仅缩短光周期,成花率降低。韩婧等^[11]将冬季温室光周期延长至14 h/d,“大富贵”和“桃花飞雪”的开花率和着花量均显著提升($P<0.05$),整体生长开花表现佳。秦魁杰^[10]和费菲^[12]均认为芍药促成栽培需人为补光。

1.1.3 植物生长调节剂 在芍药花周年供应上应用的植物生长调节剂主要是赤霉素。EVANS等^[5]采用1 000 mg/L的GA₃处理未经冷藏的芍药根系,处理后7.5 d抽茎,但所有的花芽均败育,原因可能是GA₃的浓度过高所致。张佳平^[13]也发现赤霉素处理后“杭白芍”品种迅速萌芽抽茎,但最终导致茎的倒伏和枯萎。HALEVY等^[14]发现赤霉素并不能促进芍药花的发生和分化,只有在打破休眠后施用才有效。但冷藏加适量浓度的赤霉素处理,可提高成花质量^[15-16]。

1.2 芍药抑制栽培技术

龙芳^[17]采用11月上盆下地越冬,来年土壤解冻前取出储藏于2℃冷库,直到4月下旬芍药在冷库中萌发,说明2℃的温度不足抑制芍药萌发。宋碧琰^[18]采用0~2℃库温冷藏,期间逐步调高库温,6月底7月初出库移至高山栽培的方法,延迟花期,研究表明长期贮藏并没有造成超氧阴离子的积累,未对细胞膜造成伤害,但是出库后夏季高温对芍药造成严重的伤害,最终导致花蕾全部败育。

2 芍药周年供花原理

2.1 花芽分化

据观测,北京地区大田种植的部分芍药品种6月上旬开始分化叶原基,8月下旬分化苞片原基,进入生殖分化,9月下旬分化萼片原基,10月上旬分化花瓣原基,10月下旬分化雄蕊原基,11月中旬开始分化雌蕊原基,土壤结冻时花芽发育基本停滞^[2]。芍药不同花型间分化过程略有差异,各品种间分化速度有差别。

对于是什么条件诱导了芍药的花芽分化,至今仍不明确。大冢文夫^[19]曾推测秋季温度的下降可能是花芽分化的诱因,但是芍药在高纬度的长野县比在低纬度的神奈川县花芽分化迟,故不能认为低温导致芍药花芽分化。WILKINS和HALEVY^[20]

认为芍药花芽的形成是自发的, 它并不依赖于温度或是光周期等外部信号因子的诱导。BYRNE 等^[6]提出花芽的形成、分化和发育并不需要低温诱导, 但打破休眠和后期花茎的伸长需要低温。RAYLE 等^[21]认为叶芽原基形成后, 如果植株营养基础及调控激素适宜, 芽原基顶端的生长点就会转入花芽分化阶段, 否则就只能形成叶芽。

与百合 (*Lilium brownii*) 等球根花卉不同, 芍药在低温积累不够的情况下仍可正常进行花芽分化, 但成花不良, 大部分花芽败育。有研究表明, 芍药花芽处于花瓣原基即可感知低温诱导开花, 而当芍药花芽处于雌雄蕊瓣化期再人为低温处理则无法感受低温诱导作用。即芍药花芽只有处于花瓣原基—雄蕊原基—雌蕊原基分化阶段时才可感受低温作用, 早于花瓣原基及晚于雌蕊原基对芍药进行低温处理, 花芽败育严重, 芍药发枝数量、着花量和花径大幅减少^[22]。

2.2 生理机制

解除芍药休眠是实现芍药周年供应的关键, 而休眠的起始、终止受激素调控。成仿云等^[16]发现利用 GA₃ 结合一定时间的低温, 可提高芍药成花质量。王历慧^[23]认为 ABA 促进芍药休眠, 而 GA 和 CTK 有利于芍药休眠的解除, 而 IAA 在休眠前提供能量, 休眠结束后促进花芽的生长和分化, 但本身不参与休眠过程。芍药的休眠、生长和开花取决于多种激素的平衡关系, 而不是单一激素的含量。

关于低温解除芍药芽休眠的生理机制研究较少, 而同属植物牡丹 (*P. suffruticosa*) 的开花也需低温破眠, 其生理机制或可解释芍药破眠过程的生理变化。盖树鹏等^[24]指出, 牡丹体内的活性氧和自由基在低温处理初期迅速上升, 能使酶保持较低的活性, 有利于保持较高膜脂过氧化水平, 增加膜脂透性, 促进细胞间信息传递, 促进休眠解除; 休眠基本解除时, 保护酶活性升高, 活性氧被清除, 保证了植株免受伤害; 膜脂过氧化可能作为休眠解除的信号物质, 在早期起作用。

2.3 遗传机制

对芍药低温打破地下芽休眠遗传机制的研究刚刚起步。张佳平^[13]开展了“杭白芍”芍药芽休眠前后的转录组测序分析, 将芽休眠前后的差异表达基因划分为环境响应、代谢和细胞生长发育相关基因。韩璐璐等^[25]以“大富贵”芽为试材,

克隆 *PIGA20ox* 基因, 该基因在芽中表达最高, 在低温解除芽内休眠过程中呈先上升后下降趋势, 且与内源 GA₃ 含量呈显著正相关 ($P < 0.05$), 外施赤霉素增加 GA₃ 含量可抑制 *PIGA20ox* 表达。

3 研究展望

芍药“富贵、吉祥”的花文化内涵深受人民喜爱, 研究芍药促成和抑制栽培技术, 实现芍药花周年供应具有非常重要的现实意义^[26]。芍药周年供花是目前研究的热点领域之一, 涉及问题较多, 建议应在以下 3 个方面更多地投入研究力量。

3.1 芍药休眠和破眠机理

前人在芍药催花技术、芍药花芽分化进程等方面取得可喜进展, 但对休眠机理的研究还不够系统和深入, 缺乏对芍药花期调控生理机制和遗传机制的深入研究。一些基本问题尚无定论, 如芍药休眠解除的信号传导物质是什么? 芍药成花是否和牡丹一样以赤霉素为主, 还是以春化途径、自主途径为主?

3.2 品种筛选

芍药促成栽培一般选成花率高和对促成栽培技术敏感的品种; 若盆栽芍药促花, 还要求适应性强、株型低矮紧凑和根短; 切花则要求切花产量大、花枝长、花枝耐储藏等; 抑制栽培选取耐低温储藏和生长期耐热性强的品种。但目前对各芍药品种是否适宜花期调控及针对特定品种的花期调控措施的研究尚需深入。

3.3 精准调控

目前芍药花期调控中存在花蕾败育、成花率低、成花质量差等现象, 可研究芍药花芽形成与分化进程, 败育蕾与正常花蕾碳、氮营养代谢差异, 提高成花质量; 掌握各芍药品种的冷量积累和热量需求, 建立芍药花期预报与品质预测的数量模型, 实现芍药花周年精准供应。

参考文献

- [1] 刘燕. 芍药切花采后贮藏生理[D]. 北京: 北京林业大学, 1988.
- [2] 周逸龄. 芍药花芽分化与需冷量研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2012.
- [3] 高健洲. 芍药设施栽培品种筛选指标和评价方法研

- 究[D].北京:北京林业大学,2013.
- [4] 牛立军.芍药切花露地及设施生产栽培技术研究[D].北京:北京林业大学,2010.
- [5] EVANS M R, ANDERSON N O, Winkins H F. Temperature and GA₃ effect emergence and flowering of potted *Paeonia lactiflora*[J]. Hort Science, 1990, 25: 923- 924.
- [6] BYRNE T, HALEVY A H. Forcing herbaceous peonies[J]. Journal of the American Society for Horticultural Science, 1986, 111(3): 379- 383.
- [7] KAMENETSKY R, BARZILAY A, EREZ A, et al. Temperature requirements for floral development of herbaceous peony cv. 'Sarah Bernhard'[J]. Scientia Horticulturae, 2003(97): 309- 320.
- [8] 高志民, 王莲英.有效积温与牡丹催花研究初报[J].中国园林, 2002(2): 86- 88.
- [9] 郁书君, 杨玉勇, 余树勋.芍药与牡丹[M].北京:中国农业出版社, 2006: 105; 114.
- [10] 秦魁杰.芍药[M].北京:中国林业出版社, 2004: 37-40; 87-89.
- [11] 韩婧, 吴益, 赵琳, 等.光周期对促成栽培芍药生长开花和叶绿素荧光动力学影响[J].北京林业大学学报, 2015, 37(9): 62-69.
- [12] 费菲.春节期间生产芍药切花促成栽培技术[J].南方农业(园林花卉版), 2008, 2(6): 68-69.
- [13] 张佳平.芍药在杭州栽培的耐热评价及地下芽休眠机理研究[D].杭州:浙江大学, 2015.
- [14] HALEVY A H, LEVI M, COHEN M, et al. Evaluation of methods for flowering advancement of herbaceous peonies[J]. Hort Science, 2002, 37(6): 885- 889.
- [15] 刘利刚.盆栽芍药研究[D].北京:北京林业大学, 2009.
- [16] 成仿云, 张文娟, 于晓楠, 等.赤霉素及生根粉对芍药促成栽培的影响[J].园艺学报, 2005, 32(6): 1129-1132.
- [17] 龙芳.芍药的春节催花技术研究及抑制裁培初探[D].北京:北京林业大学, 2007.
- [18] 宋碧琰.奥运用花——芍药高温抑制裁培研究[D].北京:北京林业大学, 2007.
- [19] 大冢文夫.芍药的周年生产[J].农耕及园艺, 1979(54): 789- 794.
- [20] WILKINS H F, HALEVY A H. Paeonia. Handbook of flowering[M]. CRC Press, Bocaaton, FL, 1985:2-4.
- [21] RAYLE, DAVID. Botany: a human concern[M]. Honghton, Mifflin Co, 1975:223-231.
- [22] 艾云蕊.芍药感受低温的花芽发育状态研究[D].北京:北京林业大学, 2016.
- [23] 王历慧.芍药切花促成栽培与休眠芽激素变化规律研究[D].北京:北京林业大学, 2011.
- [24] 盖树鹏, 穆平, 张玉, 等.低温解除牡丹芽休眠的生理机制初探[C]/张启翔.中国观赏园艺研究进展.北京:中国林业出版社, 2010: 340-344.
- [25] 韩璐璐, 李俊杰, 马燕, 等.芍药*PtGA20ox*基因的克隆及其在芽内休眠解除进程中的表达分析[J].植物生理学报, 2017, 53(4): 677-686.
- [26] 姜楠南, 房义福, 吴晓星, 等.山东省牡丹产业发展现状、问题及对策[J].北方园艺, 2016(21): 187-191.