

十个芍药品种气孔特性研究

赵 洲, 徐振军, 段永平, 袁树仙, 刘 冰

(赤峰学院 生命科学学院, 内蒙古 赤峰 024000)

摘 要:选取 10 个品种的芍药作为研究对象, 观察芍药叶片气孔的形态、分布规律, 并对其气孔大小、气孔长宽比、表皮细胞密度、气孔密度及气孔指数等进行品种间比较及差异分析。结果表明: 10 个品种的芍药叶片气孔形态及分布规律一致。各项指标的品种内变异系数均较小。4 个品种(1、2、8、9)的 4 项指标(气孔长度、宽度、长宽比及气孔指数)均没有差异。2 个品种(1、9)的 5 项指标(气孔长度、宽度、长宽比、气孔密度及气孔指数)均没有差异。各项指标相比较, 气孔宽度和气孔指数在各品种间变化较小。气孔密度与气孔长度呈反相关。结果不支持将气孔长度、宽度、气孔长宽比、气孔密度、气孔指数及表皮细胞密度作为芍药种或品种分类的依据。

关键词:芍药品种; 气孔长度; 气孔宽度; 气孔密度; 气孔指数

中图分类号:S 682.1⁺2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)24-0089-04

芍药(*Paeonia lactiflora*)在中国已有几千年的栽培历史, 是一种重要的花卉资源。因种类繁多, 故其分类方法一直受到植物分类学家的关注。目前, 芍药属内次级分类默认为 3 组, 中国芍药属芍药组, 主要有 8 个种 5 个变种^[1]。对于芍药品种, 国内报道约 300 多个^[2], 国外报道则有几千个之多^[3], 其品种的划分方法, 不同学者提出了不同的分类标准^[1,3]。

气孔是植物体与外部环境进行气体交换的开关,

同时介导水分的蒸腾, 调节植物体内的水分含量。对大多数植物而言, 气孔在表皮的二维空间上按“一细胞间隔”原则排列, 即每 2 个气孔之间至少有 1 个表皮细胞间隔。近年来不少研究证实^[4-15], 气孔的形状、大小、排布规律、气孔密度、气孔指数在种内相对稳定, 而在种间存在一定差异, 认为其中一些指标可以作为植物种间分类的依据, 可为植物种间亲缘关系、系统进化及分类方面的研究提供相关的佐证。至于在不同品种间如何, 仍未见报道。

该研究选取不同品种的芍药作为研究对象, 研究在相同生境下芍药气孔器的大小、形状及排列分布等性状在各个品种间的异同及变化规律, 探究这些性状可否作为芍药种或品种间分类的依据。

第一作者简介:赵洲(1977-), 男, 硕士, 讲师, 研究方向为生物遗传与发育。E-mail: zhaozhou00@hotmail.com。

收稿日期:2011-09-08

参考文献

- [1] 黄坚, 顾其祥, 池坚. 香石竹生产技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004: 425.
[2] 李世峰, 莫锡君. 香石竹在我国育种状况简述[J]. 北方园艺, 1999

(1): 38-39.

- [3] 李鹏, 朱宏, 赵凯, 等. 香石竹分子育种研究进展[J]. 黑龙江农业科学, 2008(5): 152-154.
[4] Moyal-Ben Z M, Vainstein A. Biotechnology in Agriculture and Forestry[M]. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 2007: 241-252.

The Effect of Substrate Compositions for Cuttings of *Dianthus caryophyllus*

LU Zhen-hong^{1,2}, ZHANG Ling-min^{1,2}, SONG Jie^{1,2}, CHEN Min^{1,2}, LONG Jiang^{1,2}, GUI Min^{1,2}

(1. Flower Research Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Yunnan Flower Breeding Key Laboratory, Kunming, Yunnan 650205; 2. Yunnan Flower Research and Development Center, Kunming, Yunnan 650205)

Abstract: The effects of substrate compositions for cuttings of *Dianthus caryophyllus* a pot experiment was conducted. The WR and R3 as experimental material. The results indicated that the rooting rate and seeding rate of cuttings was the highest when the ratio for perlite. The effect of substrate compositions for seed of *Dianthus caryophyllus*: peat=5:1, and the quality of root was the best, and the unqualified cutting was the least, so it was a good substrate choice in the cutting production.

Key words: perlite; peat; *Dianthus caryophyllus*; rooting rate

1 材料与方法

1.1 试验材料

选取芍药属(*Paeonia*)芍药组(Sect. *Paeonia*)草芍药(*P. obovata* Maxim)的10个品种作为试验材料(表1),样品于2011年6月采自赤峰学院校区。

表1 供试材料

编号	品种名	花部主要特征	编号	品种名	花部主要特征
1	“赵园粉”	粉色 台阁类	6	“红茶花”	粉色 绣球型
2	“粉蝴蝶”	粉色 单瓣型	7	“团粉红”	粉色 台阁类
3	“粉玉双”	粉色 荷花型	8	“大富贵”	深粉红色 蔷薇型
4	“玉版白”	白色 单瓣型	9	“红玛瑙”	白或粉白 单瓣型 (雄蕊少量瓣化)
5	“粉楼系金”	粉色 金环型	10	“紫蝶献金”	紫红色 单瓣型

1.2 试验方法

于健康植株顶端随机选取成熟且完整的叶片,清水冲洗干净后,在叶片中央(叶片主脉与叶片最大横轴交汇处),主脉两侧剥取下表皮,立即用无水酒精固定^[16]。制作临时装片,Olympus B×51显微镜下观察并拍照。

每品种制作10个装片,每个装片选取10个视野,COOLSNAP数字成像仪拍照,每视野随机选取5个气孔,利用Qcapture pro 5.1软件进行气孔器长、宽的测量,并计算长宽比。统计每个视野的表皮细胞数、气孔数,计算气孔指数(气孔指数=气孔数/(气孔数+表皮细胞数)×100%)、气孔密度(个/mm²)和表皮细胞密度(个/mm²)。各项指标用平均数±标准差表示。变

异幅度用变异系数(变异系数=标准差/平均数)来表示。

利用Spss statistics 17.0和Microsoft Excel 2003软件处理数据,采用LSD法对采集的数据进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 芍药叶下表皮观察

光镜下观察发现,芍药叶片气孔全分布于下表皮。10个品种的芍药气孔及表皮细胞形状及分布特点一致。下表皮细胞多呈不规则外形,大小不一,不规则排列。气孔为长椭圆形,2个保卫细胞,呈肾形,对称排列;按Dilcher气孔分类系统^[17]分类,芍药气孔属不规则型。气孔排列基本符合“一细胞间隔”原则。整个叶片中央部分气孔表皮细胞均趋于成熟,气孔大小及排列方式稳定,气孔长轴走向不一致(图1-1);整体上分布均匀,局部可能会出现气孔密集或没有气孔分布(图1-2)。表皮细胞大小不一,位于中央表皮细胞一般都远大于气孔器,巨大者约为气孔器的数倍之大(图1-1),靠近叶片边缘,气孔大小与表皮细胞大小接近,符合“一细胞间隔”原则,越是靠近叶片边缘,表皮细胞越小(图1-3),在叶片尖端,部分气孔器甚至大于临近的表皮细胞(图1-3)。临近支脉表皮细胞常呈长条型(图1-2),有的叶脉附近气孔长轴走向常趋于一致,近乎与叶脉走向相同(图1-4)。

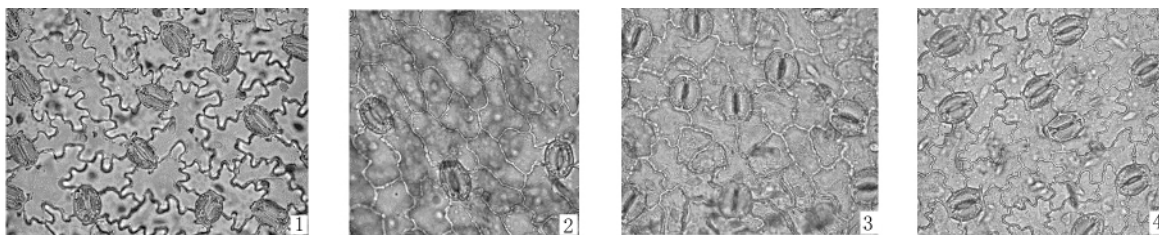


图1 芍药下表皮(10×20)

2.2 不同品种间气孔器宽度、长度以及长宽比的比较

由表2可知,10个品种的宽度为(29.48±2.34)~(31.37±2.79)μm,变异系数较小。最大为品种7

(31.37±2.79)μm,最小为品种10(29.48±2.34)μm,二者之间有显著差异。但是,10个品种中,除了品种7外,其余9个品种(1、2、3、4、5、6、8、9、10)均没有差异。

表2 10个品种芍药的气孔器长、宽及长宽比值

品种	N	宽度/μm		长度/μm		长宽比	
		均值	变异系数	均值	变异系数	均值	变异系数
1	500	29.71±2.31 bB	0.08	40.52±3.67 aA	0.09	1.36±0.15 aA	0.11
2	500	30.43±3.18 bB	0.10	40.89±3.47 aA	0.08	1.34±0.20 aA	0.15
3	500	30.13±2.41 bB	0.08	37.37±3.24 eC	0.09	1.24±0.13 dC	0.10
4	500	30.00±2.70 bB	0.09	37.68±3.29 dC	0.09	1.26±0.15 dC	0.12
5	500	30.88±2.80 bB	0.09	41.38±4.04 aA	0.10	1.34±0.16 bA	0.12
6	500	30.19±2.59 bB	0.09	39.53±3.53 bB	0.09	1.31±0.15 cB	0.11
7	500	31.37±2.79 aA	0.09	40.96±3.87 aA	0.09	1.31±0.16 cB	0.12
8	500	30.59±2.49 bB	0.08	41.99±3.96 aA	0.09	1.37±0.15 aA	0.11
9	500	30.20±2.38 bB	0.08	41.39±3.49 aA	0.08	1.37±0.13 aA	0.09
10	500	29.48±2.34 bB	0.08	38.23±3.42 cC	0.09	1.30±0.16 cB	0.12

注:N为检测气孔总数(均值±标准差($\bar{x} \pm s$)),邓肯氏多重比较($P=0.05$);不同字母表示差异显著。

10 个品种的气孔长度均值为 $(37.37 \pm 3.24) \sim (41.99 \pm 3.96) \mu\text{m}$, 变异系数均较小。最大为品种 8 $(41.99 \pm 3.96) \mu\text{m}$, 最小为品种 3 $(37.37 \pm 3.24) \mu\text{m}$, 二者之间有显著差异。但是, 品种 1、2、5、7、8、9 间的气孔长度没有差异, 品种 3、4、6、10 之间以及与前 6 个品种均有差异; 其中, 品种 3、4、10 之间有差异, 但不显著; 品种 6 和其它均有显著差异。

长宽比为 $(1.24 \pm 0.13) \sim (1.37 \pm 0.15)$, 变异系数较小。最大长宽比为品种 8、9 (1.37 ± 0.15) , 最小长宽比为品种 3 (1.24 ± 0.13) , 二者有显著差异。10 个品种的长宽比中, 第 1 组的 1、2、8、9 品种间没有差异, 第 2 组的 6、7、10 间没有差异, 第 3 组的 3、4 之间没有差异, 但这 3 组之间均有显著差异, 品种 5 和第 1 组有差异但不显著, 与其它组均有显著差异。

2.3 不同品种芍药气孔器的表皮细胞密度、气孔密度及气孔指数比较

由表 3 可知, 芍药 10 个品种的表皮细胞密度最小为品种 5 $(33.22 \pm 5.71) \text{个}/\text{mm}^2$, 最大为品种 3 $(57.02 \pm 6.03) \text{个}/\text{mm}^2$, 二者相差较大, 各品种内变异

系数较小。10 个品种中, 其中 7 个品种(1、2、5、6、8、9、10)有差异但不显著; 品种 3、4、7 之间以及和前面 7 个品种均有显著差异。10 个品种的表皮细胞密度变化比较大, 不稳定。

芍药 10 个品种的气孔密度, 最小为品种 10 $(10.63 \pm 2.21) \text{个}/\text{mm}^2$, 最大为品种 4 $(15.37 \pm 2.62) \text{个}/\text{mm}^2$, 二者之间差异显著, 各品种内变异系数较小。品种 1、3、4、6、7、9 之间的气孔密度没有差异, 品种 2、5、10 之间的气孔密度也没有差异; 而这 2 组之间有显著差异; 品种 8 和前面 2 组之间均有显著差异。可以发现气孔密度较表皮细胞密度相对要稳定。

10 个品种的气孔指数, 最大值为品种 6 (0.2584 ± 0.036) , 最小值为品种 3 (0.2032 ± 0.026) , 且 10 个品种气孔指数值均较接近, 各品种内变异系数较小。其中, 8 个品种(1、2、4、5、6、7、8、9)都没有差异, 品种 10 与这 8 个品种有差异但不显著; 品种 3 与前面 9 个品种差异较显著。说明气孔指数较气孔密度更加稳定。

经相关性分析发现, 气孔长度与气孔密度相关系数为 $-0.352 (P=0.319)$, 二者呈负相关。

表 3 10 个品种芍药表皮细胞密度、气孔密度及气孔指数值

品 种	N	表皮细胞密度/ $\text{个} \cdot \text{mm}^{-2}$		气孔密度/ $\text{个} \cdot \text{mm}^{-2}$		气孔指数	
		均值	变异系数	均值	变异系数	均值	变异系数
1	100	40.09 ± 4.07 dD	0.10	13.52 ± 2.11 aA	0.16	0.2522 ± 0.031 aA	0.12
2	100	33.33 ± 10.75 fD	0.32	10.69 ± 3.14 cC	0.29	0.2446 ± 0.042 aA	0.17
3	100	57.02 ± 6.03 aA	0.11	14.54 ± 2.43 aA	0.17	0.2032 ± 0.026 cB	0.13
4	100	50.68 ± 9.21 bB	0.18	15.37 ± 2.62 aA	0.17	0.2354 ± 0.035 aA	0.15
5	100	33.22 ± 5.71 fD	0.17	10.65 ± 1.92 cC	0.18	0.2437 ± 0.032 aA	0.13
6	100	39.00 ± 5.08 dD	0.13	13.53 ± 2.12 aA	0.16	0.2584 ± 0.036 aA	0.14
7	100	43.96 ± 7.41 cC	0.17	14.88 ± 3.12 aA	0.21	0.2535 ± 0.038 aA	0.15
8	100	35.19 ± 4.82 eD	0.14	11.64 ± 2.15 bB	0.18	0.2489 ± 0.037 aA	0.15
9	100	40.94 ± 4.20 dD	0.10	14.12 ± 1.92 aA	0.14	0.2568 ± 0.029 aA	0.11
10	100	36.76 ± 5.12 eD	0.14	10.63 ± 2.21 cC	0.21	0.2250 ± 0.041 bA	0.18

注: N 为检测视野总数(均值 \pm 标准差 $(\bar{x} \pm s)$), 邓肯氏多重比较 $(P=0.05)$; 不同字母表示差异显著。

2.4 气孔密度与表皮细胞密度及气孔横径、纵径相关性分析

由表 4 可知, 气孔纵径与气孔密度相关系数为 -0.352 , 二者呈负相关。气孔横径与气孔密度相关系数为 0.048 , 二者呈正相关。与表皮细胞密度的相关系数为 0.811 , 也呈正相关。

表 4 气孔密度与表皮细胞密度、气孔横径及气孔纵径的相关分析

相关系数	气孔横径	气孔纵径	表皮细胞密度
气孔密度	0.048	-0.352	0.811

3 结论与讨论

光镜下观察发现, 10 个芍药品种的气孔、表皮细胞形状及分布特点一致。叶片气孔全分布于下表皮, 气孔呈长椭圆形, 为不规则型^[18]。气孔排列基本符合“一细胞间隔”原则, 整体上分布均匀。表皮细胞大小

不一, 形状多为不规则型^[19]。叶片中央部分气孔形状及排列方式稳定。

统计分析发现, 10 个品种中, 其中 6 个品种(1、2、5、7、8、9)气孔器长度没有差异, 9 个品种(1、2、3、4、5、6、8、9、10)气孔宽度没有差异, 少数品种的长宽比间没有差异(1、2、8、9 之间; 6、7、10 之间; 3、4 之间)。10 个品种的表皮细胞密度多数存在差异, 且差异显著; 另外, 观察发现, 同一叶片不同部位表皮细胞的大小、形状也变化较大。所以, 对于芍药而言, 其表皮细胞的形状、大小以及密度都变化很大, 不稳定。

10 个品种中有 6 个品种(1、3、4、6、7、9)的气孔密度没有差异, 另 3 个品种(2、5、10)的气孔密度也没有差异。与表皮细胞密度相比, 芍药的气孔密度相对稳定。10 个品种的气孔指数中, 有 8 个品种(1、2、4、5、6、7、8、9)没有差异, 1 个品种有差异但不显著, 另 1 个品种存在显著差异, 说明气孔在发育过程中, 基本按照

“一细胞间隔”原则进行排列,该研究的 6 项指数中,气孔宽度、气孔指数相对最稳定。一些学者也认为气孔指数相对稳定^[4]。

比较发现,有 4 个品种(1、2、8、9)的 4 项指标(气孔长度、宽度、长宽比及气孔指数)均没有差异。有 2 个品种(1、9)的 5 项指标(气孔长度、宽度、长宽比、气孔密度及气孔指数)均没有差异。有研究发现^[20],气孔长度与气孔密度二者呈负相关,该研究发现芍药气孔长度与气孔密度也呈负相关,与气孔横径及表皮细胞密度呈正相关。

因此,对于芍药而言,这 6 项指标不支持作为芍药种或品种分类的依据。

研究发现,这些指标都会不同程度受到环境的影响^[21-23],而在某些种内却保持稳定,可以作为种分类的依据^[4-15]。当然,也有研究显示,这些指标仅限属内稳定,是属的特征性指标,属下划分则意义不大^[24]。对于芍药而言,取自同一生境的 10 个品种,除表皮细胞密度外,其余 5 项指标,多数品种表现出一定的稳定性,也存在明显的差异。具体原因还有待进一步深入的研究。

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] 王莲英. 中国牡丹与芍药[M]. 北京: 金盾出版社, 2006.
- [3] 刘春迎, 王莲英. 芍药品种的数量分类研究[J]. 武汉植物学研究, 1995, 13(2): 116-126.
- [4] 马清温, 李凤兰, 李承森. 落羽杉属(杉科)叶表皮结构及气孔参数[J]. 植物分类学报, 2005, 43(6): 517-525.
- [5] 山宝琴, 贺学礼. 毛乌素沙地 12 种蒿属植物叶的解剖特征[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2007, 35(6): 211-217.
- [6] 姚兆华, 郝丽珍, 王萍, 等. 沙芥属植物叶片的气孔特征研究[J]. 植

物研究, 2007, 27(2): 199-203.

- [7] 朱栗琼, 招礼军, 陶世红, 等. 马鞭草科 9 种植物叶表皮特征及其分类学意义[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(23): 7057-7058, 7061.
- [8] 常生辉, 邓传良, 高武军, 等. 27 种木犀属植物叶表皮微形态特征的研究[J]. 西北植物学报, 2008, 28(2): 278-288.
- [9] 戴锡玲, 王全喜, 李新国, 等. 凤丫蕨属 6 种植物叶表皮特征的研究[J]. 植物研究, 2009, 29(1): 33-38.
- [10] 张雪梅, 何兴金. 六种前胡属植物叶表皮形态学研究[J]. 中国农学通报, 2009, 25(16): 177-180.
- [11] 陈旭波, 刘全儒, 李艳. 华北地区繁缕属(*Stellaria* L.) 植物叶表皮微形态特征研究[J]. 植物研究, 2010, 30(5): 527-536.
- [12] 许玉凤, 张柯, 王文和, 等. 鸢尾属(*Iris*) 植物叶片表皮微形态特征的研究[J]. 植物研究, 2008, 28(5): 547-551.
- [13] 陈严平, 何晓燕, 杨芳, 等. 云南 10 个居群岩白菜叶片的比较解剖研究[J]. 云南大学学报(自然科学版), 2009, 31(S1): 430-435.
- [14] 杨琳, 戴伟民, 强胜, 等. 杂草稻和栽培稻叶片下表皮结构特征的观察及聚类分析[J]. 中国水稻科学, 2009, 23(5): 495-502.
- [15] 吕洪飞. 紫竹梅、吊竹梅和鸭跖草气孔分布与比较[J]. 植物学通报, 2000, 17(4): 375-380.
- [16] 方中达. 植病研究法[M]. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 1998.
- [17] 杨芳, 蒲训. 植物气孔类型初步分类考证[J]. 现代农业科技, 2010(22): 193-196.
- [18] 张益民, 张赞平, 王世端. 芍药属叶片解剖结构的研究[J]. 河南农业大学学报, 1988, 22(1): 117-126.
- [19] 黄永高, 金颢, 贾妮, 等. 芍药和牡丹部分品种茎叶器官的解剖学观察比较[J]. 江苏农业学报, 2006, 22(4): 447-451.
- [20] 张延龙, 牛立新. 中国葡萄属植物叶片气孔特征的研究[J]. 植物研究, 1997, 17(3): 315-319.
- [21] 左闻韵, 贺金生, 韩梅, 等. 植物气孔对大气 CO₂ 浓度和温度升高的反应[J]. 生态学报, 2005, 25(3): 565-574.
- [22] 严寒静, 梁路娇, 房志坚. 不同产地何首乌叶表皮结构的解剖学特征与气候因子的关系[J]. 广西植物, 2009, 29(1): 120-124.
- [23] 王碧霞, 曾永海, 王大勇, 等. 叶片气孔分布及生理特征对环境胁迫的响应[J]. 干旱地区农业研究, 2010, 28(2): 122-131.
- [24] 巩乙南, 刘星, 葛源, 等. 瓦韦属 10 种植物的气孔器类型及其系统学意义[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2006, 42(3): 291-294.

Study on Stomatal Characteristics of the Ten *Paeonia lactiflora* Varieties

ZHAO Zhou, XU Zhen-jun, DUAN Yong-ping, YUAN Shu-xian, LIU Bing
(College of Life Science, Chifeng University, Chifeng, Inner Mongolia 024000)

Abstract: The 10 *Paeonia lactiflora* varieties' stomatal width, length, stomatal density and epidermal cell density were measured, and the stomatal index and the ratio of length and width were calculated. Then the 10 *Paeonia lactiflora* varieties' stomatal morphology and distribution mutually were compared systematically. The results showed that the 10 *Paeonia lactiflora* varieties' stomatal morphology and distribution were uniform. There were no differences about 4 indexes(stomatal width, length, the stomatal index and the ratio of length and width) of 4 *Paeonia lactiflora* varieties(1, 2, 8 and 9), and no differences about 5 indexes(stomatal width, length, stomatal density, the stomatal index and the ratio of length and width) of 2 *Paeonia lactiflora* varieties(1 and 9). Compared with other indexes, the change of stomatal width and stomatal index were minimum. It showed inverse correlation between the stomatal length and the stomatal density. The results did not support the stomatal width, length, stomatal density and epidermal cell density, the stomatal index and the ratio of length and width as the classification basis of species or varieties.

Key words: *Erysiphe aguilgeae* variety; stomatal length; stomatal width; stomatal density; stomatal index