

绣球属植物种质资源分析及其花色 可调性和叶斑病抗性比较

邓衍明^{1,①}, 韩 勇², 齐香玉¹, 孙晓波¹, 贾新平¹, 陈双双¹

(1. 江苏省农业科学院休闲农业研究所, 江苏 南京 210014; 2. 南京市蔬菜科学研究所, 江苏 南京 210042)

摘要: 对收集的绣球属 (*Hydrangea* Linn.) 植物 68 个品种(品系)的株型、叶色、花序类型、花期和花色进行了观察, 并对其花色可调性和叶斑病抗性进行了比较。结果表明: 在收集的 68 个品种(品系)中, 53 个品种(品系)属于大花绣球 [*H. macrophylla* ssp. *macrophylla* (Thunb.) Ser.], 3 个品种(品系)属于山绣球 (*H. macrophylla* var. *normalis* Wils.), 6 个品种属于圆锥绣球 (*H. paniculata* Sieb.), 而粗齿绣球 (*H. macrophylla* ssp. *serrata* Ser.)、栎叶绣球 (*H. quercifolia* Bartr.)、马桑绣球 (*H. aspera* D. Don)、乔木绣球 (*H. arborescens* Linn.)、藤绣球 (*H. petiolaris* D. Don) 和银边绣球 (*H. macrophylla* var. *thunbergii* Makino) 分别只有 1 个品种(品系); 其中, 47 个品种来自欧美国家, 17 个品种来自日本, 4 个品系来自中国。67 个品种(品系)在南京地区能够正常开花, 花序类型包括近球型、平盘型和圆锥型, 分别有 37、22 和 8 个品种(品系)。41 个品种(品系)花色可调, 在酸性且含 Al^{3+} 的土壤中呈蓝色或紫色; 26 个品种(品系)花色不可调。根据病情指数, 将绣球属植物对叶斑病的抗性分成抗病、中等抗病、中等感病和感病 4 个等级, 分别有 11、26、21 和 10 个品种(品系)。研究结果显示: 绣球属植物花色多样且可人工调控, 部分品种(品系)的抗叶斑病能力较强, 应根据实际需要种植适宜品种(品系)。

关键词: 绣球属; 种质资源; 叶斑病抗性; 花色调控性

中图分类号: S685.99; S602.4 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2018)04-0090-11

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7895.2018.04.10

Analysis on germplasm resources of species in *Hydrangea* Linn. and comparisons on their flower color variability and resistance to leaf-spot disease DENG Yanming^{1,①}, HAN Yong², QI Xiangyu¹, SUN Xiaobo¹, JIA Xinping¹, CHEN Shuangshuang¹ (1. Institute of Leisure Agriculture, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China; 2. Nanjing Institute of Vegetable Science, Nanjing 210042, China), *J. Plant Resour. & Environ.*, 2018, 27(4): 90-100

Abstract: Plant type, leaf color, inflorescence type, blooming period, and flower color of 68 collected cultivars (lines) of species in *Hydrangea* Linn. were observed, and their flower color variability and resistance to leaf-spot disease were compared. The results show that among 68 collected cultivars (lines), 53 cultivars (lines) belong to *H. macrophylla* ssp. *macrophylla* (Thunb.) Ser., 3 cultivars (lines) belong to *H. macrophylla* var. *normalis* Wils., 6 cultivars (lines) belong to *H. paniculata* Sieb., while *H. macrophylla* ssp. *serrata* Ser., *H. quercifolia* Bartr., *H. aspera* D. Don, *H. arborescens* Linn., *H. petiolaris* D. Don, and *H. macrophylla* var. *thunbergii* Makino only have 1 cultivar (line). In which, 47 cultivars originate from European and American countries, 17 cultivars do from Japan, and 4 lines do from China. 67 cultivars (lines) can bloom normally in Nanjing area, and inflorescence type includes mophead, lacecap, and pyramid, with 37, 22, and 8 cultivars (lines), respectively. Flower color of 41 cultivars (lines) can be adjusted, which is blue or purple in acidic soil containing Al^{3+} ; flower color of 26

收稿日期: 2018-04-20

基金项目: 江苏省农业科技自主创新资金项目 [CX(17)3039]; 江苏省农业科学院探索性颠覆性创新计划项目 [ZX(17)2004]; 江苏省农业科学院院基金项目 (611164)

作者简介: 邓衍明 (1976—), 男, 安徽滁州人, 博士, 研究员, 主要从事观赏园艺学研究。

①通信作者 E-mail: nksdym@163.com

cultivars (lines) cannot be adjusted. According to disease index, the resistance of species in *Hydrangea* to leaf-spot disease can be divided into four levels, including resistant, moderately resistant, moderately susceptible, and susceptible, with 11, 26, 21, and 10 cultivars (lines), respectively. It is suggested that flower color of species in *Hydrangea* is diverse and can be artificially adjusted, and resistances of some cultivars (lines) to leaf-spot disease are strong. Proper cultivars (lines) should be planted according to actual needs.

Key words: *Hydrangea* Linn.; germplasm resource; resistance to leaf-spot disease; flower color variability

绣球属(*Hydrangea* Linn.)又名八仙花属,隶属于虎耳草科(Saxifragaceae),该属植物统称为绣球,全世界约有73种;中国是绣球属植物的资源分布中心,共有46种10变种^[1]。绣球属植物伞房状聚伞花序硕大、饱满,花色非常丰富,花型多样;花期为5月至9月,能有效弥补夏季开花植物较少的不足;植株适应性强,耐旱和耐荫性均较好;叶片大且有光泽,既可观花又可观叶,在长江流域部分品种的常绿期达300 d以上^[2-4]。此外,很多绣球属植物的根、茎、叶可入药,具有治疗疟疾和糖尿病等功效^[5-6]。总体来看,绣球属植物具有较高的观赏、药用和经济价值,不仅能广泛用于园林绿化和庭院美化,还可作为盆花、鲜切花、插花、干花及药用植物,在美丽乡村建设和休闲农业发展中具有广阔的应用前景。

近年来,中国从欧美国家和日本等地引进了大量绣球属植物品种,推动了绣球属植物资源的开发利用^[7]。目前,江苏无锡、浙江宁波和海宁、云南昆明、四川成都及重庆等地均已形成大面积的绣球种植基地,成为当地的新兴产业。由于市场上绣球属植物品种众多,新品种更是层出不穷,各品种的花色、花型和花期等差异很大。相关研究结果^[7-9]表明:部分绣球属植物花色随土壤酸碱度变化而改变,在酸性土壤中呈蓝色、在碱性土壤中呈红色;土壤中铝元素的含量及状态对绣球属植物花色改变有根本性作用。在强酸性土壤中,铝元素以 Al^{3+} 形式存在,能够被植株根系吸收并运输到萼片中与红色花青素飞燕草素-3-葡萄糖苷(delphinidin-3-glucoside)发生络合反应,形成飞燕草素-3-葡萄糖苷-铝复合物,使花色呈蓝色;当土壤接近中性且含 Al^{3+} 时,红色和蓝色色素同时存在,致使花色呈现紫色;在碱性土壤中,铝元素以 $Al(OH)_3$ 形式存在,不能被植株根系吸收,使花色呈红色。绣球属植物的伞房状聚伞花序由2种花组成,一种是位于花序内部(侧)且体形较小的花,即可育花,此类花是花序中的非装饰性花(non-decorative

flower);另一种是位于花序外部(侧)、萼片发达且体形较大的花,即不育花,此类花是花序中的装饰性花(decorative flower),又称放射性花(ray flower)^[10-11]。通常情况下,绣球属植物可育花的观赏价值低或基本没有观赏价值,而不育花的观赏价值较高。此外,不同绣球属植物品种的适应性和抗逆性也存在很大差异,抗性较差尤其是对叶斑病抗性较差的品种易出现叶片枯死、脱落甚至整株死亡等现象,给生产带来严重损失。鉴于此,有必要对绣球属植物各品种的花序形态特征、花色稳定性和叶斑病抗性等性状进行鉴定和比较,从而筛选出观赏价值高、花色可调、抗病性强的优良品种。

目前,中国绣球市场基本被进口品种垄断,因此,应充分利用国内绣球属植物野生资源丰富的优势培育具有完全自主知识产权新品种。近年来,江苏省农业科学院花卉研究团队收集了许多绣球属植物种质资源,并开展了一系列研究工作,本文对收集的绣球属植物68个品种(品系)进行了归类,对各品种(品系)植株的株型、叶色、花序类型、花期和花色进行了观察和比较,并对各品种(品系)的花色可调和抗叶斑病能力进行了比较和分析,以期为绣球属植物种质资源的商业化推广、遗传育种及栽培技术研究提供参考依据。

1 材料和方法

1.1 材料

自2015年起,江苏省农业科学院花卉研究团队从浙江宁波、江苏无锡、云南昆明和重庆等地引进绣球属植物资源,共计68个品种(品系),均种植于江苏省农业科学院院内和溧水植物科学基地绣球种质资源圃内。

参考《中国植物志》^[1]对各品种(品系)进行归类。虽然《中国植物志》将大花绣球〔*Hydrangea*

macrophylla var. *macrophylla* (Thunb.) Ser.]作为绣球[*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser.]的原变种,但结合市场主流名称及相关研究结果^[7,10,12],本文采用“大花绣球”这一名称,并将大花绣球和粗齿绣球(又名锯齿绣球)作为绣球的亚种,拉丁学名分别为 *H. macrophylla* ssp. *macrophylla* (Thunb.) Ser. 和 *H. macrophylla* ssp. *serrata* Ser.。

1.2 方法

1.2.1 种质资源类型分析 对各品种(品系)的株型、叶色、花序类型、花期和花色进行观察和归类。结合相关文献^[10-11],根据可育花和不育花的排列方式及花序整体轮廓,将花序分成近球型(mophead)、平盘型(lacecap)和圆锥型(pyramid)3类,其中,近球型花序呈半球状、近球状或头状,不育花位于花序外部,可育花位于花序内部且几乎不可见;平盘型花序呈扁球状或平盘状,仅在花序最外部生长1轮不育花,可育花清晰可见且数量多;圆锥型花序呈圆锥状或宝塔状,可育花和不育花混合分布且均可见。

1.2.2 花色可调性分析 每个品种(品系)选取10株,每盆1株,平均分成2组,在现蕾期向处理组花盆缓慢浇入质量分数1.0% $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液100 mL,1周后重复浇灌1次,对照组不浇灌 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液。花盆上口径15 cm、底径11 cm、高13 cm,栽培基质为V(泥炭):V(珍珠岩)=3:1的混合基质。实验期间,处理组花盆至少每2 d用pH 4.0纯水浇透1次,对照组花盆至少每2 d用pH 9.0纯水浇透1次,浇水后检测基质pH值,确保植株开花期间处理组基质呈酸性(pH值小于6.0)、对照组基质呈碱性(pH值大于7.0)。观察处理组和对照组植株的花色,记录各品种(品系)花色变化,花色不同表明花色具可调性。

1.2.3 抗叶斑病能力分析 随机抽取各品种(品系)的2年生盆栽苗5盆,于2016年10月和2017年9月,参考Mmbaga等^[13]的方法对经过连续阴雨(2016年9月)和持续高温(2017年8月)的植株在自然生长条件下叶斑病的发病情况进行观察和统计,花盆上口径17 cm、底径13 cm、高17 cm,每盆1株,栽培基质为V(泥炭):V(珍珠岩)=5:1的混合基质。统计植株上完全生长叶片的病斑情况,根据病斑面积占叶面积的比例(RD)确定发病等级:0级, $\text{RD}=0\%$; 1级, $0\% < \text{RD} < 10\%$; 2级, $10\% \leq \text{RD} < 25\%$; 3级, $25\% \leq \text{RD} < 50\%$; 4级, $50\% \leq \text{RD} < 75\%$; 5级, $\text{RD} \geq$

75%。每个品种(品系)植株的发病等级平均值即为该品种(品系)的病情指数(DI),根据DI值将绣球属植物对叶斑病的抗性分成4个等级:抗病, $\text{DI} < 1.0$; 中等抗病, $1.0 \leq \text{DI} < 2.0$; 中等感病, $2.0 \leq \text{DI} < 3.0$; 感病, $3.0 \leq \text{DI} \leq 5.0$ 。

2 结果和分析

2.1 种质资源分析

统计结果(表1)表明:供试的68个绣球属植物品种(品系)分别属于大花绣球、粗齿绣球、银边绣球(*H. macrophylla* var. *thunbergii* Makino)、山绣球(*H. macrophylla* var. *normalis* Wils.)、圆锥绣球(*H. paniculata* Sieb.)、马桑绣球(*H. aspera* D. Don)、栎叶绣球(*H. quercifolia* Bartr.)、乔木绣球(又名耐寒绣球, *H. arborescens* Linn.)和藤绣球(*H. petiolaris* D. Don)。其中,大花绣球有53个品种(品系);山绣球有3个品种(品系);圆锥绣球有6个品种;粗齿绣球、栎叶绣球、马桑绣球、乔木绣球、藤绣球和银边绣球分别只有1个品种(品系)。

由表1还可见:在收集的68个绣球属植物品种(品系)中,47个品种来自荷兰、法国和美国等欧美国国家,17个品种来自日本,国产绣球属植物资源最少,只有4个品系,分别为‘WX-1’、‘CZZH’、‘三色旗’(‘Tricolor’)和‘平瓣绣球’(‘Pingbanxiuqi’)。

观察结果表明:品种‘小叶布鲁克’(‘Brookside Littleleaf’)为藤本且连续2年在南京地区均未开花,其余67个品种(品系)均为亚灌木、灌木或小乔木且在南京地区正常开花,其中43个品种(品系)植株直立,24个品种(品系)植株半直立。37个品种(品系)的花序为近球型,且均为大花绣球;22个品种(品系)的花序为平盘型,包括‘三色旗’和‘平瓣绣球’2个国产品系,‘姑娘’(‘Sheila’)、‘回忆’(‘Meissen’)、‘你我的浪漫’(‘You And Me Romance’)、‘爱你的吻’(‘Love Your Kiss’)、‘塔贝’(‘Taube’)、‘粉色回忆’(‘Pink Meissen’)和‘雪露紫’(‘Pink Snow’)7个引自欧美国家的品种,以及‘手花鞠’(‘Stockings’)、‘小町’(‘Komachi’)、‘白色天使’(‘White Angel’)、‘婚礼花束’(‘Wedding Bouquet’)、‘平顶’(‘Musical’)和‘锡风’(‘Tin Wind’)等13个引自日本的品种;8个品种的花序为圆锥型,包括全部圆锥绣球品种以及栎叶绣球和乔木

表1 收集的绣球属植物种质资源的基本概况
Table 1 Basic status of collected germplasm resources of species in *Hydrangea* Linn.

编号 ¹⁾ No. ¹⁾	品种(品系) Cultivar (line)	原产地 ²⁾ Original place ²⁾	株型 ³⁾ Plant type ³⁾	叶色 ⁴⁾ Leaf color ⁴⁾	花序类型 ⁵⁾ Inflorescence type ⁵⁾	花期 Blooming period	花色可调和性(花色) ⁶⁾ Flower color variability (flower color) ⁶⁾	病情指数 Disease index
1	无尽夏 Endless Summer	NA(USA)	SE	LG	M	5月至10月 May to Oct.	Y(红变蓝 Red to blue)	1.24
2	无尽夏新娘 Endless Summer The Bride	EU(NL)	SE	LG	M	5月至9月 May to Sep.	N(白 White)	1.57
3	史欧尼 Masja	EU(NL)	E	DG	M	6月至8月 Jun. to Aug.	Y(红变蓝 Red to blue)	0.86
4	蒂沃利 Tivoli	EU(NL)	E	DG	M	6月至8月 Jun. to Aug.	Y(红变紫 Red to purple)	0.95
5	姑娘 Sheila	EU(NL)	E	G	L	5月至7月 May to Jul.	Y(粉变紫 Pink to purple)	2.43
6	含羞叶 Elbtal	EU(NL)	E	DG	M	6月至8月 Jun. to Aug.	Y(红变蓝 Red to blue)	0.81
7	回忆 Meissen	EU(NL)	E	LG	L	6月至8月 Jun. to Aug.	Y(红变蓝 Red to blue)	1.67
8	精灵 Pillnitz	EU(NL)	E	G	M	6月至8月 Jun. to Aug.	N(红 Red)	1.14
9	拉维布兰 Ravi Brent	EU(NL)	E	G	M	6月至8月 Jun. to Aug.	Y(红变蓝 Red to blue)	2.62
10	蓝色妈妈 Maman Blue	EU(NL)	E	DG	M	5月至7月 May to Jul.	Y(红变蓝 Red to blue)	2.76
11	玫红妈妈 Maman Rose	EU(NL)	E	G	M	5月至7月 May to Jul.	N(红 Red)	2.38
12	马雷夏尔 Marechal Foch	EU(NL)	E	DG	M	5月至8月 May to Aug.	Y(红变紫 Red to purple)	4.05
13	梦幻蓝 Rathen	EU(NL)	E	G	M	6月至8月 Jun. to Aug.	Y(红变蓝 Red to blue)	1.81
14	罗斯 Ross	EU(NL)	E	G	M	6月至8月 Jun. to Aug.	Y(红变蓝 Red to blue)	2.86
15	魔幻珊瑚 Magical Coral	EU(NL)	E	DG	M	6月至8月 Jun. to Aug.	Y(红变紫 Red to purple)	4.24
16	魔幻水晶 Magical Crystal	EU(NL)	E	LG	M	6月至8月 Jun. to Aug.	Y(红变紫 Red to purple)	3.57
17	魔幻紫水晶 Magical Amethyst	EU(NL)	E	G	M	6月至8月 Jun. to Aug.	Y(紫变蓝 Purple to blue)	3.86
18	你我的浪漫 You And Me Romance	EU(NL)	E	G	L	5月至8月 May to Aug.	Y(粉变紫 Pink to purple)	1.57
19	你我的永恒 You And Me Forever	EU(NL)	E	DG	M	5月至8月 May to Aug.	Y(粉变蓝 Pink to blue)	1.62
20	塞布丽娜 Sabrina	EU	E	GP	M	5月至8月 May to Aug.	N(粉 Pink)	2.24
21	博登湖 Bodensee	EU	E	G	M	6月至8月 Jun. to Aug.	Y(红变蓝 Red to blue)	1.52
22	红美人 Red Beauty	NA(USA)	E	G	M	6月至8月 Jun. to Aug.	Y(红变紫 Red to purple)	1.38
23	红粉佳人 Pink Beauty	NA(USA)	E	G	M	6月至8月 Jun. to Aug.	N(粉 Pink)	0.89
24	蒂亚娜 Tijana	EU(NL)	E	G	M	6月至8月 Jun. to Aug.	N(粉 Pink)	1.29
25	爱你的吻 Love Your Kiss	NA(USA)	SE	G	L	6月至8月 Jun. to Aug.	N(粉 Pink)	3.11
26	手花鞠 Stockings	AS(JPN)	SE	G	L	5月至7月 May to Jul.	Y(粉变蓝 Pink to blue)	2.48
27	小町 Komachi	AS(JPN)	SE	G	L	5月至7月 May to Jul.	Y(粉变蓝 Pink to blue)	2.67
28	白色天使 White Angel	AS(JPN)	SE	G	L	5月至6月 May to Jun.	N(白 White)	1.90

续表1 Table 1 (Continued)

编号 ¹⁾ No. ¹⁾	品种(品系) Cultivar (line)	原产地 ²⁾ Original place ²⁾	株型 ³⁾ Plant type ³⁾	叶色 ⁴⁾ Leaf color ⁴⁾	花序类型 ⁵⁾ Inflorescence type ⁵⁾	花期 Blooming period	花色可调性(花色) ⁶⁾ Flower color variability (flower color) ⁶⁾	病情指数 Disease index
29	婚礼花束 Wedding Bouquet	AS(JPN)	SE	G	L	5月至6月 May to Jun.	Y(粉变蓝 Pink to blue)	2.33
30	舞子 Maiko	AS(JPN)	SE	G	L	5月至6月 May to Jun.	Y(红变蓝 Red to blue)	2.19
31	头花 Corsage	AS(JPN)	SE	G	L	5月至7月 May to Jul.	Y(红变蓝 Red to blue)	2.14
32	星星糖 Nutcracker Suite	AS(JPN)	SE	G	L	5月至7月 May to Jul.	Y(红变蓝 Red to blue)	2.85
33	平顶 Musical	AS(JPN)	SE	G	L	5月至6月 May to Jun.	N(白 White)	3.14
34	凌波 Fanfare	AS(JPN)	SE	G	L	5月至6月 May to Jun.	Y(粉变蓝 Pink to blue)	3.19
35	望乡 Pancreas	AS(JPN)	SE	G	L	5月至7月 May to Jul.	Y(粉变蓝 Pink to blue)	2.76
36	锡风 Tin Wind	AS(JPN)	SE	G	L	5月至7月 May to Jul.	Y(红变蓝 Red to blue)	2.38
37	在一起 Song	AS(JPN)	SE	G	L	5月至7月 May to Jul.	Y(粉变紫 Pink to purple)	2.86
38	灵感 Inspiration	AS(JPN)	SE	G	M	6月至8月 Jun. to Aug.	N(粉 Pink)	2.24
39	奇妙仙子 Tinker Bell	AS(JPN)	SE	G	L	5月至7月 May to Jul.	Y(粉变蓝 Pink to blue)	3.29
40	十字架 Cross	EU(NL)	SE	G	M	5月至7月 May to Jul.	Y(红变蓝 Red to blue)	3.05
41	魔幻钻石 Magical Diamond	NA(USA)	E	G	M	6月至8月 Jun. to Aug.	Y(红变蓝 Red to blue)	0.76
42	猫眼石 Magical Opal	NA(USA)	E	G	M	6月至8月 Jun. to Aug.	Y(红变蓝 Red to blue)	1.24
43	爱莎 Ayesha	EU(NL)	E	G	M	6月至8月 Jun. to Aug.	Y(粉变紫 Pink to purple)	2.57
44	蓝色革命 Blue Evolution	EU	E	G	M	6月至8月 Jun. to Aug.	Y(红变蓝 Red to blue)	2.10
45	妖精之瞳 Demon's Eye	AS(JPN)	E	G	M	6月至8月 Jun. to Aug.	Y(红变蓝 Red to blue)	1.24
46	小丑 Hartequin	AS(JPN)	E	G	M	6月至8月 Jun. to Aug.	N(粉 Pink)	1.71
47	甜蜜幻想 Sweet Fantasy	EU	E	G	M	6月至8月 Jun. to Aug.	Y(粉变蓝 Pink to blue)	2.43
48	完美人生 Perfect Life	EU	E	G	M	6月至8月 Jun. to Aug.	Y(粉变紫 Pink to purple)	1.81
49	纺织小姐 Yarn Weaving Lady	AS(JPN)	SE	GP	M	6月至8月 Jun. to Aug.	N(红 Red)	1.89
50	爆米花 Popcorn	EU(NL)	E	G	M	6月至8月 Jun. to Aug.	Y(红变蓝 Red to blue)	1.27
51	雪球 Snow Ball	EU(NL)	E	G	M	6月至8月 Jun. to Aug.	N(白 White)	1.32
52	WX-1	AS(CHN)	E	G	M	5月至7月 May to Jul.	N(红 Red)	0.95
53	CZZH	AS(CHN)	E	G	M	4月至6月 Apr. to Jun.	N(红 Red)	1.19
54	珍贵 Preziosa	EU	E	GR	M	6月至8月 Jun. to Aug.	N(粉 Pink)	0.90
55	三色旗 Tricolor	AS(CHN)	SE	WIG	L	6月至8月 Jun. to Aug.	Y(白变蓝 White to blue)	1.52
56	塔贝 Taube	EU(NL)	SE	LG	L	6月至8月 Jun. to Aug.	Y(粉变蓝 Pink to blue)	1.33
57	粉色回忆 Pink Meissen	EU	SE	G	L	6月至8月 Jun. to Aug.	Y(粉变紫 Pink to purple)	3.08

续表1 Table 1 (Continued)

编号 ¹⁾ No. ¹⁾	品种(品系) Cultivar (line)	原产地 ²⁾ Original place ²⁾	株型 ³⁾ Plant type ³⁾	叶色 ⁴⁾ Leaf color ⁴⁾	花序类型 ⁵⁾ Inflorescence type ⁵⁾	花期 Blooming period	花色可调和性(花色) ⁶⁾ Flower color variability (flower color) ⁶⁾	病情指数 Disease index
58	平瓣绣球 Pingbanxiuqiu	AS(CHN)	SE	G	L	6月至8月 Jun. to Aug.	N(白 White)	0.86
59	白玉 White Jade	NA(USA)	E	G	P	7月至9月 Jul. to Sep.	N(白 White)	0.76
60	粉色精灵 Pink Spirit	NA(USA)	E	G	P	7月至9月 Jul. to Sep.	N(红 Red)	1.29
61	花园蕾丝 Garden Lace	NA(USA)	E	G	P	7月至9月 Jul. to Sep.	N(白 White)	0.81
62	石灰灯 Lime Light	NA(USA)	E	G	P	7月至9月 Jul. to Sep.	N(白 White)	1.14
63	圣代草莓 Sundae Fraise	EU(FR)	E	G	P	7月至8月 Jul. to Aug.	N(粉 Pink)	1.43
64	香草草莓 Vanille Fraise	EU(FR)	E	G	P	7月至10月 Jul. to Oct.	N(粉 Pink)	1.57
65	雪露紫 Pink Snow	NA(USA)	E	G	L	7月至8月 Jul. to Aug.	N(白 White)	2.71
66	冰雪女王 Snow Queen	NA(USA)	SE	G	P	7月至9月 Jul. to Sep.	N(白 White)	1.62
67	贝拉安娜 Anna Belle	NA(USA)	E	DG	P	6月至9月 Jun. to Sep.	N(白 White)	0.95
68	小叶布鲁克 Brookside Littleleaf	NA(USA)	C	G	—	未知 Unknown	未知 Unknown	2.86

¹⁾ 1-53: 大花绣球 *Hydrangea macrophylla* ssp. *macrophylla* (Thunb.) Ser.; 54: 粗齿绣球 *H. macrophylla* ssp. *serrata* Ser.; 55: 银边绣球 *H. macrophylla* var. *thunbergii* Makino; 56-58: 山绣球 *H. macrophylla* var. *normalis* Wils.; 59-64: 圆锥绣球 *H. paniculata* Sieb.; 65: 马桑绣球 *H. aspera* D. Don; 66: 栎叶绣球 *H. quercifolia* Bartr.; 67: 乔木绣球 *H. arborescens* Linn.; 68: 藤绣球 *H. petiolaris* D. Don.

²⁾ NA(USA): 北美洲(美国) North America (America); EU(NL): 欧洲(荷兰) Europe (Netherlands); EU: 欧洲 Europe; AS(JPN): 亚洲(日本) Asia (Japan); AS(CHN): 亚洲(中国) Asia (China); EU(FR): 欧洲(法国) Europe (France).

³⁾ SE: 半直立 Semi-erect; E: 直立 Erect; C: 匍匐 Creeping.

⁴⁾ LG: 浅绿 Light green; DG: 深绿 Dark green; G: 绿 Green; GP: 绿带紫 Purple inlaying in green; GR: 绿带红 Green with red; WIG: 绿镶白 White inlaying in green.

⁵⁾ M: 近球型 Mophead; L: 平盘型 Lacecap; P: 圆锥型 Pyramid; —: 未开花 No flowering.

⁶⁾ Y: 花色可调 Flower color can be adjusted; N: 花色不可调 Flower color cannot be adjusted.

绣球品种。值得一提的是,虽然平盘型花序的观赏价值总体上低于近球型花序和圆锥型花序,但‘手花鞠’、‘小町’、‘白色天使’、‘婚礼花束’、‘锡风’和‘头花’(‘Corsage’)等品种花序最外轮的装饰性花已经从单瓣花演化为重瓣花甚至多瓣花,花序形态有较大改变,观赏价值也有很大提升。部分品种(品系)的花序类型及代表性花色见图1。

观察结果还表明:在收集的68个绣球属植物品种(品系)中,51个品种(品系)叶色为绿色,8个品种叶色为深绿色,5个品种叶色为浅绿色,2个品种叶色为绿带紫,而品种‘珍贵’(‘Preziosa’)和品系‘三色旗’的叶色分别为绿带红和绿镶白。另外,部分品种(品系)还具有其他值得关注的性状,如品种‘纱织小姐’(‘Yarn Weaving Lady’)的顶部叶片几乎呈全紫色(图2-1),品种‘塞布丽娜’(‘Sabrina’)的上部叶片正面和叶缘具紫红色斑块(图2-2),品种‘珍贵’的嫩茎、叶柄和叶脉均为紫红色(图2-3),品系

‘三色旗’的叶片具不规则的白色条纹或斑块(图2-4),说明这些品种(品系)不但具有较高的观花价值,还具有较高的观叶价值。

2.2 花色可调和性分析

花色可调和性实验结果(表1)表明:在正常开花的67个绣球属植物品种(品系)中,‘钻石’(‘Magical Diamond’)、‘博登湖’(‘Bodensee’)、‘史欧尼’(‘Masja’)、‘含羞叶’(‘Elbtal’)、‘帝沃利’(‘Tivoli’)、‘爱莎’(‘Ayesha’)、‘猫眼石’(‘Magical Opal’)、‘罗斯’(‘Ross’)、‘塔贝’、‘你我的浪漫’、‘你我的永恒’(‘You And Me Forever’)、‘拉维布兰’(‘Ravi Brent’)、‘梦幻蓝’(‘Rathen’)、‘蓝色妈妈’(‘Maman Blue’)、‘马雷夏尔’(‘Marechal Foch’)、‘精灵’(‘Pillnitz’)、‘爆米花’(‘Popcorn’)和‘妖精之瞳’(‘Demon’s Eye’)等41个品种(品系)的花色对栽培基质的pH值和Al³⁺敏感,花色具有可调和性,在施入质量分数1.0% Al₂(SO₄)₃溶液的酸性土壤中这



1: ‘梦幻蓝’ ‘Rathen’; 2: ‘拉维布兰’ ‘Ravi Brent’; 3: ‘博登湖’ ‘Bodensee’; 4: ‘蓝色妈妈’ ‘Maman Blue’; 5: ‘马雷夏尔’ ‘Marechal Foch’; 6: ‘史欧尼’ ‘Masja’; 7: ‘含羞叶’ ‘Elbtal’; 8: ‘玫红妈妈’ ‘Maman Rose’; 9: ‘纱织小姐’ ‘Yarn Weaving Lady’; 10: ‘你我的浪漫’ ‘You And Me Romance’; 11: ‘魔幻钻石’ ‘Magical Diamond’; 12: ‘灵感’ ‘Inspiration’; 13: ‘爱莎’ ‘Ayesha’; 14: ‘完美人生’ ‘Perfect Life’; 15: ‘甜蜜幻想’ ‘Sweet Fantasy’; 16: ‘红粉佳人’ ‘Pink Beauty’; 17: ‘蒂亚娜’ ‘Tijana’; 18: ‘在一起’ ‘Song’; 19: ‘小丑’ ‘Hartequin’; 20: ‘魔幻珊瑚’ ‘Magical Coral’; 21: ‘塞布丽娜’ ‘Sabrina’; 22: ‘珍贵’ ‘Preziosa’; 23: ‘无尽夏新娘’ ‘Endless Summer The Bride’; 24: ‘白色天使’ ‘White Angel’; 25: ‘雪球’ ‘Snow Ball’; 26: ‘小町’ ‘Komachi’; 27: ‘头花’ ‘Corsage’; 28: ‘妖精之瞳’ ‘Demon’s Eye’; 29: ‘粉色回忆’ ‘Pink Meissen’; 30: ‘平瓣绣球’ ‘Pingbanxiuqiu’; 31: ‘三色旗’ ‘Tricolor’; 32: ‘白玉’ ‘White Jade’; 33: ‘香草草莓’ ‘Vanille Fraise’; 34: ‘贝拉安娜’ ‘Anna Belle’; 35: ‘冰雪女王’ ‘Snow Queen’.

图1 部分绣球属植物品种(品系)的花序形态
Fig. 1 Morphology of inflorescence of some cultivars (lines) of species in *Hydrangea* Linn.



1: ‘纱织小姐’ ‘Yarn Weaving Lady’; 2: ‘塞布丽娜’ ‘Sabrina’; 3: ‘珍贵’ ‘Preziosa’; 4: ‘三色旗’ ‘Tricolor’.

图 2 部分绣球属植物品种(品系)的叶色

Fig. 2 Leaf color of some cultivars (lines) of species in *Hydrangea* Linn.

些品种(品系)的花色由红变蓝或紫、由白变蓝、由紫变蓝、或由粉变蓝或紫,部分品种的花色变化见图 3-1~8。而‘无尽夏新娘’(‘Endless Summer The Bride’)、‘玫红妈妈’(‘Maman Rose’)、‘爱你的吻’、‘塞布丽娜’、‘纱织小姐’和‘雪球’(‘Snow

Ball’)等 26 个品种(品系)的花色对栽培基质的 pH 值和 Al^{3+} 不敏感,花色不具有可调性。值得一提的是,品种‘无尽夏’(‘Endless Summer’)的花色变化最多,除了常见的红色和蓝色外,还有白、淡粉、淡蓝和蓝紫等颜色,并在花后期变为绿色,入秋后则变为



1: ‘帝沃利’ ‘Tivoli’; 2: ‘塔贝’ ‘Taube’; 3: ‘爆米花’ ‘Popcorn’; 4: ‘你我的永恒’ ‘You And Me Forever’; 5: ‘史欧尼’ ‘Masja’; 6: ‘妖精之瞳’ ‘Demon’s Eye’; 7: ‘魔幻钻石’ ‘Magical Diamond’; 8: ‘博登湖’ ‘Bodensee’; 9: ‘无尽夏’ ‘Endless Summer’.

图 3 部分绣球属植物品种的花色变化

Fig. 3 Changes in flower color of some cultivars of species in *Hydrangea* Linn.

红-绿复色(转绿之后的颜色俗称“秋色”)(图3-9)。

2.3 抗叶斑病能力分析

从供试 68 个绣球属植物品种(品系)的抗叶斑病能力分析结果(表1)及部分品种(品系)的叶斑病发病情况(图4)可见:‘史欧尼’、‘帝沃利’、‘含羞

叶’、‘红粉佳人’(‘Pink Beauty’)、‘钻石’、‘WX-1’、‘珍贵’、‘平瓣绣球’、‘白玉’(‘WhiteJade’)、‘花园蕾丝’(‘Garden Lace’)和‘贝拉安娜’(‘Anna Belle’)11个品种(品系)的病情指数均低于1.0,属于抗病等级,说明这些品种(品系)的抗叶斑病能力较



1: ‘史欧尼’ ‘Masja’; 2: ‘白玉’ ‘White Jade’; 3: ‘花园蕾丝’ ‘Garden Lace’; 4: ‘平瓣绣球’ ‘Pingbanxiuqiu’; 5: ‘WX-1’; 6: ‘梦幻蓝’ ‘Rathen’; 7: ‘你我的浪漫’ ‘You And Me Romance’; 8: ‘无尽夏’ ‘Endless Summer’; 9: ‘石灰灯’ ‘Lime Light’; 10: ‘三色旗’ ‘Tricolor’; 11: ‘蓝色妈妈’ ‘Maman Blue’; 12: ‘玫红妈妈’ ‘Maman Rose’; 13: ‘塞布丽娜’ ‘Sabrina’; 14: ‘拉维布兰’ ‘Ravi Brent’; 15: ‘罗斯’ ‘Ross’; 16: ‘魔幻水晶’ ‘Magical Crystal’; 17: ‘魔幻珊瑚’ ‘Magical Coral’; 18: ‘马雷夏尔’ ‘Marechal Foch’; 19: ‘粉色回忆’ ‘Pink Meissen’; 20: ‘爱你的吻’ ‘Love Your Kiss’.

图4 部分绣球属植物品种(品系)的叶斑病发病情况
Fig. 4 Incidence of leaf-spot disease of some cultivars (lines) of species in *Hydrangea* Linn.

好;‘无尽夏’、‘梦幻蓝’、‘你我的浪漫’、‘猫眼石’、‘三色旗’、‘石灰灯’(‘Lime Light’)、‘圣代草莓’(‘Sundae Fraise’)、‘香草草莓’(‘Vanille Fraise’)和‘冰雪女王’(‘Snow Queen’)等26个品种(品系)的病情指数为1.0~2.0,属于中等抗病等级,说明这些品种(品系)也具有一定的抗叶斑病能力;‘拉维布兰’、‘蓝色妈妈’、‘玫红妈妈’、‘罗斯’、‘塞布丽娜’、‘手花鞠’、‘小町’、‘舞子’(‘Maiko’)、‘头花’、‘望乡’(‘Pancreas’)和‘锡风’等21个品种的病情指数为2.0~3.0,属于中等感病等级,说明这些品种的抗叶斑病能力较差;‘马雷夏尔’、‘魔幻珊瑚’(‘Magical Coral’)、‘魔幻水晶’(‘Magical Crystal’)、‘魔幻紫水晶’(‘Magical Amethyst’)、‘爱你的吻’、‘平顶’、‘凌波’(‘Fanfare’)、‘奇妙仙子’(‘Tinker Bell’)、‘十字架’(‘Cross’)和‘粉色回忆’10个品种的病情指数为3.0~5.0,属于感病等级,说明这些品种的抗叶斑病能力最差。

3 讨论和结论

由于绣球属植物在分类上存在很多争议,且从国外引进的部分品种可能出现“一物多名”或“一名多物”的现象。例如:品种‘无尽夏’在美国注册的商标名为‘Endless Summer’,但其英文名却为‘Bailer’;品种‘在一起’和‘歌合士’、‘小丑’和‘卡米拉’以及‘头花’和‘胸花’均为同一品种的不同译名,英文名分别为‘Song’、‘Hartequin’和‘Corsage’,因此,对收集的绣球属植物品种(品系)的信息尤其是部分品种的英文名和原产地进行进一步考证和修订十分必要。在对植物种质资源进行收集和分类研究时,调查的性状数量应尽可能多^[14]。本研究虽然涉及株型、叶色、花序类型、花期和花色等重要性状,但调查的性状数量仍然偏少,无法为绣球属植物的分类和应用提供充足依据。吴盼婷等^[15]的研究结果表明:植物的形态指标与其抗逆性密切相关,因此,在后续研究中应增加调查的性状数量,以筛选出更多绣球属植物的抗逆品种和优良表型性状。

虽然绣球属植物资源丰富,但目前商业化应用最广的只有绣球(主要是其亚种大花绣球)、圆锥绣球、乔木绣球和栎叶绣球4个种,本研究涉及的绣球属植物种质资源主要属于这4个种的品种(品系),遗传背景相对简单。四川、湖南、浙江和甘肃等地分布有

丰富的绣球属植物野生资源^[1,16-18],这些野生资源有的具有较高的观赏价值,如产自湖南的重瓣蜡莲绣球(*H. strigose* Rehd.)、原产台湾的玉绣球(*H. involucrate* Sieb.)及原产南方的马桑绣球和紫彩绣球(*H. sargentiana* Rehd.)等;有的虽然观赏价值不高,但抗逆性较强或具有其他特征,如极耐寒的藤绣球以及四季常绿且花期具有芳香气味的中国绣球(*H. chinensis* Maxim.)等。本研究中的部分品种(品系)也具有一些独特的性状,如品种‘无尽夏’不仅花色丰富而且具有新枝开花的特性,能够在生长季节连续开花,花期很长^[7];品种‘珍贵’的嫩枝、叶柄和叶脉均为紫红色,品种‘纱织小姐’和‘塞布丽娜’的叶片均具紫红色斑块,品系‘三色旗’的叶片具不规则白色条纹或斑块,这些品种(品系)既可观花又可观叶,具有较高的园林应用价值。此外,品种‘贝拉安娜’极耐寒,可在北方大部分地区安全越冬;品种‘冰雪女王’不仅耐寒,而且叶片在秋季低温条件下呈现鲜艳的金黄色,可作为彩叶植物应用;品种‘钻石’和‘猫眼石’等的茎秆粗壮、挺拔,适宜作为鲜切花和插花应用;圆锥绣球各品种的花序在冬季久不凋谢,适宜制作干花等。

叶斑病是严重危害绣球属植物的病害之一,严重发病时可影响植株正常生长和开花,导致叶片脱落甚至整株死亡。本研究结果表明:供试绣球属植物不同品种(品系)对叶斑病的抗性差异很大。总体来看,进口的大花绣球各品种对叶斑病的抗性较差,尤其是从欧美国家进口的品种‘魔幻珊瑚’、‘魔幻水晶’和‘魔幻紫水晶’等以及从日本进口的大多数品种,在经历持续阴雨天气后植株叶斑病的发病情况较严重,推测这些品种的遗传背景可能相似且普遍缺乏抗叶斑病的基因;而圆锥绣球、栎叶绣球和乔木绣球的进口品种以及大花绣球的国产品系对叶斑病的抗性均较好,表明这些品种(品系)不仅具有较高的推广应用价值,还具有改良大花绣球其他品种(品系)对叶斑病抗性的潜在利用价值。在绣球属植物推广应用中,建议使用抗病和中等抗病的品种(品系),以减轻叶斑病的发病程度。如果使用抗病性较差的品种(品系),应加强叶斑病预防工作,尤其是在易于叶斑病发生的环境中。Mmbaga等^[13]的研究结果表明:引起绣球叶斑病的病菌种类较多,包括壳二孢属(*Ascochyta* spp.)、葡萄孢属(*Botrytis* spp.)、尾孢属(*Cercospora* spp.)和链格孢属(*Alternaria* spp.)等。本

研究只对收集的绣球属植物 68 个品种(品系)对叶斑病的抗性进行了比较,但并没有开展叶斑病病原物鉴定方面的研究工作,而实际上不同病菌种类的越冬寄主、繁殖途径和传播方式差异较大,因此,为了更好地防治叶斑病,应积极开展绣球属植物叶斑病病原物的分离、鉴定和致病机制等相关研究工作。

研究结果显示:绣球属植物不同品种(品系)的花序类型有近球型、平盘型和圆锥型之分,花色包括白、红、蓝、紫、粉等,且部分品种(品系)的花色具有可调性,在酸性且含 Al^{3+} 的土壤中呈蓝色或紫色;并且,部分品种(品系)的叶斑病抗性较强,应根据实际需要选择适宜品种(品系)种植。

参考文献:

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志: 第三十五卷第一分册[M]. 北京: 科学出版社, 1995: 201-257.
- [2] 韩玉林, 黄苏珍, 仇 硕. 南京地区优良绣球属花卉的引种驯化[J]. 江苏农业科学, 2006(6): 267-268.
- [3] 陈烈华, 王晓荷, 种 楠, 等. 绣球属种质资源及其开发利用[J]. 现代农业科技, 2011(14): 250-251.
- [4] 蔡 能, 杨玉勇. 绣球花品种介绍[J]. 中国花卉园艺, 2009(22): 20-22.
- [5] 贾新平, 孙晓波, 梁丽建, 等. 绣球 SSR-PCR 反应体系的建立与优化[J]. 华北农学报, 2016, 31(4): 68-73.
- [6] ZHANG H, MATSUDA H, KUMAHARA A, et al. New type of anti-diabetic compounds from the processed leaves of *Hydrangea macrophylla* var. *thunbergii* (*Hydrangea Dulcis Folium*) [J]. Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters, 2007, 17: 4972-4976.
- [7] ANDERSON N, WEILAND J, PHARIS J, et al. Comparative forcing of *Hydrangea macrophylla* 'Bailer' as a florist's hydrangea [J]. Scientia Horticulturae, 2009, 122: 221-226.
- [8] SCHREIBER H D, SWINK A M, GODSEY T D. The chemical mechanism for Al^{3+} complexing with delphinidin: a model for the bluing of hydrangea sepals[J]. Journal of Inorganic Biochemistry, 2010, 104: 732-739.
- [9] SCHREIBER H D, JONES A H, LARIVIERE C M, et al. Role of aluminum in red-to-blue color changes in *Hydrangea macrophylla* sepals[J]. Biometals, 2011, 24: 1005-1015.
- [10] HUFFORD L. Ontogeny and morphology of the fertile flowers of *Hydrangea* and allied genera of Tribe Hydrangeae (Hydrangeaceae) [J]. Botanical Journal of the Linnean Society, 2001, 137: 139-187.
- [11] UEMACHI T, KATO Y, NISHIO T. Comparison of decorative and non-decorative flowers in *Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser. [J]. Scientia Horticulturae, 2004, 102: 325-334.
- [12] MORTREAU E, SILJAK-YAKOVLEV S, CERBAH M, et al. Cytogenetic characterization of *Hydrangea involucrate* Sieb. and *H. aspera* D. Don complex (Hydrangeaceae): genetic, evolutionary, and taxonomic implications [J]. Tree Genetics and Genomics, 2010, 6: 137-148.
- [13] MMBAGA M T, KIM M-S, MACKASMIEL L, et al. Evaluation of *Hydrangea macrophylla* for resistance to leaf-spot diseases [J]. Journal of Phytopathology, 2012, 160: 88-97.
- [14] 王家琼, 吴宝欢, 崔大方, 等. 基于 30 个形态性状的中国杏属 (*Armeniaca* Scop.) 植物分类学研究[J]. 植物资源与环境学报, 2016, 25(3): 103-111.
- [15] 吴盼婷, 王江民, 沈佳逾, 等. 不同菊花品种根系、地上部和叶片相关指标分析及抗逆性评价[J]. 植物资源与环境学报, 2017, 26(2): 46-54.
- [16] 黄 林, 黄小云, 何 平, 等. 四川省及重庆市绣球属 (*Hydrangea* Linn.) 的分类研究(I): 研究历史及地理分布[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2001, 26(3): 317-322.
- [17] 彭尽晖, 周朴华, 周红灿, 等. 湖南省绣球属植物资源调查[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2008, 34(5): 563-567.
- [18] 孔 红. 甘肃绣球属植物的分类研究[J]. 廊坊师范学院学报, 2006, 22(4): 79-80, 100.

(责任编辑: 佟金凤)