

原鑫,李文玲,刘召强,等.荷花品种表型性状遗传多样性分析[J].江苏农业科学,2020,48(16):188-193.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.16.036

荷花品种表型性状遗传多样性分析

原鑫¹,李文玲²,刘召强¹,吴芳芳¹,刘艺平¹,孔德政¹

(1.河南农业大学林学院,河南郑州 450002; 2.河南省郑州市绿文广场管理中心,河南郑州 450002)

摘要:对荷花 56 个品种的 18 个数量性状和 18 个质量性状进行变异水平评价、主成分分析及聚类分析。结果表明:供试荷花品种表型性状的遗传多样性较丰富,数量性状中变异系数最大的是雄蕊数,为 59.13%,Shannon-Wiener 指数最大的是叶柄粗和雄蕊长,均为 4.007,辛普森指数最大的是立叶数等性状,均为 0.981;质量性状中,Shannon-Wiener 指数和辛普森指数最大的均是花药颜色,分别为 4.025、0.982,18 个质量性状共有 57 个变异类型,平均每个性状的变异类型为 3 个。对荷花品种表型性状进行主成分分析,前 3 个主成分的累计贡献率为 46%,包含了全部指标的部分信息。从荷花的表型性状中选择花色系、花型、花态及花冠直径对荷花品种进行聚类分析,荷花品种被分为 5 个大类,第 I 大类包含 11 个品种,占 19.64%;第 II 大类包含 10 个品种,占 17.86%;第 III 大类包含 8 个品种,占 14.29%;第 IV 大类包含 10 个品种,占 17.86%;第 V 大类包含 17 个品种,占 30.36%。

关键词:荷花;品种;表型性状;遗传多样性

中图分类号: S682.320.32 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)16-0188-06

荷花(*Nelumbo nucifera*)别名莲花、水芙蓉等,是莲科莲属多年生水生草本花卉^[1]。荷花栽培历史悠久,经过长期的自然选择与人工选择,不仅花姿优雅,品种众多,花色多样,遗传多样性丰富,颜色有红、白、黄、粉及复色等,瓣型有单瓣、半重瓣、重瓣及重台等,而且荷花的观赏价值和文化价值也高,受到人们的喜爱,被广泛应用于园林植物的栽培与切花研究^[2-3]。

表型是植物形态特征的组合,是其遗传变异的表型特征^[4]。植物表型反映了基因型对环境变化的适应,在长期的压力选择中发生不可逆变化,经稳定遗传后产生新表型,因此表型变异往往在适应和进化上有重要意义^[5]。表型多样性是植物性状的重要鉴定依据,广泛应用于种质资源鉴定、分类及选择育种等科学研究^[6]。表型性状包含质量性状与数量性状,稳定遗传的质量性状和大样本量的数量性状能够较好地揭示物种遗传和变异规律^[7]。因此,对植物进行表型性状遗传多样性分析十分普

遍,比如藓类^[8]、黄瓜^[9]、樱桃^[10]、梨^[11]、水稻^[12]、番茄^[13-14]、芝麻^[15]等。本研究选择了 56 个生长健壮、性状稳定的荷花品种进行表型性状的观测、记录与遗传多样性分析,旨在为荷花品种的资源保存与花色品种的选育提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

从河南省驻马店市汝南县罗店镇荷花培植研究会培育的荷花品种中随机选取具有代表性、长势健康的 56 个品种(表 1),于 2019 年 6 月开始进行表型性状的测定。

1.2 性状测定方法

参照 2019 年新莲属品种登录表的相关标准,选取生长一致、健壮的植株,测定并记录性状。每个品种选取 10 株,每个性状测定 3 次,取平均值。将非数值型性状(株型、立叶形状、成熟叶腹面色、叶姿、花蕾颜色、花蕾形状、花色系、花型、花态、雄蕊瓣化程度、花丝颜色、花药颜色、附属物颜色、雌蕊泡化程度、成熟花托形状、花托顶面形状、花托边缘形状、花托颜色等 18 个性状)依据《莲种质资源描述规范和数据标准》^[16]分别进行赋值,将非数值型性状数值化。在河南省优质花卉蔬菜种苗工程研究中心使用 R 语言对表型性状数据进行遗传多样性分析、主成分分析及聚类分析。

收稿日期:2020-05-17

基金项目:河南省科技攻关项目(编号:202102110234);河南农业大学科技创新基金(编号:KJCX2017C01)。

作者简介:原鑫(1994—),男,河南焦作人,硕士研究生,主要从事园林植物育种研究。E-mail:1297968148@qq.com。

通信作者:孔德政,博士,教授,博士生导师,主要从事园林植物栽培研究。E-mail:kzxy303@163.com。

表 1 供试荷花品种名称

序号	品种名	序号	品种名	序号	品种名	序号	品种名
1	矮牡丹	15	天地红	29	醉春	43	惊艳一号
2	粉桃	16	高风亮节	30	白兰媚	44	泽畔芙蓉
3	玉斑白	17	美少女	31	乳燕欢	45	红重台
4	绿翠牡丹莲	18	友谊牡丹	32	光辉	46	红裙
5	紫瑞霞光	19	玉翠莲	33	红裙绣金	47	红飞菊
6	黄帅	20	晚霞	34	迎夏	48	粉团儿
7	红思莲	21	新披针红	35	火焰	49	青鹤
8	大洒锦	22	粉红重瓣	36	玉楼人醉	50	月华
9	中山红台	23	雪涛	37	春回	51	冰娇
10	小三色	24	紫光阁	38	芙蓉秋色	52	露华浓
11	秣陵秋色	25	火炬	39	红茈芳	53	童年
12	红牡丹	26	碧浪	40	红绣球	54	玛瑙红
13	彩云莲	27	碧落留红	41	喜上眉梢	55	红领巾
14	雨花情	28	桌上莲	42	桌案映辉	56	玉羽

2 结果与分析

2.1 荷花品种表型性状的多样性分析

2.1.1 数量性状 由表 2 可知,荷花 56 个品种的数量性状的变异系数在 19.55% ~ 59.13% 之间,Shannon – Wiener 指数在 3.863 ~ 4.007 之间,辛普森指数在 0.976 ~ 0.981 之间。其中,变异系数最大

的是雄蕊数,为 59.13% ,Shannon – Wiener 指数最大的是叶柄粗和雄蕊长,均为 4.007,辛普森指数最大的是立叶数等性状,均为 0.981。由此可见,供试的 56 个品种具有较丰富的遗传多样性。

2.1.2 质量性状 荷花品种的质量性状分析统计(表 3)显示,荷花 56 个品种质量性状的 Shannon – Wiener 指数在3.886 ~ 4.025之间,辛普森指数在

表 2 荷花品种数量性状遗传多样性分析

性状	最大值	最小值	平均值	标准差	变异系数 (%)	Shannon – Wiener 指数	辛普森指数
立叶数(片)	22.00	9.00	14.34	3.48	24.24	3.996	0.981
叶高(cm)	107.80	37.30	56.28	15.72	27.93	3.990	0.981
叶长径(cm)	34.50	13.60	21.42	5.16	24.07	3.999	0.981
叶短径(cm)	30.90	10.90	17.85	4.10	22.95	4.001	0.981
叶柄长(cm)	95.70	30.10	48.93	14.30	29.23	3.987	0.981
叶柄粗(mm)	8.00	4.00	5.30	1.04	19.67	4.007	0.981
着花密度(朵)	12.00	3.00	6.75	2.17	32.12	3.973	0.980
花高(cm)	119.40	39.20	64.98	17.28	26.59	3.993	0.981
花冠直径(cm)	18.80	6.20	11.38	2.67	23.46	3.998	0.981
花被片数量(片)	264.00	19.00	105.07	48.54	46.20	3.913	0.978
雄蕊数(个)	140.00	8.00	53.79	31.80	59.13	3.863	0.976
雄蕊长(mm)	32.00	12.00	20.43	3.99	19.55	4.007	0.981
花丝长(mm)	16.00	2.00	7.55	2.75	36.40	3.960	0.980
花药长(mm)	14.00	6.00	9.32	1.99	21.37	4.004	0.981
附属物长(mm)	6.00	2.00	3.55	0.89	25.12	3.994	0.981
雌蕊心皮数(个)	16.00	5.00	9.25	2.55	27.60	3.989	0.981
花托长(cm)	3.80	1.30	2.35	0.53	22.39	3.996	0.981
花托直径(cm)	5.30	1.50	3.07	0.86	28.06	3.979	0.980

表 3 荷花品种质量性状遗传多样性分析

性状	Shannon – Wiener 指数	辛普森指数	形状描述级别	品种数 (个)	分布比率 (%)
株型	4.020	0.982	小型	0	0.00
			中型	53	94.64
			大型	3	5.36
立叶形状	3.970	0.980	近圆形	9	16.07
			椭圆形	23	41.07
			长椭圆形	24	42.86
成熟叶腹面色	3.962	0.980	墨绿色	30	53.57
			绿色	25	44.64
			绿且边缘浅红	1	1.79
叶姿	3.886	0.977	漏斗形	24	42.85
			浅凹	22	39.29
			平展	0	0.00
花蕾颜色	3.977	0.980	飞雁状	10	17.86
			绿色	14	25.00
			红绿色	37	66.07
花蕾形状	3.988	0.981	红色	5	8.93
			长卵圆锥形	8	14.29
			卵圆锥形	40	71.42
花色系	3.914	0.979	卵球形	8	14.29
			白色	13	23.21
			黄色	3	5.36
花型	3.994	0.981	粉红	22	39.29
			红色	11	19.64
			复色	6	10.71
花态	3.976	0.980	洒锦	1	1.79
			单瓣	2	3.57
			半重瓣	8	14.29
雄蕊瓣化程度	3.989	0.981	重瓣	32	57.14
			重台	14	25.00
			近不展开	0	0.00
花丝颜色	3.991	0.981	杯状	11	19.64
			碗状	33	58.93
			飞舞状	1	1.79
花药颜色	4.025	0.982	碟状	9	16.07
			叠球状	2	3.57
			正常	4	7.14
			少瓣化	26	46.43
			多瓣化	26	46.43
			全瓣化	0	0.00
			白色	14	25.00
			淡黄色	42	75.00
			红色	0	0.00
			黄色	56	100.00
			红色	0	0.00

表 3(续)

性状	Shannon – Wiener 指数	辛普森指数	形状描述级别	品种数 (个)	分布比率 (%)
附属物颜色	3.898	0.977	白色	38	67.86
			淡黄色	6	10.71
			白色带红斑	12	21.43
			红色	0	0.00
雌蕊泡化程度	3.901	0.977	正常	31	55.36
			部分泡化	11	19.64
			全泡化	13	23.21
			全瓣化	1	1.79
成熟花托形状	3.954	0.979	狭喇叭形	0	0.00
			喇叭形	10	17.86
			倒圆锥形	34	60.71
			伞形	0	0.00
			扁球形	0	0.00
			碗形	12	21.43
花托顶面形状	3.949	0.980	微凹	17	30.36
			平坦/近平展	24	42.85
			凸	15	26.79
花托边缘形状	4.002	0.981	全缘	2	3.57
			近全缘	14	25.00
			不规则波状	40	71.43
花托颜色	3.954	0.980	黄绿色	14	25.00
			绿色	23	41.07
			绿色带紫	19	33.93
			紫红色	0	0.00

0.977~0.982 之间。花药颜色的 Shannon – Wiener 指数和辛普森指数均为最高,而叶姿均为最低。

荷花品种的 18 个质量性状共 57 个变异类型,平均每个性状的变异类型为 3 个。株型以中型为主,达到 94.64%;立叶形状以长椭圆形为主,占 42.86%,同时,长椭圆形和椭圆形分布频率基本相同;成熟叶腹面色以墨绿色为主,占 53.57%;叶姿以漏斗形为主,占 42.85%;花蕾颜色以红绿色为主,占 66.07%;花蕾形状以卵圆锥形为主,占 71.42%;花色系的变异类型最为丰富,以粉红色为主,占 39.29%;花型以重瓣为主,占 57.14%;花态以碗状为主,占 58.93%;在雄蕊瓣化程度中,少瓣化与多瓣化占比均最大,均为 46.43%;花丝颜色以淡黄色为主,占 75.00%;花药颜色只有黄色 1 种;附属物颜色以白色为主,占 67.86%;雌蕊泡化程度以正常为主,占 55.36%;成熟花托形状以倒圆锥形为主,占 60.71%;花托顶面形状以平坦/近平展为主,占 42.85%;花托边缘形状以不规则波状为主,占 71.43%;花托颜色以绿色为主,占 41.07%。

2.3 荷花品种表型性状的主成分分析

对荷花品种 35 个表型性状(花药颜色除外,只有 1 个变异类型)进行主成分分析,能够清楚地看出各表型性状在荷花多样性构成中的作用,把多指标转换为少数几个综合指标。由表 4 可知,荷花前 3 个主成分的累计贡献率为 46%,包含了全部指标的部分信息,表明这 3 个主成分能代表这 35 个性状所代表的遗传信息。

第 1 主成分特征值为 9.18,贡献率为 26%,主要是花高、叶短径、叶高、叶长径、叶柄长等,其特征向量都在 0.80 以上。第 2 主成分特征值为 4.71,贡献率为 13%,主要是花型、花被片数量、雌蕊泡化程度等,其特征向量都在 0.70 以上,这类性状均与花相关。第 3 主成分特征值为 2.73,贡献率为 8%,主要是花蕾颜色等,其特征向量在 0.80 以上,这类性状与花相关。

2.4 荷花品种表型性状的聚类分析

从荷花的表型性状中选择花色系、花型、花态及花冠直径对荷花品种进行聚类分析,结果如图 1

表 4 荷花品种表型性状的主成分分析

性状	特征向量		
	主成分 1	主成分 2	主成分 3
立叶数	-0.03	-0.46	-0.33
叶高	0.88	0.22	0.18
叶长径	0.88	0.28	0.06
叶短径	0.90	0.25	0.05
叶柄长	0.86	0.21	0.22
叶柄粗	0.79	0.27	-0.01
着花密度	-0.20	-0.28	0.56
花高	0.91	0.14	0.08
花冠直径	0.78	0.19	-0.20
花被片数量	0.15	0.78	-0.14
雄蕊数	0.57	-0.20	0.08
雄蕊长	0.47	-0.43	0.04
花丝长	0.22	-0.32	0.18
花药长	0.66	-0.29	-0.15
附属物长	-0.05	-0.33	-0.02
雌蕊心皮数	0.69	0.27	-0.15
花托长	0.64	-0.38	-0.29
花托直径	0.64	-0.43	-0.26
株型	0.63	0.31	-0.01
立叶形状	-0.33	0.08	0.02
成熟叶腹面色	0.19	-0.02	0.26
叶姿	-0.36	-0.07	0.27
花蕾颜色	0.08	0.07	0.83
花蕾形状	0.33	0.36	0
花色系	0.14	-0.10	0.71
花型	-0.19	0.80	0.09
花态	-0.01	0.53	-0.03
雄蕊瓣化程度	-0.36	0.49	-0.15
花丝颜色	0.29	-0.34	0.38
附属物颜色	-0.24	0.14	0.51
雌蕊泡化程度	-0.28	0.78	0.10
成熟花托形状	0.23	-0.22	0.13
花托顶面形状	0.11	-0.36	-0.19
花托边缘形状	-0.03	0.20	-0.25
花托颜色	0.22	-0.38	0.14
特征值	9.18	4.71	2.73
贡献率(%)	26	13	8
累计贡献率(%)	26	39	46

值低,花冠直径变异系数低;第Ⅲ大类包含 8 个品种,占 14.29%,其主要特征是花型平均值高,而变异系数低;第Ⅳ大类包含 10 个品种,占 17.86%,其主要特征是花色系及花型变异系数高,花冠直径平均值高;第Ⅴ大类包含 17 个品种,占 30.36%,其主要特征是花色系平均值高,花态变异系数高,花冠直径平均值低。

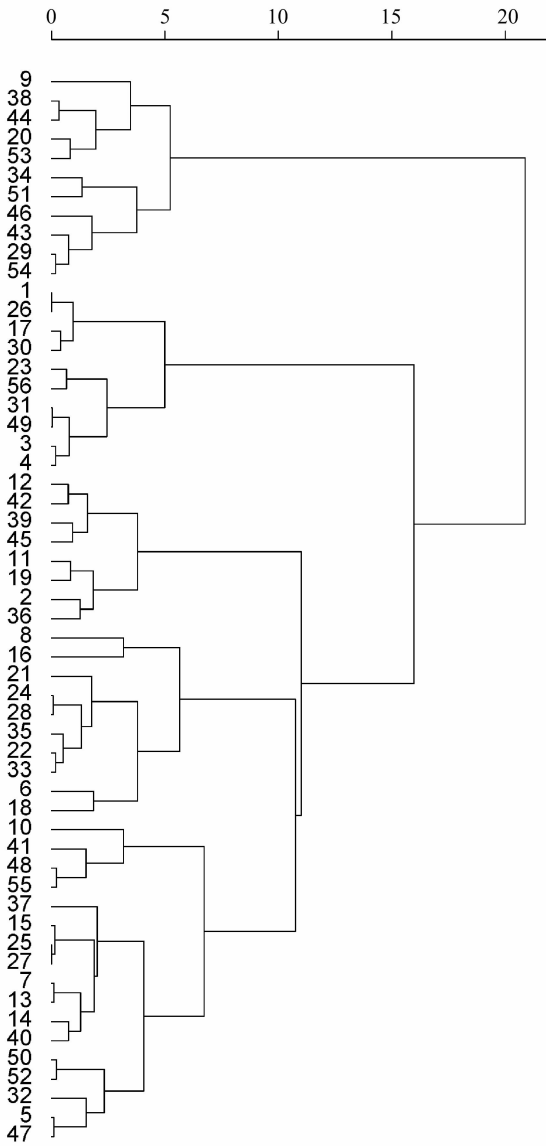


图1 荷花品种表型性状聚类分析

所示。荷花品种在聚类距离 7 处被聚为 5 个大类,每个类群的平均值及变异系数见表 5。第Ⅰ大类包含 11 个品种,占早花期品种的 19.64%,其主要特征是花态的平均值高,而花态的变异系数低;第Ⅱ大类包 10 个品种,占早花期品种的 17.86%,其主要特征是花色系的平均值及变异系数低,花型平均

3 讨论与结论

植物表型多样性是遗传多样性与环境多样性的综合体现,对表型性状的研究可以从整体上了解研究对象的多样性程度^[14,17]。本试验对 56 个荷花品种的表型性状进行遗传多样性分析,得出荷花品种数量性状的变异系数在 19.55%~59.13%之间,

表 5 荷花品种各类群表型性状特征

性状	项目	类群				
		I	II	III	IV	V
花色系	平均值	2.91	1.00	2.75	3.40	3.94
	变异系数(%)	34.23	0.00	30.15	35.29	20.36
花型	平均值	3.55	2.60	4.00	2.70	2.71
	变异系数(%)	14.04	18.84	0.00	23.72	21.08
花态	平均值	5.18	2.80	2.75	2.90	2.71
	变异系数(%)	7.44	14.29	15.75	10.34	21.08
花冠直径	平均值	12.24	11.65	10.23	14.42	9.44
	变异系数(%)	21.02	9.11	21.30	16.09	16.34
品种数(个)		11	10	8	10	17

Shannon - Wiener 指数在 3.863 ~ 4.007 之间,辛普森指数在 0.976 ~ 0.981 之间;质量性状的 Shannon - Wiener 指数在 3.886 ~ 4.025 之间,辛普森指数在 0.977 ~ 0.982 之间,质量性状共有 57 个变异类型,平均每个性状的变异类型为 3 个。因此,供试荷花品种表型性状具有丰富的遗传多样性,品种之间的性状变异程度较大,多样性也较大。

主成分分析是将多个指标转化为少数几个有代表性的综合指标的统计方法,通常在种质资源的研究中可对多个影响因子进行统计分析,最后确定出几个主要的影响因子,可以直观揭示样本间的遗传差异,有效指导目标亲本选育,更有利于种质资源的分类,对种质资源的评价和品种选育达到事半功倍的效果,目前,已经广泛地应用于多种植物表型性状分析中^[18-19]。本试验通过对荷花品种表型性状进行主成分分析,所得结果可为荷花育种的亲本评价和选择提供参考依据。

根据表型性状对物种进行聚类分析在植物上有着广泛的应用^[20]。本试验通过选择花色系、花型、花态及花冠直径 4 个性状对荷花品种进行聚类分析,结果表明荷花品种被聚为 5 个大类,每个类群的平均值、变异系数及主要特征均不同。

本研究通过对荷花品种的表型性状多样性进行研究,从而揭示荷花品种的遗传多样性差异,明确荷花表型变异的丰富程度及不同品种间的遗传关系,以期对荷花资源保存及构建核心种质提供数据基础,为荷花资源的描述和高效利用提供参考,同时也为培育荷花新品种提供可靠的理论依据与丰富的原始材料。

参考文献:

[1] 黄典庆. 荷花的繁殖、栽培管理与景观应用[J]. 福建建筑,2011

(2):22-25.

- [2] 刘艺平,刘振静,郭 蓓,等. 河南主要荷花品种资源观赏性评价[J]. 南方农业学报,2014,45(6):1039-1043.
- [3] 闫双喜. 2000 种观花植物原色图鉴[M]. 郑州:河南科学技术出版社,2016.
- [4] 吴芳芳,原 鑫,苏少文,等. 荷花品种的花器官表型性状及花色多样性分析[J]. 河南农业大学学报,2020,54(1):24-29,37.
- [5] Pigliucci M, Murren C J, Schlichting C D. Phenotypic plasticity and evolution by genetic assimilation[J]. The Journal of Experimental Biology,2006,209(12):2362-2367.
- [6] 戴希刚,刘科雄,张 振,等. 多头切花菊品质性状遗传多样性分析[J]. 河南农业大学学报,2017,51(4):508-512.
- [7] 江锡兵,龚榜初,刘庆忠,等. 中国板栗地方品种重要农艺性状的表型多样性[J]. 园艺学报,2014,41(4):641-652.
- [8] 石 蕾. R 语言在蕨类形态与遗传变异研究中的应用[D]. 上海:上海师范大学,2015.
- [9] 史建磊,陈先知,黄宗安,等. 华南型黄瓜主要农艺性状遗传多样性评价[J]. 核农学报,2016,30(10):1914-1924.
- [10] 刘 胤. 中国樱桃地方种质表型性状遗传多样性分析[D]. 雅安:四川农业大学,2016.
- [11] 张 莹,曹玉芬,霍宏亮,等. 基于花表型性状的梨种质资源多样性研究[J]. 园艺学报,2016,43(7):1245-1256.
- [12] 李振姣. 宁夏外引水稻种质资源的遗传多样性研究及核心种质构建[D]. 银川:宁夏大学,2016.
- [13] 芮文婧,王晓敏,张倩男,等. 番茄 353 份种质资源表型性状遗传多样性分析[J]. 园艺学报,2018,45(3):561-570.
- [14] 袁东升,王晓敏,赵宇飞,等. 100 份番茄种质资源表型性状的遗传多样性分析[J]. 西北农业学报,2019,28(4):594-601.
- [15] 韩俊梅,吕 伟,任果香,等. 200 份芝麻种质资源农艺性状遗传多样性分析[J]. 江苏农业科学,2019,47(13):95-99.
- [16] 柯卫东,李 峰. 莲种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京:中国农业出版社,2005.
- [17] 徐 君,李 欣,江 君,等. 基于表型和 ISSR 标记的小株型荷花遗传多样性分析[J]. 江苏农业科学,2019,47(19):137-141.
- [18] 刘子记,申龙斌,杨 衍,等. 甜椒核心种质遗传多样性与亲缘关系分析[J]. 江苏农业科学,2016,45(5):199-201,202.
- [19] 马泽华. 我国番石榴种质资源遗传多样性和遗传结构研究[D]. 广州:广州大学,2019.
- [20] 张 昊. 宁夏红枣种质资源调查及遗传多样性研究[D]. 银川:宁夏大学,2019.