

9 个子莲品种观赏性和莲子品质的综合评价

常宝亮¹, 刘凤军², 姜红卫², 刘光杨¹, 吴春满¹, 金奇江¹, 王彦杰¹, 徐迎春^{1,①}

(1. 南京农业大学园艺学院 农业农村部景观设计重点实验室, 江苏 南京 210095;

2. 苏州市农业科学院江苏太湖地区农业科学研究所, 江苏 苏州 215155)

摘要: 以 8 个子莲 (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) 主栽品种‘建选 35 号’(‘Jianxuan 35’)、‘建选 31 号’(‘Jianxuan 31’)、‘建选 17 号’(‘Jianxuan 17’)、‘金芙蓉 1 号’(‘Jinfurong 1’)、‘鄂子莲 1 号’(‘Hubei Seed Lotus 1’)、‘蓝天 6 号’(‘Blue Sky 6’)、‘寸三莲’(‘Cunsanlian’)和‘太空莲 36 号’(‘Space Lotus 36’)以及 1 个子莲新品种‘子莲 1 号’(‘Seed Lotus 1’)为研究材料,比较其观赏性和莲子品质,并运用隶属函数法进行综合评价。结果表明:‘金芙蓉 1 号’和‘子莲 1 号’的花为粉红色,重瓣;其他 7 个子莲品种的花为白色或粉色,单瓣。‘建选 35 号’的莲子百粒质量最高(470.35 g),‘金芙蓉 1 号’和‘子莲 1 号’的莲子百粒质量低于均值。‘建选 35 号’的莲子为圆形,其他 8 个品种的莲子为椭圆形。‘寸三莲’和‘金芙蓉 1 号’的单蓬生莲率较高,分别为 70.94%和 69.39%。‘建选 35 号’莲子中可溶性糖含量最高(6.20%),‘鄂子莲 1 号’莲子中直链淀粉含量最低(21.13%),‘金芙蓉 1 号’莲子中 V_c 含量最高(98.61 mg · kg⁻¹),‘建选 31 号’和‘建选 17 号’莲子中 Ca 含量较高(分别为 1 668.39 和 1 637.11 mg · kg⁻¹),‘建选 17 号’莲子中 P、Fe 和 Zn 含量最高(分别为 3 790.21、28.79 和 19.87 mg · kg⁻¹)。‘子莲 1 号’莲子中蛋白质和粗纤维含量最高,分别达 11.55%和 1.29%,多酚、水分和灰分含量与其他品种无显著差异,直链淀粉、支链淀粉、V_c、Fe 和 Zn 含量高于均值,可溶性糖、Ca 和 P 含量低于均值。隶属函数分析结果显示:‘金芙蓉 1 号’和‘子莲 1 号’主要观赏性状和莲子品质相关指标的加权平均隶属函数值分别为 0.62 和 0.58,位于前 2 位。综合研究结果显示:‘金芙蓉 1 号’和‘子莲 1 号’的花部观赏价值远高于其他品种,莲子品质符合食用要求,可作为赏食兼用型子莲品种。

关键词: 子莲; 赏食兼用; 莲子品质; 观赏性; 隶属函数法

中图分类号: S682.32; Q945.1 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2021)06-0058-06

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7895.2021.06.07

Comprehensive evaluation on ornamental value and lotus seed quality of 9 cultivars of seed lotus (*Nelumbo nucifera*) CHANG Baoliang¹, LIU Fengjun², JIANG Hongwei², LIU Guangyang¹, WU Chunman¹, JIN Qijiang¹, WANG Yanjie¹, XU Yingchun^{1,①} (1. Key Laboratory of Landscape Agriculture, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, College of Horticulture, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China; 2. Institute of Taihu Agricultural Sciences, Jiangsu Province, Suzhou Academy of Agricultural Sciences, Suzhou 215155, China), *J. Plant Resour. & Environ.*, 2021, 30(6): 58-63

Abstract: Taking 8 main cultivars of seed lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) namely ‘Jianxuan 35’, ‘Jianxuan 31’, ‘Jianxuan 17’, ‘Jinfurong 1’, ‘Hubei Seed Lotus 1’, ‘Blue Sky 6’, ‘Cunsanlian’, and ‘Space Lotus 36’ and a new seed lotus cultivar ‘Seed Lotus 1’ as research materials, their ornamental value and lotus seed quality were compared, and comprehensive evaluation was carried out by using subordinate function method. The results show that ‘Jinfurong 1’ and ‘Seed Lotus 1’ have pink

收稿日期: 2021-03-27

基金项目: 江苏省农业科技自主创新资金项目[CX(19)3119]; 中央高校基本科研业务费专项资金项目(KYZZ201919); 江苏省林业科技创新与推广项目(LYKJ[2020]16); 国家自然科学基金面上项目(31772146; 31971710)

作者简介: 常宝亮(1996—),男,吉林白城人,硕士研究生,主要从事水生植物及水体生态修复方面的研究。

①通信作者 E-mail: xyc@njau.edu.cn

引用格式: 常宝亮, 刘凤军, 姜红卫, 等. 9 个子莲品种观赏性和莲子品质的综合评价[J]. 植物资源与环境学报, 2021, 30(6): 58-63.

red flowers with double petals, and the other 7 cultivars of seed lotus have white or pink flowers with single petal. The 100-grain mass of lotus seed of 'Jianxuan 35' is the highest (470.35 g), while that of 'Jinfurong 1' and 'Seed Lotus 1' is lower than the mean. The lotus seeds of 'Jianxuan 35' are round, and those of the other 8 cultivars are oval. Productivity of each lotus seedpod of 'Cunsanlian' and 'Jinfurong 1' is relatively high, which are 70.94% and 69.39% respectively. Soluble sugar content in lotus seed of 'Jianxuan 35' is the highest (6.20%), amylose content in lotus seed of 'Hubei Seed Lotus 1' is the lowest (21.13%), V_C content in lotus seed of 'Jinfurong 1' is the highest (98.61 mg · kg⁻¹), Ca contents in lotus seeds of 'Jianxuan 31' and 'Jianxuan 17' are relatively high (which are 1 668.39 and 1 637.11 mg · kg⁻¹ respectively), and P, Fe, and Zn contents in lotus seed of 'Jianxuan 17' are the highest (which are 3 790.21, 28.79, and 19.87 mg · kg⁻¹ respectively). In lotus seed of 'Seed Lotus 1', contents of protein and crude fiber are the highest, which are 11.55% and 1.29% respectively, contents of polyphenol, water, and ash are not significantly different from those of the other cultivars, contents of amylose, amylopectin, V_C , Fe, and Zn are higher than the means, and contents of soluble sugar, Ca, and P are lower than the means. The subordinate function analysis result shows that the weighted average subordinate function values of main ornamental characters and quality related indexes of lotus seeds of 'Jinfurong 1' and 'Seed Lotus 1' are 0.62 and 0.58 respectively, ranking the top two. The comprehensive results shows that the flower ornamental values of 'Jinfurong 1' and 'Seed Lotus 1' are greater than those of the other cultivars, and their lotus seed qualities meet the edible requirement, therefore, they can be used as seed lotus cultivars for both ornamental and edible uses.

Key words: seed lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn.); both ornamental and edible uses; lotus seed quality; ornamental value; subordinate function method

莲(*Nelumbo nucifera* Gaertn.)可根据用途分为藕莲、花莲和子莲3大品种群。其中,藕莲品种为蔬菜作物,通常开花少甚至不开花;花莲品种以观花为主,多以重瓣花、花色丰富和花态优雅等为培育目的^[1];子莲品种主要以收获种子(莲子)为主,其花多为白色和粉色,单瓣,相较于花莲观赏价值不高,莲子中含有人体所需的多种矿质元素、蛋白质、脂肪、膳食纤维和其他化合物,目前,子莲品种多用于生产加工干莲子^[2]。

目前,对子莲品种的研究多关注于莲子产量和营养品质^[3-6]等方面,很少涉及观赏价值。从子莲品种中选育出观赏价值较高的赏食兼用型品种是研究方向之一。在大面积推广种植的子莲品种中仅'金芙蓉1号'('Jinfurong 1')的花为重瓣^[7],观赏价值较高。苏州市农业科学院以'红玉'('Hongyu')为父本、'建选17号'('Jianxuan 17')为母本,选育出新品种'子莲1号'('Seed Lotus 1'),该品种花粉红色、重瓣、结实率高,但缺少对其观赏性和莲子食用品质的综合科学评价。

鉴于此,作者以8个子莲主栽品种和1个子莲新品种为研究材料,对其主要观赏性状和莲子品质相关指标进行测定和比较,并运用隶属函数法进行综合分析,以期赏食兼用型子莲品种的推广应用提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 材料

供试8个子莲主栽品种为'建选35号'('Jianxuan 35')、'建选31号'('Jianxuan 31')、'建选17号'、'金芙蓉1号'、'鄂子莲1号'('Hubei Seed Lotus 1')、'蓝天6号'('Blue Sky 6')、'寸三莲'('Cunsanlian')和'太空莲36号'('Space Lotus 36'),新品种'子莲1号'由苏州市农业科学院选育。

1.2 方法

1.2.1 莲子的采集及处理方法 每个品种选取3支大小基本一致的优良种藕,分别种植于3个面积2 m×2 m的方池中,于2020年4月10日定植,采取常规田间管理。选取同一时间开花的花朵挂牌,确保莲子成熟期一致,于同年8月15日采摘莲蓬,混匀后用于莲子外观品质测量。然后,去除果皮和莲子心,一部分莲子用于蛋白质、粗纤维、多酚、水分、灰分和 V_C 的含量测定;另一部分莲子于100℃杀青1h后于70℃烘干至恒质量,研磨后过100目筛,用于可溶性糖、淀粉和矿质元素的含量等指标测定。

1.2.2 主要观赏性状观测方法 参照NY/T 2756—2015中的方法于盛花期对花色[白色、粉色和粉(玫)

红色分别赋值1、2和3]、瓣型(单瓣、半重瓣和重瓣分别赋值1、2和3)和单位面积着花数量进行观测和记录;采用卷尺(精度0.1 cm)测量花的最大直径,每个方池测量3朵花,计算平均值,记为花径。

1.2.3 莲子品质指标测定方法 参考相关文献^[8]中的方法测定鲜莲子的百粒质量、纵径、横径和单蓬生莲率;根据莲子纵横径比(R , 莲子纵径与横径的比值)判断莲子的形状,其中, $1.0 \leq R \leq 1.2$ 为圆形, $1.2 < R \leq 1.4$ 为椭圆形, $R > 1.4$ 为长椭圆形。

采用 GB 5009.5—2016 中的方法测定蛋白质含量;采用 GB/T 5009.10—2003 中的方法测定粗纤维含量;采用福林酚法^[9]测定多酚含量;采用蒽酮比色法^[10]测定可溶性糖和总淀粉含量;采用 GB/T 5009.9—2016 中的方法测定直链淀粉和支链淀粉含量;采用 GB 5009.3—2016 中的方法测定水分含量;采用 GB 5009.4—2016 中的方法测定灰分含量;采用 GB 5009.86—2016 中的方法测定 V_C 含量;使用南京农业大学园艺学院中心实验室 MARS 6 微波消解仪(美国 CEM 公司)对莲子干样消解后,使用 iCAP 7400 等离子体发射光谱仪(美国 Thermo Fisher 公司)

检测 Ca、P、Fe 和 Zn 的含量。上述所有指标重复测定3次。

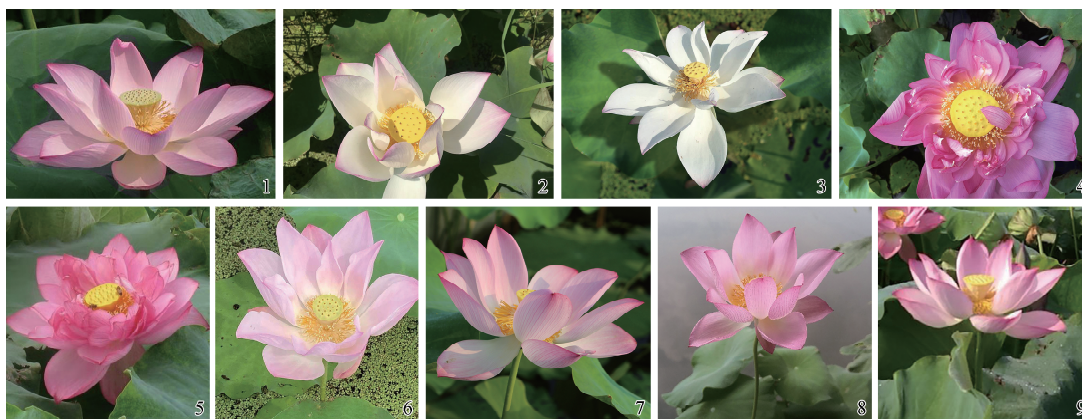
1.3 数据处理和分析

采用 EXCEL 2010 软件进行数据统计和分析,采用 IBM SPSS Statistics 24 统计分析软件对莲子品质指标进行方差分析。参照文献^[11-13],采用隶属函数法对子莲主要观赏性状和莲子品质等指标进行综合评价,各性状类别的隶属函数值用相应指标的平均隶属函数值表示。

2 结果和分析

2.1 子莲品种主要观赏性状分析

对9个子莲品种主要观赏性状的比较结果(图1和表1)显示:‘金芙蓉1号’和‘子莲1号’的花为粉红色,重瓣;‘建选35号’、‘鄂子莲1号’、‘蓝天6号’、‘寸三莲’和‘太空莲36号’的花为粉色,‘建选31号’和‘建选17号’的花为白色,且这7个子莲品种的花均为单瓣。另外,供试9个子莲品种的花径和单位面积着花数量总体上无显著差异。



1: ‘建选35号’‘Jianxuan 35’; 2: ‘建选31号’‘Jianxuan 31’; 3: ‘建选17号’‘Jianxuan 17’; 4: ‘子莲1号’‘Seed Lotus 1’; 5: ‘金芙蓉1号’‘Jinfurong 1’; 6: ‘鄂子莲1号’‘Hubei Seed Lotus 1’; 7: ‘蓝天6号’‘Blue Sky 6’; 8: ‘寸三莲’‘Cunsanlian’; 9: ‘太空莲36号’‘Space Lotus 36’.

图1 供试9个子莲品种的花部形态
Fig. 1 Floral morphology of 9 test cultivars of seed lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn.)

2.2 子莲品种莲子品质分析

2.2.1 外观品质比较 对9个子莲品种莲子外观品质性状的比较结果(表2)显示:莲子的百粒质量差异较大,其中,‘建选35号’的莲子百粒质量最高,达470.35 g,远高于均值(362.07 g);‘金芙蓉1号’和‘子莲1号’的莲子百粒质量低于均值。‘建选35

号’的莲子纵横径比为1.20,为圆形;其他8个品种的莲子为椭圆形。‘寸三莲’的单蓬生莲率最高,为70.94%;‘金芙蓉1号’的单蓬生莲率为69.39%,远高于均值(65.46%)。

2.2.2 主要营养成分和矿质元素含量比较 对9个子莲品种莲子主要营养成分和矿质元素的含量进行

表1 供试9个莲子品种花径和着花数量的比较($\bar{X}\pm SD$)¹⁾
Table 1 Comparison on flower diameter and number of flowers of 9 test cultivars of seed lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) ($\bar{X}\pm SD$)¹⁾

品种 Cultivar	花径/cm Flower diameter	单位面积着花数量/m ⁻² Number of flowers per unit area
建选35号 Jianxuan 35	19.33±0.56b	6.1±0.3a
建选31号 Jianxuan 31	21.07±1.25ab	6.5±0.7a
建选17号 Jianxuan 17	23.50±1.14a	6.3±0.7a
子莲1号 Seed Lotus 1	20.67±0.99ab	6.7±0.4a
金芙蓉1号 Jinfurong 1	20.83±0.92ab	7.1±0.3a
鄂子莲1号 Hubei Seed Lotus 1	21.17±1.87ab	6.7±0.4a
蓝天6号 Blue Sky 6	19.00±1.12b	7.3±0.5a
寸三莲 Cunsanlian	20.37±1.03b	6.8±0.5a
太空莲36号 Space Lotus 36	23.30±1.15a	7.0±0.7a

¹⁾ 同列中不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$) Different lowercases in the same column indicate the significant ($P<0.05$) difference.

表2 供试9个莲子品种莲子外观品质性状的比较¹⁾
Table 2 Comparison on appearance quality characters of lotus seeds of 9 test cultivars of seed lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn.)¹⁾

编号 ²⁾ No. ²⁾	m/g	D_V/mm	D_H/mm	R	P/%
1	470.35	21.97	18.23	1.20	61.47
2	400.83	22.00	18.00	1.22	64.65
3	361.84	23.07	18.87	1.22	68.53
4	333.04	22.33	17.57	1.27	62.49
5	270.58	21.70	18.00	1.21	69.39
6	362.43	23.17	18.63	1.24	67.28
7	338.76	21.65	17.97	1.21	58.80
8	333.60	22.33	17.57	1.27	70.94
9	387.20	23.73	17.83	1.33	65.62
均值 Mean	362.07	22.44	18.07	1.24	65.46

¹⁾ m : 莲子百粒质量 100-grain mass of lotus seed; D_V : 莲子纵径 Vertical diameter of lotus seed; D_H : 莲子横径 Horizontal diameter of lotus seed; R: 莲子纵横径比 Ratio of vertical diameter to horizontal diameter of lotus seed; P: 单蓬生莲率 Productivity of each lotus seedpod.

²⁾ 1: ‘建选35号’ ‘Jianxuan 35’; 2: ‘建选31号’ ‘Jianxuan 31’; 3: ‘建选17号’ ‘Jianxuan 17’; 4: ‘子莲1号’ ‘Seed Lotus 1’; 5: ‘金芙蓉1号’ ‘Jinfurong 1’; 6: ‘鄂子莲1号’ ‘Hubei Seed Lotus 1’; 7: ‘蓝天6号’ ‘Blue Sky 6’; 8: ‘寸三莲’ ‘Cunsanlian’; 9: ‘太空莲36号’ ‘Space Lotus 36’.

表3 供试9个莲子品种莲子主要营养成分和矿物质含量的比较($\bar{X}\pm SD$)¹⁾
Table 3 Comparison on contents of main nutritional components and mineral elements in lotus seeds of 9 test cultivars of seed lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) ($\bar{X}\pm SD$)¹⁾

编号 ²⁾ No. ²⁾	蛋白质含量/% Protein content	粗纤维含量/% Crude fiber content	多酚含量/% Polyphenol content	可溶性糖含量/% Soluble sugar content	直链淀粉含量/% Amylose content	支链淀粉含量/% Amylopectin content	总淀粉含量/% Total starch content
1	7.62±2.22cd	1.02±0.04bc	1.08±0.09ab	6.20±0.88a	21.80±3.46cd	17.87±2.24ab	39.67±5.64c
2	10.17±0.47ab	1.08±0.05b	0.93±0.10b	2.59±0.73d	34.80±1.76a	18.03±2.62ab	52.84±2.70a
3	9.61±0.70abc	1.10±0.06ab	1.37±0.16a	4.90±1.14ab	28.85±1.27abc	15.57±3.44b	44.42±2.84abc
4	11.55±0.91a	1.29±0.15a	1.01±0.18ab	2.72±0.64cd	32.19±2.17ab	18.38±2.42ab	50.57±4.45ab
5	8.31±1.25bc	1.01±0.07bc	1.10±0.07ab	3.44±0.28bcd	26.66±0.97bcd	14.97±4.59b	41.64±4.68bcd
6	8.98±0.07bc	0.83±0.05c	0.97±0.07b	4.26±0.45bc	21.13±2.21d	23.07±1.78a	44.20±2.09abc
7	5.67±0.40d	1.00±0.04bc	1.24±0.06ab	3.44±0.21bcd	26.48±3.36bcd	14.79±1.57b	41.27±2.57bcd
8	7.33±0.15cd	1.09±0.08b	1.18±0.29ab	2.51±0.29d	22.58±0.67cd	19.88±1.89ab	42.47±2.57bcd
9	7.89±0.52bcd	1.03±0.11bc	1.03±0.10ab	3.55±0.69bcd	27.49±6.13bcd	20.46±2.10ab	47.95±7.02abc
均值 Mean	8.57	1.05	1.10	3.73	26.89	18.11	45.00

比较分析,结果(表3)显示:9个品种莲子中蛋白质、粗纤维、多酚和可溶性糖的含量分别为5.67%~11.55%、0.83%~1.29%、0.93%~1.37%和2.51%~6.20%,均值分别为8.57%、1.05%、1.10%和3.73%。9个莲子品种中,‘子莲1号’莲子中蛋白质和粗纤维含量最高,分别为11.55%和1.29%,与多数品种差异显著($P<0.05$)。

供试莲子品种的莲子中总淀粉含量为39.67%~52.84%,均值为45.00%;直链淀粉和支链淀粉的含量分别为21.13%~34.80%和14.79%~23.07%,均值分别为26.89%和18.11%。其中,‘鄂子莲1号’莲子中直链淀粉含量最低(21.13%),莲子质地较软;‘子莲1号’和‘建选31号’莲子中直链淀粉和支链淀粉含量均较高,莲子质地较硬;‘金芙蓉1号’莲子中直链淀粉含量为26.66%,低于均值(26.89%),莲子的软硬度适中。

供试莲子品种莲子的水分和灰分含量的均值分别为75.58%和1.69%,‘建选17号’莲子的水分含量显著低于‘鄂子莲1号’、‘蓝天6号’、‘寸三莲’和‘太空莲36号’;各品种间莲子的灰分含量无显著差异。

供试莲子品种莲子中 V_C 含量较高,均值达62.17 mg·kg⁻¹,其中,‘金芙蓉1号’莲子中 V_C 含量最高(98.61 mg·kg⁻¹),显著高于其他品种。‘建选31号’和‘建选17号’莲子中Ca含量较高,分别为1668.39和1637.11 mg·kg⁻¹。‘建选17号’莲子中P、Fe和Zn含量最高,分别为3790.21、28.79和19.87 mg·kg⁻¹;‘子莲1号’莲子中Fe和Zn含量也较高,分别为20.15和17.13 mg·kg⁻¹,高于均值,其Ca和

续表3 Table 3 (Continued)

编号 ²⁾ No. ²⁾	水分含量/% Water content	灰分含量/% Ash content	V _C 含量/(mg·kg ⁻¹) V _C content	Ca含量/(mg·kg ⁻¹) Ca content	P含量/(mg·kg ⁻¹) P content	Fe含量/(mg·kg ⁻¹) Fe content	Zn含量/(mg·kg ⁻¹) Zn content
1	71.50±6.14ab	1.77±0.11a	63.56±2.39bc	1 359.65±174.03abc	2 653.59±262.49b	25.60±0.99ab	15.36±1.66bc
2	73.71±2.45ab	1.61±0.14a	50.76±5.12c	1 668.39±124.31a	2 370.94±31.77bc	15.93±2.65cd	11.88±1.20de
3	66.21±2.60b	1.68±0.04a	56.42±4.69bc	1 637.11±220.66a	3 790.21±305.38a	28.79±4.70a	19.87±0.89a
4	73.25±6.85ab	1.65±0.05a	75.00±2.93b	1 201.04±119.47bcd	2 413.00±230.33bc	20.15±3.57bc	17.13±2.49ab
5	74.78±1.93ab	1.65±0.02a	98.61±15.26a	1 505.37±196.38ab	2 435.51±151.84bc	15.58±0.53cd	13.29±1.38cd
6	81.07±3.62a	1.66±0.09a	52.53±4.67c	961.24±96.77d	1 900.12±72.25d	9.96±1.91de	10.79±0.21de
7	81.67±3.46a	1.74±0.02a	54.87±11.50bc	1 152.31±96.27bcd	1 853.01±135.31d	8.82±0.35e	9.69±0.33e
8	78.22±4.31a	1.78±0.05a	46.79±7.38c	1 007.84±166.84cd	2 335.96±112.10bc	19.47±3.55bc	12.11±1.04de
9	79.84±4.25a	1.68±0.06a	60.96±17.60bc	1 211.09±63.93bcd	2 184.14±34.45cd	22.53±1.49ab	9.76±0.14e
均值 Mean	74.58	1.69	62.17	1 300.45	2 437.39	18.54	13.32

¹⁾ 同列中不同小写字母表示差异显著 ($P<0.05$) Different lowercases in the same column indicate the significant ($P<0.05$) difference.

²⁾ 1: ‘建选35号’ ‘Jianxuan 35’; 2: ‘建选31号’ ‘Jianxuan 31’; 3: ‘建选17号’ ‘Jianxuan 17’; 4: ‘子莲1号’ ‘Seed Lotus 1’; 5: ‘金芙蓉1号’ ‘Jinfurong 1’; 6: ‘鄂子莲1号’ ‘Hubei Seed Lotus 1’; 7: ‘蓝天6号’ ‘Blue Sky 6’; 8: ‘寸三莲’ ‘Cunsanlian’; 9: ‘太空莲36号’ ‘Space Lotus 36’.

P含量分别为1 201.04和2 413.00 mg·kg⁻¹,略低于均值。

2.3 子莲品种主要观赏性状和莲子品质的综合分析

运用隶属函数法对9个子莲品种主要观赏性状和莲子品质相关指标进行综合评价,结果(表4)显示:‘子莲1号’和‘金芙蓉1号’花部性状的隶属函数值远高于其他7个品种。‘建选35号’莲子的外观品质和主要营养成分含量的隶属函数值最高,分别

为0.74和0.56;‘建选17号’莲子V_C和矿质元素含量的隶属函数值最高(0.83);‘鄂子莲1号’莲子淀粉含量的隶属函数值最高(0.78)。综合9个子莲品种观赏性与莲子品质,对主要花部性状和莲子品质相关指标分别赋值0.5的权重,并进行加权计算。‘金芙蓉1号’的加权平均隶属函数值为0.62,排名第1;‘子莲1号’的加权平均隶属函数值为0.58,排名第2。

3 讨论和结论

3.1 赏食兼用型子莲品种的评价指标与评价体系

莲子品质受到多个因子的影响,外观品质是重要指标之一,并与营养品质具有一定的相关性^[14]。莲子品质主要由蛋白质等营养成分决定^[15],且莲子中还含有丰富的微量元素^[16]。莲子中支链淀粉结构致密,直链淀粉结构松散^[17],与其他植物源淀粉相比,莲子淀粉具有一些独特的结构和特性。涂田华等^[18]认为,直链淀粉含量与莲子的香味、颜色、光泽、颗粒完整性、黏性和滋味的相关性较小,但与弹性和软硬度呈较明显的负相关。本研究虽然采用多个莲子品质相关指标进行了综合评价,但仅针对影响观赏性的主要花部性状进行了分析。随着具有不同花部特征类型子莲品种的增多,花部特征的研究应进一步细化。

兼顾子莲品种的观赏性和莲子品质是子莲未来的研究方向之一。利用隶属函数法对赏食兼用型子莲品种观赏性和莲子品质进行综合分析,评价结果更加科学。本研究中,‘金芙蓉1号’和‘子莲1号’主

表4 供试9个子莲品种主要观赏性状和莲子品质相关指标的隶属函数值¹⁾

Table 4 Subordinate function values of main ornamental characters and quality related indexes of lotus seeds of 9 test cultivars of seed lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn.)¹⁾

编号 ²⁾ No. ²⁾	隶属函数值 Subordinate function value					W	排名 Rank
	T1	T2	T3	T4	T5		
1	0.14	0.74	0.56	0.54	0.44	0.36	7
2	0.20	0.66	0.30	0.38	0.46	0.33	9
3	0.30	0.70	0.55	0.83	0.30	0.45	4
4	0.71	0.36	0.49	0.49	0.48	0.58	2
5	0.80	0.60	0.38	0.55	0.26	0.62	1
6	0.36	0.62	0.40	0.06	0.78	0.41	6
7	0.38	0.42	0.52	0.09	0.24	0.35	8
8	0.35	0.59	0.53	0.22	0.57	0.41	5
9	0.55	0.38	0.40	0.30	0.62	0.49	3

¹⁾ T1: 花部性状 Flower character; T2: 莲子外观品质 Appearance quality of lotus seed; T3: 莲子主要营养成分含量 Main nutrient contents in lotus seed; T4: 莲子V_C和矿质元素含量 V_C and mineral element contents in lotus seed; T5: 莲子淀粉含量 Starch content in lotus seed; W: 加权平均隶属函数值 Weighted average subordinate function value.

²⁾ 1: ‘建选35号’ ‘Jianxuan 35’; 2: ‘建选31号’ ‘Jianxuan 31’; 3: ‘建选17号’ ‘Jianxuan 17’; 4: ‘子莲1号’ ‘Seed Lotus 1’; 5: ‘金芙蓉1号’ ‘Jinfurong 1’; 6: ‘鄂子莲1号’ ‘Hubei Seed Lotus 1’; 7: ‘蓝天6号’ ‘Blue Sky 6’; 8: ‘寸三莲’ ‘Cunsanlian’; 9: ‘太空莲36号’ ‘Space Lotus 36’.

要观赏性状和莲子品质相关指标的加权平均隶属函数数值位于前2位。

3.2 子莲品种的观赏性与莲子品质的关系

荷花的重瓣性是其重要的观赏性状之一,重瓣的花被片主要来源于雄蕊的向心式瓣化,其次是雌蕊瓣化^[19-21],重瓣化程度越高,雌蕊和雄蕊瓣化程度也越高,直接影响莲子的正常发育。传统子莲品种通常为单瓣花,在一定程度上保证了莲子的产量与品质^[22],这也是传统子莲品种观赏性不高的原因之一。目前,采用花莲与子莲杂交方式培育的新品种中,‘金芙蓉1号’和‘子莲1号’具有重瓣特性,莲子品质也较高,说明荷花的重瓣性与莲子的营养品质可兼而有之,选育赏食兼用型子莲品种具有一定的可行性。‘子莲1号’虽然可以作为赏食兼用型子莲品种,但一些性状并不突出,例如直链淀粉含量较高,莲子质地较硬。后续工作中应扩大杂交亲本组合,从而选育出性状更加优异的赏食兼用型子莲品种。

综上所述,‘金芙蓉1号’和‘子莲1号’2个品种在满足莲子品质的同时兼顾了观赏性,可作为赏食兼用型子莲品种。

参考文献:

- [1] 常宝亮,陈俊杰,钱萍,等.基于层次分析(AHP)-灰色关联分析的盆栽荷花早花品种的综合评价与筛选[J].植物资源与环境学报,2021,30(3):54-60.
- [2] 马芝丽,马亚洁,黄文.不同产区干莲子营养成分及加工特性分析[J].食品工业科技,2019,40(1):96-100.
- [3] 胡裕凤,杨美,刘艳玲,等.子莲新品种‘武植子莲1号’和‘武植子莲2号’产量与营养品质分析[J].植物科学学报,2019,37(5):644-652.
- [4] 林雄,林鸿,杨炳昆,等.不同品种、成熟度带壳莲子营养品质研究[J].食品工业科技,2019,40(11):126-132.
- [5] 齐欢欢,祖明艳,杨平仿.莲子食用价值研究进展[J].植物科学学报,2020,38(5):716-722.
- [6] TU Y, YAN S, LI J. Impact of harvesting time on the chemical composition and quality of fresh lotus seeds [J]. Horticulture, Environment, and Biotechnology, 2020, 61(4): 735-744.
- [7] 马良浩,庞法松,孟鹏翔,等.子莲新品种金芙蓉1号在杭州市余杭区试种表现及关键栽培技术[J].长江蔬菜,2020(15):19-20.
- [8] 郑宝东.莲子科学与工程[M].北京:科学出版社,2010:19-21.
- [9] 高浩祥,梁恒宇,曾维才,等.植物多酚常见的定性定量分析方法[J].包装工程,2021,42(7):1-11.
- [10] 王三根.植物生理学实验教程[M].北京:科学出版社,2017:120-126.
- [11] 何丽斯,李辉,刘晓青,等.基于光合特性评价10个杜鹃花品种的耐热能力[J].江苏林业科技,2019,46(4):21-26.
- [12] 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.
- [13] 马娟娟,赵斌,陈颖,等.4个北美冬青品种苗对低温胁迫的生理响应及抗寒性比较[J].南京林业大学学报(自然科学版),2020,44(5):34-40.
- [14] 曾绍校,张怡,梁静,等.中国22个莲子品种外观品质和淀粉品质的研究[J].中国食品学报,2007,7(1):74-78.
- [15] ZENG H Y, CAI L H, CAI X L, et al. Amino acid profiles and quality from lotus seed proteins[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2013, 93(5): 1070-1075.
- [16] 郑宝东,郑金贵,曾绍校.我国主要莲子品种营养成分的分析[J].营养学报,2003,25(2):153-156.
- [17] ZHU F. Structures, properties, and applications of lotus starches [J]. Food Hydrocolloids, 2017, 63: 332-348.
- [18] 涂田华,陆文英,杨良波,等.莲子食味品质与直链淀粉含量的对应关系研究[J].食品科技,2016,41(7):240-243.
- [19] 黄秀,田代科,张微微,等.荷花“重瓣化”的花器官形态发育比较观察[J].植物分类与资源学报,2014,36(3):303-309.
- [20] 姜莉,陈发棣,滕年军,等.重瓣和重台莲品种花芽分化过程的解剖结构比较[J].园艺学报,2009,36(8):1233-1238.
- [21] 秦密,刘凤栾,张大生,等.荷花由单瓣到千瓣的演化及调控机制探讨[J].自然杂志,2018,40(3):218-223.
- [22] 朱红莲,柯卫东,刘玉平,等.子莲主要农艺性状与产量的相关及通径分析[J].中国蔬菜,2014(3):41-46.

(责任编辑:张明霞)