

蜂窝型切花菊观赏性状综合评价与筛选

李仙梅, 陈发棣, 张 飞, 陈素梅, 管志勇, 房伟民*

(南京农业大学园艺学院, 作物遗传与种质创新国家重点实验室, 农业农村部景观农业重点实验室, 南京 210095)

摘 要: 对 54 个大花蜂窝型切花菊株系, 以株高、节间长、茎粗、茎充实度、叶长、叶宽、叶柄角度、花径、花高/花径、舌状花数和管状花数共 11 个观赏性状作为评价因子, 利用层次分析法建立综合评价体系, 并开展株系的筛选。研究确定了各性状的权重值, 其中花高/花径影响最大, 权重为 0.241, 其次是舌状花数和管状花数, 权重为 0.155 和 0.111。通过 K-Means 聚类分析将 54 个株系分为 3 个等级, 优 13 个, 占 24.07%; 良 30 个, 占 55.56%; 差 11 个, 占 20.37%。通过层次分析法及 K-Means 聚类分析可以有效地对蜂窝型切花菊株系观赏性状进行综合评价, 并选出符合育种目标的优良后代, 为新品种选育提供重要材料。

关键词: 菊; 切花菊; 杂种 F_1 代; 层次分析法; 形态性状; 综合评价

中图分类号: S 682.1⁺¹

文献标志码: A

文章编号: 0513-353X (2021) 01-0107-10

Comprehensive Evaluation of Ornamental Traits and Selection of Pompon Type Cut Chrysanthemum

LI Xianmei, CHEN Fadi, ZHANG Fei, CHEN Sumei, GUAN Zhiyong, and FANG Weimin*

(State Key Laboratory of Crop Genetics and Germplasm Enhancement/Key Laboratory of Landscaping, Ministry of Agriculture and Rural Affairs/College of Horticulture, Nanjing Agriculture University, Nanjing 210095, China)

Abstract: In order to establish a comprehensive evaluation system for 54 large-flowered pompon type cut chrysanthemum lines, 11 ornamental traits including plant height, internode length, stem diameter, stem filling degree, leaf length, leaf width, angle of leaf petiole, flower diameter, ratio of flower height vs flower diameter, ray florets number and tubular florets number were employed. The result showed that the ratio of flower height vs flower diameter is of the highest weight value, i.e., 0.241, which has the greatest influence on the pompon flower type, followed by number of ray flowers with a weight value of 0.155, and number of tubular flowers with a weight value of 0.111. K-Means cluster analysis showed that the 54 F_1 lines could be divided into 3 grades, i.e., 13 superior lines, 30 good lines, and 11 poor lines, which accounted for 24.07%, 55.56% and 20.37%, respectively, of the evaluated plant lines. The analytic hierarchy process and K-Means cluster analysis are effective in evaluating the ornamental performance of F_1 progeny of pompon type cut chrysanthemum, as well as to select excellent offsprings that meet breeding goals. The present study would provide valuable plant materials for the development of new pompon type

收稿日期: 2020 - 09 - 17; **修回日期:** 2020 - 12 - 07

基金项目: 国家重点研发计划项目 (2019YFD100150); 江苏现代农业 (花卉) 产业技术体系建设项目 (JATS[2019]424); 江苏省农业科技自主创新资金项目 [CX (20) 3022]

* 通信作者 Author for correspondence (E-mail: fangwm@njau.edu.cn)

cut chrysanthemum varieties.

Keywords: chrysanthemum; cut flower; F_1 hybrid; analytic hierarchy process; morphological characters; comprehensive evaluation

切花菊品种多样,花型、花色丰富,瓶插期长,而深受消费者喜爱,其生长发育、栽培技术、保鲜技术等也受到研究者的重视(李娜娜等,2011;Luo et al.,2018;范宏虹等,2019;叶丹等,2020)。但中国切花菊的新品种培育起步较晚,规模化栽培品种多引进自国外(郭志刚和张伟,2000)。大花单头类切花菊中以莲座型和芍药型数量最多(李娜娜和戴思兰,2010)。近年来外形浑圆饱满的蜂窝型切花菊受到消费者追捧,但品种完全依赖欧美,多样性不高,生产者和消费者的选择不多,迫切需要培育具有自主知识产权的新品种。蜂窝型切花菊全花呈球形、不露心,舌状花多轮,排列整齐,管状花较少甚至没有,花径与花高接近(张树林和戴思兰,2013)。该类品种的观赏性状选育标准不同于莲座型和芍药型等品种,要求花径大小适中、花高与花径接近、舌状花较短而集中、管状花尽量少且盛开后不暴露等。目前国内外尚未见建立蜂窝型切花菊观赏性状综合评价方法的报道。

层次分析法(Analytic hierarchy process, AHP)是一种用于研究多因素问题的系统化、层次化的科学分析方法,可将定量因素与定性因素相结合,客观、有效地反映各因素的影响效果(Saaty, 1990; Sari et al., 2008)。而采用 AHP 和 K-Means 聚类分析相结合的方法可有效进行切花菊综合评价和分级,并快速筛选出性状佳的优良株系。何臻(2015)利用层次分析法对 28 个标准切花菊进行综合评价,选取侧枝、侧蕾和脚芽 3 个性状,最终选出 6 个适宜作为少侧枝侧蕾的标准切花菊品种进行推广应用;朱德宁等(2018)利用层次分析法对 69 个多花型园林小菊品种的观赏品质、生长特性及适应性进行综合评价,筛选出 12 个性状优良的品种;马婉茹等(2019)利用层次分析法对 300 个小花多头切花菊品种进行了枝、茎相关性状评价,选出 62 个优良品种。此外,李娜娜等(2012)开展了大花切花菊的选育,单萍(2014)和史峰霖(2017)分别开展了白色和彩色大花切花菊的选育工作。上述工作均未将蜂窝型大花切花菊作为特定育种目标,没有反映其对花径、花高、舌状花数及管状花数等指标的特异要求,对大花单头蜂窝型切花菊育种工作而言缺乏针对性和实用性。

本研究中以 54 个蜂窝型切花菊 F_1 代株系为研究对象,以株高、节间长、茎粗、茎充实度、叶长、叶宽、叶柄角度、花径、花高/花径、舌状花数和管状花数共 11 个性状为评价因子,利用层次分析法建立综合评价体系,为蜂窝型切花菊新品种选育提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2019 年 9—12 月在南京农业大学淮安白马湖菊花研究中心智能玻璃温室内进行。菊花(*Chrysanthemum morifolium*) 54 个切花菊优良株系均来自‘南农黄蜂窝’×‘皇菊’、‘南农黄蜂窝’×‘Momoko’、‘南农粉蜂窝’×‘南农紫珠’、‘南农粉蜂窝’×‘南农花火’、‘南农粉蜂窝’×‘南农粉团子’、‘Momoko’×‘南农翠玉珠’、‘南农红乒乓’×‘兰茂秋实’、‘白乒乓’×‘紫乒乓’等 8 个杂交组合的 458 个 F_1 代,按照花型较圆整、初开不露心,花径 ≥ 50 mm,舌状花数不少于 200 枚且花色纯正明亮的要求从中选取获得。

1.2 试验设计

采取完全随机区组设计, 每单株扩繁的株系以 36 株为 1 个小区。2019 年 7 月底, 将材料定植于温室里, 株距为 10 cm × 10 cm, 植株长至高 30 cm 时拉网。于盛花期观察记录各株系观赏性状, 每个性状每株系随机选取 3 株测定, 取平均值, 3 次重复。

1.3 性状筛选与观测

参考菊花 DUS 测试指南(王江民 等, 2018)及韩勇等(2011a)、单萍(2014)和史峰霖(2017)的综合评价标准, 征询专家意见并综合市场需求最终确定株高、节间长、茎粗、茎充实度、叶长、叶宽、叶柄角度、花径、花高/花径、舌状花数、管状花数共 11 个观赏性评价性状。为减小误差, 所有性状均由 1 人测定完成。

节间长用直尺测量, 从上到下 8~10 片叶的茎秆长度, 取平均值。

在茎上部、中部、下部位置均进行横切, 分别观察茎秆充实程度, 3 个部位均为实记 3 分, 均为空则记 1 分, 其他记 2 分。

上述 11 个观赏性状参照菊花 DUS 测试指南进行观测。

1.4 统计与评价

1.4.1 蜂窝型切花菊 F₁ 代株系综合评价结构模型的建立

运用软件 Excel 2007 对各性状测得的数据进行整理和统计并参考曹茂林(2012)的方法计算各评价因子的权重值; 采用层次分析法构建蜂窝型切花菊 F₁ 代株系综合评价体系, 并通过 SPSS 25.0 对 54 个株系进行聚类分析划分等级(冯超, 2007; Xie et al., 2019)。

参考前人构建的单头切花菊综合评价体系及专家意见, 将蜂窝型切花菊的观赏性状分为整体感、茎部性状、叶部性状和花部性状 4 个约束层。根据蜂窝型切花菊各评价因子之间的相互关系, 构建了蜂窝型切花菊 F₁ 代株系观赏性状综合评价层次结构(表 1), 包括目标层(Z)、约束层(C)、标准层(P)。

表 1 蜂窝型切花菊观赏性状评价因子的层次结构
Table 1 Structure of ornamental assessment factors of pompon type cut chrysanthemum

Z 目标层 Target layer	C 约束层 Constraint layer	P 标准层 Standard layer
蜂窝型切花菊 F ₁ 代株系观赏性状综合评价 Comprehensive evaluation of ornamental traits of F ₁ lines of pompon type cut chrysanthemum	C1 整体感 Integral sense	P1 株高 Plant height
		P2 节间长 Internode length
	C2 茎部性状 Stem characters	P3 茎粗 Stem diameter
		P4 茎充实度 Stem fullness
	C3 叶部性状 Leaf characters	P5 叶长 Leaf length
		P6 叶宽 Leaf width
		P7 叶柄角度 Angle of petiole
	C4 花部性状 Flower characters	P8 花径 Flower diameter
		P9 花高/花径 Flower height/flower diameter
		P10 舌状花数 Ray flower number
		P11 管状花数 Tubular flower number

1.4.2 判断矩阵及一致性检验

根据各评价因子对蜂窝型切花菊 F₁ 代株系观赏性的贡献和各因子的重要程度, 结合专家意见, 采用 1-9 比率标度法, 逐项对任意 2 个评价指标进行重要程度对比, 构造出 Z-C、C-P 矩阵(表 2), 一致性检验结果列于矩阵下方。一致性检验结果表明, 随机一致性比率 C.R.值均小于 0.1, 说明构

建的判断矩阵符合数学理论的要求, 各评价因子相互关系合理, 具有满意的一致性。

表2 判断矩阵及一致性检验

Table 2 Results of judgment matrix and consistency test

Z-(C1,...,C4)					C1-(P1,P2)			C2-(P3,P4)			C3-(P5,...,P7)				C4-(P8,...,P11)				
Z	C1	C2	C3	C4	C1	P1	P2	C2	P3	P4	C3	P5	P6	P7	C4	P8	P9	P10	P11
C1	1	2	1	1/5	P1	1	2	P3	1	1	P5	1	1	1/2	P8	1	1/3	1/2	1/2
C2	1/2	1	1/2	1/5	P2	1/2	1	P4	1	1	P6	1	1	1/3	P9	3	1	2	2
C3	1	2	1	1/3							P7	2	3	1	P10	2	1/2	1	2
C4	5	5	3	1											P11	2	1/2	1/2	1
$\lambda = 4.05$, C.I. = 0.02, C.R. = 0.02					$\lambda = 2$, C.I. = 0, C.R. = 0			$\lambda = 2$, C.I. = 0, C.R. = 0			$\lambda = 3.02$, C.I. = 0.01, C.R. = 0.01				$\lambda = 4.07$, C.I. = 0.02, C.R. = 0.03				

2 结果与分析

2.1 蜂窝型切花菊 F₁ 代株系形态指标统计及评分标准的制定

表3与图1表明, 11个性状的均值与中值接近, 其中株高的均值为73.56 cm, 最大值为96.90 cm, 株高 > 80 cm 的约占总体的1/3; 节间长均值为3.09 cm, 2.5 ~ 3.0 cm 的约占1/4; 茎粗和叶长、叶宽的均值分别为4.07 mm 和8.73、6.78 cm, 叶长、叶宽分别在7.5 ~ 9.0 cm、6.0 ~ 6.5 cm 的最多, 叶柄角度的均值为51.25°; 花径、花高/花径均值分别为63.48 cm、0.66, 而花高/花径 > 0.7 的约占1/3; 舌状花数和管状花数的均值分别为352.98 和24.19。

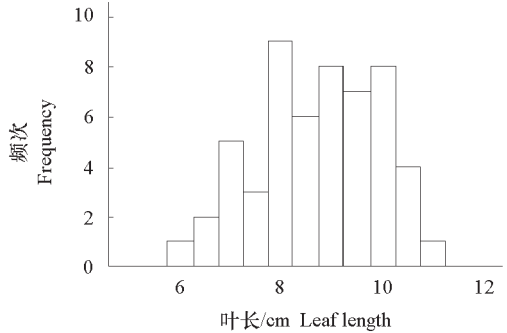
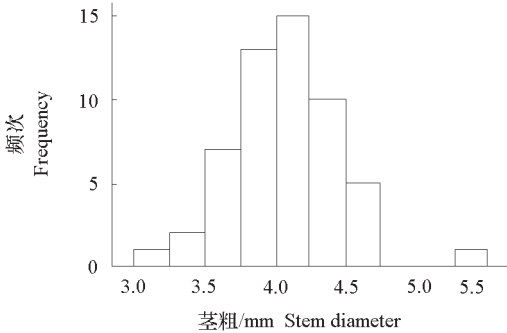
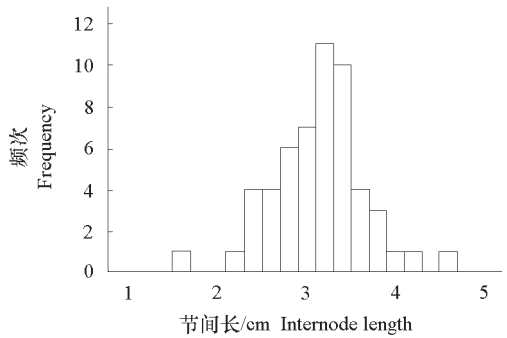
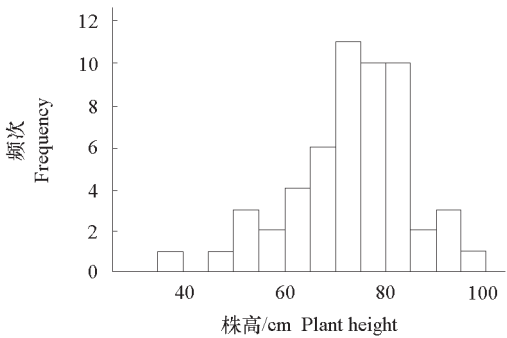
表3 蜂窝型切花菊 54 个 F₁ 代株系的形态指标

Table 3 Morphological indexes of the 54 F₁ lines of pompon type cut chrysanthemum

株系 Strain	株高/ cm Plant height	节间长/ cm Internode length	茎粗/ mm Stem diameter	叶长/ cm Leaf length	叶宽/ cm Leaf width	叶柄角 度/° Angle of petiole	花径/mm Flower diameter	花高/ mm Flower height	花高/花径 Flower height/ Flower diameter	舌状 花数 Ray flower number	管状花数 Tubular flower number
H1-6	73.1	3.4	3.80	8.7	7.0	47.8	73.75	40.44	0.55	418	21
H2-5	84.0	3.4	4.56	10.3	7.7	44.4	60.47	28.60	0.47	288	74
H4-3	61.4	2.7	4.05	9.2	6.5	47.2	57.98	39.38	0.68	264	3
H6-2	76.1	3.3	3.68	8.1	6.3	52.2	60.18	39.18	0.65	355	12
H6-3	82.2	3.8	4.51	10.5	8.6	43.3	76.17	39.42	0.52	267	37
H7-3	82.7	3.1	3.91	8.0	5.8	48.3	65.95	35.95	0.55	316	10
H7-4	73.4	3.5	4.17	9.0	7.0	42.8	68.09	44.54	0.65	388	10
H7-6	83.7	3.5	4.43	8.6	7.2	51.7	62.92	35.62	0.57	282	319
H9-4	74.9	4.1	4.01	8.8	8.0	47.8	64.98	39.55	0.61	342	6
H10-1	75.9	3.4	4.22	9.4	7.6	50.0	65.55	39.62	0.60	331	9
H10-3	90.7	3.2	4.34	9.7	6.3	53.9	53.15	46.87	0.88	815	98
H12-1	88.6	3.2	4.26	10.1	8.2	40.6	62.14	55.30	0.89	816	30
H13-2	68.6	2.8	3.64	8.3	6.3	54.4	58.48	36.35	0.62	369	10
H15-6	64.6	3.3	3.84	9.9	7.5	44.4	66.36	38.88	0.59	232	7
H16-3	68.8	3.2	3.90	7.5	6.3	63.3	57.16	39.71	0.69	379	16
H21-5	54.0	2.6	3.24	7.2	5.6	57.2	62.05	24.79	0.40	283	6
H23-5	70.0	2.7	3.91	7.0	5.4	56.7	68.81	36.39	0.53	207	21
H23-6	79.0	2.9	4.02	8.9	7.1	56.1	56.52	25.94	0.56	290	1
H24-6	66.7	2.4	4.10	8.2	6.7	62.2	64.27	43.00	0.67	330	13
H25-1	81.7	3.3	4.11	9.5	7.2	48.9	59.77	46.83	0.78	704	50
H27-2	87.1	3.2	4.53	9.9	7.4	58.9	70.13	42.06	0.60	363	4
H27-4	80.7	3.6	3.92	9.2	6.9	55.0	66.97	27.44	0.41	253	15
H28-5	84.0	3.0	3.84	8.7	7.8	47.8	58.43	38.54	0.66	298	4
H29-4	77.1	2.9	4.40	9.6	7.5	55.0	73.63	40.44	0.55	275	12
H31-1	79.4	3.0	4.46	9.5	6.1	51.7	72.45	40.35	0.56	340	23
H37-3	74.5	3.7	4.14	9.1	6.6	60.0	60.91	38.79	0.64	342	1

续表 3

株系 Strain	株高/ cm Plant height	节间长/ cm Internode length	茎粗/ mm Stem diameter	叶长/ cm Leaf length	叶宽/ cm Leaf width	叶柄角 度/° Angle of petiole	花径/mm Flower diameter	花高/ mm Flower height	花高/花径 Flower height/ Flower diameter	舌状 花数 Ray flower number	管状花数 Tubular flower number
H38-3	73.2	3.0	4.52	10.5	8.0	43.9	62.53	44.05	0.70	284	27
H38-6	66.4	2.1	3.98	6.8	4.7	51.7	66.00	52.09	0.79	319	8
H39-6	79.5	3.0	4.50	10.0	7.0	53.3	62.09	44.48	0.72	404	28
H44-1	83.4	3.9	4.12	9.8	7.7	53.9	68.43	55.93	0.82	416	22
H47-1	82.5	3.4	3.71	9.9	7.5	57.8	67.59	37.25	0.55	281	1
H47-5	69.7	2.5	4.22	8.1	5.6	50.0	69.59	42.17	0.61	203	9
H53-6	72.9	3.7	4.08	10.3	8.6	42.2	63.03	49.86	0.79	362	39
H54-1	76.4	3.4	4.42	9.9	8.7	52.2	60.66	41.04	0.68	352	3
H55-4	61.2	2.8	4.41	9.6	7.6	46.7	64.53	42.27	0.65	325	21
H56-6	70.7	2.9	3.82	8.4	7.1	49.4	70.90	53.08	0.75	279	5
H57-1	94.9	3.1	4.29	10.8	7.5	48.9	76.46	50.49	0.66	312	2
H59-5	39.6	2.3	3.92	6.9	5.3	51.7	55.82	42.01	0.75	310	2
H60-1	91.0	3.6	4.41	9.1	6.7	59.4	65.27	43.20	0.66	336	10
H63-1	49.4	2.7	3.33	6.4	5.7	54.4	51.67	32.65	0.63	461	107
H64-3	69.8	3.2	3.70	8.1	6.1	58.9	63.44	34.35	0.54	291	2
A1-4	79.2	3.2	3.97	8.2	6.3	48.3	68.43	52.79	0.77	473	89
A2-1	72.6	2.8	4.46	8.5	6.4	48.3	62.40	43.61	0.70	236	43
A3-3	76.5	2.3	5.49	9.3	7.0	49.4	68.69	58.91	0.86	538	0
B2-2	82.4	3.1	4.05	8.9	6.3	50.6	70.18	46.97	0.67	317	4
B2-4	70.0	2.5	3.89	8.2	5.6	45.0	62.77	41.99	0.67	312	2
C2-14	62.4	2.4	4.20	7.9	6.6	47.8	58.42	43.76	0.75	315	8
C2-21	52.6	1.6	3.58	6.3	4.1	51.7	68.32	49.72	0.73	326	27
HF3	58.5	2.6	4.08	7.3	5.9	51.7	54.46	42.90	0.79	380	3
HF7	76.0	3.1	3.43	7.2	5.9	47.8	55.56	29.30	0.53	294	0
HF8	96.9	4.5	3.88	10.2	7.3	56.7	60.01	39.09	0.65	320	0
HF9	71.5	3.3	3.66	7.7	5.8	46.1	52.00	37.51	0.72	298	5
HF11	58.9	3.4	4.01	8.0	8.0	48.3	63.81	49.35	0.77	405	9
BZ6	51.1	3.1	3.67	6.0	6.2	60.0	57.55	44.23	0.77	365	18
均值 Mean	73.56	3.09	4.07	8.73	6.78	51.25	63.48	41.65	0.66	352.98	24.19
中值 Median	74.70	3.10	4.05	8.85	6.80	51.15	63.24	41.52	0.66	322.50	10.00



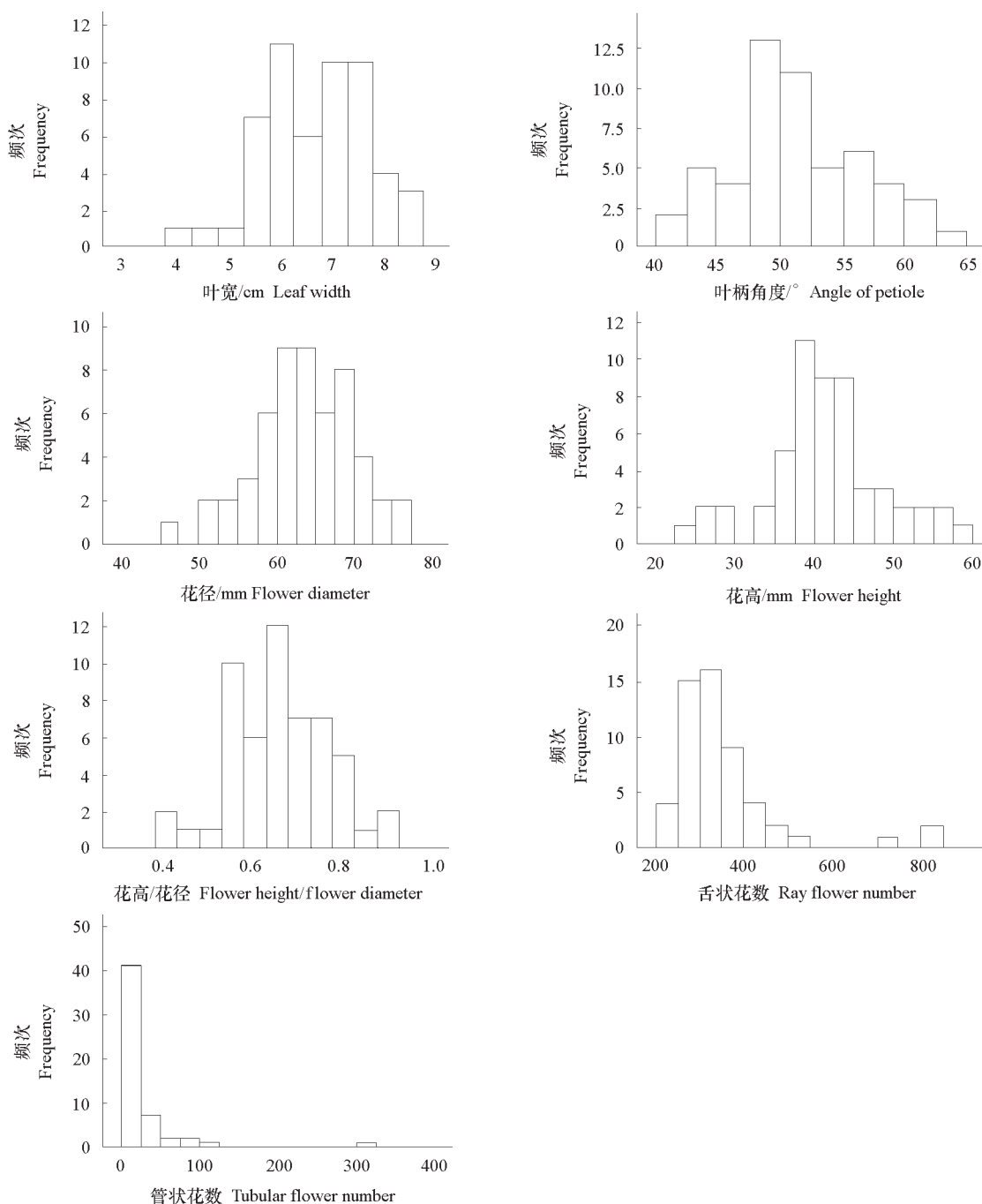


图1 蜂窝型切花菊 54 个 F₁ 代株系的 11 个形态性状的频率分布

Fig. 1 Frequency distribution of 11 morphological traits of the 54 F₁ lines of pompon type cut chrysanthemum

株高、节间长、茎粗、叶柄着生角度、花径和花高的频率分布图成正态分布，其中株高、节间长的频率分布图稍微偏右，叶柄着生角度的频率分布图稍微偏左（图 1）。根据以上结果，参考生产实践及专家意见，将花径 55 ~ 70 mm、花高/花径在 0.7 ~ 1.0、舌状花数 > 400、管状花数 < 50 的值判定为 3 分。整体感、茎部性状、叶部性状则根据各性状分布情况，并参考其他单头切花菊的评

分标准制定了一个蜂窝型切花菊观赏性状的评分标准（表 4）。

表 4 蜂窝型切花菊各评价因子的评分标准
Table 4 Appraisal criterion of all evaluation factors of pompon type cut chrysanthemum

性状 Trait	分值 Score		
	1	2	3
株高/cm Plant height	< 70	70 ~ 80	> 80
节间长/cm Internode length	< 2.5 / > 3.5	3.1 ~ 3.5	2.5 ~ 3.0
茎粗/mm Stem diameter	< 3.5	4.5 ~ 3.5	> 4.5
茎充实度 Stem fullness	全空 All empty	部分空 Partial empty	全实 All solid
叶长/cm Leaf length	> 10.0 / < 7.5	9.0 ~ 10.0	7.5 ~ 9.0
叶宽/cm Leaf width	> 8.0 / < 6.0	7.0 ~ 8.0	6.0 ~ 7.0
叶柄角度/ Angle of petiole	> 50	45 ~ 50	< 45
花径/mm Flower diameter	< 55	> 7 0	55 ~ 70
花高/花径 Flower height/flower diameter	< 0.5	0.69 ~ 0.5	1 ~ 0.7
舌状花数 Ray flower number	< 300	400 ~ 300	> 400
管状花数 Tubular flower number	> 100	50 ~ 100	< 50

2.2 蜂窝型切花菊 F₁ 代株系各评价指标的权重

根据表 2 的判断矩阵及一致性检验，计算得到各影响因子（Pi）相对于总目标层（Z）的最终权重（表 5），结果表明花高/花径对蜂窝型切花菊观赏性影响最大，其权重为 0.241；其次为舌状花数，权重为 0.155；管状花数第 3，权重为 0.111；接下来依次为株高（0.105）、叶柄角度（0.097）、花径（0.069）、节间长（0.053）、茎粗（0.047）、茎充实度（0.046）、叶长（0.043）、叶宽（0.037）。其中，花高/花径、舌状花数、管状花数 3 个评价指标占总排序权重值的 50.3%，说明这 3 个指标是蜂窝型切花菊 F₁ 代株系筛选的决定性因素，符合蜂窝型切花菊新品种选育的目标。

表 5 各评价因子的权重值
Table 5 the weight value of each evaluation factors

C 约束层 Constraint layer	权重（Z-Ci） Weight	P 标准层 Standard layer	特征向量 Feature vector	权重 Weight
C1 整体感 Integral sense	0.158	P1 株高 Plant height	0.667	0.105
C2 茎部性状 Stem characters	0.093	P2 节间长 Internode length	0.333	0.053
C3 叶部性状 Leaf characters	0.177	P3 茎粗 Stem diameter	0.500	0.047
		P4 茎充实度 Stem fullness	0.500	0.046
		P5 叶长 Leaf length	0.241	0.043
		P6 叶宽 Leaf width	0.211	0.037
		P7 叶柄角度 Angle of petiole	0.548	0.097
C4 花部性状 Flower characters	0.577	P8 花径 Flower diameter	0.121	0.069
		P9 花高/花径 Flower height/flower diameter	0.417	0.241
		P10 舌状花数 Ray flower number	0.269	0.155
		P11 管状花数 Tubular flower number	0.193	0.111

2.3 蜂窝型切花菊 F₁ 代株系综合评价

根据蜂窝型切花菊 F₁ 代株系综合评价指标的评分标准（表 4）对 54 个株系进行逐一打分，并依据各影响因子相对于目标层的权重值（表 5）相乘得出各株系综合得分。用 K-Means 聚类分析对各株系的综合分值进行聚类分析，最终可将蜂窝型切花菊 54 个 F₁ 代株系分为 3 个等级，代表综合品质优（1）、良（2）、差（3），所对应的聚类中心值分别为 2.510、2.170、1.860。优等级株系 13 个，占 24.07%，综合性状优良，表现为花型饱满、不露心，花朵紧实，茎秆较粗，叶柄角度适当，

有望成为新品种；良等级株系 30 个，占 55.56%，综合性状较好，表现为花型较饱满，多为半球状，舌状花数较少，花朵相对紧实，茎秆较粗，叶柄角度适当，可作为优良的育种材料进行保存；差等级株系 11 个，占 20.37%，综合性状一般，植株低矮，花型不饱满，花朵不紧实，作为种质资源保存。蜂窝型切花菊 54 个 F_1 代株系综合性状得分及等级如表 6 所示。

表 6 蜂窝型切花菊 54 个 F_1 代株系综合得分及等级
Table 6 Comprehensive scores and grades of the 54 F_1 lines of pompon type cut chrysanthemum

等级 Grade	材料 Material	得分 Score	等级 Grade	材料 Material	得分 Score	等级 Grade	材料 Material	得分 Score
1	H12-1	2.752	2	H10-1	2.234	2	H31-1	2.105
1	H25-1	2.735	2	H57-1	2.227	2	H54-1	2.100
1	A1-4	2.599	2	H60-1	2.226	2	H47-1	2.087
1	H44-1	2.585	2	H27-2	2.220	2	H15-6	2.071
1	A3-3	2.569	2	H6-2	2.217	2	H4-3	2.064
1	HF11	2.568	2	A2-1	2.212	2	H24-6	2.059
1	H39-6	2.543	2	HF9	2.188	2	H38-6	2.048
1	H53-6	2.439	2	H9-4	2.187	3	H29-4	1.966
1	H10-3	2.426	2	B2-4	2.187	3	H64-3	1.957
1	C2-14	2.397	2	H55-4	2.182	3	HF7	1.952
1	H38-3	2.384	2	H13-2	2.165	3	H23-6	1.940
1	H56-6	2.347	2	HF8	2.146	3	H2-5	1.933
1	H7-3	2.345	2	H59-5	2.140	3	H7-6	1.908
2	H28-5	2.280	2	C2-21	2.140	3	H23-5	1.850
2	H7-4	2.276	2	H6-3	2.126	3	H47-5	1.835
2	BZ6	2.267	2	H37-3	2.121	3	H27-4	1.830
2	B2-2	2.253	2	H16-3	2.112	3	H63-1	1.753
2	H1-6	2.252	2	HF3	2.108	3	H21-5	1.562

3 讨论

建立一个科学、系统的综合评价体系，对蜂窝型切花菊新品种的选育极其必要。由于材料和育种目的不同，综合评价应选取不同的形态指标。包宇珩和毕晓颖（2018）对 88 个非洲菊后代的 6 个观赏性状和切花年产量、瓶插寿命指标的监测和统计分析，发现花型、花径及花序梗长的权重最大，均为 0.2。王镭等（2019）选出花瓣数、花型、花香、花量、色彩分布、花径、花俯视形状、花色和花瓣是否宿留等 9 个性状对 53 个月季品种进行了观赏性综合评价。韩勇等（2011b）对多头切花菊品质性状进行综合评价时，选取花色、茎秆长度、株型、叶柄的着生角度、叶的硬度、花色亮度、花开放期、分枝长度、平均茎质量、病虫害抗性和瓶插寿命共 11 个性状，其中株型对多头切花菊品质影响最大。高康等（2016）在对传统大菊的 180 个后代进行综合评价，选取花部性状、整体性状和生态适应性共 16 个指标，其中花色的权重最大。本研究中以蜂窝型切花菊杂种后代为材料，旨在选出综合性状优良的蜂窝型株系，花型是否圆润、紧实饱满，花头是否露心是评价其是否能够成为新品种的首要因素，因此在主观赋权上以花高/花径、舌状花数、管状花数等性状为主，花部性状的权重最大。

本研究中运用层次分析法确定了 11 个与蜂窝型切花菊相关的形态性状，其中花高/花径的权重最大，其次是舌状花数、管状花数；利用 K-Means 聚类分析将 54 个株系分为 3 个等级，最终选出 13 个株系综合性状优良，花型饱满、不露心，花朵紧实，茎秆较粗，叶柄角度适当，有望成为新品种。综上，本研究中构建的蜂窝型切花菊 F_1 代株系综合评价体系可以有效地对蜂窝型切花菊 F_1 代进行复选，为蜂窝型切花菊新品种的选育提供科学依据。

References

- Bao Yu-heng, Bi Xiao-ying. 2018. Establishment of evaluation system for ornamental traits of new cut gerbera cultivars and screening of superior varieties. *Northern Horticulture*, (16): 126 - 132. (in Chinese)
- 包宇珩, 毕晓颖. 2018. 非洲菊切花新品种观赏性状评价体系建设及良种筛选. *北方园艺*, (16): 126 - 132.
- Cao Mao-lin. 2012. Analytic hierarchy process to determine evaluation index weights and Excel calculation. *Jiangsu Science & Technology Information*, (2): 39 - 40. (in Chinese)
- 曹茂林. 2012. 层次分析法确定评价指标权重及 Excel 计算. *江苏科技信息*, (2): 39 - 40.
- Fan Hong-hong, Xu Ting-ting, Su Jiang-shuo, Sun Wei, Chong Xin-ran, Guan Zhi-yong, Fang Wei-min, Chen Fa-di, Zhang Fei. 2019. Identification of SNP alleles and candidate genes for cold tolerance of cut chrysanthemum. *Acta Horticulturae Sinica*, 46 (11): 2201 - 2212. (in Chinese)
- 范宏虹, 徐婷婷, 苏江硕, 孙 炜, 种昕冉, 管志勇, 房伟民, 陈发棣, 张 飞. 2019. 切花菊耐寒性相关 SNP 位点挖掘与候选基因分析. *园艺学报*, 46 (11): 2201 - 2212.
- Feng Chao. 2007. Research on K-means clustering algorithm [M. D. Dissertation]. Dalian: Dalian University of Technology. (in Chinese)
- 冯 超. 2007. K-means 聚类算法的研究 [硕士论文]. 大连: 大连理工大学.
- Gao Kang, Song Xue-shan, Dai Si-lan, Ji Yu-shan, Wang Shuo. 2016. AHP-Based screening of traditional chrysanthemum hybrid F₁ for new variety// *Advances in Ornamental Horticulture of China*. Beijing: China Forestry Publishing House: 127 - 133. (in Chinese)
- 高 康, 宋雪杉, 戴思兰, 季玉山, 王 朔. 2016. 基于 AHP 法的大菊杂种 F₁ 代新品种筛选//中国观赏园艺研究进展. 北京: 中国林业出版社: 127 - 133.
- Guo Zhi-gang, Zhang Wei. 2000. *Chrysanthemum*. Beijing: China Forestry Publishing House: 13 - 20. (in Chinese)
- 郭志刚, 张 伟. 2000. 菊花. 北京: 中国林业出版社: 13 - 20.
- Han Yong, Chen Fa-di, Fang Wei-min, Chen Su-mei, Ye Yan-ping, Yao Jian-jun, Liu Zhao-lei, Guan Zhi-yong, Wang Chun-xin, Shi Chang-lei. 2011a. A synthetic system established for assessing the quality of standard cut chrysanthemum. *Journal of Nanjing Agricultural University*, 34 (5): 32 - 36. (in Chinese)
- 韩 勇, 陈发棣, 房伟民, 陈素梅, 叶燕萍, 姚建军, 刘兆磊, 管志勇, 王春昕, 石常磊. 2011a. 单头切花菊品质性状综合评价体系构建. *南京农业大学学报*, 34 (5): 32 - 36.
- Han Yong, Ye Yan-ping, Chen Fa-di, Fang Wei-min, Chen Su-mei, Yao Jian-jun, Guan Zhi-yong, Wang Chun-xin. 2011b. Establishment of synthetic assessing system for the quality of spray cut chrysanthemum. *Scientia Agricultura Sinica*, 44 (20): 4265 - 4271. (in Chinese)
- 韩 勇, 叶燕萍, 陈发棣, 房伟民, 陈素梅, 姚建军, 管志勇, 王春昕. 2011b. 多头切花菊品质性状综合评价体系构建. *中国农业科学*, 44 (20): 4265 - 4271.
- He Zhen. 2015. Studies on evaluation of standard cut flower chrysanthemum branching characteristics and heredity analysis [M. D. Dissertation]. Nanjing: Nanjing Agricultural University. (in Chinese)
- 何 臻. 2015. 标准切花菊分枝特性评价及其遗传分析 [硕士论文]. 南京: 南京农业大学.
- Li Na-na, Dai Si-lan. 2010. Breeding research progress on cut chrysanthemum. *North Horticulture*, (17): 224 - 228. (in Chinese)
- 李娜娜, 戴思兰. 2010. 我国切花菊育种研究进展. *北方园艺*, (17): 224 - 228.
- Li Na-na, Bai Xin-xiang, Chen Long-tao, Dai Si-lan. 2011. Research progress on prevention technology of cut chrysanthemum. *Guizhou Agricultural Sciences*, 39 (3): 182 - 187, 191. (in Chinese)
- 李娜娜, 白新祥, 陈龙涛, 戴思兰. 2011. 切花菊保鲜技术研究进展. *贵州农业科学*, 39 (3): 182 - 187, 191.
- Li Na-na, Zhang De-ping, Zhu Yi, Dai Si-lan. 2012. A study on the primary selection of single flower cutting chrysanthemum hybrid F₁ using analytic hierchy process. *Journal of Northwest A & F University (Natural Science Edition)*, 40 (2): 129 - 135. (in Chinese)
- 李娜娜, 张德平, 朱 珺, 戴思兰. 2012. 利用层次分析法初选单头切花菊杂种 F₁ 代优良单株的研究. *西北农林科技大学学报 (自然科学版)*, 40 (2): 129 - 135.
- Luo C, Chen D, Cheng X, Liu H, Li Y, Huang C L. 2018. SSR analysis of genetic relationship and classification in chrysanthemum germplasm collection. *Horticultural Plant Journal*, 4 (2): 73 - 82.

- Ma Wan-ru, Fang Wei-min, Wang Hai-bin, Zhang Fei, Chen Su-mei, Chen Fa-di, Guan Zhi-yong. 2019. Establishment of appraisal system for the stem and branch characteristics and varieties evaluation of spray cut chrysanthemum. *Scientia Agricultura Sinica*, 52 (14): 2515 – 2524. (in Chinese)
- 马婉茹, 房伟民, 王海滨, 张 飞, 陈素梅, 陈发棣, 管志勇. 2019. 多头切花菊品种茎、枝特性评价体系构建与品种评价. *中国农业科学*, 52 (14): 2515 – 2524.
- Saaty T L. 1990. How to make a decision: the analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 48: 9 – 26.
- Sari B, Sen T, Kilic S E. 2008. Ahp model for the selection of partner companies in virtual enterprises. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 38 (3 – 4): 367 – 376.
- Shan Ping. 2014. Breeding of white standard chrysanthemum for cutting[M. D. Dissertation]. Nanjing: Nanjing Agricultural University. (in Chinese)
- 单 萍. 2014. 白色单头切花菊新品种的选育[硕士论文]. 南京: 南京农业大学.
- Shi Feng-lin. 2017. Collected assessment and breeding of color and standard cut chrysanthemum[M. D. Dissertation]. Nanjing: Nanjing Agricultural University. (in Chinese)
- 史峰霖. 2017. 彩色标准型切花菊品种收集评价与选育[硕士论文]. 南京: 南京农业大学.
- Wang Lei, Zhang Ying-jie, Zhang Jing-wei, Liu Xue-qing, Song Yi-lan, Ren Qian-qian, Sun Ji-xia. 2019. Analysis of variety resources and comprehensive evaluation of ornamental value in 53 Chinese rose. *Molecular Plant Breeding*, 17 (15): 5154 – 5162. (in Chinese)
- 王 镭, 张英杰, 张京伟, 刘学庆, 宋一岚, 任倩倩, 孙纪霞. 2019. 53 个月季品种资源分析及观赏性综合评价. *分子植物育种*, 17 (15): 5154 – 5162.
- Wang Jiang-min, Zhang Jian-hua, Yi Ming-fang, Liu Yan-fang, Qu Yun-hui, Xue Jian-ping, Yin Chang-sheng, Hao Jing-hui, Yang Kun, Guan Jun-jiao, Wang Jian-jun, Yang Xia-hong, Huang Qing-mei, Zhang Peng, Zhang Hui. 2018. Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability—Chrysanthemum. Ministry of Agriculture of the People's Republic of China, GB/T 19557.19-2018. (in Chinese)
- 王江民, 张建华, 义鸣放, 刘艳芳, 屈云惠, 薛建平, 殷长生, 郝京辉, 杨 坤, 管俊娇, 王建军, 杨晓洪, 黄清梅, 张 鹏, 张 惠. 2018. 植物品种特异性、一致性和稳定性测试指南——菊花. 中华人民共和国农业部, GB/T 19557.19-2018.
- Xie H L, Zhang L, Lim C P, Yu Y L, Liu C Y, Liu H, Walters J. 2019. Improving K-means clustering with enhanced Firefly Algorithms. *Applied Soft Computing Journal*, 84.
- Ye Dan, Lu Zhao-wen, Su Jiang-shuo, Guan Zhi-yong, Fang Wei-min, Chen Fa-di, Zhang Fei. 2020. Association analysis and QTL mapping for vase life of cut chrysanthemum. *Acta Horticulturae Sinica*, 47 (4): 717 – 724. (in Chinese)
- 叶 丹, 卢昭文, 苏江硕, 管志勇, 房伟民, 陈发棣, 张 飞. 2020. 切花菊瓶插寿命的关联分析与 QTL 定位. *园艺学报*, 47 (4): 717 – 724.
- Zhang Shu-lin, Dai Si-lan. 2013. The complete book of Chinese chrysanthemums. Beijing: China Forestry Publishing House: 80 – 88. (in Chinese)
- 张树林, 戴思兰. 2013. 中国菊花全书. 北京: 中国林业出版社: 80 – 88.
- Zhu De-ning, Han Yu, Fang Wei-min, Chen Fa-di, Chen Su-mei, Deng Bo, Guan Zhi-yong. 2018. Studies on the quality evaluation and variety selection of multi-flower garden chrysanthemum. *Journal of Nanjing Agricultural University*, 41 (2): 266 – 274. (in Chinese)
- 朱德宁, 韩 宇, 房伟民, 陈发棣, 陈素梅, 邓 波, 管志勇. 2018. 多花型园林小菊品质评价与品种筛选. *南京农业大学学报*, 41 (2): 266 – 274.