

多头切花菊品种茎、枝特性评价体系构建与品种评价

马婉茹, 房伟民, 王海滨, 张飞, 陈素梅, 陈发棣, 管志勇

(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/农业农村部景观设计重点实验室, 南京 210095)

摘要:【目的】茎、枝特性是切花菊的重要商品性状, 建立多头切花菊茎、枝特性评价体系, 为筛选优良茎、枝特性的品种提供理论指导。【方法】通过对多头切花菊 300 个品种的 9 个与茎、枝特性相关的性状进行连续两个年度的观察记录, 借助专家调查法、层次分析法以及 K-Means 聚类分析法建立评价体系, 并进行品种评价。【结果】应用层次分析法确定了 9 个性状的权重值, 其中花朵横向聚拢程度和花朵竖向聚拢程度的权重值最大, 均为 0.219, 其次是花枝角度、茎充实程度, 权重值分别为 0.123、0.121; 综合 9 个评价指标, 通过 K-Means 聚类分析法将 300 个品种划分为 4 个等级, 62 个品种为优秀、114 个品种为良好、80 个品种为一般、44 个品种为较差, 分别占比为 20.7%、38%、26.7%、14.6%。【结论】运用专家调查法、层次分析法和 K-Means 聚类分析法构建出的评价体系可以有效的对多头切花菊品种茎、枝特性进行评价分级, 筛选出的优良品种可以在生产中推广应用。

关键词: 多头切花菊; 茎、枝特性; 层次分析法; 评价体系; K-Means 聚类分析

Establishment of Appraisal System for the Stem and Branch Characteristics and Varieties Evaluation of Spray Cut Chrysanthemum

MA WanRu, FANG WeiMin, WANG HaiBin, ZHANG Fei, CHEN SuMei, CHEN FaDi, GUAN ZhiYong

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

Abstract: 【Objective】 Since the characteristics of stems and branches were important commercial traits of cut chrysanthemum, the present study was to establish an appraisal system for selecting stem and branch characteristics of spray cut chrysanthemum, which provided theoretical guidance for screening superior varieties. 【Method】 Observing and counting 9 factors related to the characteristics of stems and branches of 300 spray cut chrysanthemum varieties in the consecutive two years, an appraisal system was established by means of expert consultation, analytic hierarchy process and K-Means cluster method to carry out variety evaluation. 【Result】 The weight of the 9 factors was determined by analytic hierarchy process. Flower lateral convergence, flower vertical convergence, flower branch angle, stem filling degree had the most important impact, and weight was 0.219, 0.219, 0.123 and 0.121, respectively. Then combined the score criterion, 300 varieties were classified into 4 grades by K-Means cluster method. There were 62 varieties graded excellent, 114 graded good, 80 graded general and 44 graded poor, the proportion was 20.7%, 38%, 26.7% and 14.6%, respectively. 【Conclusion】 The system constructed by expert survey method, analytic hierarchy process and K-Means cluster analysis method could effectively evaluate the stem and branch characteristics of spray cut chrysanthemum varieties, and the selected varieties could be promoted in production.

Key words: spray cut chrysanthemum; stem and branch characteristics; analytic hierarchy process; appraisal system; K-Means cluster analysis

收稿日期: 2019-03-04; 接受日期: 2019-04-26

基金项目: 国家自然科学基金面上项目 (31872149)、江苏现代农业产业技术体系建设项目 (JATS[2018]281)

联系方式: 马婉茹, E-mail: 18260065685@163.com。通信作者管志勇, E-mail: guanzhy@njau.edu.cn

0 引言

【研究意义】菊花 (*Chrysanthemum morifolium*) 原产自中国,是中国十大传统名花,具有观赏、食用、药用等多种价值^[1]。同时菊花作为世界四大切花之一,装饰应用广泛,是观赏菊花各类品种中商业化程度、产业化程度最高的一类。切花品种分为多头和单头两大类,多头切花菊又称切花小菊,其不同于单头切花菊,每茎着花多朵^[2],通常具有更多的颜色和花型,近年来市场占有率稳步提升,产业规模不断扩大,国内外选育出的品种层出不穷^[3]。菊花在我国栽培历史悠久,传统品种 7 000 余个^[1],丰富的花色、花型是菊花新品种选育的优良资源。然而我国自主切花菊品种缺乏,传统菊花品种虽然数量繁多,但大多无法适用于切花用途^[4-5]。传统菊与切花菊除了在花型、采后保鲜等特性上有差距外,其最大的缺点在于其枝长偏短、茎枝强度不够、花枝角度等茎、枝特性上距切花品种特性的要求有较大差距^[6]。因此,目前切花菊新品种选育的前提和关键是筛选出茎、枝特性符合切花要求的优良种质资源。然而目前针对切花菊品种茎、枝特性评价方面的工作未见报道。因此,筛选切花菊茎、枝特性评价指标,建立有效的综合评价方法,可以为切花菊品种引进、新品种选育提供技术支撑,对提高中国切花菊产业竞争力有积极意义。【前人研究进展】国际植物新品种保护联盟及中国、日本等成员国制定的菊花 DUS 测试指南^[7-9]是研究菊花品种多样性的工具,雒新艳等^[10]对 400 个大菊品种的 57 个表型性状进行分析,通过变异系数和和 R 聚类分析,筛选出 22 个相对稳定的品种分类性状。部分品种资源的调查工作既关注表型性状差异,也涉及对品种优劣的评价^[11]。多数对菊花品种进行综合评价是为了筛选优良品种,如张贝^[12]基于观赏性和抗逆性对 20 个自主选育的地被菊品种的 17 个指标进行系统评价,筛选出 10 个一级品种;李娜娜等^[13]对单头切花菊 587 个株系 15 个性状的分析评价,优选出 212 个优良株系;荷兰花卉拍卖协会(VBN)^[14]和日本农林水产省制定的切花菊标准^[9]为生产商明确了产品质量标准,同时也为育种家制定育种目标提供了借鉴。菊花品种繁多,关于品种筛选分级和评价性状的目的与方法各不相同,研究结果也会有所差异。多头切花菊的品质主要由株形、花型、花色和采后表现等性状决定,而茎、枝特性直接决定了多头切花菊的株形和品质^[15]。韩勇等^[16]以 160 个多头切花菊为研究对象,建立的基于主要品质

性状和定量分析的评价体系,纳入了茎秆长度、茎重、分枝长度等 3 个茎、枝特性指标;杨信程等^[17]研究了包括分枝角度在内的切花小菊分枝性状的遗传;张亚琼等^[18]在筛选适宜产业化生产品种时选用了株高、茎曲直性、茎粗等相关茎、枝特性的指标。【本研究切入点】目前,对多头切花菊品种茎、枝特性在其品质构成中的重要性、在评价指标选择、权重确定、综合评价方法上仍需进一步研究。【拟解决的关键问题】本研究通过观测记录多头切花菊 300 个品种与茎、枝特性相关的 9 个性状,采用层次分析法进行综合评价。构建出一个系统的茎、枝特性评价体系,以此筛选出茎、枝特性优良的种质,为切花生产和切花新品种选育提供指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料

本试验于 2017、2018 年的 8—12 月进行,试验所用的多头切花菊 300 个品种由南京农业大学菊花种质资源保存中心提供,种植于连栋温室。

1.2 试验方法

多头切花菊采用连栋薄膜温室栽培,种植畦规格为长约 20 m、宽约 1.1 m,株距约 10 cm×10 cm,栽培管理参照小花型切花菊设施生产技术规程^[19],在各品种进入盛花期对各性状进行观察记载。

1.3 性状测定与方法

1.3.1 性状筛选 参考菊花 DUS 测试指南^[8]及切花菊品质评价标准相关性状^[20-23],征询切花菊产业及菊花品种研发部门共 12 位专家意见,共确定 9 个与茎、枝直接或间接相关的性状,分别为茎长 (plant height, PH)、茎粗 (stem diameter, SD)、花枝角度 (flower branch angle, FBA)、花枝强度 (flower branch hardness, FBH)、花枝曲直性 (flower branch curvature, FBC)、茎充实程度 (stem filling degree, SFD)、花朵横向聚拢程度 (flower lateral convergence, FLC)、花朵竖向聚拢程度 (flower vertical convergence, FVC)、茎长整齐度 (height uniformity, HU)。

1.3.2 性状测定方法 花枝角度:植株顶部 4 个花枝与主茎延长线的夹角的均值,使用量角器测量夹角。花枝角度级别见图 1;

花枝强度:使用托普 YYD-1 茎秆强度测量仪测得花枝强度值^[24];

花枝曲直性:目测着花小枝是直立还是弯曲。花枝曲直性级别见图 2;



A: ‘南农冰淇淋’; B: ‘南农庐秀’; C: ‘南农金太阳’
A: Nannong Bingqilin; B: Nannong Luxiu; C: Nannong Jintaiyang

图 1 花枝角度级别图 (A、B、C 依次赋值 3 分、2 分、1 分)

Fig. 1 The grade diagram of flower branch angle (A, B, C are correspondence with the scores of 3, 2, 1)

茎充实程度：取主茎中部 3 cm 茎段由中点横切，体式显微镜下观察茎秆充实程度。茎充实程度级别见图 3；

花朵横向聚拢程度：目测确定各品种的花朵横向聚拢程度，以花枝的花朵间紧凑程度确定标准。花朵横向聚拢程度级别见图 4；

花朵竖向聚拢程度：观察计算花朵在整株上的分布位置，九等分植株，以花朵分布在植株上部的 1/9 为 1 级，分布在上部 2/9 为 2 级，分布在上部 3/9 为 3 级。花朵竖向聚拢程度级别见图 5；

茎长整齐度：测量 100 株茎长，算出平均值、标准差，变异系数，以变异系数表示茎长整齐度，进而确定所有品种整齐度级别；



A: ‘南农秋岳’; B: ‘日引-2’
A: Nannong Qiuyue; B: Riying-2

图 2 花枝曲直性级别图 (A、B 依次赋值 3 分、1 分)

Fig. 2 The grade diagram of flower branch curvature (A, B are correspondence with the scores of 3, 1)

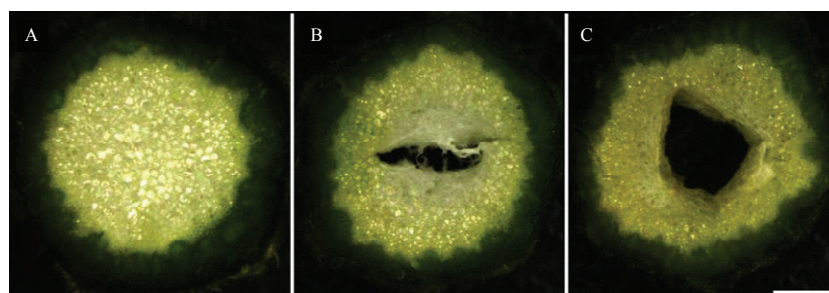
茎长、茎粗的测试方法见菊花 DUS 测试指南^[8]；

以上数量性状除茎长整齐度外，均是测量 10 株样本后取均值。

1.4 统计与评价

用软件 Excel 2010 对各性状测得的数据进行整理和统计；采用层次分析法构建多头切花菊茎、枝特性评价体系，通过 SPSS 20.0 进行聚类分析^[25-26]。

1.4.1 评价体系构建 根据多头切花菊茎、枝特性构成的评价因子间的相互关系，采用模型构建了多头切花菊茎、枝特性评价体系的层次结构关系（表 1），包含目标层（A）、准则层（B）和方案层（C）。



A: ‘南农衡春’; B: ‘南农岱春’; C: ‘粉白间色’。标尺：1 mm
A: Nannong Hengchun; B: Nannong Daichun; C: Fenbaijianse. Bar: 1 mm

图 3 茎充实程度级别图 (A、B、C 依次赋值 3 分、2 分、1 分)

Fig. 3 The grade diagram of stem filling degree (A, B, C are correspondence with the scores of 3, 2, 1)

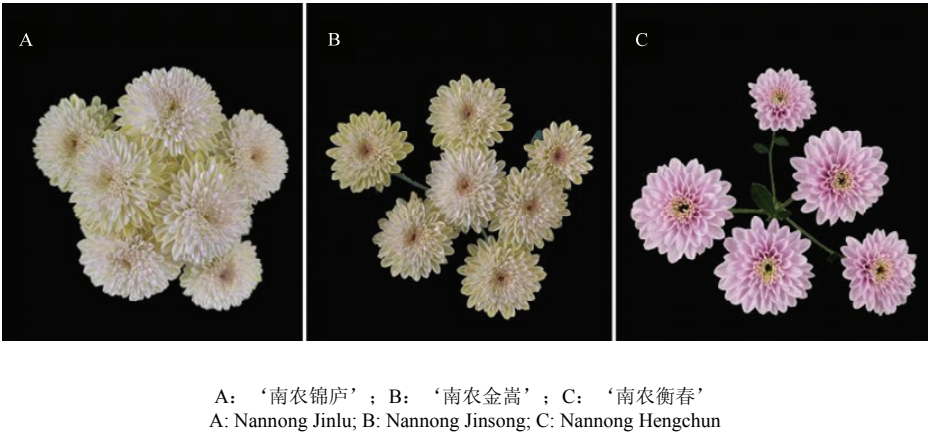


图 4 花朵横向聚拢程度级别图 (A、B、C 依次赋值 3 分、2 分、1 分)

Fig. 4 The grade diagram of flower lateral convergence (A, B, C are correspondence with the scores of 3, 2, 1)

表 1 多头切花菊茎枝特性评价层次结构

Table 1 The AHP model of stem and branch factors of spray cut chrysanthemum

目标层 Target layer	多头切花菊茎枝特性 The stem and branch factors of spray cut chrysanthemum (A)								
准则层 Criteria layer	茎长特性 Plant factor (B ₁)		茎粗特性 Stem factor (B ₂)		花枝特性 Flower factor (B ₃)				
方案层 Program layer	茎长 PH (C ₁)	茎长整齐度 HU (C ₂)	茎粗 SD (C ₃)	茎充实程度 SFD (C ₄)	花枝曲直性 FBC (C ₅)	花枝强度 FBH (C ₆)	花枝角度 FBA (C ₇)	花朵横向聚拢程度 FLC (C ₈)	花朵竖向聚拢程度 FVC (C ₉)



A: ‘南农单金翠’ ; B: ‘南农黄珑玉’ ; C: ‘红哈雷’
A: Nannong Danjincui; B: Nannong Huanglongyu; C: Harley Red

图 5 花朵竖向聚拢程度级别图 (A、B、C 依次赋值 3 分、2 分、1 分)

Fig. 5 The grade diagram of flower vertical convergence (A, B, C are correspondence with the scores of 3, 2, 1)

1.4.2 判断矩阵及一致性检验 根据上述构建的 AHP 模型中各层次间的关系, 以及同层次中各影响因子的相对重要性, 结合专家调查法^[27], 采用 1—9 标度法^[28], 判断矩阵中的数值 1、3 和 5 代表一个因子对另一个因子的重要性分别为相同、稍微重要、明显重要。根据矩阵中因子值的确定依据构造出层次间和同一层次中相互比较的判断矩阵, 即 A-B、B-C 共 4 个矩阵 (表 2), 一致性检验的结果列于相应判断矩阵下面。

利用 Excel 2010 计算判断矩阵的最大特征根、相应的特征向量以及权重值。根据公式: $C.I. = (\lambda_{\max} - N) / (N - 1)$ 求得一致性指标 C.I., 查询平均随机一致性指标 R.I., 通过公式: $C.R. = C.I. / R.I.$ 计算一致性比例 C.R., 若 $C.R. < 0.10$, 则判断矩阵的一致性是可以接受的^[29]。通过计算可得各影响因子 (B_i) 相对于 A 的权重值, 同理, 用 B₁ 的权向量分别乘以 C₁-C₂ 的权重值, 用 B₂ 的权向量分别乘以 C₃-C₄ 的权重值, 用 B₃ 的权向量分别乘以 C₅-C₉ 的权重值, 可得方案层 (C_i) 相对于目标层 (A) 的合成权重值。

表 2 中一致性检验结果表明, 4 个矩阵的 C.R. 值

表 2 各判断矩阵及其一致性检验

Table 2 The results of matrix and its consistency examine

A-(B ₁ ,...,B ₃)					
A	B ₁	B ₂	B ₃		
B ₁	1	1/2	1/5		
B ₂	2	1	1/5		
B ₃	5	5	1		
λ=3.054, CR=0.031<0. 10					
B ₁ -(C ₁ ,C ₂)			B ₂ -(C ₃ ,C ₄)		
B ₁	C ₁	C ₂	B ₂	C ₃	C ₄
C ₁	1	1/2	C ₃	1	1/2
C ₂	2	1	C ₄	2	1
λ=2, CR=0<0.10			λ=2, CR=0<0. 10		
B ₃ -(C ₅ ,...C ₉)					
B3	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉
C ₅	1	1/2	1/2	1/3	1/3
C ₆	2	1	1/2	1/3	1/3
C ₇	2	1	1	1/2	1/2
C ₈	3	2	2	1	1
C ₉	3	3	2	1	1
λ=5.073, CR=0.016<0. 10					

均小于 0.10，说明各影响因子的归一化权重赋值符合要求，因此已构建的 4 个判断矩阵的一致性是可以接受的。

2 结果

2.1 评分标准的制定

根据对多头切花菊 300 个品种的花期实测数据，

结合切花菊表型性状分级标准，将影响多头切花菊茎、枝特性的 9 个因子分为 3 个等级，分别赋值 3、2、1，拟定了一个 3 分制评分标准（表 3，图 1—图 5）。

2.2 各评价因子的权重值

根据表 2 的判断矩阵及一致性检验，计算得出层次 C_i对层次 B，以及层次 B_i、层次 C_i对总目标层 A 的权重值（表 4），结果表明花朵横向聚拢程度

表 3 各因子评分标准

Table 3 The score criterion of all factors

因子 Factor	分值 Score		
	3	2	1
茎长 Plant height (cm)	>80	65-80	<65
茎粗 Stem diameter (mm)	4.40—5.30	5.30—6.00	<4.40、>6.00
花枝角度 Flower branch angle (°)	<30	30-50	>50
花枝曲直性 Flower branch curvature	直 Vertical	/	弯 Bent
茎充实程度 Stem filling degree	充实 Stuff	中等 Medium	中空 Hollow
花枝强度 Flower branch hardness (N)	>30	20—30	<20
花朵横向聚拢程度 Flower lateral convergence	重叠 Overlapped	聚拢 Compact	分散 Dispersal
花朵竖向聚拢程度 Flower vertical convergence	1/9	2/9	3/9
茎长整齐度 Height uniformity	<0.095	0.095—0.160	> 0.160

表 4 各评价因子的权重值
Table 4 The weight value of each factors

层次 B 对目标层 A	B ₁		B ₂			B ₃			
Criterion layer B contribute to target layer A	0.115		0.182			0.703			
层次 C 对准则层 B	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉
Index layer C contributes to criterion layer B	0.333	0.667	0.333	0.667	0.087	0.116	0.175	0.311	0.311
层次 C 对目标层 A	0.038	0.076	0.061	0.121	0.061	0.082	0.123	0.219	0.219
Index layer C contributes to target layer A									

和花朵竖向聚拢程度对多头切花菊茎、枝特性影响最大，其权重值均为 0.219，其次是花枝角度，权重值为 0.123，茎充实程度对多头切花菊茎、枝特性的影响位列第四，其权重值为 0.121，而茎长（0.038）、茎粗（0.061）、花枝曲直性（0.099）、花枝强度（0.082）、茎长整齐度（0.076）的权重值对茎、枝特性的影响相对较小，即通过计算权重值可以得出各个评价因子的相对重要性，从而能够比较准确、全面地对多头切花菊的茎、枝特性进行

综合评价。
2.3 多头切花菊品种的得分及等级

依据茎、枝特性各因子的评分标准（表 3）和各影响因子 C_i相对于目标层 A 的权重值（表 4）相乘计算得出每个品种的综合评分。采用 K-Means 聚类分析法将 300 个品种划分为 4 个等级，以数字 1、2、3、4 分别代表优、良、中、差 4 个级别，其聚类中心分别为 2.68、2.41、2.13、1.83，部分多头切花菊品种茎、枝特性的综合得分及等级见表 5。

表 5 部分多头切花菊品种综合得分及等级
Table 5 The score and grade of partial spray cut chrysanthemum

品种名称 Variety	得分 Score	等级 Grade	品种名称 Variety	得分 Score	等级 Grade
南农衡韵 Nannong Hengyun	2.901	1	南农嵩云 Nannong Songyun	2.348	2
南农冰清 Nannong Bingqing	2.848	1	南农紫庐 Nannong Zilu	2.348	2
南农冰淇淋 Nannong Bingqilin	2.819	1	南农火炬 Nannong Huoju	2.340	2
南农衡阳 Nannong Hengyang	2.725	1	南农峨眉 Nannong Emei	2.226	3
南农粉玉 Nannong Fenyu	2.719	1	南农思绿 Nannong Silv	2.226	3
南农庐霞 Nannong Luxia	2.673	1	南农彩丝带 Nannong Caisidai	2.219	3
南农冰洁 Nannong Bingjie	2.673	1	南农翠玉 Nannong Cuiyu	2.203	3
南农秋庐 Nannong Qiulu	2.649	1	南农金光 Nannong Jinguang	2.163	3
南农红橙 Nannong Hongcheng	2.547	2	南农锦缎 Nannong Jinduan	2.153	3
南农红楼 Nannong Honglou	2.546	2	南农雪松 Nannong Xuesong	2.062	3
南农秋岳 Nannong Qiuyue	2.515	2	南农碧云 Nannong Biyun	2.060	3
南农岱华 Nannong Daihua	2.498	2	南农冰雪 Nannong Bingxue	2.039	3
南农衡春 Nannong Hengchun	2.462	2	南农艳紫 Nannong Yanzi	2.015	3
南农金太阳 Nannong Jintaiyang	2.337	2	南农绿玫瑰 Nannong Lvmeigui	2.007	3
南农香橙 Nannong Xiangcheng	2.410	2	南农星梦 Nannong Xingmeng	1.962	4
南农粉莺 Nannong Fenyng	2.401	2	南农瑗绿 Nannong Yuanlv	1.961	4
南农旋绿 Nannong Xuanlv	2.401	2	南农玉绒 Nannong Yurong	1.955	4
南农庐春 Nannong Luchun	2.399	2	南农茶语 Nannong Chayu	1.908	4
南农黄珑玉 Nannong Huanglongyu	2.393	2	南农古筝 Nannong Gusheng	1.857	4
南农玫粉 Nannong Meifen	2.363	2	南农紫云间 Nannong Ziyunjian	1.697	4

2.4 评价结果分析

依据表 5 综合评价结果, ‘南农冰清’ ‘南农冰淇淋’ ‘南农衡阳’ ‘南农庐霞’ ‘南农秋庐’ 等 62 个品种的综合得分处于 1 级(优秀); ‘南农岱华’ ‘南农衡春’ ‘南农金太阳’ ‘南农黄珑玉’ ‘南农火炬’ 等 114 个品种的综合得分处于 2 级(良好); ‘南农峨眉’ ‘南农锦缎’ ‘南农彩丝带’ ‘南农雪松’ 等 80 个品种综合得分处于 3 级(一般); ‘南农星梦’ ‘南农玉绒’ ‘南农茶语’ ‘南农紫云间’ 等 44 个品种的综合得分位列最后。其中 1 级和 2 级品种在茎、枝特性综合评价上表现优良, 占全部品种的 58.7%, 这些品种切花品相佳, 可以加大推广种植; 3 级品种应继续优化选择; 4 级品种占比为 14.6%, 在茎、枝特性上表现较差, 该类品种如果花型、花色上也表现一般, 则不适合推广生产。

3 讨论

基于多指标构建的品种综合评价方法, 较为客观、科学。统计学、灰色系统理论等学科的发展为综合评价体系的构建提供了理论基础和方法^[30]。主成分分析法^[31]、百分制计分法^[32]、灰色关联度分析法^[33]、模糊数学法^[34-35]、聚类分析法^[36]等常用于品种资源综合评价。层次分析是通过构建有序的递阶层次模型, 确立层次判断矩阵中各指标的权重, 将定性分析与定量分析有机结合的综合评价方法^[37-38], 能够将复杂问题分层次简化, 形成指标间两两比较重要性程度的层次结构, 具有较高的实用性、灵活性和准确性^[39]。对于观赏性状的评价, 由于参评人员个人因素和审美观的不同, 有时会存在较大的差别^[40]。而多头切花菊茎、枝品质的优劣不同于花型、花色等受主观因素影响较大的性状, 其优劣标准在切花专业人员中标标准普遍一致, 因此能最大程度发挥该评价方法的优势。层次分析法过程是在构建的层次模型基础上, 再依据专家对每一层次各因素的判断, 给出相对重要性的赋值, 据此建立数学模型, 计算出每一层次全部因素的相对重要性的权值^[41], 以避免评价者主观性的影响, 是一种确定权重的科学方法^[42]。该方法已在各类菊花品种评价和优良品种筛选中发挥了重要作用^[16,28,43]。

切花菊的植株较高, 主茎长度在株高中占有相当比例, 花朵大或者繁多, 单头切花菊要具备“茎长、颈(花梗)短”的特性^[44], 多头切花菊除了主茎上与

单头品种要求相似外, 茎、枝特性主要体现在花枝的特性及排列上, 具体表现在花枝(梗)的长度、曲直度、着生角度及花枝强度。所以在多头切花菊品种茎、枝特性评价时要能体现出该类品种的特征。本研究筛选出 9 项指标可归纳为 3 个方面的因子, 依次为茎长特性因子、茎粗特性因子和花枝特性因子。茎长因子由茎长及其整齐度构成; 茎粗(主茎)因子由茎粗和茎充实度构成; 花枝特性因子由花朵横向聚拢程度、花朵竖向聚拢程度、花枝曲直性、花枝角度和花枝强度构成。层次分析法确定了花朵横向聚拢程度、花朵竖向聚拢程度、花枝角度、茎充实程度、花枝强度的权重值较大, 5 个指标的评价权重远大于其余指标。该评价体系将切花的外观表现及决定采后水养表现的茎充实程度和花枝强度指标都纳入评价体系, 符合筛选茎、枝特性优良品种的要求。该方法筛选出的优秀品种均表现出的主茎、花枝直, 花枝间夹角小, 花头聚拢, 花朵集中分布于花枝顶部, 整齐度高等特性, 与品种在目测定性评价中表现一致, 也与笔者课题在前期独立实施的品种水养瓶插评价结果相吻合, 合理性高。

本次评价的 300 个品种含有收集自市场的商业品种共 111 个, 针对这些品种茎、枝特性评价结果为: 一级品种 12 个、二级品种 34 个、三级品种 39 个、四级品种 26 个, 表明商业品种也存在茎、枝特性表现的差异, 其改良也还需将茎、枝特性作为育种目标。此外, 以绿色品种为代表的特异花色品种, 如: ‘绿橄榄’ ‘乡村音乐’ ‘绿精灵’ ‘绿边球’ ‘Felling Green dark’ 等品种的茎、枝特性皆为四级, 表明特异花色品种在茎、枝特性上还有更大的提升空间。

4 结论

应用层次分析法确定了多头切花菊 9 个茎、枝性状的权重值, 其中花朵横向聚拢程度、花朵竖向聚拢程度的权重值最大, 其次是花枝角度、茎充实程度、花枝强度; 综合 9 个评价指标通过 K-Means 聚类分析法将 300 个品种划分为 4 个等级, 62 个品种为优秀、114 个品种为良好、80 个品种为一般、44 个品种为较差, 分别占 20.7%、38%、26.7%、14.6%。筛选出的优良多头切花菊品种花枝角度小、花朵紧凑、茎秆充实程度较好, 适于作为改良切花茎、枝特性的优良亲本, 也适于在产业上规模化生产和推广。综上, 本研究构建的评价体系可以有效地对多头切花菊品种茎、枝特性进行评价分级。

References

- [1] 李鸿渐. 中国菊花. 南京: 江苏科学技术出版社, 1993: 12-27.
LI H J. *Chrysanthemums in China*. Nanjing: Jiangsu Science and Technology Press, 1993: 12-27. (in Chinese)
- [2] 郭志刚, 张伟. 菊花. 北京: 中国林业出版社, 2000.
GUO Z G, ZHANG W. *Chrysanthemum*. Beijing: China Forestry Publishing House, 2000. (in Chinese)
- [3] 陈林. 荷兰多头菊切花生产及推广. 中国花卉园艺, 2011(17): 27-29.
CHEN L. Production and promotion of cut chrysanthemum. *China Flowers and Horticulture*, 2011(17): 27-29. (in Chinese)
- [4] 宁惠娟, 邵锋, 戴思兰, 包志毅. 40 个品种菊的切花用途评价. 浙江林学院学报, 2009, 26(3): 389-394.
NING H J, SHAO F, DAI S L, BAO Z Y. Application evaluation of cutting flowers of 40 chrysanthemum cultivars. *Journal of Zhejiang Forestry College*, 2009, 26(3): 389-394. (in Chinese)
- [5] 唐岱, 熊济华, 王仕玉. 切花菊育种问题探讨. 云南农业大学学报, 2001, 16(1): 46-49.
TANG D, XIONG J H, WANG S Y. Studies on breeding chrysanthemum for cut-flowers. *Journal of Yunnan Agricultural University*, 2001, 16(1): 46-49. (in Chinese)
- [6] 张树林, 戴思兰. 中国菊花全书. 北京: 中国林业出版社, 2013: 79-80.
ZHANG S L, DAI S L. *Chinese Chrysanthemum Book*. Beijing: China Forestry Publishing House, 2013: 79-80. (in Chinese)
- [7] International Union for the Protection of New Plant Varieties (UPOV). Revised general introduction to the guidelines for the conduct of tests for distinctness, homogeneity and stability of new varieties of plants. TG/1/2.1979-11-14.
- [8] 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. 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.
WANG J M, ZHANG J H, YI M F, LIU Y F, QU Y H, XUE J P, YIN C S, HAO J H, YANG K, GUAN J J, WANG J J, YANG X H, HUANG Q M, ZHANG P, ZHANG H. Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability-*Chrysanthemum* × *morifolium* Ramat. Ministry of Agriculture of Peoples Republic of China. GB/T 19557.19-2018. (in Chinese)
- [9] 日本农林水产省鲜切花标准(二). 农业工程技术: 温室园艺, 2006(2): 64-65.
Cut flower standard of Chrysanthemum in ministry of agriculture, forestry and fisheries of Japan. *Agricultural Engineering Technology: Green Horticulture*, 2006(2): 64-65. (in Chinese)
- [10] 雒新艳, 戴思兰. 大菊品种表型性状的分类学价值. 北京林业大学学报, 2010, 32(3): 135-140.
LUO X Y, DAI S L. Taxonomic analysis of morphological characters of large-flowered chrysanthemum cultivars. *Journal of Beijing Forestry University*, 2010, 32(3): 135-140. (in Chinese)
- [11] 李鸿渐, 邵健文. 中国菊花品种资源的调查收集与分类. 南京农业大学学报, 1990, 13(1): 30-36.
LI H J, SHAO J W. Investigation, collection and classification of chrysanthemum cultivars in china. *Journal of Nanjing Agricultural University*, 1990, 13(1): 30-36. (in Chinese)
- [12] 张贝. 地被菊系列品种群综合评价[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2017.
ZHANG B. To be evaluated by the series of varieties of chrysanthemum [D]. Shenyang: Shenyang Agricultural University, 2017. (in Chinese)
- [13] 李娜娜, 张德平, 朱珺, 戴思兰. 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, 2012, 40(2): 129-135.
LI N N, ZHANG D P, ZHU J, DAI S L. A study on the primary selection of single flower cutting chrysanthemum hybrid F₁ using analysis hierarchy process. *Journal of Northwest A&F University*, 2012, 40(2): 129-135. (in Chinese)
- [14] 荷兰花卉拍卖协会(VBN) 菊花切花标准. 农业工程技术: 温室园艺, 2006(10): 63-64.
Cut Flower Standard of Chrysanthemum in VBN. *Agricultural Engineering Technology: Green Horticulture*, 2006(10): 63-64. (in Chinese)
- [15] 彭辉, 陈发棣, 房伟民, 蒋甲福, 陈素梅, 管志勇, 廖园. 切花小菊分枝性状杂种优势表现与遗传分析. 园艺学报, 2013, 40(7): 1327-1336.
PENG H, CHEN F D, FANG W M, JIANG J F, CHEN S M, GUAN Z Y, LIAO Y. Heterosis and mixed genetic analysis of branch traits of cut chrysanthemum. *Acta Horticulturae Sinica*, 2013, 40(7): 1327-1336. (in Chinese)
- [16] 韩勇, 叶燕萍, 陈发棣, 房伟民, 陈素梅, 姚建军, 管志勇, 王春昕. 多头切花菊品质性状综合评价体系构建. 中国农业科学, 2011, 44(20): 4265-4271.
HAN Y, YE Y P, CHEN F D, FANG W M, CHEN S M, YAO J J, GUAN Z Y, WANG C X. Establishment of synthetic assessing system for the quality of spray cut chrysanthemum. *Scientia Agricultura Sinica*, 2011, 44(20): 4265-4271. (in Chinese)
- [17] 杨信程, 苏江硕, 吴洋洋, 张飞, 管志勇, 陈发棣, 房伟民. 切花小

- 菊主要分枝性状的混合遗传分析. 南京农业大学学报, 2018, 41(3): 440-445.
- YANG X C, SU J S, WU Y Y, ZHANG F, GUAN Z Y, CHEN F D, FANG W M. Mixed inheritance analysis of branching traits in spray cut chrysanthemum. *Journal of Nanjing Agricultural University*, 2018, 41(3): 440-445. (in Chinese)
- [18] 张亚琼, 张伟, 戴思兰, 季玉山, 何晶. 基于 AHP 的中国传统盆栽菊花产业化品种筛选. 中国农业科学, 2011, 44(21): 4438-4446.
- ZHANG Y Q, ZHANG W, DAI S L, JI Y S, HE J. AHP-based screening of traditional potted chrysanthemum for industrialized production. *Scientia Agricultura Sinica*, 2011, 44(21): 4438-4446. (in Chinese)
- [19] 房伟民, 陈发棣, 管志勇, 邓波, 陈素梅, 蒋甲福, 滕年军, 张飞, 赵爽, 廖园. 小花型切花菊设施生产技术规程. 江苏省质量技术监督局, DB32/T 3114-2016.
- FANG W M, CHEN F D, GUAN Z Y, DENG B, CHEN S M, JIANG J F, TENG N J, ZHANG F, ZHAO S, LIAO Y. Technical specification for culture of spray cut chrysanthemum. Bureau of Quality and Technical Supervision of Jiangsu Province, DB32/T 3114-2016. (in Chinese)
- [20] 郝京辉, 游捷, 秦贺兰, 义鸣放. 菊花品种的特异性、一致性和稳定性的研究. 中南林学院学报, 2003, 23(5): 14-18.
- HAO J H, YOU J, QIN H L, YI M F. Study of the distinctness uniformity and stability of chrysanthemum cultivars. *Journal of Central South Forestry University*, 2003, 23(5): 14-18. (in Chinese)
- [21] 张冬菊, 张晓, 吴鹏夫, 葛红. 基于层次分析法的切花菊引种适应性评价. 北方园艺, 2013(22): 82-85.
- ZHANG D J, ZHANG X, WU P F, GE H. Introduction adaptability evaluation of cut chrysanthemum based on analytic hierarchy process. *Northern Horticulture*, 2013(22): 82-85. (in Chinese)
- [22] 张德平, 戴思兰, 朱珺. 切花菊新品系栽培特性的研究及其品质评价. 江苏农业科学, 2011(1): 173-175, 338.
- ZHANG D P, DAI S L, ZHU J. Studying on the cultural characteristics and quality evaluation of new cut chrysanthemum cultivars. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2011(1): 173-175, 338. (in Chinese)
- [23] 何臻. 标准切花菊分枝特性评价及其遗传分析[D]. 南京: 南京农业大学, 2015.
- HE Z. Studies on evaluation of standard cut flower of chrysanthemum branching characteristics and heredity analysis [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2015. (in Chinese)
- [24] 李成忠, 孙燕, 赵大球, 陶俊. 芍药花茎生长形态指标与机械强度的关系. 浙江农业学报, 2015, 28(2): 182-188.
- LI C Z, SUN Y, ZHAO D Q, TAO J. Relationship between mechanical strength and morphological index of inflorescence stem of herbaceous peony. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*, 2015, 28(2): 182-188. (in Chinese)
- [25] 薛薇. 统计分析与 SPSS 的应用(第三版). 北京: 中国人民大学出版社, 2011.
- XUE W. *Statistical Analysis and Application of SPSS (3th Edition)*. Beijing: China Renmin University Press, 2011. (in Chinese)
- [26] 安爱芬. 一种改进的 k-means 初始聚类中心选择方法. 山西师范大学学报(自然科学版), 2013, 27(1): 30-34.
- AN A F. The selection algorithm of an improved k-means initial clusters. *Journal of Shanxi Normal University (Natural Science Edition)*, 2013, 27(1): 30-34. (in Chinese)
- [27] 刘均阳, 李佳, 刘建军. 太白山蕨类植物的观赏性评价及园林应用. 西北林学院学报, 2013, 28(2): 222-226.
- LIU J Y, LI J, LIU J J. Evaluation on ornamental nature and landscape application of pteridophytes in the Taibai mountain *Journal of Northwest Forestry University*, 2013, 28(2): 222-226. (in Chinese)
- [28] 翟丽丽, 房伟民, 陈发棣, 陈素梅, 滕年军, 管志勇, 韩勇. 国庆小菊观赏性和耐旱、涝性的综合评价. 中国农业科学, 2012, 45(4): 734-742.
- ZHAI L L, FANG W M, CHEN F D, CHEN S M, TENG N J, GUAN Z Y, HAN Y. Comprehensive appraisal of the ornamental value and drought and flooding resistance of Guoqing chrysanthemum with small inflorescence. *Scientia Agricultura Sinica*, 2012, 45(4): 734-742. (in Chinese)
- [29] 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. 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, 2011, 34(5): 32-36.
- HAN Y, CHEN F D, FANG W M, CHEN S M, YE Y P, YAO J J, LIU Z L, GUAN Z Y, WANG C X, SHI C L. A synthetic system established for assessing the quality of standard cut chrysanthemum. *Journal of Nanjing Agricultural University*, 2011, 34(5): 32-36. (in Chinese)
- [30] 刘翔宇, 赵龙, 巴哈尔古丽·先木西, 彭华, 阿不都热衣木·玉拉音. 新疆陆地棉种质资源的综合评价. 中国农业科学, 2017, 50(24): 4679-4692.
- LIU X Y, ZHAO L, BAHARIGULI-X, PENG H, ABUDOUREYIMU-Y. Comprehensive evaluation of germplasm resources of upland cotton in Xinjiang. *Scientia Agricultura Sinica*, 2017, 50(24): 4679-4692. (in Chinese)
- [31] 戴希刚, 刘科雄, 张振, 曾长立. 多头切花菊品质性状遗传多样性分析. 河南农业大学学报, 2017, 51(4): 508-512.

- DAI X G, LIU K X, ZHANG Z, ZENG C L. Genetic diversity analysis in spray cut chrysanthemum based on quality character. *Journal of Henan Agricultural University*, 2017, 51(4): 508-512. (in Chinese)
- [32] 张云芬. 蓝眼菊种质创新初步研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2010.
- ZHANG Y F. Preliminary studies on germplasm innovation of *Osteospermum hybrida* [D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2010. (in Chinese)
- [33] 卢珍红, 蔡承良, 顾强健, 田敏, 莫锡君, 吴学尉, 桂敏. 11 个观赏菊花品种灰色关联度分析. *江西农业学报*, 2014, 26(1): 41-43.
- LU Z H, CAI C L, GU Q J, TIAN M, MO X J, WU X W, GUI M. Grey correlation degree analysis of 11 ornamental chrysanthemum varieties. *Acta Agricultural Jiangxi*, 2014, 26(1): 41-43. (in Chinese)
- [34] 林绍生, 李华芬, 陈义增. 应用模糊数学评价观叶植物的观赏性. *亚热带植物通讯*, 2000, 29(2): 43-47.
- LIN S S, LI H F, CHEN Y Z. The evaluation of ornamental value of foliage plants using fuzzy mathematics. *Semitropical Plant Communication*, 2000, 29(2): 43-47. (in Chinese)
- [35] LIU M. Research on economic management evaluations based on fuzzy comprehensive evaluations. *Journal Citation Reports*, 2017, 28(3): 2242-2254.
- [36] 管志勇, 陈素梅, 陈发棣, 尹冬梅, 刘兆磊, 唐娟, 杨帆. 32 个菊花近缘种属植物耐盐性筛选. *中国农业科学*, 2010, 43(19): 4063-4071.
- GUAN Z Y, CHEN S M, CHEN F D, YIN D M, LIU Z L, TANG J, YANG F. Salt tolerance screening of 32 taxa from chrysanthemum and its relative genera. *Scientia Agricultura Sinica*, 2010, 43(19): 4063-4071. (in Chinese)
- [37] 赵建华, 述小英, 李浩霞, 郑慧文, 尹跃, 安巍, 王亚军. 不同果色枸杞鲜果品质性状分析及综合评价. *中国农业科学*, 2017, 50(12): 2338-2348.
- ZHAO J H, SHU X Y, LI H X, ZHENG H W, YIN Y, AN W, WANG Y J. Analysis and comprehensive evaluation of the quality of wolfberry (*Lycium* L) fresh fruits with different fruit colors. *Scientia Agricultura Sinica*, 2017, 50(12): 2338-2348. (in Chinese)
- [38] 唐启义, 冯明光. DPS©数据处理系统—实验设计、统分析及数据挖掘 (第 2 版). 北京: 科学出版社, 2010.
- TANG Q Y, FENG M G. *DPS© Date Processing System-Experimental Design, Statistical Analysis and Date Mining (2nd Edition)*. Beijing: Science Press, 2010. (in Chinese)
- [39] ZAHEDI F. The analysis hierarchy process: a survey of the method and its applications. *Interfaces*, 1986, 16(4): 96-108.
- [40] 王青, 戴思兰, 何晶, 季玉山, 王朔. 灰色关联法和层次分析法在盆栽多头小菊株系选择中的应用. *中国农业科学*, 2012, 45(17): 3653-3660.
- WANG Q, DAI S L, HE J, JI Y S, WANG S. Application of grey correlation analysis and AHP method in selection of potted chrysanthemum. *Scientia Agricultura Sinica*, 2012, 45(17): 3653-3660. (in Chinese)
- [41] 叶珍. 基于 AHP 的模糊综合评价方法研究及应用[D]. 广州: 华南理工大学, 2010.
- YE Z. Studies and application of fuzzy comprehensive evaluation based on AHP [D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2010. (in Chinese)
- [42] 朱建军. 层次分析法的若干问题研究及应用[D]. 沈阳: 东北大学, 2005.
- ZHU J J. Research on some problems of the analytic hierarchy process and its application [D]. Shenyang: Northeastern University, 2005. (in Chinese)
- [43] 朱德宁, 韩宇, 房伟民, 陈发棣, 陈素梅, 邓波, 管志勇. 多花型园林小菊品质评价与品种筛选. *南京农业大学学报*, 2018, 41(2): 266-274.
- ZHU D N, HAN Y, FANG W M, CHEN F D, CHEN S M, DENG B, GUAN Z Y. Studies on the quality evaluation and variety selection of multi-flower garden chrysanthemum. *Journal of Nanjing Agricultural University*, 2018, 41(2): 266-274. (in Chinese)
- [44] 郑成淑. 切花生产理论与技术. 北京: 中国林业出版社, 2018.
- ZHENG C S. *Cut Flower Production Theory and Technology*. Beijing: China Forestry Publishing House, 2009. (in Chinese)

(责任编辑 赵伶俐)