



叶福民,侯忠,张晓波,等.多头切花夏菊种质资源观赏性状多样性分析及综合评价[J].黑龙江农业科学,2021(4):79-84.

多头切花夏菊种质资源观赏性状多样性分析及综合评价

叶福民,侯忠,张晓波,张文洋,马策

(辽宁省经济作物科学研究所,辽宁 辽阳 111000)

摘要:为促进多头切花夏菊品种选育和功能基因挖掘,本研究选择35份多头切花夏菊资源材料,调查花径、花色和叶色等14个主要观赏性状,并以此为基础进行多样性分析及综合评价。结果表明:多头切花夏菊不同品种间具有丰富的观赏性状多样性,各性状指标也存在不同程度的相关性。对全部观赏性状进行主成分分析,以特征根大于1为标准,确定5个主成分。根据主成分评分评价各个品种,观赏性状排名前五位品种为04-se-49-1、比华丽 A36、04-se-253-9、04-se-171-10和04组38。通过聚类分析将多头切花夏菊品种分为4组:第一组单株花朵数最多,茎秆粗壮的品种,适宜作为优质观赏品种或者遗传育种使用;第二组属于矮株,小叶品种,适宜做家庭盆栽;第三组株高偏高,叶色一般,单株花朵较多,可用作切花菊销售;第四组属于少花、叶长、高株品种,可用作造型园艺使用。

关键词:多头切花夏菊;观赏性状;多样性分析;主成分分析;聚类分析;综合评价

菊花(*Chrysanthemum morifolium*)是我国十大传统名花和世界四大切花品种之一,无论是在园林观赏,还是在食用、药用方面均具有很高的应用价值,在鲜切花市场的比重仅次于月季^[1]。

不同国家对于菊花的分类标准各有不同。我国按照自然花期将切花菊分为夏菊(5—9月开花)、秋菊(10—11月开花)和寒菊(12—1月开花);按照花朵数目可以将切花菊分为独头菊(一枝一花,花朵硕大、颜色艳丽)和多头菊(一株多枝多花、花朵较小但个数较多)。

国内对于多头菊和夏菊的研究开展得比较晚,主要集中于转基因研究^[1-4]、引种研究^[5-7]、以及栽培技术研究等方面^[8-10],并取得了一系列成果。任莉萍^[1]研究得出在相对短日照条件下,光周期和赤霉素路径共同促进夏菊开花;而相对长日照条件下,海藻糖路径中海藻糖-6-磷酸合酶上调表达,蔗糖路径中蔗糖合酶上调表达从而促进开花,但由于光周期路径中抑花基因 *PHYB* 的上调表达,表现为花期延迟。王恒^[2]研究认为在长日照下,外源蔗糖通过影响海藻糖路径、光周期路径以及年龄路径的相关基因的表达而最终导致夏

菊“优香”的早花表型,蔗糖参与了对开花功能基因 *CmFTLs* 的表达调控,将 *CmFTL2* 超表达载体转化拟南芥及优香,发现 *CmFTL2* 超表达株系的拟南芥出现早花表型,证明 *CmFTL2* 具有促进开花的作用;并获得了菊花转基因株系。刘涛^[3]研究表明 *CmBBX7* 序列在转录和转录后两个水平调控了 *CmCO* 序列的功能以调节夏菊优香的开花。展妍丽^[4]研究并获得夏菊“优香”(“Yuu-ka”)开花抑制基因 *CmFLC-like1* 的 cDNA 全长序列的克隆、使用 Gateway 系统构建 pMDC43-*AtFLC* 载体后通过冻融法转入农杆菌 EHA105 感受态细胞中,再使用根瘤农杆菌介导法侵染菊花“优香”的叶盘,获得3个基因株系。孔令接等^[5]研究认为夏菊“奥金”在高温下的耐热性最强,适合在中国南方热带地区进行种植。方连明等^[6]研究认为“精海”“精云”“神马”3个夏菊品种适宜上海种植出口日本,并研究其配套栽培技术。张海平^[7]研究得出北京夏菊对银川地区的干旱和盐碱有一定的适应性,适合于在银川市栽培应用。李森等^[8]以设施栽培鲜切菊花主栽品种荷兰多头小菊“Cedis”和多头菊“Country”为研究对象,结果表明两者产量和磷肥需求无显著差异,前者的高品质切花率,氮和钾需求量高于后者,而后的鲜样质量和株高高于前者。王二虎等^[9]采用控制温度等气象环境因素的方法,通过改变开封多头菊生长的外部气象环境条件,来调控改变菊花的花期。华小平等^[10]研究出“切花菊一年三种三收

收稿日期:2020-12-02

基金项目:辽宁省农业科学院学科建设项目(2020DD144303)。

第一作者:叶福民(1985—),男,硕士,助理研究员,从事花卉资源育种及栽培研究。E-mail:yfm50111@163.com。

通信作者:马策(1975—),男,硕士,副研究员,从事花卉育种与栽培技术研究。E-mail:mace_laas@163.com。

高产高效栽培技术”并且在东海县山左口乡进行了应用推广。

综上所述,虽然前人针对多头切花夏菊开展了多方面的研究,但是从资源的角度对其系统比较和分类方面的工作开展得较少。研究种质资源的表型遗传多样性,对于种质资源创新和高效利用具有重要意义。因此,本文开展多头切花夏菊资源观赏性状研究,将观赏性状结合数量分类来对多头夏菊资源材料进行评价分析,对多头切花夏菊的品种选育和功能基因挖掘具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 材料

选择辽宁省经济作物研究所保存的 35 份多头切花夏菊资源,所有品种于 2019 年 6 月 24 日

定植于日光温室中。定植床长 8 m,宽 0.8 m,床上覆盖黑色地膜,过道覆盖防草布,土壤为腐殖土。种植穗条间距 10 cm×10 cm,每个品种定植 200 棵,定植后浇透水,所有种苗采取正常栽培管理方式至花期结束。盛花期时每个品种随机抽取长势均匀的 10 株苗,观察并记录相关观赏特性。

1.2 方法

1.2.1 调查项目及方法 根据辽宁省经济作物研究所历年菊花栽培经验以及《植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南:菊花》(2011),选择观赏性表型性状进行调查统计。其中数量性状 10 个,质量性状 4 个,根据表现差异性对质量性状进行赋值。各品种花序调查时间为外轮筒状花散粉前。具体调查指标详见表 1。

表 1 切花菊观赏性状调查目录

性状	数量性状	质量性状
花部性状	1. 花径(cm):花序盛开时,花序最大横径的测定值 2. 单株花朵数(个):花序盛开时的单株开花数	3. 花色:花序盛开时花瓣艳丽程度(①极好②好③一般④差⑤极差)
茎部性状	4. 植株高度(cm):植株开花时茎基部至花序最高点的植株高度 5. 茎粗度(mm):植株上部 1/3 处茎秆的直径测量值 6. 节间长度(cm):顶叶下第五至第十叶节间长度的平均值或茎中间节间的平均长度	7. 茎曲直性:茎节间自然曲折的程度(①极直②较直③直④较曲⑤极曲) 8. 茎强度:花序盛开时,选择外观平直的茎秆,持茎秆呈水平状态观察其弯曲的程度(①极强②强③中④弱)
叶部性状	9. 叶柄角度(°):顶叶下第 10 片的叶叶柄两端连线与茎秆间的夹角 10. 叶长(cm):顶叶下第 10 片叶的最大长度 11. 叶宽(cm):顶叶下第 10 片叶的最大宽度 12. 叶片长宽比:叶长与叶宽测定之比 13. 叶厚度(mm):顶叶下第 10 片叶的最大厚度	14. 叶色:顶叶下第 10 片叶表面色及光泽(①浓绿有光泽②浓绿无光泽③平淡④浅淡有光泽⑤浅淡无光泽)

1.2.2 数据分析 采用 Excel 2007 软件对原始数据进行记录和整理,计算观赏性状的最大值(MAX)、最小值(MIN)、平均值(AV)、标准差(SD)、极差(RA),计算各性状变异系数(CV=SD/AV)并比较大小。

采用 SPSS 22.0 软件对数据进行分析处理,采用 Pearson 相关系数进行相关分析;根据欧氏距离,平均连接(组间)法对各多头切花夏菊资源进行聚类分析;并对其表型性状进行主成分分析,按照特征值大于 1 的标准提取主成分,以各主成分的贡献率与总贡献率的比值作为各主成分的权重并构建综合得分函数方程,最后根据综合得分进行排序。

2 结果与分析

2.1 观赏性状的多样性分析

由表 2 可知,多头切花夏菊不同品种间性状差异性较大。其中变异系数最小的为叶长(15.17%),变异系数最大的为叶色(97.05%),其次为花色(86.62%)。各项变异系数均超过 15%,表明多头切花夏菊各个性状具有丰富的遗传变异性。

2.2 观赏性状的相关性分析

由表 3 可知,多头切花夏菊的花径大小与叶长显著正相关;茎粗与植株高度、叶长和叶宽呈现极显著正相关;节间长度与叶长和叶宽均呈现显著正相关;植株高度与叶长和叶宽呈极显著正相关;叶长与叶宽呈现极显著正相关。

多头切花夏菊的各项观赏性状具有一定的相关性,因此在育种时可以加以利用。想要培育株高较矮的品种,优先从茎粗较细、叶长叶宽较小的品种中加以选择;要选取花径较大的品种,优先从

叶长较长的品种中加以选择;也可根据叶长的大小大致判断花径、茎粗、节间长度的生长趋势,在栽培管理过程中加以利用。

表 2 多头切花夏菊数据多样性分析

性状	平均数	标准差	方差	变异系数/%	最小值	最大值	极差
花径/cm	4.49	2.23	1.58	49.74	2.26	7.64	5.38
花色	2.86	2.47	1.95	86.62	1.00	5.00	4.00
单株花朵数/个	10.04	6.91	15.21	68.86	5.40	25.00	19.60
茎曲直性	2.57	1.31	0.55	50.94	1.00	4.00	3.00
茎粗度/mm	5.49	1.97	1.23	35.83	3.81	8.13	4.33
节间长度/mm	11.17	7.25	16.75	64.96	6.92	29.86	22.94
茎强度	1.69	1.12	0.40	66.36	1.00	3.00	2.00
植株高度/cm	102.34	36.79	430.89	35.95	65.80	137.80	72.00
叶柄角度/℃	53.19	27.38	238.57	51.47	31.40	89.40	58.00
叶色	2.74	2.66	2.26	97.05	1.00	5.00	4.00
叶长/cm	6.73	2.47	1.95	15.17	3.44	9.56	6.12
叶宽/cm	4.92	1.85	1.09	36.72	2.90	7.40	4.50
叶片长宽比	1.37	0.21	0.01	37.71	1.14	1.58	0.44
叶厚度 mm	3.6	0.12	0.01	72.84	5.1	2.2	0.29

表 3 多头切花夏菊数量性状相关性

性状	花径	茎粗	节间长度	植株高度	叶柄角度	叶长	叶宽	叶片长宽比	叶厚	单株花数
花径大小	1.000									
茎粗	0.159	1.000								
节间长度	0.151	0.122	1.000							
植株高度	0.289	0.560**	0.269	1.000						
叶柄角度	0.142	0.073	0.020	0.107	1.000					
叶长	0.338*	0.573**	0.378*	0.560**	0.180	1.000				
叶宽	0.270	0.455**	0.437*	0.469**	0.311	0.910**	1.000			
叶片长宽比	0.140	0.308	−0.068	0.303	−0.286	0.246	−0.169	1.000		
叶厚度	0.245	0.145	0.165	0.274	0.276	0.260	0.247	0.022	1.000	
单株花数	−0.149	0.285	0.042	0.250	−0.246	0.013	−0.121	0.109	0.070	1.000

注: ** 代表极显著相关($P<0.01$), * 代表显著相关($P<0.05$)。

2.3 观赏性状的主成分分析

由表 4 可知,以特征根大于 1 为标准,确定 5 个主成分,累计贡献率达到 69.464%。第 1 主成分特征根为 3.606,贡献率为 25.757%;第 2 主成分特征根为 2.046,贡献率为 14.613%;第 3 主成分特征根为 1.614,贡献率为 11.527%;第 4 和第 5 主成分特征根分别为 1.323 和 1.136,贡献率分别为 9.453%和 8.114%。

进一步分析各个主成分的成分组成,由表 5 可知,第一主成分主要由植株高度、茎粗度、叶长、叶宽和花径决定;第二主成分主要由叶柄角度、叶片长宽比和单株花朵数决定;第三主成分主要由花色和叶色决定;第四主成分主要由曲直性和节间长度决定;第五主成分中各性状表现均一,无突出性状。

根据主成分分析对所有资源材料进行评价,

观赏性状排名前五的品种分别为 04-se-49-1、比华丽 A36、04-se-253-9、04-se-171-10 和 04 组 38；观赏性状排名后五的品种为繁星、比华丽 A35、黄月、比华丽 A34 和赤小；其余品种评价居中(表 6)。

表 4 观赏性状的主成分分析

主成分	初始特征值		
	特征根	贡献率	累积贡献率%
1	3.606	25.757	25.757
2	2.046	14.613	40.370
3	1.614	11.527	51.897
4	1.323	9.453	61.350
5	1.136	8.114	69.464
6	0.984	7.029	76.494
7	0.784	5.600	82.094
8	0.675	4.824	86.918
9	0.580	4.145	91.062
10	0.575	4.109	95.171
11	0.348	2.484	97.655
12	0.196	1.403	99.059
13	0.129	0.920	99.978
14	0.003	0.022	100.000

表 5 主成分各组分分析

性状	组分 1	组分 2	组分 3	组分 4	组分 5
花色	－0.231	0.169	0.798	0.142	0.289
茎曲直性	－0.480	－0.216	－0.111	0.583	－0.124
茎强度	0.057	0.550	－0.338	0.139	0.471
叶色	－0.258	－0.372	－0.600	0.110	0.383
花径	0.449	－0.140	0.334	－0.290	0.086
茎粗度	0.731	0.326	0.001	0.012	－0.007
节间长度	0.392	－0.232	0.382	0.610	－0.124
植株高度	0.763	0.200	－0.280	0.099	0.316
叶柄角度	0.229	－0.640	0.026	－0.224	0.317
叶片长	0.901	－0.157	－0.139	0.109	－0.263
叶片宽	0.789	－0.421	－0.119	0.247	－0.117
叶片长宽比	0.285	0.602	－0.108	－0.284	－0.368
叶片厚	0.442	－0.122	0.321	－0.188	0.428
单株花朵数	0.131	0.565	0.077	0.477	0.206

2.4 观赏性状的聚类分析

将 35 个多头切花夏菊所观察记录的观赏性状指标进行范围-1 至 1 的标准化处理后,采用组间链接法,利用 SPSS 22.0 软件对除花色外的 13

项观赏性状进行系统聚类分析,由图 1 可知,在欧式平方距离为 20 的分类线下,35 个多头切花夏菊品种被聚成 4 类,具体分类情况详见表 7。

表 6 主成分评分与排名

排名	名称	主成分评分
1	04-se-49-1	1.0680
2	比华丽 A36	1.0120
3	04-se-253-9	0.6628
4	04-se-171-10	0.5466
5	04 组 38	0.4670
6	比华丽 A37	0.4516
7	04-se-174-81	0.4450
8	06-se-88-5	0.3779
9	比华丽 D5	0.2882
10	04 组 42	0.2268
11	06-se-213-1-1	0.2017
12	G30	0.1956
13	06-se-89-2	0.1930
14	06-se-103-1	0.1869
15	04 组 43	0.1836
16	04-se-171-41	0.1484
17	06-se-88-6-1	0.1428
18	06-se-103-4	0.1151
19	04-se-171-25	－0.0034
20	06-se-3-1	－0.0357
21	06-se-259-1	－0.0498
22	06-se-260-2	－0.1144
23	赤贝壳	－0.1364
24	06-se-185-4-2	－0.2642
25	C252(3)-1	－0.3266
26	比华丽	－0.3410
27	C257	－0.3513
28	六月红小	－0.4579
29	黄翠	－0.5198
30	护士	－0.5352
31	赤小	－0.6023
32	比华丽 A34	－0.6111
33	黄月	－0.7469
34	比华丽 A35	－0.8530
35	繁星	－0.9638

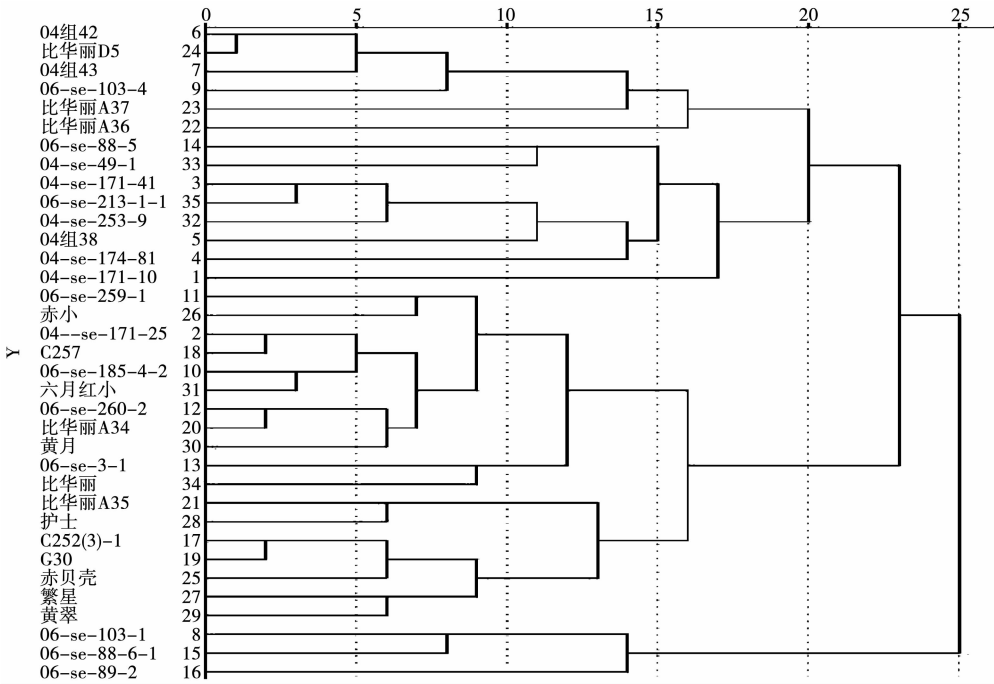


图 1 35 个多头切花夏菊品种的聚类分析

表 7 聚类分析分类结果

分类	包含品种
第一大类	04-se-171-10、04-se-171-41、04-se-174-81、04 组 38、06-se-88-5、04-se-253-9、04-se-49-1、06-se-213-1-1
第二大类	04-se-171-25、06-se-185-4-2、06-se-259-1、06-se-260-2、06-se-3-1、C252(3)-1、C257、G30、比华丽 A34、比华丽 A35、赤贝壳、赤小、繁星、护士、黄翠、黄月、六月红小、比华丽
第三大类	04 组 42、04 组 43、06-se-103-4、比华丽 A36、比华丽 A37、比华丽 D5
第四大类	06-se-103-1、06-se-88-6-1、06-se-89-2

对聚类分析后的 4 组资源各指标均值进行比较,结果详见表 8,第一组中的植株高度偏高,节间长度偏低,花径大小偏小,茎曲直性偏高,茎粗度最高,茎强度最高,叶柄角度最少,叶色偏低,叶片长宽比最高,叶长偏低,叶宽偏低,叶厚偏低,单株花朵数最高;第二组中植株高度最低,节间长度最低,花径大小最小,茎曲直性最强,茎粗度较低,茎强度较弱,叶柄角度较低,叶色较浓绿,叶片长宽比偏低,叶长、叶宽和叶厚均为最低,单株花朵数偏低;第三组中植株高度偏高,节间长度最高,花径大小偏低,茎曲直性最弱,茎粗度较强,茎强度最弱,叶柄角度较大,叶色最差,叶片长宽比较大,叶长较高,叶宽较高,叶厚最大,单株花朵数较多;第四组中植株高度最高,节间长度偏高,花径大小最大,茎曲直性较弱,茎粗度较弱,茎强度较强,叶柄角度最大,叶色最好,叶片长宽比最小,叶长最高,叶宽最高,叶厚较大,单株花朵数最少。

表 8 聚类分析各组均值

性状	第 1 组	第 2 组	第 3 组	第 4 组
植株高度/cm	120.18	87.71	108.67	129.93
节间长度/cm	10.15	9.74	15.16	14.46
花径/cm	4.55	4.22	4.82	5.25
茎曲直性	2.38	2.83	2.17	2.33
茎粗度/mm	6.58	4.75	6.23	5.51
茎强度	2.38	1.56	1.00	2.00
叶柄角度/°	42.00	50.72	62.17	79.00
叶色	2.00	3.22	1.50	4.33
叶片长/cm	7.46	5.73	8.07	8.20
叶片宽/cm	5.26	4.29	5.73	6.40
叶片长宽比	1.43	1.34	1.41	1.27
叶片厚/mm	4.04	3.17	4.26	4.13
单株花朵数/个	12.88	8.83	10.83	7.00

3 结论与讨论

目前多头夏菊的分子育种研究主要集中于开花基因的研究^[1-4],未来可以考虑将分子育种与花

色或者抗寒抗病性等性状联系起来,培育出适合本国栽培,国内外人们喜欢的切花菊新品种。

多头切花夏菊由于自身生长特性,需要从种苗繁育、田间生长控制、开花调节控制、病虫害防治、采收包装等各方面进行管理^[6],需要考虑各地区的栽培环境^[7],同时需要耗费大量的人力物力。资源表型性状的综合评价只是其中一个方面,应该结合各地区田间生产和市场认可情况进行研究。

多头切花夏菊不同品种间性状差异性较大,各项变异系数均超过15%,表明多头切花夏菊各个性状具有丰富的遗传变异性。通过相关分析发现,多头夏菊的观赏性状之间均存在一定的相关性,因此在进行多头夏菊品种选育时应综合考虑多方面因素。通过主成分分析,可以将35个多头切花夏菊的14个性状分为5个主成分。通过主成分评分结果表明,排名前五的品种分别为04-se-49-1、比华丽 A36、04-se-253-9、04-se-171-10、04组38。排名后五的品种为繁星、比华丽 A35、黄月、比华丽 A34、赤小。通过聚类分析,结合实际可以将多头切花夏菊品种分为4组:第一组单株花朵数最多,茎秆粗壮的品种,适宜做优质

观赏品种或者遗传育种使用;第二组属于矮株,小叶品种,适宜做家庭盆栽;第三组株高偏高,叶色一般,单株花朵较多,可用作切花菊销售;第四组属于少花、叶长、高株品种,可用作造型园艺使用。

参考文献:

- [1] 任莉萍. 基于转录组夏菊花芽分化和菊花脑低温响应的优异基因挖掘[D]. 南京:南京农业大学,2015.
- [2] 王恒. 蔗糖诱导 *CmFTL2* 调控夏菊开花的分子机理研究[D]. 南京:南京农业大学,2017.
- [3] 刘涛. 菊花 *CmBBX7* 基因克隆及功能分析[D]. 南京:南京农业大学,2017.
- [4] 展妍丽. 夏菊再生体系建立与 *FLC* 功能的初步研究[D]. 南京:南京农业大学,2015.
- [5] 孔令接,陈言博,王亚琴. 不同夏菊品种的耐热性研究[J]. 园艺学报,2019,46(12):2437-2448.
- [6] 方连明,卜顺法,汤桂钧,等. 上海地区出口优质夏菊栽培技术[J]. 上海农业科技,2018(4):90-92.
- [7] 张海平. 银川市三种园林花卉引种及抗逆性评价[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2015.
- [8] 李森,赵平,姜蓉,等. 鲜切菊花品种‘Cedis’多头小菊和‘Country’多头菊养分需求特性研究[J]. 园艺学报,2018,45(3):591-598.
- [9] 王二虎,赵艳莉,刘金平. 温度因素对菊花花期调控的影响研究[J]. 陕西农业科学,2016,62(11):53-55,98.
- [10] 华小平,葛徐芳,郑宁,等. 设施切花菊一年三种三收高产高效栽培技术[J]. 现代园艺,2016(24):39-40.

Diversity Analysis and Comprehensive Evaluation of Ornamental Characters in Multi Headed Cutting Summer Chrysanthemum Germplasm Resources

YE Fu-min, HOU Zhong, ZHANG Xiao-bo, ZHANG Wen-yang, MA Ce

(Liaoning Cash Crop Institute, Liaoyang 111000, China)

Abstract: In order to promote variety selection and functional gene mining of Summer Chrysanthemum with multiple cut flowers, this study selected 35 resource materials of multi-headed cut flower summer chrysanthemum, investigated 14 main ornamental traits such as flower diameter, flower color and leaf color, etc., and carried out diversity analysis and comprehensive evaluation based on this. The results showed that there were abundant ornamental trait diversity among different varieties of cut-flower summer chrysanthemum, and various trait indexes also have different degrees of correlation. Principal component analysis was performed on all ornamental traits, with feature roots greater than 1 as the standard to determine 5 principal components. Each variety was evaluated based on the principal component score. The top five varieties with ornamental traits were 04-se-49-1, Bihuali A36, 04-se-253-9, 04-se-171-10 and 38 of Group 04. Through cluster analysis, the multi-headed cut summer chrysanthemum varieties were divided into 4 groups; the first group was the varieties with the largest number of flowers per plant and strong stem, which were suitable for high-quality ornamental varieties or genetic breeding; the second group belongs to dwarf plants, small-leaf varieties, suitable for family potting; the third group had high plant height and average leaf color, and there were many flowers per plant, which could be used for the sale of cut flowers and chrysanthemums; the fourth group belonged to the varieties with few flowers, long leaves and tall plants, which could be used for modeling gardening.

Keywords: multi headed cutting summer chrysanthemum; ornamental characters; diversity analysis; principal component analysis; cluster analysis; comprehensive evaluation