

20 个菊花品种花瓣的营养品质分析

金潇潇, 陈发棣, 陈素梅, 房伟民

(南京农业大学 园艺学院, 江苏 南京 210095)

摘要: 对 20 个菊花 *Dendranthema × grandiflorum* 品种花瓣的营养成分进行测定, 从观赏菊中筛选出营养品质优良的品种, 以丰富食用菊品种群。选取中花型, 瓣性高的 17 个观赏菊品种及 3 个食用菊品种, 对盛花期花瓣的可溶性糖、可溶性蛋白、水分、维生素 C、有机酸、粗纤维、15 种氨基酸及 6 种矿质元素的质量分数进行测定。用主成分分析法, 将测定的 17 个观赏菊品种与 3 个食用菊品种的营养品质进行比较分析, 筛选出营养品质优良的品种。20 个菊花品种的花瓣中含有 7 种人体必须氨基酸, 8 种药用氨基酸和 4 种增香剂氨基酸。各品种可溶性糖质量分数为 47.7 ~ 84.4 g·kg⁻¹, 可溶性蛋白质量分数为 4.3 ~ 14.4 g·kg⁻¹, 维生素 C 质量分数为 0.178 5 ~ 0.678 8 g·kg⁻¹, 水分为 83.72% ~ 91.02%, 粗纤维质量分数为 7.5 ~ 34.1 g·kg⁻¹, 有机酸质量分数为 0.7 ~ 4.4 g·kg⁻¹。各矿质元素质量分数分别为锌 18 ~ 74 mg·kg⁻¹, 铁 118 ~ 1 144 mg·kg⁻¹, 镁 1.3 ~ 2.0 g·kg⁻¹, 钙 2.5 ~ 6.8 g·kg⁻¹, 钠 58 ~ 322 mg·kg⁻¹, 钾 20.1 ~ 42.7 g·kg⁻¹。3 个食用菊品种的营养品质存在很大差异, 以‘精兴久映’最佳; 观赏菊品种‘香槟紫’的营养品质好于‘精兴久映’, DF-6 和‘秋韵’的营养品质也较高, 可以作为优良的食用品种。表 6 参 16

关键词: 园艺学; 菊花; 花瓣; 营养品质; 主成分分析

中图分类号: S682.1; TS201.2

文献标志码: A

文章编号: 1000-5692(2010)01-0022-08

Nutrition in 20 cultivars of chrysanthemum

JIN Xiao-xiao, CHEN Fa-di, CHEN Su-mei, FANG Wei-min

(College of Horticulture, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, Jiangsu, China)

Abstract: To enrich edible cultivars of chrysanthemum (*Dendranthema × grandiflorum*), nutritional composition of 20 cultivars was studied. Content of soluble sugars, soluble proteins, water, vitamin C, organic acid, coarse fiber, 15 types of amino acids, and six types of mineral elements was determined in inflorescences of 17 ornamental cultivars and three commercially edible cultivars consisting of mid-sized flowers with a large number of florets per inflorescence. A principle component analysis was used to evaluate nutritional quality. Essential amino acids for humans (7 types), medical amino acids (8 types), and aroma-improving amino acids (4 types) were detected in the 20 cultivars with a range of content for soluble sugars of 47.7 - 84.4 g·kg⁻¹, soluble proteins of 4.3 - 14.4 g·kg⁻¹, vitamin C of 0.178 5 - 0.678 8 g·kg⁻¹, water of 83.72% - 91.02%, coarse fiber of 7.5 - 34.1 g·kg⁻¹, and organic acid of 0.7 - 4.4 g·kg⁻¹. Also found were zinc at 18 - 74 mg·kg⁻¹, iron at 118 - 1 144 mg·kg⁻¹, magnesium at 1.3 - 2.0 g·kg⁻¹, calcium at 2.5 - 6.8 g·kg⁻¹, sodium at 58 - 322 mg·kg⁻¹, and potassium at 20.1 - 42.7 g·kg⁻¹. For nutritional quality among the three commercial edible cultivars ('Baohuatangyijing' 'Zifengmudan' 'Jingxingjiuying'), 'Jinxingjiuyin' was significantly greater ($P < 0.05$) than the others. However, 'Xiangbinzi', an ornamental cultivar, had higher nutritional quality than 'Jinxingjiuyin'; other ornamental cultivars, namely 'DF-6' and 'Qiuyun' also exhibited good nutritional quality. These ornamental cultivars are promising edible chrysanthemum cultivars. [Ch, 6 tab. 16 ref.]

收稿日期: 2009-01-18; 修回日期: 2009-04-15

基金项目: 教育部新世纪优秀人才支持计划项目(NCET-06-0489)

作者简介: 金潇潇, 从事观赏植物遗传育种研究。E-mail: jinxiaoxiao@jit.edu.cn。通信作者: 陈发棣, 教授, 博士生导师, 从事观赏植物遗传育种研究。E-mail: chenfd@njau.edu.cn

Key words: horticulture; chrysanthemum; petal; nutritional quality; principle component analysis

近年来, 国内外一股清新典雅的食花风悄然兴起, 食用花卉作为一种无污染的绿色食品受到人们的青睐。在一些欧美国家及日本, 通过改良培育的可食用花卉品种已达数百种, 如月季 *Rosa chinensis*, 樱花 *Cerasus* spp., 菊花 *Dendranthema × grandiflorum* 等^[1-2]。菊花是中国十大传统名花和世界四大切花之一, 花色丰富, 品种繁多, 具有观赏、食用以及药用等多种价值^[3]。早在《神农本草经》中就有记载: 菊花“久服利血气, 轻身, 耐老延年”。菊花品种达 3 000 个以上^[4], 但多为观赏菊品种, 食用菊品种极少, 从观赏菊中筛选出营养品质优良的品种, 可以丰富食用菊品种群。植物营养品质的研究主要集中在小麦 *Triticum*, 玉米 *Zea mays* 等大田作物和白菜 *Brassica campestris*, 萝卜 *Raphanus sativus* 等蔬菜作物上^[5-7], 对观赏植物营养品质的研究较少。王芳等^[8]测定了可食用性月季花瓣和花蕊的常规营养成分, 对菊花营养品质和口感品质的研究鲜有报道。本研究选取中花型、瓣性高的 17 个观赏菊品种和 3 个食用菊品种, 测定其花瓣的可溶性糖、可溶性蛋白、水分、维生素 C、有机酸、粗纤维、氨基酸及 6 种矿质元素质量分数。用主成分分析法, 比较品种间营养品质差异, 从观赏菊中筛选出营养品质优良的品种, 以丰富食用菊品种群。

1 材料和方法

1.1 试验材料

供试的 20 个菊花品种均来自南京农业大学“中国菊花种质资源保存中心”, 其主要性状见表 1,

表 1 20 个菊花品种花器的植物学性状

Table 1 Botanical characteristics of inflorescences of 20 cultivars of chrysanthemum

品 种	代号	花色	花径/cm	外轮瓣长/cm	外轮瓣宽/cm	花瓣数/个
宝华唐衣锦 ‘Baohuatangyijing’	S1	橙	9.6	5.6	1.1	120
紫凤牡丹 ‘Zifengmudan’	S2	红	9.2	5.0	0.6	120
精兴久映 ‘Jingxingjiuying’	S3	紫	6.5	4.5	0.6	160
早黄 ‘Zaohuang’	G1	黄	5.7	2.7	0.8	155
早白 ‘Zaobai’	G2	白	5.0	2.6	0.8	205
常紫 ‘Changzi’	G3	紫	7.0	3.5	0.6	148
Q06-4-1	G4	白	5.8	3.0	1.0	140
海林黄 ‘Hailinhuang’	G5	黄	9.5	4.1	0.5	165
紫大红 ‘Zidahong’	G6	紫	8.2	4.0	1.1	160
钟山紫荷 ‘Zhongshanzihe’	G7	紫	5.0	2.6	0.5	90
九月白 ‘Jiuyuebai’	G8	白	7.8	4.9	0.8	180
秋紫 ‘Qiuzi’	G9	紫	5.2	2.6	0.5	85
Q05-4-8	G10	橙	4.8	2.0	0.5	160
秋韵 ‘Qiuyun’	G11	白	5.4	2.5	0.7	145
香槟紫 ‘Xiangbingzi’	G12	紫	7.8	3.8	1.4	120
史太白 ‘Shitaibai’	G13	白	4.8	2.1	0.6	260
DF-6	G14	黄	7.6	4.7	0.7	304
金陵粉玉兰 ‘Jinlingfenyulan’	G15	粉	4.5	2.3	0.7	105
日本银莲 ‘Ribenyinlian’	G16	白	10.0	5.5	1.2	245
金陵粉莲 ‘Jinlingfenlian’	G17	粉	4.5	2.3	0.6	105

其中,‘宝华唐衣锦’‘紫凤牡丹’和‘精兴久映’为食用菊品种,其余为观赏菊品种。

1.2 试验方法

2007年6月,供试材料扦插苗定植于南京农业大学“中国菊花种质资源保存中心”,9-12月在盛花期(植株中50%以上的花序上花朵开放的时期)取各品种花瓣进行营养含量的测定。氨基酸及矿质元素测定参照张沐新等^[9]方法,只测定1次,其余各个指标重复3次测定,取有效结果的平均值。

1.2.1 测定方法 各品质的测定方法分别为:干物质用烘干称量法测定^[10];维生素C用2,6-二氯酚钠盐滴定法;有机酸用酸碱中和滴定法^[10];可溶性蛋白质用考马斯亮蓝G-250染色法;可溶性糖用蒽酮比色法;粗纤维用酸碱洗涤法^[10];矿质元素采用Parkin Elmer Optimal 2100 DV ICP仪测定;氨基酸采用日立L-8800型氨基酸自动分析仪测定。

1.2.2 统计分析方法 用SPSS 13.0 (Society Product and Solution Service 13.0)软件进行单因素方差分析及主成分分析,并对平均数用Duncan's新复极差法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 可溶性糖、可溶性蛋白、维生素C、水分、粗纤维和有机酸质量分数

由表2可见,可溶性糖质量分数除‘常紫’与Q05-4-8品种间差异不显著外,其余品种间均存在显著差异,其中‘日本银莲’的可溶性糖质量分数最高,为84.0 g·kg⁻¹,‘九月白’最低,为47.7 g·kg⁻¹。

表2 20个菊花品种的部分营养成分和矿质元素质量分数

Table 2 Contents of some nutrient compositions and mineral elements in 20 cultivars of chrysanthemum

代号	部分营养成分质量分数/(g·kg ⁻¹)						矿质元素质量分数/(mg·kg ⁻¹)					
	可溶性糖	可溶性蛋白	维生素C	水分	粗纤维	有机酸	锌	铁	镁	钙	钠	钾
S1	72.4 f	9.0 c	0.379 7 l	881.9 g	29.8 e	2.3 bcd	18	148	1 310	3 583	101	22 790
S2	50.6 n	8.9 c	0.449 5 h	907.7 b	18.2 k	2.7 b	37	299	1 373	3 409	179	30 299
S3	61.0 i	14.3 a	0.647 1 c	890.8 e	25.2 h	2.0 def	34	184	1 406	3 200	141	35 024
G1	53.6 m	8.3 de	0.500 6 g	883.7 f	30.5 de	2.0 def	48	164	1 455	3 816	95	32 686
G2	74.5 e	8.6 cd	0.422 3 i	867.6 j	28.1 f	2.5 bc	44	421	1 854	4 702	322	39 461
G3	55.5 kl	9.8 b	0.698 8 a	871.6 i	26.8 g	1.7 fg	25	179	1 564	2 479	152	39 549
G4	62.0 h	6.4 h	0.178 5 s	859.8 k	32.3 b	1.6 fg	32	149	1 377	2 870	71	24 253
G5	79.4 c	7.5 g	0.239 4 q	852.6 l	7.5 l	1.3 g	82	239	1 627	5 013	58	23 503
G6	52.7 m	10.0 b	0.668 0 b	868.1 j	25.2 h	1.8 ef	45	234	1 661	4 522	98	29 840
G7	55.9 k	8.4 de	0.538 0 e	852.8 l	34.1 a	2.0 def	40	214	1 442	5 188	297	22 503
G8	47.7 o	4.4 j	0.196 9 r	879.7 h	22.8 i	4.4 a	34	134	1 479	2 685	85	25 128
G9	58.2 j	10.1 b	0.618 7 d	837.2 o	31.2 cd	2.2 cde	31	169	1 444	4 765	153	22 540
G10	54.8 l	7.6 fg	0.340 1 m	846.9 n	30.2 e	1.8 ef	48	142	1 584	4 356	97	27 515
G11	72.5 f	8.1 e	0.264 0 p	903.2 c	31.1 cd	2.5 bc	60	258	1 679	3 297	139	42 740
G12	58.4 j	9.6 b	0.509 0 f	899.6 d	22.8 i	1.7 fg	74	1 144	1 914	6 838	192	32 416
G13	81.1 b	8.6 cd	0.411 3 j	878.5 h	22.5 i	0.7 h	29	206	1 628	4 693	96	27 654
G14	78.0 d	9.8 b	0.278 1 o	900.6 d	28.0 f	1.9 def	37	1 040	1 985	2 670	316	31 029
G15	68.8 g	9.9 b	0.395 6 k	867.0 j	31.8 bc	1.6 fg	31	407	1 327	6 297	125	21 654
G16	84.0 a	8.0 ef	0.321 9 n	910.2 a	20.5 j	2.0 def	49	295	1 362	5 482	140	29 166
G17	44.5 p	5.9 i	0.339 7 m	849.7 m	31.5 c	2.5 bc	33	118	1 503	4 777	82	20 104

说明: 统计分析在项目内分别进行, 项目内同列数值不同字母表示差异达5%显著水平。粗纤维和矿质元素质量分数为干质量比, 其余指标为鲜质量比。

可溶性蛋白以食用菊品种‘精兴久映’的质量分数最高, 为 $14.3 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, ‘九月白’最低, 为 $4.4 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。维生素 C 和水分质量分数在各品种间差异均达到了 0.05 显著水平, ‘常紫’的维生素 C 质量分数最高, 达到 $0.698 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, Q06-4-1 的维生素 C 最低, 为 $0.178 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$; 观赏菊品种‘常紫’和‘紫大红’的维生素 C 质量分数比 3 个食用菊品种还高; 各品种的水分含量均在 80% 以上。粗纤维质量分数以‘钟山紫荷’最高, 为 $34.1 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, ‘海林黄’最低, 为 $7.5 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。有机酸质量分数在各品种间差异并不十分显著, 为 $0.7 \sim 4.4 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。

2.2 矿质元素质量分数

从表 2 可以看出, 测定的 20 个菊花品种均含有该 6 种矿质元素, 但质量分数差异较大, 其中各品种锌质量分数为 $18 \sim 74 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, ‘秋韵’最高; 铁质量分数为 $118 \sim 1\,144 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, ‘香槟紫’最高; 镁质量分数为 $1.3 \sim 2.0 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, DF-6 最高; 钙质量分数为 $2.5 \sim 6.8 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, ‘香槟紫’最高; 钠质量分数为 $58 \sim 322 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, ‘早白’最高; 钾质量分数为 $20.1 \sim 42.7 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, ‘秋韵’最高。许多观赏菊品种的矿质元素质量分数高于 3 个食用菊品种。

2.3 氨基酸质量分数

从表 3 可以看出, 菊花花瓣中的氨基酸种类丰富, 在所测的 15 种氨基酸中, 有 7 种人体必需氨基酸、8 种药用氨基酸和 4 种增香剂氨基酸。在不同品种间, 人体必需氨基酸含量占总氨基酸含量的 $43.20\% \sim 48.99\%$, 各品种均以组氨酸及胱氨酸的质量分数为最高, 其次是丙氨酸和苯丙氨酸, 苏氨

表 3 20 个菊花品种的氨基酸质量分数

Table 3 Contents of amino acids in 20 cultivars of chrysanthemum

代号	氨基酸质量分数/($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)																	必需氨基酸 占总量/%
	丙氨酸	丝氨酸	甘氨酸	胱氨酸	苏氨酸	蛋氨酸	异亮氨酸	天冬氨酸	亮氨酸	酪氨酸	苯丙氨酸	组氨酸	精氨酸	赖氨酸	谷氨酸	必需氨基酸	总氨基酸	
S1	23.7	14.0	9.5	63.6	4.4	23.6	5.6	12.9	19.2	9.0	13.4	52.2	6.2	11.1	45.7	135.7	314.1	43.20
S2	63.6	20.3	17.4	80.6	4.2	34.9	6.0	23.4	35.2	10.6	21.4	120.4	10.6	21.3	50.6	254.0	520.5	48.80
S3	52.5	21.0	19.2	90.1	4.4	35.6	8.0	21.0	37.2	13.5	26.1	98.3	11.8	18.8	50.7	240.2	508.2	47.26
G1	41.3	18.1	15.0	72.6	4.5	33.3	5.3	21.7	31.6	11.3	20.3	78.6	8.8	19.9	52.4	202.3	434.7	46.54
G2	17.9	14.7	6.4	38.3	4.4	19.2	5.4	10.1	15.5	6.5	9.2	40.2	4.3	5.2	40.6	103.4	237.9	43.46
G3	31.9	15.0	12.6	61.9	4.0	29.3	5.7	17.2	27.2	9.6	16.9	60.3	7.4	14.1	41.3	164.9	354.4	46.53
G4	26.9	18.5	15.1	73.9	5.1	35.5	7.3	21.8	35.4	12.4	21.5	66.7	8.0	12.8	52.2	192.3	413.1	46.55
G5	24.8	12.7	10.8	52.0	4.0	25.7	4.7	14.4	23.8	8.3	14.3	44.2	7.3	9.3	42.8	133.3	299.1	44.57
G6	34.0	17.7	14.8	69.7	4.6	34.1	7.4	21.4	31.6	10.0	18.6	62.6	7.5	10.5	52.9	176.9	397.4	44.51
G7	24.0	16.2	13.3	66.6	5.3	31.7	6.6	19.3	30.6	1.13	18.9	58.8	8.0	12.7	46.2	172.6	369.5	46.71
G8	36.9	17.5	15.2	67.2	4.3	33.5	6.2	19.3	30.2	9.2	20.8	73.8	8.5	17.2	50.9	194.5	410.7	47.36
G9	31.3	16.2	13.5	66.3	4.8	31.4	6.8	19.8	30.3	10.1	17.8	56.4	8.0	12.9	42.8	168.4	368.4	45.71
G10	34.5	17.2	14.3	70.6	4.4	33.5	5.2	20.5	31.8	10.3	20.2	73.2	8.9	15.3	52.4	192.5	412.3	46.69
G11	46.4	20.7	18.4	82.2	4.6	37.8	6.1	23.0	35.9	12.4	23.6	117.0	9.7	20.9	63.0	255.6	521.7	48.99
G12	46.2	20.6	17.7	85.0	4.5	38.0	6.6	24.0	36.5	13.1	23.6	110.3	10.2	18.3	57.8	248.0	512.4	48.40
G13	32.7	17.3	14.4	71.5	4.5	32.5	5.7	20.0	30.6	10.3	19.2	55.8	8.4	15.9	44.6	172.6	383.4	45.02
G14	39.5	19.4	15.6	77.4	4.6	35.8	5.9	22.6	34.4	12.9	21.0	66.7	10.3	18.2	51.1	196.9	435.4	45.22
G15	32.3	16.7	14.0	70.6	4.4	32.6	5.8	19.7	30.6	10.0	18.2	68.3	8.7	11.1	51.2	179.7	394.2	45.59
G16	41.5	18.1	15.9	74.3	4.3	34.2	6.3	21.2	33.4	11.6	20.6	86.0	8.7	19.0	54.6	212.5	449.7	47.25
G17	35.0	18.7	15.8	75.2	4.5	34.7	6.4	22.2	34.9	12.0	21.8	87.3	9.5	18.5	49.3	217.6	445.8	43.20

说明: 氨基酸质量分数为干质量比值。

酸的质量分数最低。

2.4 不同菊花品种主成分特征值、贡献率及累计贡献率分析

采用主成分分析法,从样本相关矩阵出发,对原始数据进行标准化处理后,计算各性状的特征值和方差贡献率,以性状特征值累积方差贡献率达85%以上为依据,确定主成分的个数。再根据各性状的特征向量,列出主成分的函数表达式,然后计算其主成分值,对测得的20个菊花品种的各营养成分进行综合评价。由表4可知,第1主成分贡献率为43.92%,第2主成分贡献率为12.56%,第3主成分贡献率为9.46%,第4主成分贡献率为7.62%,第5主成分贡献率为6.12%,第6主成分贡献率为4.61%。前6个主成分的累计贡献率为85.06%,表明前6个主成分已经代表了全部性状的85.06%的综合信息。因此,选取前6个主成分作为菊花营养品质的重要主成分。

2.5 不同菊花品种主成分分析因子载荷阵分析

由表5可见,负载荷数高表明第1主成分主要反映的是菊花花瓣中各种氨基酸含量高低的综合指标;第2主成分主要负载的是粗纤维和苏氨酸2个指标;第3主成分主要反映的是矿质元素镁、钠、铁、钾的质量分数;第4主成分主要反映的是可溶性蛋白及维生素C质量分数;第5主成分反映的是矿质元素钙及锌质量分数;第6主成分中可溶性糖的正相关系数较大,有机酸的负相关系数较大,说明第6主成分主要反映的是菊花花瓣口感酸甜度品质的指标。

2.6 不同菊花品种各主成分值及品质得分比较

各品种主成分值见表6,根据公式 $\sum \lambda_i u_i$ (λ :主成分贡献率, u :各品种主成分值, i :1~4),求出所有品种的综合营养品质得分(表6)。从表6可以看出,3个食用菊品种的营养品质存在很大差异,以‘精兴久映’最佳;观赏菊品种‘香槟紫’的营养品质好于‘精兴久映’,DF-6和‘秋韵’的营养品质也较高,可以作为优良的食用品种;营养价值较低的为‘海林黄’和‘早黄’等品种。

表4 主成分特征值、贡献率及累计贡献率

Table 4 Eigenvalue, contribution ratio and cumulative contribution ratio of principal components

主成分	特征值	贡献率/%	累计贡献率/%
第1主成分	11.86	43.92	43.92
第2主成分	3.39	12.56	56.48
第3主成分	2.55	9.46	65.94
第4主成分	2.06	7.62	73.56
第5主成分	1.65	6.12	79.68
第6主成分	1.25	4.61	84.29

表5 主成分分析因子载荷阵

Table 5 Load factors in principal components analysis

因素	第1主成分	第2主成分	第3主成分	第4主成分	第5主成分	第6主成分
可溶性糖	-0.106 5	-0.254 2	0.231 9	-0.151 5	-0.061 7	0.866 0
可溶性蛋白	0.201 2	-0.022 8	0.118 0	0.877 3	-0.044 4	0.314 7
维生素C	-0.003 2	0.123 1	0.038 3	0.928 7	0.069 9	-0.188 0
水分含量	0.415 8	-0.493 8	0.266 2	0.047 3	-0.406 1	0.163 7
粗纤维	-0.017 7	0.810 4	0.101 2	0.0605	-0.257 2	-0.148 8
有机酸	0.106 5	-0.086 5	-0.027 1	-0.304 4	-0.399 0	-0.718 7
锌	0.018 6	-0.506 6	0.348 7	-0.173 5	0.597 8	-0.025 1
铁	0.313 2	-0.098 1	0.763 0	-0.001 4	0.243 9	0.179 4
镁	0.155 5	-0.132 0	0.848 0	-0.088 8	0.186 7	0.045 9
钙	-0.076 8	-0.047 7	0.096 8	0.101 0	0.815 4	0.125 3
钠	0.134 0	0.212 1	0.783 2	0.187 2	-0.145 3	0.033 8
钾	0.267 0	-0.358 0	0.505 6	0.292 8	-0.409 3	-0.038 6
丙氨酸	0.834 8	-0.401 3	0.021 6	0.212 4	-0.171 0	-0.127 4

续表 5

因素	第 1 主成分	第 2 主成分	第 3 主成分	第 4 主成分	第 5 主成分	第 6 主成分
丝氨酸	0.934 7	0.031 6	0.075 4	0.103 5	- 0.130 0	- 0.096 2
甘氨酸	0.987 6	- 0.026 6	- 0.006 8	0.031 6	0.021 1	- 0.013 9
脯氨酸	0.963 5	0.068 9	- 0.009 4	0.106 3	- 0.039 5	0.115 4
苏氨酸	0.158 7	0.872 0	- 0.029 4	0.010 4	0.067 1	0.034 1
蛋氨酸	0.953 5	0.150 2	0.076 3	- 0.100 6	0.114 8	- 0.003 3
异亮氨酸	0.517 8	0.440 9	- 0.185 7	0.343 0	0.061 4	- 0.110 7
天冬氨酸	0.934 4	0.150 9	0.080 7	- 0.043 5	0.122 4	- 0.028 1
亮氨酸	0.959 8	0.152 8	0.012 9	- 0.030 2	0.129 5	0.018 8
酪氨酸	0.888 1	0.271 5	0.156 1	0.044 3	0.018 6	0.211 4
苯丙氨酸	0.974 0	0.086 3	- 0.014 8	- 0.012 6	0.011 6	- 0.014 8
组氨酸	0.870 9	- 0.276 0	0.024 2	0.036 9	- 0.072 9	- 0.218 5
精氨酸	0.926 8	- 0.084 6	0.038 1	0.088 0	0.013 8	0.053 9
赖氨酸	0.864 5	- 0.183 2	0.088 7	- 0.086 4	- 0.264 7	- 0.050 0
谷氨酸	0.795 4	- 0.061 9	0.050 6	- 0.187 9	- 0.001 0	- 0.026 6

表 6 各菊花品种的主成分值与营养品质得分

Table 6 Scores of principal components and comprehensive scores of nutritional quality evaluation in different chrysanthemum cultivars

代号	第 1 主成分	第 2 主成分	第 3 主成分	第 4 主成分	第 5 主成分	第 6 主成分	得分
S1	- 1.423 0	0.090 8	- 0.715 9	0.004 4	- 1.397 1	0.795 6	- 0.729 8
S2	1.078 8	- 1.537 1	- 0.619 4	0.467 7	- 0.745 5	- 1.033 7	0.164 5
S3	1.396 2	- 0.293 4	- 0.980 2	2.349 5	- 0.704 1	0.438 9	0.639 8
G1	0.227 2	- 0.115 1	0.089 4	1.064 3	- 1.197 8	- 0.248 1	- 1.137 5
G2	- 2.491 7	- 0.393 8	0.386 1	0.701 8	- 0.646 0	- 0.954 8	- 0.287 8
G3	- 0.914 6	- 0.360 7	2.026 1	0.187 7	- 0.534 5	- 0.303 7	0.090 1
G4	0.406 5	1.808 4	- 0.989 3	- 1.349 3	- 0.186 9	0.775 1	0.233 7
G5	- 1.402 0	- 2.026 1	- 0.420 1	- 0.856 5	1.785 8	0.936 2	- 0.822 7
G6	- 0.046 0	0.293 8	- 0.167 5	1.213 6	0.960 9	- 0.713 0	0.119 2
G7	- 0.400 8	2.131 1	0.547 1	0.256 0	0.641 5	- 0.360 2	0.185 5
G8	0.073 9	- 0.451 5	- 0.587 4	- 1.852 1	- 0.916 5	- 2.105 5	- 0.374 1
G9	- 0.454 6	1.205 1	- 0.451 3	0.995 3	0.604 4	- 0.439 6	0.001 5
G10	0.019 5	0.083 5	- 0.286 6	- 0.660 2	0.595 5	- 0.423 0	- 0.041 4
G11	1.288 4	- 0.459 9	0.620 3	- 0.950 4	- 0.951 9	0.044 8	0.438 2
G12	1.261 7	- 0.601 6	1.727 8	0.362 6	2.159 9	- 0.478 3	0.779 8
G13	- 0.142 8	- 0.088 1	- 0.494 8	- 0.005 1	0.039 7	1.934 1	- 0.029 3
G14	0.559 1	0.609 2	2.381 7	- 0.681 8	- 1.017 8	1.249 5	0.490 7
G15	- 0.171 5	0.346 0	- 0.634 2	0.191 0	0.795 5	0.801 5	0.008 4
G16	0.580 8	- 0.979 8	- 0.552 9	- 0.517 6	0.008 5	1.254 8	0.098 7
G17	0.554 9	0.739 3	- 0.878 9	- 0.920 8	0.706 3	- 1.170 6	0.172 6

3 讨论

药用菊花营养成分的研究较多^[4,11], 药用菊花中含有丰富锌、硒、铁和铜等微量元素及 17 种氨基酸, 但食用菊营养品质方面的研究还鲜见报道。迄今, 食用菊品种还较单一, 主要有‘阿房宫’‘山园 K1 号’‘延命乐’‘精兴久映’等, 多从国外引进栽培^[12]。本研究选用的 3 个食用菊品种从广东小榄引进, 其中‘紫凤牡丹’和‘宝华唐衣锦’为地方传统品种, 但从研究结果来看, 其营养品质并不高, 而日本品种‘精兴久映’的营养品质优良, 表明中国仅有的少数食用品种还缺乏营养品质评价。在 17 个供试观赏菊品种中, ‘香槟紫’的营养品质高于食用菊品种‘精兴久映’, DF-6 和‘秋韵’的营养品质也较高, 均可以作为食用品种, 说明在大量观赏菊品种中可以筛选出许多可作为食用的品种。

观赏菊品种众多, 花瓣、花型丰富, 其中花色鲜艳、中花型、复瓣类的观赏菊品种适宜作为食用菊品种。观赏菊品种的花瓣中含有高质量分数的维生素 C 及一定量的膳食纤维, 维生素 C 具有清除体内自由基, 预防癌症的作用; 膳食纤维有其不可缺少的维护人类健康的作用, 被认定为第七营养素, 在肠道里能吸收水分, 刺激肠道蠕动, 可以预防和治疗动脉硬化、冠心病等心血管疾病; 花瓣中富含的矿质元素钾能调节细胞内液的渗透压, 调节 pH 值, 维持神经、肌肉的兴奋性; 钙是骨骼的主要组成成分, 直接影响人体的生长发育; 镁具有维持核酸结构的稳定性, 激活人体各种酶的作用^[13]。观赏菊作食用时, 不仅含有丰富的矿质元素、氨基酸、维生素, 而且感官价值较高, 观赏兼食用菊花品种的开发利用还能推动观光旅游农业的发展。

目前, 在许多蔬菜等作物营养品质分析时, 矿质元素与氨基酸测定均采用先进仪器获取数据, 其稳定性高, 此外, 由于测定费用比较昂贵, 所以一般很少设重复, 如宋廷宇等^[14]在对不同品种薹菜 *Brassica campestris* ssp. *chinensis* var. *ntilis* 的氨基酸分析, 张沐新等^[9]测定天泡子 *Physalis pubescens* 果实中 22 种无机元素和 16 种氨基酸时均只测定 1 次。本研究也采用了相同方法。主成分分析在复杂综合性状分析和育种时常被使用, 如郭爱华等^[15]将主成分分析应用于杏 *Armeniaca vulgaris* 抗寒品种的选育, 卞贵建等^[16]通过主成分分析树莓 *Rubus* spp. 经济性状并进行优种选择。本研究对 20 个菊花品种花瓣中各营养成分进行主成分分析, 发现可以综合反映出各品种的营养品质高低, 主成分分析可作为食用花卉营养品质的一种评价方法。

参考文献:

- [1] 张怡, 梁静, 郑宝东. 我国 13 种食用花卉加工品质和保健品质的研究[J]. 福建农业学报, 2005, 20 (增刊): 113 - 116.
ZHANG Yi, LIANG Jing, ZHENG Baodong. Processing quality and health-caring quality of thirteen edible flowers in China [J]. *Fujian J Agric Sci*, 2005, 20 (supp): 113 - 116.
- [2] 曹明菊, 郑晓燕. 我国食用花卉的研究现状及发展前景[J]. 南方农业, 2007 (4): 56 - 58.
CAO Mingju, ZHENG Xiaoyan. Development and research actuality of edible flowers in China [J]. *South China Agric*, 2007 (4): 56 - 58.
- [3] 汪志君. 菊花营养价值的初步研究[J]. 农业工程学报, 1995, 11 (3): 188 - 191.
WANG Zhijun. Study on the nutritional value of chrysanthemum [J]. *Trans Chin Soc Agric Eng*, 1995, 11 (3): 188 - 191.
- [4] 李鸿渐, 邵建文. 中国菊花品种资源的调查收集与分类[J]. 南京农业大学学报, 1990, 13 (1): 30 - 36.
LI Hongjian, SHAO Jianwen. Investigation collection and classification of chrysanthemum cultivars in China [J]. *J Nanjing Agric Univ*, 1990, 13 (1): 30 - 36.
- [5] 白永新, 陈保国, 张润生, 等. 普通玉米品质育种的现状分析与综合评价[J]. 玉米科学, 2003, 11 (2): 50 - 53.
BAI Yongxin, CHEN Baoguo, ZHANG Runsheng, et al. The situation analysis and integrated evaluation of quality breeding in normal corn [J]. *J Maize Sci*, 2003, 11 (2): 50 - 53.
- [6] 王玉刚, 徐巍, 冯辉, 等. 几个不结球白菜品种营养品质比较[J]. 北方园艺, 2006 (1): 15 - 16.
WANG Yugang, XU Wei, FENG Hui, et al. Comparison of nutrient quality characters in Non-heading Chinese cabbage varieties [J]. *North Hortic*, 2006 (1): 15 - 16.

- [7] 张部昌, 袁华玲, 刘才宇. 安徽萝卜品种资源营养品质分析与评价[J]. 中国种业, 1999(2): 41 - 42.
ZHANG Bulchang, YUAN Hualing, LIU Caiyu. Analysis and assessment of nutritional quality on variety germplasm of radish in Anhui [J]. *China Seeds*, 1999 (2): 41 - 42.
- [8] 王芳, 杨永莉. 可食用花卉——月季营养成分分析[J]. 山西农业大学学报, 2006, **26** (1): 183 - 185.
WANG Fang, YANG Yongli. Nutrient analysis of edible *Rosa chinensis*[J]. *J Shanxi Agric Univ*, 2006, **26**(1): 183 - 185.
- [9] 张沐新, 杨晓虹, 周小平, 等. 天泡子果实无机元素和氨基酸的测定[J]. 吉林大学学报: 医学版, 2004, **30** (5): 825 - 826.
ZHANG Muxin, YANG Xiaohong, ZHOU Xiaoping, *et al.* Determination of inorganic elements and amino acids in *Physalis pubescens* L.[J]. *J Jilin Univ Med Ed*, 2004, **30** (5): 825 - 826.
- [10] AMIR Y, HAENNI A L, YOU A Y. Physical and biochemical differences in the composition of the seeds of *Algerian leguminous* crops [J]. *J Food Compos Anal*, 2007, **20**: 466 - 471.
- [11] 程存归, 李丹婷, 刘幸海, 等. 杭白菊与野菊花的微量元素比较研究[J]. 光谱学与光谱分析, 2006, **26** (1): 156 - 158.
CHENG Cungui, LI Danting, LIU Xinghai, *et al.* Comparative study on trace elements in flos chrysanthemi and flos chrysanthemi indicis [J]. *Spectrosc Spectral Anal*, 2006, **26** (1): 156 - 158.
- [12] UKIYA M, AKIHISA T, YASUKAWA K, KASAHARA Y, *et al.* Constituents of compositae plants. 2. Triterpene diols, triols, and their 3-O-fatty acid esters from edible chrysanthemum flower extract and their anti-inflammatory effects [J]. *Agric Food Chem*, 2001, **49** (7): 3187 - 3197.
- [13] 杨暹, 郭巨先. 华南主要野生蔬菜的基本营养成分及营养价值评价[J]. 食品科学, 2002, **13** (11): 121 - 125.
YANG Cheng, GUO Juxian. The nutritive compositions of main wild vegetables in South China[J]. *Food Sci*, 2002, **13** (11): 121 - 125.
- [14] 宋廷宇, 侯喜林, 何启伟, 等. 不同薹菜品种氨基酸含量分析[J]. 中国蔬菜, 2007(11): 8 - 10.
SONG Tingyu, HOU Xilin, HE Qiwei, *et al.* Analysis of amino acid contents in tai-tsai varieties[J]. *China Veg*, 2007 (11): 8 - 10.
- [15] 郭爱华, 陈钰, 姚月俊, 等. 杏品种抗寒性主成分分析[J]. 山西农业大学学报: 自然科学版, 2007, **27** (3): 234 - 237.
GUO Aihua, CHEN Yu, YAO Yuejun, *et al.* Principle component analysis method of almonds' tolerance to cold [J]. *J Shanxi Agric Univ Nat Sci Ed*, 2007, **27** (3): 234 - 237.
- [16] 卞贵建, 周庆阳, 张庆霞. 树莓经济性状主成分分析及优种选择[J]. 安徽农业科学, 2005, **33** (4): 610 - 611.
BIAN Guijian, ZHOU Qingyang, ZHANG Qingxia. Principal component of the economic character and superior variety selection of raspberry [J]. *J Anhui Agric Sci*, 2005, **33** (4): 610 - 611.