

## 72 个鸢尾品种表型性状多样性分析

杨 义<sup>1</sup>, 羊 倩<sup>1</sup>, 郜文慧<sup>1</sup>, 郁琳洁<sup>2</sup>, 王冬良<sup>1\*</sup>

(1. 安徽农业大学园艺学院, 合肥 230036; 2. 阜阳市大京九菊圃有限公司, 阜阳 236000)

**摘 要:** 对 72 个鸢尾品种的表型性状进行了主成分分析和聚类分析。结果表明, 鸢尾表型性状变异丰富, 形态多样性指数在 0.29~2.02 之间, 多样性指数平均值为 1.54, 表型性状变异系数范围为 22.41%~48.00%, 平均变异系数为 37.32%。主成分分析提取了 5 个主成分, 累计贡献率达到 82.78%。通过聚合层次聚类分析法分析显示, 72 份鸢尾样品的表型性状可被聚为 2 个大类: 第一大类为有附属物的蝴蝶花和德国鸢尾, 第二大类为无附属物的鸢尾, 无附属物的鸢尾又可分为 4 个子类。

**关键词:** 鸢尾; 表型性状; 遗传多样性; 主成分分析; 聚类分析

中图分类号: Q944; S682.19

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2020)04-0599-07

## Morphological diversity analysis of 72 *Iris* cultivars

YANG Yi<sup>1</sup>, YANG Qian<sup>1</sup>, GAO Wenhui<sup>1</sup>, YU Linjie<sup>2</sup>, WANG Dongliang<sup>1</sup>

(1. School of Horticulture, Anhui Agricultural University, Hefei 230036; 2. Fuyang Dajingjiu Jupu Co., Ltd, Fuyang 236000)

**Abstract:** Morphological characters of 72 *Iris* were analyzed by principal component analysis and cluster analysis, and the results showed that the variability of phenotypic traits among 72 *Iris* was obvious. The morphological diversity index ranged from 0.29 to 2.02, with the average diversity index of 1.54; the variation coefficient of phenotypic traits ranged from 22.41% to 48.00%, and the average variation coefficient was 37.32%. Five principal components were extracted with principal component analysis, and the result showed that the cumulative contribution rate reached to 82.78%. According to AHC (Agglomerative hierarchical clustering) method, the phenotypic traits of 72 *Iris* can be grouped into two categories. The first major category has appendages, including *Iris tectorum* and *Iris germanica*, and the second major category has no appendages, which can be divided into 4 sub-categories.

**Key words:** *Iris*; phenotypic traits; genetic diversity; principal component analysis; cluster analysis

鸢尾属植物具有较高的育种价值和较强的环境适应能力, 该物种起源于中国中部及日本, 经过长期的自然选择及人工栽培与育种, 现已遍布全球, 目前已知品种约有 300 个, 我国鸢尾品种约占 1/5<sup>[1]</sup>。国内外对鸢尾的研究工作主要包括鸢尾的系统分类、抗逆性、基因克隆及育种等<sup>[2-6]</sup>。其中, 国外对于鸢尾的育种研究约有 180 年历史, 而国内鸢尾的育种研究尚处于起步阶段, 鸢尾育种种间杂交亲和性低是育种进程缓慢的主要原因<sup>[7]</sup>。因此, 利用我国资源优势, 寻找亲缘关系密切的亲本对于鸢尾远缘杂交育种新品种的培育有重大的意义。

王玲<sup>[8]</sup> 通过对鸢尾属植物部分品种的发育形

态学、种子表面微形态和分子系统学进行研究, 发现黄菖蒲种内发生了很大变异, 并对部分品种的亲缘关系及系统分类提出了新的建议。郭彩霞<sup>[9]</sup>将形态学标记法与分子标记法结合, 发现 38 个鸢尾品种表型性状变异系数差异较大, 并对鸡冠状附属物亚属、喜盐鸢尾、无附属物亚属等的分类提出建议。黄苏珍<sup>[10]</sup>通过 ISSR 分子标记法研究 38 个德国鸢尾品种的遗传多样性, 将 38 个品种划分成了 5 个群。薄伟<sup>[11]</sup>研究了 32 个鸢尾栽培种及野生种的遗传多样性及亲缘关系, 将 32 个鸢尾分成了 3 类, 得出鸢尾表观指标差异极显著, 其中叶片性状的平均变异系数最大。

鸢尾的表型性状多样性研究是鸢尾种质资源保

收稿日期: 2019-12-02

基金项目: 阜阳市一般转移支付项目资助。

作者简介: 杨 义, 硕士研究生。E-mail: 2269501066@qq.com

\* 通信作者: 王冬良, 副教授。E-mail: wangdongliang@ahau.edu.cn

存和育种创新的前提,对提升我国鸢尾产业核心竞争力、加快新品种选育工作有关键作用<sup>[12]</sup>。但是目前鸢尾研究材料的选择大多以德国鸢尾属的部分品种为主,对花菖蒲、路易斯安娜鸢尾、西伯利亚鸢尾性状多样性分析方面尚缺乏研究。因此,作者以德国鸢尾、路易斯安娜鸢尾、花菖蒲、西伯利亚鸢尾等72个鸢尾品种为研究对象,利用统计学方法及计算机软件对部分鸢尾属植物的遗传多样性进行分析,并通过聚类分析得出亲缘关系相近的品种,为鸢尾种质创新挖掘优质资源和提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

本研究的供试材料种植于安徽阜阳金丰生态农业有限公司鸢尾育种基地。主要有德国鸢尾 (*I. germanica*)、路易斯安娜鸢尾 (*I. louisiana*)、花菖蒲 (*I. ensata*)、西伯利亚鸢尾 (*I. sibirica*)、黄菖蒲 (*I. pseudacorus*)、蝴蝶花 (*I. tectorum*) 等根茎类鸢尾共计72种(见表1)。

表1 供试材料  
Table 1 The tested materials

编号 Code	名称 Name	编号 Code	名称 Name	编号 Code	名称 Name
IL1	路易斯安娜鸢尾‘粉绸’	IE1	花菖蒲‘No.1’	IE25	花菖蒲‘No.25’
IL2	路易斯安娜鸢尾‘真实’	IE2	花菖蒲‘No.2’	IE26	花菖蒲‘No.26’
IL3	路易斯安娜鸢尾‘丰硕’	IE3	花菖蒲‘No.3’	IE27	花菖蒲‘No.27’
IL4	路易斯安娜鸢尾‘蓝蝴蝶’	IE4	花菖蒲‘No.4’	IS1	西伯利亚鸢尾‘闪光玫瑰’
IL5	路易斯安娜鸢尾‘硕红’	IE5	花菖蒲‘No.5’	IS2	西伯利亚鸢尾‘女神’
IL6	路易斯安娜鸢尾‘我们的卡洛琳’	IE6	花菖蒲‘No.6’	IS3	西伯利亚鸢尾‘苹果小姐’
IL7	路易斯安娜鸢尾‘布夫舞女’	IE7	花菖蒲‘No.7’	IS4	西伯利亚鸢尾‘和谐破碎’
IL8	路易斯安娜鸢尾‘白雪’	IE8	花菖蒲‘No.8’	IS5	西伯利亚鸢尾‘黄丝绸’
IL9	路易斯安娜鸢尾‘胜利者’	IE9	花菖蒲‘No.9’	IS6	西伯利亚鸢尾‘No.1’
IL10	路易斯安娜鸢尾‘粉小姐’	IE10	花菖蒲‘No.10’	IS7	西伯利亚鸢尾‘No.2’
IL11	路易斯安娜鸢尾‘白天鹅’	IE11	花菖蒲‘No.11’	IS8	西伯利亚鸢尾‘No.3’
IL12	路易斯安娜鸢尾‘海洋骑士’	IE12	花菖蒲‘No.12’	IS9	西伯利亚鸢尾‘No.4’
IL13	路易斯安娜鸢尾‘尼尔教授’	IE13	花菖蒲‘No.13’	IS10	西伯利亚鸢尾‘No.5’
IL14	路易斯安娜鸢尾‘辛弗尼塔’	IE14	花菖蒲‘No.14’	IS11	西伯利亚鸢尾‘No.6’
IL15	路易斯安娜鸢尾‘彩云’	IE15	花菖蒲‘No.15’	IS12	西伯利亚鸢尾‘No.7’
IL16	路易斯安娜鸢尾‘大鸢尾’	IE16	花菖蒲‘No.16’	IS13	西伯利亚鸢尾‘No.8’
IL17	路易斯安娜鸢尾‘玫瑰红’	IE17	花菖蒲‘No.17’	IS14	西伯利亚鸢尾‘No.9’
IL18	路易斯安娜鸢尾‘黑公鸡’	IE18	花菖蒲‘No.18’	IS15	西伯利亚鸢尾‘No.10’
IL19	路易斯安娜鸢尾‘No.1’	IE19	花菖蒲‘No.19’	IS16	西伯利亚鸢尾‘No.11’
IL20	路易斯安娜鸢尾‘No.2’	IE20	花菖蒲‘No.20’	IG1	德国鸢尾‘No.1’
IL21	路易斯安娜鸢尾‘No.3’	IE21	花菖蒲‘No.21’	IG2	德国鸢尾‘No.2’
IL22	路易斯安娜鸢尾‘No.4’	IE22	花菖蒲‘No.22’	IG3	德国鸢尾‘No.3’
IP	‘黄菖蒲’	IE23	花菖蒲‘No.23’	IG4	德国鸢尾‘杰西之歌’
IT	‘蝴蝶花’	IE24	花菖蒲‘No.24’	IG5	德国鸢尾‘守夜者’

### 1.2 试验方法

试验于2018—2019年在阜阳金丰农业有限公司鸢尾生产基地进行,选择长势一致的2年生分株苗木。待鸢尾植株开花后观察记载植株的形态性状指标(形态指标描述见表2),其中数量性状包括株高、叶长、叶宽、花葶高度、垂瓣长、垂瓣宽、旗瓣长、旗瓣宽、花葶叶数和花朵数,质量性状包括花色、叶色、叶形、垂瓣附属物和花显度区间。每个品种选10株进行测定。

### 1.3 统计方法

主要参考张赤红等<sup>[13]</sup>的基本统计分析方法进行,多样性指数采用Shannon-Wiener信息指数,计算公式为:

$$H' = -\sum P_i \cdot \ln P_i$$

式中,  $P_i$  为某个性状第  $i$  个性状出现的概率。

对数量性状如叶长、叶宽、花瓣大小、花葶高度等进行10级分类: 1级  $< X - 2S$ , 10级  $> X + 2S$ , 中间每级差  $0.5S$  ( $X$  为总平均数,  $S$  为标准差);

鸢尾形态多样性设定指标及描述、质量性状如花色、叶色、叶形等的赋值均参考王清萍<sup>[14]</sup>、郭彩霞<sup>[9]</sup>等的方法进行(表 2)。将上述处理的各形态学指标数据

Z 得分标准化后<sup>[15]</sup>, 用 Excel 插件 XLSTAT 进行主成分分析和聚类分析。聚类方法采用聚合层次聚类分析法, 材料间距离为欧氏距离。

表 2 鸢尾形态多样性指标及描述

Table 2 Morphological diversity indexes and description of *Iris*

性状 Trait	表型性状描述 Description of phenotypic traits
株高 Plant height	植物根颈部到顶部之间的距离
叶宽 Leaf width	从外向内第二对展开叶片最宽处的距离
叶长 Leaf length	从外向内第二对展开叶片植物叶尖至叶基的距离
花葶高度 Flower branch length	从地面到花梗下端的距离
垂瓣长 Fall length	垂瓣的顶端到底端的距离
垂瓣宽 Fall width	垂瓣最宽处的距离
旗瓣长 Standard length	旗瓣的顶端到底端的距离
旗瓣宽 Standard width	旗瓣最宽处的距离
花葶叶数 Number of flower branch leaves	花葶上伴生叶的数量
花朵数 Number of flowers	花葶上花朵的数量
花色 Flower color	旗瓣与垂瓣同一颜色=0, 旗瓣与垂瓣同一颜色, 但深浅不同=1, 旗瓣与垂瓣为不同的两种颜色=2, 花瓣浅色底上有深颜色斑点或网纹, 花瓣边缘颜色较深=3, 花瓣浅色底上有深颜色斑点或网纹, 花瓣颜色较均匀=4
花显度 Flower visibility	花朵高于叶片的距离。数值小于 10=0, 数值介于 10 与 19 之间=1, 数值介于 20 与 29 之间=2, 数值介于 30 与 39 之间=3, 数值介于 40 与 50 之间=4
叶色 Leaf color	白绿相间=0, 浅绿=1, 黄绿=2, 灰绿=3, 绿色=4, 深绿=5
叶形 Leaf shape	线形=0, 剑形=1, 宽剑形=2
附属物 Accessory	有=0, 无=1

## 2 结果与分析

### 2.1 鸢尾植物表型性状统计与分析

多样性指数是评价种质资源多样性的重要指标, 质量性状频率分布结果(表 3)显示质量性状在不同分布区间的分布频率是不均衡的。从多样性指数结果可以看出鸢尾形态多样性丰富, 多样性指数在 0.29 ~ 2.02 之间, 多样性指数平均值为 1.54。其中垂瓣宽、旗瓣长和花葶高度的多样性指数最高, 分别为 2.02、2.01 和 2.02, 而垂瓣附属物的多样性指数最低为 0.29。性状多样性指数大小顺序为: 垂瓣宽 > 花葶高度 > 旗

瓣长 > 叶宽 > 花葶叶数 > 叶长 > 旗瓣宽 > 株高 > 花朵数 > 垂瓣长 > 花色 > 花显度区间 > 叶色 > 叶形 > 附属物。由变异系数结果(表 4)可以看出鸢尾的表型性状变异系数范围为 22.41% ~ 48.00%, 平均变异系数为 37.32%。其中叶长和单株花朵数的变异系数最大, 分别为 48.00% 和 43.86%; 垂瓣长和垂瓣宽变异系数最小, 分别为 22.41% 和 28.36%; 性状变异系数大小顺序为: 叶长 > 单株花朵数 > 叶宽 > 花葶叶数 > 花葶高度 > 旗瓣宽 > 旗瓣长 > 株高 > 垂瓣宽 > 垂瓣长。

表 3 质量性状频率分布及其多样性

Table 3 Frequency distribution and diversity of quality traits

性状 Trait	频率分布/% Frequency distribution					多样性指数 Diversity index
	0	1	2	3	4	
花色 FC	51.39	9.70	2.80	11.11	25.00	1.26
花显度区间 FV	43.06	37.50	9.72	6.94	2.78	1.24
叶色 LC	2.78	6.94	20.83	8.33	58.33	1.23
叶形 LS	43.06	50.00	6.94			0.89
附属物 A	91.67	8.33				0.29

FC: flower color; FV: flower visibility; LC: leaf color; LS: leaf shape; A: appendage

表 4 数量性状遗传多样性分析  
Table 4 Genetic diversity analysis of quantitative characters

性状 Trait	平均值 Mean	标准差 SD	最大值 Maximum	最小值 Minimum	方差 V	变异系数% CV	多样性指数 H'
垂瓣长 FL/cm	6.65	1.49	9.97	3.10	2.21	22.41	1.32
垂瓣宽 FW/cm	5.29	1.50	9.07	2.33	2.24	28.36	2.02
旗瓣长 SL/cm	5.19	1.74	8.60	1.80	3.04	33.53	2.01
旗瓣宽 SW/cm	3.44	1.51	7.56	1.27	2.27	34.90	1.88
花葶高度 FBL/cm	56.28	20.22	100.67	22.10	408.85	35.93	2.02
花朵数 NF/朵	2.85	1.25	7.70	1.30	1.57	43.86	1.44
花葶叶数 NFBL/片	5.29	2.08	9.00	2.00	4.35	39.32	1.91
叶长 LL/cm	43.35	20.81	96.33	15.00	433.11	48.00	1.89
叶宽 LW/cm	2.24	0.89	5.00	0.60	0.79	39.73	1.96
株高 PH/cm	64.86	20.89	115.40	31.93	436.22	32.21	1.80

SD: standard deviation; V: variance; CV: coefficient of variation; H': diversity index; FL: fall length; FW: fall width; SL: standard length; SW: standard width; FBL: flower branch length; NF: Number of flowers; NFBL: number of flower branch leaves; LL: leaf length; LW: Leaf width; PH: plant height

表 5 主成分分析结果  
Table 5 Results of principal component analysis

性状 Trait	F1	F2	F3	F4	F5
垂瓣长 FL	<b>0.747</b>	0.003	0.033	0.073	0.018
垂瓣宽 FW	<b>0.698</b>	0.022	0.009	0.003	0.022
旗瓣长 SL	<b>0.360</b>	0.020	0.264	0.005	0.007
旗瓣宽 SW	0.186	0.214	<b>0.397</b>	0.061	0.013
花葶高度 FBL	0.015	<b>0.652</b>	0.056	0.027	0.003
花朵数 NF	0.297	0.012	0.125	<b>0.492</b>	0.001
叶长 LL	0.310	<b>0.554</b>	0.051	0.029	0.000
叶宽 LW	<b>0.382</b>	0.145	0.023	0.084	0.000
株高 PH	<b>0.631</b>	0.115	0.022	0.002	0.000
花色 FC	0.347	0.075	<b>0.372</b>	0.007	0.094
花葶叶数 NFBL	0.050	<b>0.384</b>	0.201	0.000	0.135
叶色 LC	0.015	0.055	0.426	0.005	<b>0.460</b>
叶形 LS	<b>0.761</b>	0.088	0.005	0.012	0.025
花显度 FV	0.082	<b>0.603</b>	0.101	0.016	0.005
附属物 A	<b>0.747</b>	0.154	0.001	0.002	0.004
特征值 E	5.628	3.097	2.086	0.817	0.789
贡献率/% P	37.522	20.646	13.906	5.447	5.260
累计贡献率/% CP	37.522	58.168	72.074	77.520	82.780

FL: fall length; FW: fall width; SL: standard length; SW: standard width; FBL: flower branch length; NF: number of flowers; NFBL: number of flower branch leaves; LL: leaf length; LW: leaf width; PH: plant height; FC: flower color; FV: flower visibility; LC: leaf color; LS: leaf shape; A: appendage; E: eigenvalues; P: Percentage; CP: cumulative percentage

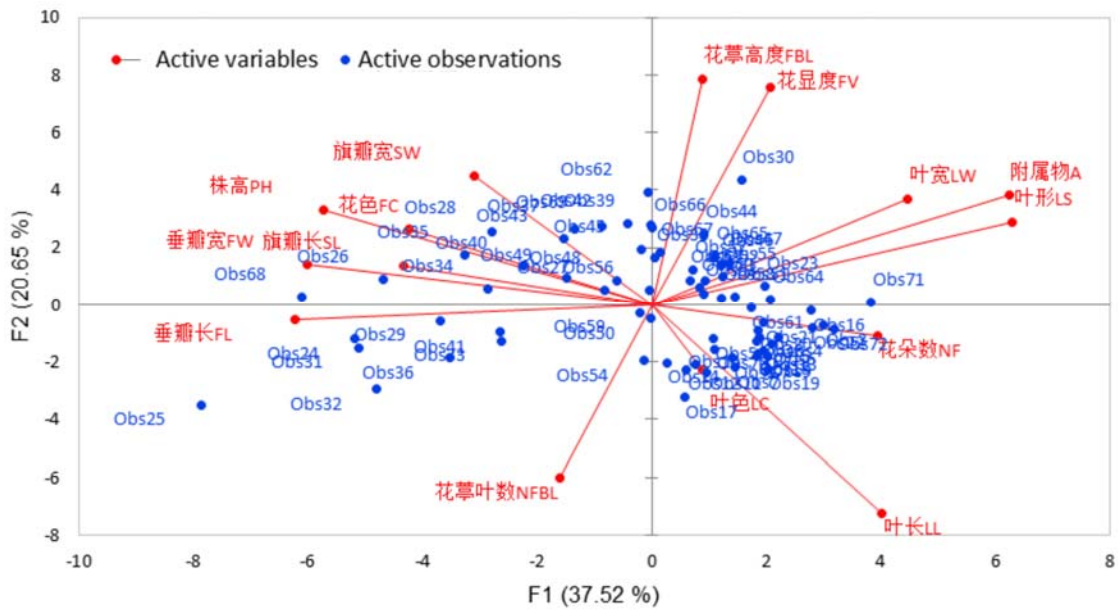
## 2.2 基于表型性状的主成分分析

对鸢尾形态多样性进行主成分分析并从中提取 5 个主成分, 其累计贡献率达 82.78%, 认为这 5 个主成分能反映 15 个性状的基本特征(表 5)。其中第 1 主成分的贡献率为 37.522%, 特征向量值较大的性状是垂瓣长、垂瓣宽、旗瓣长、叶宽、株高、叶形、附属物, 其特征向量在 0.30 以上, 反映了花、

叶、植株大小状况和花、叶的形态性状; 第 2 主成分的贡献率为 20.646%, 特征向量值比较大的性状是花葶高度、叶长、花葶叶数、花显度, 其特征向量在 0.30 以上, 反映了植株花葶的性状和叶长; 第 3 主成分的贡献率为 13.906%, 特征向量较大的有旗瓣宽、花色; 第 4 主成分的贡献率为 5.447%, 特征向量绝对值较大的性状是花朵数, 其特征向量值

为 0.492; 第 5 主成分的贡献率为 5.260%, 特征向量值较大的性状是叶色, 其特征向量值为 0.460。通

过图 1 也能观察到类似的结果, 其中主成分 1 和主成分 2 累计贡献率为 58.170%。



FL: fall length; FW: fall width; SL: standard length; SW: standard width; FBL: flower branch length; NF: number of flowers; NFBL: number of flower branch leaves; LL: leaf length; LW: leaf width; PH: plant height; FC: flower color; FV: flower visibility; LC: leaf color; LS: leaf shape; A: appendage

图 1 基于表型数据 72 份鸢尾资源的双标图分析

Figure 1 Analysis of 72 *Iris* cultivars based on phenotype data

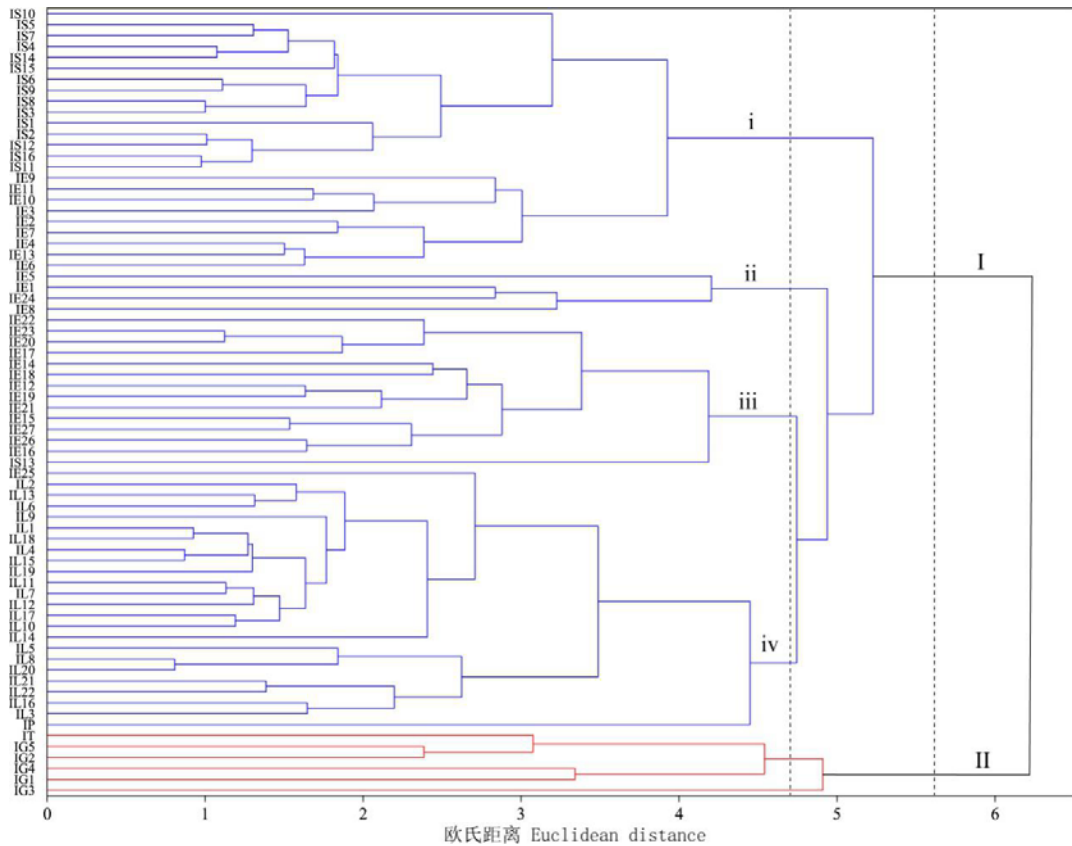


图 2 72 份鸢尾材料的聚类树状图

Figure 2 Clustering tree of 72 *Iris* cultivars

### 2.3 基于形态性状的聚类分析

聚类分析可以根据鸢尾的表型性状,将遗传距离较近,亲缘关系密切的品种聚成一类<sup>[16]</sup>。根据因子主成分分析结果,选用特征值大于2.0,累计贡献率达72.07%的3个主成分。利用Excel插件XLSTAT对72份鸢尾属植物的形态数据进行聚类(图2),以欧氏平均距离5.6为截距,可将72份鸢尾材料划分为2大类。其中无附属物的路易斯安娜鸢尾(IL)、西伯利亚鸢尾(IS)、花菖蒲(IE)和黄菖蒲(IP)为第1类,而有附属物的蝴蝶花(IT,鸡冠状附属物)和德国鸢尾(IG,须毛状附属物)为第2类。以欧氏平均距离4.7为截距,其中第一类又可分为4个亚类,第1亚类包括9份花菖蒲(IE2、IE3、IE4、IE6、IE7、IE9、IE10、IE11及IE13)和15份西伯利亚鸢尾(IS1、IS2、IS3、IS4、IS5、IS6、IS7、IS8、IS9、IS10、IS11、IS12、IS14、IS15和IS16),其共同特点为植株矮、花朵小;第2亚类包括4份花菖蒲(IE5、IE1、IE24及IE8),其共同特点为植株最高、花朵大;第3亚类由13份花菖蒲(IE12、IE14、IE15、IE16、IE17、IE18、IE19、IE20、IE21、IE22、IE23、IE26和IE27)和西伯利亚鸢尾IS13组成,植株较高、花朵大;其余为第4亚类,其中第4亚类包括22个路易斯安娜鸢尾(IL)、花菖蒲IE25和‘黄菖蒲’(IP),植株较高,花朵较大。

## 3 讨论与结论

### 3.1 鸢尾属植物的形态性变异

育种专家往往通过植物的表型性状进行优质鸢尾品种的筛选以及育种工作<sup>[17]</sup>。根据15个表型性状多样性分析可体现鸢尾属植物的主要农艺特征。其中,鸢尾属植物数量性状多样性指数平均值大于质量性状多样性指数平均值,由此得出,数量性状较质量性状遗传多样性更加丰富。除鸢尾外,大部分植物如:芍药<sup>[17]</sup>、玉米<sup>[18]</sup>、蓖麻<sup>[19]</sup>等有相同特性。此外,鸢尾花器官性状的多样性指数大于叶等营养器官性状的多样性指数。表明鸢尾植物在漫长的遗传进化过程中,花的进化情况比叶更加复杂。性状的变异系数体现了性状离散程度,性状变异程度较大可用来区分不同品种。鸢尾垂瓣长、宽变异系数最小,性状最稳定。而叶长、叶宽、单株花朵数、花萼伴生叶叶数等变异幅度相对较大,可以作为鸢尾品种的区别依据之一,并可以应用于实际生产中,为亲本的选配提供参考。薄伟<sup>[11]</sup>的研究结果中,鸢尾属植物叶片形态指标的变异系数大于花瓣形态指标的变异系数,与本文研究中叶器官特征变异系数

比花瓣器官特征变异系数大的结果一致。由此可看出鸢尾属植物花的遗传性状变异稳定但变异情况复杂,叶等营养器官变异情况较简单但性状变异不稳定。鸢尾作为观赏花卉植物,花器官的不断进化有助于吸引昆虫授粉,根据适者生存的自然法则,叶的进化只能朝提高光能利用率等方向进化。

### 3.2 鸢尾属植物表型性状的主成分分析

在主成分分析中,主成分的特征值和贡献率的大小代表着性状在种质表型差异中的作用<sup>[20]</sup>。鸢尾属植物表型性状中垂瓣长、垂瓣宽、旗瓣长、叶宽、株高、叶形、附属物、花萼高度、叶长、花萼叶数、花显度、旗瓣宽、花色的特征值大于2.0,对鸢尾品种表型多样性起到重要的作用,可以作为鸢尾育种过程中确定亲本的依据。花朵数、叶色特征值小于1,作用较小,可不去考虑。从主成分分析结果可得出鸢尾表型性状分类主要跟花瓣附属物、株高以及花朵大小有关,其次是营养器官等特征。这与郭彩霞<sup>[9]</sup>的结论即花器官性状是鸢尾基于表型性状分类首要考虑因素,株型、花瓣附属物、营养器官生长情况是次要因素有稍许出入,而更符合国际上对于鸢尾的分类多以有无附属物作为第一考虑因素的标准。研究结论的差异可能与试验材料内容的选取有关。对于同一种质形态多样性调查,不同研究人员对于材料群体选取、性状选择上有一定差异,但是在一定程度上更能够全面体现出种质的遗传多样性。

### 3.3 鸢尾属植物的表型性状聚类分析

在属的划分中,鸢尾主要分为6个亚属,分别是琴瓣鸢尾亚属、无附属物亚属、尼泊尔鸢尾亚属、鸡冠状附属物亚属、野鸢尾亚属和须毛状附属物亚属<sup>[14]</sup>。其中,鸡冠状附属物亚属的划分存在争议<sup>[21]</sup>。本研究结果表明,蝴蝶花与德国鸢尾亲缘关系较近。但是蝴蝶花对于鸡冠状附属物鸢尾没有代表性,故在后续研究中可以扩大样本进一步研究来充分证明鸡冠状附属物亚属与德国鸢尾类的关系。在鸢尾的历史演化过程中,有附属物鸢尾是进化较先进、观赏价值较高且育种进程发展较快的品种<sup>[7]</sup>。而无附属物鸢尾种间亲本存在亲和障碍,给育种带来了一定的难度。根据聚类结果,能够筛选出性状优良的鸢尾种质资源,对鸢尾育种亲本的合理选配、优良基因的定位和品种鉴评有重要的作用。花菖蒲IE25、黄菖蒲与路易斯安娜鸢尾被划分为一类,其中,黄菖蒲和花菖蒲IE25的垂瓣与旗瓣都为同一颜色(黄色),叶剑形,可水生,这些特征与大部分路易斯安娜鸢尾特征极为相似,可推测黄菖蒲、花菖蒲IE25与路易斯安娜鸢尾亲缘关系较近,可用于种

间优良性状鸢尾的选育工作。此外,第3亚类:13个花菖蒲品种与1个西伯利亚鸢尾品种亲缘关系较近。第1亚类:9个花菖蒲品种与15个西伯利亚鸢尾品种亲缘关系较近。而种间未被划分为一类的鸢尾品种,亲缘关系较远。无附属物鸢尾聚类结果发现,每一类鸢尾的共同特征主要跟株高、花朵特征有关,而花色对于鸢尾聚类结果几乎不起作用,这个结果与郭彩霞<sup>[9]</sup>的结论大致相同。此外,从主成分分析结果中也能得出这个结论。

植物品种资源的表型特征受环境和遗传的影响,环境的变化往往也会导致植物资源的表型性状发生改变<sup>[22]</sup>。从本研究可以得出路易斯安娜鸢尾、西伯利亚鸢尾对该生长地区适应性更强,而花菖蒲部分品种间遗传距离较远,亲缘关系发生了变化,极有可能发生了表型性状上的变异,表明花菖蒲对当地的生存适应性较弱。本次聚类结果可为有效开发利用鸢尾种质资源提供更多的可选空间,对于亲缘关系较近、优势表型性状突出亲本的选择以及实际生产应用指导具有参考价值。而生物学分类结果可以通过现代生物技术方法从生物遗传分子水平上进行研究,这也是鸢尾遗传多样性的研究方向。

#### 参考文献:

- [1] 刘颖,王立军. 5种鸢尾植物叶和根的比较解剖学研究[J]. 吉林农业, 2010(7): 38-39, 239.
- [2] XIAO Y E, JIANG K, TONG X, et al. Population genetic structure of *Iris ensata* on sky-islands and its implications for assisted migration[J]. Conserv Genet, 2015, 16(5): 1055-1067.
- [3] ZHOU Y Q, HUANG S Z, YU S L, et al. The physiological response and sub-cellular localization of lead and cadmium in *Iris pseudacorus* L.[J]. Ecotoxicology, 2009, 19(1): 69-76.
- [4] TANG J, LIU Q Q, YUAN H Y, et al. Molecular cloning and characterization of a novel salt-specific responsive WRKY transcription factor gene IIWRKY2 from the halophyte *Iris lactea* var. *Chinensis*[J]. Genes Genom, 2018, 40(8): 893-903.
- [5] 高亦珂,李丛丛. 鸢尾属杂交育种研究概况[J]. 园林, 2018(9): 8-11.
- [6] MINJAL M S, BOLDYREV V A. Morphoanatomical adaptations to environmental conditions in seeds of some species of the genus *Iris* L. (Iridaceae, asparagales) growing in the Saratov region[J]. Biol Bull, 2018, 45(10): 1257-1261.
- [7] 尹新彦,储博彦,李金霞,等. 鸢尾属植物育种研究进展[J]. 北方园艺, 2016(8): 193-196.
- [8] 王玲. 鸢尾属部分种发育生物学与系统演化的研究[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2005.
- [9] 郭彩霞. 鸢尾属植物遗传多样性评价及干旱高温胁迫生理响应机制[D]. 武汉: 华中农业大学, 2016.
- [10] 黄苏珍. 鸢尾属(*Iris* L.)部分植物资源评价及种质创新研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2004.
- [11] 薄伟. 鸢尾属种质资源评价及抗旱性研究[D]. 太谷: 山西农业大学, 2018.
- [12] 肖月娥. 中国野生鸢尾属种质资源的分布、多样性和利用[C]//中国植物学会(Botanical Society of China). 中国植物学会八十五周年学术年会论文摘要汇编(1993-2018). 昆明: 云南省科学技术协会, 2018: 155.
- [13] 张赤红,曹永生,宗绪晓,等. 普通菜豆种质资源形态多样性鉴定与分类研究[J]. 中国农业科学, 2005, 38(1): 27-32.
- [14] 王清萍. 高型有髯鸢尾品种生态评价及其施肥、除草技术研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2007.
- [15] 郑玉忠,杜颖青,杨培奎,等. 潮州地区柿品种资源表型多样性研究[J]. 现代农业科技, 2019(11): 74-78.
- [16] BUBLYK O M, ANDREEV I O, KALENDAR R N, et al. Efficiency of different PCR-based marker systems for assessment of *Iris pumila* genetic diversity[J]. Biologia, 2013, 68(4): 613-620.
- [17] 王荣,何智冲,方学敏,等. 扬州芍药栽培品种表型多样性分析[J]. 植物科学学报, 2016, 34(6): 901-908.
- [18] 蒙祖庆,宋丰萍. 西藏玉米地方品种表型多样性分析及类群划分[J]. 中国农业大学学报, 2017, 22(7): 10-23.
- [19] 郭丽芬,代梦媛,高梅,等. 蓖麻种质资源主要农艺性状的遗传多样性分析[J]. 华南农业大学学报, 2017, 38(3): 32-38.
- [20] 李娜娜,张德平,戴思兰. 遗传距离及聚类分析在切花菊亲本选配中的应用[J]. 东北林业大学学报, 2011, 39(11): 46-49.
- [21] 仲轶. 基于多基因组的鸢尾属部分种的系统分类研究[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2010.
- [22] 徐豪,刘明国,董胜君,等. 东北杏种质资源多样性及其地理变化[J]. 植物生态学报, 2019, 43(7): 585-600.