



## 重齿当归形态数量性状的分级研究

郭晓亮, 王红娟, 段媛媛, 阮芝艳

引用本文:

郭晓亮, 王红娟, 段媛媛, 等. 重齿当归形态数量性状的分级研究[J]. 热带亚热带植物学报, 2021, 29(6): 688–693.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.11926/jtsb.4369>

---

## 您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

### 优良单株家系辣木叶的表型性状分析

Analysis on Leaf Phenotypic Traits of Excellent Single Plant Family *Moranga oleifera*

热带亚热带植物学报. 2020, 28(2): 185–191 <https://doi.org/10.11926/jtsb.4096>

### 油橄榄品种间叶片性状及总黄酮含量分析

Analysis of Leaf Characteristics and Content of Total Flavonoids among Varieties of *Olea europaea* L.

热带亚热带植物学报. 2017, 25(4): 379–386 <https://doi.org/10.11926/jtsb.3708>

### 黔中喀斯特9种木质藤本叶功能性状研究

Studies on Leaf Functional Traits of Nine Woody Lianas in the Karst Area of Central Guizhou Province

热带亚热带植物学报. 2021, 29(5): 455–464 <https://doi.org/10.11926/jtsb.4328>

### 乐昌含笑不同家系的叶形态与生长差异分析

Analysis of Leaf Morphology and Growth Differences among *Michelia chapensis* Families

热带亚热带植物学报. 2021, 29(5): 503–508 <https://doi.org/10.11926/jtsb.4331>

### 桉树及其杂交种叶片形态的遗传变异特征

Genetic Variation Patterns in Leaf Morphology on Eucalypts and Their Hybrids

热带亚热带植物学报. 2018, 26(6): 589–596 <https://doi.org/10.11926/jtsb.3882>

向下翻页, 浏览PDF全文

# 重齿当归形态数量性状的分级研究

郭晓亮<sup>1</sup>, 王红娟<sup>2</sup>, 段媛媛<sup>1</sup>, 阮芝艳<sup>3</sup>

(1. 湖北省农业科学院中药材研究所, 湖北 恩施 445000; 2. 重庆市农业科学院生物技术研究中心, 重庆 510642; 3. 五峰县农业农村局, 湖北 宜昌 443400)

**摘要:** 为明确重齿当归(*Angelica biserrata*)数量性状的分布规律, 对 6 份种质资源的 14 个数量性状指标进行测定与分析。结果表明, 6 份种质资源的 8 个数量性状存在显著差异, 在 6 个数量性状的差异不显著。14 个数量性状的变异系数为 6.47%~33.34%, 最大的是叶面积, 最小的是复叶回数。复叶回数不符合正态分布, 叶序数近似于正态分布, 其余数量性状均符合正态分布。叶宽、叶长、叶面积、叶周长间呈极显著正相关, 相关系数为 0.568~0.925, 其余数量性状间的相关系数均低于 0.560; 主成分分析表明, 10 个数量性状在 2 个以上主成分中起主要决定作用。概率分级结果表明, 去除复叶回数、叶周长、叶面积、叶长、叶序数等 5 个数量性状, 8 个数量性状被分为 5 个连续分布的分级, 1 个数量性状被分为 3 个连续分布的分级。

**关键词:** 重齿当归; 形态数量性状; 分布规律; 筛选; 分级

doi: 10.11926/jtsb.4369

## Classification Study on Morphological Quantitative Characteristics of *Angelica biserrata*

GUO Xiaoliang<sup>1</sup>, WANG Hongjuan<sup>2</sup>, DUAN Yuanyuan<sup>1</sup>, RUAN Zhiyan<sup>3</sup>

(1. Institute of Chinese Herbal Medicines, Hubei Academy of Agricultural Sciences, Enshi 445000, Hubei, China; 2. Biotechnology Research Center, Chongqing Academy of Agricultural Sciences, Chongqing 401329, China; 3. Wufeng County Agriculture and Rural Affairs Bureau, Yichang 443400, Hubei, China)

**Abstract:** In order to clarify the distribution of quantitative traits of *Angelica biserrata*, fourteen quantitative traits of 6 *A. biserrata* germplasms were measured and analyzed. The results showed that there were significant differences of 8 quantitative traits among 6 resources, and 6 quantitative traits had not significant differences. The variation coefficient of 14 quantitative traits ranged from 6.47% to 33.34%, in which the largest was leaf area, and the smallest was the number of replicates of compound leaves. The distribution of 13 quantitative traits conform to the normal distribution except the number of replicates of compound leaves. There was significant positive correlation among leaf width, leaf length, leaf area and leaf circumference with correlation coefficients of 0.568-0.925, and those among other quantitative traits were all lower than 0.560. The principal component analysis showed that 10 quantitative traits played a major decisive role in more two principal components. Five quantitative traits, including multiple leaf circle number, leaf circumference, leaf area, leaf length and leaf order number were removed, the probability grading showed that eight quantitative traits were divided into 5 continuous distributions classification, 1 quantitative trait into 3 continuous distribution classifications.

**Key words:** *Angelica biserrata*; Morphological quantitative characteristics; Distribution law; Selection; Grading

我国中药材新品种保护工作较为薄弱, DUS 测试是植物新品种保护的重要手段, 而 DUS 测试指南是植物品种 DUS 测试、品种权授权和维护的重

要技术标准<sup>[1]</sup>。目前, 我国植物新品种测试主要集中在大作物和蔬菜上, 对药用植物新品种的研究很少<sup>[2]</sup>。截止 2015 年, 仅有人参和三七 2 种中药材进

收稿日期: 2020-12-25

接受日期: 2021-03-01

基金项目: 国家现代农业产业技术体系建设专项(CARS-21)资助

This work was supported by the Special Project for Modern Agricultural industrial Technology System of China (Grant No. CARS-21).

作者简介: 郭晓亮(1982~), 男, 硕士, 副研究员, 研究方向为药用植物育种与栽培。E-mail: 119626192@qq.com

入农业部植物保护名录<sup>[3]</sup>,不利于中药材新品种培育工作的推进。

植物形态数量性状,是DUS测试指南中不可或缺的性状之一,因其变异呈现连续性,需要开展数量性状的分级研究,才能准确、客观地对其进行描述。同时,植物形态数量性状也是在形态水平上对遗传多样性的阐述,是种质资源多样性评价的重要研究内容<sup>[4]</sup>。

伞形科(Umbelliferae)当归属植物重齿当归(*Angelica biserrata*)是中药材独活的正品来源,已有300多年人工种植历史。随着应用范围在医疗、保健、化妆、植保等领域的扩大,重齿当归人工种植面积也随之增加<sup>[5]</sup>。关于重齿当归DUS测试指南及数量性状的分级研究还未见报道。本研究通过对重齿当归的表型数量性状进行测定、筛选,建立其概率分级指标体系,以期为重齿当归DUS测试指南研制、资源评价、品种选育等工作提供理论参考。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

2019年春,分别在湖北恩施州巴东县和宜昌市五峰县、甘肃平凉市华亭市、重庆巫山县、陕西宝鸡市陇县、宁夏固原市隆德县等传统独活产区收集由种子繁殖的1a生栽培种种苗,6份种质均移栽于湖北省恩施市的华中药用植物园同一地块中,经鉴定为重齿当归(*Angelica biserrata*)。移栽时间、移

栽密度、水肥等栽培管理措施一致。

### 1.2 数据采集方法

2019年8月下旬至9月上旬,每种资源选取20株,对14个性状进行测定(表1)。取复叶顶端小叶测定叶宽、叶长、叶周长、叶面积、叶厚度和叶绿素含量。用卷尺和电子游标卡尺测量株高、冠幅、复叶叶柄的长度和直径、叶宽、叶长、叶厚度;用角度仪测量叶柄夹角;用SPAD-502叶绿素含量测定仪测量叶片的叶绿素含量。

### 1.3 数据的统计分析

所有数据采用SPSS 21.0软件进行分析,计算性状的最大值、最小值、中位数、平均值、标准差和变异系数;采用K-S正态性检验来判断数据分布是否符合正态分布;采用Pearson相关系数对数量性状间进行相关性分析;采用主成分分析数量性状对差异的贡献率;结合变异分析、相关性分析、主成分分析,对数量性状进行取舍;对保留的且符合正态分布的数量性状进行分级,分级标准参照刘孟军<sup>[6]</sup>的概率分级法,5级中1~5级出现的概率分别为10%、20%、40%、20%和10%,3级中1~3级出现的概率分别为30%、40%和30%,采用 $(X-1.2818S)$ 、 $(X-0.5246S)$ 、 $(X+0.5246S)$ 和 $(X+1.2818S)$ 作为4个分点分为5级,或用 $(X-0.5246S)$ 和 $(X+0.5246S)$ 作为2个分点分为3级,其中, $X$ 为性状的平均值, $S$ 为性状的标准差。

表1 重齿当归数量性状

Table 1 List of quantitative characteristics of *Angelica biserrata*

编号 No.	性状 Trait	单位 Unit	编号 No.	性状 Trait	单位 Unit
C1	株高 Plant height	cm	C8	叶片数 Leaf number	
C2	冠幅 Crown width	cm	C9	叶宽 Leaf width	cm
C3	叶序数 Phyllotaxis number		C10	叶长 Length of leaf	cm
C4	复叶叶柄长度 Petiole length of compound leaves	cm	C11	叶周长 Leaf circumference	cm
C5	复叶叶柄直径 Petiole diameter of compound leaves	mm	C12	叶面积 Leaf area	cm <sup>2</sup>
C6	叶柄夹角 Petiole angle	°	C13	叶厚度 Leaf thickness	mm
C7	复叶回数 Number of replicates of compound leaves		C14	叶绿素相对含量 Content of chlorophyll	SPAD

## 2 结果和分析

### 2.1 形态数量性状的变异分析

对6份重齿当归种质资源的数量性状数据进行统计分析(表2)。14个数量性状的中位数与均值相近,表明这些材料各性状分布比较规则,性状的变

异主要是自然选择的结果;各性状的变异系数为6.47%~33.20%,表明各性状在种质间存在明显变异,变异系数最大的4个性状是叶面积(33.34%)、叶片数(33.17%)、叶序数(27.19%)、叶宽(23.60%),说明这4个性状的遗传变异较为丰富;最小的性状为复叶回数(6.47%),说明此性状比较稳定;其余性

状的变异系数为 11.13%~19.79%，说明这些性状的遗传变异相对稳定。

6 份种质资源间的株高、复叶叶柄长度、叶厚度、冠幅、叶序数、复叶叶柄直径、叶片数和叶绿素含量等 8 个性状的差异显著( $P<0.05$ )；而叶柄夹角、叶宽、复叶回数、叶长、叶周长、叶面积等 6 个性状的差异不显著( $P>0.05$ )。

## 2.2 数量性状的正态性检验

对重齿当归种质资源 14 个数量性状变异情况进行 K-S 正态性检验，结果表明，除叶序数、复叶回数 2 个数量性状外，其他数量性状的  $P>0.05$ ，符合正态分布；其中叶序数的偏度和峰度绝对值均小于 1，可接近似于正态分布处理；复叶回数的偏度和峰度的绝对值均大于 1，不符合正态分布(表 3)。结合性状的变异与资源间的方差分析，将复叶回数性状去除，只对剩余 13 个性状进行后续分析。

## 2.3 相关性分析

对重齿当归的 13 个数量性状进行相关性分析(表 4)，结果表明，冠幅、叶序数和叶片数之间呈极显著正相关；叶片厚度与叶绿素含量呈极显著正相关；株高与叶序数呈显著正相关；复叶叶柄长度与叶宽、叶厚度呈显著负相关；复叶叶柄直径与叶厚度、叶绿素含量呈显著负相关；但相关系数偏低，仅个别达到 0.55，其余均不足 0.50。叶宽、叶周长、

叶长、叶面积间呈极显著正相关，相关系数为 0.568~0.925，在实际操作中可以用叶宽来代表叶周长、叶面积、叶长等 3 个性状。

## 2.4 主成分分析

主成分分析是研究多个变量相关性的一种多元统计方法，影响表型性状的因素较多，使用主成分分析可以清楚显示各因素在表型多样性构成中的作用<sup>[7]</sup>。以特征值大于等于 1 为标准，提取 5 个主成分，累计贡献率达到 72.27%，表明这 5 个主成分可基本反映上述 13 个表型性状的特征。第 1 主成分的贡献率最大，为 26.93%，特征值为 3.50，主要由叶片的长、宽、面积、周长决定；第 2 主成分的贡献率为 15.53%，特征值为 2.02，主要由叶片数、叶序数、株高、冠幅等决定；第 3 主成分贡献率为 12.33%，特征值为 1.60，主要由叶厚度、叶绿素含量、复叶叶柄直径等决定；第 4 主成分贡献率为 9.34%，特征值为 1.21，主要由复叶叶柄长度、叶柄夹角等性状决定；第 5 主成分贡献率为 8.15%，特征值为 1.06，主要由复叶叶柄长度、叶柄夹角等性状决定。以得分系数大于 0.1 为标准，叶宽、叶长、株高、冠幅、叶柄夹角、叶片数、叶厚度、复叶叶柄长度、复叶叶柄直径、叶绿素含量等 10 个性状在 2 个以上主成分中起主要决定作用，而叶周长、叶面积、叶序数等 3 个性状仅在 1 个主成分中起主要决定作用。根据贡献率的大小，结合种质资源间的方差分析与性状

表 2 重齿当归叶片的形态数量性状的变异

Table 2 Variation analysis of *Angelica biserrata* quantitative characteristics

编号 No.	最大值 Max.	最小值 Min.	平均 Mean	中位数 Median	标准差 SD	变异系数 /% Coefficient variation	<i>P</i>
C1	69.00	32.00	48.34	47.50	7.91	16.37	0.000
C2	133.00	50.00	92.10	93.00	17.69	19.21	0.027
C3	9.00	3.00	4.69	4.00	1.27	27.19	0.127
C4	26.50	12.00	19.62	20.00	2.89	14.71	0.008
C5	11.17	5.38	7.69	7.66	1.20	15.62	0.014
C6	101.10	44.20	73.08	71.70	12.12	16.59	0.064
C7	4.00	3.00	3.93	4.00	0.25	6.47	0.553
C8	402.00	69.00	183.36	173.00	60.82	33.17	0.024
C9	7.85	2.30	4.17	3.98	0.98	23.60	0.153
C10	12.56	5.58	8.74	8.78	1.60	18.36	0.357
C11	37.42	14.41	22.33	22.11	4.42	19.79	0.598
C12	60.01	10.11	23.27	22.21	7.76	33.34	0.365
C13	0.49	0.19	0.32	0.33	0.05	16.44	0.000
C14	42.90	23.70	33.51	33.6	3.70	11.03	0.030

C1~C14 见表 1。下表同。

C1 - C14 see Table 1. The same is following Tables.

表3 重齿当归数量性状的 K-S 正态性检验

Table 3 K-S normality test of *Angelica biserrata* quantitative characteristics

编号 No.	极端差别 Most extreme difference			K-S	P	偏度 Skewness	峰度 Kurtosis
	绝对值 Absolute value	正 Positive	负 Negative				
C1	0.086	0.086	-0.051	0.928	0.355	0.370	-0.419
C2	0.052	0.029	-0.052	0.556	0.917	-0.142	-0.437
C3	0.223	0.223	-0.148	2.402	0.000	0.963	0.949
C4	0.102	0.068	-0.102	1.022	0.248	-0.211	-0.086
C5	0.043	0.043	-0.037	0.455	0.986	0.296	0.035
C6	0.090	0.090	-0.043	0.965	0.309	0.324	-0.295
C7	0.378	0.358	-0.378	4.072	0.000	-3.447	10.053
C8	0.087	0.087	-0.032	0.932	0.350	0.627	0.751
C9	0.090	0.090	-0.083	0.984	0.287	1.292	2.798
C10	0.044	0.041	-0.044	0.487	0.972	0.118	-0.537
C11	0.055	0.055	-0.036	0.605	0.857	0.485	0.285
C12	0.073	0.073	-0.059	0.801	0.524	1.081	2.925
C13	0.099	0.099	-0.084	1.053	0.217	0.146	0.848
C14	0.076	0.061	-0.076	0.830	0.496	-0.055	0.178

表4 重齿当归数量性状间的相关系数

Table 4 Correlation coefficient among 13 quantitative characteristics of *Angelica biserrata*

编号 No.	C1	C2	C4	C3	C5	C6	C8	C9	C11	C10	C12	C13	C14
C1	1												
C2	0.157	1											
C4	-0.056	0.086	1										
C3	0.224*	0.285**	-0.049	1									
C5	0.003	-0.134	0.066	0.026	1								
C6	0.103	-0.020	-0.041	0.021	-0.059	1							
C8	0.180	0.550**	0.005	0.386**	-0.032	0.096	1						
C9	-0.116	0.005	-0.203*	0.009	-0.034	-0.144	-0.114	1					
C11	0.004	-0.076	-0.091	0.057	-0.112	-0.020	-0.099	0.835**	1				
C10	0.038	-0.102	-0.060	0.067	-0.135	0.096	-0.026	0.568**	0.894**	1			
C12	-0.027	-0.015	-0.142	0.056	-0.132	-0.022	-0.080	0.832**	0.925**	0.863**	1		
C13	0.076	-0.028	-0.227*	0.144	0.219*	0.170	0.077	0.123	0.072	0.018	0.056	1	
C14	-0.005	-0.034	0.103	0.107	0.235*	0.015	0.066	0.066	0.015	-0.042	-0.015	0.255**	1

\*:  $P < 0.05$ ; \*\*:  $P < 0.01$ .

相关性分析, 将叶周长、叶面积、叶序数、叶长等 4 个性状去除, 只对剩余 9 个性状进行后续分析。

## 2.5 数量性状的分级

剩余 9 个数量性状均符合正态分布或近似正态分布。叶厚度的标准差小, 且变异系数低, 采用  $(X-0.5246S)$  和  $(X+0.5246S)$  作为 2 个分点可分为 3 级; 其余数量性状均采用  $(X-1.2818S)$ 、 $(X-0.5246S)$ 、 $(X+0.5246S)$ 、 $(X+1.2818S)$  作为 4 个分点可分为 5 级(表 5)。依据分点对数量性状进行分级(表 6), 将各数量性状的测定值依据分级标准进行频次的 K-S

正态性检验, 表明各性状的频次分布均属正态分布, 验证了此分级标准的合理性。

## 3 结论和讨论

本研究采用方差分析、变异分析、K-S 检验、相关性分析和主成分分析, 对 2 a 生重齿当归叶片的数量性状进行取舍, 去除叶序数、复叶回数、叶面积、叶周长和叶长 5 个性状, 保留独立性较强的 9 个数量性状进行分级研究, 8 个数量性状被分为了 5 个连续分布的分级, 1 个数量性状被分为了 3

表 5 重齿当归数量性状分级的分点值

Table 5 Grading point of quantitative characteristics of *Angelica biserrata*

编号 No.	分点值 Point value			
	1	2	3	4
C1	38.20	44.20	52.50	58.50
C2	69.40	82.80	101.40	114.80
C4	15.90	18.10	21.10	23.30
C5	6.20	7.10	8.30	9.20
C6	57.50	66.70	79.40	88.60
C8	105.40	151.40	215.30	261.30
C9	2.90	3.70	4.70	5.50
C13	0.29	0.34		
C14	28.80	31.60	35.50	38.30

表 6 重齿当归数量性状的分级

Table 6 Grading range of quantitative characteristics of *Angelica biserrata*

性状 Characteristics	1	2	3	4	5
株高 Plant height (cm)	≤38.20	38.30~44.20	44.30~52.50	52.60~58.50	≥58.60
冠幅 Crown width (cm)	≤69.40	69.50~82.80	82.90~101.40	101.50~114.80	≥114.90
复叶叶柄长度 Petiole length (cm)	≤15.90	16.00~18.10	18.20~21.10	21.20~23.30	≥23.40
复叶叶柄直径 Petiole diameter (mm)	≤6.20	6.30~7.10	7.20~8.30	8.40~9.20	≥9.30
叶柄夹角 Angle between petioles (°)	≤57.50	57.60~66.70	66.80~79.40	79.50~88.60	≥88.70
叶片数 Leaf number	≤105.40	105.50~151.40	151.50~215.30	215.40~261.30	≥261.40
叶宽 Leaf width (cm)	≤2.90	3.00~3.70	3.80~4.70	4.80~5.50	≥5.60
叶厚度 Leaf thickness (mm)	≤0.29	0.30~0.34	≥0.35		
叶绿素含量 Content of chlorophyll (SPAD)	≤28.80	28.90~31.60	31.70~35.50	35.60~38.30	≥38.40

个连续分布的分级，这可作为今后开展重齿当归 DUS 测试指南研制、资源评价、新品种选育等工作的依据。

植物品种数量性状分级方法主要有极差等距法、概率分级法等。极差等距法分级计算简便，但分级点选取人为误差大，可靠性差。概率分级法一般用于正态分布，及偏度和峰度绝对值均小于或等于 1 的偏态分布性状的分级<sup>[8]</sup>，以实测数据拟合数学分布函数，再计算概率分布，因此更加科学合理<sup>[9]</sup>，已在多种植物的数量性状分级方面有所应用<sup>[10-11]</sup>，并取得了比较理想的结果。

数量性状分级过少，可能会无法区分差异较小的品种，增加工作量和错误概率；分级过多，则无法排除品种内的差异、校正测量误差，可能会将相同品种的两个样本判定具有差异而造成错判<sup>[12]</sup>。本研究中，所采用的数量性状的数据都符合正态分布、或近似正态分布，8 个数量性状采用概率分级法分为 5 级，1 个数量性状采用概率分级法分为 3 级。重齿当归的 9 个数量性状，理论上有 100 余万个赋值组合。我国独活还处于农家种时代，还没有

经过审(认)定的品种出现，使用概率分级的结果为其数量性状赋值，有极大概率将重齿当归各个种质资源(或农家种，或品种)完全区分开。

数量性状间可能存在显著相关关系<sup>[13]</sup>，本研究结果表明，叶宽与叶面积、叶周长，叶长与叶面积、叶周长的相关系数非常高，因此可考虑去除叶面积、叶周长性状，以减小误差，同时减少 DUS 测试的工作量；部分数量性状间虽有显著相关性，但相关系数较小，说明性状间存在较好的相对独立性，也证明这些数量性状作为测试性状是合理可行的。

重齿当归人工种植，第 1 年播种培育种苗，第 2 年移栽生产独活药材，第 3 年抽薹开花结实。不同生长发育时期，重齿当归的形态特征有明显差异，研制重齿当归 DUS 测试指南应考虑不同时期的性状差异。本文仅对第 2 年移栽的处于营养生长过程中的重齿当归叶片数量性状进行了研究，对其生殖生长过程中的数量性状(如株高、茎粗，以及花序与花朵、种子等方面)并未涉及，后续需要对其开展研究，为重齿当归 DUS 测试指南提供更为充分的参考依据。

重齿当归人工种植规模较小,集中在湖北、甘肃、重庆、陕西、宁夏等地。本研究的参试资源覆盖了重齿当归的主产区,资源代表性强,叶片8个性状上表现出显著差异,适合作为数量性状分级研究的对象。但参试资源均集中种植于鄂西地区,考虑到植物在不同生态区可能会有不同的表现,本研究结果可以作为鄂西、渝北等地区开展重齿当归DUS测试指南研制、资源评价、新品种选育等工作的依据。

## 参考文献

- [1] FANG C, TANG X, HU G B, et al. A study on grading of quantitative characteristics of litchi [J]. *J Fruit Sci*, 2020, 37(5): 635–644. doi: 10.13925/j.cnki.gsxb.20190603.  
方超, 唐轩, 胡桂兵, 等. 荔枝 DUS 测试数量性状分级研究 [J]. *果树学报*, 2020, 37(5): 635–644. doi: 10.13925/j.cnki.gsxb.20190603.
- [2] LUO C H. Study on DUS test guidelines and stress tolerance of main types of *Isatis indigotica* Fort [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2012: 13–14.  
罗春红. 菘蓝 DUS 测试指南研制及主要类型抗逆性研究 [D]. 南京: 南京农业大学, 2012: 13–14.
- [3] ZHONG H F, HUANG M L, ZHONG H Q, et al. The development status of agricultural varieties protection and DUS testing techniques in China [J]. *Chin J Trop Crops*, 2017, 38(6): 1155–1162. doi: 10.3969/j.issn.1000-2561.2017.06.028.  
钟海丰, 黄敏玲, 钟准钦, 等. 中国农业植物新品种保护与 DUS 测试技术发展现状 [J]. *热带作物学报*, 2017, 38(6): 1155–1162. doi: 10.3969/j.issn.1000-2561.2017.06.028.
- [4] WEI X X, LAI R L, CHEN J, et al. Studies on genetic diversity on inflorescence phenotypic characteristics of *Canarium album* germplasm resource [J]. *J Trop Subtrop Bot*, 2019, 27(1): 1–10. doi: 10.11926/jtsb.3940.  
韦晓霞, 赖瑞联, 陈瑾, 等. 橄榄种质资源花序表型性状遗传多样性研究 [J]. *热带亚热带植物学报*, 2019, 27(1): 1–10. doi: 10.11926/jtsb.3940.
- [5] GUO X L, LIN X M, GUO J, et al. The research status and prospect of *Radix Angelicae Pubescentis* [J]. *J Anhui Agric Sci*, 2014, 42(33): 11673–11674, 11722. doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2014.33.023.  
郭晓亮, 林先明, 郭杰, 等. 独活研究现状与展望 [J]. *安徽农业科学*, 2014, 42(33): 11673–11674, 11722. doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2014.33.023.
- [6] LIU M J. Studies on the variations and probability gradings of major quantitative characters of Chinese jujube [J]. *Acta Hort Sin*, 1996, 23(2): 105–109.  
刘孟军. 枣树数量性状的概率分级研究 [J]. *园艺学报*, 1996, 23(2): 105–109.
- [7] LI X R. Compare and application of principal component analysis, factor analysis and clustering analysis [J]. *J Shandong Edu Inst*, 2007, 22(6): 23–26. doi: 10.3969/j.issn.1008-2816.2007.06.006.  
李新蕊. 主成分分析、因子分析、聚类分析的比较与应用 [J]. *山东教育学院学报*, 2007, 22(6): 23–26. doi: 10.3969/j.issn.1008-2816.2007.06.006.
- [8] LI J H. The acquisition technology and analysis method research of phenotypic and molecular traits of cymbidium DUS test [D]. Guangzhou: South China Agricultural University, 2018: 7–31.  
李季鸿. 兰属 DUS 测试表型及分子性状采集分析方法技术研究 [D]. 广州: 华南农业大学, 2018: 7–31.
- [9] LUO X Y, SONG X B, DAI S L. Variation and probability grading of quantitative characters of traditional chrysanthemum cultivars [J]. *J Beijing For Univ*, 2016, 38(1): 101–111. doi: 10.13332/j.1000-1522.20150137.  
雒新艳, 宋雪彬, 戴思兰. 中国传统大菊品种数量性状变异及其概率分级 [J]. *北京林业大学学报*, 2016, 38(1): 101–111. doi: 10.13332/j.1000-1522.20150137.
- [10] HU Y Y. Study on variation and probability distribution and selection of example varieties of characteristic in DUS test guideline of *Dahlia* varieties [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2017: 12–33.  
胡园园. 大丽花性状变异、分级及 DUS 测试标准品种筛选的研究 [D]. 南京: 南京农业大学, 2017: 12–33.
- [11] LI Y F, HAO C H, LI S F, et al. Studies on the variation and probability distribution of main quantitative characteristics in DUS testing of the new maize varieties [J]. *J Jilin Agric Sci*, 2009, 34(6): 23–25, 28. doi: 10.3969/j.issn.1003-8701.2009.06.008.  
李玉发, 郝彩环, 李淑芳, 等. 玉米新品种 DUS 测试主要数量性状的变异及概率分布的研究 [J]. *吉林农业科学*, 2009, 34(6): 23–25, 28. doi: 10.3969/j.issn.1003-8701.2009.06.008.
- [12] DENG S, CHEN H R, REN L, et al. Measurement method for the quantitative traits used in DUS testing of hosta (*Hosta Tratt.*) [J]. *J Plant Genet Resour*, 2020, 21(2): 347–358. doi: 10.13430/j.cnki.jpgr.20190524004.  
邓姗, 陈海荣, 任丽, 等. 玉簪属品种 DUS 测试中数量性状的测定方法探索 [J]. *植物遗传资源学报*, 2020, 21(2): 347–358. doi: 10.13430/j.cnki.jpgr.20190524004.
- [13] LIU Y F, ZHANG J H, YANG X H, et al. Application of statistic analysis on the selection of quantitative characteristics listed in the DUS test guideline of *Tagetes L.* [J]. *Agric Sci Technol*, 2012, 13(9): 2021–2023, 2033. doi: 10.3969/j.issn.1009-4229-B.2012.09.045.