

# 慈姑种质资源的品质性状分析

李峰 彭静 刘玉平 叶元英 刘义满 黄来春 朱红莲 李双梅  
柯卫东

(武汉市蔬菜科学研究所, 湖北武汉 430065)

**摘要:** 对保存于国家种质武汉水生蔬菜资源圃内的 100 份慈姑种质资源品质性状进行了测定, 并对其进行了正态分布检验、相关性分析和聚类分析。结果表明: 干物质含量平均为 30.87%, 变幅 23.55% ~ 38.82%; 淀粉含量平均为 16.36%, 变幅 11.44% ~ 22.58%; 粗蛋白含量平均为 4.67%, 变幅 2.89% ~ 6.98%; 可溶性糖含量平均为 2.67%, 变幅 1.55% ~ 3.94%。干物质含量、可溶性糖含量和淀粉含量服从正态分布, 粗蛋白含量不服从正态分布; 高干物质含量和高淀粉含量的慈姑种质资源的总体水平相对较高。干物质含量与粗蛋白含量、可溶性糖含量、淀粉含量间呈极显著正相关, 粗蛋白含量、可溶性糖含量和淀粉含量间呈极显著负相关。依品质性状将 100 份慈姑种质资源聚为 5 类, 第 1 类为各品质性状含量均低类型; 第 2 类为仅粗蛋白含量稍高类型; 第 3 类为可溶性糖含量极高类型; 第 4 类为粗蛋白含量极高类型; 第 5 类为干物质含量和淀粉含量极高类型。

**关键词:** 慈姑; 种质资源; 品质性状; 聚类分析; 相关分析

中图分类号: S645.9 文献标识码: A 文章编号: 1000-6346 (2012) 04-0048-06

## Quality Traits Analysis of Corm in Arrowhead Germplasm

LI Feng, PENG Jing, LIU Yu-ping, YE Yuan-ying, LIU Yi-man, HUANG Lai-chun, ZHU Hong-lian,  
LI Shuang-mei, KE Wei-dong

(Wuhan Vegetable Research Institute, Wuhan 430065, Hubei, China)

**Abstract:** In order to provide theoretical basis for germplasm development and quality breeding of arrowhead (*Sagittaria sagittifolia* L.), the quality traits of corm in 100 arrowhead germplasm, conserved in Wuhan National Germplasm Repository for Aquatic Vegetables, were tested. The normal distribution, pearson correlation and cluster were analyzed. The results indicated that the average dry matter content was 30.87%, ranging from 23.55%–38.82%. The average starch content was 16.36%, ranging from 11.44%–22.58%. The average crude protein content was 4.67%, ranging from 2.89%–6.98%. The average soluble sugar content was 2.67%, ranging from 1.55%–3.94%. The distribution of dry matter content, soluble sugar content and starch content are normal, but the distribution of crude protein content is not normal. The accession number of high dry matter content and high starch content is higher than the others. The dry matter content is very significantly positive correlated with the crude protein content, and so is the soluble sugar content with the starch content. While the crude protein content is very significantly negative correlated with the soluble sugar content and starch content. The soluble sugar

收稿日期: 2011-08-15; 接受日期: 2011-10-25

基金项目: 国家公益性行业 (农业) 科研专项 (200903017)

作者简介: 李峰, 男, 高级农艺师, 主要从事水生蔬菜资源与育种方面的研究, E-mail: fun-lee@163.com

content is significantly negative correlated with the starch content. The 100 arrowhead germplasm resources are divided into 5 categories according to their quality traits. In the 1st group, all quality traits contents are lower. In the 2nd group, only the crude protein content is higher. In the 3rd group, the soluble sugar content is the highest. In the 4th group, the crude protein content is the highest. In the 5th group, the dry matter content and starch content are the highest.

**Key words:** Arrowhead; Germplasm; Quality traits; Cluster analysis; Correlation analysis

慈姑 (*Sagittaria sagittifolia* L.) 为泽泻科慈姑属多年生宿根性草本植物, 栽培种为华夏慈姑 (*Sagittaria trifolia* var. *sinensis*), 是野慈姑 (*Sagittaria trifolia* Linn.) 的一个变种 (陈家宽, 1989), 以球茎供食用。慈姑在中国、日本、朝鲜以及东南亚地区均有栽培, 以中国栽培面积最大, 主要分布在长江流域及其以南的沿海各省 (赵有为, 1992)。国家种质武汉水生蔬菜资源圃保存了自‘七五’以来收集自上述大部分地区的慈姑资源逾 100 份, 在植物学分类上主要包括华夏慈姑和野慈姑, 在园艺学上一般按球茎大小等特征分为栽培慈姑和野生慈姑, 按球茎皮色分为白慈姑、乌慈姑和黄慈姑 (黄新芳 等, 1998), 资源类型丰富。目前各地栽培的慈姑多为地方品种, 慈姑新品种选育工作尚处在起步阶段, 对我国丰富的慈姑种质资源利用不足。本试验对 100 份慈姑资源进行品质性状测定, 并进行了聚类分析和相关性分析, 以期发掘品质性状优良的慈姑种质, 为慈姑种质创新和品质育种提供理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

供试材料为保存于国家种质武汉水生蔬菜资源圃的 100 份慈姑种质资源 (表 1), 这些材料分别收集于安徽、广东、广西、贵州、河北、河南、湖北、江苏、江西、陕西、上海、四川、云南、浙江等 14 个省、市; 其中地方品种 62 份, 野生资源 38 份。

### 1.2 试验方法

试验于 2010 年在武汉市蔬菜科学研究所试验地 (东经 114°20', 北纬 30°37', 海拔 30 m) 进行, 位于江汉平原东部, 属亚热带湿润季风气候, 年降雨量 1 269 mm, 年均气温 15.8~17.5 °C, 无霜期 211~272 d。每份资源分别种植于具有保水、保肥和隔离功能的水泥池中, 水泥池规格: 2 m×3 m, 每池定植 6 株, 常规日常管理。

### 1.3 品质性状测定

每试验小区分别随机取鲜样 1 000 g, 清洗干净, 除去非可食部分, 用二分法分取可食部分, 切成薄片, 混匀。鲜样于 105 °C 杀青 30 min, 在 65 °C 下烘干, 磨粉, 过 80 目筛, 待测。干物质含量按照常压干燥法测定; 淀粉含量采用国家标准 GB/T 5009.9—2003《食品中淀粉的测定》规定方法测定; 粗蛋白含量采用 GB/T 8856—1988《水果、蔬菜产品粗蛋白质的测定方法》规定方法测定; 可溶性糖含量采用 AOAC—1984, 31.052 规定方法测定。干物质含量测定在本所进行, 其他性状测定委托农业部蔬菜品质监督检验测试中心 (北京) 进行。测定出干样中各营养成分含量后, 再换算成鲜样中各成分的含量。

### 1.4 数据分析

试验数据采用 Excel 软件计算各品质性状的一般描述性统计量, 采用 SAS 9.0 统计软件进行正态分布检验, 以 Shapiro-wilk 检验 ( $w$  检验) 时  $w$  值确定概率  $P$  作为检验标准 (刘庆武和胡志艳, 2005), 并计算品质性状间的 Pearson 偏相关系数, 在对各品质性状数据标准化后采用类平均法进行聚类分析, 类间距离采用欧氏距离。

表1 供试慈姑种质资源名称及来源地

编号	种质名称	来源地	种质类型	编号	种质名称	来源地	种质类型	编号	种质名称	来源地	种质类型
1	惠水乌慈	江西	地方品种	35	呈贡慈姑	云南	地方品种	69	芜湖慈姑-2#	安徽	地方品种
2	仙桃野慈姑	湖北	野生资源	36	芜湖乌慈-1	安徽	地方品种	70	S-85	广西	野生资源
3	永川小桥子慈姑	四川	野生资源	37	建水慈姑-2#	云南	地方品种	71	玉溪慈姑	云南	地方品种
4	白洋淀慈姑-3#	河北	野生资源	38	浙江白慈姑	浙江	地方品种	72	曲江慈姑	云南	地方品种
5	朱兰慈姑	河南	野生资源	39	南宁家慈	广西	地方品种	73	富民款庄慈姑	云南	地方品种
6	黑龙潭慈姑	云南	野生资源	40	谢湾慈姑	湖北	地方品种	74	溧阳慈姑	江苏	地方品种
7	S-81	广西	野生资源	41	丹阳慈姑	上海	地方品种	75	上海慈姑	上海	地方品种
8	贵阳白慈	贵州	地方品种	42	沈荡慈姑	江苏	地方品种	76	高湖慈姑	湖北	地方品种
9	大足慈姑	四川	地方品种	43	旧县慈姑	江苏	地方品种	77	金子坝野慈姑	湖北	野生资源
10	南宁白慈	广西	地方品种	44	淮安慈姑	江苏	地方品种	78	贵港油塘慈姑	广西	野生资源
11	刮老乌	江苏	地方品种	45	李家高山野慈	云南	野生资源	79	宝应慈姑	江苏	地方品种
12	普洱慈姑	云南	地方品种	46	巢湖慈姑-1#	安徽	地方品种	80	梧州乌慈	广西	地方品种
13	澄江慈姑-1	云南	地方品种	47	红鞘慈姑	云南	地方品种	81	汉阳慈姑	湖北	地方品种
14	六合慈姑	江苏	地方品种	48	石屏慈姑	云南	地方品种	82	潮州慈	广东	地方品种
15	淮阴慈姑	江苏	地方品种	49	芜湖乌慈-2	安徽	野生资源	83	随州慈姑	湖北	野生资源
16	紫鞘慈姑	广西	地方品种	50	芜湖白慈	安徽	地方品种	84	秀林慈姑	湖北	野生资源
17	澄江慈姑	云南	地方品种	51	皂市家慈	湖北	地方品种	85	庐江野慈姑	安徽	野生资源
18	包家花园乌慈	江西	地方品种	52	石碑家慈姑	云南	地方品种	86	阳朔野慈姑	广西	野生资源
19	湛江南柳村慈姑	广东	野生资源	53	南宁野慈	广西	野生资源	87	随州小叶慈姑	湖北	野生资源
20	苏州黄-1	江苏	地方品种	54	思茅野慈姑	云南	野生资源	88	巢湖野慈姑	安徽	野生资源
21	安宁慈姑	云南	野生资源	55	绍兴慈姑	浙江	地方品种	89	荆门慈姑	湖北	地方品种
22	宜良慈姑	云南	野生资源	56	苏州黄-2	江苏	地方品种	90	包家花园慈姑	江西	地方品种
23	邯郸马头镇慈姑	河北	野生资源	57	白洋淀慈姑-1#	河北	野生资源	91	钟祥野慈姑	湖北	野生资源
24	名山万古乡慈姑	四川	野生资源	58	巢湖慈姑-3#	安徽	地方品种	92	黄金坝野慈姑	湖北	野生资源
25	建水慈姑-3#	云南	野生资源	59	芜湖慈姑-1#	安徽	地方品种	93	淮阳慈姑	河南	野生资源
26	浙农大白慈姑	浙江	地方品种	60	建水慈姑-1#	云南	地方品种	94	玉林南江慈姑	广西	地方品种
27	襄安慈姑	安徽	地方品种	61	博白尖叶慈姑	广西	地方品种	95	荔浦慈姑	广西	野生资源
28	长种慈姑	江苏	地方品种	62	巢湖慈姑-2#	安徽	地方品种	96	心大坪慈姑	广西	野生资源
29	洪泽慈姑	江苏	地方品种	63	八街慈姑	云南	地方品种	97	陕西慈姑	陕西	野生资源
30	棠梨店慈姑	河南	野生资源	64	杨柳慈姑	安徽	地方品种	98	黄泥坝慈姑	湖北	地方品种
31	玉溪慈姑	云南	地方品种	65	桂林白慈	广西	地方品种	99	白洋淀慈姑-2#	河北	野生资源
32	金鸡坡慈姑	江西	地方品种	66	资阳慈姑	四川	地方品种	100	监利野慈姑	湖北	野生资源
33	贵阳乌慈	贵州	地方品种	67	南阳慈姑	河南	野生资源				
34	博白金马铃慈姑	广西	野生资源	68	博白圆叶	广西	野生资源				

## 2 结果与分析

### 2.1 慈姑种质资源球茎品质性状的一般描述性统计量

由表2可见,100份慈姑种质资源的干物质含量平均达30.87%,变幅23.55%~38.82%,变异系数10.14%;干物质中主要以淀粉为主,淀粉的平均含量达16.36%,占干物质的一半以上,变幅11.44%~22.58%;粗蛋白含量和可溶性糖含量相对较低,平均值仅为4.67%和2.67%,但是变异系数分别达22.01%和22.26%,几乎是干物质含量和淀粉含量变异系数的2倍。

### 2.2 慈姑种质资源球茎品质性状的正态分布检验

由图1可知,干物质含量、可溶性糖含量和淀粉含量的 $P>0.05$ ,说明干物质含量、可溶性糖含量和淀粉含量服从正态分布;而粗蛋白含量的 $P<0.05$ ,说明其不服从正态分布。干物质含

表2 慈姑种质资源球茎品质性状一般描述性统计量

参数	干物质含量	粗蛋白含量	可溶性糖含量	淀粉含量
平均值/%	30.87	4.67	2.67	16.36
最小值/%	23.55	2.89	1.55	11.44
最大值/%	38.82	6.98	3.94	22.58
标准差	3.13	1.03	0.59	2.19
极差	15.27	4.09	2.39	11.14
变异系数/%	10.14	22.01	22.26	13.41

量在 31.25%处出现频率最大, 粗蛋白含量在 3.9%处出现频率最大, 可溶性糖含量在 2.4%处出现频率最大, 淀粉含量在 16.5%处出现频率最大。干物质含量和淀粉含量出现最高频率对应含量值均值高于其均值, 而粗蛋白含量和可溶性糖含量则相反, 说明高干物质含量和高淀粉含量慈姑种质资源的总体水平较高, 而高粗蛋白含量和高可溶性糖含量慈姑种质资源的总体水平较低。

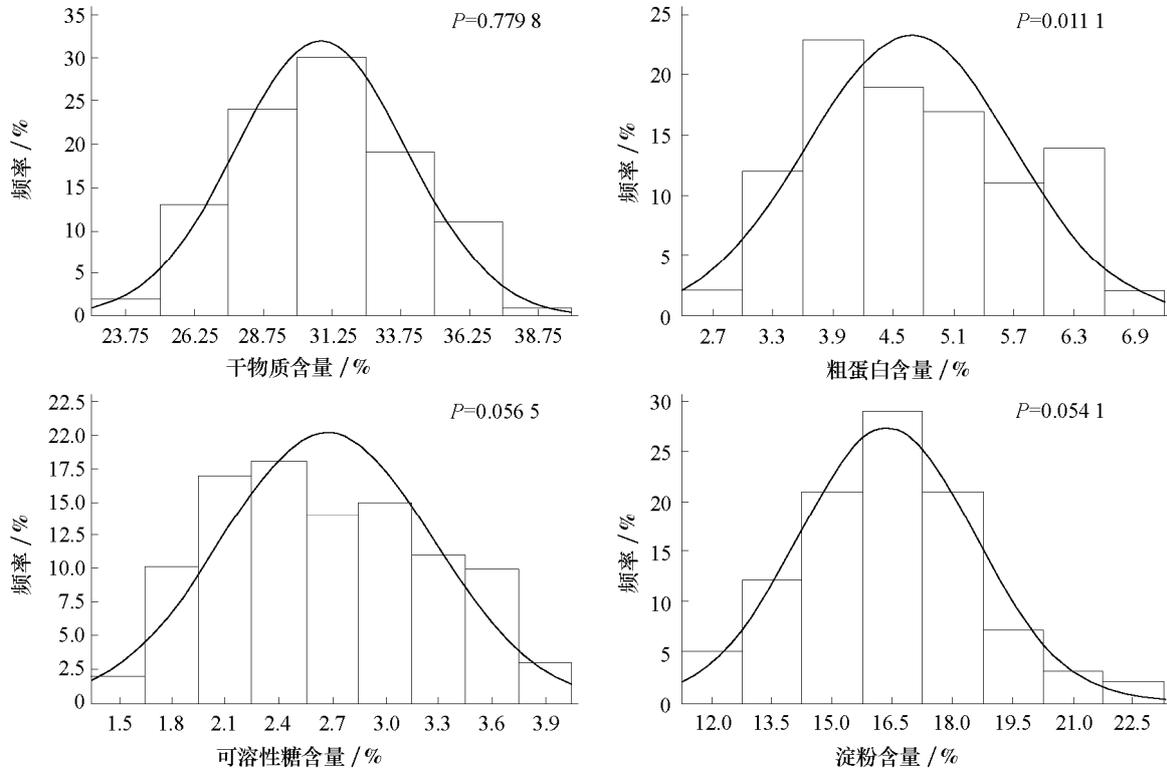


图 1 慈姑种质资源球茎品质性状正态分布

P 为 Shapiro-Wilk 检验时 w 值确定的概率。

### 2.3 慈姑种质资源球茎品质性状的相关性分析

100 份慈姑种质资源球茎各营养成分 Pearson 偏相关系数见表 3。干物质含量与粗蛋白含量、可溶性糖含量、淀粉含量间呈极显著正相关, 其中干物质含量与淀粉含量偏相关系数最大 ( $r=0.91^{**}$ ); 粗蛋白含量与可溶性糖含量、淀粉含量呈极显著负相关 ( $r=-0.55^{**}$ ,  $-0.47^{**}$ ); 可溶性糖含量与淀粉含量呈极显著负相关 ( $r=-0.42^{**}$ )。但是, 仅干物质含量与淀粉含量的偏相关系数大于 0.7, 说明仅干物质含量与淀粉含量的相关性较强, 其他性状相关性较弱。

### 2.4 慈姑种质资源球茎品质性状的聚类分析

对 100 份慈姑种质资源球茎品质性状进行聚类分析 (图 2), 各类群球茎品质性状的平均值和变异系数见表 4。在欧氏距离 0.95 处可将这些种质资源分为 6 类, 其中第 5 类和第 6 类与其他几类遗传距离较远 (欧氏距离 1.45), 故合并成 1 类。第 1 类包括 22 份资源, 其中野生资源 6 份, 这类资源干物质、淀粉含量相对较低, 粗蛋白含量极低 (平均值为 3.63%), 而可溶性糖含量相对较高; 第 2 类包括 17 份资源, 其中野生资源 4 份, 这类资源干物质、可溶性糖、淀粉含量极低 (平均值分别为 26.60%、2.08%、13.46%), 而粗蛋白含量相对较高; 第 3 类包括 21 份

表 3 慈姑种质资源球茎各营养成分 Pearson 偏相关系数

性状	干物质含量	粗蛋白含量	可溶性糖含量	淀粉含量
干物质含量	1			
粗蛋白含量	0.61 <sup>**</sup>	1		
可溶性糖含量	0.59 <sup>**</sup>	-0.55 <sup>**</sup>	1	
淀粉含量	0.91 <sup>**</sup>	-0.47 <sup>**</sup>	-0.42 <sup>**</sup>	1

注: \*\*表示极显著相关 ( $\alpha=0.01$ )。

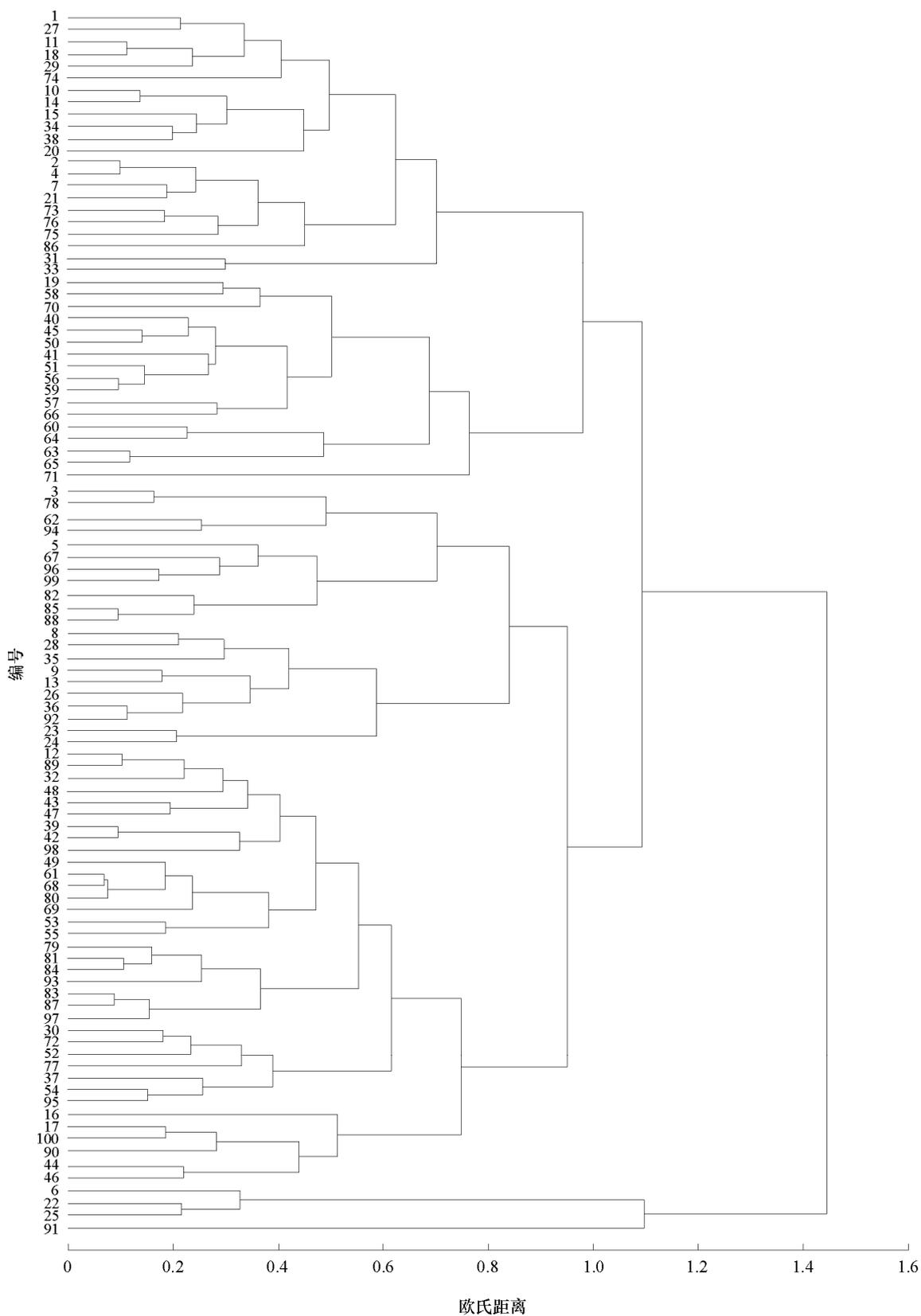


图2 慈姑种质资源球茎品质性状聚类分析树状图

各编号对应的种质名称见表1。

资源, 其中野生资源 11 份, 这类资源可溶性糖含量极高 (平均值为 3.25%), 其他品质性状含量较高; 第 4 类包括 36 份资源, 其中野生资源 13 份, 这类资源粗蛋白含量极高 (平均值为 5.16%), 其他品质性状含量较高; 第 5 类资源包括 4 份资源, 全部为野生资源, 这类资源干物质含量和淀粉含量极高 (平均值分别为 37.45% 和 21.61%), 粗蛋白含量和可溶性糖含量亦相对较高, 这 4 份资源的综合品质性状较好, 可确定为优良资源。

表 4 慈姑种质资源各类群球茎品质性状的特征

聚类类别	参数	干物质含量	粗蛋白含量	可溶性糖含量	淀粉含量
I	$\bar{x}$ /%	29.25	3.63	3.11	15.15
	CV /%	0.05	0.17	0.12	0.08
II	$\bar{x}$ /%	26.60	4.65	2.08	13.46
	CV /%	0.05	0.16	0.17	0.08
III	$\bar{x}$ /%	34.31	4.97	3.25	18.28
	CV /%	0.04	0.22	0.11	0.07
IV	$\bar{x}$ /%	31.15	5.16	2.32	16.77
	CV /%	0.04	0.17	0.15	0.06
V	$\bar{x}$ /%	37.45	4.51	2.87	21.61
	CV /%	0.03	0.20	0.26	0.04

注:  $\bar{x}$ , 平均值; CV, 变异系数。

### 3 结论与讨论

100 份慈姑种质资源球茎干物质含量平均为 30.87%, 变幅 23.55% ~ 38.82%; 淀粉含量平均为 16.36%, 变幅 11.44% ~ 22.58%; 粗蛋白含量平均为 4.67%, 变幅 2.89% ~ 6.98%; 可溶性糖含量平均为 2.67%, 变幅 1.55% ~ 3.94%。变异系数均大于 10%, 各性状变异系数大小规律与黄新芳等 (1998) 对华夏慈姑资源研究结果基本一致。由此看出, 这些种质的品质性状具有丰富的遗传多样性。

彭静等 (2001) 对 28 份慈姑资源品质性状的相关性分析结果相差较大, 原因在于分析比较群体大小不同或者测试计算方法不同。本试验相关性分析认为, 干物质含量与其他品质性状间存在极显著正相关, 而且干物质含量与淀粉含量的相关性最强, 所以在进行品质育种时提高干物质含量可提高其他品质性状的含量水平, 对淀粉含量提高尤为明显, 对于慈姑品质育种尤其是高淀粉含量品种选育具有重要参考价值; 而淀粉含量、粗蛋白含量和可溶性糖含量间存在极显著负相关, 选育高淀粉含量慈姑品种必将使粗蛋白质含量和可溶性糖含量降低, 亦即选育兼顾这 3 个品质性状含量高的品种的可能性较小, 选育这 3 个品质性状中单一性状的专用品种则更容易实现。

100 份慈姑种质资源球茎品质性状可聚为各品质性状含量均低、仅粗蛋白含量稍高、可溶性糖含量极高、粗蛋白含量极高、干物质含量和淀粉含量极高 5 个类群, 且各类的品质性状含量水平依次增加。野生资源在第 1 类到第 5 类中均有分布, 说明慈姑野生资源品质并不全是最优, 但是从第 1 类到第 5 类, 野生资源分布比例不断增加, 直至各品质性状含量水平最高的第 5 类全部都是野生资源, 说明野生资源的各品质性状含量水平较高。被聚的慈姑资源类群间遗传距离可在一定程度上反映它们间的亲缘关系, 类群间存在一定差异。因此, 在慈姑品质育种或改良的过程中, 在加强慈姑种质资源特别是野生资源的鉴定评价基础上, 积极开展慈姑不同类群间种质的杂交, 或开展类群内种质的自交, 筛选创制优良品质性状的种质可能性较大。

淀粉是慈姑球茎主要营养成分, 是评价慈姑品种品质好坏的主要指标。通过聚类分析被聚为第 5 类的 4 份野生资源, 其淀粉含量处于较高水平, 而且其他品质性状含量也较高, 认为在品质性状方面这 4 份种质为优异种质, 这 4 份种质分别为收集自云南的黑龙潭慈姑、宜良慈姑、建水-3 和收集自湖北的钟祥野慈姑。

#### 参考文献

- 陈家宽. 1989. 中国慈姑属的系统与进化植物学研究. 武汉: 武汉大学出版社.
- 黄新芳, 孔庆东, 柯卫东, 彭静, 王海洋. 1998. 华夏慈姑种质资源及其研究 (上). 长江蔬菜, (11): 1-3.
- 刘庆武, 胡志艳. 2005. 如何用 SPSS、SAS 统计软件进行正态性检验. 湘南学院学报: 自然科学版, 7 (3): 56-58.
- 彭静, 柯卫东, 叶元英, 刘玉平, 李双梅, 孔庆东. 2001. 几种水生蔬菜品质性状分析. 长江蔬菜, (s): 58-62.
- 赵有为. 1992. 几种主要水生蔬菜生产技术发展概述 (下). 长江蔬菜, (2): 18.