

部分柚类品种的数量分类和主成分分析

卢华琼^{1,2}, 苏智先^{2*} (1. 四川省环境科学与生物多样性保护重点实验室, 四川西华师范大学生物多样性研究中心, 四川南充637002; 2. 绵阳师范学院生态研究中心, 四川绵阳621000)

摘要 利用SPSS12.0软件对柚类31个品种的23个果实形态学性状进行了品种的Q型聚类及其性状的R型聚类,并对23个形态学性状进行了主成分分析。结果显示:Q型聚类可分为4个组群;R型聚类可分为5个组;经主成分分析,23个性状可综合为7个主成分,其累积贡献率达78.7%,根据前7个主成分与性状间的相关性,选出了影响力比较大的13个性状。

关键词 柚;数量分类;聚类分析;主成分分析

中图分类号 S666.3 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2006)21-5510-02

Numerical Taxonomy and Principal Component Analysis of Punelo Cultivars

LU Hua-qiong et al (Sichuan Provincial Key Laboratory of Environmental Science and Biodiversity Conservation, Research Center of Biodiversity, China West Normal University, Nanchong, Sichuan 637002)

Abstract Q cluster analysis and R cluster analysis were used to examine the 23 fruit characteristics of 31 punelo cultivars, and 23 characteristics were analyzed with principal component analysis of SPSS12.0. The results revealed that 33 punelo cultivars were classified into 4 groups based on Q cluster analysis, 23 characteristics were divided into 5 groups according to R cluster analysis. The principal component analysis showed that 23 characteristics were integrated into 7 principal components (PC) and their additive contributing rate amounted to 78.7%, and 13 major discriminating characteristics were selected according to the relativity between 7 PC and characters. The results provided reference that was beneficial for us to use fruit characteristics to evaluate and classify punelo cultivars.

Key words Punelo; Numerical taxonomy; Cluster analysis; Principal component analysis

柚[*Citrus grandis* (L.) Osbeck] 又名抛、文旦等,是芸香科(Rutaceae)柑桔属植物^[1]。柚原产中国,其栽培历史悠久,变异类型及品种甚多,据不完全统计,我国柚类品种、品系、类型和株系在120个以上^[2]。在这些品种中,许多变异的性状都是数量性状,形态变化存在着很多过渡类型,这给品种分类系统的建立和品种的划分带来了很大的困难。从前人的工作中可以发现,以往的分类体系存在着很强的主观性和经验性,而且对某个性状的重视程度也不尽相同,因而造成了不同学者的分类体系很不一致,从而造成了柚类品种同物异名、同名异物的现象很普遍,进而影响到柚类品种资源的调查、应用和育种研究。

数量分类是将数学的方法和计算机技术引入到植物分类学研究中。主成分分析是利用降维的思想,将原来的指标重新组合成一组彼此无关、信息互不重叠的新的综合指标;同时,根据一定原则和实际需要,从中抽取较少的几个综合指标来反映原来指标所携带的较高比例的信息量^[3]。近年来,数量分类和主成分分析在果树研究中得到了广泛应用,但在柚类研究中却鲜有报道。郭爱民等^[4]首次应用聚类分析的方法研究了柚类果实品质,其分类结果与实际情况相符合。刘勇等^[5,6]也对柚类种质资源进行了 AFLP 与 SSR 遗传多样性分析,并对33个柚类品种进行了数量分类研究。笔者研究的主要目的:一是通过对性状的等权处理,将所有的性状信息浓缩为分类运算单位(OTU)间的相似性系数,形成相似性系数矩阵,然后进行聚类分析,试图找到一种客观的、量化的柚类品种分类体系;二是用主成分分析的方法,将原有的多个性状指标综合成一组新的指标,找到根据果实性状对柚类进行分类时应该注重的主要性状。

1 材料与方法

1.1 材料 选取重庆果树研究所柚品种资源圃的部分柚类品种和四川部分柚类品种共31个:冰糖柚,金堂蜜柚,邻苗柚,垫江白柚,龙安柚,白市柚,梁平柚,福建文旦,晚白柚,曼赛龙柚,⑪五布柚,⑫安江香柚,⑬强德勒柚,⑭水冬瓜,⑮曾家白柚,⑯金堂绿柚,⑰李家白柚,⑱通贤柚,⑲东风早,⑳盘古文旦,㉑坪山柚,㉒闽南沙田柚,㉓长寿沙田柚,㉔麻豆文旦,㉕段氏柚,㉖夔府红心柚,㉗岳柚5号,㉘锅魁柚,㉙蓬溪柚,㉚阆苑蜜柚,㉛丰都红心柚。

1.2 方法 对23项性状指标进行测量和描述:成熟期;果形;果实大小;果皮色泽;果皮粗细;油胞细密;果实芳香;果实中轴;果肉色泽;果肉粗细;①风味;②单果重;③果形指数;④果皮厚;⑤囊瓣数;⑥正常种子数;⑦可食率;⑧果汁率;⑨总糖;⑩可滴定酸;⑪Vc;⑫固酸比;⑬可溶性总固形物。其中数量性状直接以所测得值进行赋值,质量性状参照国际植物种质资源研究所柑橘描述符^[7]进行分类和评分,从而获得形态学数据。然后,将标准化去量纲后的形态学数据在SPSS12.0软件上计算欧氏遗传距离,采用类平均距离法对31个柚类品种进行Q型聚类和R型聚类,绘制出聚类树状图,并对形态指标进行主成分分析。

2 结果与分析

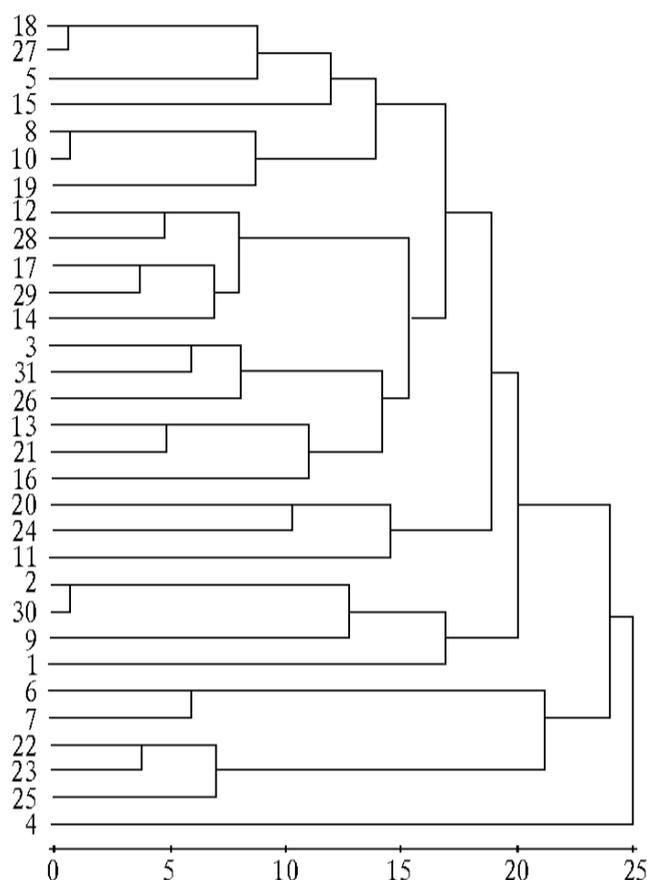
2.1 Q型聚类 以果实的23个形态和物候性状对柚品种进行聚类,得到聚类分析树系图(图1),树系图清楚反映出各个品种和类型之间的亲缘关系。由图1可见,以欧氏距离20.5为临界值,可将31个柚类品种分为4个组群:第1组在欧氏距离为17时可分为3个亚组,第1亚组包括通贤柚、岳柚5号、龙安柚、曾家白柚、福建文旦、曼赛龙、东风早柚、安江香柚、锅魁柚、李家白柚、蓬溪柚、水冬瓜、邻苗柚、丰都红心柚、夔府红心柚、强德勒柚、坪山柚、金堂绿柚;第2亚组包括盘古文旦、麻豆文旦和五布柚;第3亚组包括金堂蜜柚、阆苑蜜柚、晚白柚和冰糖柚。第2组为白市柚和梁平柚。第3组为闽南沙田柚、长寿沙田柚、段氏柚。第4组为垫江白柚。

基金项目 四川省科技攻关项目(03NG001-019);四川省教育厅项目(2003A175);绵阳市科技攻关项目(2005BN001-1)。

作者简介 卢华琼(1981-),女,四川仁寿人,硕士研究生,研究方向:生物多样性。* 通讯作者,博士后,博士生导师。

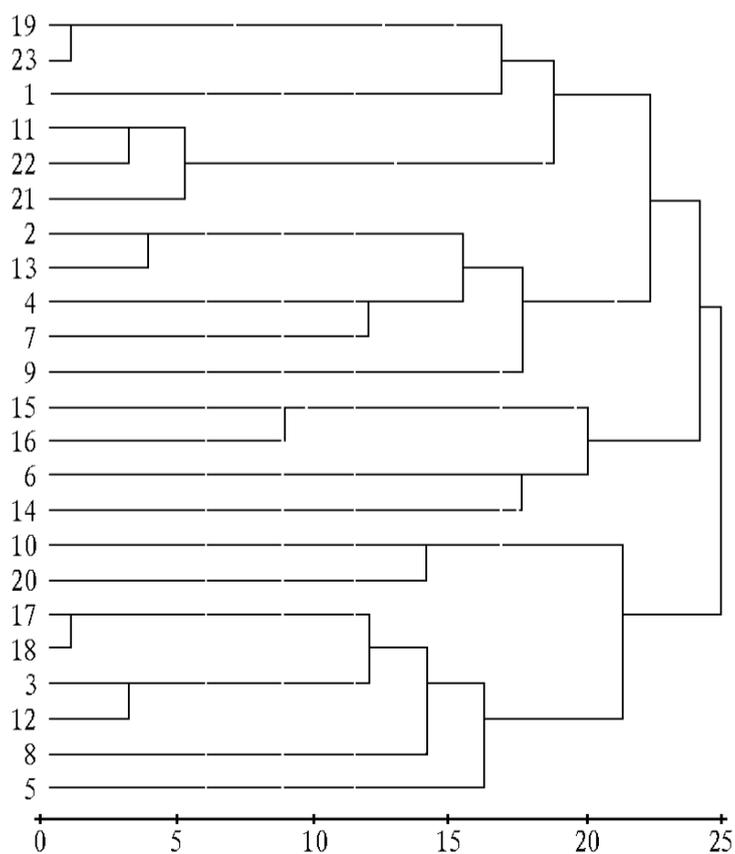
收稿日期 2006-08-01

2.2 R型聚类 性状的选取直接决定聚类分析结果的可靠性,通过对性状的R型聚类分析,既可以揭示各性状间的关系,又可以对Q型聚类分析的性状选取是否合理进行验证。笔者对柚果实的23个性状指标进行了R型聚类,由图2可见,在欧氏距离为20.5时,23个性状指标可分为5组:第1组包括总糖、可溶性总固形物、成熟期、风味、固酸比、Vc等性状;第2组包括果形、果形指数、果皮色泽、果实芳香、果肉色泽;第3组包括囊瓣数、正常种子数、油胞细密、皮厚;第4组包括果肉粗细和可滴定酸;第5组包括可食率、果汁率、果实大小、单果重、果实中轴、果皮粗细等性状。



注:图内数字为品种代号。

图1 Q型聚类图



注:图内数字为性状指标代号。

图2 R型聚类图

2.3 性状指标的主成分分析 主成分分析结果表明(表1),前7个主成分的累计贡献率达到了78.7%。第1主成分的贡献率为21.4%,特征向量绝对值较大的性状是风味、果汁率、可滴定酸、Vc、固酸比,其特征向量在0.32以上,反映了

这些性状的理化性状。第2主成分的贡献率为15.1%,特征向量绝对值较大的性状是总糖,其特征向量值为0.40,反映了柚类果实糖含量状况。第3主成分的贡献率为13.1%,特征向量绝对值较大的有果形和囊瓣数,它们的特征向量都在0.37以上,反映了柚类果实外观与囊瓣数量状况。第4主成分的贡献率为9.6%,特征向量绝对值较大的性状是果皮厚,特征向量值为0.47,主要反映了柚类果实的果皮性状。第5主成分的贡献率为8.8%,特征向量绝对值较大的性状是果实中轴和可溶性总固形物,它们的特征向量值都在0.34以上,主要反映了柚类果实中轴与可溶性总固形物含量状况。第6主成分的贡献率为6.1%,特征向量绝对值较大的性状是果皮色泽,特征向量值是0.43,主要反映了柚类果实的果面性状。第7主成分的贡献率为4.6%,特征向量绝对值较大的性状是成熟期,特征量值是0.51,主要反映了柚类果实的生长发育性状。

表1 主成分的特征根、贡献率和累计贡献率

性状序号	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7
1	-0.030	0.240	0.059	0.339	-0.152	0.107	0.505
2	0.160	-0.118	0.368	-0.163	0.184	-0.232	-0.288
3	-0.286	0.115	-0.092	0.337	0.122	-0.080	0.051
4	0.137	0.052	0.163	0.069	0.242	0.429	0.204
5	-0.062	0.309	-0.138	0.146	0.149	0.327	-0.362
6	0.125	-0.301	0.009	0.126	-0.137	-0.348	0.368
7	0.153	0.001	0.204	-0.208	0.234	0.251	0.339
8	-0.136	0.124	0.087	0.186	0.347	-0.373	0.183
9	-0.050	-0.161	0.164	-0.151	0.246	0.326	0.082
10	-0.137	-0.244	-0.228	-0.186	-0.153	0.229	0.206
11	0.352	0.116	-0.144	0.101	0.037	0.066	0.054
12	-0.288	0.176	0.140	0.306	0.136	0.004	-0.121
13	0.050	0.042	0.491	-0.021	0.208	-0.038	-0.106
14	0.059	-0.174	0.186	0.472	-0.224	0.219	-0.179
15	0.004	-0.185	-0.397	0.112	0.177	-0.011	-0.172
16	0.155	-0.271	-0.282	0.006	0.234	0.093	-0.117
17	-0.294	0.218	-0.165	-0.247	0.238	-0.128	0.106
18	-0.346	0.106	-0.110	-0.262	0.153	0.043	0.099
19	0.124	0.399	-0.022	-0.167	-0.281	-0.036	-0.137
20	-0.332	-0.170	0.188	-0.081	-0.166	-0.067	-0.090
21	0.335	0.128	-0.062	-0.006	0.176	-0.025	0.028
22	0.322	0.217	-0.198	0.051	0.185	-0.085	0.026
23	0.079	0.349	0.081	-0.248	-0.344	0.029	0.005
特征根	4.922	3.484	3.005	2.216	2.022	1.398	1.056
贡献率 %	21.401	15.148	13.065	9.634	8.791	6.078	4.590
累积贡献率 %	21.401	36.549	49.614	59.248	68.039	74.116	78.706

注:性状序号同“1.2”方法。

3 讨论

到目前为止,柚类种质资源的传统分类主要以各品种形态、习性,特别是果实的形态及生化特征等的描述为基础进行人为划分的。陈竹生等^[8]根据树体生长、物候、产量、果实外观与内质等对23个柚品种进行了评价归类。甘廉生等^[9]根据果实成熟期将柚划分为特早熟柚、早熟柚、中熟柚和晚熟柚4种类型,并进一步按鲜食风味将柚品种分为甜柚、甜酸柚和酸柚3种类型。彭延海等^[10]按现行植物分类方法、果实成熟期、授粉受精特性、鲜食风味4种分类标准对四川柚类进行了初步划分。这些分类方法都是根据柚类某一生物

(下转第5526页)

(上接第5511页)

学特征来划分的,很难代表柚类各品种的综合性状特征。

笔者在综合分析果实大量形态学质量性状和数量性状指标基础上,对31个柚类品种进行聚类分析,比按某一个或几个性状指标分类更具客观性和准确性。Q型聚类分析表明,沙田柚系列和文旦柚系列品种分别相对聚在一起,这为早期学者按形态学^[10]将柚类划分为沙田柚品种群、文旦柚品种群和杂种柚品种群的相对正确性提供了证据;同时也说明了Q因子与R因子之间的内在联系,把分类群与性状联系在一起,更有利于对结果做出合理的解释。但在结果中也出现了一些与传统分类存在较大差异的现象,如按类群分,属于文旦柚类的垫江白柚、白市柚和梁平柚与属于沙田柚品种群的闽南沙田柚、长寿沙田柚和段氏柚单独聚成平行类,这有可能是性状指标的选取造成的。在R型聚类中,一些看起来并不相干的性状聚为同一类,可能是由于数量性状与质量性状的赋值标准不同引起的。在主成分分析中,根据贡献率大小从果实23个性状指标中选出影响较大13个:成熟期、果形、果皮色泽、果实中轴、风味、果皮厚、

囊瓣数、果汁率、总糖、可滴定酸、Vc及固酸比,这为以后从果实形态性状的角度划分柚类品种提供了参考依据。

笔者仅从果实形态性状方面对柚类品种进行了分析,还有待结合花、枝、叶、树等各方面的性状进行综合分析,这无疑会使结果更加准确可靠。

参考文献

- [1] 陈秋夏. 我国柚类及其研究概况[J]. 福建果树, 2004(4): 6-9.
- [2] 张太平, 彭少麟. 柚的起源、演化及分布出探[J]. 生态学杂志, 2000, 19(5): 58-61.
- [3] 余家林. 农业多元实验统计[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1993.
- [4] 郭爱民, 程昌凤, 欧毅, 等. 应用聚类分析研究柚类果实品质[J]. 西南农业学报, 1995, 8(3): 61-64.
- [5] 刘勇, 孙中海, 刘德春, 等. 柚类种质资源 AFLP 与 SSR 遗传多样性分析[J]. 中国农业科学, 2005, 38(11): 2308-2315.
- [6] 刘勇, 孙中海, 刘德春, 等. 部分柚类品种数值分类研究[J]. 果树学报, 2006, 23(1): 35-40.
- [7] PCR. Descriptors for Citrus[M]. Italy: International Plant Genetic Resources Institute, Rome, 1999: 43-53.
- [8] 陈竹生, 陈全友, 江才伦, 等. 二十三个柚品种特性评价[J]. 中国柑桔, 1993, 22(2): 3-7.
- [9] 甘廉生, 梁平, 林志雄. 我国柚类类型划分意见[J]. 中国柑橘, 1995, 24(增刊): 9-10.
- [10] 彭延海, 罗明, 漆巨容, 等. 四川柚类类型划分的初步意见[J]. 四川果树, 1993(4): 20-21.