

江旭升,杨勇胜,李庆宏,等. 47 份枇杷种质资源树体生长型分析及其亲和力鉴定[J]. 江苏农业科学,2021,49(7):135-141.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.07.023

## 47 份枇杷种质资源树体生长型分析 及其亲和力鉴定

江旭升,杨勇胜,李庆宏,王道静,魏 椿,陈树红

(贵阳市农业试验中心,贵州贵阳 550018)

**摘要:**为了筛选出适合贵阳地区的矮化砧或矮化中间砧枇杷种质资源,以贵阳市农业试验中心枇杷种质资源圃中 47 份枇杷种质为试材,采用 Q-聚类分析、R-聚类分析方法,对枇杷种质进行树体生长型分析及其亲和力鉴定研究。结果显示,47 份枇杷种质的树高、干径、冠径、叶幕层、各级主枝、枝梢级数之间都呈极显著正相关关系;47 份枇杷种质可分为 5 类生长型:普通型、开张型、半开张型、普通-半开张模糊型、矮化型;47 份枇杷种质嫁接亲和力和风折率相差较大。通过嫁接亲和力和风折率的筛选试验,表现良好的 5 个种质为大五星、黔星、边阳矮冠、老姬和贵蜜。结合生长型和嫁接亲和力分析,筛选出适合贵阳地区及周边地区栽培亲和力强、矮化性好的种质老姬和边阳矮冠 2 个。

**关键词:**枇杷种质;树体生长型;亲和力;矮化;Q-聚类分析;R-聚类分析

**中图分类号:** S667.303.7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2021)07-0135-07

枇杷 [*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.] 是原产于我国的亚热带特色果树,有 2 000 多年的栽培历史,种质资源丰富<sup>[1]</sup>。据不完全统计,目前贵州省枇杷种植面积约 1.2 万  $\text{hm}^2$ ,产量约 7.5 万 t。

其中,贵阳市种植面积近 0.6 万  $\text{hm}^2$ ,几乎占全省种植面积的 1/2<sup>[2]</sup>。

果树的树体生长型主要取决于树高、干径、叶幕层、分枝角度、枝条层间距等性状表现,是控制树体大小的遗传因子。根据生长特性,可将树体分成普通型、开张型、半开张型、矮化型、垂枝型、直立型等不同类型,与生产实际有着密切的关系,直接影响植株的光合作用、果实产量及品质。可见树体生长型是果树栽培最重要的树体特征之一,其中矮化型树体是目前果树栽培中比较常见、应用广泛的树体生长型,具有结果早、产量高、品质好、管理方便等优点,已成为果树种植生产发展的方向<sup>[3]</sup>。前人

收稿日期:2020-08-14

基金项目:贵州省农业科技攻关项目(编号:黔科合 NY[2014]3023 号);贵州省精品水果现代农业产业技术体系(编号:GZCYTX2013-05)。

作者简介:江旭升(1988—),男,山东青岛人,硕士,农艺师,主要从事果树栽培与育种研究。E-mail:jxs85579025@126.com。

通信作者:杨勇胜,高级农艺师,主要从事果树栽培与育种。E-mail:gzyang@163.com。

PeerJ,2017,5:e2860.

[16]戴宝玲,肖英平,戴贤君,等. 基于 Illumina 高通量测序技术分析草莓表面微生物结构[J]. 江苏农业科学,2018,46(20):25-28.

[17]赵 帆,赵密珍,王 钰,等. 基于高通量测序研究草莓根际微生物群落结构和多样性[J]. 土壤,2019,51(1):51-60.

[18]王廷峰,赵密珍,关 玲,等. 江苏省不同区域草莓连作土壤养分及微生物区系分析[J]. 果树学报,2019,36(1):86-93.

[19]杨俊誉,魏世杰,苏代发,等. 温室中患白粉病与健康草莓植株根际原核生物群落的比较研究[J]. 西南农业学报,2020,33(1):85-91.

[20]Marian M, Ohno T, Suzuki H, et al. A novel strain of endophytic *Streptomyces* for the biocontrol of strawberry anthracnose caused by *Glomerella cingulate* [J]. Microbiological Research, 2020, 234:126428.

[21]王振荣. 慈溪杨梅病害调查及主要病原种类鉴定与病害防治[D]. 扬州:扬州大学,2013.

[22]喻 江,于镇华,刘晓冰,等. 植物根组织内生细菌多样性及其促生作用[J]. 中国农学通报,2015,31(13):169-175.

[23]Schulz B J, Boyle C J, Sieber T N, et al. Microbial root endophytes [M]. Berlin:Springer,2006.

[24]Barnes S E, Shaw M W. Factors affecting symptom production by latent *Botrytis cinerea* in *Primula polyantha* [J]. Plant Pathology, 2002,51:746-754.

[25]Sowley E N K, Dewey F M, Shaw M W. Persistent, symptomless, systemic, and seed-borne infection of lettuce by *Botrytis cinerea* [J]. European Journal of Plant Pathology,2010,126(1):61-71.

[26]Shipunov A, Newcombe G, Raghavendra A K H, et al. Hidden diversity of endophytic fungi in and invasive plant [J]. American Journal of Botany,2008,95(9):1096-1108.

已对桃树<sup>[4-5]</sup>、苹果<sup>[6]</sup>等果树进行树体生长型研究,并对矮化树体的培育应用进行了大量研究<sup>[7-11]</sup>。有关枇杷聚类分析及树体生长型类型,福建省农业科学院开展了相关研究<sup>[12-13]</sup>,且培育出部分如闽矮 1 号、多 2 号等试用于生产的矮化砧或矮化中间种质。贵州省有关枇杷种质树体生长型的研究还未见报道。本试验通过对贵阳地区收集保存的 47 份枇杷种质资源树体生长型及其亲和力鉴定的分析,旨在从中筛选出适合贵阳及周边地区枇杷栽培的矮化砧或矮化中间砧种质,为枇杷种植产业化服务。

1 材料与方法

1.1 材料

试验以贵阳市农业试验中心枇杷种质资源圃收集保存的 47 份枇杷种质(表 1)为试材,定植时间为 2015 年 3 月,株行距为 4 m×5 m,每份种质随机选取 8 株定植后对生长良好单株进行挂牌编号。

表 1 枇杷种质名称及其来源地

编号	种质名称	来源地	编号	种质名称	来源地	编号	种质名称	来源地
1	解放钟	福建	17	边阳矮冠	贵州	33	西班牙 4 号	西班牙
2	艳红	福建	18	宁海白	浙江	34	西班牙 3 号	西班牙
3	冠玉	江苏	19	光荣	安徽	35	龙泉 1 号	四川
4	黄金块	美国	20	小白玉	江苏	36	贵妃	福建
5	泸州 6 号	四川	21	新白 8 号	福建	37	新白 1 号	福建
6	大齿	贵州	22	黔星	贵州	38	东湖早	福建
7	大五星	四川	23	早钟 6 号	福建	39	香甜	福建
8	贵蜜	贵州	24	宝珠	浙江	40	森尾早生	日本
9	密枝种	浙江	25	夹角	浙江	41	嘉兴 1 号	浙江
10	软条白沙	浙江	26	96-21	贵州	42	香早	贵州
11	五儿	浙江	27	黔早 1 号	贵州	43	黄岩 5 号	浙江
12	老姬	浙江	28	硬枝	浙江	44	西班牙 7 号	西班牙
13	长红 3 号	福建	29	早红 3 号	四川	45	乌躬白	福建
14	大红袍	安徽	30	倒挂钟	浙江	46	红砂	湖南
15	洛阳青	浙江	31	西班牙 6 号	西班牙	47	冠红	贵州
16	西班牙 1 号	西班牙	32	西班牙 5 号	西班牙			

1.2 方法

2016 年 6 月至 2018 年 6 月连续 3 年进行田间数据采集记载。按照《枇杷种质资源描述规范和数据标准》<sup>[14]</sup>,对挂牌编号植株开展树高、冠径、干径、叶幕层厚、枝梢、叶片、花序、果实等 37 个性状的调查记载,各性状数据取其平均值,性状描述根据《枇杷种质资源描述规范和数据标准》<sup>[14]</sup>用编码表示。

1.3 数据处理

试验数据采用 SPSS 19.0 进行 Q-聚类分析和

R-聚类分析。对原始数据进行标准差标准化(STD)处理后,再行平均欧式距离、组间联结聚类法分析;采用 Excel 2010 进行相关性分析。

2 结果与分析

2.1 生物性状

表 2 为枇杷种质资源树体生长量的变异分析。从连续 3 年树体生长量数据分析结果可以看出,变

表 2 枇杷种质资源树体生长量变异分析

性状	最大值	最小值	平均值	标准偏差	变异系数 (%)
树高(cm)	170.75	82.13	130.72	24.06	18.40
干径(mm)	40.73	15.37	27.06	5.25	19.41
冠径(cm)	208.29	65.71	125.59	27.85	22.18
叶幕层(cm)	123.46	57.75	93.70	17.01	18.15
中心枝数(个)	25.13	4.75	12.37	4.56	36.90
侧枝数(个)	60.83	5.00	25.36	12.75	50.29
总枝数(个)	83.17	9.75	37.73	17.15	45.45
侧枝长度(cm)	41.60	16.20	28.46	6.41	22.53
侧枝粗度(mm)	9.92	5.11	7.54	1.12	14.92
中心枝长度(cm)	18.65	4.70	11.01	2.73	24.79
中心枝粗度(mm)	12.03	7.78	9.24	1.04	11.27
枝梢级数	4.71	1.50	2.67	0.57	21.20
第 1 层主枝数量(个)	5.38	1.71	3.30	0.74	22.26
第 1 层主枝角度(度)	69.17	38.54	51.89	5.57	10.73
第 2 层主枝数量(个)	4.75	2.63	3.63	0.53	14.54
第 2 层主枝角度(度)	61.04	37.00	47.17	5.18	10.98
一级主枝长度(cm)	84.30	36.54	55.18	11.17	20.24
一级主枝粗度(mm)	21.24	9.27	13.62	2.25	16.51
二级主枝长度(cm)	72.64	32.05	44.55	8.36	18.77
二级主枝粗度(mm)	16.20	6.49	10.66	2.11	19.81
层距 1(cm)	46.96	18.69	31.92	6.46	20.25
层距 2(cm)	37.16	17.37	27.16	5.67	20.86
夏梢长度(cm)	30.38	11.50	24.02	3.85	16.03
夏梢粗度(mm)	6.41	4.06	5.17	0.48	9.32
叶柄长度(mm)	16.34	6.23	11.19	2.33	20.79
叶柄粗度(mm)	5.87	3.64	4.61	0.48	10.36
叶片长度(cm)	30.43	19.50	24.84	2.56	10.30
叶片宽度(cm)	10.30	6.60	7.81	0.82	10.49
叶片厚度(mm)	0.76	0.29	0.45	0.11	25.02
花序高度(cm)	18.67	8.67	12.31	2.41	19.60
花序宽度(cm)	19.33	8.33	13.16	2.87	21.79
花冠直径(cm)	2.98	0.97	2.08	0.42	20.18
果实横径(mm)	51.55	30.66	39.95	4.87	12.18
果实纵径(mm)	55.91	31.34	43.24	5.55	12.83
果形指数	1.35	0.80	1.09	0.14	12.49

异系数在 9.32% ~ 50.29% 之间,变异系数最大的是侧枝数和总枝数,变异系数最小的是夏梢粗度和叶片长度。

若以树高平均值为基数,比平均值小或大 25% 为矮化或乔化标准<sup>[12]</sup>。47 份种质资源定植后 16 个月平均树高 111.6 cm,树高小于 83.7 cm 的为矮化种质资源,有老妪、五儿、密枝种、西班牙 5 号 4 个种质,树高大于 139.5 cm 为乔化种质资源,有黄金块、冠玉、96-21、早红 3 号、龙泉 1 号和冠玉 6 个种质;定植后 28 个月平均树高 132.4 cm,树高小于 99.3 cm 的为矮化种植资源,有老妪、密枝种、五儿、边阳矮冠、西班牙 5 号 5 个种质;树高大于 165.5 cm 的为乔化种质资源,有龙泉 1 号、安徽大红袍、冠玉 3 个种质;定植后 40 个月平均树高 150.0 cm,树高小于 112.5 cm 的为矮化种质资源,有老妪、五儿、边阳矮冠、小白玉、西班牙 5 号 5 个种质;树高大于 187.5 cm 的为乔化种质资源,有大红袍、黄金块、96-21、泸州 6 号、黔早 1 号、冠玉、龙泉 1 号 7 个种质。综合 3 年数据可看出,矮化种质资源有五儿、老妪、西班牙 5 号、边阳矮冠、密枝种 5 个种质。

## 2.2 性状间的相关系数

由表 3 可以看出,树高与干径、冠径、叶幕层、中心枝数、侧枝数、总枝数、枝梢级数、一级主枝长度、一级主枝粗度、二级主枝长度、二级主枝粗度、层距 1、层距 2 之间均存在极显著正相关关系( $P < 0.01$ )。冠径与树高、叶幕层、中心枝数、侧枝数、总枝数、枝梢级数、第 2 层主枝数量、第 2 层主枝角度、一级主枝长度、一级主枝粗度、二级主枝长度、二级主枝粗度之间呈极显著正相关关系( $P < 0.01$ )。中心枝数、侧枝数、总枝数、枝梢级数之间呈极显著正相关关系( $P < 0.01$ )。各级主枝生长量呈极显著正相关关系( $P < 0.01$ )。叶片长度与叶片宽度、冠径、二级主枝粗度之间为极显著正相关关系( $P < 0.01$ ),与干径、冠径、叶幕层、各枝条数量性状、第 1 层主枝角度、第 1 层主枝粗度、果实横径呈显著正相关关系( $P < 0.05$ )。

## 2.3 Q-聚类分析

47 份枇杷种质 Q-聚类分析结果见图 1,在  $L = 16.5$  处,可以分为 5 类,其中大五星、龙泉 1 号、贵蜜、黔星等 24 份种质资源为第 1 类(A);五儿、老妪、边阳矮冠、西班牙 5 号、冠红 5 份种质资源为第 2 类(B);倒挂钟、洛阳青、密枝种、软条白沙等 11 份种质资源为第 3 类(C);西班牙 6 号、黔早 1 号、黄

岩 5 号、乌躬白、西班牙 3 号 5 个种质资源为第 4 类(D);西班牙 7 号、宝珠 2 个种质资源为第 5 类(E)。结合表 4 和表 5 可见,各类型较为显著的植物学特征:

A——普通型。树高、干径、冠径及叶幕层偏大,中心枝、侧枝偏长,侧枝数中等;层间距大,叶片厚,花穗偏大,花蕾、果实排列紧密度中等,果实较大、呈近圆形。

B——矮化型。树高、干径、冠径及叶幕层小,中心枝、侧枝粗度大长度中等,枝梢数量少,分枝角度小,层间距离小,叶柄长,花序长宽比值小,花蕾、果实排列紧密。

C——半开张型。中心枝、侧枝长度小且粗度细,枝梢数量中等,分枝角度偏小,叶片小、叶柄较短且细,花序小,花、果排列紧密,果实小。

D——开张型。树高、干径、冠径及叶幕层大,枝梢数量多、分枝角度大,叶片大厚度偏薄,花、果排列紧密,果实大。

E——普通-半开张模糊型。夏梢生长量大,枝梢量及分枝角度中等,叶柄短而粗,叶片较大,花穗大,花蕾、果实排列稀疏。

5 类树体生长型中,B 类为矮化型,与之前“2.1”节中分析的种质资源基本吻合,2 种划分枇杷种质资源矮化型方法的结果一致,充分表明五儿、老妪、边阳矮冠等 5 个为矮化型种质。

## 2.4 R-聚类分析

47 份枇杷种质 R-聚类分析结果见图 2,在  $L = 19.5$  处,可以聚成 6 组。A 组主要性状:叶柄粗、叶片长度与宽度,中心枝和侧枝生长量、主枝数、树高、干径、冠径、叶幕层、果实横径、花序高度与宽度、花冠直径等共 23 个;B 组主要性状有第 1 层主枝数量、层间距 1 和层间距 2 共 3 个;C 组只有夏梢长度 1 个性状;D 组主要性状为果实纵径、果形指数 2 个;E 组主要性状有叶柄长和叶片厚、侧枝长与侧枝粗度、中心枝长度与、粗度共 6 个;F 组主要性状为果实、花序排列紧密度 2 个。

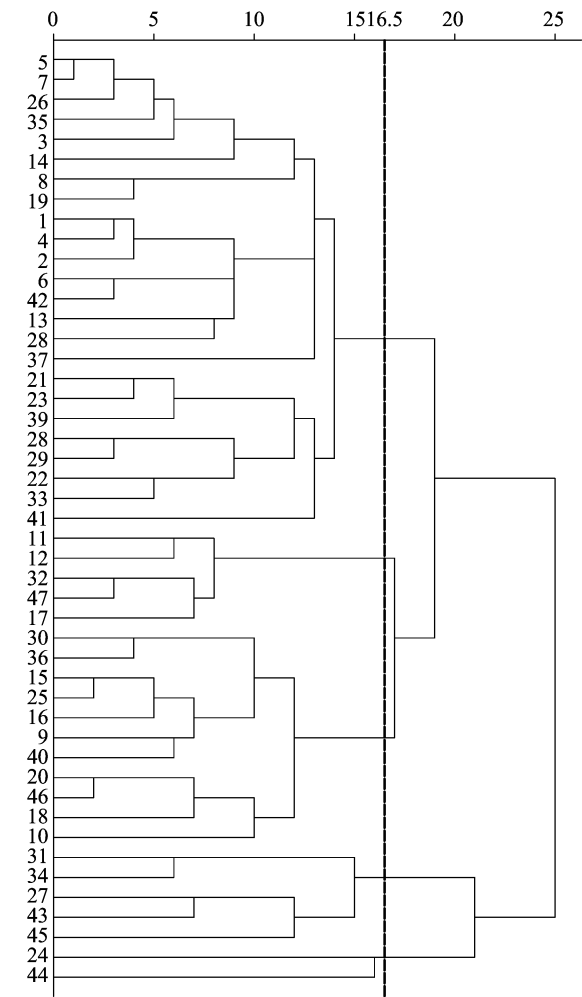
在  $L = 16.0$  处,若对 A 组的性状进行分类,则:a 类包括枝条生长量、植株高度、干径、冠径、叶幕层共 15 个性状;b 类只有夏梢粗度 1 个性状;c 类为花序长度、花序宽度、花冠直径 3 个性状;d 类为叶柄粗度、叶片长度、叶片宽度以及果实横径 4 个性状。

通过 R-聚类分析,其结果与性状相关性分析的结果基本吻合,呈极显著、显著相关性的性状在

表 3 枇杷种质资源各性状相关系数

性状	相关系数																																				
	XZ1	XZ2	XZ3	XZ4	XZ5	XZ6	XZ7	XZ8	XZ9	XZ10	XZ11	XZ12	XZ13	XZ14	XZ15	XZ16	XZ17	XZ18	XZ19	XZ20	XZ21	XZ22	XZ23	XZ24	XZ25	XZ26	XZ27	XZ28	XZ29	XZ30	XZ31	XZ32	XZ33	XZ34	XZ35	XZ36	
XZ1	1.000																																				
XZ2	0.196	1.000																																			
XZ3	0.168	0.654**	1.000																																		
XZ4	0.546*	0.777**	0.811**	1.000																																	
XZ5	0.483	0.026	-0.138	-0.090	1.000																																
XZ6	0.235	-0.081	0.150	0.140	0.250	1.000																															
XZ7	0.387*	0.161	0.069	0.145	0.577**	0.464**	1.000																														
XZ8	0.261	-0.053	0.146	0.140	0.239	0.714**	0.577**	1.000																													
XZ9	0.442**	0.335*	0.200	0.280	0.624**	0.365	0.665**	0.296	1.000																												
XZ10	-0.069	0.071	0.269	0.143	0.268	0.226	0.080	0.138	0.001	1.000																											
XZ11	-0.131	0.158	0.394*	0.221	0.145	0.102	0.036	0.147	0.015	0.809**	1.000																										
XZ12	-0.068	0.218	0.459**	0.324	0.128	0.092	0.07	0.106	0.028	0.732**	0.919**	1.000																									
XZ13	-0.118	0.221	0.395*	0.228	0.165	0.115	0.116	-0.005	0.046	0.846**	0.804**	0.814**	1.000																								
XZ14	-0.277	0.103	0.406*	0.168	-0.152	0.002	-0.122	0.033	-0.157	0.472**	0.781**	0.754**	0.603**	1.000																							
XZ15	-0.274	0.083	0.361*	0.153	-0.062	0.033	-0.047	0.024	-0.144	0.492**	0.789**	0.758**	0.627**	0.950**	1.000																						
XZ16	-0.278	0.088	0.376*	0.158	-0.079	0.026	-0.067	0.027	-0.149	0.491**	0.794**	0.764**	0.626**	0.973**	0.997**	1.000																					
XZ17	-0.389	-0.009	0.301	0.022	-0.184	-0.049	-0.197	0.047	-0.168	0.450**	0.746**	0.671**	0.497**	0.996**	0.860**	0.880**	1.000																				
XZ18	-0.155	0.140	0.296	0.262	-0.003	0.249	0.021	0.242	-0.063	0.322	0.316	0.368*	0.350*	0.327	0.390*	0.378*	0.308	1.000																			
XZ19	-0.117	0.218	0.378*	0.377*	0.121	-0.068	0.098	-0.002	0.214	0.368	0.528	0.647**	0.419*	0.576**	0.617**	0.612**	0.511**	0.458**	1.000																		
XZ20	-0.152	0.011	0.158	0.107	-0.017	-0.154	-0.188	-0.102	-0.059	0.131	0.304	0.349*	0.106	0.424*	0.407*	0.416*	0.500**	0.159	0.510**	1.000																	
XZ21	-0.172	-0.008	0.122	0.096	0.107	-0.001	0.164	0.084	0.122	0.210	0.486**	0.553**	0.274	0.588**	0.572**	0.578**	0.505**	0.392*	0.833**	0.499**	1.000																
XZ22	0.078	0.033	0.020	0.040	0.353*	0.080	0.141	0.009	0.073	0.732**	0.516**	0.574**	0.587**	0.061	0.114	0.100	0.034	-0.006	0.149	-0.052	0.105	1.000															
XZ23	-0.054	0.184	0.383*	0.219	0.052	-0.037	0.01	0.013	-0.042	0.679**	0.813**	0.825**	0.721**	0.629**	0.604**	0.616**	0.566**	0.094	0.410*	0.230	0.320	0.594**	1.000														
XZ24	0.016	0.103	0.157	0.106	0.254	0.060	0.069	0.021	0.051	0.781**	0.682*	0.714**	0.697**	0.255	0.277	0.273	0.254	-0.017	0.247	0.150	0.139	0.894**	0.801**	1.000													
XZ25	-0.115	0.252	0.452**	0.208	0.013	-0.029	-0.002	0.026	-0.019	0.613**	0.858**	0.825**	0.761**	0.781**	0.742**	0.759**	0.718**	0.214	0.474**	0.255	0.382*	0.371*	0.874**	0.616**	1.000												
XZ26	-0.043	0.009	0.042	0.000	0.168	0.253	0.078	0.204	0.110	0.521**	0.172	0.091	0.264	-0.141	-0.153	-0.152	-0.068	0.190	0.062	-0.073	0.096	0.395*	-0.017	0.252	-0.049	1.000											
XZ27	-0.019	-0.087	0.063	-0.029	0.163	0.106	-0.134	0.076	-0.088	0.550**	0.348*	0.340*	0.495**	0.024	0.081	0.066	0.100	0.424*	0.020	-0.032	-0.028	0.488**	0.180	0.423*	0.142	0.458**	1.000										
XZ28	-0.281	-0.090	0.051	-0.111	-0.285	0.004	-0.369	-0.094	-0.466	0.111	0.193	0.219	0.182	0.212	0.237	0.233	0.228	0.136	0.047	0.115	0.047	0.076	0.250	0.185	0.237	-0.029	0.147	1.000									
XZ29	0.020	0.260	0.190	0.133	0.197	-0.082	-0.055	0.027	0.098	0.003	0.307	0.337*	0.08	0.337	0.332	0.337*	0.327	0.193	0.276	0.258	0.238	0.022	0.400*	0.154	0.412*	-0.328	-0.101	0.250	1.000								
XZ30	0.141	0.287	0.368**	0.288	0.189	0.099	0.309	0.113	0.337*	0.352	0.257	0.371*	0.284	0.049	0.060	0.057	-0.038	0.040	0.123	0.006	0.046	0.415*	0.353*	0.388*	0.201	0.053	0.139	-0.213	0.124	1.000							
XZ31	0.329	0.097	0.305	0.249	0.179	0.056	0.240	0.149	0.311	0.074	0.216	0.197	0.114	0.126	0.134	0.133	-0.034	-0.062	0.159	0.011	0.143	0.078	0.120	0.023	0.109	0.052	0.011	-0.216	0.012	0.472**	1.000						
XZ32	0.219	-0.189	-0.044	-0.003	0.003	-0.041	-0.056	0.053	-0.003	-0.167	-0.033	-0.159	-0.161	0.072	0.070	0.071	-0.016	-0.105	0.055	-0.021	0.092	-0.312	-0.217	-0.350*	-0.096	-0.003	-0.124	-0.042	-0.120	-0.437**	0.582**	1.000					
XZ34	0.228	0.203	0.167	0.171	0.230	0.131	0.200	0.164	0.162	0.257	0.323	0.398*	0.251	0.018	0.071	0.057	-0.031	0.084	0.203	-0.014	0.197	0.542**	0.351*	0.417**	0.302	0.197	0.108	0.201	0.201	0.301	0.255	-0.027	1.000				
XZ35	0.422*	0.252	0.242	0.259	0.230	0.203	0.297	0.226	0.143	0.250	0.216	0.254	0.212	0.022	0.064	0.053	-0.073	0.048	0.099	-0.065	0.114	0.353*	0.222	0.263	0.207	0.214	-0.021	0.112	0.013	0.122	0.238	0.115	0.795**	1.000			
XZ36	0.237	0.153	0.318	0.281	0.093	0.249	0.095	0.171	0.066	0.239	0.307	0.299	0.199	0.108	0.135	0.129	-0.037	-0.016	0.050	-0.053	0.036	0.339*	0.324	0.324	0.262	0.046	-0.024	0.159	0.079	0.392*	0.365*	0.025	0.628**	0.483**	1.000		

注: \*表示性状间相关性达显著水平( $P<0.05$ ), \*\*表示性状间相关性达极显著水平( $P<0.01$ )。表 3 中各性状对应图 2 中各性状,其中除去 2 个描述型性状(XZ33:果实排列紧密度,XZ37:花序排列紧密度)。



图中种质资源编号 1~47 为表 1 中各种质资源的序号  
图1 47 份枇杷种质资源 Q-聚类分析

R-聚类分析中都能聚在同一组群里,结果与陈秀萍等的研究结果<sup>[15]</sup>相似,反映了不同的遗传信息有着一定的依存关系但不是必然的。由此可见,在枇杷树体生长型分析中所选择的观察性状基本反映了枇杷种植资源的植物学特性,但独立性不是很强,这为今后进行性状的观测和取舍提供了定量化的依据。

2.5 嫁接亲和力

在果树生产实践中砧木嫁接亲和力对果树的营养生长及生殖生长极其重要。本试验选择在春季嫁接,外界气温稳定在 15~25℃,阴天或多云天气,采用枝接方法,嫁接后每隔 5 d 进行 1 次抹萌蘖,15 d 以后调查嫁接成活率。田间试验为 3 次重复,每次重复嫁接数量为 100 株。嫁接计算公式:

嫁接成活率 = 嫁接成活株数 / 总嫁接株数 × 100% ;

风折率 = 风折株数 / 成活株数 × 100% 。

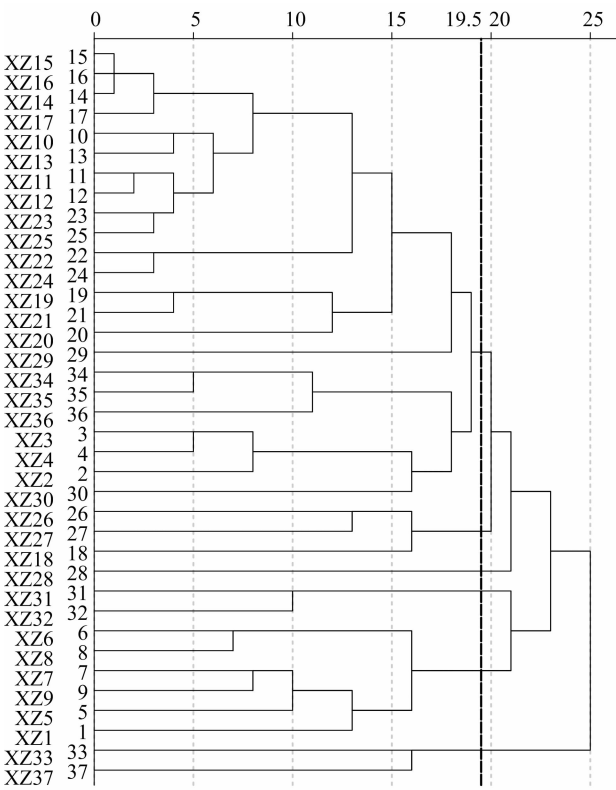
从 47 份枇杷种质资源嫁接亲和力结果(表 6)可以看出,各种质的嫁接成活率差距较大,成活率最高的种质为大五星、边阳矮冠、黔星,达 96.7% ;成活率最低的种质为森尾早生,成活率只有 76.7%。所有参试种质的嫁接成活率平均值为 90.95%,其中成活率在 94% 及以上的种质有 14 种,占总数的 29.8%。47 份种质的风折率范围为 4.7%~11.5%,平均值 7.17%,风折率最高的为西

表 4 不同树体生长型部分性状表现状况

类型	树高 (cm)	层距 1 (cm)	层距 2 (cm)	中心 枝数 (个)	侧枝数 (个)	侧枝		中心枝		枝梢 级数 (级)	第 1 层主枝		第 2 层主枝		一级主枝		二级主枝	
						长度 (cm)	粗度 (mm)	长度 (cm)	粗度 (mm)		数量 (个)	角度 (度)	数量 (个)	角度 (度)	长度 (cm)	粗度 (mm)	长度 (cm)	粗度 (mm)
A	140.68	35.08	29.04	11.78	24.71	31.60	7.93	12.00	9.56	2.59	3.48	52.62	3.61	46.99	59.78	13.77	47.29	10.66
B	91.72	26.83	21.58	5.93	8.20	28.30	8.29	11.41	9.76	1.90	2.46	43.94	3.21	41.63	43.45	10.42	33.41	7.69
C	119.99	29.60	26.93	11.56	21.72	23.09	6.60	9.13	8.36	2.68	3.18	50.00	3.67	46.60	49.65	12.78	41.01	9.90
D	143.24	30.36	25.44	21.40	48.19	27.64	7.21	10.79	9.15	3.64	3.68	59.33	4.01	53.85	51.92	16.20	44.52	13.38
E	111.89	27.24	24.58	12.67	27.06	30.85	7.88	13.05	9.28	2.63	3.82	52.17	3.10	47.06	56.20	14.06	44.15	12.05

表 5 不同树体生长型类型叶、花、果性状表现状况

类型	叶					花				果			
	叶柄长 (cm)	叶柄粗 (mm)	叶片长 (cm)	叶片宽 (cm)	叶片厚 (mm)	花序长 (cm)	花序宽 (cm)	花冠直径 (cm)	排列 紧密度	果实横径 (cm)	果实纵径 (cm)	果形指数	排列 紧密度
A	11.62	4.71	25.61	8.13	0.49	13.35	14.27	2.24	2.17	41.90	44.82	1.08	2.38
B	13.40	4.59	22.70	7.40	0.46	10.47	12.27	1.82	2.80	38.84	43.54	1.13	2.60
C	9.54	4.21	22.58	7.09	0.40	10.61	10.87	1.79	2.55	35.42	38.59	1.10	2.45
D	10.75	4.76	27.29	8.14	0.39	10.60	11.90	1.98	2.60	40.25	45.69	1.14	2.60
E	8.32	5.07	26.13	8.00	0.36	16.50	15.17	2.54	1.50	42.45	40.93	0.97	1.50



XZ1~XZ37分别表示叶柄长度、叶柄粗度、叶片长度、叶片宽度、叶片厚度、侧枝长度、侧枝粗度、中心枝长度、中心枝粗度、树高、干径、冠径、叶幕层、中心枝数、侧枝数、总枝数、枝梢级数、第1层主枝数量、第1层主枝角度、第2层主枝数量、第2层主枝角度、一级主枝长度、一级主枝粗度、二级主枝长度、二级主枝粗度、层距1、层距2、夏梢长度、夏梢粗度、果实横径、果实纵径、果形指数、果实排列紧密度、花序长度、花序宽度、花冠直径、花序排列紧密度

图2 47份枇杷种质资源 R-聚类分析结果

班牙 6 号,最低的为大五星。

3 结论与讨论

果树生物学性状的相关性既受多基因遗传控制,又与外界环境条件有重要关系。从 47 份枇杷种质资源主要性状相关性分析可以看出,株高、冠径、干径、叶幕层厚、中心枝数等性状与树体大小呈显著正相关甚至极显著正相关关系;中心枝数、侧枝数、总枝数、枝梢级数等相互之间呈极显著正相关关系;各级主枝生长量之间呈极显著正相关关系;叶片长度与叶片宽度之间呈极显著正相关关系。相关性分析可为寻找合适的矮化砧或矮化中间砧种质提供理论依据。

树体生长型指树体的生长习性类型,是按其生长习性区分为不同生长类型,是一系列性状的集合体,其相关性状包括枝梢性状、分枝角度及其空间分布、树体高度、冠径等,它决定了果树生长型,进而影响树体的群体光照及光合作用等,对果树的总体产量和果品质量都有重要影响<sup>[6,16]</sup>。本试验将 47 份枇杷种质资源分为普通型、矮化型、半开张型、开张型、普通-半开张模糊型 5 个类别,其中,矮化型在枇杷栽培中有重要的作用。通过对 47 份种质资源进行 R-聚类分析,获得 6 个类别,从分析可以看出,相关性较强的性状聚为同类,与“2.2”节性状

表 6 47 份枇杷种质资源嫁接亲和力状况

编号	名称	成活率 (%)	风折率 (%)	编号	名称	成活率 (%)	风折率 (%)	编号	名称	成活率 (%)	风折率 (%)
1	解放钟	94.3	7.4	17	边阳矮冠	96.7	5.2	33	西班牙 4 号	88.3	9.5
2	艳红	90.7	8.2	18	宁海白	92.3	7.4	34	西班牙 3 号	88.0	8.1
3	冠玉	92.0	8.2	19	光荣	92.0	8.4	35	龙泉 1 号	96.3	7.3
4	黄金块	96.3	5.7	20	小白玉	96.6	5.7	36	贵妃	92.7	8.2
5	泸州 6 号	89.7	7.7	21	新白 8 号	90.7	5.8	37	新白 1 号	96.0	6.2
6	大齿	88.3	6.8	22	黔星	96.7	4.9	38	东湖早	92.0	4.9
7	大五星	96.7	4.7	23	早钟 6 号	82.0	7.7	39	香甜	86.3	7.6
8	贵蜜	96.0	4.9	24	宝珠	90.0	6.9	40	森尾早生	76.7	7.7
9	密枝	94.0	6.9	25	夹角	92.0	10.4	41	嘉兴黄	80.3	8.2
10	软条白沙	94.7	5.5	26	96-21	92.0	7.1	42	香早	88.5	5.9
11	五儿	84.3	8.2	27	黔早 1 号	88.3	6.9	43	黄岩 5 号	90.7	5.7
12	老姬	96.3	5.1	28	硬枝	94.7	5.1	44	西班牙 7 号	92.3	7.4
13	长红 3 号	94.0	6.3	29	早红 3 号	92.3	8.1	45	乌躬白	85.7	8.3
14	大红袍	86.7	7.8	30	倒挂钟	90.3	10.5	46	红砂	93.3	7.1
15	洛阳青	88.7	7.2	31	西班牙 6 号	93.7	11.5	47	冠红	92.3	5.8
16	西班牙 1 号	80.3	10.5	32	西班牙 5 号	90.7	6.4				

相关性系数分析的结果吻合。在本试验的 R - 聚类分析中,与树体生长型有着直接密切相关的性状聚为同组,如树高、干径、冠径、叶幕层以及与枝条有关的性状。因树体生长型不同而影响的性状聚为不同组群,如叶的性状、花的性状及果的性状。通过 R - 聚类分析的结果也验证了 Q - 聚类分析的可靠性和准确性,为今后枇杷育种的生物学研究提供了重要的依据,同时为今后进行性状的观测和取舍提供了定量化的依据。

在 5 个树体生长型分类中第 5 类较为特殊,其树体型介于普通型和半开张型之间,在幼龄生长期,枝条分枝角度较小,与半开张型相似,进入结果期后,枝条分枝角度变大,树体型与普通型类似,只是枝梢数量较普通型偏多,因此将其定为普通 - 半开张模糊型。出现这种情况,有可能为固有的遗传基因所决定,或有可能受特定生长环境因子的影响,如光照、温度、湿度等,这有待进一步研究。

选择适宜、优良的果树砧木是果树产业丰产优质的保证,它不仅可以使果树的抗逆性变强,还能达到使果树早产、丰产、稳产的目的。本试验通过对 47 份枇杷种质资源嫁接亲和力及风折率的研究,得出嫁接成活率在 96% 及以上的种质共有 9 份,分别为黄金块、大五星、贵蜜、老姬、边阳矮冠、小白玉、黔星、龙泉 1 号、新白 1 号;风折率小于等于 5.5% 的种质有 7 份,分别为大五星、东湖早、贵蜜、黔星、硬枝、老姬、边阳矮冠。结合成活率和风折率 2 项数据综合分析结果,筛选出亲和力比高、风折率小的种质,为大五星、黔星、边阳矮冠、老姬和贵蜜。通过对 47 份枇杷种质生物学特性、Q - 聚类分析筛选出矮化性较好的种质有五儿、老姬、边阳矮冠、西班牙 5 号、冠红。这种选用具有矮化性好的栽培种或近缘种作为矮化砧或中间砧组合,可从根本上解决枇杷矮化栽培的问题。

果树矮化密植栽培已成为发展趋势,可推动枇杷从零星栽培向规模化、产业化生产转变,实现枇杷产业规模的跨越发展<sup>[17]</sup>。本试验通过对 47 份枇杷种质树体生长型、亲和力及风折率的综合研究,从 5 份矮化性好的枇杷种质中筛选出亲和力高、风

折率低的 2 份种质老姬和边阳矮冠,以期贵州省枇杷种植适宜区域的生产提供服务。

#### 参考文献:

- [1] 邱武陵,章恢志. 中国果树志:龙眼 枇杷卷[M]. 北京:中国林业出版社,1996:92 - 237.
- [2] 杨勇胜,郭凯斌,李庆宏,等. 枇杷绿色高效栽培技术手册[M]. 贵阳:贵州科技出版社,2020:1 - 2.
- [3] 刘彦红,张志华. 果树矮化机理研究进展[J]. 河北农业大学学报,2002,25(增刊1):92 - 94.
- [4] 牛 良,王志强,刘淑娥,等. 桃树不同生长型及其研究进展[J]. 果树学报,2004,21(4):354 - 359.
- [5] 朱运钦,王志强,李 靖. 不同生长型桃光合作用特性研究[J]. 果树学报,2007,24(6):737 - 741.
- [6] 侯玉珏,张晓云,赵彩平,等. 矮化型、短枝型和柱型苹果苗枝芽特性和叶片特征比较[J]. 西北农业学报,2012,21(7):134 - 137.
- [7] 杨 蕊. 几种苹果矮化砧自根砧苗繁殖技术的研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2013:13 - 30.
- [8] 沙守峰,张绍铃,李俊才. 梨矮化砧木的选育及其应用研究进展[J]. 北方园艺,2009(8):140 - 143.
- [9] 鄢新民,李学营,郝 婕,等. 苹果矮化砧木的应用[J]. 江西农业学报,2012,24(4):57 - 59.
- [10] 王宏伟,张连忠,王嘉艳. 甜樱桃矮化砧木矮化机理解剖学研究[J]. 山东农业大学学报(自然科学版),2004,35(2):298 - 300.
- [11] 程万强,李 曼,渠慎春,等. 不同长度矮化中间砧对阳丰甜柿生长发育的影响[J]. 中国南方果树,2020,49(4):87 - 89.
- [12] 陈秀萍. 普通枇杷 [*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.] 植物若干性状鉴定与分类研究[D]. 北京:中国农业科学院,2010:39 - 47.
- [13] 蒋际谋,陈秀萍,邓朝军,等. 枇杷种质资源幼龄树性状鉴定及其树体生长型(摘要)[C]//中国园艺学会第六届全国枇杷学术研讨会论文集,2013:23.
- [14] 郑少泉. 枇杷种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京:中国农业出版社,2006:1 - 28.
- [15] 陈秀萍,黄爱萍,蒋际谋,等. 枇杷种质资源数量分类研究[J]. 园艺学报,2011,38(4):644 - 656.
- [16] 牛 良,王志强,刘淑娥,等. 半矮化型、紧凑型、普通型桃树枝条和叶片特征比较[J]. 果树学报,2005,22(4):319 - 322.
- [17] 陆修闽,蒋际谋,郑少泉,等. 枇杷矮化集约高效产业化配套技术体系研究与推广效益分析[J]. 福建农业科技,2004(1):16 - 17.