

# 江苏省白沙枇杷生物学特性及遗传多样性研究

陈 慧<sup>1,2</sup>, 王化坤<sup>1,2</sup>, 周坤杰<sup>1</sup>, 唐 威<sup>3</sup>, 费 艳<sup>1</sup>

(1. 江苏省太湖常绿果树技术推广中心, 江苏 苏州 215107; 2. 江苏省农业种质资源保护与利用平台, 江苏 南京 210014; 3. 苏州农业职业技术学院, 江苏 苏州 215008)

**摘 要:**以江苏省太湖常绿果树技术推广中心枇杷种质资源圃收集的 20 份白沙枇杷品种的本砧 16 年生嫁接树作为试材, 对 20 个白沙枇杷种质资源的 9 个生物学特性的遗传变异、性状相关性及主成分进行了分析。结果表明: 江苏省不同品种的白沙枇杷各生物学特性间存在着较高的遗传变异, 变异系数最大的是侧枝长度为 44.1%, 9 个生物学特性变异系数大小依次为侧枝数(44.1%)>侧枝长度(36.1%)>叶柄长度(26.7%)>中心枝长度(25.0%)>侧枝粗度(22.0%)>叶柄宽度(13.1%)>叶片宽度(12.9%)>中心枝粗度(11.9%)>叶片长度(10.5%), 各生物学特性之间不是相互独立的, 而是存在着较为广泛的联系, 相关系数最高的性状是侧枝长度和侧枝粗度(0.83); 主成分分析将白沙枇杷的 9 个生物学特性划为 4 个主成分, 其累计贡献率为 83.58%, 高度相关因子的贡献率高达 43.72%。

**关键词:**白沙枇杷; 生物学特性; 遗传多样性

**中图分类号:**S 667.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)18-0001-04

枇杷(*Eriobotrya japonica* Lindl.) 属蔷薇科(Rosaceae) 枇杷属(*Eriobotrya*) 植物, 是我国南方特产的常绿果树, 原产于我国, 目前已分布到世界逾 30 个国家。其种质资源极为丰富, 枇杷属植物大概有 30 个种, 原产于中国的有 21 个种(包括种、变种、变型)<sup>[1]</sup>。江苏省苏州地区是我国白沙枇杷的主要生产区, 白沙枇杷是枇杷属中目前经济效益最高的品种, 品种多样, 在长期的进化过程中形成了丰富的遗传多样性。目前, 对白沙枇杷的研究主要集中在果实性状的调查<sup>[2-4]</sup>, 对枇杷生物学特性的研究较少。因此, 该试验调查研究了白沙枇杷枝条和叶片的生物学特性, 筛选出树势优良的白沙枇杷种质资源, 为其进行保护、利用和创新提供了重要的参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

以江苏省太湖常绿果树技术推广中心枇杷种质资源圃收集的 20 份白沙枇杷品种的本砧 16 年生嫁接树作

为试验材料。

20 个枇杷品种分别为“甜种”、“冰糖种”、“高粱姜”、“串脑”、“软条白沙”、“美玉”、“鸡蛋白”(东山)、“早黄”、“照种”、“荸荠种”、“铜皮”、“宁海白”、“白玉”、“冠玉”、“鸡蛋白”(西山)、“丰玉”、“大种”、“小白沙”、“青种”、“美国种”。

### 1.2 试验方法

参照《农作物种质资源鉴定技术规程-枇杷》对这 20 份白沙枇杷的生物学特性进行调查。利用游标卡尺、直尺、卷尺, 对其枝条和叶片的相关特性进行了测量。

### 1.3 数据分析

采用 Excel 2003、SPSS 13.0 等软件对数据进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 种质资源多样性分析

对 20 个白沙枇杷的 9 个生物学特性进行遗传多样性分析, 结果见表 1。变异系数最大的是侧枝数, 变异系数为 44.1%; 其次是侧枝长度, 变异系数为 36.1%; 变异幅度最小的是叶片长度, 变异系数为 10.5%; 平均变异系数为 22.5%。9 个生物学特性变异系数大小依次为侧枝数(44.1%)>侧枝长度(36.1%)>叶柄长度(26.7%)>中心枝长度(25%)>侧枝粗度(22%)>叶柄宽度

**第一作者简介:**陈慧(1986-), 女, 博士, 农艺师, 研究方向为分子遗传育种。E-mail: fairyingan@163.com.

**基金项目:**江苏省科技厅自然科学基金资助项目(BK2011316); 江苏省农业三新工程资助项目(SXGC[2013]093)。

**收稿日期:**2015-05-26

表 1

江苏省 20 个白沙枇杷种质资源表型性状变异情况

Table 1 Coefficient variance of phenotypic traits of 20 Baisha Loquat resources in Jiangsu Province

生物学特性 Botany characteristics	平均值 Mean	最大值 Maximum	最小值 Minimum	方差 Variance	标准差 Standard deviation	变异系数 The coefficient of variation/%
中心枝长度 Central branch length/cm	12.0	19.6	6.0	8.78	3.00	25.0
中心枝粗度 Central branch thickness/mm	9.3	12.0	7.3	1.24	1.11	11.9
侧枝数 Number of lateral branch	1.7	3.5	0.3	0.56	0.75	44.1
侧枝长度 Lateral branch length/cm	19.6	30.4	2.8	49.9	7.07	36.1
侧枝粗度 Lateral branch thickness/mm	5.1	6.6	1.4	1.42	1.12	22.0
叶片长度 Leaf blade length/cm	16.4	19.1	12.4	2.95	1.72	10.5
叶片宽度 Leaf blade width/cm	4.9	6.2	3.5	0.40	0.63	12.9
叶柄长度 Petiole length/cm	0.6	1.0	0.3	0.03	0.16	26.7
叶柄粗度 Petiole width/mm	2.9	4.0	2.2	0.14	0.38	13.1

(13.1%)>叶片宽度(12.9%)>中心枝粗度(11.9%)>叶片长度(10.5%)。表明这 20 个白沙枇杷品种之间存在很大的差异。

## 2.2 生物学特性相关性分析

相关分析是研究不同性状间密切程度的一种统计分析方法,它是描述 2 个性状间线性关系程度和方向的统计量<sup>[5]</sup>。对 20 个白沙枇杷的 9 个生物学特性进行了相关性分析,从表 2 可以看出,这 9 个生物学特性之间不是相互独立的,而是存在着较广泛的联系。呈极显著相关的生物学特性有 8 对,分别是侧枝长度和中心枝长度、中心枝粗度和侧枝长度、中心枝粗度和侧枝粗度、侧枝数和侧枝长度、侧枝数和侧枝粗度、侧枝长度和侧枝

粗度、叶片长度和叶片宽度、叶片宽度和叶柄粗度。10 对生物学特征呈显著相关,分别是中心枝长度和中心枝粗度、中心枝长度和侧枝数、中心枝长度和侧枝粗度、中心枝长度和叶片长度、中心枝长度和叶柄长度、中心枝粗度和叶片长度、中心枝粗度和叶片宽度、中心枝粗度和叶柄长度、侧枝长度和叶片长度、侧枝长度和叶片宽度。相关性系数最高的是侧枝长度和侧枝粗度(0.83),其次是中心枝长度和侧枝长度(0.78)、侧枝数和侧枝粗度(0.69)。以上结果表明,白沙枇杷生物学特性之间存在着广泛的联系,其中心枝越长,中心枝越粗、侧枝越长、侧枝越粗、侧枝数越多;叶片越长,叶片越宽,叶柄越粗。

表 2

江苏省白沙枇杷生物学特性间的相关分析

Table 2 Correlation among the botany characteristics in Baisha Loquat in Jiangsu Province

生物学性状 Trait of botany	中心枝长度 Central branch length	中心枝粗度 Central branch thickness	侧枝数 Number of lateral branch	侧枝长度 Lateral branch length	侧枝粗度 Lateral branch thickness	叶片长度 Leaf blade length	叶片宽度 Leaf blade width	叶柄长度 Petiole length	叶柄粗度 Petiole width
中心枝长度 Central branch length	1.00								
中心枝粗度 Central branch thickness	0.39 *	1.00							
侧枝数 Number of lateral branch	0.45 *	0.24	1.00						
侧枝长度 Lateral branch length	0.78 * *	0.54 * *	0.60 * *	1.00					
侧枝粗度 Lateral branch thickness	0.49 *	0.52 * *	0.69 * *	0.83 * *	1.00				
叶片长度 Leaf blade length	0.48 *	0.46 *	0.15	0.39 *	0.33	1.00			
叶片宽度 Leaf blade width	0.33	0.45 *	0.12	0.35 *	0.17	0.59 * *	1.00		
叶柄长度 Petiole length	0.35 *	0.36 *	0.32	0.23	0.29	0.25	0.08	1.00	
叶柄粗度 Petiole width	0.15	0.06	-0.18	0.13	-0.15	0.30	0.59 * *	-0.33	1.00

## 2.3 主成分分析

主成分分析是一种考虑各指标之间的相互关系,利用降维思想把多个指标转换成较少的几个互不相关的综合指标,从而使进一步研究变得简单的一种统计方法<sup>[6]</sup>。为了能更充分地反映出各因素中起主导作用的综合指标,该研究对白沙枇杷 9 个生物学特性进行了主成分分析,并计算出相关矩阵的特征根和相应的特征向量及特征根的累积贡献率(表 3)。结果表明,按照累积贡献率达 80% 的提取原则,9 个生物学特性被分为 4 个主成分,累计贡献率达 83.58%,包含了大部分信息。第 1 主成分的特征值 3.935,贡献率为 43.72%,对应的特征向量以中心枝长度、侧枝长度和侧

枝粗度的特性分量的影响较大,因此把它们作为第 1 主成分称为高度相关因子;第 2 主成分特征值为 1.932,贡献率为 21.46%,叶柄粗度和叶片宽度具有较高的荷载;第 3 主成分特征值为 1.010,贡献率为 11.23%,叶柄长度有较高的荷载;第 4 主成分特征值为 0.645,贡献率为 7.17%,中心枝长度和中心枝粗度有较高的荷载。因此可将第 1 主成分和第 4 主成分称为枝条相关因子,第 2 主成分和第 3 主成分可称为叶片相关因子。根据因子得分(表 4)显示,与第一因子相关(高度相关因子)得分最高的是“大种”(得分为 1.700 07),其次是“丰玉”(得分为 1.031 42),得分最低的是“铜皮”(-2.670 59)和“软条白沙”(-1.951 79)。

表 3 白沙枇杷生物学特性主成分特征值及贡献率

Table 3 Eigenvectors and contributive percentage of leading principal component among botany characteristics in Baisha Loquat

生物学特性 Botany characteristics	主成分 Principal component			
	1	2	3	4
中心枝长度 Central branch length	0.202	0.019	-0.109	0.695
中心枝粗度 Central branch thickness	0.180	0.047	0.333	-0.797
侧枝数 Number of lateral branch	0.162	-0.238	-0.325	0.123
侧枝长度 Lateral branch length	0.227	-0.047	-0.320	-0.016
侧枝粗度 Lateral branch thickness	0.205	-0.190	-0.222	-0.383
叶片长度 Leaf blade length	0.163	0.230	0.307	0.155
叶片宽度 Leaf blade width	0.140	0.354	0.077	-0.128
叶柄长度 Petiole length	0.119	-0.193	0.664	0.447
叶柄粗度 Petiole width	0.027	0.452	-0.261	0.168
特征值 Eigen value	3.935	1.932	1.010	0.645
贡献率 Contributive percentage/%	43.72	21.46	11.23	7.17
累计贡献率 Cumulative contributive percentage/%	43.72	65.18	76.41	83.58

表 4 因子得分

Table 4 Component score

品种 Cultivar	1	2	3	4
“甜种”‘Tianzhong’	0.222 34	-1.380 24	-0.926 80	-0.021 37
“冰糖种”‘Bingtangzhong’	0.153 89	-0.394 76	0.023 13	-0.031 11
“高粱姜”‘Gaoliangjiang’	0.328 35	-0.336 03	-0.303 00	-1.232 64
“串脑”‘Chuannao’	-0.010 56	0.572 26	0.286 50	-1.454 55
“软条白沙”‘Ruantiaobaisha’	-1.951 79	-1.672 47	-0.741 17	-1.613 58
“美玉”‘Meiyu’	0.130 73	0.543 68	-0.459 00	0.264 73
“鸡蛋白”(东山)‘Jidanbai (Dongshan)’	-0.712 84	0.158 06	0.105 47	-0.187 48
“早黄”‘Zaohuang’	0.275 01	0.778 59	0.924 42	0.040 41
“照种”‘Zhaozhong’	0.434 63	-0.114 98	1.862 40	-1.943 37
“荸荠种”‘Biqizhong’	0.741 21	0.873 17	-0.653 52	1.406 39
“铜皮”‘Tongpi’	-2.670 59	0.670 00	-0.077 40	1.017 51
“宁海白”‘Ninghaibai’	0.835 38	1.952 50	-2.489 96	-0.939 49
“白玉”‘Baiyu’	0.323 54	-0.589 90	0.296 97	0.613 47
“冠玉”‘Guanyu’	0.311 41	-1.685 96	-0.233 50	0.762 07
“鸡蛋白”(西山)‘Jidanbai (Xishan)’	0.160 67	1.001 00	0.936 37	-0.157 04
“丰玉”‘Fengyu’	1.031 42	-0.113 92	1.512 33	0.233 82
“大种”‘Dazhong’	1.700 07	-0.626 38	0.073 59	0.623 03
“小白沙”‘Xiaobaisha’	-0.262 01	-0.932 99	0.256 46	1.729 66
“青种”‘Qingzhong’	-1.244 48	1.493 82	0.983 22	0.734 94
“美国种”‘Meiguozhong’	0.203 63	-0.195 47	-1.376 53	0.154 60

3 讨论与结论

遗传多样性研究是植物遗传育种的重要环节,表型遗传多样性是遗传多样性研究最直接的方法,是植物种质资源评价的一个重要手段。该研究对 20 个白沙枇杷的 9 个生物学特性进行了遗传多样性分析,发现江苏省苏州地区白沙枇杷品种之间存在较高的遗传变异,其中侧枝数变异系数最高(44.1%)。因此通过枝条的调查说明,不同品种的枇杷之间存在着较高的遗传多样性。通过相关性分析发现,这 9 个生物学特性之间不是相互独立的,而是存在着较广泛的联系,因此白沙枇杷的中心枝越长,中心枝越粗、侧枝越长、侧枝越粗、侧枝数越多;叶片越长,叶片越宽,叶柄越粗。

主成分分析法在不损失或很少损失原有信息的前

提下,将原来个数较多而且彼此相关的指标转化为新的个数较少且彼此独立或相关性较小的综合指标,避免了重复信息的干扰<sup>[7]</sup>。该研究用 SPSS 13.0 软件对 20 个白沙枇杷品种的枝条和叶片的生物特性进行了主成分分析。4 个主成分反映了 9 个生物学特性的大部分信息,累计贡献率达 83.58%。9 个生物学特性可归纳为 2 个主成分,即枝条相关因子和叶片相关因子,每个主成分都比较客观地反映了所控制的各性状之间的相互关系。

在该研究中,通过因子分析可看到,高度相关因子对应的特征向量以中心枝长度、侧枝长度和侧枝粗度的特性分量的影响较大。枝条长度、枝条粗度影响树体的高度、坐果率、丰产性等<sup>[8-9]</sup>。根据因子得分显示“大种”

和“丰玉”得分较高,“铜皮”和“软条白沙”得分较低(表5)。据中国果树志记载,“大种”的果实平均重 43.1 g,果梗长而粗,树势较强;“丰玉”平均单果重 45.7 g,果梗粗长,树势较强;而“铜皮”平均单果重 30 g,果梗粗细中庸,树势强盛;“软条白沙”平均单果重 25.2 g,果梗细长,树势中庸<sup>[10-11]</sup>。这些都充分的说明,对枇杷枝条和叶片生物学特性的调查分析,不仅可以了解枇杷树势的生长状态,而且也可以间接了解果实性状,结果与前人研究的一致。陈秀萍<sup>[12]</sup>研究表明,中心枝数、侧枝数、枝梢总数对枇杷的单株产量有着重要的影响。因此,研究枇杷种质资源生物学特性遗传趋势,可以对枇杷的产量进行模糊综合判断,也有利于了解其多样性、亲缘关系等,为今后优良的种质资源选育提供了理论基础。

#### 参考文献

- [1] 林顺权,杨向晖,刘成明,等. 中国枇杷属植物的自然地理分布[J]. 园艺学报,2004,31(5):569-573.
- [2] 任国慧,李晓刚,蒯经,等. 江苏省主要白沙枇杷资源的形态学研究及评价[J]. 江西农业学报,2012,24(12):33-37.
- [3] 姜晓鸣,张春晓,储春荣,等. 十个白沙枇杷品种品质比较[J]. 中国南方果树,2004,33(4):26-27.
- [4] 周坤杰,陈慧,王化坤,等. 苏州地区白沙枇杷果实性状调查研究[J]. 安徽农业科学,2014,42(28):9703-9704,9707.
- [5] 郑轶琦,郭琰,刘晶,等. 洛阳市狗牙根种质资源表型遗传多样性研究[J]. 北方园艺,2015(1):72-75.
- [6] 卢纹岱. 统计分析[M]. 4版. 北京:电子工业出版社,2010.
- [7] 刘遵春,苗卫东,刘大亮,等. 新疆野苹果性状的遗传变异及相关性分析[J]. 果树学报,2012,29(4):530-535.
- [8] 蔡金术,王中炎. 猕猴桃树势对果实大小与品质的影响[J]. 湖南农业科学,2009(12):119-121,130.
- [9] 肖炎军,王令霞,李新国. 3个不同树势的芒果品种枝条和叶片特征比较[J]. 南方农业学报,2011,42(8):948-950.
- [10] 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.
- [11] 朱裕忠,周坤杰,席为君. 枇杷品种丰玉和白玉丰产性对比分析[J]. 园艺与种苗,2014(8):6-7,32.
- [12] 陈秀萍. 普通枇杷植物若干性状鉴定与分类研究[D]. 北京:中国农业科学院,2010.

## The Physiological Characteristics and Genetic Diversity Analysis of Baisha Loquat Resources From Jiangsu Province

CHEN Hui<sup>1,2</sup>, WANG Huakun<sup>1,2</sup>, ZHOU Kunjie<sup>1</sup>, TANG Wei<sup>3</sup>, FEI Yan<sup>1</sup>

(1. Taihu Technology Promotion Center of Evergreen Fruit Trees of Jiangsu Province, Suzhou, Jiangsu 215107; 2. The Jiangsu Provincial Platform for Conservation and Utilization of Agricultural Germplasm, Nanjing, Jiangsu 210014; 3. Suzhou Polytechnic Institute of Agriculture, Suzhou, Jiangsu 215008)

**Abstract:** With 20 kinds of Baisha Loquat resources of 16-year-old self grafted trees collected from Taihu Technology Promotion Center of Evergreen Fruit Trees of Jiangsu Province as test materials, the genetic variation, character correlation and principal component were studied on 20 kinds of Baisha Loquat resources based on 9 traits. The results showed that abundant variation existed in these traits. The widest variation was found in the number of lateral shoots that had a coefficient of variance of 44.1%, followed by the length of lateral shoots (36.1%), length of petiole (26.7%), length of central shoots (25.0%), thickness of lateral shoots (22.0%), width of petiole (13.1%), width of leaf blade (12.9%), thickness of central shoots (11.9%) and length of leaf blade (10.5%). There were significant correlations among those physiological characteristics. The biggest correlation coefficient between the length of lateral shoots and thickness of lateral shoots was 0.83. Four principle elements were obtained, which contributed over 83.58% of variance, especially the height factor 43.72%.

**Keywords:** Baisha Loquat; physiological characteristics; genetic diversity