

· 园艺 ·

DOI: 10.15886/j.cnki.rdsxb.20220070



主持人: 朱国鹏

海南嘉宝果种质资源多样性分析

左世友, 朱美惠, 詹震霖, 王华锋

(海南大学 三亚南繁研究院/崖州湾种子实验室, 海南 三亚, 572025)

摘要: 为了探究嘉宝果(*Plinia cauliflora*)不同品种间的种质多样性, 采用取样调查的方法, 对23份栽培种植的嘉宝果种质的16个表型性状进行测定。结果表明: 表型性状变异系数平均23.35%, 其中, 嘉宝果品种‘肯布卡黄大果’的平均变异系数最大, 为32.52%; ‘艾斯卡’的平均变异系数最小, 为17.81%。23份嘉宝果描述性性状多样性指数在0.287~0.855之间。以上结果说明海南嘉宝果表现出丰富的资源与遗传多样性。

关键词: 嘉宝果; 种质资源; 表型; 多样性

中图分类号: S667.9

文献标志码: A

文章编号: 1674-7054(2023)05-0530-06

左世友, 朱美惠, 詹震霖, 等. 海南嘉宝果种质资源多样性分析[J]. 热带生物学报, 2023, 14(5): 530-535. doi: 10.15886/j.cnki.rdsxb.20220070

嘉宝果(*Plinia cauliflora*)是桃金娘科树番樱属常绿灌木, 是一种原产于南美洲的热带水果^[1], 又称树葡萄, 因其果实如葡萄, 着生于树干上而得名。其广泛分布于巴西、玻利维亚、巴拉圭和阿根廷东部地区。花瓣较小, 呈白色。其花和果实均长在树干上, 一年四季均可开花结果。果实的外表和质地像葡萄, 皮较厚且硬, 果肉白色, 单果生于枝干上^[2]。嘉宝果口感和风味无疑能吸引很多水果爱好者^[3], 作为一种常绿灌木, 嘉宝果在景观种植、园林绿化领域也有很大的发展潜力。对于嘉宝果, 国内外开展了嘉宝果分级、生殖芽的起源与发育, 果实化学成分、果实色素、果皮提取物抗氧化特性、抗癌成分的药学^[4-14]等系列研究。而嘉宝果在国内的引种时间不长, 研究主要集中在种植、果皮提取物抗氧化、果实加工等方面^[4,15-19]。

由于不断的选育, 导致不同嘉宝果品种之间的形态学特征和生物学特征都有了明显的区别。针对不同品种的嘉宝果分类还处于起步阶段, 对不同品种的嘉宝果进行详细的分类比较和种质资源调查还鲜见报道。本研究拟采用取样调查的方

法, 对23份栽培种植的嘉宝果种质的16个表型性状进行测定, 探求其种质资源的多样性, 以期为进一步的科研工作提供一定的基础数据。

1 材料与方法

1.1 植物材料 选取种植4年以上的成龄嘉宝果植株作为供试树。

1.2 采样地 样地位于海南省琼海市大路镇世界热带水果之窗示范种植区(110.42°E, 19.38°N), 种植区所在地属于热带季风及海洋湿润气候区, 年平均气温为24℃, 年平均降雨量2072 mm, 年平均日照2155 h, 终年无霜雪; 土壤质地为含砾石的砂土, 土壤肥力较差, 缺乏水源^[20]。

1.3 取样时间与方法 2021年7—8月, 在园区内种植的23份嘉宝果种质中各随机挑选3株成年果树进行采样测量。

1.4 测量与计算 对选取的23种品种样本表现型性状进行描述观察并赋值; 用长尺(精确度0.1 m)和量尺(精确度0.1 cm)量取树高和茎径(距离地面20 cm处); 在果树树冠外围选择10片叶片

收稿日期: 2022-09-25

修回日期: 2023-02-26

基金项目: 海南省重点研发项目(ZDYF2022XDNY190); 三亚崖州湾科技城科技专项资助(SCKJ-JYRC-2022-83); 海南省自然科学基金项目(421RC486)

第一作者: 左世友(2000-), 男, 海南大学热带作物学院2022级硕士研究生. E-mail: zuoshiyou1219@163.com

通信作者: 王华锋(1982-), 男, 教授. 研究方向: 植物多样性. E-mail: wanghuafeng2012@foxmail.com

用游标卡尺(精确度 0.1 mm)测量叶长、叶宽、叶柄长和叶柄横径。对测量结果的树高、茎径、叶长、叶宽、叶柄长和叶柄横径分别计算平均值并记录。

1.5 数据处理 使用 Excel 进行数据统计和处理($cv=sd/mean \times 100\%$); 然后通过 SPSS 26 进行数据分析。参考胡建斌等^[21]方法, 对调查嘉宝果的

6 种数量性状(树高、茎径、叶长、叶宽、叶柄长、叶柄横径)进行分级并赋值, 以“1 级 $< X - 2\delta$, 10 级 $\geq X + 2\delta$, 每级间差 0.5δ (X 为平均值, δ 为标准差)”为标准, 将 6 种数量性状分别分成 10 级; 其余 10 种质量性状以 2~6 级进行记录(表 1)。并根据记录的数据计算辛普森多样性指数(D), $D=1-\sum(N_i/N)^2$ 。

表 1 海南嘉宝果种质资源鉴定性状及分级标准

编号	性状	赋值
1	树皮颜色	1=褐色 2=浅褐色 3=深褐色 4=灰绿色 5=灰褐色 6=灰色 7=灰白色
2	树皮纹路	1=粗糙有竖状裂纹 2=光滑无竖状裂纹 3=光滑有竖状裂纹 4=粗糙有不规则方格纹路 5=粗糙无纹路
3	树皮脱落后状态	1=光滑灰白色 2=光滑灰色 3=光滑棕色 4=光滑浅褐色 5=光滑灰绿色 6=不脱落
4	叶片形状	1=椭圆形 2=披针形
5	叶基形状	1=心形 2=圆形 3=楔形
6	叶片颜色	1=深绿色 2=墨绿色 3=绿色 4=翠绿
7	叶柄状态	1=稀疏细小绒毛 2=光滑无绒毛
8	新枝状态	1=稀疏细小绒毛 2=光滑无绒毛
9	叶面形态	1=正反面均光滑 2=新叶正反面均光滑 老叶有明显网状纹路 3=正反两面均光滑 表面有轻微网状纹路 4=正反两面均光滑 老叶正面有略微网状纹路 5=正面光滑 背面有细小绒毛
10	雄蕊形状	1=丝状 2=柱状
11	树高/m	长尺测量 测量同品种 3 株树高
12	茎径/cm	长尺测量 测量同品种 3 株茎径
13	叶片长/cm	游标卡尺测量 测量叶片长度
14	叶片宽/cm	游标卡尺测量 测量叶片宽度
15	叶柄长/mm	游标卡尺测量 测量叶柄长度
16	叶柄粗/mm	游标卡尺测量 测量叶柄横径

注: 表中 1~16 代表 16 个性状。

2 结果与分析

2.1 嘉宝果不同品种质量性状多样性分析 对某一物种的不同品种进行分析时, 主要分成两部分: 质量性状(即属性性状, 能观察但无法被测量的性状)和数量性状(能被测量出的性状)。在此次种质资源调查中 23 种不同品种的嘉宝果质量性状如表 2 所示。

本研究所调查的 23 种嘉宝果树皮呈现 7 种不同的颜色性状, 其中褐色和灰褐色树皮的嘉宝

果种类最多, ‘肯布卡黄大果’(图 1-⑦)是唯一树皮颜色呈现灰白色的嘉宝果品种; 唯一深褐色树皮的品种是‘天鹅绒’(图 1-③)。表现浅褐色和灰绿色的各有 4 个品种, 其中树皮颜色表现浅褐色性状的分别是‘小肯不卡’、‘桃太郎’、‘大皇冠’和‘红灯笼’(图 1-②)。“保利斯塔”(图 1-④)、“蓝葡萄”、“沙巴”、“卡姆”是树皮颜色表现灰绿色的品种。

比较叶片形态特征发现, 39.1% 的品种叶型为椭圆形, 60.9% 的品种其叶型为披针形。对于叶片基部性状, 分为 3 种: 心形、圆形和楔形。其中, 楔

表2 23个嘉宝果品种的10个描述性表现性状统计分析

性状编号	品种											
	保利斯塔	天鹅绒	小肯布卡	桃太郎	大皇冠	红灯笼	巨威	绿水晶	白果	艾斯卡	爱沙	乔尼尔
1	4	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
2	3	3	1	3	3	3	1	3	2	3	3	1
3	1	2	6	1	1	2	6	1	3	2	2	1
4	2	2	2	2	1	2	1	1	2	1	2	1
5	1	1	1	2	2	1	3	2	2	1	2	1
6	3	3	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1
7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
8	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
9	3	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
10	1	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	1

性状编号	品种										
	肯布卡黄大果	佳贝果	布兰卡	阿根廷	葛兰	四季早生	红粉佳人	大红钻	卡姆	沙巴	蓝葡萄
1	7	6	6	5	5	5	5	5	4	4	4
2	1	1	3	3	2	2	3	3	2	5	4
3	4	6	5	1	5	4	1	1	4	6	4
4	2	1	1	2	2	1	2	2	2	1	2
5	3	3	2	2	3	1	2	2	1	2	2
6	1	3	3	1	1	1	1	3	3	3	4
7	1	1	2	2	1	2	2	2	2	1	2
8	1	1	2	2	1	2	2	2	2	1	2
9	5	5	1	1	1	1	1	4	1	5	1
10	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1



图1 7种嘉宝果树皮颜色性状图示

① 乔尼尔(褐色);②红灯笼(浅褐色);③天鹅绒(深褐色);④保利斯塔(灰绿色);⑤粉红佳人(灰褐色);⑥布兰卡(灰色);⑦肯布卡黄大果(灰白色)。

形是数量最少的一种性状,只有‘巨威’、‘佳贝果’、‘肯布卡黄大果’、‘葛兰’4个品种的嘉宝果叶型为楔形,心形和圆形叶型分别有8种和11种。在4种叶片颜色性状中,‘蓝葡萄’是唯一一个叶片呈

翠绿色的品种,而‘红灯笼’和‘巨威’2种则是墨绿色,深绿色是品种最多的性状。调查的嘉宝果中大多数品种的叶柄都是光滑无绒毛性状,叶柄稀疏细小绒毛性状的品种仅占17.3%;新枝性状和叶

柄性状体现出的情况相同, 同一品种同时具有这 2 种性状。10 个品种的叶面形态表现为正反两面均光滑, ‘绿水晶’、‘保利斯塔’、‘大红钻’3 个品种的叶面形态分别表现为“新叶正反两面均光滑老叶有明显网状纹路”、“正反两面均光滑表面有轻微网状纹路”、“正反两面均光滑表面有轻微网状纹路”3 种性状, ‘肯布卡黄大果’、‘沙巴’和‘佳贝果’3 个品种则表现为“正面光滑背面有细小绒毛”性状。

在所调查的 23 种嘉宝果当中, 雄蕊性状也是一个重要的质量性状, 表现为丝状和柱状 2 种性状, 其中, 丝状性状品种有 18 种, 如‘保利斯塔’(图 2-①)等; 柱状性状有 5 个品种, 分别是‘艾斯卡’(图 2-②)、‘白果’、‘桃太郎’、‘四季早生’和‘葛兰’等。



图 2 2 种嘉宝果雄蕊的形态性状
①保利斯塔(丝状); ②艾斯卡(柱状)。

2.2 嘉宝果不同品种的数量性状多样性分析

海南嘉宝果品种通过测量获得的性状变异情况如表 3 所示, 从表 3 可知, 不同品种的嘉宝果之间性状差异较大。嘉宝果 23 个品种的数量性状变异系数范围在 4.35%~59.20% 之间, 平均变异系数为 23.35%。其中, ‘肯布卡黄大果’叶柄长度变异系数最大, 而‘小肯布卡’树高变异系数最小。从嘉宝果性状来看, 平均变异系数以叶柄横径最高, 为 32.33%; 树高平均变异系数最低, 为 14.01%。从嘉宝果品种来看, 则‘肯布卡黄大果’品种嘉宝果平均变异系数最大, 为 32.52%; 平均变异系数最小的品种则是‘艾斯卡’嘉宝果, 仅为 17.81%。树高、茎径和叶长变异系数较小, 其多样性较低; 叶柄长、叶宽和叶柄横径变异系数较大, 说明嘉宝果的

表 3 数量性状统计分析变异系数(CV) %

品种	性状编号					
	11	12	13	14	15	16
‘乔尼尔’	18.98	17.44	26.21	29.91	13.69	31.89
‘爱沙’	18.56	16.82	7.81	34.26	15.70	21.91
‘艾斯卡’	10.00	9.12	17.41	30.55	15.28	24.49
‘白果’	17.44	16.10	9.70	31.58	12.75	41.63
‘绿水晶’	7.14	16.39	17.62	32.32	18.97	53.95
‘巨威’	17.64	16.43	11.40	36.84	31.58	28.05
‘红灯笼’	17.17	14.24	14.89	25.89	22.97	33.75
‘大皇冠’	14.53	7.35	21.70	36.73	24.02	21.44
‘桃太郎’	19.81	4.51	26.06	36.05	25.10	40.82
‘小肯布卡’	4.35	38.49	21.04	41.04	23.30	41.90
‘天鹅绒’	24.04	25.98	19.97	21.10	32.16	42.44
‘保利斯塔’	21.79	8.72	16.65	31.80	28.14	35.90
‘蓝葡萄’	19.01	20.48	26.95	29.84	19.83	25.12
‘沙巴’	10.66	17.83	23.99	21.55	20.00	24.57
‘卡姆’	9.74	24.56	13.93	23.80	23.62	25.46
‘大红钻’	15.56	15.62	14.61	34.30	22.68	29.15
‘红粉佳人’	13.23	17.78	20.62	21.59	21.72	28.28
‘四季早生’	5.97	20.80	24.32	48.55	40.00	38.87
‘葛兰’	7.69	26.03	17.22	28.15	15.26	30.88
‘阿根廷’	8.27	11.93	34.76	32.08	29.84	28.31
‘布兰卡’	13.23	38.58	28.81	33.87	22.53	22.07
‘佳贝果’	15.57	17.07	16.56	26.43	20.98	23.27
‘肯布卡黄大果’	11.76	13.14	43.98	17.66	59.20	49.39

变异系数不均一。

在表达植物群体物种或者个体间的遗传多样性的时候, 常用辛普森多样性指数来表达。如表 4 所示, 根据 23 个品种的 16 个性状计算结果来看, 辛普森指数范围在 0.287~0.86 之间, 多样性情况跨度较大, 既有叶柄状态、新枝状态和雄蕊形状这样多样性指数偏大的情况, 又有树高、茎径、叶片长、叶片宽和叶柄横径这样多样性指数偏小的情况。说明所调查的 23 个品种的嘉宝果在保持一定相似性的同时又有自己本身不同的特点。

表 4 23 个嘉宝果品种表现多样性分析

性状编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
辛普森指数	0.813	0.647	0.779	0.526	0.620	0.578	0.287	0.287	0.431	0.340	0.843	0.850	0.852	0.855	0.829	0.86

3 讨论

本研究发现,在海南嘉宝果的栽培品种中,变异系数在 4.35% 到 59.20% 之间,平均变异系数为 23.35%。这表明海南嘉宝果的种质资源具有较高的多样性,其中,叶柄横径的性状变异系数最高,树高的平均变异系数最低。在 23 个嘉宝果品种中,‘肯布卡黄大果’品种的平均变异系数最大,为 32.52%;‘艾斯卡’品种最小,为 17.81%。变异系数与环境适应性有关,变异系数大的物种对环境适应能力更好,而变异系数小则说明性状更稳定,其遗传稳定性更好,不易受环境影响。本研究中嘉宝果的树高、茎径和叶长 3 个性状变异系数较小,表明这些性状的遗传稳定性较好,而叶柄长、叶宽和叶柄横径的变异系数较大,其中,叶柄长度的变异系数最高,达到了 59.20%。23 种嘉宝果的性状变异系数较大,说明海南引种的 23 个嘉宝果品种之间存在明显的区别。这也表明,海南嘉宝果形态丰富,对环境的适应能力较强。

参考文献:

- [1] 平新亮,林媚,潘德胜.台湾嘉宝果引种适应性研究[J].*浙江柑橘*,2016,33(3):42-43.
- [2] 张敏,冯慧敏,陈伦英.我国嘉宝果产业概况及发展前景[J].*热带农业科技*,2021,44(4):45-48.
- [3] 李忠东.结在树干上的“葡萄”[J].*新疆林业*,2013(6):23.
- [4] 宋西娟,时德瑞.树葡萄的栽培技术及应用价值[J].*农业与技术*,2016,36(23):142-143.
- [5] 黄丽蓉.树葡萄的栽培技术及应用价值[J].*福建热作科技*,2015,40(1):39-41.
- [6] MARIANI N C T, NARDINI V, TEIXEIRA G H. et al. Predicting soluble solid content in intact jaboticaba [*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) O. Berg] fruit using near-infrared spectroscopy and chemometrics [J]. *Food Chemistry*, 2014, 159: 458-462.
- [7] MARIANI N C T, TEIXEIRA G H A, MORGENSTERN, T B, et al. NIRS and iSPA-PLS for predicting total anthocyanin content in jaboticaba fruit [J]. *Food Chemistry*, 2015, 174: 643-648.
- [8] CORREA A D, ISQUIERDO E P, BOREM F M, et al. Influence of drying temperature on the chemical constituents of jaboticaba (*Plinia jaboticaba* (Vell.) Berg) skin [J]. *Acta Scientiarum -Technology*, 2014, 36(4): 721-726.
- [9] LENQUISTE S A, MARINELI R S, MORAES é A, et al. Jaboticaba peel and jaboticaba peel aqueous extract shows *in vitro* and *in vivo* antioxidant properties in obesity model [J]. *Food Research International*, 2015, 77: 162-170.
- [10] BATISTA AG, SILVAMAIA J K, MENDONCA M C P, et al. Jaboticaba berry peel intake increases short chain fatty acids production and prevent hepatic steatosis in mice fed high-fat diet [J]. *Journal of Functional Foods*, 2018, 48: 266-274.
- [11] PLAZA M, BATISTA A G, CAZARIN C B B, et al. Characterization of antioxidant polyphenols from *Myrciaria jaboticaba* peel and their effects on glucose metabolism and antioxidant status: a pilot clinical study [J]. *Food Chemistry*, 2016, 211: 185-197.
- [12] PITZ H D, PEREIRA A, BLASIUS M B, et al. *in vitro* evaluation of the antioxidant activity and wound healing properties of jaboticaba (*Plinia peruviana*) fruit peel hydroalcoholic extract [J]. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2016(8): 1-6.
- [13] DIAS D R, SILVA M S, SCHWAN R F. et al. Vinegar production from jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) fruit using immobilized acetic acid bacteria [J]. *Food Technology and Biotechnology*, 2016, 54(3): 351-359.
- [14] COSTA R C, JUNIOR L C, MORGENSTERN T B, ET SL. Classification of jaboticaba fruits at three maturity stages using NIRS and LDA [J]. *Analytical Methods*, 2016, 8(11): 2533-2538.
- [15] 林炎城,洪昌涛,蔡茹雯.树葡萄(嘉宝果)栽培技术[J].*现代农业*,2018(6):20.
- [16] 邱珊莲,林宝妹,洪佳敏.树葡萄植株不同部位醇提物抗氧化及抑制 α -葡萄糖苷酶活性的比较研究[J].*果树学报*,2018,35(3):311-318.
- [17] 张少平,郑开斌,洪佳敏.不同成熟度树葡萄叶片中类黄酮合成转录组基因分析[J].*热带亚热带植物学报*,2019,27(6):702-712.
- [18] 陈世平.福建龙海树葡萄制品荣获全国金奖[J].*中国果业信息*,2017,34(6):44-45.
- [19] 朱千扬.嘉宝果引种栽培及专类园规划研究[D].福州:福建农林大学,2017.
- [20] 周开兵,吴友根,符碧海等.越南油茶“琼海优”品系实生选种研究初报[J].*热带生物学报*,2016,7(3):353-357.
- [21] 胡建斌,马双武,简在海.中国甜瓜种质资源形态性状遗传多样性分析[J].*植物遗传资源学报*,2013,14(4):612-619.

Germplasm diversity of jaboticaba (*Plinia cauliflora*) in Hainan

ZUO Shiyu, ZHU Meihui, ZHAN Zhenlin, WANG Huafeng

(Sanya Nanfan Research Institute of Hainan University/Hainan Yazhou Bay Seed Laboratory, Sanya, Hainan 572025, China)

Abstract: Germplasm is the basic material for breeding and selection. It is of great significance to understand various characters of germplasm and fully exploit the utilization value of the germplasm. Jaboticaba (*Plinia cauliflora*) germplasm is characterized by a high diversity of plant phenotypes including long fruiting, ornamental and unique flavors. Twenty-three jaboticaba cultivars introduced for planting in Hainan were used as materials for the evaluation of 16 traits including stamen shape, tree height, stem diameter, etc. The average coefficient of variation for the phenotypic traits tested was 23.35%. The highest mean coefficient of variation was 32.52% for jaboticaba cultivar Kembuka, while the lowest mean coefficient of variation was 17.81% for cultivar Esca. The diversity index for descriptive traits of 23 jaboticaba cultivars was 0.287 - 0.855. All these results showed that the introduced jaboticaba planted in Hainan had a high genetic diversity in phenotypic traits.

Keywords: jaboticaba; germplasm resources; phenotype; diversity

(责任编辑: 潘学峰)