

贵州柿地方品种表型性状遗传多样性分析

韩振诚^{1,2}, 潘学军^{1,2*}, 安华明^{1,2}, 张文娥²

(1 贵州省果树工程技术研究中心, 贵阳 550025; 2 贵州大学 农学院, 贵阳 550025)

摘 要: 采用文献查阅、实地踏查和异地保存相结合的方法, 对 88 份贵州地方柿资源的 34 个表型性状进行了研究, 并用主成分分析和聚类分析的方法对贵州地方柿资源的遗传多样性和亲缘关系进行分析, 为地方优良资源的开发利用奠定基础。结果表明: (1) 88 份贵州地方柿种质资源的数量性状和质量性状均具有较大的变异, 呈现出丰富的多样性。 (2) 主成分分析获得了一个 16 因子模型, 可解释 81.41% 试验数据, 其中前 6 个主因子的方差累积贡献率达 50.57%, 对应的 16 个性状依次为: 着色期果面油渍、叶先端形状、叶基部形状、柿蒂形状、萼片形状、果实颜色、果实纵沟、果顶形状、蒂洼、皮孔密度、叶横径、叶柄长、叶片颜色、单果重、可滴定酸含量、可溶性总糖含量、糖酸比, 这些性状可作为评价贵州柿资源多样性的主要指标。 (3) 88 份资源的 Shannon 遗传多样性指数平均值为 1.57, 遗传多样性在地区间差异明显, 根据遗传多样性指数可初步推断贵州地方柿资源是由黔中、黔南和黔西区域向黔北和黔东区域演化。 (4) Q 型系统聚类分析显示, 表型性状遗传距离最远为 13.76, 说明贵州柿资源的多样性丰富; 88 份资源被聚为 6 个类群, 不同类群间表型性状差异较大, 表明不同类群的亲缘关系较远, 各类群或亚群可能具有相互独立的遗传背景。

关键词: 柿; 贵州; 表型性状; 遗传多样性

中图分类号: Q348

文献标志码: A

Genetic Diversity of Local Persimmon in Guizhou Based on Phenotypic Traits

HAN Zhencheng^{1,2}, PAN Xuejun^{1,2*}, AN Huaming^{1,2}, ZHANG Wen'e²

(1 Guizhou Engineering Research Center for Fruit Crops, Guiyang 550025, China; 2 Agricultural College, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

Abstract: Combining several methods of literature review, field survey and off-site preservation, 34 phenotypic traits of 88 persimmon resources were determined, as well as the genetic diversity and relationship were studied through principal component and cluster analysis, to lay a foundation for composite utilization and exploitation of the local superior resources. The results show that: (1) There were big differences between quantitative and qualitative traits in 88 Guizhou persimmon germplasm resources, suggesting abundant genetic diversity. (2) A model including 16 principal factors was acquired from principal component analysis, which could account for 81.41% of total variances. The cumulative contribution rate of the first 6 main factors was 50.57%. The main phenotypic traits of these six factors included fruit oil spot at coloring period, leaf apical shape, leaf basal shape, calyx shape, sepal shape, fruit skin color, grooves on fruit side, fruit apex shape, calyx cavity shape, density of skin stoma, leaf width, petiole length, leaf color, fruit weight, titratable acid, total sugar and sugar/acid. These traits could be used for evaluation diversity of per-

收稿日期: 2014-03-05; 修改稿收到日期: 2014-04-03

基金项目: 贵州省科技攻关项目[黔科合农 G 字(2009)4003]

作者简介: 韩振诚(1987—), 男, 在读硕士研究生, 主要从事果树种质资源与遗传育种。E-mail: 283059094@qq.com

* 通信作者: 潘学军, 博士, 教授, 主要从事果树遗传育种研究工作。E-mail: pxjun2050@aliyun.com

simmons resources in Guizhou Province. (3) The mean values of Shannon's genetic diversity index of 88 germplasms were up to 1.57, and the genetic diversities of persimmon resources in different areas were distinctly different. According to the Shannon's genetic diversity index, we could preliminarily inferred that the evolution and cultivation trend of local persimmon resources was from the Centre, Southern and Western to Eastern and Northern in Guizhou Province. (4) The results of the Q-type clustering analysis showed that the genetic distances of phenotypic traits were up to 13.76, which indicated that persimmon resources were diverse in Guizhou Province. 88 germplasms were divided into 6 groups, and the differences of phenotypic traits were obvious among groups, which illustrated that the genetic relationships was distant among groups and the genetic backgrounds were relatively independent in various groups or sub-groups.

Key words: *Diospyros* L.; Guizhou Province; phenotypic traits; genetic diversity

遗传多样性的本质是生物体在遗传物质上的变异,对柿遗传多样性研究是柿种质资源保护及开发利用的基础。中国是柿属(*Diospyros* Linn.)植物的原产中心和分布中心,拥有丰富的种质资源^[1-2],据杨勇等^[3]报道中国有 1 058 份柿种质。近十年来,中国在特色柿种质的调查、收集、保存^[4-5]、遗传多样性检测^[6-7]、起源与演化^[8]以及经济性状评价和应用等方面发展迅速^[9],发现了甜宝盖、秋焰、罗田甜柿等少数完全甜柿种质,并在生产中应用。但是许多偏远地区柿资源储量及多样性水平不甚清楚,限制了优良地方柿资源的利用。贵州柿属资源类型丰富,共有 13 个种 2 变种,其中分布最广的是柿(*Diospyros kaki* Thunb.)^[10],但很多珍稀资源生长在山林或相对偏僻的地方,随着城镇化进程加速,经济活动加剧,很多种质被破坏甚至面临丢失的危险。进一步加强柿属植物种质资源的调查、收集、保存与利用,是柿产业和科学研究可持续发展的前提和保证^[11]。本研究采用文献查阅、实地踏查和异地保存相结合的方法,系统调查记录和测定了贵州 88 份地方柿资源的 34 个表型性状,并运用主成分分析和系统聚类分析法对贵州地方柿遗传多样性进行研究,系统评价了贵州柿资源丰度,旨在为优良单株的鉴定及育种提供科学理论依据,为地方优良资源的开发利用奠定基础。

1 材料和方法

1.1 材料

通过查阅相关文献资料^[10,12],笔者于 2011 年 8 月至 2013 年 5 月底实地踏查了贵州省 9 个地区(州、市)19 个县(区、市),收集到了 88 份地方柿资源,参照《中国植物志·柿卷》和《贵州植物志·柿卷》的相关文字描述和图片资料,对所采资源进行分类鉴定,88 份地方柿资源分属 3 个种 1 变种,其中包括 82 份柿(*D. kaki* Thunb.),1 份油柿(*D. oleif-*

era Cheng),1 份君迁子(*D. lotus* Linn.),4 份野柿(*D. kaki* Thunb. var. *silvestris* Makino)。所采集资源编号及采集地情况详见表 1。

1.2 方法

在初步查明柿资源分布情况的基础上,于果实可采成熟期(9~11 月)采集柿果实和一年生成熟枝条,带回实验室进一步进行果实、枝条和叶片的表型性状分析。每份种质随机选取树体外围成熟度一致、具有代表性的 9 个柿果实和带叶片枝条,置于冰盒带回实验室,立即进行叶片、枝条和果实外观性状的记录和测定;果实外观性状测完后,选取 9 个果实的胴部,切成小块,充分混匀后称量分装,液氮速冻后-70℃冰箱保存用于内在品质分析,每份资源重复 3 次。

参照《柿种质资源描述规范和数据标准》^[13]的方法记录质量性状,并进行标准化数值转化:叶片颜色、叶先端形状、叶基部形状、叶片形状、果实形状、果实颜色、果实纵沟、果面锈斑、果顶形状、果顶十字沟、蒂洼、柿蒂凹凸、柿蒂形状、萼片形状、萼片伸展方向、萼片卷曲姿态、萼片重叠度、果实横断面、髓虚实、叶片姿态、皮孔密度,着色期果面油渍共 22 个指标;用便携式叶面积仪(AM300)测量叶纵横径和叶柄长度;用游标卡尺(桂制 03000022 号)测量果实纵横径,计算出果形指数;用电子天平(AUY220)称量单果重、种子重及萼片重,计算可食率,每份资源每个指标重复 9 次。可溶性总糖含量采用蒽酮法测定^[14];可滴定酸含量采用酸碱滴定法测定^[14];根据可溶性总糖含量和可滴定酸含量计算得出糖酸比;Vc 含量采用 2,6-二氯酚酚染料滴定法测定^[14];可溶性单宁含量采用 Folin-Denis 法测定^[15-16];缩合单宁含量采用香草醛-盐酸法测定^[17],每个指标重复 3 次。

利用 Excel 2003 计算各柿种质资源性状的平均值、标准差、变幅和变异度等;运用 DPS v7.05 版

表 1 试验材料及采集地的地理参数
Table 1 Experiment materials and geographical parameters of collecting locations

种名(变种) Species (variety)	编号 Code	样品名 Sample	采集地 Origin	海拔 Altitude /m	经度和纬度 Latitude and longitude	年降雨量 Annual rainfall/mm	平均气温 Average temperature/℃	栽培类型 Cultivation type
<i>Diospyros kaki</i> Thunb.	1	水城水柿-1 Shuicheng Shuishi-1	水城县 Shuicheng	1 185	105°04'36.65"E;26°25'30.90"N	1 018	12.8	地方品种 Local varieties
	2	水城水柿-2 Shuicheng Shuishi-2	水城县 Shuicheng	1 234	105°06'21.91"E;26°24'32.43"N	1 018	12.8	地方品种 Local varieties
	3	水城水柿-3 Shuicheng Shuishi-3	水城县 Shuicheng	1 234	105°06'21.91"E;26°24'32.43"N	1 018	12.8	地方品种 Local varieties
	4	水城鸡蛋柿-1 Shuicheng Jidanshi-1	水城县 Shuicheng	1 242	105°06'23.34"E;26°24'32.65"N	1 018	12.8	地方品种 Local varieties
	5	水城牛心柿 Shuicheng Niuxinshi	水城县 Shuicheng	1 242	105°06'23.34"E;26°24'32.65"N	1 018	12.8	地方品种 Local varieties
	6	水城鸡蛋柿-2 Shuicheng Jidanshi-2	水城县 Shuicheng	1 224	105°06'18.78"E;26°24'33.70"N	1 018	12.8	地方品种 Local varieties
	7	水城鸡蛋柿-3 Shuicheng Jidanshi-3	水城县 Shuicheng	1 209	105°06'17.43"E;26°24'34.04"N	1 018	12.8	地方品种 Local varieties
	8	水城鸡蛋柿-4 Shuicheng Jidanshi-4	水城县 Shuicheng	1 208	105°06'17.47"E;26°24'40.48"N	1 018	12.8	地方品种 Local varieties
	9	水城水柿-4 Shuicheng Shuishi-4	水城县 Shuicheng	1 208	105°06'17.47"E;26°24'40.48"N	1 018	12.8	地方品种 Local varieties
	10	水城绵柿 Shuicheng Mianshi	水城县 Shuicheng	1 208	105°06'17.47"E;26°24'40.48"N	1 018	12.8	地方品种 Local varieties
	11	水城水柿-5 Shuicheng Shuishi-5	水城县 Shuicheng	1 208	105°06'17.47"E;26°24'40.48"N	1 018	12.8	地方品种 Local varieties
	12	六枝鸡心柿 Liuzhi Jixinshi	六枝县 Liuzhi	1 517	105°15'06.38"E;26°10'35.57"N	1 100	15.2	地方品种 Local varieties
	13	六枝水柿-1 Liuzhi Shuishi-1	六枝县 Liuzhi	1 503	105°04'53.58"E;26°10'32.86"N	1 100	15.2	地方品种 Local varieties
	14	六枝水柿-2 Liuzhi Shuishi-2	六枝县 Liuzhi	1 017	105°08'03.93"E;26°15'19.00"N	1 100	15.2	地方品种 Local varieties
	15	惠水盘柿-1 Huishui Panshi-1	惠水县 Huishui	1 219	106°45'46.04"E;26°07'10.16"N	1 154	16.3	地方品种 Local varieties
	16	惠水盘柿-2 Huishui Panshi-2	惠水县 Huishui	1 219	106°45'46.04"E;26°07'10.16"N	1 154	16.3	地方品种 Local varieties
	17	惠水盘柿-3 Huishui Panshi-3	惠水县 Huishui	1 219	106°45'46.04"E;26°07'10.16"N	1 154	16.3	地方品种 Local varieties
	18	惠水盘柿-4 Huishui Panshi-4	惠水县 Huishui	1 149	106°47'49.16"E;26°05'29.67"N	1 154	16.3	地方品种 Local varieties
	19	惠水馒头柿 Huishui Mantoushi	惠水县 Huishui	1 119	106°46'40.66"E;26°04'04.27"N	1 154	16.3	地方品种 Local varieties
	20	惠水盘柿-5 Huishui Panshi-5	惠水县 Huishui	1 146	106°45'21.26"E;26°02'35.61"N	1 154	16.3	地方品种 Local varieties
	21	惠水长柿-1 Huishui Changshi-1	惠水县 Huishui	1 146	106°44'13.02"E;26°01'36.90"N	1 154	16.3	地方品种 Local varieties
	22	惠水水柿-1 Huishui Shuishi-1	惠水县 Huishui	1 145	106°44'12.41"E;26°01'36.39"N	1 154	16.3	地方品种 Local varieties
	23	惠水盘柿-6 Huishui Panshi-6	惠水县 Huishui	1 145	106°44'12.41"E;26°01'36.39"N	1 154	16.3	地方品种 Local varieties
	24	惠水水柿-2 Huishui Shuishi-2	惠水县 Huishui	1 057	106°40'10.49"E;26°07'23.48"N	1 154	16.3	地方品种 Local varieties
	25	惠水长柿-2 Huishui Changshi-2	惠水县 Huishui	883	106°48'00.54"E;25°45'52.32"N	1 154	16.3	地方品种 Local varieties
	26	长顺绵柿 Changshun Mianshi	长顺县 Changshun	1 233	106°20'23.80"E;25°56'06.34"N	1 400	18.5	地方品种 Local varieties
	27	长顺水柿 Changshun Shuishi	长顺县 Changshun	1 233	106°20'23.80"E;25°56'06.34"N	1 400	18.5	地方品种 Local varieties
	28	荔波绵柿-1 Libo Mianshi-1	荔波县 Libo	417	107°50'28.26"E;25°22'29.88"N	1 320	18.3	地方品种 Local varieties
	29	荔波绵柿-2 Libo Mianshi-2	荔波县 Libo	433	107°53'36.69"E;25°25'26.15"N	1 320	18.3	地方品种 Local varieties
	30	关岭盘柿-1 Guanling Panshi-1	关岭县 Guanling	812	105°41'27.86"E;25°51'45.98"N	1 600	16.2	地方品种 Local varieties

续表 1 Continued Table 1

柿 <i>Diospyros kaki</i> Thunb.	31	关岭长柿-1 Ganling Changshi-1	关岭县 Guanling	812	105°41'27.86"E;25°51'45.98"N	1 600	16.2	地方品种 Local varieties
	32	关岭长柿-2 Ganling Changshi-2	关岭县 Guanling	812	105°41'27.86"E;25°51'45.98"N	1 600	16.2	地方品种 Local varieties
	33	关岭长柿-3 Ganling Changshi-3	关岭县 Guanling	812	105°41'27.86"E;25°51'45.98"N	1 600	16.2	地方品种 Local varieties
	34	关岭盘柿-2 Guanling Panshi-2	关岭县 Guanling	812	105°41'27.86"E;25°51'45.98"N	1 600	16.2	地方品种 Local varieties
	35	关岭圆柿-1 Guanling Yuanshi-1	关岭县 Guanling	726	105°40'36.28"E;25°52'06.06"N	1 600	16.2	地方品种 Local varieties
	36	关岭圆柿-2 Guanling Yuanshi-2	关岭县 Guanling	726	105°40'36.28"E;25°52'06.06"N	1 600	16.2	地方品种 Local varieties
	37	普定绵柿-1 Puding Mianshi-1	普定县 Puding	1 394	105°49'11.67"E;26°20'56.83"N	1 378	15.1	地方品种 Local varieties
	38	普定绵柿-2 Puding Mianshi-2	普定县 Puding	1 394	105°49'11.67"E;26°20'56.83"N	1 378	15.1	地方品种 Local varieties
	39	贵阳水柿-1 Guiyang Shuishi-1	花溪区 Huaxi	1 213	106°35'26.67"E;26°27'18.69"N	1 178	15.3	地方品种 Local varieties
	40	贵阳水柿-2 Guiyang Shuishi-2	花溪区 Huaxi	1 217	106°35'24.90"E;26°27'20.46"N	1 178	15.3	地方品种 Local varieties
	41	贵阳水柿-3 Guiyang Shuishi-3	花溪区 Huaxi	1 214	106°35'23.42"E;26°27'20.21"N	1 178	15.3	地方品种 Local varieties
	42	贵阳水柿-4 Guiyang Shuishi-4	花溪区 Huaxi	1 215	106°35'22.33"E;26°27'21.16"N	1 178	15.3	地方品种 Local varieties
	43	贵阳水柿-5 Guiyang Shuishi-5	花溪区 Huaxi	1 226	106°35'09.72"E;26°27'12.18"N	1 178	15.3	地方品种 Local varieties
	44	息烽鸡心柿 Xifeng Jixinshi	息烽县 Xifeng	1 333	106°47'08.32"E;27°09'55.57"N	1 200	16.0	地方品种 Local varieties
	45	白云方柿 Baiyun Fangshi	白云区 Baiyun	1 450	106°48'11.44"E;26°47'32.22"N	1 130	15.3	地方品种 Local varieties
	46	绥阳方柿-1 Suiyang Fangshi-1	绥阳市 Suiyang	663	107°20'28.03"E;28°11'57.11"N	1 160	15.1	地方品种 Local varieties
	47	绥阳方柿-2 Suiyang Fangshi-2	绥阳市 Suiyang	663	107°20'28.03"E;28°11'57.11"N	1 160	15.1	地方品种 Local varieties
	48	绥阳方柿-3 Suiyang Fangshi-3	绥阳市 Suiyang	663	107°20'28.03"E;28°11'57.11"N	1 160	15.1	地方品种 Local varieties
	49	绥阳方柿-4 Suiyang Fangshi-4	绥阳市 Suiyang	663	107°20'28.03"E;28°11'57.11"N	1 160	15.1	地方品种 Local varieties
	50	汇川水柿-1 Huichuan Shuishi-1	汇川区 Huichuan	859	107°02'37.63"E;27°42'41.13"N	1 150	15.1	地方品种 Local varieties
	51	汇川甜柿-1 Huichuan Tianshi-1	汇川区 Huichuan	859	107°02'37.63"E;27°42'41.13"N	1 150	15.1	地方品种 Local varieties
	52	汇川水柿-2 Huichuan Shuishi-2	汇川区 Huichuan	859	107°02'37.63"E;27°42'41.13"N	1 150	15.1	地方品种 Local varieties
	53	汇川甜柿-2 Huichuan Tianshi-2	汇川区 Huichuan	859	107°02'37.63"E;27°42'41.13"N	1 150	15.1	地方品种 Local varieties
	54	汇川圆柿 Huichuan Yuanshi	汇川区 Huichuan	859	107°02'37.63"E;27°42'41.13"N	1 150	15.1	地方品种 Local varieties
	55	汇川牛心柿 Huichuan Niuxinshi	汇川区 Huichuan	859	107°02'37.63"E;27°42'41.13"N	1 150	15.1	地方品种 Local varieties
	56	遵义绵柿 Zunyi Mianshi	遵义县 Zunyi	1 044	106°38'15.64"E;27°54'54.78"N	1 150	15.1	地方品种 Local varieties
	57	遵义盘柿 Zunyi Panshi	遵义县 Zunyi	896	107°08'17.94"E;27°27'51.40"N	1 150	15.1	地方品种 Local varieties
	58	江口水柿-1 Jiangkou Shuishi-1	江口县 Jiangkou	429	108°46'03.58"E;27°46'26.97"N	1 369	16.2	地方品种 Local varieties
	59	江口水柿-2 Jiangkou Shuishi-2	江口县 Jiangkou	429	108°46'03.58"E;27°46'26.97"N	1 369	16.2	地方品种 Local varieties
	60	兴义磨盘柿 Xingyi Mopanshi	兴义市 Xingyi	1 379	104°59'30.52"E;25°10'54.21"N	1 531	16.1	地方品种 Local varieties
	61	兴义平底柿-1 Xingyi Pingdishi-1	兴义市 Xingyi	1 147	104°56'57.77"E;25°51'45.98"N	1 531	16.1	地方品种 Local varieties
	62	兴义平底柿-2 Xingyi Pingdishi-2	兴义市 Xingyi	1 147	104°56'57.77"E;25°51'45.98"N	1 531	16.1	地方品种 Local varieties
	63	兴义牛心柿 Xingyi Niuxinshi	兴义市 Xingyi	1 147	104°56'57.77"E;25°51'45.98"N	1 531	16.1	地方品种 Local varieties

续表 1 Continued Table 1

	64	兴义鸡心柿-1 Xingyi Jixinshi-1	兴义市 Xingyi	1 123	104°50'53.09"E;24°48'19.71"N	1 531	16.1	地方品种 Local varieties
	65	兴义鸡心柿-2 Xingyi Jixinshi-2	兴义市 Xingyi	938	104°42'17.10"E;24°42'25.11"N	1 531	16.1	地方品种 Local varieties
	66	安龙水柿-1 Anlong Shuishi-1	安龙县 Anlong	1 451	105°28'13.78"E;25°06'13.65"N	1 256	15.6	地方品种 Local varieties
	67	安龙水柿-2 Anlong Shuishi-2	安龙县 Anlong	1 328	105°28'03.49"E;25°10'47.94"N	1 256	15.6	地方品种 Local varieties
	68	册亨盘柿 Ceheng Panshi	贞丰县 Zhenfeng	997	105°41'49.88"E;25°21'59.80"N	1 035	19.7	地方品种 Local varieties
	69	岑巩糯柿-1 Cengong Nuoshi-1	岑巩县 Cen'gong	525	108°50'41.10"E;27°16'30.84"N	1 300	16.2	地方品种 Local varieties
	70	岑巩糯柿-2 Cengong Nuoshi-2	岑巩县 Cen'gong	539	108°50'28.30"E;27°17'31.54"N	1 300	16.2	地方品种 Local varieties
	71	岑巩糯柿-3 Cengong Nuoshi-3	岑巩县 Cen'gong	525	108°50'41.10"E;27°16'30.84"N	1 300	16.2	地方品种 Local varieties
	72	岑巩糯柿-4 Cengong Nuoshi-4	岑巩县 Cen'gong	581	108°49'41.91"E;27°17'31.24"N	1 300	16.2	地方品种 Local varieties
	73	岑巩糯柿-5 Cengong Nuoshi-5	岑巩县 Cen'gong	581	108°49'41.91"E;27°17'31.24"N	1 300	16.2	地方品种 Local varieties
	74	岑巩糯柿-6 Cengong Nuoshi-6	岑巩县 Cen'gong	582	108°52'25.06"E;27°23'37.81"N	1 300	16.2	地方品种 Local varieties
柿 <i>Diospyros kaki</i> Thunb.	75	赫章绵柿-1 Hezhang Mianshi-1	赫章县 Hezhang	1 562	104°43'58.05"E;27°11'38.95"N	1 068	13.6	地方品种 Local varieties
	76	赫章鸡心柿 Hezhang Jixinshi	赫章县 Hezhang	1 561	104°43'58.81"E;27°11'39.16"N	1 068	13.6	地方品种 Local varieties
	77	赫章绵柿-2 Hezhang Mianshi-2	赫章县 Hezhang	1 527	104°44'19.12"E;27°11'38.09"N	1 068	13.6	地方品种 Local varieties
	78	赫章绵柿-3 Hezhang Mianshi-3	赫章县 Hezhang	1 522	104°44'21.82"E;27°11'39.85"N	1 068	13.6	地方品种 Local varieties
	79	赫章绵柿-4 Hezhang Mianshi-4	赫章县 Hezhang	1 521	104°44'20.56"E;27°11'41.94"N	1 068	13.6	地方品种 Local varieties
	80	赫章绵柿-5 Hezhang Mianshi-5	赫章县 Hezhang	1 535	104°49'35.26"E;27°10'54.27"N	1 068	13.6	地方品种 Local varieties
	81	赫章绵柿-6 Hezhang Mianshi-6	赫章县 Hezhang	1 535	104°49'35.26"E;27°10'54.27"N	1 068	13.6	地方品种 Local varieties
	82	赫章绵柿-7 Hezhang Mianshi-7	赫章县 Hezhang	1 535	104°49'35.26"E;27°10'54.27"N	1 068	13.6	地方品种 Local varieties
	83	油柿 Youshi	望谟县 Wangmo	553	106°01'49.40"E;25°08'44.18"N	1 222	19.0	野生资源 Wild resources
		<i>Diospyros olei fera</i> Cheng						
野柿 <i>Diospyros kaki</i> Thunb. var. <i>silvestris</i> Makino	84	关岭野柿 Guanling Yeshi	关岭县 Guanling	812	105°41'27.86"E;25°51'45.98"N	1 600	16.2	野生资源 Wild resources
	85	荔波野柿-1 Libo Yeshi-1	荔波县 Libo	849	107°51'25.61"E;25°28'32.24"N	1 320	18.3	野生资源 Wild resources
	86	荔波野柿-2 Libo Yeshi-2	荔波县 Libo	557	107°52'08.75"E;25°22'00.52"N	1 320	18.3	野生资源 Wild resources
	87	荔波野柿-3 Libo Yeshi-3	荔波县 Libo	417	107°50'28.26"E;25°22'29.88"N	1 320	18.3	野生资源 Wild resources
君迁子 <i>Diospyros lotus</i> Linn.	88	君迁子 Junqianzi	花溪区 Huaxi	1 210	106°38'51.66"E;26°23'10.99"N	1 178	15.3	野生资源 Wild resources

软件进行主成分分析和 Q 型系统聚类分析(非加权类平均法,UPGMA),得出主成分分析的特征向量、贡献率、累积贡献率、各主成分因子负荷量^[18-19]及柿种质资源的欧氏遗传距离^[20],在进行 UPGMA 分析时,先将数据标准化转换。

表型性状遗传多样性指数采用 Shannon-Weiner 方法计算,根据各生态区域环境的差异将贵州划分为 5 个生态区域,分别为黔中(贵阳市、黔南州北部、安顺市、遵义市南部)、黔南(黔南州南部、黔西南州南部)、黔西(毕节市、六盘水市和黔西南州北部)、黔北(遵义市北部)和黔东(铜仁市和黔东南州),用每个地区内所有种质的各个性状多样性指数平均值表示此区域内的遗传多样性程度^[21-22],计算公式为: $H' = - \sum_{i=1}^s P_i \ln(P_i)$ 。式中, s 为表型分类数, P_i 为该性状第 i 类的表现频率。

2 结果与分析

2.1 贵州地方柿资源数量和质量性状差异

贵州地方柿资源在数量性状具有较大的变异,呈现出丰富的多样性。各指标的变异度均为 88 份柿资源的变异度,变异度是标准差与均值的比值,其数值越大说明该项指标的变异越大。由表 2 看出,88 份柿种质叶纵径 9.19~19.27 cm,平均 13.72 cm,变异度为 15.91%;叶横径 4.86~13.42 cm,平均 7.83 cm,变异度为 20.06%;叶柄长变异范围为 0.70~3.07 cm,平均叶柄长 1.83 cm,变异度为

23.54%;单果重变异范围为 2.57~272.00 g,平均 109.78 g,变异度为 57.94%;果形指数的变异范围为 0.54~1.41,平均为 0.90,变异度为 18.56%。糖酸比的变异也很大,变异范围为 16.02~298.52,变异度达到 55.82%。总单宁含量变异范围为 5.85~91.33 mg·g⁻¹,平均含量为 29.67 mg·g⁻¹,变异度为 42.42%。88 份地方柿资源的 12 个数量性状中,单果重和糖酸比 2 个性状差异显著,其余性状差异不显著。

88 份柿种质的果实质量性状也存在丰富的多样性,如果实形状有圆形、椭圆形、卵圆形、方锥形、磨盘形、高方形、扁圆形、扁方形、心脏形、馒头形、圆锥形和四棱形,主要为圆形,约占 24%;叶片形状有长椭圆形、倒卵形、梭形、长卵形、阔卵形、心形、椭圆形、纺锤形、阔椭圆形、披针形等,梭形叶片占比例最大,约 17%;果实颜色有黄绿、淡黄、橙黄、橙、橙红、深橙红、黑,橙黄占比例最大,约 45%;果顶形状有凹陷、窄平微凹、广平深凹、广平微凹、平、广圆、圆、偏圆、渐圆尖、钝尖、锐尖、广尖、偏尖,广平微凹占比例较大,约 27%;萼片形状有近肾形、扁心形、心形、长心形、三角形、长三角形,其中扁心形占 32%。

贵州地方柿资源不仅在油柿、野柿、君迁子 3 个野生种间存在较大的变异,在 82 份柿地方品种中也存在一定的变异。不同柿地方品种叶纵径 9.19~19.27 cm,平均 13.83 cm,变异度为 15.86%;叶横径 5.15~13.42cm,平均7.98cm,变异度为18.82%;叶

表 2 贵州地方柿 88 份种质资源的数量性状差异
Table 2 Differences of quantity traits among local persimmon in Guizhou

性状 Trait	均值 Mean	方差 Variance	标准差 Standard deviation	变异度 Variation coefficient/%	最大值 Maximum	最小值 Minimum	变幅 Variation amplitude	F
叶纵径 Leaf length/cm	13.72	4.42	2.18	15.91	19.27	9.19	10.09	13.25
叶横径 Leaf width/cm	7.83	2.08	1.57	20.06	13.42	4.86	8.57	7.50
叶柄长 Petiole length/cm	1.83	0.17	0.43	23.54	3.07	0.70	2.37	1.74
单果重 Fruit weight/g	109.78	35.34	63.61	57.94	272.00	2.57	269.43	96.30 *
可食率 Edible rate/%	95.75	5.35	3.84	4.01	99.62	79.26	20.36	0.95
果形指数 Shape index	0.90	0.27	0.17	18.56	1.41	0.54	0.87	0.86
可滴定酸含量 Content of titratable acid/%	0.17	0.03	0.07	41.72	0.51	0.05	0.45	0.15
可溶性总糖含量 Content of total soluble sugar/%	12.85	2.21	4.86	37.79	18.68	5.46	13.22	11.82
糖酸比 Sugar/acid	90.37	23.61	50.44	55.82	298.52	16.02	282.50	79.68 *
Vc/(mg·100g ⁻¹)	28.72	11.73	41.23	143.55	268.99	0.64	268.35	19.98
总单宁含量 Content of total tannin/(mg·g ⁻¹)	29.67	8.88	12.59	42.42	91.33	5.85	85.48	27.00
缩合单宁含量 Content of condensed tannin/(mg·g ⁻¹)	10.94	2.42	6.16	56.26	39.55	0.37	39.19	9.64

注: * 表示在 0.05 水平上的显著性。
Note: * Means significant difference at 0.05 level.

表 3 柿各表型性状因子负荷量

Table 3 Factor loadings for characters variance of persimmon

指标 Index	主成分 Principal component analysis															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
着色期果面油渍 Fruit oil spot at coloring period	-0.005	0.056	-0.244	0.124	-0.114	-0.317	0.035	0.181	0.115	0.035	0.072	-0.654	-0.191	-0.028	-0.082	0.130
叶先端形状 Leaf apical shape	-0.128	-0.075	-0.022	0.015	0.188	0.375	0.100	-0.206	0.356	0.106	0.344	-0.170	0.030	-0.094	0.124	0.028
叶基部形状 Leaf basal shape	0.094	-0.024	-0.185	0.303	0.075	-0.027	0.140	-0.402	0.088	0.166	0.015	-0.141	0.287	-0.224	0.163	-0.316
叶片形状 Leaf blade shape	0.144	0.028	-0.042	0.277	-0.117	-0.035	0.414	-0.076	-0.039	-0.152	0.002	0.205	-0.209	-0.326	0.177	0.290
柿蒂凹凸 Hollow or protruding of calyx	0.273	-0.016	-0.081	0.267	-0.071	0.098	-0.090	0.041	-0.078	0.045	0.248	-0.022	0.080	0.025	0.051	0.307
柿蒂形状 Calyx shape	0.003	-0.231	-0.192	-0.116	0.308	0.089	-0.098	0.121	-0.325	0.095	0.112	0.252	-0.193	-0.092	0.121	0.243
萼片形状 Sepal shape	-0.042	0.300	0.208	0.049	0.211	-0.111	-0.142	0.124	-0.064	0.239	0.170	-0.187	-0.148	-0.254	-0.209	0.037
萼片伸展方向 Sepal extending direction	0.148	0.155	-0.067	-0.065	-0.161	0.111	0.235	0.190	0.208	0.396	0.031	0.209	-0.202	-0.155	0.013	-0.163
萼片卷曲姿态 Sepal curl pose	0.198	0.037	-0.124	-0.166	0.139	-0.236	0.196	0.182	0.104	0.044	-0.008	-0.023	-0.001	0.130	0.088	-0.134
萼片重叠度 Sepal base overlap degree	0.167	-0.080	-0.262	0.104	0.155	-0.137	0.189	0.045	0.011	0.108	-0.017	-0.030	0.278	0.304	-0.336	0.316
果实横断面 Fruit transect	0.216	0.015	0.181	0.064	0.060	0.167	0.148	0.266	-0.061	-0.213	0.253	0.031	0.057	0.120	-0.193	-0.366
髓虚实 Central fibrous zone character	-0.053	0.257	0.062	-0.231	-0.254	0.035	0.116	0.113	-0.164	-0.025	0.126	-0.218	-0.199	0.111	0.448	0.136
叶片姿态 Leaf flat status	-0.090	0.137	0.130	-0.182	-0.015	-0.253	0.488	-0.196	-0.005	-0.159	-0.044	0.112	0.104	-0.037	-0.073	0.195
果实形状 Fruit shape	0.202	0.234	0.142	-0.135	0.077	0.211	0.053	0.008	0.141	0.001	-0.268	-0.166	-0.008	-0.131	-0.126	-0.054
果实颜色 Fruit skin color	-0.104	-0.064	-0.146	-0.114	-0.184	0.366	0.352	0.213	0.017	0.125	-0.176	-0.026	0.022	0.094	-0.047	-0.016
果实纵沟 Grooves on fruit side	0.198	0.113	0.283	0.160	0.112	0.005	0.102	0.053	-0.313	-0.107	0.291	-0.046	0.126	-0.001	-0.075	-0.025
果面锈斑 Fruit rust speckle	0.002	0.239	-0.024	-0.241	0.129	-0.150	0.038	0.065	0.223	-0.266	0.372	0.075	0.248	0.120	0.227	0.034
果顶形状 Fruit apex shape	-0.134	0.055	0.031	0.070	-0.383	-0.145	-0.077	0.111	-0.023	0.258	0.383	0.262	0.080	-0.023	-0.099	-0.166
果顶十字沟 Cross concave on fruit apex	0.183	-0.034	0.249	0.126	0.186	-0.232	0.075	0.148	-0.113	-0.050	-0.303	0.008	-0.029	-0.094	0.197	-0.177

续表 3 Continued Table 3

蒂洼 Calyx cavity shape	<u>0.283</u>	<u>0.056</u>	<u>-0.150</u>	<u>0.033</u>	<u>-0.185</u>	<u>0.128</u>	<u>0.007</u>	<u>0.103</u>	<u>-0.261</u>	<u>0.124</u>	<u>0.034</u>	<u>-0.082</u>	<u>0.128</u>	<u>-0.160</u>	<u>-0.051</u>	<u>0.025</u>
皮孔密度 Density of skin stoma	0.079	0.024	-0.052	<u>0.328</u>	-0.154	0.043	-0.150	0.236	<u>0.355</u>	-0.280	-0.064	0.063	0.054	0.195	0.235	-0.031
叶纵径 Leaf length	0.215	0.272	-0.141	-0.219	0.075	-0.187	-0.211	-0.080	0.087	0.192	-0.113	0.135	0.017	0.037	0.004	-0.037
叶横径 Leaf width	<u>0.296</u>	<u>0.254</u>	-0.072	<u>0.031</u>	<u>0.023</u>	-0.096	-0.018	-0.206	<u>0.041</u>	<u>0.192</u>	-0.025	<u>0.188</u>	<u>0.008</u>	<u>0.080</u>	<u>0.101</u>	-0.013
叶柄长 Petiole length	<u>0.122</u>	<u>0.307</u>	<u>0.005</u>	<u>0.155</u>	<u>0.061</u>	<u>0.208</u>	-0.176	-0.300	-0.006	-0.064	<u>0.007</u>	<u>0.040</u>	-0.236	<u>0.209</u>	<u>0.074</u>	<u>0.161</u>
叶片颜色 Leaf color	-0.002	<u>0.164</u>	<u>0.299</u>	-0.101	-0.227	<u>0.190</u>	-0.058	-0.103	-0.171	<u>0.211</u>	-0.164	-0.150	<u>0.420</u>	<u>0.165</u>	<u>0.092</u>	<u>0.195</u>
单果重 Fruit weight	<u>0.289</u>	-0.067	-0.106	-0.204	-0.030	<u>0.082</u>	-0.140	<u>0.141</u>	<u>0.218</u>	-0.028	-0.003	<u>0.126</u>	<u>0.010</u>	<u>0.018</u>	-0.110	<u>0.180</u>
可食率 Edible rate	<u>0.272</u>	<u>0.006</u>	<u>0.048</u>	<u>0.079</u>	-0.230	<u>0.125</u>	-0.073	-0.043	<u>0.025</u>	-0.264	-0.140	-0.049	-0.154	-0.018	-0.186	-0.022
果形指数 Shape index	-0.209	<u>0.108</u>	<u>0.063</u>	<u>0.222</u>	-0.251	-0.182	<u>0.057</u>	-0.193	<u>0.032</u>	<u>0.046</u>	<u>0.008</u>	<u>0.171</u>	-0.211	<u>0.298</u>	-0.280	-0.008
可滴定酸含量 Content of titratable acid	-0.212	<u>0.330</u>	-0.060	<u>0.037</u>	<u>0.197</u>	<u>0.146</u>	<u>0.036</u>	<u>0.082</u>	<u>0.077</u>	-0.104	-0.060	<u>0.054</u>	<u>0.037</u>	-0.116	-0.261	<u>0.126</u>
可溶性总糖含量 Content of total soluble sugar	0.010	-0.051	<u>0.424</u>	<u>0.144</u>	<u>0.202</u>	<u>0.039</u>	<u>0.062</u>	<u>0.105</u>	<u>0.329</u>	<u>0.207</u>	<u>0.014</u>	<u>0.052</u>	-0.198	<u>0.080</u>	-0.028	<u>0.205</u>
糖酸比 Sugar/acid	<u>0.127</u>	-0.342	<u>0.317</u>	<u>0.044</u>	<u>0.020</u>	-0.109	<u>0.085</u>	<u>0.018</u>	<u>0.087</u>	<u>0.310</u>	-0.017	-0.068	<u>0.023</u>	<u>0.250</u>	<u>0.154</u>	<u>0.106</u>
Vc	-0.172	<u>0.076</u>	<u>0.083</u>	<u>0.179</u>	-0.105	-0.130	-0.203	<u>0.293</u>	<u>0.151</u>	<u>0.018</u>	-0.171	<u>0.141</u>	<u>0.328</u>	-0.365	<u>0.126</u>	<u>0.222</u>
总单宁含量 Content of total tannin	-0.156	<u>0.192</u>	-0.169	<u>0.238</u>	<u>0.199</u>	<u>0.025</u>	<u>0.004</u>	<u>0.133</u>	-0.190	<u>0.133</u>	-0.137	<u>0.005</u>	-0.123	<u>0.287</u>	<u>0.233</u>	-0.163
缩合单宁含量 Content of condensed tannin	-0.196	<u>0.216</u>	-0.120	<u>0.242</u>	<u>0.183</u>	<u>0.152</u>	<u>0.157</u>	<u>0.222</u>	-0.087	<u>0.061</u>	-0.098	<u>0.075</u>	<u>0.176</u>	<u>0.141</u>	<u>0.014</u>	<u>0.008</u>
特征值 Eigen value	5.815	2.932	2.496	2.422	1.987	1.543	1.456	1.345	1.251	1.136	1.067	0.973	0.904	0.856	0.784	0.718
百分率 Contribution rate/%	17.102	8.623	7.341	7.122	5.843	4.538	4.281	3.955	3.679	3.341	3.138	2.862	2.659	2.516	2.305	2.111
累计百分率 Cumulative percentage/%	17.102	25.725	33.066	40.188	46.031	50.569	54.851	58.805	62.484	65.824	68.962	71.823	74.482	76.998	79.303	81.413

注:数据带下划线者表示载荷系数值大于 0.280 或小于 -0.280。
Note: The underlined data indicate that load factor values were higher than 0.280 or lower than -0.280.

柄长变异范围为 0.70~3.07 cm, 平均叶柄长 1.85 cm, 变异度为 23.33%; 单果重变异范围为 19.35~272.00 g, 平均 115.44 g, 变异度为 53.68%; 糖酸比为 35.13~298.52, 变异度达到 54.44%。总单宁含量变异范围为 5.85~63.68 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 平均含量为 28.52 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 变异度为 34.97%; 质量性状中果实颜色不包含黑色。可以看出 82 份柿地方品种与 88 份柿资源的变异度相同或相差不大, 说明 82 份柿地方品种变异幅度与总体样本基本一致。

2.2 贵州地方柿资源表型性状主成分分析

主成分分析的目的之一就是利用原变量间具有较强相关性的特点, 对原变量进行降维分析, 采用几个综合因子或少量的因素来描述多种指标或因素之间的关系, 使这些综合因子尽可能地反映原来变量的信息量, 而且彼此之间互不相关, 从而达到简化的目的^[18-19]。本研究首先对所选的 34 个柿性状指标作相关性分析, 结果表明, 50% 以上的性状其相关系数大于 0.25 或小于 -0.25, 所有性状指标至少与一个其他性状指标线性相关, 说明这些性状指标适合进行主成分分析。主成分的特征值和贡献率是选择主成分的依据, 表 3 描述了被选主成分初始解对各性状指标总体描述情况及方差最大正交法对因子载荷矩阵旋转后的结果。从表 3 可以看出总方差的 81.41% 的贡献来自前 16 个因素, 即 1 个 16 因素模型可解释 81.41% 的数据。第 1 主成分与蒂洼、叶横径和单果重呈正相关; 第 2 主成分与萼片形状、叶柄长和可滴定酸含量高度正相关; 与糖酸比高度负相关; 第 3 主成分与果实纵沟、叶片颜色、可溶性总糖含量和糖酸比高度正相关; 第 4 主成分与叶基部形状和皮孔密度高度正相关; 第 5 主成分与柿蒂形状高度正相关; 与果顶形状高度负相关; 第 6 主成分与叶先端形状和果实颜色高度正相关; 与着色期果面油渍高度负相关。总方差约 50% 的贡献来自前 6 个主因素, 所以可认为着色期果面油渍、叶先端形状、叶基部形状、柿蒂形状、萼片形状、果实颜色、果实纵沟、果顶形状、蒂洼、皮孔密度、叶横径、叶柄长、叶片颜色、单果重、可滴定酸含量、可溶性总糖含量、糖酸比是评价柿种质品质的重要指标。

2.3 贵州地方柿资源表型性状遗传多样性分析

遗传多样性指数是反映物种丰富度的指标^[21], 遗传多样性指数高低可以反映地区间物种的栽培演化趋势^[20]。由图 1 可以看出, 88 份贵州柿种质资源表型性状遗传多样性指数的平均值为 1.57。贵州不同生态区域柿种质资源的遗传多样性有一定差

异, 其中, 黔中(1.86)、黔南(1.82)和黔西(1.71)3 个区域之间无显著性差异, 黔北(1.33)与黔东(1.11)区域之间也无显著性差异, 而黔中、黔南和黔西 3 个区域与黔北和黔东区域之间差异显著, 从各区域遗传多样性指数的高低可初步推断贵州地方柿资源是由黔中、黔南和黔西区域向黔北和黔东区域演化。

2.4 贵州地方柿资源表型性状 Q 型聚类分析

Q 型聚类分析的功能是建立一种分类方法, 综合利用多个变量的信息对样本或变量按照它们在性质上的亲疏程度进行分类, 使得分类结果直观、清楚地表现其数值分类结果并且比传统分类方法更细致、全面、合理。通过聚类分析, 同一类群内的样品资源在形态特征上较为相似, 可反映出相近的遗传背景^[20,23]。

用 34 个表型性状指标对 88 份柿种质进行 Q 型聚类分析(图 2)。结果表明, 这些柿种质的欧氏距离在 3.32~13.76 之间; 根据其所属种(变种)的不同, 在欧氏距离 $D=9.05$ 处, 将 88 份种质分为 4 组: A 组包含水城水柿-1、水城水柿-2、惠水水柿-2 等 82 份种质, 本组全部为柿栽培品种; B 组包含关岭野柿、荔波野柿-1、荔波野柿-2、荔波野柿-3 共 4 份种质, 它全部为野柿资源, 单果重较小, 单宁含量在 30 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 左右, 皮孔密度为疏, 叶片形状都为披针形。C 君迁子, 这个种特点是可滴定酸含量最高, 达到 0.51%, 总单宁含量也很高, 果皮颜色为黑色, 单果重最小; D 组只有油柿, 本组的特点是果实

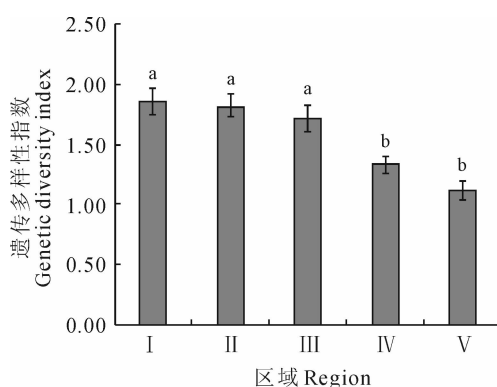


图 1 贵州地方柿资源的遗传多样性指数

I. 黔中; II. 黔南; III. 黔西; IV. 黔北; V. 黔东;

小写字母表示 0.05 水平上的显著性

Fig. 1 Genetic diversity index of local persimmon resources in Guizhou

I. Central of Guizhou; II. Southern of Guizhou; III. Western of Guizhou; IV. Northern of Guizhou; V. Eastern of Guizhou;

The normal letters mean significant difference at 0.05 level

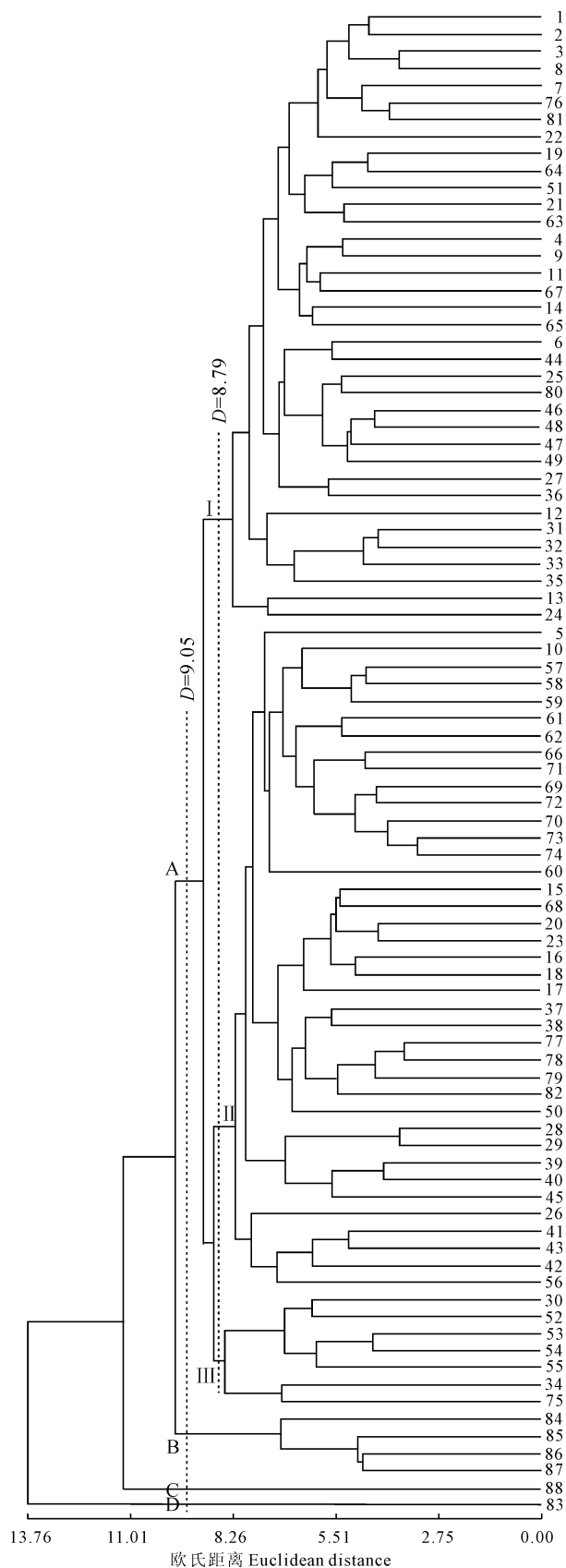


图2 贵州地方柿资源的 Q 型因子聚类分析
Fig.2 The Q-style factors cluster analysis of local persimmon germplasm in Guizhou

近熟时果面有油状物渗出,符合油柿的特点。

根据各柿种质植物学性状不同进行分类,在欧氏距离 $D=8.79$ 处,又将 82 份柿种质分为 3 个类群:第Ⅰ类群包含水城水柿-1、水城水柿-2、惠水水柿-2 等 36 份种质,本组的特点是基本是水柿类,柿果实形状多为圆锥形或心脏形,叶尖端形状为狭急尖或尾状,叶基部形状多为楔形,萼片伸展方向多为斜伸,萼片重叠度为不重叠,果实横断面为圆形或方形,无果实纵沟或者果实纵沟不明显,叶纵横径较小,单果重一般小于 100 g,可滴定酸含量较高,大于 0.2%;第Ⅱ类群含水城牛心柿、水城绵柿、遵义绵柿等 39 份种质,本组的特点是基本为绵柿类,果实形状多为扁方形,叶先端多为尾状,叶基部形状多为圆形,果实颜色为淡黄色,萼片卷曲姿态为中部捏合状和边缘内曲,柿蒂形状为方形,果面锈斑为线状,蒂洼为深凹,单果重较大(>100 g)。第Ⅲ类群包含关岭盘柿、汇川水柿、赫章绵柿-1 等 7 份种质,本组特点果实多为扁圆形,萼片卷曲姿态为中部捏合,叶片姿态为微内折,可溶性总糖含量很高,叶片颜色为绿色。

3 讨论

贵州地貌属于中国西南部高原山地,气候温暖湿润,植被丰厚,组成种类繁多,区系成分复杂。本次调查初步了解到该区域柿种质的分布轮廓和多样性水平。首先,柿属资源分布最多的地区为黔南州的惠水和荔波,这些地区柿种质类型多样,分布广泛;其次为黔西南州和黔东南州的岑巩地区,该区域柿种质类型较为单一,但分布密度大;而毕节、安顺与六盘水地区柿属植物数量有限,只有几个地点分布密集;柿资源分布比较少的为铜仁地区,本研究结果与《贵州植物志·柿卷》中柿资源的分布情况基本一致。《贵州植物志·柿卷》中记载铜仁的江口分布有梵净山柿(*D. fanjingshanica*)、乌柿(*D. cathayensis*)和罗浮柿(*D. morrisiana*),贵阳分布有贵阳柿(*D. esquirolii*),贞丰分布有贞丰柿(*D. zhenfengensis*),但具体调查中没有调查到这几种资源,其原因可能是这几种资源分布较少,而且由于这些种质资源的经济性状不明显,得不到当地群众的重视,缺乏有效的保护,从而造成了部分柿种质资源流失。在贵州范围内,柿资源遗传多样性较丰富的区域为黔中区域和黔南区域,并向黔北和黔东区域演化,黔中和黔南区域邻近云南、广西两省,是滇黔桂植物区系融汇交错地带,同时该区域也是黔西高海拔和黔

东低海拔的中间过渡区域,山林密布,垂直落差高,海拔落差都在 1 000 m 以上,光热充足,雨量充沛,平均降雨量 1 100~1 500 mm,无霜期 300 d 以上,蕴涵着丰富的生物资源,所以这两个区域的遗传多样性指数较高,物种的生物多样性较丰富。

根据《柿种质资源描述规范和数据标准》的柿描述符中必选和可选描述符、Yang 等^[5]选择的 87 个形态性状、10 个果实质量性状作为柿鉴定评价的标准和《中国植物志·柿卷》内分种检索表关于油柿与柿的区分标准综合得出 34 个柿描述符。本实验中主成分分析可以得出降维后的指标为:着色期果面油渍、叶先端形状、叶基部形状、柿蒂形状、萼片形状、果实颜色、果实纵沟、果顶形状、蒂洼、皮孔密度、叶横径、叶柄长、叶片颜色、单果重、可滴定酸含量、可溶性总糖含量、糖酸比,这些指标能够描述柿的基本特点和重要特性,可以使描述柿的指标得到降维,只用少量的因素来描述多种指标或因素之间的关系。本研究 88 份柿资源的 34 个性状中,共有 143 个表现型,性状变异度大部分为 30% 左右,变异度普遍较高说明多样性较高,尤其是果实形状出现了 12 个表现型,有圆形、椭圆形、卵圆形、方锥形、磨盘形、高方形、扁圆形、扁方形、心脏形、馒头形、圆锥形和四棱形,而且 82 份柿地方品种的 33 个性状中共有 141 个表现型,性状变异度也在 30% 左右,变异度与 88 份柿资源相差不大,充分表现出变异的广度和宽度,说明贵州地方柿资源遗传基因丰富,表现类型多样,是柿外观品质育种的重要材料来源。

虽然多种分子标记已经应用于柿资源的品种鉴定及研究,但形态标记简单、明显和易于识别的特点而成为遗传标记的基础,具有不可替代性。形态标记已被广泛应用于柿种质的分类和鉴定中^[24-25]。本

研究 UPGMA 聚类将贵州柿地方资源分成了 4 类,表明贵州地方柿资源具有丰富的多样性。同时将贵州地方柿品种分为 3 类。

贵州地方柿资源在地区内的遗传距离较近,地区间的遗传距离较远,说明地区间的柿资源的亲缘关系较远,但也有很多特例,例如赫章绵柿-1(编号 75)与关岭盘柿-2(编号 34),分属两个区域,但能聚类到一起,表明二者的植物学性状非常相似,可能存在同物异名,可能是单果重较大、甜度高等经济性状受当地群众认可,并被传播到黔西区域,但需从分子水平上对其亲缘关系进一步验证。从图 2 中可以看出,君迁子与其他种的遗传距离较远,而野柿中的关岭野柿(编号 84)、荔波野柿-1、荔波野柿-2 与荔波野柿-3(编号 85、86、87)也与其他种的种质有所区别,处于柿与君迁子之间,野柿是柿的变种,亲缘关系上与柿更为近缘,但本研究中君迁子却与野柿聚类到一起,其主要是由于二者的单果重和叶纵横径均较小所致,因此单纯依靠形态指标评价亲缘关系存在一定的缺陷,需结合分子标记对其加以区分。在本研究中油柿(编号 83)与其它柿地方品种的区分点在于果实近熟时果实表面是否有油渍渗出,但在《柿种质资源描述规范和数据标准》中没有该项内容的描述,建议在《柿种质资源描述规范和数据标准》中添加果实近熟时果实表面是否有油渍这项指标,作为区分油柿的关键描述符。

表型性状是遗传与环境共同作用下的综合体现,本研究中,贵州柿地方品种分布区域的生态条件存在差异,对聚类结果也可能产生影响。今后结合分子标记来研究柿的遗传多样性并与本研究结论相互印证将是工作的重点。

参考文献:

- [1] LUO ZH R(罗正荣),CAI L H(蔡礼鸿),HU CH G(胡春根). Research on the germplasm resources and utilization of persimmon[J]. *Huazhong Agricultural University Journal*(华中农业大学学报),1996,15(4):381-388(in Chinese).
- [2] YUAN L X(袁录霞),ZHANG Q L(张青林),GUO D Y(郭大勇),et al. Characteristics of Chinese PCNA types and their roles in science and industry of oriental persimmon[J]. *Acta Horticulturae Sinica*(园艺学报),2011,38(2):361-370(in Chinese).
- [3] YANG Y(杨勇),RUAN X F(阮小凤),WANG R Z(王仁梓),et al. Advances in research of germplasm resources and breeding of *Dispyros kaki* L. [J]. *Journal of Northwest Forestry University*(西北林学院学报),2005,20:133-137(in Chinese).
- [4] LUO ZH R(罗正荣),LI F F(李发芳),CAI L H(蔡礼鸿). Molecular systematics of China native nonastringent persimmon based on random amplified polymorphic DNA[J]. *Acta Horticulturae Sinica*(园艺学报),1999,26(5):297-301(in Chinese).
- [5] YANG Y, WANG R Z, LI G, et al. Investigation for morphological diversity on germplasm resources of persimmon (*Diospyros* spp.)[J]. *Acta Horticulturae*, 2009, 833:103-107.

- [6] GUO D L(郭大龙), LUO ZH R(罗正荣). Optimization of SRAP-PCR in some *Diospyros* spp. [J]. *Journal of Fruit Science*(果树学报), 2006, **23**(1): 138—141(in Chinese).
- [7] GENG P(耿攀), RUAN X F(阮小凤), YANG Y(杨勇), *et al.* Analysis of genetic diversity of *Diospyros* spp. germplasm resources by using SSR markers[J]. *Journal of Northwest A&F University*(Nat. Scai. Ed.)(西北农林科技大学学报), 2010, **38**(12): 190—196(in Chinese).
- [8] 张青林. 完全甜柿及部分雄性种质间的亲缘关系研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2006.
- [9] XIE F(谢枫), FAN Z J(樊在军), ZHANG Q L(张青林), *et al.* Advances in using persimmon tannin to adsorb heavy metals[J]. *Journal of Huazhong Agricultural University*(华中农业大学学报), 2012, **31**(3): 391—396(in Chinese).
- [10] 李永康. 贵州植物志(第7卷)[M]. 成都: 四川民族出版社, 1989: 708—726.
- [11] SU F Y(宿福园), ZHANG Q L(张青林), JIN L(金莉), *et al.* Summary report on the fifth international symposium on persimmon[J]. *Journal of Fruit Science*(果树学报), 2013, **30**(3): 500—503(in Chinese).
- [12] 李树刚. 中国植物志(第60卷)[M]. 北京: 中国科学出版社, 1987: 84—154.
- [13] 杨勇, 王仁梓. 柿种质资源描述规程和数据标准[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006.
- [14] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 134—137, 164—165, 184—185.
- [15] CHAVAN U D, SHAHIDI F, NACZK M. Extraction of condensed tannins from beach pea(*Lathyrus maritimus* L.) as affected by different solvents[J]. *Food Chemistry*, 2001, (75): 509—512.
- [16] ZHANG T Y, LI G, MO H ZH. Persimmon tannin composition and function[J]. *International Conference on Agricultural and Biosystems Engineering Advances in Biomedical Engineering*, 2011, **1**(2): 389—392.
- [17] GU H F, LI C M, XU Y J, *et al.* Structural features and antioxidant activity of tannin from persimmon pulp[J]. *Food Research International*, 2008, (41): 208—217.
- [18] THAIPONG K, BOONPRAKOB U. Genetic and environmental variance components in guava fruit qualities[J]. *Scientia Horticulturae*, 2005, **104**(1): 37—47.
- [19] ZHAO X M(赵献民), GONG B CH(龚榜初), WU K Y(吴开云). Research on quantitative classification of native persimmon varieties in Zhejiang Province[J]. *Forest Research*(林业科学研究), 2012, **25**(1): 77—87(in Chinese).
- [20] ZHANG Y B(张永兵), LI M H(李寐华), WU H B(吴海波), *et al.* Genetic diversity of melon landraces(*Cucumis melo* L.) in Xinjiang based on phenotypic characters[J]. *Acta Horticulturae Sinica*(园艺学报), 2012, **39**(2): 305—314(in Chinese).
- [21] HU J B(胡建斌), MA SH W(马双武), LI J W(李建吾), *et al.* Genetic diversity analysis of morphological traits of melon germplasm resources in foreign countries[J]. *Chinese Bulletin of Botany*(植物学报), 2013, **48**(1): 42—51(in Chinese).
- [22] SHI SH Y(石胜友), WU H X(武红霞), WANG S B(王松标), *et al.* Fruit quality diversity of mango(*Mangifera indica* L.) germplasm [J]. *Acta Horticulturae Sinica*(园艺学报), 2011, **38**(5): 840—848(in Chinese).
- [23] DENG L B(邓立宝), HE X H(何新华), LI T W(李天文), *et al.* Investigation and analysis on the genetic diversity of persimmon germplasm in plateau of northwest Guangxi[J]. *Acta Horticulturae Sinica*(园艺学报), 2012, **39**(2): 215—224(in Chinese).
- [24] 王仁梓. 柿[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994.
- [25] ZHANG Y F, ZHANG Q L, YANG Y, *et al.* Development of primary core collection for Japanese persimmon originated in China (*Diospyros kaki* Thunb.) by stepwise clustering[J]. *Acta Horticulturae*, 2007, 760: 69—76.